

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka/Puurakentaminen ja rakennesuunnittelu

Teemu Pirinen

TUELTA LOVETUN PALKIN MITOITUS

Opinnäytetyö 2010

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

PIRINEN, TEEMU: Tuelta lovetun palkin mitoitus
Opinnäytetyö: 20 sivua + 35 liitesivua
Työn ohjaaja: lehtori Juha Karvonen
Toimeksiantaja: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
Tammikuu 2010
Hakusanat: eurokoodi, mitoitus, rakennesuunnittelu

Tutkintotyön aiheena oli tuelta lovetun palkin laskentapohjan oikeellisuuden varmistus. Työ on osa suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto Skol ry:n eurokoodeihin perustuvien laskentapohjien laatimishanketta. Hankkeeseen osallistuu yhteensä 31 eri osaamisalan tahoa. Hanke valmistuu portaittain. Ensimmäinen vaihe päättyy 31.12.2009 ja toinen vaihe 30.6.2010.

Testauksessa käytettiin eurokoodeja, jotka ovat vähitellen syrjäyttäneet Suomen rakentamismääräyskokoelman B-osaa. Eurokoodi koostuu 58 eri osasta. Tässä laskentapohjan testauksessa oli käytettävissä EN 1995 eurokoodi 5, joka koskee puurakenteiden suunnittelua. Käytössä oli myös RIL 205-1-2007:n kohdassa 6.5 olevat ohjeet.

Hankkeessa kaikki toteutetut laskentapohjat on testattu kattavasti. Laskennan oikeellisuuden testaamiseen kuuluu laskentapohjan kattavuuden tarkistus. Kattavuuden ollessa riittävä suunnitellaan testitapaukset. Testaus suoritetaan white-box testauksena. Rakenneosa lasketaan ja mitoitetaan laskennan perusteiden ja teorioiden mukaisesti. Laskentapohjan oikeellisuuden testaamisen suunnitelmasta ja suorituksesta on tehty raportti, joka on esitetty opinnäytetyön liitteenä.

Laskentapohjan kattavuus oli riittävä ja testauksesta voidaan todeta, että ohjelma laskee ja mitoittaa laskennan perusteiden ja teorioiden mukaisesti. Laskentapohjassa ei havaittu virheitä ja se on nyt otettu käyttöön suunnittelutoimistoissa.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

PIRINEN, TEEMU: Dimensioning of Supported Notched Beam

Bachelor's Thesis: 20 pages + 35 pages of appendices

Supervisor: Juha Karvonen, Senior Lecturer

Commissioned by: Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu, University of Applied Sciences

January 2010

Keywords: Eurocode, dimensioning, structural engineering

This project was started by SKOL ry, which is a planning firm and consultancy organisation. There are 31 different parties in this project. This project will be completed in two stages. First stage is completed in 31.12.2009 and the second stage will be completed in 30.6.2010.

The testing is based on eurocodes. Eurocodes consist of 58 different parts. In this test was used EN 1995 eurocode 5, which concerns wood construction planning. Also RIL 205-1-2007 was used in testing.

The programs which were made in this project were tested comprehensively. Testing contains the checking of the exhaustiveness of the program. As the program was exhaustive, the test cases could be planned. Testing was performed as white-box testing. The construction was tested according to the demands of relevant theories, and a report was drafted on this.

The program was exhaustive and all the testing cases were successful. The program calculates and dimensions the calculations as the standards demand. There were no errors in the program.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
1. JOHDANTO	4
2. SKOL RY	5
3. EUROKOODI	5
4. TUELTA LOVETUN PALKIN MITOITUS	7
4.1 Lovettu puupalkki	7
4.2 Laskentapohja	8
4.3 Mitoitus	8
4.3.1 Aikaluokat	8
4.3.2 Käyttöluokat	9
4.3.3 Leikkausvoima ja dimensiot	9
4.3.4 Kaavat	10
5. LASKENTAPOHJAN TESTAUS	11
5.1 Laskentapohja	11
5.2. Yleistä testauksesta	14
5.3. Testauksen suunnittelu ja suoritus	14
5.3.1 Kattavuuden tarkistus	14
5.3.2 Testitapausten suunnittelu	15
5.3.3 Testaus	16
5.3.4 Dokumentointi	17
6. TULOSTEN TARKASTELO JA PÄÄTELMÄT	17
6.1 Tulokset	17
6.2 Päätelmät	17
LÄHTEET	19
LIITTEET	20

1. JOHDANTO

Työ kuuluu suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liiton SKOL ry:n hankkeeseen eurokoodeihin perustuvien laskentapohjien laatimiseen. Hanketta tehdään yhteistyössä eri organisaatioiden kanssa. Hanke valmistuu portaittain. Ensimmäinen vaihe loppui 31.12.2009 ja koko projektin tulisi olla valmis 31.6.2010 mennessä. Tavoitteena on saada rakennesuunnitteluun soveltuvat, tasokkaat ja virheettömät laskentapohjat.

Laskentapohjassa käytetään eurokoodeja, jotka tulevat käyttöön vuoden 2010 aikana. Tuelta lovetun palkin laskentapohjassa käytetään EN 1995 Eurokoodi 5:ttä sekä RIL 205-1-2007:n kohdassa 6.5 olevia ohjeita. Ohjelmalla voidaan mitoittaa tuelta lovettu puupalkki.

Kaikki laaditut laskentapohjat testataan kattavasti. Vaatimuksena pidetään, että ohjelma laskee ja mitoittaa rakennusosan oikein. Sekä toiminta että laskennan oikeellisuus testataan. Kattavuuden tarkastus kuuluu myös ohjelman laskennan oikeellisuuden testaamiseen. Ohjelman kattavuuden tarkastamisella selvitetään onko ohjelmassa tarvittavat vaatimukset ja rajoitukset.

Testitapausten suunnittelussa käytetään raja-arvoanalyysiä. Lähtöarvoille, tarkastusehdoille ja kombinaatiotestaukselle annetaan raja-arvovaihtoehdot. Testitapauksia tuli yhteensä 58 kappaletta.

Testaaja laskee suunnittelemansa testitapaukset etukäteen käsin tai jollakin toisella ohjelmalla, jotta saadaan odotetut tulokset. Odotettuja tuloksia verrataan laskentapohjasta saatuihin arvoihin. Testitapauksista ja odotetuista tehdään varmennustestisuunnitelma. Oikeellisuustestien yhteydessä testisuunnitelmaa täydennetään testitapauksista saaduilla väli- ja lopputuloksilla.

Testauksesta tehdään varmennustestiraportti, joka jakautuu viiteen osaan. Varmennustestiraportti on tämän dokumentin liitteenä.

2. SKOL RY

Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL ry on insinööri-, arkkitehti- ja suunnitteluyritysten yrittäjä- ja työnantajajärjestö. Liiton jäsenyritykset kuuluvat teollisuuden, talonrakentamisen ja infrarakentamisen aloille. (SKOL 2010a.)

Liiton tehtäviin kuuluvat suomalaisen konsulttitoiminnan kehittäminen ja edistäminen, jäsenyritysten arvostuksen, vastuun, yhteiskunnallisten ja ammatillisten etujen valvominen. Liitto valvoo myös jäsenten etuja työsuhteissa. (SKOL 2010a.)

Keväällä 2008 SKOL:n rakennetoimikunnan asettamassa toimiryhmässä valmisteltiin hanketta, joka sisälsi eurokoodeihin perustuvien laskentapohjien laatimisen. Yhteistyötä tehdään materiaalijärjestöjen, oppilaitosten ja SKOL:n jäsenyritysten kanssa. Kaiken kaikkiaan hankkeeseen osallistuu yhteensä 31 eri osaamisalan tahoa: 17 insinööritoimistoa, yhdeksän oppilaitosta, kolme materiaalijärjestöä, muita osapuolia yksi sekä SKOL ry. Hanke valmistuu portaittain. Ensimmäinen vaihe valmistuu 31.12.2009 ja toinen vaihe 30.6.2010. (SKOL 2010b.)

Laskentapohjat laaditaan vastavuoroisuus- ja tasapuolisuusperiaatteella. Mukana olevat tahot saavat hyödyntää laskentapohjia omassa liiketoiminnassaan, mutta he eivät saa luovuttaa sitä kolmansille osapuolille. Mukana olevat oppilaitokset saavat hyödyntää laskentapohjia omassa opetustoiminnassaan. Ohjelmien ollessa valmiita voi jokainen osapuoli kehittää laskentapohjaa eteenpäin. (SKOL 2010b.)

Tavoitteen on saada rakennesuunnitteluun hyvin soveltuvat, riittävän tasokkaat ja virheettömät laskentapohjat. (SKOL 2010b.)

3. EUROKOODI

Eurokoodit ovat kantavien rakenteiden suunnittelustandardeja, jotka laati Euroopan komission toimesta eurooppalainen standardisointijärjestö CEN. Eurokoodien laatiminen aloitettiin, koska haluttiin parantaa kilpailukykyä rakennusteollisuudessa Euroopan unionin alueella sekä muualla maailmassa. (SFS 2010.)

Eurokoodit korvaavat Suomen rakentamismääräyskokoelman B-osan, joka sisältää rakenteiden kantavuutta koskevat tekniset ohjeet. Aluksi eurokoodit toimivat rinnakkain rakentamismääräyskokoelman B-osan kanssa. B-osan ohjeista on tarkoitus luopua vuonna 2010. Eurokoodeihin siirtyminen alkoi jo syksyllä 2007 ja 15.10.2007 annettiin ensimmäinen asetus ympäristöministeriön johdosta, joka mahdollisti eurokoodien käytön 1.11.2007 alkaen. Esistandardeja on voitu käyttää kansallisten soveltamisasiakirjojen kanssa. (Ympäristö 2010.)

Eurokoodi-sarja koostuu 58 eri osasta. Ne sisältävät kokonaisvarmuuden määrittämisperiaatteet, erilaiset kuormat, lämpö-, onnettomuus- ja nosturikuormitukset sekä yksityiskohtaiset ohjeet eri rakennusmateriaaleille. Eri maissa eurokoodien käyttö vaatii kansalliset liitteet. Suomessa SFS, eli Suomen Standardisoimisliitto, julkaisee eurokoodit. Kansalliset liitteet talonrakentamisesta julkaisee ympäristöministeriö ja tiehallinto silloista. (Ympäristö 2010.)

Eurokoodi-järjestelmä sisältää seuraavat pääosat:

- EN 1990 Eurokoodi 0: Suunnittelun perusteet
- EN 1991 Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormitukset
- EN 1992 Eurokoodi 2: Betonirakenteiden suunnittelu
- EN 1993 Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu
- EN 1994 Eurokoodi 4: Teräs-betoniliittorakenteiden suunnittelu
- EN 1995 Eurokoodi 5: Puurakenteiden suunnittelu
- EN 1996 Eurokoodi 6: Muurattujen rakenteiden suunnittelu
- EN 1997 Eurokoodi 7: Geotekninen suunnittelu
- EN 1998 Eurokoodi 8: Rakenteiden suunnittelu kestävyys-suhteen maanjäristyksessä
- EN 1999 Eurokoodi 9: Alumiinirakenteiden suunnittelu.

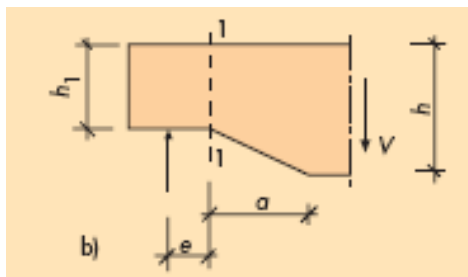
(SFS 2010.)

4. TUELTA LOVETUN PALKIN MITOITUS

4.1 Lovettu puupalkki

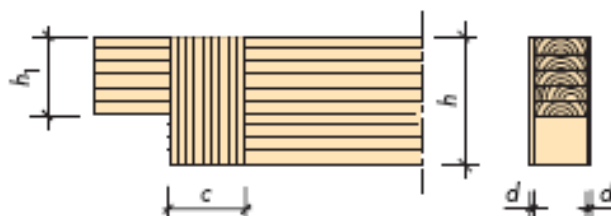
Puupalkinpäiden loveamista tulisi välttää. Aivan pienetkin lovet aiheuttavat halkeamanmuodostusta. Palkin kantokyky vähenee halkeamanmuodostuksen vuoksi. Rakenteen ollessa suurissa kosteuden vaihteluissa tulisi loveusta erityisesti välttää. Rakenteen ollessa sellainen, että loven tekemistä ei voida välttää alapinnassa lovi on tehtävä vinosahattuna kuvan 1 mukaisesti. Kaikki päätypuut tulevat pintakäsittellä. (Liimapuukäsikirja 2010.)

Kuva 1. Alapinnan lovi, vinosahattu (Liimapuukäsikirja 2010.)



Lovetut palkit voidaan vahvistaa vanerilla, liimatuilla ruuveilla tai lasikuidulla. Vahvistettaessa lovettua palkkia vanerilla, liimataan molemmille puolille vähintään 10 mm:n paksuiset vanerilevyt. Vanerilevyn puunsyiden suunnat asetetaan palkin pituussuuntaa vastaan kohtisuoraan kuvan 2 mukaisesti. (Liimapuukäsikirja 2010.)

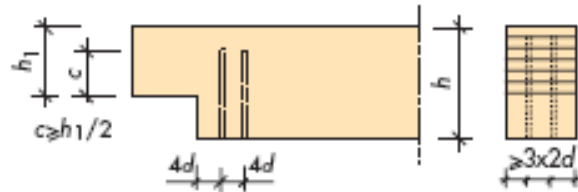
Kuva 2. Vanerivahvistus (Liimapuukäsikirja2010.)



Liimatuilla ruuveilla vahvistamista voidaan käyttää vain sisärakenteissa kosteusluokassa 1. Liimattujen ruuvien käyttöä tulisi välttää, jos rakenne joutuu suurille koste-

usvaihteluille. Liimaruuvivahvistuksen periaate on kuvassa 3. (Liimapuukäsikirja 2010.)

Kuva 3. Liimaruuvivahvistus (Liimapuukäsikirja 2010.)



Uusimpien tutkimusten mukaan epoksimuovi on käyttökelpoinen vahvistusmenetelmä. Tämä vahvistusmenetelmä toimii samalla tavalla kuin vanerivahvistus. Menetelmästä ei ole vielä kokemusta, ja hyväksytty mitoitusmenetelmä puuttuu. (Liimapuukäsikirja 2010.)

4.2 Laskentapohja

Ohjelmalla voidaan mitoittaa tuelta lovettu puupalkki. Laskenta perustuu RIL 205-1-2007:n kohdassa 6.5 oleviin ohjeisiin. Ohjelma tarkistaa annettujen geometriatietojen ja leikkausvoiman perusteella palkin leikkauskestävyyden loven kohdalla. Ympäristöolosuhteiden mukaan valitaan kuorman aikaluokka ja materiaalin käyttöluokka. Puutavaraksi voidaan valita sahatavara, liimapuu tai kertopuu. Palkin loveus voi sijaita tuen kohdalta ylä- tai alapinnassa.

4.3 Mitoitus

4.3.1 Aikaluokat

Kuorman aikaluokka valitaan ympäristöolosuhteiden mukaan. Aikaluokka määräytyy sen mukaan, minkä ajan rakenteen käyttöiän aikana vakiokuorma rakenteeseen vaikuttaa. Aikaluokkia on yhteensä viisi kappaletta: pysyvä, pitkäaikainen, keskipit-

kä, lyhytaikainen ja hetkellinen. Pysyvän aikaluokan omanaiskuorman kesto on yli kymmenen vuotta, pitkäaikaisen 6kk–10v, keskipitkän 1vko–6kk ja lyhytaikaisen alle yksi viikko. (Eurokoodi 5 2004.)

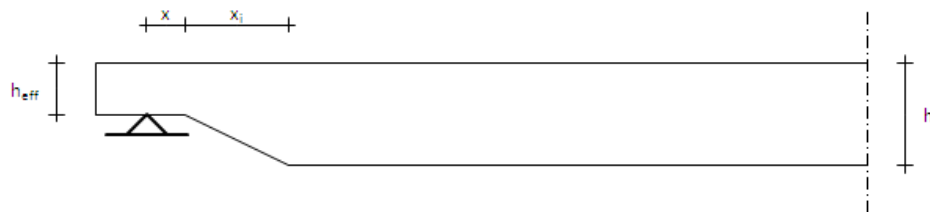
4.3.2 Käyttöluokat

Käyttöluokkia on kolme kappaletta 1, 2 ja 3. Järjestelmä on tarkoitettu pääasiassa lujuusarvojen jaottelua varten. Käyttöluokkaan 1 kuuluu puurakenne, joka on lämmitetyssä sisätilassa tai vastaavassa olosuhteessa. 2. luokkaan kuuluu puurakenne, joka on ulkoilmassa. Rakenteen tulee olla katetussa tilassa, joka on tuuletettu ja suojattu ylä- sekä alapäästä kosteudelta. Käyttöluokkaan 3 kuuluu puurakenne, joka on ulko-tilassa ja säälle alttiina. (Eurokoodi 5 2004.)

4.3.3 Leikkausvoima ja dimensiot

Tuelta lovetulle palkille tulee rasituksena leikkausvoima V_d , joka vaikuttaa loven kohdalla. Ennen mitoitus on vielä lovetun palkin dimensioiden, jotka ovat palkin leveys b , palkin korkeus h , palkin korkeus lovetussa päässä h_{eff} , tukireaktion ja loven nurkan välinen etäisyys x ja loven viisteen pituus x_i . Palkin ja loven mittatiedot on selvitetty kuvassa 4.

Kuva 4. Palkin ja loven mittatiedot



4.3.4 Kaavat

Palkin leikkauskestävyys τ_d :

$$\tau_d = \frac{1,5V}{bh_{ef}}, \quad \text{Kaava 1}$$

missä

V = leikkausvoima

b = palkin leveys

h_{ef} = palkinkorkeus lovetussa päässä.

Palkin käyttöaste:

$$\tau_d = \frac{1,5V}{bh_{ef}} \leq k_v f_{v,d} \rightarrow \frac{\tau_d}{k_v f_{v,d}}, \quad \text{Kaava 2}$$

Lovetun palkin pienennys kerroin k_v :

$$k_v = \min \left\{ \frac{k_n \left(1 + \frac{2,4l^2}{\sqrt{h}}\right)}{\sqrt{h} \left(\sqrt{a(1-a)} + 0,8 \frac{h}{h_n} \left(\frac{l}{h} - a\right)\right)}, 1 \right\}, \quad \text{Kaava 3}$$

Näistä kahdesta kaavasta valitaan pienempi arvo, eli k_v on maksimissaan 1. Loven sijaitessa palkin yläpinnassa $k_v=1$

Levyn materiaalikerroin k_n :

$$k_n = \begin{cases} 4,5 & \text{LVL :lle} \\ 5 & \text{sahatavaralle} \\ 6,5 & \text{liimapuulle} \end{cases}$$

Loven kaltevuus i :

$$i = \frac{h_l}{h - h_{ef}}, \quad \text{Kaava 4}$$

missä

x_i = loven viisteen pituus

h = palkin korkeus

h_{ef} = palkin korkeus lovetussa päässä.

Tehollisen korkeuden ja korkeuden suhde α :

$$\alpha = \frac{h_{ef}}{h},$$

Kaava 5

missä

h_{ef} = palkin korkeus lovetussa päässä

h = palkin korkeus.

Leikkausjännitys $f_{v,d}$:

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_m},$$

Kaava 6

missä

k_{mod} = Muunnoskerroin, jonka avulla otetaan huomioon kuorman kesto ja kosteuspitoisuus

$f_{v,k}$ = Leikkauslujuuden ominaisarvo

γ_m = Materiaaliominaisuuden osavarmuusluku; jossa otetaan huomioon myös mallin epävarmuudet ja mittavaihtelut. (RIL 205-1-2007)

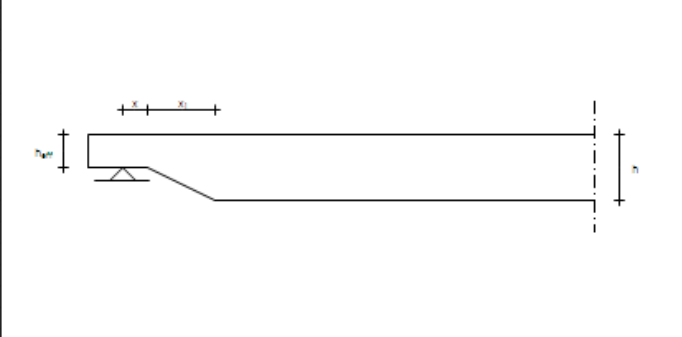
5. LASKENTAPOHJAN TESTAUS

5.1 Laskentapohja

Laskentapohjan ensimmäisellä sivulla syötetään tarvittavat lähtötiedot, jotta tuelta lovettu palkki voidaan mitoittaa. Syötettävät kentät ovat aikaluokka, käyttöluokka,

puutavaran laatu, leikkausvoima loven kohdalla sekä palkin dimensiot. Lähtötieto sivulta näkee jo mitoitettavan palkin käyttöasteen. Kuvassa 5 on näkyvissä laskentapohjan aloitussivu.

Kuva 5. Laskentapohjan aloitussivu, lähtötiedot

SKOL		Rakennelaskelma, lähtötiedot	
		Tekijä: x	Sivu: 1(1)
		Päiväys: x	
Rakennuskohde: x	Työ no: x	Sisältö: x	Sijainti: x
Tuelta lovetun palkin mitoitus Versio 0.2			
Aikaluokka =	Karkkipitkä	b =	50 mm
Käyttöluokka =	2	h =	200 mm
		h _{eff} =	100 mm
Puutavara =	G24	x =	75 mm
Lovi sijaitsee =	Alapinnassa	x _i =	200 mm
Loven kohdalla vaikuttava leikkausvoima			
V _d =		1,5 kN	
			
Tarkistukset			
Käyttöaste loven kohdalla vaikuttavan leikkauksen suhteen		65 %	

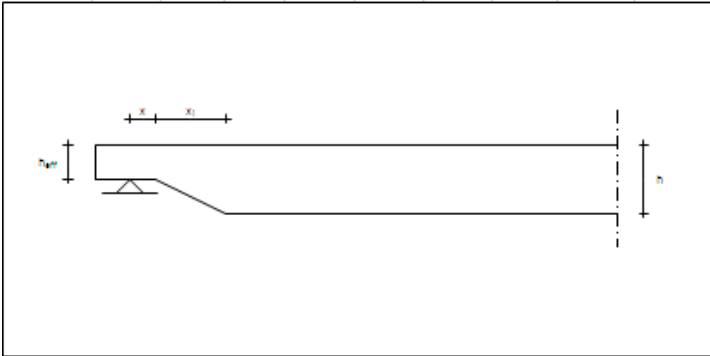
Toisella sivulla on laskentapohjan laskenta 1 -sivu, joka on kuvassa 6. Laskenta 1 -sivulta voidaan tarkastaa mitoituksessa tarvittavat välitulokset ja käyttöaste.

Kuva 6. Laskentapohjan laskenta 1 -sivu

Leikkauskestävyys loven kohdalla	
$x =$	75 mm
$h =$	200 mm
$h_{eff} =$	100 mm
$\alpha =$	0,5
$k_v =$	5
$i =$	2,0
$k_v =$	0,48
$V_d =$	1500 N
$b =$	50 mm
$T_d =$	0,45 N/mm ²
$f_{v,k} =$	2,5 N/mm ²
$f_{v,d} =$	1,43 N/mm ²
Käyttöaste	
$T_d / (k_v \cdot f_{v,d}) =$	65 %

Tulossivu on lähes samankaltainen kuin aloitussivu, kuva 7, mutta tulos sivulle ei voida syöttää tietoja. Sivulta nähdään tiedot jotka on syötetty aloitussivulta ja palkin leikkausvoima tuen kohdalta.

Kuva 7. Laskentapohjan tulossivu

SKOL		Rakennelaskelma, lähtötiedot	
		Tekijä: x	Sivu: 1 (1)
		Päiväys: x	
Rakennuskohde:	Työ no:	Sisältö:	Sijainti:
x	x	x	x
Tuella lovetun palkin mitoitus		Versio 0.2	
Aikaluokka =	Keskipitkää	$b =$	50 mm
Käyttöluokka =	2	$h =$	200 mm
Puutsvara =	C24	$h_{eff} =$	100 mm
Loven kohdalla vaikuttava leikkausvoima		$x =$	75 mm
$V_d =$	1,5 kN	$x_1 =$	200 mm
			
Leikkauskestävyys loven kohdalla			
$T_d =$	0,45 N/mm ²	$k_v =$	0,48
		$f_{v,d} =$	1,43 N/mm ²
		$T_d / (k_v \cdot f_{v,d}) =$	65 %

5.2. Yleistä testauksesta

Laskentapohjien laadintahankkeessa kaikki toteutetut laskentapohjat testataan kattavasti. Ehdoton vaatimus on, että laskentapohja laskee ja mitoittaa rakenneosan oikein. Pelkästään oikea lopputulos ei riitä, vaan myös välitulosten ja tarkastustulosten tulee olla oikein. Testauksen tehtävä on vakuuttaa laskentapohjan toimivuus. Testaus jakaantuu kahteen osaan, toiminnan testaamiseen ja laskennan oikeellisuuden testaamiseen. (SKOL 2010c.)

Yksikkötestauksen yhteydessä laskentapohjan toteuttaja testaa toiminnan. Laskennan oikeellisuuden testaa eri osapuoli kuin laskentapohjan toteuttaja. Laskentapohjan kattavuuden tarkistus kuuluu myös laskennan oikeellisuuden testaamiseen. (SKOL 2010c.)

Testaus suoritetaan white-box-testauksena, eli testaajalla on laskentapohjan laskentafunktiot ja –makrot näkyvissä ja käytettävissä. (SKOL 2010c.)

5.3. Testauksen suunnittelu ja suoritus

5.3.1 Kattavuuden tarkistus

Laskentapohjan kattavuuden tarkastamisella selvitetään, onko laskentapohjassa tarvittavat vaatimukset ja rajoitukset. Kattavuuden ollessa aukoton voidaan laskentapohjan testitapaukset suunnitella ja toteuttaa. Mikäli kattavuus ei ole riittävä, tulee ohjelma korjata, minkä jälkeen voidaan testausta jatkaa. (SKOL 2010c.)

5.3.2 Testitapausten suunnittelu

Testitapaukset jakaantuivat kahteen osaan. Lähtöarvojen sekä tarkistus-, väli- ja lopputulosten raja-arvoanalyysi sekä laskentapohjan karsittu kombinaatiotestaus. (SKOL 2010c.)

Testitapausten lähtökohtana oli käyttää pohjana jotakin olemassa olevan laskentatäi mitoitusmerkkiä. Testitapausten oli hyvä sisältää normaalisti kuormitetut, hyvin vähän kuormitetut ja ääriarvoille kuormitetut testitapaukset. (SKOL 2010c.)

Suunnittelussa on hyvä taulukoida lähtöarvojen vaihtoehdot, jotta kokonaisuus on helpompi hahmottaa. Alla on kuva taulukoiduista lähtöarvojen vaihtoehdoista raja-arvoanalyysia varten. Kuvassa 8 on kehystetty ne arvot, jotka ovat niin sanottuja perusarvoja.

Kuva 8. Raja-arvoanalyysin lähtöarvot

RAJA-ARVO ANALYYSI: Lähtöarvot						
Puutavara:	C24	C32	GL24c	GL32h	KERTO-S	KERTO-T
Aikaluokka:	Hetkellinen	Keskipitkä	Pysyvä			
Käyttöluokka:	1	2	3			
Loven sijainti:	Alapinnassa	Yläpinnassa				
V_g :	-10	-0,1	0	0,1	2	
b :	-10	-0,1	0	0,1	50	
h :	-10	-0,1	0	0,1	200	
h_{eff} :	-10	-0,1	0	0,1	100	
x :	-10	-0,1	0	0,1	75	
x_i :	-10	-0,1	0	0,1	300	

Samanlainen taulukko tehdään myös tarkastusehtojen raja-arvo analyysia varten sekä kombinaatiotestausta varten. Lähtöarvojen testitapauksia voidaan käyttää myös tarkastusehtojen testitapauksina.

Kombinaatiotestausta suunniteltaessa kannattaa tarkistaa kaikki edelliset testitapaukset, koska suurin osa kombinaatiotestitapauksista saattaa sisältyä jo edellisiin testita-

pauksiin. Tällöin riittää, että dokumentissa viitataan edellisiin testitapauksiin. (SKOL 2010c.)

Tuelta lovetun palkin laskentapohjassa testitapauksia tuli kaikkiaan 58 kpl. Lähtöarvojen testitapauksia oli 44 kpl, tarkastusehtojen testitapauksia 10 kpl ja kombinaatiotestauksia 4 kpl. Kuvassa 9 on näkyvässä testitapaus 1 lähtöarvojen testitapauksista. Kaikki testitapaukset ovat nähtävissä liitteestä 1.

Kuva 9. Testitapaus 1.

3.2 Puutavara: C24

Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_{24}	0,55	0,55
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	0,6	0,6
Käyttöluokka:	2	$f_{v,d}$	2,5	2,5
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,43	1,43
V_d :	2	$T_d / (K_{24} * f_{v,d})$	76 %	76 %
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	100			
x:	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

5.3.3 Testaus

Rakenneosia lasketaan ja mitoitetaan laskennan perusteiden ja teorioiden mukaisesti siten, että laskennan tulokset ovat oikein. Oikea tulos ei ole vain laskentapohjan lopputulos, vaan myös väli- ja tarkastusarvojen tulee olla oikein. (SKOL 2010c.)

Testausta varten testaaja tarkastaa laskentapohjan kattavuuden ja suunnittelee testitapaukset. Testitapausten tulee olla laskentapohjan perusteiden ja teorioiden mukaiset. Testaaja laskee suunnitellut testitapaukset etukäteen joko käsin laskemalla tai jollakin toisella ohjelmalla. Näin saadaan niin sanottu odotettu tulos. (SKOL 2010c.)

Testitapauksista ja niiden odotetuista tuloksista tehdään kirjallinen testisuunnitelma. Oikeellisuustestien yhteydessä testisuunnitelmaa täydennetään testitapauksista saaduilla väli- ja lopputuloksilla sekä merkitään onko testi onnistunut vai epäonnistunut. (SKOL 2010c.)

5.3.4 Dokumentointi

Laskentapohjan oikeellisuuden testaamisen suunnitelmasta ja suorituksesta tehdään raportti, joka on esitetty opinnäytetyön liitteenä. Varmennustestiraportti jakaantuu viiteen osaan. Raportissa on kuvaus laskentapohjan toiminnasta ja maininta sen kattavuudesta, lähtötietojen arvotaulukot ja testitapaukset, tarkastusehtojen taulukot ja testitapaukset, kombinaatiotestauksen taulukot ja testitapaukset sekä varmennusraportin allekirjoitus. (SKOL 2010c.)

6. TULOSTEN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT

6.1 Tulokset

Tuelta lovetun palkin laskentapohjan kattavuus tarkistettiin 13.10.2009. Kattavuus todettiin riittäväksi, eli laskentapohjan tiedoista löytyi tarvittavat kaavat ja merkin-

nät. Laskentapohjan oikeellisuuden varmennustestit suunniteltiin 14.–16.10.2009. Testitapauksia tuli kaikkiaan 58 kappaletta. Lähtötietojen raja-arvoanalyysin testitapauksia oli 44 kappaletta, tarkastusehtojen raja-arvoanalyysin testitapauksia oli kymmenen kappaletta ja kombinaatiotestauksen testitapauksia oli neljä kappaletta.

Laskentapohjan oikeellisuuden varmennustestit suoritettiin 17.–27.10.2009. Testitapausten tuloksena todettiin, että epäonnistuneita testitapauksia ei ollut yhtään kappaletta. Laskentapohja toimi moitteettomasti.

6.2 Päätelmät

Lopputuloksista voi päätellä, että laskentapohja on tehty riittäväällä huolellisuudella ja tarkkuudella. Ohjelma tarkastettiin ja testattiin myös hyvin kattavasti. Testauksen lopputulos oli hyvä, koska yhtään epäonnistunutta testitapausta ei ollut. Ohjelma laski ja mitoitti eurokoodien ohjeiden mukaisesti. Laskentapohja on valmis käyttöön otettavaksi.

Testauksen edetessä ei tullut ongelmia vastaan. Haastavaa oli laskentapohjan kattavuuden tarkistus, jossa selvitettiin onko ohjelmassa riittävät vaatimukset ja rajoitukset.

LÄHTEET

SKOL 2010a. <http://www.skolry.fi/> (Viitattu 18.1.2010.)

SKOL 2010b. http://www.skolry.fi/toiminta/tutkimus_ ja_ kehitys/ talonrakennussektori (Viitattu 18.1.2010.)

SFS 2010. <http://www.sfs.fi/julkaisut/eurokoodit/> (Viitattu 14.1.2010.)

Ympäristö 2010. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=311435&lan=FI> (Viitattu 28.1.2009.)

Liimapuukäsikirja 2010. <http://www.prtlami.fi/files/Liimapuukasikirja.pdf> (Viitattu 5.2.2010.)

Eurokoodi 5. 2004 Puurakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt.

RIL 205-1-2007. Puurakenteiden suunnitteluohje Eurokoodi EN 1995-1-1, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

SKOL 2010c. Eurocode-laskentapohjien laadintahanke, 4 Testausohje, Pekka Koponen/FMC, 17–18.12.2008. (Luottamuksellinen.)

LIITTEET

Varmennustestiraportti



Luottamuksellinen

Varmennustestiraportti

Tuelta lovetun palkin mitoitus

Testikierros 1

Dokumentin versio:

Versio	Kirjoittaja	Päiväys	Selitys
1.0	Teemu Pirinen	11.10.2009	Testikierros 1

Sisältö:

1	DOKUMENTIN TARKOITUS	5
2	LASKENTAPOHJAN KUVAUS	5
2.1	Testattu laskentapohjatiedosto	5
2.2	Laskentapohjan kattavuuden tarkastus	5
3	LÄHTÖTIETOJEN RAJA-ARVOANALYYSI	6
3.1	Lähtöarvovaihtoehdot	6
3.2	Puutavara: C24	6
3.3	Puutavara: C32	7
3.4	Puutavara: GL24c	7
3.5	Puutavara: GL32h	8
3.6	Puutavara: Kerto-S	8
3.7	Puutavara: Kerto-T	9
3.8	Aikaluokka: Hetkellinen	10
3.9	Aikaluokka: Keskipitkä	10
3.10	Aikaluokka: Pysyvä	10
3.11	Käyttöluokka: 1	11
3.12	Käyttöluokka: 2	11
3.13	Käyttöluokka: 3	11
3.14	Loven sijainti alapinnassa	12
3.15	Loven sijainti yläpinnassa	12
3.16	Merkittävästi pienempi V_d arvo kuin arvovälin alaraja	13
3.17	Juuri ja juuri pienempi V_d arvo kuin arvovälin alaraja	13

3.18	V_d arvo täsmälleen kuin arvovälin alaraja	14
3.19	Juuri ja juuri suurempi V_d arvo kuin arvovälin alaraja	15
3.20	V_d perusarvo	15
3.21	Merkittävästi pienempi b arvo kuin arvovälin alaraja	15
3.22	Juuri ja juuri pienempi b arvo kuin arvovälin alaraja	16
3.23	b arvo täsmälleen kuin arvovälin alaraja	16
3.24	Juuri ja juuri suurempi b arvo kuin arvovälin alaraja	17
3.25	b perusarvo	18
3.26	Merkittävästi pienempi h arvo kuin arvovälin alaraja	18
3.27	Juuri ja juuri pienempi h arvo kuin arvovälin alaraja	18
3.28	h arvo täsmälleen kuin arvovälin alaraja	19
3.29	Juuri ja juuri suurempi h arvo kuin arvovälin alaraja	19
3.30	h perusarvo	20
3.31	Merkittävästi pienempi h_{eff} arvo kuin arvovälin alaraja	20
3.32	Juuri ja juuri pienempi h_{eff} arvo kuin arvovälin alaraja	21
3.33	h_{eff} arvo täsmälleen kuin arvovälin alaraja	21
3.34	Juuri ja juuri suurempi h_{eff} arvo kuin arvovälin alaraja	22
3.35	h_{eff} perusarvo	22
3.36	Merkittävästi pienempi x arvo kuin arvovälin alaraja	23
3.37	Juuri ja juuri pienempi x arvo kuin arvovälin alaraja	23
3.38	x arvo täsmälleen kuin arvovälin alaraja	24
3.39	Juuri ja juuri suurempi x arvo kuin arvovälin alaraja	24
3.40	x perusarvo	25
3.41	Merkittävästi x_i arvo kuin arvovälin alaraja	25
3.42	Juuri ja juuri pienempi x_i arvo kuin arvovälin alaraja	26
3.43	x_i arvo täsmälleen kuin arvovälin alaraja	26
3.44	Juuri ja juuri suurempi x_i arvo kuin arvovälin alaraja	27
3.45	x_i perusarvo	27
4	TARKASTUSEHTOJEN RAJA-ARVOANALYYSI	28

4.1	Lähtöarvovaihtoehdot	28
4.2	Toisaalla olevat testitapaukset	28
4.3	Merkittävästi pienempi K_v arvo kuin arvovälin raja-arvo	28
4.4	Juuri ja juuri pienempi K_v arvo kuin arvovälin raja-arvo	29
4.5	K_v arvo täsmälleen sama kuin arvovälin raja-arvo	29
4.6	Juuri ja juuri suurempi K_v arvo kuin arvovälin raja-arvo	29
4.7	Merkittävästi suurempi K_v arvo kuin arvovälin raja-arvo	30
4.8	Merkittävästi pienempi $T_d / (K_v * f_{v,d})$ arvo kuin arvovälin raja-arvo	30
4.9	Juuri ja juuri pienempi $T_d / (K_v * f_{v,d})$ arvo kuin arvovälin raja-arvo	31
4.10	$T_d / (K_v * f_{v,d})$ arvo täsmälleen sama kuin arvovälin raja-arvo	31
4.11	Juuri ja juuri suurempi $T_d / (K_v * f_{v,d})$ arvo kuin arvovälin raja-arvo	32
4.12	Merkittävästi suurempi $T_d / (K_v * f_{v,d})$ arvo kuin arvovälin raja-arvo	32
KOMBINAATIOTESTAUS		33
4.13	Lähtöarvovaihtoehdot	33
4.14	Toisaalla olevat testitapaukset	33
4.15	K_v yli, $T_d / (K_v * f_{v,d})$ ali	33
4.16	K_v yli, $T_d / (K_v * f_{v,d})$ yli	33
4.17	K_v ali, $T_d / (K_v * f_{v,d})$ yli	34
4.18	K_v ali, $T_d / (K_v * f_{v,d})$ ali	34
5	VARMENNUSTESTAUKSEN VAKUUTUS	35

1 Dokumentin tarkoitus

Tämä dokumentti on SKOL:n Eurocode-hankkeessa toteutetun tuelta lovetun palkin mitoitus talonrakennuksen laskenta- ja mitoituslaskentapohjan varmennustesti-suunnitelma ja -raportti.

Laskentapohjan varmennustestaus perustuu SKOL Eurocode-laskentapohjien laadintahankkeen Testausohjeeseen.

2 Laskentapohjan Kuvaus

Ohjelmalla voidaan mitoittaa tuelta lovettu puupalkki. Ohjelma tarkistaa palkin leikkauskestävyyden loven kohdalla. Laskenta perustuu RIL 205-1-2007 kohdassa 6.5 oleviin ohjeisiin. Ohjelma tarkistaa annettujen geometriatietojen ja leikkausvoiman perusteella palkin leikkauskestävyyden loven kohdalla. Kuorman aikaluokka ja materiaalin käyttöluokka valitaan kuormituksen ja ympäristöolosuhteiden mukaan. Puutavaraksi voidaan valita sahatavara, liimapuu tai kertopuu. Palkki voi olla lovettu tuen kohdalla yläpinnasta tai alapinnasta. Palkin ja loven mittatiedot on selvitetty kuvassa.

2.1 Testattu laskentapohjatiedosto

Laskentapohjan nimi: Tuelta lovetun palkin mitoitus

Laskentapohjan versionumero: 0.2

Tiedoston nimi: Tuelta lovetun palkin mitoitus 0.2

Päiväys ja kellonaika: 28.10.2009, 16:46

Koko: 123 000 tavua

2.2 Laskentapohjan kattavuuden tarkastus

Laskentapohjan laskennan ja mitoituksen kattavuus on tarkastettu ja todettu vaatimusmäärittelyn, suunnitelmien ja toiminta- ja käyttöohjeen mukaiseksi.

3 Lähtötietojen Raja-arvoanalyysi

Tässä luvussa on kuvattu *tuelta lovetun palkin mitoitus 0.2 lähtötietojen* laskennan oikeellisuuden varmennustestitapaukset, niiden odotetut ja saadut tulokset sekä tulkinnat testitapausten onnistumisesta tai epäonnistumisesta.

3.1 Lähtöarvovaihtoehdot

RAJA-ARVO ANALYYSI: Lähtöarvot						
Puutavara:	C24	C32	GL24c	GL32h	KERTO-S	KERTO-T
Aikaluokka:	Hetkellinen	Keskipitkä	Pysyvä			
Käyttöluokka:	1	2	3			
Loven sijainti:	Alapinnassa	Yläpinnassa				
V_d :	-10	-0,1	0	0,1	2	
b:	-10	-0,1	0	0,1	50	
h:	-10	-0,1	0	0,1	200	
h_{eff} :	-10	-0,1	0	0,1	100	
x:	-10	-0,1	0	0,1	75	
x_i :	-10	-0,1	0	0,1	300	

3.2 Puutavara: C24

Testitapaus <1>	Puutavara C24			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	0,55	0,55
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	0,6	0,6
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	2,5	2,5
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,43	1,43
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	76 %	76 %
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	100			
x:	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.3 Puutavara: C32

Testitapaus <2>	Puutavara C32			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C32	K_v	0,55	0,55
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	0,6	0,6
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	3	3
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,71	1,71
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	63 %	63 %
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	100			
x:	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.4 Puutavara: GL24c

Testitapaus <3>	Puutavara GL24c			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	GL24c	K_v	0,72	0,72
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	0,6	0,6
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	2,2	2,2
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,47	1,47
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	57 %	57 %
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	100			

x:	75		
x _i :	300		
Lopullinen tulos:		Onnistunut	
Suorituksen tai tuloksen selitys:			

3.5 Puutavara: GL32h

Testitapaus <4>	Puutavara GL32h			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	GL32h	K _v	0,72	0,72
Aikaluokka:	Keskipitkä	T _d	0,6	0,6
Käyttöluokka:	2	f _{v,k}	3,8	3,8
Loven sijainti:	Alapinnassa	f _{v,d}	2,53	2,53
V _d :	2	T _d / (K _v * f _{v,d})	33 %	33 %
b:	50			
h:	200			
h _{eff} :	100			
x:	75			
x _i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.6 Puutavara: Kerto-S

Testitapaus <5>	Puutavara Kero-S			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	Kerto-S	K _v	0,66	0,66
Aikaluokka:	Keskipitkä	T _d	0,6	0,6

Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	4,1	4,1
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	2,73	2,73
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	33 %	33 %
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	100			
x:	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.7 Puutavara: Kerto-T

Testitapaus <6>	Puutavara Kerto-T			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	Kerto-T	K_v	0,5	0,5
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	0,6	0,6
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	2,4	2,4
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,6	1,6
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	75 %	75 %
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	100			
x:	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.8 Aikaluokka: Hetkellinen

Testitapaus <7>	Aikaluokka: Hetkellinen			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	0,55	0,55
Aikaluokka:	Hetkellinen	T_d	0,6	0,6
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	2,5	2,5
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,96	1,96
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	55 %	55 %
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	100			
x:	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.9 Aikaluokka: Keskipitkä

Testitapaus <1>

3.10 Aikaluokka: Pysyvä

Testitapaus <9>	Aikaluokka: pysyvä			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	0,55	0,55
Aikaluokka:	Pysyvä	T_d	0,6	0,6
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	2,5	2,5
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,07	1,07
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	101 %	101 %
b:	50			
h:	200			

h_{eff} :	100		
x :	75		
x_i :	300		
Lopullinen tulos:		Onnistunut	
Suorituksen tai tuloksen selitys:			

3.11 Käyttöluokka: 1

Testitapaus <10>	Käyttöluokka 1			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	0,55	0,55
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	0,6	0,6
Käyttöluokka:	1	$f_{v,k}$	2,5	2,5
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,43	1,43
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	76 %	76 %
b :	50			
h :	200			
h_{eff} :	100			
x :	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.12 Käyttöluokka: 2

Testitapaus <1>

3.13 Käyttöluokka: 3

Testitapaus <12>	Käyttöluokka 3		
Lähtötiedot:		Tulokset:	

Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	0,55	0,5
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	0,6	0,6
Käyttöluokka:	3	$f_{v,k}$	2,5	2,5
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,16	1,16
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	93 %	93 %
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	100			
x:	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.14 Loven sijainti alapinnassa

Testitapaus <1>

3.15 Loven sijainti yläpinnassa

Testitapaus <14>	Loven sijainti yläpinnassa			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	1	1
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	0,6	0,6
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	2,5	2,5
Loven sijainti:	Yläpinnassa	$f_{v,d}$	1,43	1,43
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	42 %	42 %
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	100			
x:	75			
x_i :	300			

Lopullinen tulos:	Onnistunut	
Suorituksen tai tuloksen selitys:		

3.16 Merkittävästi pienempi V_d arvo kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <15>	Merkittävästi pienempi leikkausvoiman arvo kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	VIRHE	VIRHE
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	-	-
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	-	-
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	-	-
V_d :	-10	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	-	-
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	100			
x:	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.17 Juuri ja juuri pienempi V_d arvo kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <16>	Juuri ja juuri pienempi leikkausvoiman arvo kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	VIRHE	VIRHE
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	-	-
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	-	-

Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	-	-
V_d :	-0,1	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	-	-
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	100			
x:	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.18 V_d arvo täsmälleen kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <17>	Leikkausvoiman arvo täsmälleen kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	0,55	0,55
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	0	0
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	2,5	2,5
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,43	1,43
V_d :	0	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	0	0
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	100			
x:	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.19 Juuri ja juuri suurempi V_d arvo kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <18>	Juuri ja juuri suurempi leikkausvoiman arvo kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	0,55	0,55
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	0,03	0,03
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	2,5	2,5
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,43	1,43
V_d :	0,1	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	4 %	4 %
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	100			
x:	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.20 V_d perusarvo

Testitapaus <1>

3.21 Merkittävästi pienempi b arvo kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <20>	Merkittävästi pienempi palkin leveyden arvo kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	VIRHE	VIRHE
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	-	-
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	-	-
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	-	-
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	-	-
b:	-10			
h:	200			

h_{eff} :	100		
x :	75		
x_i :	300		
Lopullinen tulos:		Onnistunut	
Suorituksen tai tuloksen selitys:			

3.22 Juuri ja juuri pienempi b arvo kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <21>	Juuri ja juuri pienempi palkin leveyden arvo kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	VIRHE	VIRHE
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	-	-
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	-	-
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	-	-
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	-	-
b :	-0,1			
h :	200			
h_{eff} :	100			
x :	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.23b arvo täsmälleen kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <22>	Palkin leveyden arvo täsmälleen kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	VIRHE	VIRHE

Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	-	-
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	-	-
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	-	-
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	-	-
b:	0			
h:	200			
h_{eff} :	100			
x:	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.24 Juuri ja juuri suurempi b arvo kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <23>	Juuri ja juuri suurempi palkin leveyden arvo kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	0,55	0,55
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	300	300
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	2,5	2,5
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,43	1,43
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	37938 %	37938 %
b:	0,1			
h:	200			
h_{eff} :	100			
x:	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.25 b perusarvo

Testitapaus <1>

3.26 Merkittävästi pienempi h arvo kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <25>	Merkittävästi pienempi palkin korkeuden arvo kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	VIRHE	VIRHE
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	-	-
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	-	-
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	-	-
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	-	-
b:	50			
h:	-10			
h_{eff} :	100			
x:	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.27 Juuri ja juuri pienempi h arvo kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <26>	Juuri ja juuri pienempi palkin korkeuden arvo kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	VIRHE	VIRHE
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	-	-
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	-	-
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	-	-
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	-	-
b:	50			
h:	-0,1			

h_{eff} :	100		
x :	75		
x_i :	300		
Lopullinen tulos:		Onnistunut	
Suorituksen tai tuloksen selitys:			

3.28h arvo täsmälleen kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <27>	Palkin korkeuden arvo täsmälleen kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	VIRHE	VIRHE
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	-	-
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	-	-
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	-	-
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	-	-
b :	50			
h :	0			
h_{eff} :	100			
x :	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.29 Juuri ja juuri suurempi h arvo kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <28>	Juuri ja juuri suurempi palkin korkeuden arvo kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	VIRHE	VIRHE

Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	-	-
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	-	-
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	-	-
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	-	-
b:	50			
h:	0,1			
h_{eff} :	100			
x:	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.30h perusarvo

Testitapaus <1>

3.31 Merkittävästi pienempi h_{eff} arvo kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <30>	Merkittävästi pienempi palkin korkeuden arvo lovetussa päässä kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	VIRHE	VIRHE
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	-	-
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	-	-
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	-	-
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	-	-
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	-10			
x:	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		

Suorituksen tai tuloksen selitys:	
--	--

3.32 Juuri ja juuri pienempi h_{eff} arvo kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <31>	Juuri ja juuri pienempi palkin korkeuden arvo lovetussa päässä kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	VIRHE	VIRHE
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	-	-
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	-	-
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	-	-
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	-	-
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	-0,1			
x:	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.33 h_{eff} arvo täsmälleen kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <32>	Palkin korkeuden arvo lovetussa päässä täsmälleen kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	VIRHE	VIRHE
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	-	-
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	-	-
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	-	-

V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	-	-
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	0			
x:	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.34 Juuri ja juuri suurempi h_{eff} arvo kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <33>	Juuri ja juuri suurempi palkin korkeuden arvo lovetussa päässä kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	0,03	0,03
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	600	600
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	2,5	2,5
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,43	1,43
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	1396712 %	1396712 %
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	0,1			
x:	75			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.35 h_{eff} perusarvo

Testitapaus <1>

3.36 Merkittävästi pienempi x arvo kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <35>	Merkittävästi pienempi tukireaktion ja loven nurkan välisen etäisyyden arvo kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	VIRHE	VIRHE
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	-	-
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	-	-
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	-	-
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	-	-
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	100			
x:	-10			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.37 Juuri ja juuri pienempi x arvo kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <36>	Juuri ja juuri pienempi tukireaktion ja loven nurkan välisen etäisyyden arvo kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	VIRHE	VIRHE
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	-	-
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	-	-
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	-	-
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	-	-
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	100			
x:	-0,1			

x_i :	300		
Lopullinen tulos:		Onnistunut	
Suorituksen tai tuloksen selitys:			

3.38 x arvo täsmälleen kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <37>	Tukireaktion ja loven nurkan välisen etäisyyden arvo täsmälleen kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	VIRHE	VIRHE
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	-	-
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	-	-
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	-	-
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	-	-
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	100			
x:	0			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.39 Juuri ja juuri suurempi x arvo kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <38>	Juuri ja juuri suurempi tukireaktion ja loven nurkan välisen etäisyyden arvo kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	0,99	0,99
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	0,6	0,6

Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	2,5	2,5
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,43	1,43
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	42 %	42 %
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	100			
x:	0,1			
x_i :	300			
Lopullinen tulos:			Onnistunut	
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.40x perusarvo

Testitapaus <1>

3.41 Merkittävästi x_i arvo kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <40>	Merkittävästi pienempi loven viisteen arvo kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	VIRHE	VIRHE
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	-	-
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	-	-
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	-	-
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	-	-
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	100			
x:	75			
x_i :	-10			
Lopullinen tulos:			Onnistunut	
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.42 Juuri ja juuri pienempi x_i arvo kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <41>	Juuri ja juuri pienempi loven viisteen arvo kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	VIRHE	VIRHE
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	-	-
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	-	-
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	-	-
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	-	-
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	100			
x:	75			
x_i :	-0,1			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.43 x_i arvo täsmälleen kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <42>	Loven viisteen arvo täsmälleen kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	0,39	0,39
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	0,6	0,6
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	2,5	2,5
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,43	1,43
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	107 %	107 %
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	100			

x:	75		
x_i :	0		
Lopullinen tulos:		Onnistunut	
Suorituksen tai tuloksen selitys:			

3.44 Juuri ja juuri suurempi x_i arvo kuin arvovälin alaraja

Testitapaus <43>	Juuri ja juuri suurempi loven viisteen arvo kuin arvovälin alaraja			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	0,39	0,39
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	0,6	0,6
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	2,5	2,5
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,43	1,43
V_d :	2	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	107 %	107 %
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	100			
x:	75			
x_i :	0,1			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

3.45 x_i perusarvo

Testitapaus <1>

4 Tarkastusehtojen Raja-arvoanalyysi

Tässä luvussa on kuvattu *tuelta lovetun palkin mitoitus 0.2 tarkastusehtojen* laskennan oikeellisuuden varmennustestitapaukset, niiden odotettua ja saadut tulokset sekä tulkinnat testitapausten onnistumisesta tai epäonnistumisesta.

4.1 Lähtöarvovaihtoehdot

RAJA-ARVO ANALYYSI: Tarkastusehdot						
Puutavara:	C24					
Aikaluokka:	Keskipitkä					
Käyttöluokka:	2					
Loven sijainti:	Alapinnassa					
V_d :	1,5	2,4	8,1			
b:	50					
h:	190	200	350			
h_{eff} :	22	100	144	154	170,1	175
x:	74	75				
x_i :	200					
K_v :	0,3	0,9	1	1,1	1,9	
Käyttöaste:	30 %	99 %	100 %	101 %	1396712 %	

4.2 Toisaalla olevat testitapaukset

<3.10> <9> <Aikaluokka: pysyvä>

<3.15> <14> <Loven sijainti yläpinnassa>

<3.36> <35> <Merkittävästi pienempi x arvo kuin arvovälin alaraja>

<3.44> <43> <Juuri ja juuri suurempi x_i arvo kuin arvovälin alaraja>

4.3 Merkittävästi pienempi K_v arvo kuin arvovälin raja-arvo

Testitapaus <45>	Merkittävästi pienempi lovetun palkin pienennys kertoimen arvo kuin arvovälin raja-arvo			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	0,3	0,3
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	2,05	2,05
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	2,5	2,5
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,43	1,43
V_d :	1,5	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	483 %	483 %
b:	50			
h:	350			

h_{eff} :	22			
x :	75			
x_i :	200			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

4.4 Juuri ja juuri pienempi K_v arvo kuin arvovälin raja-arvo

Testitapaus <46>	Juuri ja juuri pienempi lovetun palkin pienennys kertoimen arvo kuin arvovälin raja-arvo			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	0,9	0,9
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	0,29	0,29
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	2,5	2,5
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,43	1,43
V_d :	1,5	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	23 %	23 %
b :	50			
h :	200			
h_{eff} :	154			
x :	75			
x_i :	200			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

4.5 K_v arvo täsmälleen sama kuin arvovälin raja-arvo

Testitapaus <14>

4.6 Juuri ja juuri suurempi K_v arvo kuin arvovälin raja-arvo

Testitapaus <35>

4.7 Merkittävästi suurempi K_v arvo kuin arvovälin raja-arvo

Testitapaus <49>	Merkittävästi suurempi lovetun palkin pienennys kertoimen arvo kuin arvovälin raja-arvo			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	1,9 eli 1	1
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	0,26	0,26
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	2,5	2,5
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,43	1,43
V_d :	1,5	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	18 %	18 %
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	175			
x:	74			
x_i :	200			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

4.8 Merkittävästi pienempi $T_d / (K_v * f_{v,d})$ arvo kuin arvovälin raja-arvo

Testitapaus <50>	Merkittävästi pienempi lovetun palkin käyttöasteen arvo kuin arvovälin raja-arvo			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	0,74	0,74
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	0,31	0,31
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	2,5	2,5
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,43	1,43
V_d :	1,5	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	30 %	30 %
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	144			
x:	75			

x _i :	200		
Lopullinen tulos:		Onnistunut	
Suorituksen tai tuloksen selitys:			

4.9 Juuri ja juuri pienempi $T_d / (K_v * f_{v,d})$ arvo kuin arvovälin raja-arvo

Testitapaus <51>	Juuri ja juuri pienempi lovetun palkin käyttöasteen arvo kuin arvovälin raja-arvo			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	0,51	0,51
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	0,72	0,72
Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	2,5	2,5
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,43	1,43
V_d :	2,4	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	99 %	99 %
b:	50			
h:	190			
h_{eff} :	100			
x:	75			
x _i :	200			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

4.10 $T_d / (K_v * f_{v,d})$ arvo täsmälleen sama kuin arvovälin raja-arvo

Testitapaus <52>	Lovetun palkin käyttöasteen arvo täsmälleen sama kuin arvovälin raja-arvo			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	1	1
Aikaluokka:	Keskipitkä	T_d	1,43	1,43

Käyttöluokka:	2	$f_{v,k}$	2,5	2,5
Loven sijainti:	Alapinnassa	$f_{v,d}$	1,43	1,43
V_d :	8,1	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	100 %	100 %
b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	170,1			
x:	75			
x_i :	200			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

4.11 Juuri ja juuri suurempi $T_d / (K_v * f_{v,d})$ arvo kuin arvovälin raja-arvo

Testitapaus <9>

4.12 Merkittävästi suurempi $T_d / (K_v * f_{v,d})$ arvo kuin arvovälin raja-arvo

Testitapaus <43>

Kombinaatiotestaus

Tässä luvussa on kuvattu *tuelta lovetun palkin mitoitus 0.2* laskennan oikeellisuuden *kombinaatiotestauksen* varmennustestitapaukset, niiden odotetut ja saadut tulokset sekä tulkinnat testitapausten onnistumisesta tai epäonnistumisesta.

4.13 Lähtöarvovaihtoehdot

RAJA-ARVO ANALYYSI: Kombinaatiot	
Puutavara:	C24
Aikaluokka:	Keskipitkä
Käyttöluokka:	2
Loven sijainti:	Alapinnassa
V_d :	10
b:	50
h:	200
h_{eff} :	175
x:	74
x_j :	200
K_v :	yli
Käyttöaste:	yli

4.14 Toisaalla olevat testitapaukset

<3.2> <1> <Puutavara C24>

<3.10> <9> <Aikaluokka: pysyvä>

<4.7> <49> < Merkittävästi suurempi K_v arvo kuin arvovälin raja-arvo >

4.15 K_v yli, $T_d / (K_v * f_{v,d})$ ali

Testitapaus <49>

4.16 K_v yli, $T_d / (K_v * f_{v,d})$ yli

Testitapaus <56>	K _v yli, T _d / (K _v * f _{v,d}) yli			
Lähtötiedot:		Tulokset:		
Nimi	Arvo	Nimi	Odotettu tulos	Saatu tulos
Puutavara:	C24	K_v	1,9 eli 1	1
Aikaluokka:	Keskipitkä	$T_d / (K_v * f_{v,d})$	120 %	120 %
Käyttöluokka:	2			
Loven sijainti:	Alapinnassa			
V_d :	10			

b:	50			
h:	200			
h_{eff} :	175			
x:	74			
x_i :	200			
Lopullinen tulos:		Onnistunut		
Suorituksen tai tuloksen selitys:				

4.17 K_v ali, $T_d / (K_v * f_{v,d})$ yli

Testitapaus <9>

4.18 K_v ali, $T_d / (K_v * f_{v,d})$ ali

Testitapaus <1>

5 Varmennustestauksen Vakuutus

Tässä dokumentissa on SKOL:n Eurocode-hankkeen puu-toimialaryhmän alaisuudessa toteutetun *tuelta lovetun palkin mitoitus, 0.2-laskentapohjan laskennan oikeellisuuden varmennustestien suoritetut testitapaukset ja niiden tulosten analysointi*.

Lähtötietojen raja-arvoanalyysin testitapauksia on: <44> kpl

näistä *epäonnistuneita* testitapauksia on: <0> kpl

Tarkastusehtojen raja-arvoanalyysin testitapauksia on: <10> kpl

näistä *epäonnistuneita* testitapauksia on: <0> kpl

Kombinaatiotestauksen testitapauksia on: <4> kpl

näistä *epäonnistuneita* testitapauksia on: <0> kpl

Tuelta lovetun palkin 0.2 -laskentapohjan laskenta ja mitoitus tapahtuu laskentateorioiden ja -perusteiden mukaisesti oikein.

Laskentapohja kattavuus tarkastettu: 13.10.2009

Laskentapohjan oikeellisuuden varmennustestit suunniteltu: 14.10.2009-16.10.2009

Laskentapohjan oikeellisuuden varmennustestit suoritettu: 17.10.2009 - 27.10.2009

Varmennustestien suunnittelija ja suorittaja: Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu

Varmennustestien suunnittelijat ja suorittajat: Teemu Pirinen

SKOL:n Eurocode-hankkeen < toimialaryhmän nimi > -toimialaryhmän vetäjä: < nimi >

< Paikka ja raportin hyväksymispäiväys >