

Opinnäytetyö (AMK)
Rakennustekniikka
Talonrakennustekniikka
2015

Lauri Östring

RAKENTEIDEN SUUNNITTELUN JA TOTEUTUKSEN PERUSTEET



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka | Talonrakennustekniikka

Kevät 2015 | 32 + 14

Ohjaaja: Vesa Virtanen, Olli Saarinen

Lauri Östring

RAKENTEIDEN SUUNNITTELUN JA TOTEUTUKSEN PERUSTEET

Eurokoodijärjestelmä sisältää paljon erilaisia luokitteluja ja lukuarvoja, jotka tavanomaisesti määritellään projektin alkuvaiheessa. Niitä tarvitaan koko suunnitteluprosessin aikana, ja ne on tarpeen kerätä helposti saataville. Opinnäytetyön päämääränä oli tehdä Excel-pohjainen taulukko-työkalu, jolla voidaan projektin lähtötiedot helposti kerätä selkeäksi tulosteeksi, joka voidaan lisätä suunnittelumateriaaliin. Sen lisäksi, että työkalu toimii kattavana pohjana, jonka täyttämässä käydään läpi kaikki tarpeelliset kohdat, se myös antaa opastusta täytettävistä aiheista. Monet taulukon kohdat riippuvat jo aikaisemmin täytetyistä tiedoista, joten taulukko määrittelee mahdollisimman paljon tietoa automaattisesti muiden tietojen perusteella.

Tässä opinnäytetyössä esitellään työkalun toimintaa ja sen sisältöä, sekä lopussa esitetään esimerkki siitä saatavasta tulosteesta. Taulukon sisältö perustuu RIL 229-2-2013 ”Rakennesuunnittelun asiakirjaohje” -julkaisun alussa olevaan malliasiakirjaan ”Rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen perusteet”. Käyttökohde on rajattu talorakenteisiin ja rakennusmateriaaleja ovat puu, betoni ja teräs. Taulukko sisältää vain pääasiat, jotta tulosteesta saadaan sopivan mittainen ja helposti luettava tietopaketti kohteesta. Määriteltävistä kohdista on taulukkoon liitetty lähtömateriaalista lainauksia, jotta taulukkoa täytettäessä ei tarvitse hakea lähdemateriaalia ja täyttö on nopeampaa.

Työkalun sisällön rajaus onnistui hyvin ja siitä tuli käyttäjää avustava kokonaisuus. Sen avulla alkuvaiheen luokittelujen ja määritysten hakeminen helpottuu ja suunnitteluvaiheessa tarvittavat tiedot on löydettävissä yhdestä paikasta ja eri projektien välillä samanlaisesta dokumentista.

ASIASANAT:

Rakennusprojektin lähtötiedot, eurokoodijärjestelmä, kuormitukset, rakennusmateriaalit, suunnittelu- ja toteutusjärjestelmä

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Structural Engineering

Spring 2015 | 46 pages, appendices 14 pages

Instructors: Vesa Virtanen, Olli Saarinen

Lauri Östring

THE BASICS OF STRUCTURAL DESIGN AND EXECUTION

The Eurocode-system contains various classifications and data that usually are determined at the start of a construction project. The data is needed during the whole design process and it is necessary to collect it into an easily accessible format. The purpose of this thesis was to produce an Excel based chart, which can be used to collect all the initial data into an explicit document that can be added to the project material. In addition to being a comprehensive basis for all the needed information, it also guides the user in the subjects being determined. As much of the data is reliant to other items in the chart, the chart automatically determines as much information as possible according to already chosen values.

This thesis presents the function of the chart and its contents and shows an example of the printout. The contents of the chart are based on an example document "The basics of structural design and execution" presented at the start of RIL 229-2-2013 "Instructions on documents in structural design" -publication. The application is limited to building construction and available construction materials are wood, concrete and steel. The chart contains only the main points, so that the printout is of suitable length and easily readable. Inserts from appropriate sources are added to the chart so that it is faster to use the chart because it is not necessary to search for source material.

Outlining the contents of the chart succeeded well and it became a tool that helps the user in its entirety. Classifications and definitions are easily made with it during the beginning of a project and information needed is found in the printout during design. Also the printout is the same form across projects.

KEYWORDS:

Initial data for a construction project, Eurocodes, structural loads, construction materials, structural design and execution

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET JA TERMIT	6
1 JOHDANTO	7
2 TAULUKON TOIMINTA JA KÄYTTÖ	8
3 KOHTEEN TIEDOT	10
3.1 Energiatehokkuusluokka	10
3.2 Ilmanvuotoluku q_{50}	10
3.3 Rakenteiden vaativuusluokka	10
3.4 Seuraamusluokka	11
3.5 Suunnitellun käyttöiän luokka	11
3.6 Paloluokka	12
4 RAKENNEJÄRJESTELMÄ	13
4.1 Geotekninen luokka	13
4.2 Paalujen mitoitus tapa	13
4.3 Runkorakenteet	14
5 SUUNNITTELU- JA TOTEUTUSJÄRJESTELMÄ	15
6 KUORMITUKSET	16
6.1 Tasojen hyötykuormat	16
6.2 Tuulikuormat	17
6.3 Lumikuormat	18
6.4 Lisävaakavoimat	20
6.5 Trukkikuorma	20
6.6 Väestönsuojan katastrofikuormat	21
6.7 Ajoneuvojen aiheuttamat onnettomuuskuormat	21
6.8 Kiskoilta suistuvan junan aiheuttamat onnettomuuskuormat	21
7 KUORMITUSYHDISTELYT	23
8 MATERIAALIOMINAISUUDET	24
8.1 Betonirakenteet	24
8.2 Jänneteräksset ja ankkurit	25

8.3 Teräsrakenteet	25
8.4 Puurakenteet	26
9 RAKENNUSFYSIKKA	29
10 POHDINTA	30
LÄHTEET	31

LIITTEET

Liite 1. Esimerkki taulukosta saatavasta tulosteesta

KUVAT

Kuva 1. Painekuorman ominaisarvot etäisyyden suhteen.	18
Kuva 2. Lumen ominaisarvot maan pinnalla Suomessa.	19
Kuva 3. Toteutusluokan valinta seuraamusluokan mukaan.	27

TAULUKOT

Taulukko 1. Suunnitellun käyttöiän luokka.	11
Taulukko 2. FL-luokkien mukaiset haarukkatrukkien arvot.	20
Taulukko 3. Rataliikenteen törmäyskuorma siltojen alusrakenteisiin.	22
Taulukko 4. Toteutusluokan määritysmatriisi.	26

KÄYTETYT LYHENTEET JA TERMIT

μ_1, μ_2, μ_3	muotokerroin
A	kuormitusalue
b, d	rakennuksen sivun pituus
C_f	voimakerroin
$C_s \cdot C_d$	rakennekerroin
C_t	lämpökerroin
d	etäisyys rakenteen pinnasta lähimmän raiteen keskilinjaan
E-luku	rakennukselle tai rakennuksen osalle laskettu kokonaisenergiankulutus
k_1	aerodynaaminen kerroin
k_2	kerroin pienelle seinän osalle
K_{FI}	kuormakerroin
n	kuormitettujen kantavien osien yläpuolella olevien samaan luokkaan kuuluvien kerrosten lukumäärä (SFS-EN 1991-1-1, 2)
q_{1k}	ominaiskuorma raiteen suuntaiseen pystypintaan
q_{2k}	ominaiskuorma raiteen yläpuoliseen vaakapintaan
q_{50}	ilmanvuotoluku
s_k	lumikuorman ominaisarvo maanpinnalla
U-arvo	lämmönläpäisykerroin
v	nopeus
α_A	pinta-alavähennys
α_n	kerrosvähennys
ψ_0	yhdistelykerroin

1 JOHDANTO

Rakennusprojektin alkuvaiheeseen kuuluu paljon tiedonkeruuta ja lähtötietojen määrittämistä. Aikaisemmin rakennesuunnittelun lähtötiedot on kerätty yhteen dokumenttiin vain osassa projekteista, ja se on tehty ilman mallipohjaa tapauskohtaisesti. Jos dokumentti on jäänyt kokonaan tekemättä, lähtötietojen tarkastaminen suunnitteluvaiheessa on ollut hankalaa tietojen ollessa hajallaan tai määrittämättä kokonaan.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä Excel-työkalu, johon voidaan projektin lähtötiedot täyttää ja josta saadaan tuloste, joka voidaan liittää projektin tietoihin. Taulukkotyökalu on tehty riittävän kattavaksi, jotta sitä voidaan käyttää useimpiin kohteisiin, ja tyhjäksi jäävät kohdat voidaan piilottaa lopullisesta tulosteesta.

Opinnäytetyö tehtiin A-Insinöörit Suunnittelu Oy:lle osana sisäisen toiminnan kehitysprojektia. A-Insinöörit on suunnittelukonserni, joka toimii pääasiassa rakennuttamisen, rakennesuunnittelun ja infrasuunnittelun toimialoilla. Henkilöstöä on noin 560 kuudella paikkakunnalla, ja liikevaihto 45 miljoonaa euroa vuoden 2014 tilastojen mukaan (A-Insinöörit Oy 2014).

Lähtökohtana taulukon sisällölle on RIL 229-2-2013 julkaisusta ”Rakennesuunnittelun asiakirjaohje” löytyvä malliasiakirja ”Rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen perusteet”. Taulukon materiaalivaihtoehdot on rajattu puu-, betoni- ja teräsrakenteisiin ja käyttö talorakenteisiin. Taulukko on tehty noudattamaan eurokoodijärjestelmää ja muita tämänhetkisiä määräyksiä.

2 TAULUKON TOIMINTA JA KÄYTTÖ

Taulukkotyökalu on tehty Microsoft Excel 2013-ohjelmalla, ja sitä käytetään samalla ohjelmalla. Taulukon toiminnassa on hyödynnetty makroja, joilla on toteutettu suuri osa taulukon sisällön muokkaamiseen liittyvistä toiminnoista, joten käytettäessä taulukkoa makrojen täytyy olla päällä. Solujen taustavärit on valittu siten, että ruskeiden solujen sisältöä ei ole tarkoitus muuttaa, valkoiset solut ovat vapaita tekstiruutuja, vihreiden solujen arvot valitaan pudotusvalikosta ja sinisten solujen arvot määrittyvät automaattisesti muiden arvojen perusteella. Käyttäjälle taulukon välilehdet eivät ole näkyvissä, ja siirtyminen niiden välillä on automaattista linkkien avulla.

Taulukon toiminnan lähtökohtana on opastaa käyttäjää täyttämisen aikana ja toimia mahdollisimman helposti ja vähällä vaivalla. Monien täytettävien tietojen ollessa suunnittelujärjestelmän määrittelemiä luokituksia tai arvoja, ovat valintasolut mahdollisuuksien mukaan toteutettu pudotusvalikoilla. Niistä käyttäjän on helppo valita kohteen mukaan oikea vaihtoehto, eikä soluihin voi täyttää muunlaisia arvoja. Monet tiedot ovat myös riippuvaisia toisista arvoista, joten taulukko on ohjelmoitu valitsemaan niiden kohtien arvot jo täytettyjen kohtien perusteella. Esimerkiksi hyötykuormia määritettäessä valitaan vain pudotusvalikosta kuorma-luokka, ja taulukkoon päivittyy sen perusteella rakenneluokan mukaiset kuormitukset kuormitusnormien mukaisesti.

Taulukon täyttämisen avuksi on taulukkoon lisätty linkkejä materiaaliin. Jokainen linkki on sijoitettu siihen liittyvän kohdan viereen, ja materiaalina on käytetty lainauksia järjestelmän mukaisista suunnitteludokumenteista. Linkitetty materiaali on lisätty suoraan samaan tiedostoon, jolloin se on taulukkoa täytettäessä aina saatavilla. Esimerkiksi rakenteiden vaatimusluokan kohdalla on linkki, josta pääsee katselemaan lähtömateriaalista sen valintaperusteita. Tämän jälkeen voidaan palata takaisin valitsemaan pudotusvalikosta oikea vaihtoehto.

Taulukon sisällön hallintaa varten on tehty työkaluja, joilla saadaan tulosteeseen näkymään vain tarpeelliset kohdat. Ennen taulukon täyttämistä käyttäjälle on näkyvissä lista taulukon sisällöstä, josta valitaan projektiin liittyvä sisältö. Esimerkiksi puu-, betoni- ja teräsrakenteista valitaan näkyviin ne, jotka ovat kohteessa käytössä. Samoin voidaan valita, onko kohteessa esimerkiksi paalutus tai ajoneuvoliikenteen aiheuttamia kuormia.

Kohdissa, joissa saatetaan tarvita useampia rivejä, voidaan lisärivejä lisätä näkyviin valikosta, jolloin kaavat soluissa ja solumuotoilut tulevat automaattisesti oikein. Näin käyttäjän ei tarvitse muokata käsin taulukkoa, eikä opetella sen ohjelmointia. Tulostusalue on määritelty niin, että täyttöohjeet ja linkit jäävät sen ulkopuolelle. Sisällysluettelo muokkautuu automaattisesti valitun sisällön mukaisesti.

Taulukko on lukittu siten, ettei taulukon toimintaa voi rikkoa ilman lukituksen poistamista. Rivien lisääminen ja poistaminen on poistettu käytöstä, koska kaavat ja makrot ovat riippuvaisia rivinumeroinnista. Turhia rivejä käyttäjä voi piilottaa, jolloin ne eivät näy tulostuksessa. Myös solut on lukittu niin, että vain täytettävät solut ovat avoinna muutoksille.

Taulukon alussa on käyttäjälle annettu käyttöohjeet täyttämisen ja tulostuksen osalta. Tarvittavissa kohdissa soluihin on lisätty kommentteja, joissa on neuvoja kohtien täyttämiseen. Ennen tulostusta käyttäjä voi muokata taulukkoa lisäämällä sivunvaihtoja ja poistamalla täyttövärit, jotta tulosteesta saadaan mahdollisimman selkeä.

Seuraavissa luvuissa kerrotaan tarkemmin taulukon sisällöstä.

3 KOHTEEN TIEDOT

Ensimmäisenä taulukkoon täytetään kohteen perustiedot, kuten työnnumero, osoite, käyttötarkoitus jne.

3.1 Energiatehokkuusluokka

Seuraavaksi taulukossa valitaan rakennuksen energiatehokkuusluokka. Energiatehokkuusluokka määräytyy ympäristöministeriön asetuksen rakennuksen energiatodistuksesta (176/2013) mukaan. Luokan määrittelemiseksi täytyy laskea rakennuksen E-luku, johon vaikuttavat rakennuksen energiankulutus ja pinta-ala (176/2013, 18). Materiaalilinkin takana on nähtävissä energiatehokkuusluokan valintataulukot ja E-luvun laskentaan ohjeistus taulukon käyttäjää varten.

3.2 Ilmanvuotoluku q_{50}

Ilmanvuotoluku kuvaa rakennuksen ilmatiiviyttä rakennusvaipan keskimääräisenä vuotoilmavirtana tunnissa 50 Pa:n paine-erolla pinta-alaa kohden. Ilmanvuotoluku voi olla enintään 4, jota käytetään, jos ilmanpitävyyttä ei osoiteta mitaamalla tai muulla menettelyllä. (RakMK D3, 4, 10, 11.) Taulukossa on linkkimateriaalina ohjeistus ilmanvuotoluvun määrittämiseen. Uudiskohteessa taulukkoon täytetään tavoitearvo.

3.3 Rakenteiden vaativuusluokka

Vaativuusluokka määräytyy rakentamismääräyskokoelman osan A2 mukaan. Luokittelu on vaativimmasta vähäisimpään AA, A, B ja C (RakMK A2, 13). Materiaalina on taulukko, jossa on luokkien määrittelyt eri tapauksissa. Tarvittaessa voidaan valita eri rakenneosille omat vaativuusluokkansa, jota varten voidaan lisätä rivejä valikosta.

3.4 Seuraamusluokka

Seuraamusluokka määritellään Eurokoodi 1990 ”Rakenteiden suunnitteluperusteet” mukaan. Seuraamusluokat ovat CC3 suurille, CC2 keskisuurille ja CC1 vähäisille seuraamuksille (SFS-EN 1990, 6–7). Käyttäjälle on annettu materiaaliksi taulukko, jossa on luokkien kuvaukset ja esimerkkejä luokkiin kuuluvista rakenteista. Kun seuraamusluokka on valittu, taulukko valitsee automaattisesti sen mukaisen luotettavuusluokan ja kuormakertoimen K_{FI} . Taulukossa on mahdollista myös valita useampia rakenteita eri seuraamusluokkiin, jota varten tarvittavat lisäarvit saadaan valikosta.

Onnettomuusrajatilalle valitaan oma seuraamusluokka, johon on materiaalina eurokoodi 1991-1-7 kansallisen liitteen taulukko, jossa on esitetty sille valintaperusteet. Luokat ovat 3b, 3a, 2b, 2a ja 1 vakavimmasta vähäisimpään (SFS-EN 1991-1-7 NA, 14). Onnettomuusrajatilan seuraamusluokan valinta vaikuttaa myöhemmin jatkuvan sortuman estämisen toteutuksen määrittelyyn.

3.5 Suunnitellun käyttöiän luokka

Käyttöiän luokka valitaan kohteen luonteen ja tilaajan tarpeiden mukaan. Eri rakennneosat voivat kuulua eri luokkiin, jota varten lisärivejä saadaan valikosta näkyviin. Käyttäjälle on annettu materiaalina alla oleva taulukko 1 avuksi luokan valintaan.

Taulukko 1. Suunnitellun käyttöiän luokka (SFS-EN 1990, 94).

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 käytettäviksi, ei pidetä tilapäisinä.		

Käytettäessä 100 vuoden käyttöiän luokkaa taulukko lisää tuuli- ja lumikuorman laskentaan kertoimet 100 vuoden käyttöiälle. Taulukkoon on lisätty tilaajan toivomuksesta 200 vuoden käyttöikä, joka antaa valittaessa ilmoituksen, että erikoistapaukset on käsiteltävä kohdekohtaisesti.

3.6 Paloluokka

Rakennuksen paloluokan valintaan taulukossa on annettu materiaaliksi rakentamismääräyskokoelman osasta E1 kohdat, joissa määritellään paloluokat ja taulukot, joissa on luokkien asettamat koko- ja henkilömäärän rajoitukset. Paloluokat ovat P1, P2 ja P3, joista luokassa P1 rakennuksen oletetaan kestävän palossa sortumatta, luokassa P2 vaatimukset voivat olla luokkaa P1 matalampia ja luokassa P3 ei aseteta erityisvaatimuksia palonkestävyyden suhteen (RakMk E1, 10).

Paloluokan lisäksi määritellään palonkestovaatimukset rakenteille. Palonkestovaatimuksen esitystapa on ilmoittaa ensin kirjaimella R, E tai I sen mukaan, tarkoitetaanko rakenneosan kestävyyttä kantavuuden, tiivyyden vai eristävyyskannalta, ja sen jälkeen palonkeston minuuttimäärä numeroin (RakMk E1, 5). Luokkia voidaan myös yhdistää, esimerkiksi REI60-luokiteltu rakenne kestää 60 minuuttia kaikissa luokissa. Yleisen palonkestovaatimuksen lisäksi taulukossa on kohdat rakenteiden, osastojen ja palomuurien palonkestovaatimuksille, joista tarpeettomat kohdat voi käyttäjä piilottaa. Palonkestovaatimuksista on materiaaliksi annettu rakentamismääräyskokoelman osan E1 taulukot, joissa määritellään paloluokittain rakenteiden palonkeston vaatimukset.

4 RAKENNEJÄRJESTELMÄ

Taulukkotyökalussa täytetään rakennuksen perustuksiin ja rakenteisiin liittyvät perustiedot rakennejärjestelmä otsikon alle. Ensin täytetään perustusten tiedot. Alussa tehty valinta pohjatutkimuksesta vaikuttaa perustusten määrittelyyn piilottaen rivit maapohjan kantavuudesta ja maaperästä, jos tutkimusta ei ole tehty.

4.1 Geotekninen luokka

Geoteknisen luokan määrittämiseen on annettu materiaaliksi Liikenneviraston ”Eurokoodin soveltamisohje, geotekninen suunnittelu” -ohjeesta luokat ja niiden valintaperusteet. Luokat ovat GL1, GL2 ja GL3, joista GL3 on vaativin ja GL1 vähäisin (NCCI 7,16).

4.2 Paalujen mitoitustapa

Paalujen mitoitustapoja ovat DA3, DA2* ja DA2. Näistä DA3-mitoitustapaa käytetään vakavuuden laskentaan ja perustusten laskentaan valitaan DA2* tai DA2. (NCCI 7, 24–25.) Materiaaliksi on annettu Liikenneviraston ”Eurokoodin soveltamisohje, geotekninen suunnittelu” ohjeesta mitoitustavan valintaan ohjeistus.

Paalutustyöluokkia ovat PTL1, PTL2 ja PTL3, joista PTL3 on vaativin. Paalutustyöluokka määritellään seuraamusluokan ja geoteknisen luokan mukaan (RIL 254-2011, 99). Materiaalina on annettu paalutustyöluokan määrittelytaulukko.

Paalutukseen liittyvät rivit ovat näkyvissä, jos taulukon alussa on kohteelle valittu paalutus.

4.3 Runkorakenteet

Taulukkoon täytetään perustiedoiltaan rakennuksen ulkoseinät ja jäykistys, ulko- ja väliseinät sekä väli-, ylä- ja alapohjat. Rakenteista voidaan kirjata tiedossa olevat asiat, esimerkiksi toteutustapa ja rakennusmateriaali. Kaikissa kohdissa halutun määrän lisärivejä saa näkyviin valikosta.

Väestösuojan tyyppi valitaan pudotusvalikosta. Valittavat tyypit ovat valtioneuvoston asetuksen väestösuojista 408/2011 mukaisia. Materiaalina on valtioneuvoston asetuksesta ohjeet suojuokan määräytymisestä suojan koon mukaan. Väestönsuojan tyyppi vaikuttaa myöhemmin väestönsuojan katastrofikuorman määrittelyyn.

5 SUUNNITTELU- JA TOTEUTUSJÄRJESTELMÄ

Kohteessa käytettävä suunnittelujärjestelmä täytetään vapaisiin tekstikenttiin, joihin on oletuksena täytettynä eurokoodijärjestelmän mukaiset suunnittelunormit ja niiden Suomen kansalliset liitteet jokaiselle materiaalivaihtoehdolle. Alussa tehdyt materiaalivalinnat vaikuttavat näkyvässä oleviin kohtiin piilottaen ne materiaalivaihtoehdot näkyvistä, joita ei ole valittu kohteeseen.

Jatkuvan sortuman estämisen määrittelyyn vaikuttaa aikaisemmin valittu seuraamusluokka onnettomuusrajatilassa, jonka perusteella taulukko vaihtaa näkyviin luokan mukaisen tekstin. Tekstit perustuvat onnettomuuskuormien eurokoodin kansallisen liitteen jäljessä olevaan ristiriidattomaan asiakirjaan ”Rakennusten suunnittelu määrittelemättömästä syystä aiheutuvan paikallisen vaurion seuraamusten varalta”.

Laskentamenetelmät ja -ohjelmat kohtaan voidaan vapaasti täyttää tekstikenttiin projektissa käytettävät työkalut stabiliteetin, mitoituksen ja rakennefysiikan osalta.

6 KUORMITUKSET

Kohteen kuormista ensimmäisenä määritellään pysyvät tasokuormat, joita on mahdollista täyttää useammalle rakenteelle omille riveilleen. Pysyvät kuormat on käyttäjän laskettava kohdekohtaisesti.

6.1 Tasojen hyötykuormat

Tasojen hyötykuormia täytettäessä käyttäjä kirjoittaa vaakarivin ensimmäiseen soluun rakenneosan, ja seuraavaan soluun valitaan pudotusvalikosta eurokoodin mukainen kuormaluokka. Taulukko täyttää automaattisesti rivin loput solut normien mukaisilla kuormituksilla. Kuormarivien määrän voi valita valikosta, josta saa myös näkyviin vapaasti valittavia rivejä, joihin voi itse täyttää kuormitukset rakenteelle, jos kohteessa on normeista poikkeavia kuormituksia.

Materiaaliksi ovat annettu eurokoodista 1991-1-1 kuormaluokkien selitykset sekä saman eurokoodin Suomen kansallisen liitteen kuormitustaulukot, joista taulukon kuormitusarvot haetaan.

Tasojen hyötykuormien jälkeen taulukossa on näkyvissä kerros- ja pinta-alavähennys, jotka käyttäjä voi piilottaa, jos ne eivät ole kohteessa käytössä. Kerrosvähennys α_n lasketaan arvoista n ja ψ_0 , joista n on kuormitettujen kantavien osien yläpuolella olevien kerrosten lukumäärä ja ψ_0 on yhdistelykerroin. Pinta-alavähennys α_A lasketaan yhdistelykerroimen ψ_0 ja kuormitusalueen A perusteella. (SFS-EN 1991-1-1 NA, 2–3.)

Taulukko laskee kertoimet automaattisesti käyttäjän antamilla arvoilla. Materiaalina on annettu eurokoodin 1991-1-1 kansallisesta liitteestä laskentaohje molemmille kertomille. Pinta-alavähennyksen sallittu arvo on rajoitettu välille 0,7...1,0 (SFS-EN 1991-1-1 NA, 2), joten taulukko antaa ilmoituksen, jos laskettu arvo ei ole sallitulla vaihteluvälillä.

Liikennöintialueiden hyötykuormien kohdalla taulukko hakee kuormitukset valitun kuormaluokan perusteella samoin kuin tasojen hyötykuormissa.

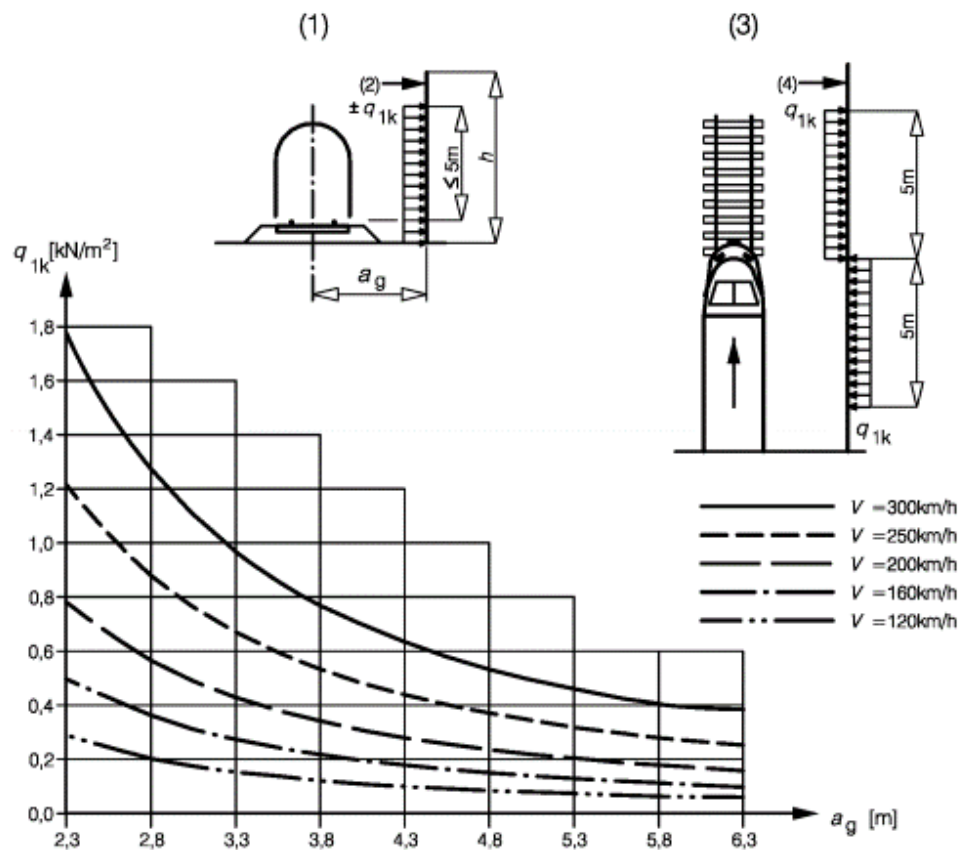
6.2 Tuulikuormat

Rakennuksen seinien tuulikuormien laskenta perustuu eurokoodissa 1991-1-4 esitettyyn voimakertoimilla määriteltävään kuormaan koko rakenteelle. Laskentaa varten taulukkoon täytyy määrittää rakennuksen sivujen pituudet b ja d , maastoluokka ja rakennekerroin $c_s \cdot c_d$ (SFS-EN 1991-1-4, 20, 46, 156).

Maastoluokan ja rakennekertoimen valintaan on käyttäjälle annettu materiaalia ja ohjeita. Rakennuksen korkeuden taulukko hakee alussa annetuista perustiedoista. Taulukko laskee arvion tuulen kokonaisvoimasta molemmille seinille eurokoodin 1991-1-4 mukaisesti. Jos käyttöiän luokaksi on aikaisemmin valittu 100 vuoden käyttöikä, tulee tuulikuorman laskentaan näkyviin korotuskerroin, joka otetaan mukaan laskentaan automaattisesti.

Taulukon laskentakaava ei ota huomioon rakennuksen mahdollista monimuotoisuutta, eikä se sovellu hyvin korkeille rakennuksille, joten se on piilotettavissa. Lisäksi laskennan jälkeen on vapaa tekstikenttä, johon voidaan kirjata kommentteja. Liian hoikkia rakenteita ei voida laskea taulukon kaavoilla, ja taulukko antaa virhesanoman, jos laskennan ehdot eivät täyty.

Ohittavan junan aiheuttama painekuorma määritetään eurokoodin 1991-2 mukaan. Laskentaan tarvitaan painekuormat raiteen suuntaiseen pystypintaan q_{1k} ja yläpuoliseen vaakapintaan q_{2k} , aerodynaaminen kerroin k_1 ja seinän koosta riippuva kerroin k_2 (SFS-EN 1991-2, 93–94). Käyttäjälle on annettu materiaaliksi kuva 1, jonka perusteella valitaan painekuorman ominaisarvot. Tämän lisäksi valitaan kertoimet pudotusvalikoista, ja taulukko laskee lopulliset kuormat automaattisesti niiden mukaan.

**Selite**

- (1) Poikkileikkaus
- (2) Rakenteen pinta
- (3) Tasopiiros
- (4) Rakenteen pinta

Kuva 1. Painekuorman ominaisarvot etäisyyden suhteen (SFS-EN 1991-2, 93).

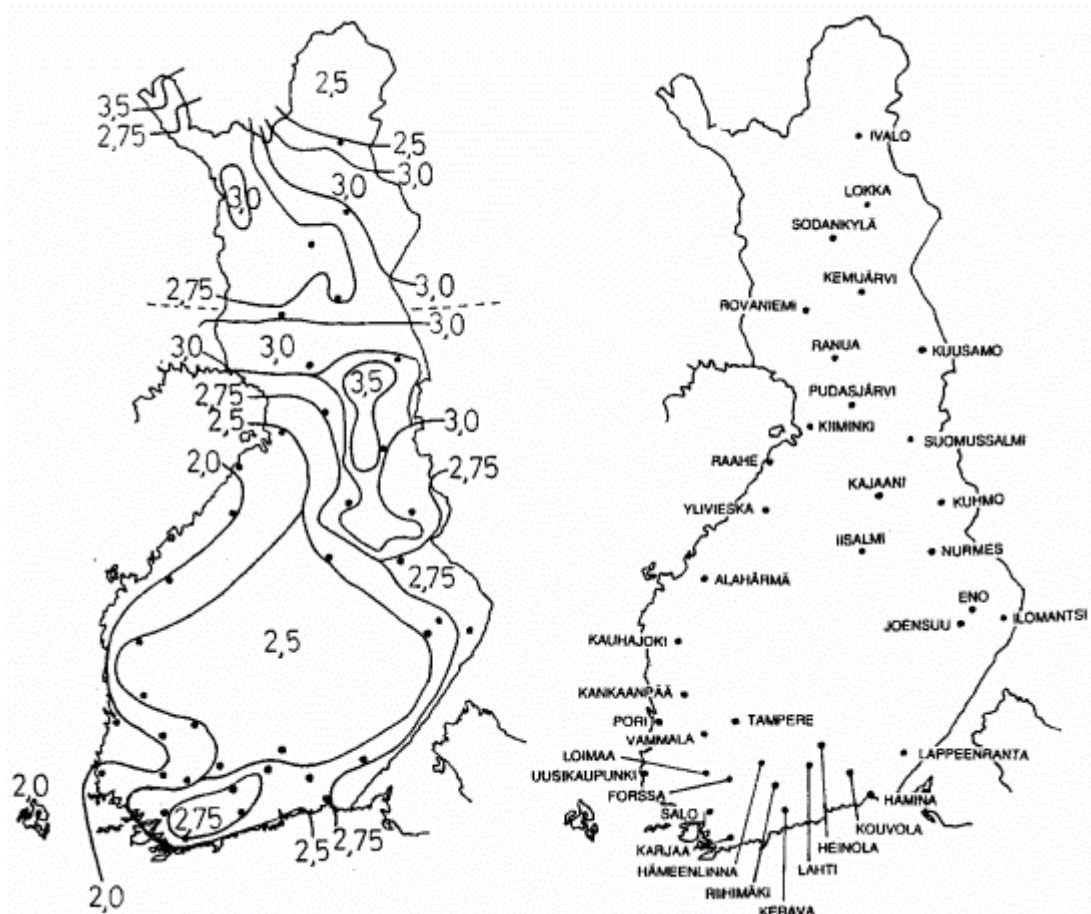
Junan aiheuttama painekuorma on näkyvissä vain, jos taulukon alussa on valittu junakuormat näkyviin.

6.3 Lumikuormat

Taulukon lumikuorman laskenta perustuu eurokoodin 1991-1-3 normaalisti vallitsevan mitoitustilanteen kuormien määrittelyyn, jossa ominaislumikuormaa kerrotaan rakenteesta riippuvilla kertoimilla (SFS-EN 1991-1-3, 26).

Lumikuorman laskentaan käyttäjän täytyy valita ominaisarvo maanpinnalla s_k , maastotyyppi, lämpökerroin c_t , katon kaltevuus ja muotokerroin μ_1 , μ_2 tai μ_3 katon

muodosta riippuen (SFS-EN 1991-1-3, 28). Materiaaliksi on annettu alla oleva kuva 2 ominaiskuorman määrittelyä varten sekä muille valinnoille eurokoodin 1991-1-3 kyseisten arvojen määrittelyä varten liittyvät kohdat. Taulukko laskee lumen kuorman katolla annettujen arvojen perusteella.



Kuva 2. Lumen ominaisarvot maan pinnalla Suomessa (SFS-EN 1991-1-3 NA, 3).

100 vuoden käyttöluokan mukainen korotuskerroin tulee näkyviin, jos aikaisemmin on valittu sen mukainen käyttöluokka. Kerroin valitaan ohjeistuksen mukaan, ja taulukko huomioi sen laskennassa.

Muotokerroin muuttuu sen mukaan, onko kohteelle valittuna kaarikatto. Jos kohteessa ei ole kaarikattoa, valitaan kertoimeksi μ_1 tai μ_2 , jonka taulukko laskee

automaattisesti. Kaarikaton ollessa käytössä näkyviin tulee μ_3 , jonka arvo valitaan ohjeiden mukaisesti. Riippumatta siitä, mitä kerrointa käytetään, taulukko huomioi sen laskennassa automaattisesti.

6.4 Lisävaakavoimat

Lisävaakavoimista on taulukossa esitetty laskentakaavat vaakavoimille, sivusiirtymille ja vinoudelle. Materiaalina on annettu eurokoodit, joista löytyvät esitetyt laskentakaavat ja ohjeet laskemiseen.

Erikoiskuormien kohdalle käyttäjä voi kirjata kuormia esimerkiksi lumen kinostuksesta, nostokoneista ja pelastusajoneuvoista.

6.5 Trukkikuorma

Haarukkatrukit on luokiteltu kuuteen luokkaa FL 1...FL 6 painon, mittojen ja taakan painon mukaan (SFS-EN 1991-1-1, 34). Näiden perusteella on eurokoodissa taulukoitu kuormitukset eri luokille.

Taulukko 2. FL-luokkien mukaiset haarukkatrukkien arvot (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

Taulukkotyökalussa trukkikuorma on näkyvässä, jos se on valittu taulukon alussa kohteeseen kuuluvaksi. Laskentaa varten käyttäjä valitsee trukin FL-luokan ja rengastyypin pudotusvalikoista, joiden perusteella taulukko laskee eurokoodin mukaiset trukkikuormat automaattisesti. Materiaalina on annettu eurokoodista yllä oleva taulukko 2 sekä kuormituskaavio.

6.6 Väestönsuojan katastrofikuormat

Väestönsuojan katastrofikuormiin liittyvän tekstin taulukko valitsee automaattisesti valitun väestönsuojaluokan mukaan. Kuormitukset ovat sisäasiainministeriön asetuksen 506/2011 mukaisia. Painekuormille on annettu luokitusten mukaiset kuormitusarvot, ja tärähdyskuormille on annettu laskentakaavat. Kohta on näkyvä, jos taulukon alussa on valittu kohteeseen väestönsuoja.

6.7 Ajoneuvojen aiheuttamat onnettomuuskuormat

Onnettomuuskuormat ajoneuvoille perustuvat eurokoodin 1991-1-7 ja sen kansallisen liitteen taulukoituihin ohjeellisiin kuormiin, jotka on luokiteltu liikenteen luokan mukaan. Kuormat on määritelty erikseen ajoväylän yläpuolella ja vieressä olevien rakenteiden törmäyskuormiin ja päällysrakenteiden törmäyskuormiin. (SFS-EN 1991-1-7, 32–33.) Liikenteen luokassa ”Taajamien tiet ja kadut” kuormat voidaan kertoa pienennyskerroimella (SFS-EN 1991-1-7 NA, 9).

Taulukko hakee taulukkuormat automaattisesti, kun liikenteen luokka on valittu. Luokan ”Taajamien tiet ja kadut” ollessa valittuna, siihen liittyvä pienennyskerroin tulee näkyviin, ja se valitaan lähdemateriaalin taulukon avulla. Taulukko laskee pienennetyt kuormat valitun kertoimen perusteella. Luokan mukaisesti tulee myös näkyviin tarpeelliset tiedot kuormien vaikutusalueista.

Seuraamusluokassa CC1 rakenteita ei tarvitse tarkastella ajoneuvojen törmäyksen kannalta (SFS-EN 1991-1-7 NA, 10), joten taulukko antaa ilmoituksen tulosalueen ulkopuolelle, jos aikaisemmin on valittuna seuraamusluokka CC1. Käyttäjä voi piilottaa koko kohdan näkyvistä, jos se ei tule kohteessa käyttöön.

6.8 Kiskoilta suistuvan junan aiheuttamat onnettomuuskuormat

Junan kiskoilta suistumisen kohteena olevat rakenteet luokitellaan A- ja B-luokkiin niiden käyttötarkoituksen mukaan. A-luokkaan kuuluvat junarataa ylittävät tai

sen vieressä olevat rakennukset, joissa oleskelee pysyvästi ihmisiä tai jotka toimivat tilapäisenä kokoontumispaikkana, sekä vähintään kaksikerroksiset rakennukset. B-luokassa ovat massiiviset junarataa ylittävät tai sen vieressä olevat rakenteet, joissa ei ole pysyvästi ihmisiä tai jotka eivät toimi tilapäisinä kokoontumispaikkoina. (SFS-EN 1991-1-7, 38.)

Taulukon kuormitusarvot perustuvat alla olevaan Liikenneviraston ”Eurokoodin soveltamisohje, siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet” taulukkoon 3, jossa on annettu kuormat raiteen etäisyyden d ja junan nopeuden v mukaan. Käyttäjän täytyy antaa rakenteen luokka, arvot d ja v sekä onko kyseessä vaihtealue vai vaihteeton alue, joiden perusteella taulukko hakee kuormitusarvot.

Taulukko 3. Rataliikenteen törmäyskuorma siltojen alusrakenteisiin (NCCI 1, 51).

Vaakasuora etäisyys rakenteen pinnasta lähimmän raiteen keskilinjaan [m]		Raiteen suuntainen voima [kN]		Raidetta vastaan kohtisuora voima [kN]	
vaihteeton alue	vaihtealue	≤ 120 km/h	≥ 200 km/h	≤ 120 km/h	≥ 200 km/h
$d < 3,1$ m	$d < 5$ m	8000	10000	3000	3750
$d = 3,1 - 5$ m	$d = 5 - 7$ m	4000	6000	1500	2250
$d = 5 - 7$ m	$d = 7 - 10$ m	2000	4000	750	1500
$d = 7-10$ m		0	1000	0	375

Luokan B rakenteissa törmäyskuormia ei tarvitse ottaa huomioon, mikäli etäisyys raiteen keskilinjaan on yli 5 m, ja luokassa A, kun etäisyys on yli 20 m (SFS-EN 1991-1-7 NA, 11–12). Taulukkotyökalu antaa ilmoituksen tulostusalueen ulkopuolelle, jos nämä ehdot täyttyvät, ja käyttäjä voi halutessaan piilottaa koko kohdan tulosteesta.

7 KUORMITUSYHDISTELYT

Eurokoodijärjestelmässä rakenteiden kuormat yhdistetään mitoitusilanteen mukaan kuormitusyhdistelmiksi, joissa jokaisessa on yksi määräävä muuttuva kuorma tai onnettomuuskuorma (SFS-EN 1990, 72). Yhdistelyt tehdään eurokoodin ohjeiden mukaisesti, ja niistä saatavilla tuloksilla voidaan mitoittaa rakenteet.

Taulukkotyökalussa on kuormitusyhdistelyjen kohdalla esitettynä yleisimmät kuormitusyhdistelyt kaavoina, ja niissä esiintyvät termit on selitetty. Yhdistelykertoimista on taulukko, johon valitaan kuormaluokka, jonka perusteella kertoimet haetaan materiaalista. Rivejä voidaan lisätä valikosta, jolloin voidaan esittää kaikkien kohteessa käytössä olevien kuormaluokkien yhdistelykertoimet.

8 MATERIAALIOMINAISUUDET

Taulukkotyökalun alussa tehdyt valinnat tuovat näkyviin materiaaliominaisuudet osiosta ne kohdat, jotka ovat käytössä kohteessa.

8.1 Betonirakenteet

Betonirakenteille valitaan ensin pudotusvalikosta toteutusluokka ja toleranssiluokka. Toteutusluokat ovat 1, 2 ja 3, ja niillä määritellään työn tarkastamisen vaatimukset. Luokassa 1 tarkastuksen voi tehdä työn tehnyt henkilö, luokassa 2 tarvitaan sisäinen järjestelmällinen tarkastus ja luokassa 3 saatetaan vaatia näiden lisäksi toteuttajan tekemää tarkastusta, eli riippumatonta tarkastusta. (SFS-EN 13670, 39.) Toleranssiluokkia on kaksi, joista luokan 1 katsotaan vastaavan normaaleja toleransseja eurokoodin 1992 mukaisesti. Luokka 2 on ensisijaisesti tarkoitettu käytettäväksi pienennettyjen materiaaliosavarmuuslukujen kanssa. (SFS-EN 13670, 30.)

Rasitusluokat voidaan valita usealle rakenteelle, ja yhdelle rakenteelle voidaan valita myös useampia luokkia. Rasitusluokkia ovat X0, XC1...4, XD1...3, XS1...3, XF1...4 ja XA1...XA3 (SFS-EN 206-1, 16–17). Luokkien kirjainosa kertoo rasituksen tyypin ja numero vakavuuden.

Toteutusluokan ja toleranssiluokan valitsemisen avuksi on taulukossa annettu materiaalina luokkien määrittelyt. Rasitusluokista on annettu taulukot, joissa on esitetty kaikkien luokkien merkinnät, luokan kuvaus ja esimerkkisijainti, jossa rasitusluokka voi esiintyä.

Betonirakenteissa on kohta raudoitukselle, johon voidaan täyttää alustavat tiedot eri rakenteiden raudoituksesta. Lisärivejä saadaan esille valikosta tarvittava määrä tai osio voidaan piilottaa kokonaan näkyvistä.

8.2 Jänneteräkset ja ankkurit

Jänneteräkistä ja ankkureista täytetään vapaisiin tekstiruutuihin lujuusluokka, valmistus, halkaisija ja pinta-ala. Näiden lisäksi taulukkoon on valmiiksi täytettynä maininta ”Kohteessa käytetään CE-merkittyjä ja ETA-hyväksynnän saaneita ankkureita” vapaalle riville, jota voidaan kohdekohtaisesti muokata.

8.3 Teräsrakenteet

Taulukkoon valitaan teräsrakenteille ensin käyttöluokka, tuotantoluokka ja toleranssiluokka pudotusvalikoista. Käyttöluokat ovat SC1 ja SC2. Luokkaan SC1 kuuluvat pääosin staattisille kuormituksille suunnitellut rakenteet, kuten rakennukset. Luokkaan SC2 kuuluvat rakenteet, jotka suunnitellaan väsytySKUORMILLE tai keskimääräisen tai korkean seismisen aktiviteetin perusteella. (SFS-EN 1090-2, 103.)

Tuotantoluokat ovat PC1 ja PC2. Luokkaan PC1 kuuluvat kokoonpanot, joissa ei ole hitsejä, ja hitsatut kokoonpanot, jotka on valmistettu alle S355-lujuusluokan teräksestä. Luokkaan PC2 kuuluvat hitsatut kokoonpanot, joiden lujuusluokka on S355 tai enemmän, rakenteellisen toimivuuden kannalta tärkeät työmaalla hitsatut kokoonpanot, kuumamuovotut tai lämpökäsitellyt kokoonpanot ja pyöreistä rakenneputkista valmistetut ristikot, joissa putkien päitä joudutaan leikkaamaan erityiseen muotoon. (SFS-EN 1090-2, 103.)

Toleranssiluokat ovat 1 ja 2. Luokat liittyvät toiminnallisiin toleransseihin, joille esitetään arvot standardissa SFS-EN 1090-2 ”Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus” taulukoituna erilaisille rakenneosille. Vaatimukset tiukkenevat luokassa 2. (SFS-EN 1090-2, 19, 78–79.)

Käyttöluokan ja tuotantoluokan valintaan on annettu materiaaliksi taulukot, joissa on luokkien kriteerit. Toleranssiluokasta on materiaalina luokan valinnan perustelut. Toteutusluokan taulukkotyökalu valitsee automaattisesti seuraamusluokan, käyttöluokan ja tuotantoluokan perusteella taulukon 4 mukaisesti.

Taulukko 4. Toteutusluokan määrittämismatriisi (SFS-EN 1090-2, 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.

Seuraavaksi valitaan rasitusluokat sisä- ja ulkotiloille. Luokat ovat C1, C2, C3, C4, C5-I ja C5-M. Luokittelu perustuu vakiokappaleiden paino- tai paksuushäviöön. (SFS-EN ISO 12944-2, 6, 14.) Materiaalina on annettu valintataulukko, jossa on esimerkit tyypillisistä ympäristöistä jokaisessa luokassa.

Rakenteiden teräslaadut voidaan täyttää vapaasti riveille, joita saadaan lisää näkyviin valikosta. Osio voidaan piilottaa, jos sille ei ole tarvetta.

Hitsausluokka valitaan pudotusvalikosta. Luokat ovat D, C, B ja B+, joista B+ on vaativin. Hitsausluokka liittyy hitsausvirheisiin, ja sen määrittelee yleensä toteutusluokka niin, että toteutusluokassa EXC1 käytetään yleensä hitausluokkaa D, EXC2 käytetään yleensä hitsausluokkaa C, EXC3 käytetään yleensä hitsiluokkaa B ja EXC4 käytetään yleensä B+. (Kalamies 2009, 49.) Materiaalina annetaan ohjeet hitsiluokan valintaan toteutusluokan mukaan ja hitsausluokan B+ lisävaatimukset.

Lopuksi pintakäsittelylle on varattu vapaa tekstisolu, jonka kohdalle on annettu materiaaliksi viitteet erilaisten pinnoitetyyppien kanssa käytettäviin standardeihin.

8.4 Puurakenteet

Puurakenteille valitaan toteutusluokka, toleranssiluokka, käyttöluokka, valmistusluokka ja liiman luokittelu.

Toteutusluokkia ovat TL1...3, joista TL3 on vaativin. Toteutusluokka valitaan seuraamusluokan ja rakenteen käyttöön ja toteutukseen liittyvien riskien perusteella. (SFS 5978, 10.)

- CC1 ⇒ TL1 tai TL2
- CC2 ⇒ TL2 tai TL3
- CC3 ⇒ TL3.

Kuva 3. Toteutusluokan valinta seuraamusluokan mukaan (SFS 5978, 10).

Toteutusluokan valintaan on annettu materiaaliksi toteutusluokkien selitykset ja valintaperusteet kuvan 3 mukaisesti.

Toleranssiluokka on joko 1, 2 tai 3, ja se valitaan seuraavasti:

- toleranssiluokassa 3 ovat rakenteet, joilta vaaditaan erityistä mittatarkkuutta ja joille asetetaan erityisen korkeat ulkonäkövaatimukset
- toleranssiluokassa 2 ovat asuin-, liike- ja toimistorakennukset tai niitä vastaavien rakennusten rakenneosat
- toleranssiluokassa 1 ovat hallirakennusten ynnä muiden sellaisten tilojen rakennusosat, joille voidaan sallia luokkaa 2 alhaisemmat mittatarkkuus- ja ulkonäkövaatimukset (SFS 5978, 22).

Materiaalina toleranssiluokan valintaan on annettu luokkien määritelmät.

Käyttöluokat ovat 1, 2 ja 3. Käyttöluokkajärjestelmä on tarkoitettu pääasiassa lujuusarvojen jaottelua varten ja ympäristöolosuhteista johtuvan muodonmuutoksen laskemista varten. Luokkien määrittelyt ovat seuraavat:

- Käyttöluokalle 1 on tyypillistä, että materiaalien kosteus on lämpötilaa 20 °C vastaava ja ilman suhteellinen kosteus nousee yli 65 % vain muutama viikkona vuodessa. Luokassa 1 havupuun kosteus ei enimmäkseen ylitä 12 %.
- Käyttöluokalle 2 on tyypillistä, että materiaalien kosteus on lämpötilaa 20 °C vastaava ja ilman suhteellinen kosteus nousee yli 80 % vain muutama viikkona vuodessa. Luokassa 2 havupuun kosteus ei enimmäkseen ylitä 20 %.

- Käyttöluokalle 3 on tyypillistä, että ilmasto-olosuhteet johtavat suurempiin kosteusarvoihin kuin käyttöluokassa 2. (Puuinfo 2011, 15.)

Käyttöluokasta on annettu materiaalina luokkien määrittelyt ja luokkiin kuuluvat tyypilliset rakenteet ja olosuhteet.

Elementtien valmistustoleransseihin liittyviä valmistusluokkia ovat 1, 2 ja 3. Näistä luokan 1 elementeissä on alhaisimmat mittatarkkuus- ja ulkonäkövaatimukset, joita käytetään esimerkiksi kylmissä varastoissa. Luokan 2 elementit ovat tyypillisesti enintään kaksikerroksisiin rakennuksiin. Luokassa 3 elementeiltä vaaditaan erityistä mittatarkkuutta, ja niille on asetettu korkeat ulkonäkövaatimukset. (SFS 5978, 35.) Valmistusluokan valintaan on esitetty materiaaliksi luokkien määrittelyt ja tyypilliset käyttökohteet.

Liimapuun valmistuksessa käytettävän liiman liimatyyppejä ovat I ja II. Liimatyypin I vaikuttaa niin, että tyypin I liimalla valmistettua liimapuuta voidaan käyttää kaikissa käyttöluokissa ja tyypin II liimaa käyttäen valmistettua liimapuuta vain säältä suojatuissa olosuhteissa. (Suomen Liimapuuyhdistys ry & Puuinfo Oy 2014, 19.) Materiaalina ovat esitetty liimatyypien selitykset sekä mainittu niihin liittyvät standardit.

9 RAKENNUSFYSIKKA

Taulukkotyökaluun on rakennusfysiikan osalta ensimmäisenä varattu vapaat tekstikentät olosuhteille rakennuspaikalla ja rakennuksen sisäpuolella, vedeneristyksen tiedoille, kosteudenhallinnalle ja vedenpoiston hallinnalle. Näihin täytetään kohteen tiedot tai ne voidaan piilottaa, jos ne ovat tarpeettomia.

Seuraavaksi täytetään lämmöneristävyyden tiedot. Oletuksena taulukossa ovat valmiiksi täytettynä rakennusmääräyskokoelman osan D3 mukaiset U-arvot lämpimille ja puolilämpimille tiloille. Arvot voidaan vaihtaa vapaasti, jos se on kohteessa tarpeen. Taulukon alussa tehdyt valinnat lämpimistä ja puolilämpimistä tiloista vaikuttavat lämmöneristävyyden kohdalla näkyviin riveihin. Materiaaliksi on annettu Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta D3 lämmönläpäisykertoimien vertailuarvot.

Ääniteknisten vaatimusten kohdalla on valmiiksi täytettynä arvot ilmaääneneristävyydelle tilojen välillä ja ovissa. Arvoja voidaan muuttaa kohteen mukaan ja vapaasti täytettäviä lisärivejä voidaan lisätä valikosta. Materiaalina ovat annettu Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta C1 ilmaääneneristävyyden vaatimukset, joiden mukaan oletusarvot ovat annettu.

Dynaamiset vaatimukset voidaan täyttää vapaaseen tekstisoluun tai se voidaan piilottaa tarpeettomana.

Taulukon lopussa on vielä vapaa osio kohteen muille perusteille ja vaatimuksille, johon voidaan kirjata tarpeelliset mainitsematta jääneet tiedot.

Lähdeluetteloon on taulukon loppuun listattu lähteet, joista taulukon lähdemateriaali on otettu. Lähde on merkitty myös jokaisen materiaalilainauksen loppuun, jotta lisätietoa on helppo hakea tarvittaessa.

10 POHDINTA

Työn tarkoituksena oli tehdä helppokäyttöinen ja käyttäjää ohjaava työkalu, joka soveltuu moneen eri lähtökohtaan. Taulukko on rajattu perinteisimpiin materiaaleihin ja menetelmiin, ja sen sisältämät oletusarvot ovat uusimpien määräysten ja standardien mukaisia. RIL 229-2-2013:sta löytyvä malliesimerkki auttoi rajauksen kanssa paljon, ja siihen merkityt lähdeviittaukset antoivat hyvän lähtökohdan tiedon keräämiseen.

Haastavaa oli tiedon ja sisällön rajaamisen lisäksi taulukon toiminnan ja rakenteen suunnittelu niin, että se soveltuu ja muokkautuu hyvin erilaisiin kohteisiin. Monien taulukon kohtien jäädessä tarpeettomiksi projektista riippuen täytyi siitä saada sellainen, jota käyttäjän on helppo ja nopea muokata sisällöltään sopivaksi. Se onnistui hyvin, etenkin kun voidaan olettaa käyttäjällä olevan Excelin peruskäyttötaidot. Taulukon täyttämisen alussa valitaan kohteeseen kuuluvat kokonaisuudet, ja täytön aikana voidaan tuoda esiin tarpeellinen määrä rivejä eri kohtiin ohjelmoiduilla valikoilla. Täytön jälkeen voidaan yksittäisiä kohtia piilottaa Excelin omalla toiminnolla ja sivuvaihtoja muokata, jos tarpeellista. Ennen tulostusta voidaan vielä esimerkiksi poistaa solujen täytöt mustavalkotulostetta varten.

Haastetta toi myös ohjelmointi oman kokemuksen puutteen vuoksi, mutta Visual Basic, jolla ohjelmoinnit on tehty, osoittautui helpoksi oppia.

Lopputuloksena saatiin työkalu, joka testikäytössä muokkautui hyvin erilaisten kohteiden mukaisiksi. Kuitenkin käytössä varmasti havaitaan puutteita ja muutoksia, joiden perusteella taulukkoa voidaan kehittää. Se, että tällä hetkellä käytössä on vain tämänhetkinen eurokoodijärjestelmä sekä rajalliset materiaaliveitohdot, tulevat luultavasti olemaan kehityskohtia tulevaisuudessa. Myös kansainvälinen versio voidaan kehittää tarpeen mukaan.

LÄHTEET

A-Insinöörit Oy yleisesittely. Luettu 8.4.2015.

Eurokoodin soveltamisohje. Geotekninen suunnittelu – NCCI 7. 2011. Verkkojulkaisu. Helsinki: Liikennevirasto.

Eurokoodin soveltamisohje. Siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet – NCCI 1. 2014. Verkkojulkaisu. Helsinki: Liikennevirasto.

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

Puuinfo Oy 2011. Puurakenteiden suunnittelu, Lyhennetty suunnitteluohje. Kolmas painos. Helsinki: Puuinfo Oy.

SFS 5978. Puurakenteiden toteuttaminen. Rakennuksien kantavia rakenneosia koskevat säännöt. Vahvistettu 16.6.2014. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Suomen Liimapuu yhdistys ry & Puuinfo Oy 2014. Liimapuukäsikirja osa 1. Helsinki: Suomen Liimapuu yhdistys ry ja Puuinfo Oy.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2011. RIL 254-2011. Paalutusohje 2011. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Ympäristöministeriö 2002. Suomen rakennusmääräyskokoelma. Osa A2. Rakennusten suunnittelijat ja suunnitelmat. Määräykset ja ohjeet 2002.

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 2011a. Suomen rakennusmääräyskokoelma. Osa D3. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2012.

Ympäristöministeriö 2011b. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Osa E1. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 27.2.2013/176.

Esimerkki taulukosta saatavasta tulosteesta

Kuvitteellinen kohde, jossa kaikki taulukon kohdat ovat näkyvissä.

	
A-Insinöörit Suunnittelu Oy Ilmarisenkatu 18 A 20520 Turku etunimi.sukunimi@ains.fi	LaOst
Rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen perusteet	
Mallikohde	
Kohteen kuva tähän	

(jatkuu)

Työnumero:
XXXXXX

Rakenteiden suunnittelun ja
toteutuksen perusteet

17.4.2015

Sisällysluettelo

1. Kohteen tiedot
2. Rakennejärjestelmä
3. Suunnittelu ja toteutusjärjestelmä
4. Laskentaohjelmat ja menetelmät
 - Stabiiliteetti
 - Rakenneosien mitoitus
 - Rakennusfysiikka
5. Kuormitukset
 - Tasokuormat
 - Tuulikuorma
 - Lumikuorma
 - Erikoiskuormat
 - Trukkikuorma
 - Väestönsuojan katastrofikuorma
 - Katuliikenteestä aiheutuvat törmäyskuormat
 - Junan aiheuttamat törmäyskuormat
6. Kuormitusyhdistelyt
7. Materiaaliominaisuudet
 - Betonirakenteet
 - Jänneteräksset ja ankkurit
 - Teräsrakenteet
 - Puurakenteet
8. Rakennusfysiikka
 - Olosuhteet
 - Vedeneristykset
 - Kosteudenhallinta
 - Vedenpoiston hallinta
 - Lämmöneristävyys
 - Äänitekniset vaatimukset
 - Dynaamiset vaatimukset
9. Muut vaatimukset
10. Lähdeluettelo

(jatkuu)

Työnumero:
XXXXXX

Rakenteiden suunnittelun ja
toteutuksen perusteet

17.4.2015

1. Kohteen tiedot

Työnumero	XXXXXX		
Kohteen nimi	Mallikohde		
Katuosoite	Esimerkkikatu 10 B 2		
Paikkakunta	Turku	Postinumero	20320
Kaupunginosa	III	Kortteli	5 Tontti 2

Pääasiallinen käyttötarkoitus	Asuinrakennus, myyntitila matalassa siivessä		
Kerrosluvu	6		
Kokonaiskorkeus	19,2	m	
Bruttopinta-ala	10400	m ²	
Kerrosala	8800	m ²	
Asuinpinta-ala	8000	m ²	
Tilavuus	33120	m ³	

Energiatallisuusluokka	B	
Ilmavuotoluuku (q50)	1,0	m ³ /hm ²

Pääasiallinen rakennusmateriaali	Betoni		
Pääasiallinen rakennustapa	Paikallavalu		
Rakenteiden vaativuusluokka			
Runkorakenteet	A		
Julkisivurakenteet	B		
Seuraamusluokka			
Kantava runko	CC2		
Seuraamusluokka onnettomuusrajatilassa	2a		
Luotettavuusluokka			
Kantava runko	RC2	K _{F1}	1,0
Suunnitellun käyttöiän luokka			
Perustukset ja runko	5, 100 vuotta		
Julkisivut	4, 50 vuotta		
Paloluokka	P1		
Yleinen palonkestovaatimus	R60		
Suunnitelmien laadunvarmistus			
Rakennesuunnitelmat	Projekti-insinööri tarkistaa		

Työnumero:
XXXXXX

Rakenteiden suunnittelun ja
toteutuksen perusteet

17.4.2015

2. Rakennejärjestelmä

Pohjatutkimus tehty	Kyllä		
Maaperä	Moreeni/siltti		
Maapohjan kantavuus	400 kN/m ²		
Geotekninen luokka	GL2		
Perustamistapa	Paalutus/Anturat		
Paalutyyppi	Lyöntipaalut	Materiaali	Betoni
Paalutustyyppi	PTL2	Paalujen mitoitustapa	DA2

Asuinrakennus perustetaan paaluille. Matala myyntitila perustetaan anturoille.

Runkorakenteet	
Pilarit	Paikallavaaletut teräsbetonipilarit
Palkit	Paikallavaaletut teräsbetonipalkit
Rungon jäykistys	Porrashuone toimii jäykistävänä rakenteena

Ulkoseinät	
Kantavat seinät	Paikallavaaletut teräsbetoniseinät
Muut seinät	Sandwich-elementiseinät

Väliseinät	
Kevyet väliseinät	Puurakenteiset kipsilevyseinät
Kellarikerroksessa	Paikallavaaletut teräsbetoniseinät

Välipohjat	
Kuivat tilat	Ontelolaattavälipohjat
Märät tilat	Paikallavaaletut kallistetut välipohjat

Yläpohjat	
Matalassa myyntitilassa	Puuristikko, peltikate
Muuten	Ontelolaatta, käännetty kattorakenne

Alapohjat	
	Ontelolaatta-alapohja

Väestönsuoja	Maanalainen tai siihen verrattava S2-luokan teräsbetonisuoja
---------------------	--

Työnumero:
XXXXXX

Rakenteiden suunnittelun ja
toteutuksen perusteet

17.4.2015

3. Suunnittelu- ja toteutusjärjestelmä

Kuormitukset määritetään eurokoodin SFS-EN 1991 ja sen Suomen kansallisen liitteen mukaan.

Betonirakenteet suunnitellaan eurokoodin SFS-EN 1992 ja sen Suomen kansallisen liitteen mukaan.

Teräsrakenteet suunnitellaan eurokoodin SFS-EN 1993 ja sen Suomen kansallisen liitteen mukaan.

Puurakenteet suunnitellaan eurokoodin SFS-EN 1995 ja sen Suomen kansallisen liitteen mukaan.

Jatkuvan sortuman estäminen toteutetaan SFS-EN 1991-1-7 + NA + NCCI mukaisesti:

Seuraamusluokassa 2a:

Rakennuksen tulee olla suunniteltu ja rakennettu standardeissa SFS-EN 1990 ..SFS-EN 1999 esitettyjen sääntöjen mukaisesti siten, että se täyttää normaalisti vallitsevan mitoitustilanteen vaatimukset. Lisäksi käytetään vaakasiteitä tai vaakarakenteet ankkuroidaan seiniiin.

Vaakasiteet:

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 ruudukkolinjoihin välittömään läheisyyteen.

Vaakasiteet voivat olla puuta tai teräs- tai alumiiniprofiileja, betonirakenteissa olevia betoniteräksiä tai betoni-teräs -liittolaatoissa olevia verkkorauδοitteita ja teräsohutlevystä valmistettuja liittelevyraudoituksia (jos leikkausliittimet yhdistävät ne suoraan teräspalkkeihin). Siteinä voidaan käyttää edellä mainittujen tyyppien yhdistelmää.

Työnumero:
XXXXXX

Rakenteiden suunnittelun ja
toteutuksen perusteet

17.4.2015

4. Laskentamenetelmät ja -ohjelmat

Stabiiliteetti

Lasketaan RFEM-ohjelmalla. Käsin tehdään tarkistuslaskelmat.

Rakenneosien mitoitus

Lasketaan RFEM-ohjelmalla ja SKOL eurocode-laskentapohjilla. Käsin tehtävät tarkistuslaskelmat.

Rakennefysikaaliset laskelmat

Lasketaan DOFLAMPO-ohjelmalla.

(jatkuu)

Työnumero:
XXXXXX

Rakenteiden suunnittelun ja
toteutuksen perusteet

17.4.2015

5. Kuormitukset

Pysyvät ja muuttuvat tasokuormat						
Tasojen pysyvät kuormat pääosin						
YP1	$g_1 =$	5,5	kN/m ²			
YP2	$g_1 =$	3,5	kN/m ²			
VP	$g_1 =$	6,5	kN/m ²			

Tasojen hyötykuormat		Välipohja	Portaat	Parvekkeet	Pistekuormat	Vaakakuorma
Asuintilat	Kuormaluokka A	2,0 kN/m ²	2,0 kN/m ²	2,5 kN/m ²	2,0 kN	0,5 kN/m
Asuintilat	Kuormaluokka B	2,5 kN/m ²	2,0 kN/m ²	2,5 kN/m ²	2,0 kN	0,5 kN/m

Kerrosvähennys		
n		5
ψ_0		0,7
α_n		0,82

Pinta-alavähennys		
A		25 m ²
A ₀		10 m ²
ψ_0		0,7
α_A		0,9

Liikennöintialueiden hyötykuormat		Tasokuorma	Pistekuorma
Parkkialue	Kuormaluokka F	2,5 kN/m ²	20 kN

Tuulikuormat		
Rakennuksen sivun pituudet	b	40 m
	d	40 m
Maastoluokka		III
Rakennekerroin	$c_s \cdot c_d$	1
Todennäköisyyskerroin 100 v. käyttöäälle	c_{prob}	1,038477
Tuulenpaine	$q_p(h)$	616,3 N/m ²
Sivujen pinta-alat	b	768 m ²
	d	768 m ²
Voimakkeroin seinälle, c_f	b	1,2
	d	1,2
Arvio kokonaistuulivoimasta tuulen puhaltaessa seinälle:	b	567,9 kN
	d	567,9 kN

Tuulikuormat lasketaan tarkemmin RFEM-malliin.

Työnumero:
XXXXXX

Rakenteiden suunnittelun ja
toteutuksen perusteet

17.4.2015

Ohi ajavan junan aiheuttama painekuorma		
Ominaiskuormat		
raiteen suuntaiseen pystypintaan	q_{1k}	0,4 kN/m ²
raiteen yläpuoliseen vaakapintaan	q_{2k}	0 kN/m ²
Aerodynaaminen kerroin	k_1	1,00
Tarkasteltaessa pientä seinän osaa suurennetaan kuormaa q_{1k} kertoimella		
	k_2	1,3
Lopulliset kertoimilla kerrotut kuormat	q_{1k}	0,52 kN/m ²
	q_{2k}	0 kN/m ²

Lumikuormat

Lumikuorman ominaisarvo maanpinnalla	s_k	2,5 kN/m ²
Korotuskerroin 100 vuoden käyttöiälle		1,2
Maastotyyppi		Normaali
Tuulensuojaisuskerroin	C_e	1,0
Lämpökerroin	C_t	1,0
Katon kaltevuus	α	25°
Katon kaltevuuden ollessa yli 1:8 (n. 7°), käytetään lumiasteita, ovien yläpuolisia katoksia tai kulkua ohjaavia istutuksia ja sopivia maarakenteita. RakMk F2		
Muotokerroin	μ_1	0,80
Katon lumikuorma	s	2,00 kN/m ²

Lisävaakavoimat

Rakennuksen lyhyemmässä suunnassa	$H_{dl} = N_d / 150$
Rakennuksen pidemmässä suunnassa	$H_{dp} = b/l \cdot N_d / 150 \geq N_d / 250$
Alkuviusiirtymät teräsrakenteiden Eurokoodin mukaan	$\varphi = \varphi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m$
Vinous betonirakenteiden Eurokoodin mukaan	$\theta_s = \varphi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m$

Erikoiskuormat

Kuormat:

Pelastuskuormat otetaan huomioon pelastustien kohdalla.

Trukkikuorma

Haarukkatrukin FL-luokka		FL1
Rengastyyppi	Jlmarengaat	
Dynaaminen suurennuskerroin	ϕ	1,40
Dynaaminen ominaiskuorma	$Q_{k,dyn}$	36,4
Vaakavoima	$Q_{k,vaaka}$	7,8

(jatkuu)

Työnumero:
XXXXXX

Rakenteiden suunnittelun ja
toteutuksen perusteet

17.4.2015

Väestönsuojan katastrofikuormat

S2-luokka, maanalainen suoja:

Katto, ympärysseinät ja painekuormitukselle altistuva lattia: 200 kN/m² paineaalosta aiheutuva kuorma
Sulkuhuone, erillinen vaimennustila, suojattu sisääntuloreitti, sirpalesuoja, hätäpoistumisreitti ja
paineseinän ulkopuoliset raitis- ja poistoilmakanavat: 100 kN/m² kuormitus
Painekuormille altistuvat rakenteet täytyy mitoittaa takaisheilahduskuormalle, joka on 1/3
painekuormasta

Tärähdyskuormitukset:

Pystysuunnassa: $q_v = (1 \pm \nu)(g+q) + q_l$

Vaakasunnassa: $q_h = \pm n h \cdot g$, joissa

g = rakenteen omapaino

q = rakenteiden kuormitusmääräysten mukaisten, suojautumisen aikana vaikuttavien pitkäaikaisten
vaimentamattomien kuormien summa

q_l = tärähdyksen vaimentamilla varustetuista laitteista johtuvat pitkäaikaiset kuormat.

Ajoneuvojen aiheuttamat onnettomuuskuormat

Törmäyskuormat ajoväylän yläpuolella tai vieressä oleviin rakenteisiin

Liikenteen luokka	Taajamien tiet ja kadut		
Liikenteen suuntainen mitoituskuorma	F_{dx}	500	kN
Liikenteen suuntaan kohtisuora mitoituskuorma	F_{dy}	250	kN
Liikenteen luokassa Taajamien tiet ja kadut kuormat voidaan kertoa pienennyskerroimella, kuitenkin kuormien tulee olla vähintään 75 kN.			
	Pienennyskerroin	0,4	
	F_{dx}	200	kN
	F_{dy}	100	kN

Henkilö- tai pakettiauton aiheuttama törmäyskuorma vaikuttaa korkeudelle $h = 0,50$ m vaikutusalueella
0,25 m (korkeus) x 1,50 m (leveys) tai rakenneosan leveys sen mukaan, kumpi on pienempi.

Kuorma-auton aiheuttama törmäyskuorma vaikuttaa korkeudelle $h = 0,50 \dots 1,5$ m vaikutusalueella 0,5
m (korkeus) x 1,50 m (leveys) tai rakenneosan leveys sen mukaan, kumpi on pienempi

Törmäyskuorma päällysrakenteeseen

Liikenteen luokka	Taajamien tiet ja kadut		
Mitotuskuorma	F_{dx}	250	kN
Vapaan korkeuden ollessa yli 6 m törmäyskuormaa ei tarvitse huomioida			

Kiskoilta suistuvan junan aiheuttamat onnettomuuskuormat

Kohteena olevan rakenteen luokka	Luokka A		
Etäisyys rakenteen pinnasta lähimmän raiteen keskiliinjaan	d	12	m
Nopeus	v	55	km/h
	Vaihdealue		
Raiteen suuntainen voima	F_{dx}	2000	kN
Raidetta vastaan kohtisuora voima	F_{dy}	750	kN

Työnumero:
XXXXXX

Rakenteiden suunnittelun ja
toteutuksen perusteet

17.4.2015

6. Kuormitusyhdistelyt

Rakenteiden ja rakenneosien kestävyys

Murtorajatilassa

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

Kuitenkin vähintään

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

Käyttörajatilassa

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

Geotekninen kantavuus

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

Onnettomuustilanne

Kun pääasiallinen kuorma on lumi-, jää- tai tuulikuorma

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

Kun pääasiallinen kuorma on jokin muu kuin lumi-, jää- tai tuulikuorma

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

Termit:

$G_{k,j}$	Pysyvä kuorma
$Q_{k,1}$	Määräävä muuttuva kuorma
$Q_{k,i}$	Muu muuttava kuorma
ψ	Yhdistelykerroin
P	Esijännitysvoima
A_d	Onnettomuuskuorma

Yhdistelykertoimet:

Kuormaluokka	ψ_0	ψ_1	ψ_2
A: asuintilat	0,7	0,5	0,3
D: myymälätilat	0,7	0,7	0,6

(jatkuu)

Työnumero:
XXXXXX

Rakenteiden suunnittelun ja
toteutuksen perusteet

17.4.2015

7. Materiaalimaisuudet

Betonirakenteet

Toteutusluokka	2
Toleranssiluokka	1

Rasitusluokat

Perustukset	XC2
Ulkoseinät	XC3 ,XF1

Raudoitus

Harjateräksset	A500HW
Ansaat	Ruostumatonta terästä

Jänneteräksset ja ankkurit

Kohteessa käytetään CE-merkittyjä ja ETA-hyväksynnän saaneita ankkureita.

Teräsrakenteet

Käyttöluokka	SC1
Tuotantoluokka	PC1
Toteutusluokka	EXC2
Toleranssiluokka	1

Rasitusluokat

sisätilat	C2
ulkotilat	C3

Teräslaadut

Varaston teräsrakenteet	S235
-------------------------	------

Hitsausluokka

Pintakäsittely	Korrosionestomaalaus
----------------	----------------------

Puurakenteet

Toteutusluokka	TL2
Toleranssiluokka	2
Käyttöluokka	1
Valmistusluokka	1
Liimat	I

Työnumero:
XXXXXX

Rakenteiden suunnittelun ja
toteutuksen perusteet

17.4.2015

8. Rakennusfysiikka

Olosuhteet	
Rakennuspaikan olosuhteet	Pohjaveden korkeus: -1.200 ... -1.000
Rakennuksen sisäpuoliset olosuhteet	Lämmitetyissä tiloissa tavaomaiset sisäilmaston olosuhteet. Ulkovarastossa ulkoilmasto.

Vedeneristykset	
Märkätiloissa käytetään sertifioituja vedeneristyskiä.	

Kosteudenhallinta	
Diffuusiotiivis höyrinsulku rakenteissa.	

Vedenpoiston hallinta	
LVI-suunnitelmien mukaan.	

Lämmöneristävyys	
Kohteessa noudatetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman kohtia D3 ja C4.	

Lämpimät tilat	
Ulkoseinä	0,17 W/m ² K
Yläpohja	0,09 W/m ² K
Alapohja	0,17 W/m ² K
Ikkuna	1,0 W/m ² K
Ovi	1,0 W/m ² K
Puolilämpimät tilat	
Ulkoseinä	0,26 W/m ² K
Yläpohja	0,14 W/m ² K
Alapohja	0,26 W/m ² K
Ikkuna	1,4 W/m ² K
Ovi	1,4 W/m ² K

Äänitekniset vaatimukset	
Vapaa teksti	
Ilmaaneneristävyys tilojen välillä	44 dB
Ovien ilmaaneneristävyys	25 dB
Myyntitilan ovet	44 dB

Dynaamiset vaatimukset	
Läheisen junaradan värinävaikutukset otettava huomioon.	

Työnumero:
XXXXXX

Rakenteiden suunnittelun ja
toteutuksen perusteet

17.4.2015

9. Muut perusteet ja vaatimukset

Kohteessa käytetään vain CE-merkittyjä rakennustuotteita ja -materiaaleja.

(jatkuu)

Työnumero: XXXXXX	Rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen perusteet	17.4.2015
	10. Lähdeluettelo	
SFS-EN 1990 + NA	Eurokoodi, Rakenteiden suunnitteluperusteet	
SFS-EN 1991-1-1 + NA	Eurokoodi, Rakenteiden kuormat, yleiset kuormat. Tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat	
SFS-EN 1991-1-3 + NA	Eurokoodi, Rakenteiden kuormat, yleiset kuormat. Lumikuormat	
SFS-EN 1991-1-4 + NA	Eurokoodi, Rakenteiden kuormat, yleiset kuormat. Tuulikuormat	
SFS-EN 1991-1-7 + NA	Eurokoodi, Rakenteiden kuormat, yleiset kuormat. Onnettomuuskuormat	
SFS-EN 1992-1-1 + NA	Eurokoodi, Betonirakenteiden suunnittelu. Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt	
SFS-EN 1993-1-1 + NA	Eurokoodi, Teräsrakenteiden suunnittelu. Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt	
SFS-EN 1090-2	Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset	
SFS-EN 206-1	Betoni. Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimustenmukaisuus	
SFS 5978	Puurakenteiden toteuttaminen. Rakennuksien kantavia rakenneosia koskevat säännöt	
SFS 13670	Betonirakenteiden toteutus	
RakMk A2	Suomen rakentamismääräyskokoelma, Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat, määräykset ja ohjeet	
RakMk C1	Suomen rakentamismääräyskokoelma, Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa, määräykset ja ohjeet	
RakMk C4	Suomen rakentamismääräyskokoelma, Lämmöneristys ohjeet	
RakMk D3	Suomen rakentamismääräyskokoelma, Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet	
RakMk E1	Suomen rakentamismääräyskokoelma, Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet	
176/2013	Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta	
408/2011	Valtioneuvoston asetus väestönsuojista	
506/2011	Sisäasiainministeriön asetus väestönsuojien teknisistä vaatimuksista ja väestönsuojien laitteiden kunnossapidosta	
NCCI1	Eurokoodin soveltamisohje, Siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet	
NCCI7	Eurokoodin soveltamisohje, Geotekninen suunnittelu	
Liimapuukäsikirja osa 1	Suomen Liimapuuyhdistys Ry ja Puuinfo Oy	
Puurakenteiden suunnittelu	Lyhennetty suunnitteluohje, Eurokoodi 5, Puuinfo Oy	
Hitsaustekniikka -lehti 1/2009	Suomen Hitausteknillinen yhdistys Ry	