VANERIKÄSIKIRJA

UPM
PL 203 (Niemenkatu 16)
15141 LAHTI
Puh. 0204 15 113
Fax 0204 15 112
www.upm-kymmene.fi
www.wisa.fi

VANERIKÄSIKIRJA

® METSÄTEOLLISUUS RY
Kirjapaino Markprint Oy, Lahti, 2006

Metsäteollisuus ry ja käsikirjassa mainitut vanerinvalmistajat pidättävät yksinoikeuden tämän käsikirjan käyttöön. Käsikirjan tekijät eivät kuitenkaan voi taata annettujen tietojen virheettömyyttä eivätkä vastata annettujen tietojen käyttämisestä aiheutuvista mahdollisista vahingoista.

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT

1 SUOMALAINEN VANERI
Puu, vanerin tärkein raaka-aine 1.1
Liima 1.2
Laatu ja turvallisuus 1.3
Metsät ja ympäristö 1.4

2 SUOMALAISET VANERITUOTTEET
Vakiovanereiden rakenteet 2.1
Vakiovanereiden laatuluokat 2.2
Pinnoitetut vanerit 2.3
Mitat ja toleranssit 2.4

3 SUOMALAISEN VANERIN TEKNISET OMINAISUUDET
Mekaaniset ominaisuudet 3.1
Kosteuskäyttäytyminen 3.2
Biologinen kestävyys 3.3
Lämpötekniset ominaisuudet 3.4
Palotekniset ominaisuudet 3.5
Ääneneristävyys 3.6
Formaldehydiemissio 3.7
Kemiallinen kestävyys 3.8

4 MITOITUS
Yleistä 4.1
Rakennusten katot 4.2
Rakennusten lattiat 4.3
Ajoneuvojen lattiat 4.4
Betonimuotit 4.5

5 OHJEITA
Käyttökohteet 5.1
Kuljetus 5.2
Käsittely 5.3
Varastointi 5.4
Vanerin hävittäminen 5.5
CE-merkintä 5.6
EN-standardit 5.7

ALKUSANAT

Yhdenmukaisen eurooppalaisen tuotehyväksynnän (CE-merkintä) ja puurakenteiden eurooppalaisen suunnitteluohjeen (Eurocode 5) käyttöönotto on antanut aihetta suomalaisen vanerikäsikirjan uudistamiselle. Uudistetun käsikirjan ovat laatineet yhteistyössä Metsäteollisuus ry sekä suomalaiset vanerinvalmistajat Schauman Wood Oy, Finnforest Oyj, Koskisen Oy ja Visuvesi Oy. Tämä käsikirja korvaa aiemman, Suomen Vaneriyhdistys ry:n vuonna 1991 julkaiseman käsikirjan Handbook of Finnish Plywood.

Tämä käsikirja on laadittu vanerin eurooppalaisten EN-standardien ja puurakenteiden eurooppalaisten suunnitteluohjeiden mukaiseksi. Käsikirjassa esitettyjen vakiorakenteiden lisäksi vanerinvalmistajilla voi olla käytössään yrityskohtaisia erikoisrakenteita.

SUOMALAINEN VANERI 1

Osaaminen suomalaisessa vaneriteollisuudessa on yli sadan viime vuoden aikana kehittynyt tasolle, jolla on saavutettu asema Euroopan johtavana vanerinvalmistajana. Suomalainen jalostettu koivuvaneri on yksi kehittyneimmistä puupohjaisista levytuotteista, jota voidaan käyttää vaativissa kohteissa rakennus- tai kuljetusvälineteollisuudessa sekä muissa teollisissa erikoiskäyttökohteissa. Toinen suomalaisen vanerin raaka-aine on kuusi. Teollisuus on kehittänyt viime vuosikymmeninä entistä tehokkaampaa ja ympäristöystävällisempää teknologiaa korkealaatuisen havuvanerin valmistukseen. Havuvanerin pääkäyttökohde on rakennusteollisuus.

1.1 PUU, VANERIN TÄRKEIN RAAKA-AINE

Vanerin tärkein raaka-aine on uusiutuva luonnonvara - puu. Suomalainen koivu (*Betula pendula*) ja kuusi (*Picea abies*) ovat tärkeimmät vanerin valmistuksessa käytettävät puulajit. Suomalaisessa ilmastossa puu kasvaa hitaasti, minkä ansiosta raaka-aine on tiheäsyistä ja tasalaatuista.

Koivu on rakenteeltaan tasaista ja lujaa, minkä ansiosta sen sorvattavuus ja liimattavuus ovat huippuluokkaa. Kuusi on koivua kevyempi ja edullisempi raaka-aine, jota käytetään havuvanerissa tai combi-rakenteissa yhdessä koivuviilujen kanssa.

1.2 LIIMA

Suurin osa suomalaisista ristiinliimatuista vanerituotteista on valmistettu käyttäen fenoli-formaldehydiliimaa. Tämä liimausmenetelmä mahdollistaa tuotteiden käyttämisen märissäkin ulko-olosuhteissa (käyttöluokka 3). Levyjen pitää tällöin olla kuitenkin huolellisesti pinnoitetut ja reunasuojatut. Pieni osa vanerituotannosta tehdään ureaformaldehydiliimoja käyttäen. Nämä tuotteet soveltuvat käyttäväksi vain kuivissa (käyttöluokka 1) tai kosteissa (käyttöluokka 2) olosuhteissa.

Fenoli-formaldehydiliimattu vaneri täyttää eurooppalaisen standardin EN-314-2: luokka 3 (exterior) vaatimukset. Toisinaan voidaan lisäksi viitata kansallisiinkin standardeihin, kuten DIN 68705: BFU 100 tai BS 6566: WBP.

Suomalaisesta fenoli-formaldehydiliimatusta vanerista erittyy erittäin vähäisiä määriä formaldehydiä ympäristöön. Urea-formaldehydiliimatun vanerin emissiot ovat hieman suurempia, mutta edelleenkin selvästi alle EN-standardeissa formaldehydipäästöille ja -pitoisuuksille asetettujen tiukimpienkin vaatimusten.

1.3 LAATU JA TURVALLISUUS

Suomalaiset vanerinvalmistajat noudattavat toiminnassaan laatujärjestelmiä. Tuotteen laatua tarkkaillaan valmistusprosessin jokaisessa vaiheessa. Mitattavia ominaisuuksia ovat esimerkiksi viilun paksuus, liiman levitysmäärä, vanerin paksuus ja liimasauman kestävyys. Valmistajien sisäisen laadunvarmistuksen lisäksi suomalainen vaneri kuuluu VTT:n (Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus) tiukan laadunvalvontaohjelman piiriin. Suomalainen vanerituote ja sen valmistusprosessi täyttävät eurooppalaisten EN-standardien vaatimukset.

Suomalainen teollisuustuotanto on edistyksellinen monella eri tavalla. Samalla kun valmistusteknologiaa ja tehokkuutta on jatkuvasti parannettu, myös tuotteiden ja prosessien turvallisuutta on kehitetty. Tehtaiden turvallisuuteen liittyvät perusvaatimukset ovat viranomaisten asettamat ja he myös seuraavat niiden noudattamista. Johtamisjärjestelmät, joiksi voidaan lukea laatu-, turvallisuus- ja ympäristöjärjestelmät, varmistavat tuotannon jatkuvan, turvallisen, korkealaatuisen ja tehokkaan kehittämisen.

Useimmilla suomalaisilla vanerinvalmistajilla on sertifioidut ISO 9000- ja ISO 14001-standardien mukaiset laatu- ja ympäristöjärjestelmät.

1.4 METSÄT JA YMPÄRISTÖ

Suomessa on 23 miljoonaa hehtaaria metsää ja se peittää kaksi kolmasosaa maan pinta-alasta. Metsä luetaan maamme tärkeimmäksi raaka-ainelähteeksi. Aktiivinen ja suunnitelmallinen metsänhoito alkoi Suomessa jo 1800-luvulla, mikä loi pohjan menestyvälle metsäteollisuudelle. Kestävää kehitystä painottavan metsätalouden ansiosta puuston vuotuinen kasvu ylittää korjatun puun määrän. Kokonaispuumäärä kasvavissa talousmetsissä on noin 1,9 miljardia kuutiometriä. Tehokas metsätalous yhdistettynä aikaiseen pioneerityöhön puu- ja paperiteollisuudessa ovat mahdollistaneet Suomen nykyisen aseman yhtenä maailman johtavista metsäteollisuusmaista. Metsäteollisuuden osuus Suomen viennistä on noin yksi kolmasosa.

Perheiden omistamilla yksityismetsillä on merkittävä asema suomalaisessa metsätaloudessa. Kolme neljäsosaa metsäteollisuuden käyttämästä puusta tulee yksityismetsistä. Joka viides suomalaisperhe omistaa metsää. Pysyvän raaka-ainelähteen turvaamiseksi on metsänhoidolle asetettu toinenkin tavoite: metsien säilyttäminen pysyvänä kasvupaikkana monimuotoiselle eläin- ja kasvikunnalle. Suomalaisen metsänhoidon tuloksena

DET NORSKE VERITAS

QUALITY SYSTEM CERTIFICATE

CERTIFICATE

This is to certify that

THE QUALITY SYSTEM

has been found to conform to the Quality System Standard
ISO 9001 ed. 1994

This Certificate is valid for the following product or service ranges

MARKETING, SALES, PRODUCT DEVELOPMENT AND MANUFACTURING OF STANDARD AND PROCESSED PLYWOODS AND VENEERS

Place and date
Helsinki, 1 December 1999

This Certificate is valid until
30 November 2002

for the Accredited Certification Body
DNV Certification OY/AB

Original Certificates so issued between 2 February 1995 and 10 February 1999

Aila Vallilla
Management Representative

Certification has been performed by Lead Auditor
Kimmo Haavala

metsien kyky sitoa itseensä hiilidioksidia on parantunut koko ajan estäen näin osaltaan kasvihuoneilmiön etenemistä.

METSIEN SERTIFIOINTI

Kansallinen metsäsertifiointijärjestelmä FFCS (The Finnish Forest Certification System) on parhaiten suomalaiseen metsätalouteen soveltuva metsien sertifiointijärjestelmä. Puolueettoman kolmannen osapuolen myöntämä sertifikaatti kertoo luotettavasti, että metsiä hoidetaan kestävän kehityksen periaatteiden mukaisesti. FFCS ei ole yksistään tuotteeseen liitettävä ympäristömerkki, vaan se voi toimia myös osana kansainvälistä ympäristömerkkijärjestelmää.

Suomalaisella FFCS-metsäsertifiointijärjestelmällä on yleiseurooppalaisen PEFC-järjestelmän (The Pan European Forest Certification) hyväksyntä. Tuotteeseen tai sen pakkaukseen leimattava ympäristömerkki PEFC kertoo, että tuotteen valmistamiseen käytetyn puuraaka-aineen alkuperä on selvillä ja se tulee FFCS-sertifioidusta metsästä. Tämä edellyttää koko puunhankintaketjun ja tuotteen valmistusprosessin hallintaa.

SUOMALAISET VANERITUOTTEET 2

2.1 VAKIOVANEREIDEN RAKENTEET

Suomalainen vaneri valmistetaan ohuista ristiinliimatuista viiluista. Ristiinliimatun vakiorakenteen lisäksi saatavana on useita suunnattuja erikoisrakenteita vaativaan erityiskäyttöön. Koivu- ja kuusiviilun nimellispaksuus on 1.4 mm. Paksuviiluisen havuvanerin viilunpaksuudet ovat 2.0 - 3.2 mm.

SUOMALAISET VAKIOVANERIT OVAT:

Koivuvaneri: Vaneri, jonka valmistamiseen käytetään ainoastaan koivuviilua.

Combivaneri: Pintaviilu ja sen alla oleva ensimmäinen liimaviilu ovat koivua ja sisimmät kerrokset ovat vuorotellen koivu- ja havuviilua.

Peilikuvacombivaneri: Pintaviilut ovat koivua ja sisimmät kerrokset vuorotellen havu- ja koivuviilua.

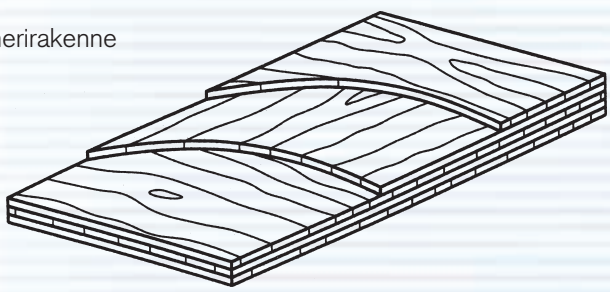
Havuvaneri: vaneri, jonka valmistamiseen käytetään ainoastaan havupuuviilua. Pintaviilut ovat joko kuusta tai mäntyä.

2.2 VAKIOVANEREIDEN LAATULUOKAT

Pinnoittamaton suomalainen vakiovaneri luokitellaan pintaviilun laadun perusteella EN 635-normin mukaisesti. Laadun määritelmä perustuu ISO 2426-standardin suosituksiin. Yllä mainittujen vanerien pintalaatujen täydellinen kuvaus löytyy SFS 2413-standardista, joka on osittain tiukempi kuin EN 635 ja erityisesti kehitetty suomalaiselle koivuvanerille.

Vanerin laatuluokka ei vaikuta merkittävästi levyn lujuusominaisuuksiin.

Ristiinliimattu vanerirakenne



SUOMALAISEN KOIVUPINTAVIILUN SFS 2413 NORMIN MUKAISET LAADUT

B (I) Helmioksia sallitaan. Muiden oksien ja reikien sallittu läpimitta on 6 mm ja oksasumma 12 mm/m^2. Hiushalkeamia sallitaan enintään yksi pituudeltaan 100 mm levyn leveysmetriä kohti. Pieniä värivikoja ja värijuovia sallitaan. Muita vikoja sallitaan hyvin rajoitetusti.

S (II) Helmioksia sallitaan. Terveiden ja kiinteiden oksien sallittu läpimitta on 20 mm ja oksasumma 50 mm/m^2. Muiden oksien ja korjattujen reikien sallittu läpimitta on 10 mm ja oksasumma 25 mm/m^2. Korjattuja 2 mm leveitä ja 200 mm pitkiä avohalkeamia sallitaan enintään yksi levyn leveysmetriä kohti. Hiushalkeamia sallitaan enintään kaksi pituudeltaan 200 mm levyn leveysmetriä kohti. Värivikoja ja värijuovia sallitaan. Yksi puupaikka/m^2 sallitaan.

BB (III) Helmioksia sallitaan. Terveiden oksien sallittu läpimitta on 25 mm ja oksasumma 60 mm/m^2. Muiden oksien ja reikien sallittu läpimitta on 6 mm ja oksasumma 25 mm/m^2. Korjattuja 2 mm leveitä ja 200 mm pitkiä avohalkeamia sallitaan enintään yksi levyn leveysmetriä kohti. Lievää värivikaa, karheutta ja läpihiontaa

Laatu B (I)

Laatu S (II)

Laatu BB (III)

sallitaan. Puupaikkoja sallitaan enintään 3 % pinta-alasta. Läpiliimausta sallitaan enintään 5 % pinta-alasta.

WG (IV) Helmioksia sallitaan. Terveiden oksien sallittu läpimitta on 65 mm ja oksasumma 600 mm/m^2. Muiden oksien ja reikien sallittu läpimitta on 15 mm ja oksasumma 100 mm/m^2. Enintään 4 mm leveitä avohalkeamia sallitaan kaksi levyn leveysmetriä kohti. Värivikaa, värijuovia, karheutta, lievää läpihiontaa ja läpiliimausta sallitaan.

Taulukko 2-1.
Koivupintaisten vanerien pintaviilulaatujen yhdistelmät (B=I, S=II, BB=III ja WG=IV)

B/B	S/S	BB/BB	WG/WG
B/S	S/BB	BB/WG	
B/BB	S/WG		
B/WG			

Laatu WG (IV)

SUOMALAISEN HAVUPINTAVIILUN LAADUT

I Helmioksia sallitaan 3 kpl/m^2. Terveiden ja kiinteiden oksien sallittu läpimitta on 10 mm ja oksasumma 30 mm/m^2. Enintään 3 mm leveät säänkestävästi korjatut avohalkeamat ovat sallittuja. Muita vikoja sallitaan hyvin rajoitetusti. Saatavana vain mäntypintaisena.

II Helmioksia sallitaan rajoituksetta. Terveiden ja kiinteiden oksien sallittu läpimitta on 40 mm. Muiden oksien ja korjaamattomien reikien sallittu läpimitta on 5 mm ja säänkestävästi täytettyinä tai korjattuina 60 mm. Enintään 6 mm leveät korjatut avohalkeamat ovat sallittuja. Lievää värivikaisuutta sallitaan. Paikkoja sallitaan.

III Helmioksien ja terveiden oksien sallittu läpimitta on 50 mm. Muiden oksien ja reikien sallittu läpimitta on 40 ja oksasumma 500 mm/m^2. Enintään 10 mm leveät avohalkeamat ovat sallittuja. Läpihiontaa sallitaan enintään 1 % levyn pinta-alasta. Paikkoja sallitaan. Painaumia, karheutta, kuoppia ja värivikaisuutta sallitaan lievinä.

Laatu I

Laatu II

IV Kaikki oksat ja reiät sallitaan. Halkeamat ja avoimet saumat sallitaan. Kaarna- ja pihkakoloja, värijuovia ja värivikaisuutta sallitaan. Paikkoja, limittymiä, karheutta, läpiliimausta ja läpihiontaa sallitaan.

Taulukko 2-2.
Havupintaisten vanerien pintaviilulaatujen yhdistelmät

I/I	II/II	III/III	IV/IV
I/II	II/III	III/IV	
I/III	II/IV		
I/IV			

Laatu III

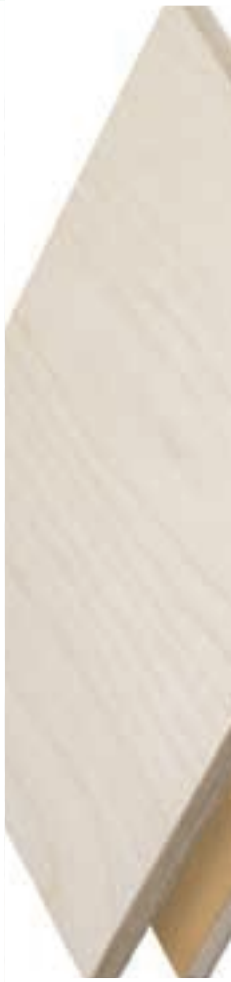
Laatu IV

2.3 PINNOITETUT VANERIT

Koivu-, combi-, peilikuvacombi- ja havuvanerit voidaan päällystää erityyppisillä pinnoitteilla teknisten ominaisuuksien parantamiseksi. Suomen vaneriteollisuuden valmistamien pinnoitettujen vanerien päätyypit ovat seuraavat:

FENOLIFILMIPINTAISET, SILEÄT

Fenolihartsilla impregnoitu filmi puristetaan korkeassa paineessa ja lämpötilassa levyn molemmille pinnoille. Filmipinnoituksen ansiosta vanerilevyt kestävät paremmin kulutusta, kosteutta, kemikaaleja, hyönteisiä ja sienikasvustoa. Levyjen sileä pinta on hygieeninen ja helppo puhdistaa. Vakioväri on tummanruskeaa, mutta levyjä on saatavana myös vaaleanruskeana, vihreänä, keltaisena, harmaana, punaisena tai mustana. Pinnoittamiseen voidaan käyttää myös muita filmejä kuin perinteinen 120 g/m^2. Viimeaikoina ovat yleistyneet 170 g/m^2, 220g/m^2 ja 440 g/m^2 pinnoitteet parempien teknisten ominaisuuksiensa ansiosta. Suojaamalla levyn reunat erikoismaalilla minimoidaan kosteuden pääseminen levyihin.



FENOLIFILMIPINTAISET, LIUKUESTEKUVIOIDUT

Fenolihartsilla impregnoidulla filmillä päällystetyn levyn toiseen tai molempiin pintoihin kuumapuristetaan pinnoituksen yhteydessä liukuestekuvio. Kuvio parantaa oleellisesti pinnan kitkaominaisuuksia. Perinteisen viirapinnan ohella on saatavana laaja valikoima muita kohokuviopintamalleja liukueston parantamiseksi. Myös pinnoitteissa on useita eri vaihtoehtoja.

MAALAUSKALVOPINTAISET

Vanerin pintaan on kuumapuristettu fenolihartsilla impregnoitu maalauspohjakalvo. Kalvolla saadaan aikaan sileä, kestävä maalauspohja. Pinnoite vähentää maalinkulutusta sekä ehkäisee tehokkaasti maalatulle puupinnalle tyypillistä hiushalkeilua. Lopputuloksena saadaan sileä kestävä maalipinta. Levy soveltuu sekä sisä- että ulkokäyttöön. Saatavana myös valmiiksi pohjamaalattuna.

MELAMIINIFILMIPINTAISET

Melamiinihartsilla impregnoidulla filmillä pinnoitetut vanerilevyt soveltuvat siistiä ulkonäköä ja hygieenisyyttä vaativaan käyttöön kuten esim. elintarviketeollisuuden moninaisiin kohteisiin. Yleisimmät pinnoitteiden värit ovat valkoinen ja vaaleanharmaa.

ERIKOISTUOTTEET

Näiden kaikkein yleisimpien pinnoitettujen vanerien lisäksi Suomen vaneriteollisuuden jotkut yritykset valmistavat lukuisia erikoistuotteita. Näihin tuotteisiin kuuluvat maalatut ja värjätyt vanerit, viilutetut vanerit, laminaattipintaiset vanerit, polypropeenikalvolla pinnoitetut vanerit, lasikuituvahvisteisella pinnoitteella päällystetyt vanerit, metalli- ja mineraaliyhdisteillä päällystetyt vanerit sekä äänieristysvaneri.

VIISTEJATKETUT SUURKOOT

Sekä pinnoittamattomia että pinnoitettuja levyjä on saatavana myös jatketussa suurkoossa. Levyn reunat on viistetty pintaviilun syysuunnassa ja levyt on liimattu yhteen suurkooksi erikoisliimalla. Levykoot vaihtelevat vanerityypistä riippuen. Suurin levykoko on 13000 mm x 3000 mm.

TYÖSTETYT LEVYT

Levyt voidaan valmistajan toimesta varustaa asiakkaan haluamilla työstöillä. Reikien poraukset, reunojen profiloinnit ja monet muut piirustusten mukaiset työstöt tehdään käyttämällä modernia CNC-tekniikkaa.

2.4 MITAT JA TOLERANSSIT

KOOT JA PAKSUUDET

10±2 %:N KOSTEUDESSA

Taulukko 2-3. Vakiovanerit

Vaneri					Koivu		Combi, peilikuvacombi		Havu (ohutviiluinen)		Havu (paksuviiluinen)	
Pinta					Koivu		Koivu		Havu		Havu	
Sydän					Koivu		Koivu&havu		Havu		Havu	
Nimellis-paksuus* mm	EN 315:n mukainen paksuustoleranssi mm		Suomalaisen vanerin paksuustoleranssi** mm		Viilujen lukumäärä	Paino*** kg/m²	Viilujen lukumäärä	Paino*** kg/m²	Viilujen lukumäärä	Paino*** kg/m²	Viilujen lukumäärä	Paino*** kg/m²
	min	max	min	max								
4	3.5	4.3	3.5	4.1	3	2.7			3	2.1		
6.5	5.9	6.9	6.1	6.9	5	4.4	5	4.0	5	3.4		
9	8.3	9.5	8.8	9.5	7	6.1	7	5.6	7	4.7	3	4.1
12	11.2	12.6	11.5	12.5	9	8.2	9	7.4	9	6.2	5/4	5.5
15	14.2	15.7	14.3	15.3	11	10.2	11	9.3	11	7.8	5	6.9
18	17.1	18.7	17.1	18.1	13	12.2	13	11.2	13	9.4	7/6	8.3
21	20.0	21.8	20.0	20.9	15	14.3	15	13.0	15	10.9	7	9.7
24	22.9	24.9	22.9	23.7	17	16.3	17	14.9	17	12.5	9/8	11.0
27	25.2	28.4	25.2	26.8	19	18.4	19	16.7	19	14.0	11/9	12.4
30	28.1	31.5	28.1	29.9	21	20.4	21	18.6	21	15.6	13/10	13.8
35	33.5	36.1	33.5	35.5	25	23.8						
40	38.4	41.2	38.8	41.2	29	27.2						
45	43.3	46.4	43.6	46.4	32	30.6						
50	48.1	51.5	48.5	51.5	35	34.0						

Taulukko2-4. Levykoot**

Vakiokoot****, mm x mm
1200 x 1200 / 2400 / 2500 / 3000 / 3600
1220 x 1220 / 2440 / 2500 / 3050 / 3660
1250 x 1250 / 2400 / 2500 / 3000 / 3600
1500 x 1500 / 2400 / 2500 / 3000 / 3600
1525 x 1525 / 2440 / 2500 / 3050 / 3660
2400 x 1200
2440 x 1220
2500 x 1250

Table 2-5. Levyjen mittatoleranssit

Pituus/leveys******, mm	Toleranssi, mm
< 1000	±1
1000….2000	±2
> 2000	±3
EN 315 Levyjen suorakulmaisuus	1 mm/m
EN 314 Reunojen suoruus	1 mm/m

* *Pyynnöstä myös muita paksuuksia.*

** *Nämä toleranssit täyttävät ISO- ja EN-normien vaatimukset ja ovat osittain näitä tiukempia.*

*** *Keskimääräispainot perustuvat viilujen suurimpaan lukumäärään. Koivu 680, combi 620, havu (ohutviiluinen) 520 ja havu (paksuviiluinen) 460 kg/m³.*

**** *Vanerissa pintaviilun syysuunta on ensimmäisen mitan mukainen. Suomalaisessa vanerissa tämä on yleensä vakiovanerin lyhyempi mitta. Havuvanerissa pintaviilun syysuunta voi olla molempien mittojen mukainen.*

***** *Pyynnöstä myös muita kokoja 1900 x 4000 mm saakka. Katso myös luku 2.3 viistejatketut suurkoot.*

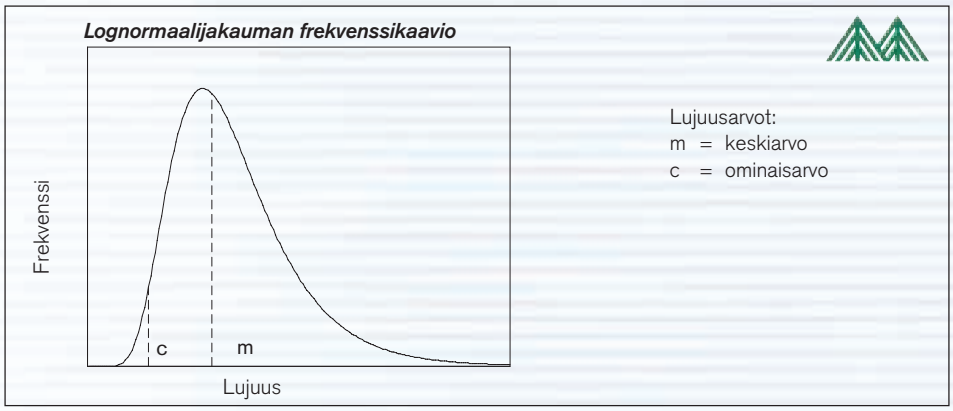
****** *Levyn pituus ja leveys täyttävät toleranssivaatimukset 95 % todennäköisyystasolla.*

SUOMALAISEN VANERIN TEKNISET OMINAISUUDET 3

3.1 MEKAANISET OMINAISUUDET

Mitoituksen lähtötietoina tarvitaan vanerien lujuus-, kimmomoduuli- ja liukumoduuliarvot sekä tiheys ja poikkileikkaustiedot. VTT (Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus) on maamme vaneriteollisuuden toimeksiannosta määrittänyt suomalaisille vanereille edellä mainitut ominaisuudet.

Tutkittavat vanerit kerättiin edustavasti kaikilta Suomen vaneritehtailta. Ennen kokeiden suorittamista levyt ilmastoitiin vakioidussa ilmastointihuoneessa, jossa ilman suhteellinen kosteus oli 65 % ja lämpötila 20°C. Tutkimukset suoritettiin standardin EN 789 mukaisesti. Kokeissa käytetty kuormitusaika oli 5 minuuttia. Koetulosten pohjalta määritettiin ominaisuuksien keski- ja ominaisarvot standardin EN 1058 mukaisesti. Ominaisarvo tarkoittaa koetuloksista saatavaa alempaa 5 %-arvoa.



Samoista levyistä määritettiin taivutusominaisuudet myös standardin EN 310 mukaisesti. Näin saadut taivutuslujuuden arvot ovat EN 789:n mukaisia arvoja suuremmat ja taivutuskimmomoduulin osalta pienemmät. EN 310:n mukaista menetelmää käytetään vain laadunvalvonnassa ja tällä tavoin saatuja arvoja ei saa käyttää minkäänlaisina mitoitusarvoina.

Mitoituslaskelmissa käytettävät vanerien keski- ja ominaistiheydet selviävät taulukosta 3-1. Muissa tarkoituksissa kuten esim. vanerituotteiden kuljetuksen yhteydessä voidaan käyttää muita tiheyksiä.

Hiottujen vanerien rakenteet, paksuudet, poikkileikkausalat, taivutusvastukset ja jäyhyysmomentit esitetään taulukoissa 3-2…3-6. Hiomattomille vanereille taulukon arvot antavat varmalla puolella olevia tuloksia.

Taivutuksen, vedon ja puristuksen keskimääräisten kimmomoduulien ja ominaislujuuksien arvot esitetään taulukoissa 3-2…3-6. Arvot on ilmoitettu sekä vanerin pintaviilujen syiden suunnassa että syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa. Paneeli- ja tasoleikkauksen keskimääräiset liukumoduulin ja ominaislujuuden arvot esitetään taulukoissa 3-7…3-11.

Taulukko 3-1. Suunnittelussa käytettävät vanerien tiheysarvot. Arvot on määritelty ilman 65 %:n suhteellisessa kosteudessa.

Vaneri	Keskitiheys	Ominaistiheys
	kg/m^3	kg/m^3
Koivu, 1.4 mm viilut	680	630
Combi, 1.4 mm viilut	620	560
Havu, ohutviiluinen	520	460
Havu, paksuviiluinen	460	400

Taulukoissa 3-2…3-11 käytetyt merkinnät

t = paksuus	f_t = vetolujuus	G_r = tasoleikkauksen liukumoduuli
A = poikkileikkausala	f_c = puristuslujuus	= koivuviilu levyn poikkisuunnassa
W = taivutusvastus	f_v = paneelileikkauslujuus	= koivuviilu levyn pituussuunnassa
I = jäyhyysmomentti	f_r = tasoleikkauslujuus	= kuusiviilu poikkisuunnassa
∥ = pintaviilujen syiden suunnassa	E_m = taivutuskimmomoduuli	= kuusiviilu pituussuunnassa
⊥ = pintaviilujen syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa	E_t = vetokimmomoduuli	
f_m = taivutuslujuus	E_c = puristuskimmomoduuli	
	G_v = paneelileikkauksen liukumoduuli	

MITOITUKSESSA KÄYTETTÄVÄT HIOTTUJEN VANERIEN RAKENTEET, PAKSUUDET, POIKKIPINTA-ALAT, TAIVUTUS-VASTUKSET JA JÄYHYYSMOMENTIT SEKÄ TAIVUTUS-, VETO- JA PURISTUSOMINAISUUDET. ARVOT LASKETTU KOKO POIKKIPINNALLE

Taulukko 3-2. Koivuvaneri							Ominaislujuus						Keskimääräinen kimmomoduuli			
	Poikkileikkaussuureet						Taivutus		Puristus		Veto		Taivutus		Veto ja puristus	
Rakenne	Nimellis-paksuus	Viilujen lukumäärä	t keskim. mm	A mm^2/mm	W mm^3/mm	I mm^4/mm	$f_{m\parallel}$ N/mm^2	$f_{m\perp}$ N/mm^2	$f_{c\parallel}$ N/mm^2	$f_{c\perp}$ N/mm^2	$f_{t\parallel}$ N/mm^2	$f_{t\perp}$ N/mm^2	$E_{m\parallel}$ N/mm^2	$E_{m\perp}$ N/mm^2	$E_{t/c\parallel}$ N/mm^2	$E_{t/c\perp}$ N/mm^2
|—|	4	3	3.6	3.6	2.16	3.89	65.9	10.6	31.8	20.2	45.8	29.2	16471	1029	10694	6806
|—|—|	6.5	5	6.4	6.4	6.83	21.8	50.9	29.0	29.3	22.8	42.2	32.8	12737	4763	9844	7656
|—|—|—|	9	7	9.2	9.2	14.1	64.9	45.6	32.1	28.3	23.7	40.8	34.2	11395	6105	9511	7989
|—|...|—|	12	9	12.0	12.0	24.0	144	42.9	33.2	27.7	24.3	40.0	35.0	10719	6781	9333	8167
|—|...|—|	15	11	14.8	14.8	36.5	270	41.3	33.8	27.4	24.6	39.5	35.5	10316	7184	9223	8277
|—|...|—|	18	13	17.6	17.6	51.6	454	40.2	34.1	27.2	24.8	39.2	35.8	10048	7452	9148	8352
|—|...|—|	21	15	20.4	20.4	69.4	707	39.4	34.3	27.0	25.0	39.0	36.0	9858	7642	9093	8407
|—|...|—|	24	17	23.2	23.2	89.7	1041	38.9	34.4	26.9	25.1	38.8	36.2	9717	7783	9052	8448
|—|...|—|	27	19	26.0	26.0	113	1465	38.4	34.5	26.8	25.2	38.7	36.3	9607	7893	9019	8481
|—|...|—|	30	21	28.8	28.8	138	1991	38.1	34.6	26.7	25.3	38.5	36.5	9519	7981	8993	8507
|—|...|—|	35	25	34.4	34.4	197	3392	37.6	34.7	26.6	25.4	38.4	36.6	9389	8111	8953	8547
|—|...|—|	40	29	40.0	40.0	267	5333	37.2	34.7	26.5	25.5	38.3	36.8	9296	8204	8925	8575
|—|...|—|	45	32	44.2	44.2	326	7196	37.0	34.7	26.5	25.5	38.2	36.8	9259	8241	8914	8586
|—|...|—|	50	35	48.4	48.4	390	9448	36.8	34.8	26.4	25.6	38.1	36.9	9198	8302	8895	8605

Taulukko 3-3. Combivaneri							Ominaislujuus						Keskimääräinen kimmomoduuli			
	Poikkileikkaussuureet						Taivutus		Puristus		Veto		Taivutus		Veto ja puristus	
Rakenne	Nimellis-paksuus	Viilujen lukumäärä	t keskim. mm	A mm^2/mm	W mm^3/mm	I mm^4/mm	$f_{m\parallel}$ N/mm^2	$f_{m\perp}$ N/mm^2	$f_{c\parallel}$ N/mm^2	$f_{c\perp}$ N/mm^2	$f_{t\parallel}$ N/mm^2	$f_{t\perp}$ N/mm^2	$E_{m\parallel}$ N/mm^2	$E_{m\perp}$ N/mm^2	$E_{t/c\parallel}$ N/mm^2	$E_{t/c\perp}$ N/mm^2
|—|—|	6.5	5	6.4	6.4	6.83	21.8	50.8	29.0	24.5	22.8	19.1	32.8	12690	4763	8859	7656
|—|—|—|	9	7	9.2	9.2	14.1	64.9	43.9	32.1	22.5	23.7	17.5	34.2	10983	6105	8141	7989
|—|...|—|	12	9	12.0	12.0	24.0	144	40.0	33.2	21.5	24.3	16.7	35.0	10012	6781	7758	8167
|—|...|—|	15	11	14.8	14.8	36.5	270	37.5	33.8	20.8	24.6	16.2	35.5	9386	7184	7520	8277
|—|...|—|	18	13	17.6	17.6	51.6	454	35.8	34.1	20.4	24.8	15.8	35.8	8950	7452	7358	8352
|—|...|—|	21	15	20.4	20.4	69.4	707	34.5	34.3	20.0	25.0	15.6	36.0	8628	7642	7240	8407
|—|...|—|	24	17	23.2	23.2	89.7	1041	32.9	34.4	19.8	25.1	15.4	36.2	8381	7783	7151	8448
|—|...|—|	27	19	26.0	26.0	113	1465	31.2	34.5	19.6	25.2	15.3	36.3	8185	7893	7081	8481
|—|...|—|	30	21	28.8	28.8	138	1991	29.9	34.6	19.5	25.3	15.1	36.5	8026	7981	7024	8507

Taulukko 3-4. Peilikuvacombivaneri							Ominaislujuus						Keskimääräinen kimmomoduuli			
	Poikkileikkaussuureet						Taivutus		Puristus		Veto		Taivutus		Veto ja puristus	
Rakenne	Nimellis-paksuus	Viilujen lukumäärä	t keskim. mm	A mm^2/mm	W mm^3/mm	I mm^4/mm	$f_{m\parallel}$ N/mm^2	$f_{m\perp}$ N/mm^2	$f_{c\parallel}$ N/mm^2	$f_{c\perp}$ N/mm^2	$f_{t\parallel}$ N/mm^2	$f_{t\perp}$ N/mm^2	$E_{m\parallel}$ N/mm^2	$E_{m\perp}$ N/mm^2	$E_{t/c\parallel}$ N/mm^2	$E_{t/c\perp}$ N/mm^2
|—|—|	6.5	5	6.4	6.4	6.83	21.8	50.9	16.6	29.3	15.8	42.2	12.3	12737	3538	9844	5688
|—|—|—|	9	7	9.2	9.2	14.1	64.9	45.6	18.3	28.3	16.4	40.8	12.8	11395	4535	9511	5935
|—|...|—|	12	9	12.0	12.0	24.0	144	42.9	19.0	27.7	16.8	40.0	13.1	10719	5037	9333	6067
|—|...|—|	15	11	14.8	14.8	36.5	270	41.3	19.3	27.4	17.0	39.5	13.2	10316	5337	9223	6149
|—|...|—|	18	13	17.6	17.6	51.6	454	40.2	19.5	27.2	17.2	39.2	13.4	10048	5536	9148	6205
|—|...|—|	21	15	20.4	20.4	69.4	707	39.4	19.6	27.0	17.3	39.0	13.5	9858	5677	9093	6245
|—|...|—|	24	17	23.2	23.2	89.7	1041	38.9	19.7	26.9	17.4	38.8	13.5	9717	5782	9052	6276
|—|...|—|	27	19	26.0	26.0	113	1465	38.4	19.7	26.8	17.4	38.7	13.6	9607	5863	9019	6300
|—|...|—|	30	21	28.8	28.8	138	1991	38.1	19.8	26.7	17.5	38.5	13.6	9519	5928	8993	6319

Taulukko 3-5. Havuvaneri, ohutviiluinen							Ominaislujuus						Keskimääräinen kimmomoduuli			
	Poikkileikkaussuureet						Taivutus		Puristus		Veto		Taivutus		Veto ja puristus	
Rakenne	Nimellis-paksuus	Viilujen lukumäärä	t keskim.	A	W	I	$f_{m\parallel}$	$f_{m\perp}$	$f_{c\parallel}$	$f_{c\perp}$	$f_{t\parallel}$	$f_{t\perp}$	$E_{m\parallel}$	$E_{m\perp}$	$E_{t/c\parallel}$	$E_{t/c\perp}$
	mm		mm	mm^2/mm	mm^3/mm	mm^4/mm	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2
|—|	4	3	3.6	3.6	2.16	3.89	37.6	6.0	22.0	14.0	17.1	10.9	12235	765	7944	5056
|—|—|	6.5	5	6.4	6.4	6.83	21.8	29.1	16.6	20.3	15.8	15.8	12.3	9462	3538	7313	5688
|—|—|—|	9	7	9.2	9.2	14.1	64.9	26.0	18.3	19.6	16.4	15.2	12.8	8465	4535	7065	5935
|—|...|—|	12	9	12.0	12.0	24.0	144	24.5	19.0	19.2	16.8	14.9	13.1	7963	5037	6933	6067
|—|...|—|	15	11	14.8	14.8	36.5	270	23.6	19.3	19.0	17.0	14.8	13.2	7663	5337	6851	6149
|—|...|—|	18	13	17.6	17.6	51.6	454	23.0	19.5	18.8	17.2	14.6	13.4	7464	5536	6795	6205
|—|...|—|	21	15	20.4	20.4	69.4	707	22.5	19.6	18.7	17.3	14.5	13.5	7323	5677	6755	6245
|—|...|—|	24	17	23.2	23.2	89.7	1041	22.2	19.7	18.6	17.4	14.5	13.5	7218	5782	6724	6276
|—|...|—|	27	19	26.0	26.0	113	1465	22.0	19.7	18.6	17.4	14.4	13.6	7137	5863	6700	6300
|—|...|—|	30	21	28.8	28.8	138	1991	21.8	19.8	18.5	17.5	14.4	13.6	7072	5928	6681	6319

Taulukko 3-6. Havuvaneri, paksuviiluinen								Ominaislujuus						Keskimääräinen kimmomoduuli			
	Poikkileikkaussuureet							Taivutus		Puristus		Veto		Taivutus		Veto ja puristus	
Rakenne	Tyyppi	Nimellis-paksuus	Viilujen lukumäärä	t keskim.	A	W	I	$f_{m\parallel}$	$f_{m\perp}$	$f_{c\parallel}$	$f_{c\perp}$	$f_{t\parallel}$	$f_{t\perp}$	$E_{m\parallel}$	$E_{m\perp}$	$E_{t/c\parallel}$	$E_{t/c\perp}$
		mm		mm	mm^2/mm	mm^3/mm	mm^4/mm	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2
—|—	9/3-3.0	9	3	8.4	8.4	11.8	49.4	28.6	3.8	19.3	10.7	11.6	6.4	11453	547	7714	4286
—|—	9/3-3.2	9	3	9.0	9.0	13.5	60.8	28.7	3.8	19.3	10.7	11.6	6.4	11461	539	7733	4267
—||—	12/4-3.0	12	4	11.4	11.4	21.7	123	25.6	8.3	14.2	15.8	8.5	9.5	10250	1750	5684	6316
—|—|—	12/5-2.6	12	5	12.4	12.4	25.6	159	22.8	11.4	17.4	12.6	10.5	7.5	9124	2876	6968	5032
—|—|—	15/5-3.0	15	5	14.4	14.4	34.6	249	22.9	11.3	17.5	12.5	10.5	7.5	9179	2821	7000	5000
—|—|—	15/5-3.2	15	5	15.4	15.4	39.8	304	23.0	11.2	17.5	12.5	10.5	7.5	9201	2799	7013	4987
—|— —|—	18/6-3.0	18	6	17.4	17.4	50.5	439	21.4	12.5	19.7	10.3	11.8	6.2	8556	3444	7862	4138
—|—|—|—	18/7-2.6	18	7	17.6	17.6	51.6	454	20.4	13.0	16.7	13.3	10.0	8.0	8170	3830	6682	5318
—|—|—|—	21/7-3.0	21	7	20.4	20.4	69.4	707	20.6	12.8	16.8	13.2	10.1	7.9	8222	3778	6706	5294
—|— |—|—	21/7-3.2	21	7	20.6	20.6	70.7	728	20.6	12.8	16.8	13.2	10.1	7.9	8243	3757	6716	5282
—|— — — —|—	24/8-3.0	24	8	23.4	23.4	91.3	1068	20.4	12.5	22.3	7.7	13.4	4.6	8156	3844	8923	3077
—|— |—|—|—	24/9-2.6	24	9	22.8	22.8	86.6	988	19.1	13.6	16.3	13.7	9.8	8.2	7658	4342	6526	5474
—|— |—|—|—	27/9-3.0	27	9	26.4	26.4	116	1533	19.3	13.5	16.4	13.6	9.8	8.2	7703	4297	6545	5455
—|— |—|—|—|—	27/11-2.6	27	11	25.6	25.6	109	1398	14.8	16.7	14.8	15.2	8.9	9.1	5903	6097	5906	6094
—|—|— —|—|—	30/10-3.0	30	10	29.4	29.4	144	2118	18.8	13.7	17.8	12.2	10.7	7.3	7512	4488	7102	4898
—|—...—|—	30/13-2.6	30	13	30.8	30.8	158	2435	14.7	16.4	14.8	15.2	8.9	9.1	5893	6107	5922	6078

MITOITUKSESSA KÄYTETTÄVÄT HIOTTUJEN VANERIEN LEIKKAUSOMINAISUUDET. ARVOT LASKETTU KOKO POIKKIPINNALLE

Taulukko 3-7. Koivuvaneri								
Nimellis-paksuus	Ominaislujuus				Keskimääräinen liukumoduuli			
	Paneelileikkaus		Tasoleikkaus		Paneelileikkaus		Tasoleikkaus	
mm	$f_{v\parallel}$ N/mm^2	$f_{v\perp}$ N/mm^2	$f_{r\parallel}$ N/mm^2	$f_{r\perp}$ N/mm^2	$G_{v\parallel}$ N/mm^2	$G_{v\perp}$ N/mm^2	$G_{r\parallel}$ N/mm^2	$G_{r\perp}$ N/mm^2
4	9.5	9.5	2.77	–	620	620	169	–
6.5	9.5	9.5	3.20	1.78	620	620	169	123
9	9.5	9.5	2.68	2.35	620	620	206	155
12	9.5	9.5	2.78	2.22	620	620	207	170
15	9.5	9.5	2.62	2.39	620	620	207	178
18	9.5	9.5	2.67	2.34	620	620	206	183
21	9.5	9.5	2.59	2.41	620	620	206	186
24	9.5	9.5	2.62	2.39	620	620	206	189
27	9.5	9.5	2.57	2.43	620	620	205	190
30	9.5	9.5	2.59	2.41	620	620	205	192
35	9.5	9.5	2.57	2.43	620	620	204	193
40	9.5	9.5	2.56	2.44	620	620	204	195
45	9.5	9.5	2.55	2.46	620	620	203	195
50	9.5	9.5	2.54	2.46	620	620	203	196

Taulukko 3-8. Combivaneri

Nimellis-paksuus	Ominaislujuus				Keskimääräinen liukumoduuli			
	Paneelileikkaus		Tasoleikkaus		Paneelileikkaus		Tasoleikkaus	
mm	$f_{v\parallel}$ N/mm²	$f_{v\perp}$ N/mm²	$f_{r\parallel}$ N/mm²	$f_{r\perp}$ N/mm²	$G_{v\parallel}$ N/mm²	$G_{v\perp}$ N/mm²	$G_{r\parallel}$ N/mm²	$G_{r\perp}$ N/mm²
6.5	7.0	7.0	3.20	1.14	600	600	169	41
9	7.0	7.0	2.68	1.51	593	593	206	52
12	7.0	7.0	2.78	1.42	589	589	207	57
15	7.0	7.0	2.62	1.53	586	586	207	59
18	7.0	7.0	2.67	1.50	584	584	206	61
21	7.0	7.0	2.59	1.55	583	583	206	62
24	7.0	7.0	2.62	1.53	582	582	206	63
27	7.0	7.0	2.57	1.56	581	581	205	63
30	7.0	7.0	2.59	1.54	581	581	205	64

Taulukko 3-9. Peilikuvacombivaneri

Nimellis-paksuus	Ominaislujuus				Keskimääräinen liukumoduuli			
	Paneelileikkaus		Tasoleikkaus		Paneelileikkaus		Tasoleikkaus	
mm	$f_{v\parallel}$ N/mm²	$f_{v\perp}$ N/mm²	$f_{r\parallel}$ N/mm²	$f_{r\perp}$ N/mm²	$G_{v\parallel}$ N/mm²	$G_{v\perp}$ N/mm²	$G_{r\parallel}$ N/mm²	$G_{r\perp}$ N/mm²
6.5	7.0	7.0	2.05	1.78	581	581	66	123
9	7.0	7.0	1.72	2.35	579	579	69	155
12	7.0	7.0	1.78	2.22	578	578	69	170
15	7.0	7.0	1.68	2.39	577	577	69	178
18	7.0	7.0	1.71	2.34	577	577	69	183
21	7.0	7.0	1.66	2.41	577	577	69	186
24	7.0	7.0	1.68	2.39	577	577	69	189
27	7.0	7.0	1.65	2.43	576	576	68	190
30	7.0	7.0	1.66	2.41	576	576	68	192

Taulukko 3-10. Havuvaneri, ohutviiluinen

Nimellis-paksuus	Ominaislujuus				Keskimääräinen liukumoduuli			
	Paneelileikkaus		Tasoleikkaus		Paneelileikkaus		Tasoleikkaus	
mm	$f_{v\parallel}$ N/mm²	$f_{v\perp}$ N/mm²	$f_{r\parallel}$ N/mm²	$f_{r\perp}$ N/mm²	$G_{v\parallel}$ N/mm²	$G_{v\perp}$ N/mm²	$G_{r\parallel}$ N/mm²	$G_{r\perp}$ N/mm²
4	7.0	7.0	1.77	–	530	530	56	–
6.5	7.0	7.0	2.05	1.14	530	530	66	41
9	7.0	7.0	1.72	1.51	530	530	69	52
12	7.0	7.0	1.78	1.42	530	530	69	57
15	7.0	7.0	1.68	1.53	530	530	69	59
18	7.0	7.0	1.71	1.50	530	530	69	61
21	7.0	7.0	1.66	1.55	530	530	69	62
24	7.0	7.0	1.68	1.53	530	530	69	63
27	7.0	7.0	1.65	1.56	530	530	68	63
30	7.0	7.0	1.66	1.54	530	530	68	64

Taulukko 3-11. Havuvaneri, paksuviiluinen

Nimellis-paksuus	Ominaislujuus				Keskimääräinen liukumoduuli			
	Paneelileikkaus		Tasoleikkaus		Paneelileikkaus		Tasoleikkaus	
Tyyppi	$f_{v\parallel}$ N/mm²	$f_{v\perp}$ N/mm²	$f_{r\parallel}$ N/mm²	$f_{r\perp}$ N/mm²	$G_{v\parallel}$ N/mm²	$G_{v\perp}$ N/mm²	$G_{r\parallel}$ N/mm²	$G_{r\perp}$ N/mm²
9/3-3.0	3.5	3.5	0.98	–	350	350	45	–
9/3-3.2	3.5	3.5	0.98	–	350	350	45	–
12/4-3.0	3.5	3.5	0.95	–	350	350	35	–
12/5-2.6	3.5	3.5	1.13	0.61	350	350	50	30
15/5-3.0	3.5	3.5	1.13	0.61	350	350	50	29
15/5-3.2	3.5	3.5	1.13	0.61	350	350	51	29
18/6-3.0	3.5	3.5	1.22	0.64	350	350	71	25
18/7-2.6	3.5	3.5	0.97	0.82	350	350	52	38
21/7-3.0	3.5	3.5	0.98	0.82	350	350	52	38
21/7-3.2	3.5	3.5	0.98	0.82	350	350	51	40
24/8-3.0	3.5	3.5	1.50	–	350	350	144	25
24/9-2.6	3.5	3.5	1.01	0.78	350	350	52	42
27/9-3.0	3.5	3.5	1.01	0.78	350	350	52	41
27/11-2.6	3.5	3.5	0.90	0.92	350	350	52	48
30/10-3.0	3.5	3.5	1.04	0.72	350	350	63	35
30/13-2.6	3.5	3.5	0.92	0.89	350	350	51	49

3.2 KOSTEUSKÄYTTÄYTYMINEN

VANERIN KOSTEUS

Vanerin kosteus on tehtaalta toimitettaessa tavallisesti 7-12 %. Toimituksen jälkeen kosteus voi muuttua (lähinnä kasvaa) kuljetuksen aikana, varastoinnissa tai jatkokäsittelyssä. Muiden puupohjaisten tuotteiden tavoin vaneri on hygroskooppinen materiaali ja sen mitat muuttuvat kosteuden muuttuessa. Tästä syystä kosteusolosuhteet on huomioitava varsinkin silloin, kun vaneri on käyttökohteessaan kuormitettuna.

Vanerin kosteus (H) lasketaan seuraavan kaavan mukaisesti

$$H = \frac{m_H - m_O}{m_O} \cdot 100$$

where m_H on koekappaleen massa määritettävässä kosteudessa
m_O on koekappaleen kuivamassa

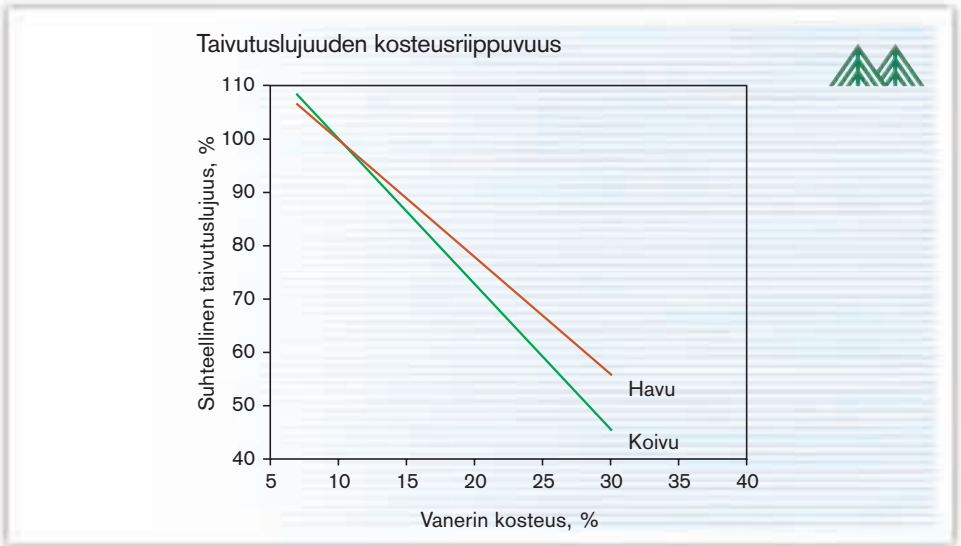
Vanerin tasapainokosteus riippuu ilman suhteellisesta kosteudesta (RH) ja lämpötilasta (T). Perusolosuhteessa Eurocode 5:n mukaan (T = 20°C ja RH = 65 %) ohutviiluisen koivu-, combi- ja havuvanerin tasapainokosteus on noin 12 % ja paksuviiluisen havuvanerin noin 10 %.

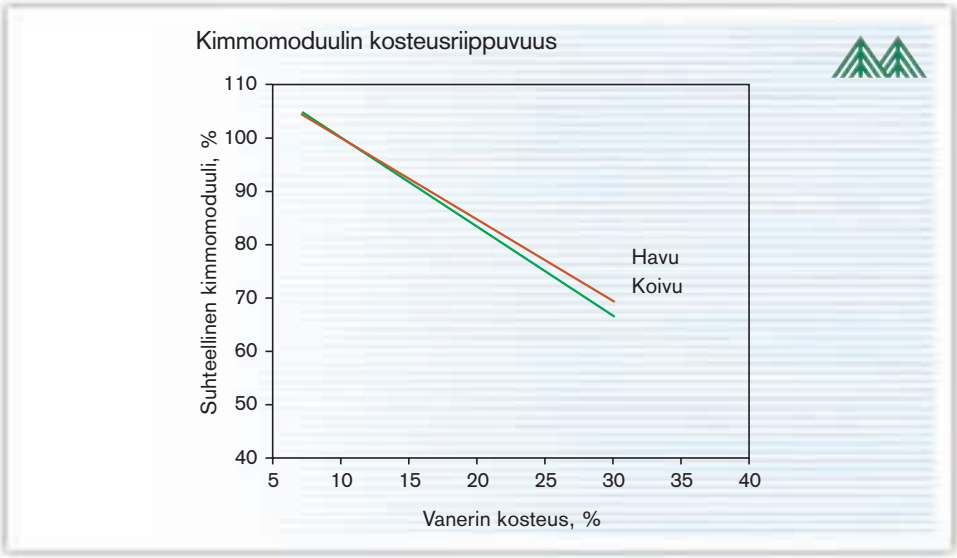
MEKAANISTEN OMINAISUUKSIEN KOSTEUSRIIPPUVUUS

Kappaleessa 3.1 annetut vanerin mekaaniset arvot pätevät vanerin kosteuden ollessa 10 % ja 12 % välillä. Kosteuden kasvaessa vanerin lujuus- ja kimmo-ominaisuudet heikkenevät.

Kuitenkin muista puupohjaisista levyistä poiketen exterior-liimatun suomalaisen vanerin alkuperäiset lujuus- ja kimmo-ominaisuudet palautuvat kosteuden palautuessa normaaliksi.

Taulukossa 3-12 annetaan vanerin lujuus- ja kimmo-ominaisuuksille muuntokertoimet, joilla vanerin lujuusarvot voidaan kertoa vanerin kosteuden ollessa 20 %.





Taulukko 3-12.
Mekaanisten ominaisuuksien muuntokertoimet vanerin kosteuden ollessa 20 %

Ominaisuus	Muuntokerroin
Taivutuslujuus	0.75
Tasoleikkauslujuus	0.80
Taivutuskimmomoduuli	0.85
Liukumoduuli	0.65

VANERIN MITTOJEN KOSTEUSRIIPPUVUUS

Suomalaisen exterior-liimatun vanerin mitan kasvu pintaviilun syiden suuntaan ja niitä vastaan kohtisuoraan on 0,015 % vanerin kosteuspitoisuuden kasvaessa prosenttiyksikön. Tämä laskentakaava toimii vanerin kosteuden muuttuessa 10-27 % välillä. Vanerin paksuusturpoama samalla kosteusalueella on keskimäärin 0,3-0,4 % vanerin kosteuden kasvaessa prosenttiyksikön.

KOSTEUDENLÄPÄISEVYYS

Levytuotteen vesihöyrynläpäisevyys on tärkeää tietää suunniteltaessa esimerkiksi rakennusten ulkoseinien tai kattojen rakenteita. Vanerin vesihöyrynläpäisykerroin ilmoittaa aikayksikössä vanerilevyn lävitse diffusoituneen vesihöyryn määrän, kun levyn eri puolilla vallitsee erilainen ilman suhteellinen kosteus ja tietty vesihöyryn osapaineiden ero. Taulukossa 3-13 on esitetty vanerin kosteudenläpäisy BS 3177 standardin mukaan vanerin eri paksuuksilla.

Taulukko 3-13. Suomalaisen vanerin kosteudenläpäisevyys (BS 3177)

Vaneri	Paksuus, mm	Kosteudenläpäisevyys g/(m²·24h)
Combi	6.5	16.4
	9	15.7
	15	9.1
	21	7.0
Filmipintainen Combi	6.5	3.5
	9	3.3
	15	2.9
	21	2.9
Havu	9	14.8

Vanerin kosteudenläpäisevyys on riippuvainen vanerin kosteudesta. Kun vanerin kosteus kasvaa, myös kosteudenläpäisy suurenee. Taulukossa 3-14 on esitetty DIN 53122 standardin mukaisesti määritetyt vanerin vesihöyrynläpäisykertoimet eri kosteusluokissa oleville vanereille.

Taulukko 3-14. Vanerin vesihöyrynläpäisykerroin (DIN 53122)

		RH 53 %		RH 90 %	
	Paksuus mm	Vanerin kosteus, %	Vesihöyryn läpäisykerroin k_d kg/(Pa · s · m^2 · 10^{12})	Vanerin kosteus, %	Vesihöyryn läpäisykerroin k_d kg/(Pa · s · m^2 · 10^{12})
Koivu	12	5.7	53	27	500
Combi	12	6.5	50	27	460
Kuusi	12	6.0	50	27	460
Filmipintainen vaneri:					
Combi	12			16	88
Kuusi	12	7.1	59		

3.3 BIOLOGINEN KESTÄVYYS

VANERI KOSTEISSA OLOSUHTEISSA

Yleisesti ottaen vanerin biologinen kestävyys on yhtä hyvä kuin sillä puulajilla josta se on valmistettu. Siitä huolimatta että suomalainen vaneri on liimattu ulkokäyttöön tarkoitetulla fenoliformaldehydiliimalla, on pinnoittamattoman ja reunasuojaamattoman vanerin kosteuden kestävyys rajallinen. Tämän vuoksi pysyvästi kosteisiin olosuhteisiin tulee käyttää pinnoitettuja ja reunoiltaan asianmukaisesti suojattuja sekä oikein asennettuja ja huollettuja vanereita, jotta levyt kestävät kosteuden ja sään aiheuttamat rasitukset. Pinnoitettu ja reunasuojattu suomalainen vaneri täyttää EN 636-3 standardin asettamat vaatimukset.

Puun lahoaminen on sienten aiheuttama ilmiö. Lahottajasieni tarvitsee kasvaakseen riittävästi kosteutta ja happea sekä sopivan lämpötilan (+3 ...+40°C). Käytännössä lahoaminen alkaa, jos vanerin kosteus on yli 20% (ilman suhteellinen kosteus ylittää 85%) ja happea on saatavilla.

Vanerin lahoaminen voidaan monissa tapauksissa estää käyttämällä oikeita rakennusmenetelmiä, jotka poistavat jonkin edellä mainitun lahottajasienen kasvamisedellytyksen. Tämän lisäksi suomalaisen vanerin lahonkestävyyttä voidaan parantaa vaneriliimaan lisättävillä suoja-aineilla. Lahosuojatut vanerit valmistetaan standardin DIN 68800 (osat 2 ja 5) mukaisesti.

SINISTYMINEN, HOME JA HYÖNTEISET

Sinistyminen ja home aiheuttavat vanerissa lähinnä värivirheitä. Homesieni kasvaa ainoastaan puun pintakerroksessa. Sinistäjäsienet käyttävät ravintoaineekseen puusolujen liukoisia ainesosia, joten sinistyminen ei heikennä merkittävästi puun lujuutta.

Hyönteisistä haitallisin puulle ja puutuotteille ovat termiitit. Koivu, kuusi ja mänty eivät puulajina ole termiitinkestäviä, mutta niistä valmistetut vanerit voidaan suojata termiittejä vastaan vaneriliimaan lisättävillä suoja-aineilla.

UV-SÄTEILY

Pinnoittamattomien perusvanereiden käyttö ulkokohteissa altistaa levyt pitkiksikin ajoiksi voimakkaalle auringonvalon sisältämälle ultraviolettisäteilylle. Äärimmäisissä tapauksissa pitkittynyt altistuminen säteilylle saattaa johtaa jopa puunsyiden rikkoutumiseen. Tarkoituksenmukainen pinnoitus ja suojamaalaus antaa suomalaiselle vanerille hyvän suojan UV-säteilyä ja muitakin säätekijöitä vastaan.

3.4 LÄMPÖTEKNISET OMINAISUUDET

LÄMMÖNJOHTAVUUS

Vanerin lämmönjohtavuus on riippuvainen vanerin kosteudesta. Vanerin kosteuden kasvaessa sen lämmönjohtavuus kasvaa, mikä heikentää sen lämmöneristyskykyä. Taulukossa 3-15 on esitetty suomalaisen koivu-, seka- ja havuvanerin lämmönjohtavuuksia kahdella eri kosteusalueella.

Taulukko 3-15. Suomalaisen vanerin lämmönjohtavuus (BS 2750)

		RH 47 %		RH 93%	
Vaneri	Paksuus mm	Vanerin kosteus, %	Lämmönjohtavuus λ W/(m · K)	Vanerin kosteus, %	Lämmönjohtavuus λ W/(m · K)
Koivu	40	9.3	0.147	26	0.175
Combi	40	8.8	0.188	25	0.145
Havu	40	10.4	0.110	25	0.132

LÄMPÖLAAJENEMINEN

Lämpötilan vaihdellessa vanerin mittamuutokset ovat erittäin pieniä, selvästi pienempiä kuin esimerkiksi metalleilla ja muoveilla. Käytännössä vanerin mittamuutokset ovat niin vähäisiä, että ne voidaan yleensä jättää kokonaan huomioimatta.

VANERIN KÄYTTÖLÄMPÖTILA-ALUE

Suomalaisia vakiovanereita ja useimpia pinnoitettuja vanereita voidaan käyttää jatkuvassa 100°C lämpötilassa ja hetkellisesti 120°C lämpötilassa. Vanerin toimittajaa tulee konsultoida vaneria käytettäessä korkeissa lämpötiloissa, varsinkin silloin kun vaneri on käyttökohteessaan kuormitettuna. Vaneri sietää kylmyyttä jopa lämpöä paremmin. Vaneria voidaan käyttää matalissa lämpötiloissa aina -200°C asti.

3.5 PALOTEKNISET OMINAISUUDET

Vaikka vaneri onkin palava materiaali, on sen palotekniset ominaisuudet useita palamattomia materiaaleja paremmat. Vanerin mittamuutokset lämpötilan muuttuessa ovat erittäin pienet ja sen palamisnopeus on pienempi kuin esimerkiksi sahatavaralla.

Vaneri syttyy palamaan altistuessaan liekeille noin 270°C lämpötilassa ja itsestään vaneri syttyy vasta yli 400°C lämpötilassa. Palaessaan vaneri hiiltyy hitaasti tasaisella nopeudella (noin 0.6 mm minuutissa), minkä ansiosta vaneria voidaan käyttää palolta suojaavissa rakenteissa. Vanerin palonkestävyyttä voidaan parantaa palonsuojakemikaaleilla tai pinnoittamalla vaneri palonkestävillä kalvoilla.

3.6 ÄÄNENERISTÄVYYS

Ääni voi kulkea ilmassa ja rakenteissa. Ilmaääneneristävyys on riippuvainen ääntä eristävän materiaalin tiheydestä. Vanerilla on hyvä kyky eristää ääntä suhteessa tilavuuspainoonsa. Tämän ansiosta vaneri on hyvä materiaali parannettaessa tilojen akustisia ominaisuuksia. Suomalaisen vanerin keskimääräinen ääneneristävyys (taajuusalueella 100-3200 Hz) on esitetty taulukossa 3-16.

Taulukko 3-16. Suomalaisen vanerin ääneneristävyys

Nimellispaksuus, mm	Ääneneristävyys, dB
6.5	20.0
18	23.8
24	25.3

Vanerin ääneneristävyyttä esimerkiksi seinissä voidaan parantaa käyttämällä kennorakenteita (ilmaväli tai eristemateriaali kahden levyn välissä). Ääneneristävyyden kannalta on tärkeää ettei rakenteiden tai elementtien saumoihin jää rakoja.

3.7 FORMALDEHYDIEMISSIO

Fenoliformaldehydiliimalla liimatun vanerin formaldehydipäästöt ovat erittäin pienet ja ne alittavat tiukimmatkin kansainväliset vaatimukset. Standardin EN 717-2 mukaan määritetty pinnoittamattoman koivuvanerin formaldehydiemissio on 0.4 mg HCHO/(h·m^2), mikä alittaa selvästi parhaan E1-luokan vaatimukset. Suomalainen vaneri täyttää myös standardissa EN 1084 esitetyt vaatimukset formaldehydipäästöjen suhteen parhaan A-luokituksen mukaisesti.

3.8 KEMIALLINEN KESTÄVYYS

Suomalainen vaneri kestää hyvin mietoja happoja ja happamia suolaliuoksia. Alkaliset aineet aiheuttavat pinnan pehmenemistä. Vanerin suoraa kosketusta hapettavien aineiden kuten kloorin, hypokloriitin ja nitraattien kanssa tulee välttää. Alkoholi ja muut orgaaniset liuottimet vaikuttavat vaneriin veden tavoin aiheuttaen turpoamista sekä lievää lujuuden heikkenemistä. Öljyillä ei ole värjäytymistä lukuun ottamatta haitallisia vaikutuksia vaneriin. Vanerin kemiallista kestävyyttä voidaan merkittävästi parantaa pinnoittamalla se fenolifilmillä tai lasikuidulla.

MITOITUS 4

4.1 YLEISTÄ

Mitoitus perustuu puurakenteiden eurooppalaisen suunnitteluohjeeseen Eurocode 5:een (ENV 1995-1-1). Kuormitustaulukoiden laskennassa on huomioitu Eurocode 5:ssä ilmoitetut osavarmuuskertoimet sekä kertoimet, jotka huomioivat kuorman kestoajan ja kosteuspitoisuuden vaikutukset vanerien lujuus- ja kimmo-ominaisuuksiin. Lisäksi on ilmoitettu yhtälöt, joilla taulukkoarvot voidaan muuntaa perustuen toisiin olettamuksiin. Nämä yhtälöt mahdollistavat siten tämän käsikirjan käytön kattamaan laajan valikoiman erilaisia mitoituslaskelmia eikä koskemaan ainoastaan esitettyjä taulukkoarvoja.

Rajatilamitoituksessa huolehditaan rakenteen turvallisuudesta ja toiminnallisuudesta murto- ja käyttörajatilassa. Murtorajatila tarkoittaa rakenteen äärimmäistä kantokykyä ja käyttörajatila rakenteen normaalia käyttökelpoisuutta.

Murtorajatilamitoituksessa varmistetaan, että laskentajännitys σ_d on pienempi kuin laskentalujuus f_d

$$\sigma_d < f_d \qquad (4\text{-}1)$$

Laskentajännitys σ_d määritetään käyttäen kuorman laskenta-arvoa F_d. Mitoitustilanteessa, jossa on vain yksi muuttuva kuorma, esimerkiksi lumi tai hyötykuorma kuorman laskenta-arvo saadaan kaavasta

$$F_d = 1.35F_{k,perm} + 1.5F_{k,var} \qquad (4\text{-}2)$$

jossa $F_{k,perm}$ on pysyvän kuorman ominaisarvo ja $F_{k,var}$ on muuttuvan kuorman ominaisarvo. Mitoitustilanteissa, joissa on kaksi tai useampia muuttuvia kuormia, laskentakuorma saadaan kaavasta

$$F_d = 1.35F_{k,perm} + \sum 1.35F_{k,var} \qquad (4\text{-}3)$$

Epäedullisin laskentakuorma valitaan.

Yhtälöissä (4-2) ja (4-3) esiintyvien kuormien osavarmuuskertoimet γ_q voidaan pienentää 1,35:stä 1,20:een ja 1,50:stä 1,35:een yksikerroksisissa rakennuksissa, joissa on kohtuulliset jännevälit ja joissa oleskellaan vain tilapäisesti.

Laskentalujuus f_d saadaan kaavasta

$$f_d = k_{mod} \frac{f_k}{\gamma_m} \quad (4\text{-}4)$$

jossa f_k on ominaislujuus ja γ_m on materiaalin osavarmuuskerroin. Vanereille sekä muille puu- ja puupohjaisille materiaaleille materiaalin osavarmuuskerroin γ_m on 1,3. k_{mod} on kerroin, joka huomioi kuorman kestoajan ja kosteuden vaikutuksen. k_{mod} -kertoimet esitetään taulukossa 4-1.

KUORMIEN AIKALUOKAT

Pysyvä	Kesto yli 10 vuotta
Pitkäaikainen	Kesto 6 kuukaudesta 10 vuoteen
Keskipitkä	Kesto yhdestä viikosta kuuteen kuukauteen
Lyhytaikainen	Kesto on alle viikon
Hetkellinen	Kesto joitakin minuutteja

KÄYTTÖLUOKAT

Käyttöluokka 1: ominaista tälle käyttöluokalle on materiaalien kosteuspitoisuus, joka vastaa 20°C lämpötilaa ja vain muutaman viikon ajan vuodessa 65 %:n ylittävää ilman suhteellista kosteutta. Käyttöluokassa 1 vanerien tasapainokosteus on ≤ 12 %.

Käyttöluokka 2: ominaista tälle käyttöluokalle on materiaalien kosteuspitoisuus, joka vastaa 20°C lämpötilaa ja vain muutaman viikon ajan vuodessa 85%:n ylittävää ilman suhteellista kosteutta. Käyttöluokassa 2 vanerien tasapainokosteus on ≤ 18 %.

Käyttöluokka 3: olosuhteet, jotka johtavat käyttöluokan 2 kosteuspitoisuuksien ylittymiseen. Käyttöluokassa 3 vanerien tasapainokosteus on > 18 %.

Käyttörajatilamitoituksessa varmistetaan, että laskentataipuma u_d on pienempi kuin sallittu taipuma u_{preset}

$$u_d < u_{preset} \quad (4\text{-}5)$$

Laskentataipuma u_d saadaan kaavasta

$$u_d = (1 + k_{def}) \bullet u_{inst} \quad (4\text{-}6)$$

jossa k_{def} on kerroin, joka huomioi kuorman kestoajan ja kosteuden vaikutuksen. k_{def} -kertoimet esitetään taulukossa 4-2. Hetkellinen taipuma u_{inst} määritetään käyttäen laskentakuormaa F_d, joka saadaan kaavasta

$$F_d = F_{k,perm} + \Sigma F_{k,var} \quad (4\text{-}7)$$

Kimmo- ja liukumodulien laskenta-arvoina käytetään taipumalaskelmissa niiden keskiarvoja.

Sallittu taipuma-arvo riippuu rakenteesta ja yleensä se ilmoitetaan suhteessa jänneväliin (L), esimerkiksi L/300 tai L/200. Myöskin absoluuttisia sallitun taipuman arvoja voidaan käyttää.

Taulukko 4-1. k_{mod} -kertoimet

Kuorman aikaluokka	Käyttöluokka		
	1	2	3
Pysyvä	0.60	0.60	0.50
Pitkäaikainen	0.70	0.70	0.55
Keskipitkä	0.80	0.80	0.65
Lyhytaikainen	0.90	0.90	0.70
Hetkellinen	1.10	1.10	0.90

Taulukko 4-2. k_{def} -kertoimet

Kuorman aikaluokka	Käyttöluokka		
	1	2	3
Pysyvä	0.80	1.00	2.50
Pitkäaikainen	0.50	0.60	1.80
Keskipitkä	0.25	0.30	0.90
Lyhytaikainen	0.00	0.00	0.40
Hetkellinen	-	-	-

4.2 RAKENNUSTEN KATOT

Katot mitoitetaan tavallisesti käyttöluokkaan 2 ja kuorman aikaluokkaan keskipitkä. Sen vuoksi kattolevyissä voidaan käyttää lattioille taulukoissa 4-3…4-32 laskettuja kuormitusarvoja. Lisäksi taulukoissa 4-3…4-32 ilmoitetut taipuma-arvot pitää kertoa kertoimella

$$k_{def,\,corr} = \frac{1+0.30}{1+0.25} \bullet 1 = 1.04 \qquad (4\text{-}8)$$

4.3 RAKENNUSTEN LATTIAT

Seuraavassa esitetään yleisten mitoitusperiaatteiden mukaisesti lasketut rakennusten lattioiden mitoitusarvot ja niitä vastaavat taipumat eri jänneväleillä ja levypaksuuksilla. Taulukoista ilmenee myös rakennetta mitoittava tekijä, taivutus- tai leikkauslujuus. Myöskin kuorman aiheuttama taipuma on ilmoitettu. Taulukot on laskettu seuraaville tuenta- ja kuormitustapauksille.

- Tasainen kuorma jatkuvalla laattakaistalla sekä yksiaukkoisena että samansuuruisin jännevälein kaksiaukkoisena tapauksena (Taulukot 4-3, 4-4, 4-9, 4-10, 4-15, 4-16, 4-21, 4-22, 4-27, 4-28).
- Pistekuorma 50mm x 50mm jatkuvalla laattakaistalla sekä yksiaukkoisena että samansuuruisin jännevälein kaksiaukkoisena tapauksena (Taulukot 4-6, 4-7, 4-12, 4-13, 4-18, 4-19, 4-24, 4-25, 4-30 ja 4-31).
- Tasainen kuorma vapaasti tuetulla laatalla (Taulukot 4-5, 4-11, 4-17, 4-23, ja 4-25).
- Pistekuorma 50mm x 50mm vapaasti tuetulla laatalla (Taulukot 4-8, 4-14, 4-20, 4-26 ja 4-32).

MITOITUS- JA TAIPUMA-ARVOT ON LASKETTU KÄYTTÄEN SEURAAVIA OLETTAMUKSIA:

γ_q = 1.5, kuorman osavarmuuskerroin

γ_m = 1.3, materiaalin osavarmuuskerroin

k_{mod} = 0.8, kerroin, joka huomioi kuorman kestoajan ja kosteuden vaikutuksen

k_{def} = 0.25, kerroin, joka huomioi kuorman kestoajan ja kosteuden vaikutuksen

Mitoitus- ja taipuma-arvot pätevät käyttöluokassa 1 ja kuorman aikaluokassa keskipitkä. Muilla olettamuksilla taulukoiden mitoitusarvot tulee kertoa korjauskertoimella $k_{load,\ corr}$ joka saadaan kaavasta

$$k_{load,\ corr} = \frac{k_{mod}}{\gamma_m \gamma_q} \bullet \frac{1.3 \bullet 1.5}{0{,}80} \qquad (4\text{-}9)$$

Vastaavasti taulukoiden taipuma-arvot tulee kertoa korjauskertoimella $k_{def,\ corr}$ joka saadaan kaavasta

$$k_{def,\ corr} = \frac{1 + k_{def}}{1 + 0.25} \bullet k_{load,\ corr} \qquad (4\text{-}10)$$

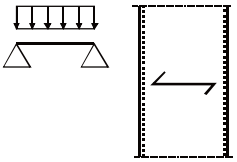
HUOMAUTUS

Jos suuria kuormia on pienellä kosketusalalla, niin puristusjännitys kohtisuoraan vanerin pintaa vastaan saattaa nousta kriittiseksi. Useimmissa käytännön tilanteissa käyttöluokassa 1 voidaan käyttää seuraavia keskiarvoja.

Leimapaine

Koivuvaneri 9 N/mm^2
Sekavaneri 5 N/mm^2
Kuusivaneri 4 N/mm^2

RAKENNUSTEN LATTIOIDEN MITOITUSARVOT q [kN/m²] TAI F [kN] JA NIITÄ VASTAAVAT TAIPUMAT u [mm] SUOMALAISILLE VANEREILLE



Kuorman aikaluokka
keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m²

u:n yksikkönä mm

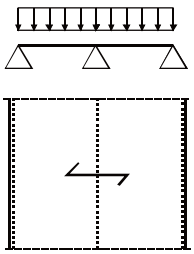
⟷ pintaviilujen syiden suunta

Taulukko 4-3. Koivuvaneri

Tasainen kuorma yksiaukkoisella laattakaistalla

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 q		u	12 q		u	15 q		u	18 q		u	21 q		u	24 q		u
300	23	b	4.4	38	b	3.5	55	b	2.9	76	b	2.5	96	s	2.2	111	s	1.8
400	13	b	7.6	21	b	6.0	31	b	4.9	43	b	4.2	56	b	3.7	72	b	3.4
500	8	b	11.8	14	b	9.2	20	b	7.5	27	b	6.4	36	b	5.6	46	b	5.1
600	6	b	16.9	9	b	13.1	14	b	10.7	19	b	9.1	25	b	7.9	32	b	7.1
750	4	b	26.3	6	b	20.3	9	b	16.6	12	b	14.0	16	b	12.2	20	b	10.8
1000	2	b	46.7	3	b	35.9	5	b	29.2	7	b	24.6	9	b	21.3	11	b	18.9
1200	1	b	67.1	2	b	51.6	3	b	41.9	5	b	35.3	6	b	30.5	8	b	27.0
1500	1	b	104.8	2	b	80.4	2	b	65.3	3	b	55.0	4	b	47.5	5	b	41.9

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 27 q		u	30 q		u	35 q		u	40 q		u	45 q		u	50 q		u
300	122	s	1.5	136	s	1.3	161	s	1.1	187	s	0.9	199	s	0.8	224	s	0.7
400	89	b	3.1	102	s	2.8	121	s	2.1	140	s	1.7	149	s	1.5	168	s	1.3
500	57	b	4.6	69	b	4.3	97	s	3.7	112	s	2.9	119	s	2.7	134	s	2.2
600	39	b	6.4	48	b	5.9	68	b	5.1	90	b	4.6	100	s	4.2	112	s	3.5
750	25	b	9.7	31	b	8.9	43	b	7.6	58	b	6.8	66	b	6.4	84	b	5.9
1000	14	b	16.9	17	b	15.4	24	b	13.1	33	b	11.4	37	b	10.8	47	b	9.7
1200	10	b	24.2	12	b	21.9	17	b	18.6	23	b	16.1	26	b	15.2	33	b	13.6
1500	6	b	37.5	8	b	34.0	11	b	28.6	14	b	24.8	16	b	23.2	21	b	20.8



Kuorman aikaluokka
keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m²

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta

Taulukko 4-4. Koivuvaneri

Tasainen kuorma kaksiaukkoisella laattakaistalla

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 q		u	12 q		u	15 q		u	18 q		u	21 q		u	24 q		u
300	23	b	2.0	38	b	1.6	55	b	1.4	69	s	1.2	77	s	1.0	89	s	0.9
400	13	b	3.3	21	b	2.7	31	b	2.3	43	b	2.0	56	b	1.9	66	s	1.6
500	8	b	5.1	14	b	4.0	20	b	3.4	27	b	2.9	36	b	2.6	46	b	2.4
600	6	b	7.2	9	b	5.6	14	b	4.7	19	b	4.0	25	b	3.6	32	b	3.3
750	4	b	11.1	6	b	8.6	9	b	7.1	12	b	6.1	16	b	5.4	20	b	4.8
1000	2	b	19.5	3	b	15.1	5	b	12.3	7	b	10.5	9	b	9.2	11	b	8.2
1200	1	b	28.0	2	b	21.6	3	b	17.6	5	b	14.9	6	b	13.0	8	b	11.5
1500	1	b	43.6	2	b	33.6	2	b	27.3	3	b	23.1	4	b	20.0	5	b	17.7

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 27 q		u	30 q		u	35 q		u	40 q		u	45 q		u	50 q		u
300	97	s	0.7	109	s	0.7	129	s	0.6	149	s	0.5	159	s	0.5	179	s	0.5
400	73	s	1.4	82	s	1.2	97	s	1.0	112	s	0.9	119	s	0.8	134	s	0.8
500	57	b	2.3	65	s	2.1	77	s	1.6	90	s	1.4	96	s	1.3	108	s	1.1
600	39	b	3.0	48	b	2.9	64	s	2.5	75	s	2.1	80	s	1.9	90	s	1.6
750	25	b	4.4	31	b	4.1	43	b	3.7	58	b	3.4	64	s	3.2	72	s	2.7
1000	14	b	7.4	17	b	6.8	24	b	5.9	33	b	5.3	37	b	5.1	47	b	4.7
1200	10	b	10.4	12	b	9.5	17	b	8.2	23	b	7.3	26	b	6.9	33	b	6.3
1500	6	b	15.9	8	b	14.5	11	b	12.4	14	b	10.9	16	b	10.3	21	b	9.3

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

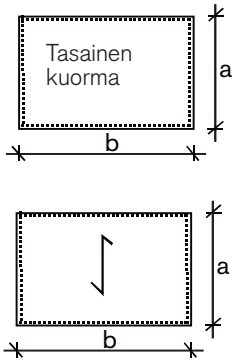
Taulukko 4-5. Koivuvaneri

Tasainen kuorma vapaasti tuetulla laatalla

Jänneväli k/k	Nimellispaksuus (mm)																							
mm	9			12			15			18			21			24							
a x b	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u					
300x300	57	b	4.2	98	b	3.2	145	s	2.5	179	s	1.9	204	s	1.4	236	s	1.1					
300x600	27	b	4.2	45	b	3.2	67	b	2.6	93	b	2.2	114	s	1.7	131	s	1.4					
300 x ∞	23	b	4.2	38	b	3.2	55	b	2.6	76	b	2.2	96	s	1.8	111	s	1.4					
400x400	32	b	7.5	55	b	5.8	84	b	4.7	119	b	3.9	153	s	3.2	177	s	2.5					
400x800	15	b	7.4	25	b	5.7	37	b	4.6	52	b	3.9	69	b	3.3	89	b	2.9					
400 x ∞	13	b	7.4	21	b	5.7	31	b	4.6	43	b	3.9	56	b	3.3	72	b	2.9					
500x500	21	b	11.8	35	b	9.0	54	b	7.3	76	b	6.1	103	b	5.3	133	b	4.7					
500x1000	10	b	11.6	16	b	8.9	24	b	7.2	33	b	6.1	44	b	5.2	57	b	4.6					
500 x ∞	8	b	11.6	14	b	8.9	20	b	7.2	27	b	6.1	36	b	5.2	46	b	4.6					
600x600	14	b	16.9	25	b	13.0	37	b	10.5	53	b	8.8	71	b	7.6	92	b	6.7					
600x1200	7	b	16.7	11	b	12.8	17	b	10.4	23	b	8.7	31	b	7.5	39	b	6.6					
600 x ∞	6	b	16.7	9	b	12.8	14	b	10.4	19	b	8.7	25	b	7.5	32	b	6.6					
750x750	9	b	26.5	16	b	20.3	24	b	16.4	34	b	13.8	46	b	11.9	59	b	10.5					
750x1500	4	b	26.2	7	b	20.1	11	b	16.3	15	b	13.7	20	b	11.8	25	b	10.4					
750 x ∞	4	b	26.1	6	b	20.0	9	b	16.3	12	b	13.7	16	b	11.8	20	b	10.4					
1000x1000	5	b	47.1	9	b	36.1	13	b	29.2	19	b	24.6	26	b	21.2	33	b	18.6					
1000x2000	2	b	46.5	4	b	35.6	6	b	28.9	8	b	24.3	11	b	20.9	14	b	18.4					
1000 x ∞	2	b	46.5	3	b	35.6	5	b	28.9	7	b	24.3	9	b	20.9	11	b	18.4					
1200x1200	4	b	67.8	6	b	51.9	9	b	42.1	13	b	35.4	18	b	30.5	23	b	26.8					
1200x2400	2	b	67.0	3	b	51.3	4	b	41.6	6	b	35.0	8	b	30.1	10	b	26.5					
1500x1500	2	b	105.9	4	b	81.1	6	b	65.8	8	b	55.3	11	b	47.6	15	b	41.9					
1500x3000	1	b	104.6	2	b	80.2	3	b	65.0	4	b	54.6	5	b	47.1	6	b	41.5					

Jänneväli k/k	Nimellispaksuus (mm)																							
mm	27			30			35			40			45			50							
a x b	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u					
300x300	262	s	0.8	294	s	0.7	352	s	0.5	410	s	0.4	438	s	0.4	495	s	0.2					
300x600	145	s	1.1	162	s	0.9	193	s	0.6	224	s	0.5	239	s	0.5	269	s	0.3					
300 x ∞	122	s	1.1	136	s	0.9	161	s	0.7	187	s	0.5	199	s	0.5	224	s	0.3					
400x400	196	s	2.0	220	s	1.7	264	s	1.2	307	s	0.9	328	s	0.9	371	s	0.6					
400x800	108	s	2.6	121	s	2.1	144	s	1.5	168	s	1.1	179	s	1.2	202	s	0.8					
400 x ∞	89	b	2.6	102	s	2.2	121	s	1.6	140	s	1.2	149	s	1.3	168	s	0.8					
500x500	157	s	3.9	176	s	3.2	211	s	2.3	246	s	1.7	263	s	1.8	297	s	1.1					
500x1000	71	b	4.1	86	b	3.7	116	s	2.9	134	s	2.2	143	s	2.4	162	s	1.5					
500 x ∞	57	b	4.1	69	b	3.7	97	s	3.1	112	s	2.3	119	s	2.5	134	s	1.6					
600x600	116	b	6.0	143	b	5.4	176	s	3.9	205	s	2.9	219	s	3.2	248	s	2.0					
600x1200	49	b	5.9	60	b	5.3	85	b	4.5	112	s	3.8	119	s	4.1	135	s	2.6					
600 x ∞	39	b	5.9	48	b	5.3	68	b	4.5	90	b	3.8	100	s	4.3	112	s	2.7					
750x750	74	b	9.3	91	b	8.4	130	b	7.1	164	s	5.7	175	s	6.2	198	s	3.9					
750x1500	31	b	9.2	38	b	8.3	54	b	7.0	73	b	6.0	83	b	7.0	106	b	5.0					
750 x ∞	25	b	9.2	31	b	8.4	43	b	7.0	58	b	6.0	66	b	7.0	84	b	5.0					
1000x1000	42	b	16.6	51	b	15.0	73	b	12.6	99	b	10.8	113	b	12.6	145	b	8.9					
1000x2000	18	b	16.4	22	b	14.8	30	b	12.4	41	b	10.7	47	b	12.5	59	b	8.8					
1000 x ∞	14	b	16.4	17	b	14.8	24	b	12.4	33	b	10.7	37	b	12.5	47	b	8.8					
1200x1200	29	b	23.9	36	b	21.6	51	b	18.1	69	b	15.5	79	b	18.1	101	b	12.8					
1200x2400	12	b	23.6	15	b	21.4	21	b	17.9	28	b	15.4	32	b	17.9	41	b	12.7					
1500x1500	19	b	37.3	23	b	33.8	33	b	28.3	44	b	24.3	50	b	28.3	64	b	20.1					
1500x3000	8	b	36.9	10	b	33.4	14	b	28.0	18	b	24.0	21	b	28.0	26	b	19.9					

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava



Kuorman aikaluokka
keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

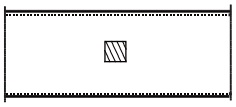
γ_q = 1.5

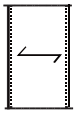
γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m^2

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen
syiden suunta





Kuorman aikaluokka
keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

F:n yksikkönä kN

u:n yksikkönä mm

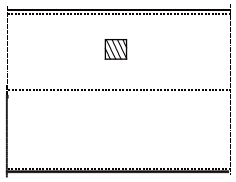
⟷ pintaviilujen syiden suunta

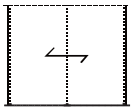
Taulukko 4-6. Koivuvaneri

Pistekuorma 50 mm x 50 mm yksiaukkoisen laattakaistan keskikohdassa

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 F	u	12 F	u	15 F	u	18 F	u	21 F	u	24 F	u
300	1.0 b	2.8	1.6 b	2.1	2.4 b	1.7	3.4 b	1.5	4.5 b	1.3	5.3 s	1.0
400	0.9 b	4.6	1.5 b	3.5	2.2 b	2.8	3.0 b	2.4	4.0 b	2.1	5.2 b	1.8
500	0.8 b	6.8	1.4 b	5.2	2.0 b	4.2	2.8 b	3.5	3.8 b	3.0	4.9 b	2.7
600	0.8 b	9.3	1.3 b	7.1	1.9 b	5.7	2.7 b	4.8	3.6 b	4.1	4.6 b	3.6
750	0.7 b	13.7	1.2 b	10.4	1.8 b	8.4	2.5 b	7.1	3.4 b	6.1	4.3 b	5.4
1000	0.7 b	22.7	1.1 b	17.3	1.7 b	14.0	2.4 b	11.7	3.1 b	10.1	4.0 b	8.9
1200	0.6 b	31.3	1.1 b	23.8	1.6 b	19.3	2.3 b	16.2	3.0 b	13.9	3.8 b	12.2
1500	0.6 b	46.4	1.0 b	35.4	1.5 b	28.7	2.1 b	24.0	2.8 b	20.7	3.7 b	18.2

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 27 F	u	30 F	u	35 F	u	40 F	u	45 F	u	50 F	u
300	5.8 s	0.8	6.5 s	0.7	7.8 s	0.5	9.0 s	0.3	9.6 s	0.3	10.9 s	0.2
400	5.8 s	1.4	6.5 s	1.2	7.8 s	0.8	9.0 s	0.6	9.6 s	0.5	10.9 s	0.4
500	5.9 s	2.3	6.6 s	1.9	7.8 s	1.3	9.1 s	1.0	9.7 s	0.9	10.9 s	0.7
600	5.7 b	3.2	6.6 s	2.7	7.8 s	1.9	9.1 s	1.4	9.7 s	1.2	10.9 s	1.0
750	5.4 b	4.8	6.6 s	4.3	7.8 s	3.0	9.1 s	2.2	9.7 s	1.9	10.9 s	1.5
1000	5.0 b	7.9	6.1 b	7.1	7.8 s	5.4	9.1 s	4.0	9.7 s	3.5	10.9 s	2.7
1200	4.8 b	10.9	5.9 b	9.9	7.8 s	7.8	9.1 s	5.8	9.7 s	5.0	11.0 s	3.9
1500	4.6 b	16.2	5.6 b	14.6	7.8 s	12.1	9.1 s	9.0	9.7 s	7.8	10.9 s	6.1





Kuorman aikaluokka
keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

F:n yksikkönä kN

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta

Taulukko 4-7. Koivuvaneri

Pistekuorma 50 mm x 50 mm kaksiaukkoisen laattakaistan toisen kentän keskikohdassa

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 F	u	12 F	u	15 F	u	18 F	u	21 F	u	24 F	u
300	1.1 b	2.5	1.8 b	1.9	2.7 b	1.5	3.6 s	1.2	4.0 s	0.9	4.7 s	0.7
400	1.0 b	4.0	1.6 b	3.1	2.4 b	2.5	3.3 b	2.1	4.2 s	1.7	4.8 s	1.3
500	0.9 b	5.9	1.5 b	4.5	2.2 b	3.6	3.1 b	3.1	4.1 b	2.6	5.0 s	2.2
600	0.8 b	8.1	1.4 b	6.1	2.1 b	5.0	2.9 b	4.2	3.9 b	3.6	5.0 s	3.1
750	0.8 b	11.8	1.3 b	9.0	2.0 b	7.3	2.7 b	6.1	3.6 b	5.3	4.7 b	4.6
1000	0.7 b	19.5	1.2 b	14.9	1.8 b	12.0	2.5 b	10.1	3.4 b	8.7	4.3 b	7.6
1200	0.7 b	26.8	1.2 b	20.4	1.7 b	16.5	2.4 b	13.9	3.2 b	11.9	4.1 b	10.5
1500	0.7 b	39.7	1.1 b	30.3	1.6 b	24.5	2.3 b	20.5	3.0 b	17.7	3.9 b	15.5

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 27 F	u	30 F	u	35 F	u	40 F	u	45 F	u	50 F	u
300	5.2 s	0.6	5.8 s	0.5	6.9 s	0.3	8.0 s	0.2	8.5 s	0.2	9.6 s	0.2
400	5.3 s	1.1	6.0 s	0.9	7.1 s	0.6	8.3 s	0.5	8.8 s	0.4	10.0 s	0.3
500	5.5 s	1.7	6.1 s	1.4	7.3 s	1.0	8.5 s	0.7	9.0 s	0.6	10.2 s	0.5
600	5.5 s	2.5	6.2 s	2.1	7.4 s	1.4	8.5 s	1.1	9.1 s	0.9	10.3 s	0.7
750	5.6 s	4.0	6.3 s	3.3	7.5 s	2.3	8.7 s	1.7	9.3 s	1.5	10.5 s	1.2
1000	5.4 b	6.8	6.4 s	6.0	7.6 s	4.2	8.9 s	3.1	9.4 s	2.7	10.7 s	2.1
1200	5.1 b	9.3	6.3 b	8.4	7.6 s	6.0	8.8 s	4.5	9.4 s	3.9	10.6 s	3.1
1500	4.9 b	13.8	6.0 b	12.5	7.5 s	9.3	8.7 s	6.9	9.3 s	6.0	10.5 s	4.7

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

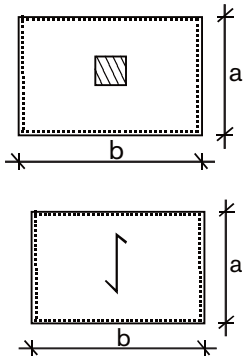
Taulukko 4-8. Koivuvaneri

Pistekuorma 50 mm x 50 mm vapaasti tuetun laatan keskikohdassa

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm)																					
	9			12			15			18			21			24						
a x b	F		u	F		u	F		u	F		u	F		u	F		u			
300x300	1.1	b	2.6	1.9	b	1.9	2.9	b	1.6	4.1	s	1.3	4.7	s	1.0	5.4	s	0.7			
300x600	1.0	b	2.8	1.6	b	2.1	2.4	b	1.7	3.4	b	1.4	4.5	b	1.2	5.3	s	1.0			
300 x ∞	1.0	b	2.8	1.6	b	2.1	2.4	b	1.7	3.4	b	1.5	4.5	b	1.3	5.3	s	1.0			
400x400	1.0	b	4.2	1.7	b	3.1	2.6	b	2.5	3.7	b	2.1	4.7	s	1.7	5.4	s	1.3			
400x800	0.9	b	4.6	1.5	b	3.5	2.2	b	2.8	3.1	b	2.4	4.1	b	2.0	5.3	b	1.8			
400 x ∞	0.9	b	4.6	1.5	b	3.5	2.2	b	2.8	3.0	b	2.4	4.0	b	2.1	5.2	b	1.8			
500x500	0.9	b	6.0	1.6	b	4.5	2.4	b	3.6	3.4	b	3.0	4.5	b	2.6	5.3	s	2.1			
500x1000	0.8	b	6.7	1.4	b	5.1	2.1	b	4.1	2.9	b	3.5	3.8	b	3.0	4.9	b	2.6			
500 x ∞	0.8	b	6.8	1.4	b	5.2	2.0	b	4.2	2.8	b	3.5	3.8	b	3.0	4.9	b	2.7			
600x600	0.9	b	8.1	1.5	b	6.2	2.3	b	5.0	3.2	b	4.1	4.2	b	3.5	5.3	s	3.0			
600x1200	0.8	b	9.2	1.3	b	7.0	1.9	b	5.7	2.7	b	4.8	3.6	b	4.1	4.7	b	3.6			
600 x ∞	0.8	b	9.3	1.3	b	7.1	1.9	b	5.7	2.7	b	4.8	3.6	b	4.1	4.6	b	3.6			
750x750	0.8	b	11.8	1.4	b	9.0	2.1	b	7.2	2.9	b	6.0	3.9	b	5.2	5.1	b	4.5			
750x1500	0.7	b	13.6	1.2	b	10.4	1.8	b	8.4	2.6	b	7.0	3.4	b	6.0	4.4	b	5.3			
750 x ∞	0.7	b	13.7	1.2	b	10.4	1.8	b	8.4	2.5	b	7.1	3.4	b	6.1	4.3	b	5.4			
1000x1000	0.7	b	19.3	1.3	b	14.7	1.9	b	11.8	2.7	b	9.9	3.6	b	8.4	4.7	b	7.4			
1000x2000	0.7	b	22.5	1.1	b	17.2	1.7	b	13.9	2.4	b	11.6	3.2	b	10.0	4.1	b	8.8			
1000 x ∞	0.7	b	22.7	1.1	b	17.3	1.7	b	14.0	2.4	b	11.7	3.1	b	10.1	4.0	b	8.9			
1200x1200	0.7	b	26.3	1.2	b	20.1	1.8	b	16.2	2.6	b	13.5	3.4	b	11.6	4.4	b	10.1			
1200x2400	0.7	b	31.1	1.1	b	23.7	1.6	b	19.1	2.3	b	16.0	3.0	b	13.8	3.9	b	12.1			
1500x1500	0.7	b	38.7	1.1	b	29.5	1.7	b	23.8	2.4	b	19.9	3.2	b	17.0	4.2	b	14.9			
1500x3000	0.6	b	46.2	1.0	b	35.2	1.5	b	28.4	2.2	b	23.8	2.9	b	20.5	3.7	b	18.0			

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm)																					
	27			30			35			40			45			50						
a x b	F		u	F		u	F		u	F		u	F		u	F		u			
300x300	6.0	s	0.6	6.7	s	0.5	8.0	s	0.3	9.3	s	0.2	9.9	s	0.2	11.2	s	0.2			
300x600	5.8	s	0.8	6.5	s	0.6	7.8	s	0.5	9.0	s	0.3	9.6	s	0.3	10.9	s	0.2			
300 x ∞	5.8	s	0.8	6.5	s	0.7	7.8	s	0.5	9.0	s	0.3	9.6	s	0.3	10.9	s	0.2			
400x400	6.0	s	1.1	6.7	s	0.9	7.9	s	0.6	9.2	s	0.4	9.8	s	0.4	11.1	s	0.3			
400x800	5.9	s	1.4	6.5	s	1.2	7.8	s	0.8	9.1	s	0.6	9.6	s	0.5	10.9	s	0.4			
400 x ∞	5.8	s	1.4	6.5	s	1.2	7.8	s	0.8	9.0	s	0.6	9.6	s	0.5	10.9	s	0.4			
500x500	5.9	s	1.6	6.6	s	1.4	7.9	s	0.9	9.2	s	0.7	9.8	s	0.6	11.0	s	0.5			
500x1000	5.9	s	2.2	6.6	s	1.9	7.8	s	1.3	9.1	s	1.0	9.7	s	0.8	10.9	s	0.7			
500 x ∞	5.9	s	2.3	6.6	s	1.9	7.8	s	1.3	9.1	s	1.0	9.7	s	0.9	10.9	s	0.7			
600x600	5.9	s	2.4	6.6	s	2.0	7.9	s	1.4	9.1	s	1.0	9.7	s	0.9	11.0	s	0.7			
600x1200	5.8	b	3.2	6.6	s	2.7	7.8	s	1.9	9.1	s	1.4	9.7	s	1.2	10.9	s	1.0			
600 x ∞	5.7	b	3.2	6.6	s	2.7	7.8	s	1.9	9.1	s	1.4	9.7	s	1.2	10.9	s	1.0			
750x750	5.9	s	3.7	6.6	s	3.1	7.9	s	2.1	9.1	s	1.6	9.7	s	1.4	11.0	s	1.1			
750x1500	5.5	b	4.7	6.6	s	4.2	7.8	s	3.0	9.1	s	2.2	9.7	s	1.9	10.9	s	1.5			
750 x ∞	5.4	b	4.8	6.6	s	4.3	7.8	s	3.0	9.1	s	2.2	9.7	s	1.9	10.9	s	1.5			
1000x1000	5.8	b	6.6	6.6	s	5.5	7.9	s	3.8	9.1	s	2.8	9.7	s	2.5	11.0	s	1.9			
1000x2000	5.1	b	7.8	6.2	b	7.1	7.8	s	5.3	9.1	s	3.9	9.7	s	3.4	11.0	s	2.7			
1000 x ∞	5.0	b	7.9	6.1	b	7.1	7.8	s	5.4	9.1	s	4.0	9.7	s	3.5	10.9	s	2.7			
1200x1200	5.5	b	9.0	6.6	s	7.9	7.8	s	5.5	9.1	s	4.1	9.7	s	3.5	11.0	s	2.8			
1200x2400	4.8	b	10.8	5.9	b	9.7	7.8	s	7.6	9.1	s	5.6	9.7	s	4.9	10.9	s	3.8			
1500x1500	5.2	b	13.3	6.4	b	11.9	7.9	s	8.6	9.1	s	6.4	9.7	s	5.5	11.0	s	4.3			
1500x3000	4.6	b	16.0	5.6	b	14.5	7.8	s	11.9	9.1	s	8.8	9.7	s	7.7	11.0	s	6.0			

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava



Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

F:n yksikkönä kN

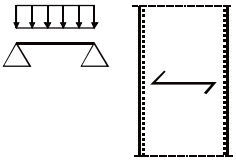
u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta

Taulukko 4-9. Combivaneri

Tasainen kuorma yksiaukkoisella laattakaistalla

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 q	9 u	12 q	12 u	15 q	15 u	18 q	18 u	21 q	21 u	24 q	24 u	27 q	27 u	30 q	30 u
300	23 b	4.4	35 b	3.4	50 b	2.9	67 b	2.5	87 b	2.2	108 b	2.0	122 s	1.8	136 s	1.6
400	13 b	7.6	20 b	5.9	28 b	4.9	38 b	4.2	49 b	3.7	61 b	3.3	72 b	2.9	85 b	2.6
500	8 b	11.8	13 b	9.1	18 b	7.5	24 b	6.4	31 b	5.6	39 b	4.9	46 b	4.3	54 b	3.9
600	6 b	16.9	9 b	13.0	12 b	10.7	17 b	9.0	22 b	7.9	27 b	6.9	32 b	6.0	38 b	5.4
750	4 b	26.3	6 b	20.2	8 b	16.5	11 b	14.0	14 b	12.1	17 b	10.5	21 b	9.2	24 b	8.2
1000	2 b	46.6	3 b	35.8	4 b	29.1	6 b	24.6	8 b	21.3	10 b	18.4	12 b	16.1	14 b	14.2
1200	1 b	67.0	2 b	51.5	3 b	41.8	4 b	35.3	5 b	30.5	7 b	26.4	8 b	23.0	9 b	20.3
1500	1 b	104.6	1 b	80.3	2 b	65.2	3 b	54.9	3 b	47.5	4 b	41.0	5 b	35.6	6 b	31.5



Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m^2

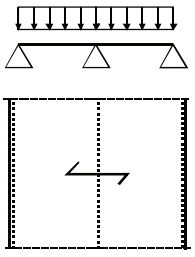
u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta

Taulukko 4-10. Combivaneri

Tasainen kuorma kaksiaukkoisella laattakaistalla

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 q	9 u	12 q	12 u	15 q	15 u	18 q	18 u	21 q	21 u	24 q	24 u	27 q	27 u	30 q	30 u
300	23 b	2.0	35 b	1.6	50 b	1.4	67 b	1.3	77 s	1.1	89 s	1.0	97 s	0.8	109 s	0.8
400	13 b	3.3	20 b	2.6	28 b	2.2	38 b	2.0	49 b	1.8	61 b	1.6	72 b	1.5	84 s	1.4
500	8 b	5.1	13 b	4.0	18 b	3.3	24 b	2.9	31 b	2.6	39 b	2.3	46 b	2.1	54 b	1.9
600	6 b	7.2	9 b	5.6	12 b	4.6	17 b	4.0	22 b	3.5	27 b	3.1	32 b	2.8	38 b	2.6
750	4 b	11.1	6 b	8.6	8 b	7.0	11 b	6.0	14 b	5.3	17 b	4.7	21 b	4.1	24 b	3.7
1000	2 b	19.5	3 b	15.0	4 b	12.3	6 b	10.4	8 b	9.1	10 b	7.9	12 b	7.0	14 b	6.2
1200	1 b	28.0	2 b	21.5	3 b	17.5	4 b	14.9	5 b	12.9	7 b	11.2	8 b	9.8	9 b	8.8
1500	1 b	43.6	1 b	33.5	2 b	27.2	3 b	23.0	3 b	19.9	4 b	17.3	5 b	15.1	6 b	13.4



Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m^2

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

Taulukko 4-11. Combivaneri

Taulukko A3. Tasainen kuorma vapaasti tuetulla laatalla

Jänneväli k/k mm a x b	Nimellispaksuus (mm) 9 q	u	12 q	u	15 q	u	18 q	u	21 q	u	24 q	u	27 q	u	30 q	u
300x300	56 b	4.2	80 s	2.8	102 s	1.9	116 s	1.3	137 s	1.0	151 s	0.7	171 s	0.6	187 s	0.5
300x600	27 b	4.2	42 b	3.2	61 b	2.6	84 b	2.2	110 b	1.9	136 b	1.6	145 s	1.3	162 s	1.1
300 x ∞	23 b	4.2	35 b	3.2	50 b	2.6	67 b	2.2	87 b	1.9	108 b	1.6	122 s	1.4	136 s	1.2
400x400	31 b	7.5	53 b	5.8	77 s	4.5	87 s	3.1	103 s	2.3	114 s	1.8	128 s	1.4	140 s	1.2
400x800	15 b	7.4	24 b	5.7	34 b	4.6	47 b	3.9	62 b	3.3	77 b	2.9	92 b	2.5	108 b	2.2
400 x ∞	13 b	7.4	20 b	5.7	28 b	4.6	38 b	3.9	49 b	3.4	61 b	2.9	72 b	2.5	85 b	2.2
500x500	20 b	11.7	34 b	9.0	51 b	7.3	70 s	6.0	82 s	4.5	91 s	3.4	103 s	2.8	112 s	2.3
500x1000	10 b	11.6	15 b	8.9	22 b	7.2	30 b	6.1	39 b	5.2	49 b	4.5	59 b	3.9	69 b	3.5
500 x ∞	8 b	11.6	13 b	8.9	18 b	7.2	24 b	6.1	31 b	5.2	39 b	4.5	46 b	3.9	54 b	3.5
600x600	14 b	16.9	24 b	13.0	36 b	10.5	50 b	8.8	66 b	7.6	76 s	5.9	86 s	4.8	94 s	3.9
600x1200	7 b	16.7	11 b	12.8	15 b	10.4	21 b	8.7	27 b	7.5	34 b	6.5	41 b	5.6	48 b	5.0
600 x ∞	6 b	16.7	9 b	12.8	12 b	10.4	17 b	8.7	22 b	7.5	27 b	6.5	32 b	5.6	38 b	5.0
750x750	9 b	26.4	15 b	20.2	23 b	16.4	32 b	13.8	43 b	11.9	54 b	10.3	65 b	8.9	75 s	7.7
750x1500	4 b	26.1	7 b	20.0	10 b	16.2	13 b	13.7	18 b	11.8	22 b	10.2	26 b	8.8	31 b	7.8
750 x ∞	4 b	26.1	6 b	20.0	8 b	16.2	11 b	13.7	14 b	11.8	17 b	10.2	21 b	8.8	24 b	7.8
1000x1000	5 b	47.0	8 b	36.0	13 b	29.2	18 b	24.5	24 b	21.1	30 b	18.2	37 b	15.8	43 b	13.9
1000x2000	2 b	46.4	4 b	35.6	6 b	28.8	8 b	24.3	10 b	20.9	12 b	18.1	15 b	15.7	17 b	13.8
1000 x ∞	2 b	46.4	3 b	35.6	4 b	28.8	6 b	24.3	8 b	20.9	10 b	18.1	12 b	15.7	14 b	13.8
1200x1200	3 b	67.7	6 b	51.8	9 b	42.0	12 b	35.3	17 b	30.4	21 b	26.3	25 b	22.8	30 b	20.1
1200x2400	2 b	66.9	3 b	51.2	4 b	41.5	5 b	35.0	7 b	30.1	9 b	26.0	10 b	22.5	12 b	19.9
1500x1500	2 b	105.7	4 b	81.0	6 b	65.6	8 b	55.2	11 b	47.6	13 b	41.0	16 b	35.6	19 b	31.4
1500x3000	1 b	104.5	2 b	81.1	2 b	64.9	3 b	54.6	4 b	47.1	5 b	40.6	7 b	35.2	8 b	31.1

Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

$k_{mod} = 0.80$

$k_{def} = 0.25$

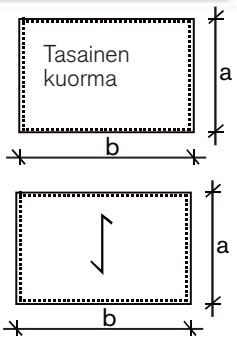
$\gamma_q = 1.5$

$\gamma_m = 1.3$

q:n yksikkönä kN/m^2

u:n yksikkönä mm

pintaviilujen syiden suunta



Taulukko 4-12. Combivaneri

Pistekuorma 50 mm x 50 mm yksiaukkoisen laattakaistan keskikohdassa

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 F	u	12 F	u	15 F	u	18 F	u	21 F	u	24 F	u	27 F	u	30 F	u
300	0.9 b	2.8	1.2 s	1.7	1.6 s	1.2	1.8 s	0.9	2.2 s	0.7	2.4 s	0.5	2.7 s	0.4	3.0 s	0.3
400	0.9 b	4.6	1.2 s	3.1	1.6 s	2.2	1.8 s	1.6	2.2 s	1.2	2.4 s	0.9	2.7 s	0.8	3.0 s	0.6
500	0.8 b	6.8	1.2 s	4.8	1.6 s	3.5	1.8 s	2.4	2.2 s	1.9	2.4 s	1.5	2.7 s	1.2	3.0 s	1.0
600	0.8 b	9.3	1.2 s	7.0	1.6 s	5.0	1.8 s	3.5	2.2 s	2.8	2.4 s	2.1	2.7 s	1.7	3.0 s	1.4
750	0.7 b	13.7	1.1 b	10.4	1.6 s	7.9	1.8 s	5.6	2.2 s	4.3	2.4 s	3.3	2.7 s	2.7	3.0 s	2.2
1000	0.7 b	22.6	1.1 b	17.2	1.6 b	13.9	1.8 s	10.1	2.2 s	7.8	2.4 s	6.0	2.8 s	4.9	3.0 s	4.0
1200	0.6 b	31.2	1.0 b	23.8	1.5 b	19.2	1.9 s	14.7	2.2 s	11.4	2.5 s	8.8	2.8 s	7.2	3.1 s	5.9
1500	0.6 b	46.3	1.0 b	35.3	1.4 b	28.5	1.9 s	23.4	2.3 s	18.2	2.5 s	14.0	2.9 s	11.4	3.1 s	9.4

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

$k_{mod} = 0.80$

$k_{def} = 0.25$

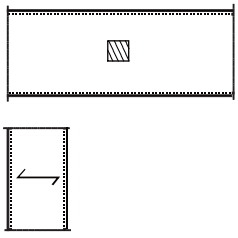
$\gamma_q = 1.5$

$\gamma_m = 1.3$

F:n yksikkönä kN

u:n yksikkönä mm

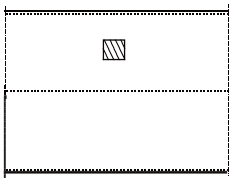
pintaviilujen syiden suunta

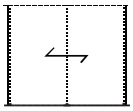


Taulukko 4-13. Combivaneri

Pistekuorma 50 mm x 50 mm kaksiaukkoisen laattakaistan toisen kentän keskikohdassa

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 F	9 u	12 F	12 u	15 F	15 u	18 F	18 u	21 F	21 u	24 F	24 u	27 F	27 u	30 F	30 u
300	1.0 b	2.5	1.3 s	1.4	1.6 s	1.0	1.9 s	0.7	2.2 s	0.6	2.5 s	0.4	2.8 s	0.3	3.1 s	0.3
400	0.9 b	4.0	1.3 s	2.5	1.6 s	1.8	1.9 s	1.3	2.2 s	1.0	2.5 s	0.8	2.8 s	0.6	3.1 s	0.5
500	0.9 b	5.9	1.3 s	4.0	1.6 s	2.9	1.9 s	2.0	2.2 s	1.6	2.5 s	1.2	2.8 s	1.0	3.1 s	0.8
600	0.8 b	8.0	1.3 s	5.9	1.7 s	4.2	1.9 s	3.0	2.3 s	2.3	2.5 s	1.8	2.9 s	1.5	3.2 s	1.2
750	0.8 b	11.8	1.2 b	9.0	1.7 s	6.7	1.9 s	4.7	2.3 s	3.7	2.6 s	2.9	2.9 s	2.3	3.2 s	1.9
1000	0.7 b	19.4	1.1 b	14.8	1.7 b	12.0	2.0 s	8.7	2.4 s	6.8	2.6 s	5.2	3.0 s	4.3	3.3 s	3.5
1200	0.7 b	26.7	1.1 b	20.4	1.6 b	16.4	2.1 s	12.9	2.5 s	10.1	2.7 s	7.8	3.1 s	6.4	3.4 s	5.2
1500	0.6 b	39.6	1.0 b	30.1	1.5 b	24.3	2.1 b	20.4	2.6 s	17.0	3.0 s	13.1	3.4 s	10.8	3.7 s	8.8





Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

F:n yksikkönä kN

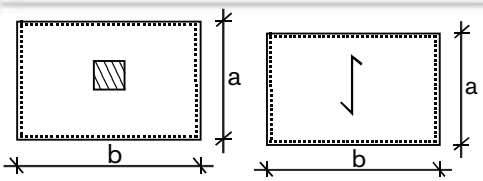
u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta

Taulukko 4-14. Combivaneri

Pistekuorma 50 mm x 50 mm vapaasti tuetun laatan keskikohdassa

Jänneväli k/k mm a x b	Nimellispaksuus (mm) 9 F	9 u	12 F	12 u	15 F	15 u	18 F	18 u	21 F	21 u	24 F	24 u	27 F	27 u	30 F	30 u
300x300	1.0 s	2.4	1.2 s	1.3	1.6 s	0.9	1.8 s	0.6	2.2 s	0.5	2.4 s	0.4	2.7 s	0.3	3.0 s	0.2
300x600	0.9 b	2.8	1.2 s	1.7	1.6 s	1.2	1.8 s	0.8	2.2 s	0.7	2.4 s	0.5	2.7 s	0.4	3.0 s	0.3
300 x ∞	0.9 b	2.8	1.2 s	1.7	1.6 s	1.2	1.8 s	0.9	2.2 s	0.7	2.4 s	0.5	2.7 s	0.4	3.0 s	0.3
400x400	1.0 b	4.1	1.2 s	2.3	1.6 s	1.6	1.8 s	1.1	2.2 s	0.8	2.4 s	0.6	2.7 s	0.5	3.0 s	0.4
400x800	0.9 b	4.6	1.2 s	3.0	1.6 s	2.2	1.8 s	1.5	2.2 s	1.2	2.4 s	0.9	2.7 s	0.7	3.0 s	0.6
400 x ∞	0.9 b	4.6	1.2 s	3.1	1.6 s	2.2	1.8 s	1.6	2.2 s	1.2	2.4 s	0.9	2.7 s	0.8	3.0 s	0.6
500x500	0.9 b	6.0	1.2 s	3.6	1.6 s	2.5	1.8 s	1.7	2.1 s	1.3	2.4 s	1.0	2.7 s	0.8	3.0 s	0.7
500x1000	0.8 b	6.7	1.2 s	4.7	1.6 s	3.4	1.8 s	2.4	2.1 s	1.9	2.4 s	1.4	2.7 s	1.2	3.0 s	1.0
500 x ∞	0.8 b	6.8	1.2 s	4.8	1.6 s	3.5	1.8 s	2.4	2.2 s	1.9	2.4 s	1.5	2.7 s	1.2	3.0 s	1.0
600x600	0.9 b	8.2	1.2 s	5.2	1.6 s	3.6	1.8 s	2.5	2.1 s	1.9	2.4 s	1.5	2.7 s	1.2	3.0 s	1.0
600x1200	0.8 b	9.2	1.2 s	6.9	1.6 s	4.9	1.8 s	3.5	2.1 s	2.7	2.4 s	2.1	2.7 s	1.7	3.0 s	1.4
600 x ∞	0.8 b	9.3	1.2 s	7.0	1.6 s	5.0	1.8 s	3.5	2.2 s	2.8	2.4 s	2.1	2.7 s	1.7	3.0 s	1.4
750x750	0.8 b	12.0	1.2 s	8.2	1.6 s	5.7	1.8 s	4.0	2.2 s	3.0	2.4 s	2.3	2.7 s	1.9	3.0 s	1.5
750x1500	0.7 b	13.6	1.2 b	10.3	1.6 s	7.8	1.8 s	5.4	2.2 s	4.2	2.4 s	3.3	2.7 s	2.7	3.0 s	2.2
750 x ∞	0.7 b	13.7	1.1 b	10.4	1.6 s	7.9	1.8 s	5.6	2.2 s	4.3	2.4 s	3.3	2.7 s	2.7	3.0 s	2.2
1000x1000	0.7 b	19.6	1.2 b	14.7	1.6 s	10.3	1.8 s	7.1	2.2 s	5.5	2.4 s	4.2	2.8 s	3.4	3.0 s	2.8
1000x2000	0.7 b	22.5	1.1 b	17.1	1.6 b	13.8	1.8 s	9.8	2.2 s	7.6	2.4 s	5.8	2.8 s	4.8	3.0 s	3.9
1000 x ∞	0.7 b	22.6	1.1 b	17.2	1.6 b	13.9	1.8 s	10.1	2.2 s	7.8	2.4 s	6.0	2.8 s	4.9	3.0 s	4.0
1200x1200	0.7 b	26.8	1.2 b	20.1	1.6 s	15.0	1.8 s	10.3	2.2 s	7.9	2.4 s	6.0	2.8 s	4.9	3.0 s	4.0
1200x2400	0.6 b	31.0	1.0 b	23.6	1.5 b	19.0	1.8 s	14.2	2.2 s	11.0	2.4 s	8.5	2.8 s	6.9	3.0 s	5.7
1500x1500	0.7 b	39.3	1.1 b	29.7	1.6 b	23.6	1.9 s	16.4	2.2 s	12.6	2.5 s	9.6	2.8 s	7.8	3.1 s	6.4
1500x3000	0.6 b	46.0	1.0 b	35.0	1.4 b	28.2	1.9 s	22.5	2.2 s	17.5	2.5 s	13.4	2.8 s	11.0	3.1 s	9.0



Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

F:n yksikkönä kN

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta

Taulukko 4-15. Peilikuvacombivaneri

Tasainen kuorma yksiaukkoisella laattakaistalla

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 q		9 u	12 q		12 u	15 q		15 u	18 q		18 u	21 q		21 u	24 q		24 u	27 q		27 u	30 q		30 u
300	23	b	4.8	38	b	4.0	45	s	2.9	55	s	2.3	62	s	1.9	71	s	1.7	78	s	1.5	87	s	1.4
400	13	b	8.1	21	b	6.5	31	b	5.5	41	s	4.8	46	s	3.8	53	s	3.2	59	s	2.7	65	s	2.4
500	8	b	12.2	14	b	9.7	20	b	8.1	27	b	7.1	36	b	6.4	43	s	5.5	47	s	4.6	52	s	4.1
600	6	b	17.4	9	b	13.6	14	b	11.3	19	b	9.8	25	b	8.7	32	b	8.0	39	s	7.4	44	s	6.4
750	4	b	26.8	6	b	20.8	9	b	17.2	12	b	14.7	16	b	13.0	20	b	11.7	25	b	10.7	31	b	10.0
1000	2	b	47.1	3	b	36.4	5	b	29.8	7	b	25.3	9	b	22.1	11	b	19.8	14	b	17.9	17	b	16.5
1200	1	b	67.5	2	b	52.1	3	b	42.5	5	b	36.0	6	b	31.3	8	b	27.9	10	b	25.2	12	b	23.0
1500	1	b	105.2	2	b	80.9	2	b	65.9	3	b	55.7	4	b	48.3	5	b	42.8	6	b	38.5	8	b	35.1

Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

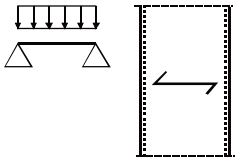
γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m^2

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta



Taulukko 4-16. Peilikuvacombivaneri

Taulukko A2. Tasainen kuorma kaksiaukkoisella laattakaistalla

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 q		9 u	12 q		12 u	15 q		15 u	18 q		18 u	21 q		21 u	24 q		24 u	27 q		27 u	30 q		30 u
300	23	s	2.4	31	s	1.9	36	s	1.4	44	s	1.3	49	s	1.1	57	s	1.0	63	s	1.0	70	s	0.9
400	13	b	3.8	21	b	3.3	27	s	2.6	33	s	2.2	37	s	1.9	43	s	1.7	47	s	1.5	52	s	1.4
500	8	b	5.6	14	b	4.6	20	b	4.1	26	s	3.6	30	s	3.0	34	s	2.6	38	s	2.3	42	s	2.1
600	6	b	7.7	9	b	6.2	14	b	5.4	19	b	4.9	25	s	4.5	28	s	3.9	31	s	3.4	35	s	3.0
750	4	b	11.6	6	b	9.2	9	b	7.8	12	b	6.9	16	b	6.3	20	b	5.9	25	s	5.6	28	s	4.9
1000	2	b	20.0	3	b	15.7	5	b	13.1	7	b	11.3	9	b	10.1	11	b	9.2	14	b	8.6	17	b	8.1
1200	1	b	28.5	2	b	22.2	3	b	18.3	5	b	15.8	6	b	13.9	8	b	12.6	10	b	11.6	12	b	10.8
1500	1	b	44.1	2	b	34.2	2	b	28.1	3	b	23.9	4	b	21.0	5	b	18.8	6	b	17.1	8	b	15.8

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

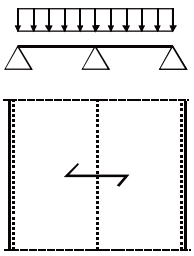
γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m^2

u:n yksikkönä mm

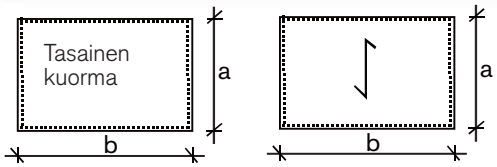
⟷ pintaviilujen syiden suunta



Taulukko 4-17. Peilikuvacombivaneri

Tasainen kuorma vapaasti tuetulla laatalla

Jänneväli k/k mm a x b	Nimellispaksuus (mm) 9 q	u	12 q	u	15 q	u	18 q	u	21 q	u	24 q	u	27 q	u	30 q	u
300x300	42 b	3.5	71 b	2.7	85 s	1.7	105 s	1.2	120 s	0.9	139 s	0.7	154 s	0.6	173 s	0.5
300x600	26 b	4.2	43 b	3.2	51 s	2.1	62 s	1.5	70 s	1.1	81 s	0.9	90 s	0.7	100 s	0.6
300 x ∞	23 b	4.2	38 b	3.2	45 s	2.1	55 s	1.6	62 s	1.2	71 s	0.9	78 s	0.7	87 s	0.6
400x400	24 b	6.2	40 b	4.8	60 b	3.8	79 s	3.0	90 s	2.2	104 s	1.7	116 s	1.3	130 s	1.1
400x800	15 b	7.4	24 b	5.7	36 b	4.6	47 s	3.6	53 s	2.7	61 s	2.1	67 s	1.7	75 s	1.4
400 x ∞	13 b	7.4	21 b	5.7	31 b	4.6	41 s	3.8	46 s	2.8	53 s	2.2	59 s	1.7	65 s	1.4
500x500	15 b	9.7	26 b	7.4	39 b	6.0	54 b	5.0	72 s	4.2	84 s	3.3	93 s	2.6	104 s	2.2
500x1000	10 b	11.6	16 b	8.9	23 b	7.2	32 b	6.1	42 s	5.2	49 s	4.1	54 s	3.3	60 s	2.7
500 x ∞	8 b	11.6	14 b	8.9	20 b	7.2	27 b	6.1	36 b	5.2	43 s	4.3	47 s	3.4	52 s	2.8
600x600	10 b	14.0	18 b	10.7	27 b	8.6	38 b	7.1	50 b	6.1	64 b	5.3	77 s	4.6	86 s	3.8
600x1200	7 b	16.7	11 b	12.8	16 b	10.4	22 b	8.7	29 b	7.5	38 b	6.6	45 s	5.7	50 s	4.7
600 x ∞	6 b	16.7	9 b	12.8	14 b	10.4	19 b	8.7	25 b	7.5	32 b	6.6	39 s	5.9	44 s	4.9
750x750	7 b	21.8	11 b	16.7	17 b	13.4	24 b	11.2	32 b	9.5	41 b	8.3	51 b	7.4	63 b	6.6
750x1500	4 b	26.2	7 b	20.1	10 b	16.3	14 b	13.7	19 b	11.8	24 b	10.4	30 b	9.2	37 b	8.4
750 x ∞	4 b	26.1	6 b	20.0	9 b	16.3	12 b	13.7	16 b	11.8	20 b	10.4	25 b	9.2	31 b	8.4
1000x1000	4 b	38.8	6 b	29.7	10 b	23.8	14 b	19.8	18 b	17.0	23 b	14.8	29 b	13.1	35 b	11.8
1000x2000	2 b	46.5	4 b	35.7	6 b	28.9	8 b	24.3	11 b	20.9	14 b	18.4	17 b	16.4	21 b	14.9
1000 x ∞	2 b	46.5	3 b	35.6	5 b	28.9	7 b	24.3	9 b	20.9	11 b	18.4	14 b	16.4	17 b	14.8
1200x1200	3 b	55.9	4 b	42.8	7 b	34.3	9 b	28.6	13 b	24.4	16 b	21.3	20 b	18.9	24 b	17.0
1200x2400	2 b	67.0	3 b	51.3	4 b	41.6	6 b	35.0	7 b	30.2	9 b	26.6	12 b	23.7	14 b	21.4
1500x1500	2 b	87.3	3 b	66.9	4 b	53.6	6 b	44.6	8 b	38.1	10 b	33.3	13 b	29.5	16 b	26.6
1500x3000	1 b	104.6	2 b	80.2	3 b	65.1	4 b	54.7	5 b	47.1	6 b	41.5	8 b	37.0	9 b	33.4



Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m^2

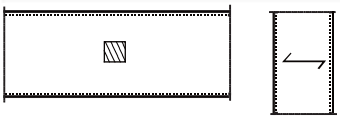
u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta

Taulukko 4-18. Peilikuvacombivaneri

Pistekuorma 50 mm x 50 mm yksiaukkoisen laattakaistan keskikohdassa

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 F	u	12 F	u	15 F	u	18 F	u	21 F	u	24 F	u	27 F	u	30 F	u
300	0.7 b	2.3	1.2 s	1.8	1.4 s	1.1	1.8 s	0.8	2.0 s	0.6	2.3 s	0.5	2.6 s	0.4	2.9 s	0.3
400	0.6 b	3.6	1.1 b	2.9	1.5 s	2.0	1.8 s	1.5	2.0 s	1.1	2.3 s	0.9	2.6 s	0.7	2.9 s	0.6
500	0.6 b	5.1	1.0 b	4.2	1.5 s	3.2	1.8 s	2.4	2.0 s	1.7	2.3 s	1.4	2.6 s	1.1	2.9 s	0.9
600	0.5 b	6.9	0.9 b	5.6	1.5 s	4.6	1.8 s	3.4	2.0 s	2.5	2.3 s	2.0	2.6 s	1.6	2.9 s	1.3
750	0.5 b	10.0	0.9 b	8.1	1.3 b	6.7	1.8 s	5.4	2.0 s	3.9	2.3 s	3.1	2.6 s	2.4	2.9 s	2.0
1000	0.4 b	16.2	0.8 b	13.1	1.2 b	10.9	1.7 b	9.3	2.0 s	7.0	2.3 s	5.5	2.6 s	4.4	2.9 s	3.6
1200	0.4 b	22.0	0.7 b	17.8	1.1 b	14.8	1.6 b	12.6	2.0 s	10.1	2.3 s	8.0	2.6 s	6.3	2.9 s	5.2
1500	0.4 b	32.2	0.7 b	26.1	1.1 b	21.7	1.5 b	18.5	2.0 s	15.8	2.3 s	12.5	2.6 s	9.8	2.9 s	8.1



Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

F:n yksikkönä kN

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

Taulukko 4-19. Peilikuvacombivaneri

Pistekuorma 50 mm x 50 mm kaksiaukkoisen laattakaistan toisen kentän keskikohdassa

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 F	9 u	12 F	12 u	15 F	15 u	18 F	18 u	21 F	21 u	24 F	24 u	27 F	27 u	30 F	30 u
300	0.8 s	1.9	1.1 s	1.2	1.3 s	0.8	1.6 s	0.6	1.8 s	0.4	2.0 s	0.3	2.3 s	0.3	2.5 s	0.2
400	0.7 b	3.1	1.1 s	2.3	1.3 s	1.5	1.6 s	1.1	1.8 s	0.8	2.1 s	0.6	2.3 s	0.5	2.6 s	0.4
500	0.6 b	4.3	1.1 b	3.5	1.4 s	2.4	1.7 s	1.7	1.9 s	1.3	2.2 s	1.0	2.4 s	0.8	2.7 s	0.7
600	0.6 b	5.8	1.0 b	4.7	1.4 s	3.5	1.7 s	2.6	1.9 s	1.9	2.2 s	1.5	2.4 s	1.2	2.7 s	1.0
750	0.5 b	8.4	0.9 b	6.8	1.4 s	5.5	1.7 s	4.1	1.9 s	3.0	2.2 s	2.4	2.4 s	1.9	2.7 s	1.5
1000	0.5 b	13.5	0.8 b	10.9	1.3 b	9.1	1.7 s	7.4	2.0 s	5.4	2.3 s	4.3	2.5 s	3.4	2.8 s	2.8
1200	0.4 b	18.4	0.8 b	14.9	1.2 b	12.3	1.7 b	10.5	2.0 s	7.9	2.3 s	6.2	2.5 s	4.9	2.8 s	4.1
1500	0.4 b	26.8	0.7 b	21.6	1.1 b	17.9	1.6 b	15.3	1.9 s	12.2	2.3 s	9.6	2.5 s	7.6	2.8 s	6.3

Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

$k_{mod} = 0.80$

$k_{def} = 0.25$

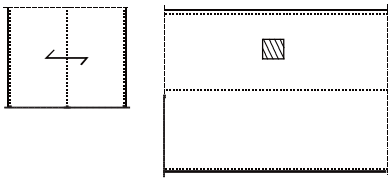
$\gamma_q = 1.5$

$\gamma_m = 1.3$

F:n yksikkönä kN

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta



Taulukko 4-20. Peilikuvacombivaneri

Pistekuorma 50 mm x 50 mm vapaasti tuetun laatan keskikohdassa

Jänneväli k/k mm a x b	Nimellispaksuus (mm) 9 F	9 u	12 F	12 u	15 F	15 u	18 F	18 u	21 F	21 u	24 F	24 u	27 F	27 u	30 F	30 u
300x300	0.7 b	1.8	1.2 b	1.4	1.5 s	0.9	1.8 s	0.7	2.0 s	0.5	2.4 s	0.4	2.6 s	0.3	2.9 s	0.2
300x600	0.7 b	2.3	1.2 s	1.7	1.4 s	1.1	1.8 s	0.8	2.0 s	0.6	2.3 s	0.5	2.6 s	0.4	2.9 s	0.3
300 x ∞	0.7 b	2.3	1.2 s	1.8	1.4 s	1.1	1.8 s	0.8	2.0 s	0.6	2.3 s	0.5	2.6 s	0.4	2.9 s	0.3
400x400	0.6 b	2.8	1.1 b	2.2	1.5 s	1.6	1.8 s	1.2	2.0 s	0.9	2.4 s	0.7	2.6 s	0.5	2.9 s	0.4
400x800	0.6 b	3.6	1.1 b	2.9	1.5 s	2.0	1.8 s	1.5	2.0 s	1.1	2.3 s	0.9	2.6 s	0.7	2.9 s	0.6
400 x ∞	0.6 b	3.6	1.1 b	2.9	1.5 s	2.0	1.8 s	1.5	2.0 s	1.1	2.3 s	0.9	2.6 s	0.7	2.9 s	0.6
500x500	0.6 b	4.0	1.0 b	3.1	1.5 b	2.5	1.8 s	1.8	2.0 s	1.3	2.3 s	1.1	2.6 s	0.8	2.9 s	0.7
500x1000	0.6 b	5.1	1.0 b	4.1	1.5 s	3.2	1.8 s	2.3	2.0 s	1.7	2.3 s	1.3	2.6 s	1.1	2.9 s	0.9
500 x ∞	0.6 b	5.1	1.0 b	4.2	1.5 s	3.2	1.8 s	2.4	2.0 s	1.7	2.3 s	1.4	2.6 s	1.1	2.9 s	0.9
600x600	0.5 b	5.4	0.9 b	4.2	1.4 b	3.4	1.8 s	2.7	2.0 s	1.9	2.3 s	1.5	2.6 s	1.2	2.9 s	1.0
600x1200	0.5 b	6.8	0.9 b	5.5	1.4 b	4.6	1.8 s	3.4	2.0 s	2.5	2.3 s	2.0	2.6 s	1.5	2.9 s	1.3
600 x ∞	0.5 b	6.9	0.9 b	5.6	1.5 s	4.6	1.8 s	3.4	2.0 s	2.5	2.3 s	2.0	2.6 s	1.6	2.9 s	1.3
750x750	0.5 b	7.9	0.8 b	6.2	1.3 b	5.0	1.8 s	4.2	2.0 s	3.0	2.3 s	2.4	2.6 s	1.9	2.9 s	1.5
750x1500	0.5 b	9.9	0.9 b	8.0	1.3 b	6.6	1.8 s	5.3	2.0 s	3.9	2.3 s	3.1	2.6 s	2.4	2.9 s	2.0
750 x ∞	0.5 b	10.0	0.9 b	8.1	1.3 b	6.7	1.8 s	5.4	2.0 s	3.9	2.3 s	3.1	2.6 s	2.4	2.9 s	2.0
1000x1000	0.4 b	12.8	0.8 b	10.0	1.2 b	8.1	1.6 b	6.8	2.0 s	5.4	2.3 s	4.3	2.6 s	3.3	2.9 s	2.8
1000x2000	0.4 b	16.0	0.8 b	12.9	1.2 b	10.7	1.7 b	9.1	2.0 s	6.9	2.3 s	5.5	2.6 s	4.3	2.9 s	3.6
1000 x ∞	0.4 b	16.2	0.8 b	13.1	1.2 b	10.9	1.7 b	9.3	2.0 s	7.0	2.3 s	5.5	2.6 s	4.4	2.9 s	3.6
1200x1200	0.4 b	17.5	0.7 b	13.7	1.1 b	11.1	1.5 b	9.3	2.0 s	7.8	2.3 s	6.1	2.6 s	4.8	2.9 s	4.0
1200x2400	0.4 b	21.8	0.7 b	17.6	1.1 b	14.6	1.6 b	12.5	2.0 s	10.0	2.3 s	7.9	2.6 s	6.2	2.9 s	5.1
1500x1500	0.4 b	25.7	0.7 b	20.1	1.0 b	16.3	1.5 b	13.7	1.9 b	11.8	2.3 s	9.6	2.6 s	7.6	2.9 s	6.2
1500x3000	0.4 b	32.0	0.7 b	25.8	1.1 b	21.4	1.5 b	18.2	2.0 s	15.6	2.3 s	12.4	2.6 s	9.8	2.9 s	8.1

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

$k_{mod} = 0.80$

$k_{def} = 0.25$

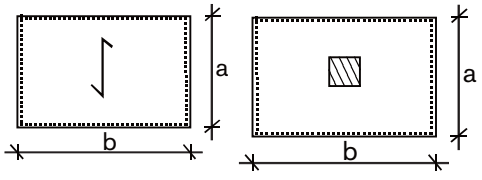
$\gamma_q = 1.5$

$\gamma_m = 1.3$

F:n yksikkönä kN

u:n yksikkönä mm

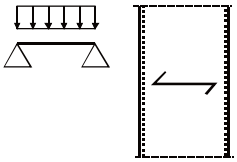
⟷ pintaviilujen syiden suunta



Taulukko 4-21. Havuvaneri, ohutviiluinen

Tasainen kuorma yksiaukkoisella laattakaistalla

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 q		u	12 q		u	15 q		u	18 q		u	21 q		u	24 q		u	27 q		u	30 q		u
300	13	b	3.6	21	b	2.9	31	b	2.5	43	b	2.3	57	b	2.1	71	s	2.0	78	s	1.7	87	s	1.6
400	8	b	6.1	12	b	4.8	18	b	4.1	24	b	3.6	32	b	3.3	41	b	3.0	51	b	2.9	62	b	2.8
500	5	b	9.3	8	b	7.3	11	b	6.1	16	b	5.3	20	b	4.7	26	b	4.3	33	b	4.0	40	b	3.8
600	3	b	13.2	5	b	10.3	8	b	8.5	11	b	7.3	14	b	6.5	18	b	5.9	23	b	5.4	27	b	5.1
750	2	b	20.4	3	b	15.8	5	b	13.0	7	b	11.1	9	b	9.7	12	b	8.7	14	b	8.0	18	b	7.4
1000	1	b	36.0	2	b	27.8	3	b	22.8	4	b	19.3	5	b	16.8	7	b	14.9	8	b	13.5	10	b	12.4
1200	1	b	51.7	1	b	39.9	2	b	32.5	3	b	27.5	4	b	23.9	5	b	21.2	6	b	19.1	7	b	17.4
1500	1	b	80.6	1	b	62.1	1	b	50.5	2	b	42.7	2	b	36.9	3	b	32.6	4	b	29.4	4	b	26.7



Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m^2

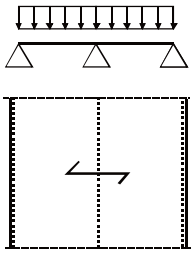
u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta

Taulukko 4-22. Havuvaneri, ohutviiluinen

Tasainen kuorma kaksiaukkoisella laattakaistalla

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 q		u	12 q		u	15 q		u	18 q		u	21 q		u	24 q		u	27 q		u	30 q		u
300	13	b	1.8	21	b	1.5	31	b	1.4	43	b	1.4	49	s	1.2	57	s	1.1	63	s	1.0	70	s	1.0
400	8	b	2.8	12	b	2.3	18	b	2.1	24	b	2.0	32	b	1.9	41	b	1.9	47	s	1.7	52	s	1.6
500	5	b	4.1	8	b	3.4	11	b	2.9	16	b	2.7	20	b	2.5	26	b	2.4	33	b	2.3	40	b	2.3
600	3	b	5.7	5	b	4.6	8	b	3.9	11	b	3.5	14	b	3.2	18	b	3.0	23	b	2.9	27	b	2.8
750	2	b	8.7	3	b	6.9	5	b	5.8	7	b	5.1	9	b	4.6	12	b	4.2	14	b	4.0	18	b	3.8
1000	1	b	15.2	2	b	11.9	3	b	9.8	4	b	8.5	5	b	7.5	7	b	6.8	8	b	6.3	10	b	5.9
1200	1	b	21.7	1	b	16.9	2	b	13.9	3	b	11.9	4	b	10.4	5	b	9.4	6	b	8.6	7	b	8.0
1500	1	b	33.7	1	b	26.1	1	b	21.4	2	b	18.2	2	b	15.8	3	b	14.1	4	b	12.8	4	b	11.8



Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m^2

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

Taulukko 4-23. Havuvaneri, ohutviiluinen

Tasainen kuorma vapaasti tuetulla laatalla

Jänneväli k/k mm a x b	Nimellispaksuus (mm) 9 q		9 u	12 q		12 u	15 q		15 u	18 q		18 u	21 q		21 u	24 q		24 u	27 q		27 u	30 q		30 u
300x300	33	b	3.3	56	b	2.5	86	b	2.0	114	s	1.6	130	s	1.2	152	s	0.9	168	s	0.7	188	s	0.6
300x600	16	b	3.2	26	b	2.5	38	b	2.0	53	b	1.7	70	b	1.4	84	s	1.2	93	s	0.9	104	s	0.8
300 x ∞	13	b	3.2	21	b	2.5	31	b	2.0	43	b	1.7	57	b	1.4	71	s	1.2	78	s	1.0	87	s	0.8
400x400	18	b	5.8	32	b	4.4	48	b	3.6	68	b	3.0	92	b	2.6	114	s	2.2	126	s	1.7	141	s	1.4
400x800	9	b	5.7	14	b	4.4	21	b	3.6	30	b	3.0	39	b	2.6	51	b	2.3	63	b	2.0	77	b	1.8
400 x ∞	8	b	5.7	12	b	4.4	18	b	3.6	24	b	3.0	32	b	2.6	41	b	2.3	51	b	2.0	62	b	1.8
500x500	12	b	9.0	20	b	6.9	31	b	5.6	44	b	4.7	59	b	4.1	76	b	3.6	96	b	3.2	113	s	2.8
500x1000	6	b	8.9	9	b	6.9	14	b	5.6	19	b	4.7	25	b	4.0	32	b	3.5	40	b	3.2	49	b	2.9
500 x ∞	5	b	8.9	8	b	6.8	11	b	5.6	16	b	4.7	20	b	4.0	26	b	3.5	33	b	3.2	40	b	2.9
600x600	8	b	13.0	14	b	10.0	21	b	8.1	30	b	6.8	41	b	5.9	53	b	5.2	66	b	4.6	82	b	4.2
600x1200	4	b	12.8	6	b	9.9	10	b	8.0	13	b	6.7	18	b	5.8	22	b	5.1	28	b	4.6	34	b	4.1
600 x ∞	3	b	12.8	5	b	9.9	8	b	8.0	11	b	6.7	14	b	5.8	18	b	5.1	23	b	4.6	27	b	4.1
750x750	5	b	20.3	9	b	15.6	14	b	12.7	19	b	10.6	26	b	9.2	34	b	8.1	43	b	7.2	52	b	6.5
750x1500	3	b	20.1	4	b	15.4	6	b	12.5	8	b	10.5	11	b	9.1	14	b	8.0	18	b	7.1	22	b	6.4
750 x ∞	2	b	20.1	3	b	15.4	5	b	12.5	7	b	10.5	9	b	9.1	12	b	8.0	14	b	7.1	18	b	6.4
1000x1000	3	b	36.1	5	b	27.7	8	b	22.5	11	b	18.9	15	b	16.3	19	b	14.3	24	b	12.8	29	b	11.6
1000x2000	1	b	35.7	2	b	27.4	3	b	22.2	5	b	18.7	6	b	16.1	8	b	14.2	10	b	12.7	12	b	11.4
1000 x ∞	1	b	35.7	2	b	27.4	3	b	22.2	4	b	18.7	5	b	16.1	7	b	14.2	8	b	12.7	10	b	11.4
1200x1200	2	b	52.0	4	b	39.9	5	b	32.4	8	b	27.2	10	b	23.4	13	b	20.6	17	b	18.4	20	b	16.6
1200x2400	1	b	51.4	2	b	39.5	2	b	32.0	3	b	26.9	4	b	23.2	6	b	20.4	7	b	18.2	9	b	16.5
1500x1500	1	b	81.3	2	b	62.4	3	b	50.6	5	b	42.6	7	b	36.6	8	b	32.2	11	b	28.8	13	b	26.0
1500x3000	1	b	80.3	1	b	61.7	2	b	50.0	2	b	42.1	3	b	36.2	4	b	31.9	4	b	28.5	5	b	25.7

Kuorman aikaluokka
keskipitkä

Käyttöluokka 1

$k_{mod} = 0.80$

$k_{def} = 0.25$

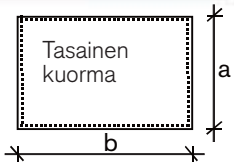
$\gamma_q = 1.5$

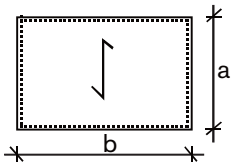
$\gamma_m = 1.3$

q:n yksikkönä kN/m^2

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta





Taulukko 4-24. Havuvaneri, ohutviiluinen

Pistekuorma 50 mm x 50 mm yksiaukkoisen laattakaistan keskikohdassa

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 F		9 u	12 F		12 u	15 F		15 u	18 F		18 u	21 F		21 u	24 F		24 u	27 F		27 u	30 F		30 u
300	0.6	b	2.2	0.9	b	1.7	1.4	b	1.3	1.8	s	1.1	2.1	s	0.8	2.4	s	0.6	2.7	s	0.5	3.0	s	0.4
400	0.5	b	3.5	0.8	b	2.7	1.2	b	2.2	1.7	b	1.8	2.1	s	1.4	2.4	s	1.1	2.7	s	0.9	3.0	s	0.7
500	0.5	b	5.2	0.8	b	4.0	1.2	b	3.2	1.6	b	2.7	2.1	s	2.3	2.4	s	1.8	2.7	s	1.4	3.0	s	1.2
600	0.4	b	7.1	0.7	b	5.4	1.1	b	4.4	1.5	b	3.7	2.0	b	3.2	2.4	s	2.6	2.7	s	2.0	3.0	s	1.7
750	0.4	b	10.5	0.7	b	8.0	1.0	b	6.5	1.4	b	5.5	1.9	b	4.7	2.4	s	4.1	2.7	s	3.2	3.0	s	2.6
1000	0.4	b	17.4	0.6	b	13.3	1.0	b	10.8	1.3	b	9.0	1.8	b	7.8	2.3	b	6.8	2.7	s	5.7	3.0	s	4.7
1200	0.4	b	24.0	0.6	b	18.3	0.9	b	14.8	1.3	b	12.5	1.7	b	10.7	2.2	b	9.4	2.7	s	8.2	3.0	s	6.8
1500	0.4	b	35.6	0.6	b	27.2	0.9	b	22.0	1.2	b	18.5	1.6	b	15.9	2.1	b	14.0	2.6	b	12.5	3.0	s	10.6

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

Kuorman aikaluokka
keskipitkä

Käyttöluokka 1

$k_{mod} = 0.80$

$k_{def} = 0.25$

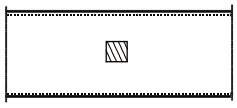
$\gamma_q = 1.5$

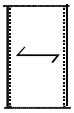
$\gamma_m = 1.3$

F:n yksikkönä kN

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta

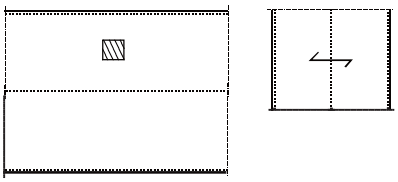




Taulukko 4-25. Havuvaneri, ohutviiluinen

Pistekuorma 50 mm x 50 mm kaksiaukkoisen laattakaistan toisen kentän keskikohdassa

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 F	9 u	12 F	12 u	15 F	15 u	18 F	18 u	21 F	21 u	24 F	24 u	27 F	27 u	30 F	30 u
300	0.6 b	1.9	1.0 b	1.5	1.3 s	1.0	1.6 s	0.8	1.8 s	0.6	2.1 s	0.4	2.4 s	0.3	2.6 s	0.3
400	0.6 b	3.1	0.9 b	2.4	1.4 b	1.9	1.7 s	1.4	1.9 s	1.0	2.2 s	0.8	2.4 s	0.7	2.7 s	0.5
500	0.5 b	4.5	0.9 b	3.5	1.3 b	2.8	1.7 s	2.3	2.0 s	1.7	2.3 s	1.3	2.5 s	1.0	2.8 s	0.9
600	0.5 b	6.2	0.8 b	4.7	1.2 b	3.8	1.7 b	3.2	2.0 s	2.5	2.3 s	1.9	2.5 s	1.5	2.8 s	1.3
750	0.5 b	9.1	0.8 b	6.9	1.1 b	5.6	1.6 b	4.7	2.0 s	3.9	2.3 s	3.1	2.6 s	2.4	2.9 s	2.0
1000	0.4 b	15.0	0.7 b	11.4	1.0 b	9.2	1.4 b	7.8	1.9 b	6.7	2.4 s	5.6	2.6 s	4.4	2.9 s	3.7
1200	0.4 b	20.6	0.7 b	15.7	1.0 b	12.7	1.4 b	10.7	1.8 b	9.2	2.4 b	8.1	2.6 s	6.4	2.9 s	5.3
1500	0.4 b	30.4	0.6 b	23.3	0.9 b	18.8	1.3 b	15.8	1.7 b	13.6	2.2 b	11.9	2.6 s	9.9	2.9 s	8.2



Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

F:n yksikkönä kN

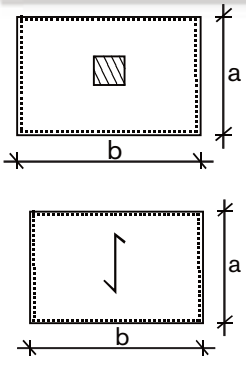
u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta

Taulukko 4-26. Havuvaneri, ohutviiluinen

Pistekuorma 50 mm x 50 mm vapaasti tuetun laatan keskikohdassa

Jänneväli k/k mm a x b	Nimellispaksuus (mm) 9 F	9 u	12 F	12 u	15 F	15 u	18 F	18 u	21 F	21 u	24 F	24 u	27 F	27 u	30 F	30 u
300x300	0.7 b	2.0	1.1 b	1.5	1.6 s	1.1	1.9 s	0.8	2.2 s	0.6	2.5 s	0.5	2.8 s	0.4	3.1 s	0.3
300x600	0.6 b	2.2	0.9 b	1.6	1.4 b	1.3	1.8 s	1.1	2.1 s	0.8	2.4 s	0.6	2.7 s	0.5	3.0 s	0.4
300 x ∞	0.6 b	2.2	0.9 b	1.7	1.4 b	1.3	1.8 s	1.1	2.1 s	0.8	2.4 s	0.6	2.7 s	0.5	3.0 s	0.4
400x400	0.6 b	3.2	1.0 b	2.4	1.5 b	1.9	1.8 s	1.4	2.1 s	1.1	2.5 s	0.8	2.7 s	0.6	3.0 s	0.5
400x800	0.5 b	3.5	0.8 b	2.7	1.3 b	2.2	1.8 b	1.8	2.1 s	1.4	2.4 s	1.1	2.7 s	0.9	3.0 s	0.7
400 x ∞	0.5 b	3.5	0.8 b	2.7	1.2 b	2.2	1.7 b	1.8	2.1 s	1.4	2.4 s	1.1	2.7 s	0.9	3.0 s	0.7
500x500	0.5 b	4.6	0.9 b	3.5	1.4 b	2.8	1.8 s	2.2	2.1 s	1.6	2.4 s	1.3	2.7 s	1.0	3.0 s	0.8
500x1000	0.5 b	5.2	0.8 b	3.9	1.2 b	3.2	1.6 b	2.7	2.1 s	2.2	2.4 s	1.8	2.7 s	1.4	3.0 s	1.1
500 x ∞	0.5 b	5.2	0.8 b	4.0	1.2 b	3.2	1.6 b	2.7	2.1 s	2.3	2.4 s	1.8	2.7 s	1.4	3.0 s	1.2
600x600	0.5 b	6.3	0.9 b	4.8	1.3 b	3.8	1.8 b	3.2	2.1 s	2.4	2.5 s	1.9	2.7 s	1.5	3.0 s	1.2
600x1200	0.4 b	7.1	0.7 b	5.4	1.1 b	4.4	1.6 b	3.7	2.1 b	3.1	2.4 s	2.5	2.7 s	2.0	3.0 s	1.7
600 x ∞	0.4 b	7.1	0.7 b	5.4	1.1 b	4.4	1.5 b	3.7	2.0 b	3.2	2.4 s	2.6	2.7 s	2.0	3.0 s	1.7
750x750	0.5 b	9.1	0.8 b	6.9	1.2 b	5.6	1.7 b	4.6	2.1 s	3.7	2.4 s	2.9	2.7 s	2.3	3.0 s	1.9
750x1500	0.4 b	10.4	0.7 b	8.0	1.0 b	6.4	1.5 b	5.4	1.9 b	4.6	2.4 s	4.0	2.7 s	3.1	3.0 s	2.6
750 x ∞	0.4 b	11.5	0.7 b	8.0	1.0 b	6.5	1.4 b	5.5	1.9 b	4.7	2.4 s	4.1	2.7 s	3.1	3.0 s	2.6
1000x1000	0.4 b	14.8	0.7 b	11.3	1.1 b	9.1	1.5 b	7.6	2.1 b	6.5	2.4 s	5.2	2.7 s	4.1	3.0 s	3.4
1000x2000	0.4 b	17.3	0.6 b	13.2	1.0 b	10.7	1.4 b	9.0	1.8 b	7.7	2.3 b	6.8	2.7 s	5.6	3.0 s	4.6
1000 x ∞	0.4 b	17.4	0.6 b	13.3	1.0 b	10.8	1.3 b	9.0	1.8 b	7.8	2.3 b	6.8	2.7 s	5.7	3.0 s	4.7
1200x1200	0.4 b	20.2	0.7 b	15.5	1.0 b	12.4	1.5 b	10.4	2.0 b	8.9	2.4 s	7.5	2.7 s	5.9	3.0 s	4.8
1200x2400	0.4 b	23.9	0.6 b	18.2	0.9 b	14.7	1.3 b	12.3	1.7 b	10.6	2.2 b	9.3	2.7 s	8.1	3.0 s	6.7
1500x1500	0.4 b	29.7	0.6 b	22.7	1.0 b	18.3	1.4 b	15.3	1.8 b	13.1	2.4 b	11.5	2.7 s	9.3	3.0 s	7.6
1500x3000	0.4 b	35.4	0.6 b	27.0	0.9 b	21.9	1.2 b	18.3	1.6 b	15.7	2.1 b	13.8	2.6 b	12.4	3.0 s	10.4



Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

F:n yksikkönä kN

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

Taulukko 4-27. Havuvaneri , paksuviiluinen

Tasainen kuorma yksiaukkoisella laattakaistalla

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9/3 ply q		u	12/4 ply q		u	12/5 ply q		u	15/5 ply q		u	18/6 ply q		u	18/7 ply q		u
300	12	b	3.4	9	b	1.3	21	b	2.5	29	b	2.3	39	s	1.9	31	s	1.7
400	7	b	5.6	5	b	2.0	12	b	4.0	16	b	3.6	22	b	3.0	22	b	3.1
500	4	b	8.5	3	b	3.0	8	b	6.0	10	b	5.3	14	b	4.4	14	b	4.5
600	3	b	12.0	2	b	4.1	5	b	8.3	7	b	7.3	10	b	6.1	10	b	6.2
750	2	b	18.4	1	b	6.2	3	b	12.7	5	b	11.1	6	b	9.2	6	b	9.2
1000	1	b	32.3	1	b	10.8	2	b	22.1	3	b	19.2	4	b	15.9	3	b	15.9
1200	1	b	46.3	1	b	15.4	1	b	31.6	2	b	27.3	2	b	22.7	2	b	22.5
1500	0	b	72.0	0	b	23.8	1	b	49.0	1	b	42.3	2	b	35.1	2	b	34.8

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 21/7 ply q		u	24/8 ply q		u	24/9 ply q		u	27/9 ply q		u	27/11 ply q		u	30/10 ply q		u	30/13 ply q		u
300	36	s	1.4	64	s	1.3	42	s	1.3	49	s	0.8	42	s	1.2	56	s	1.0	52	s	1.0
400	27	s	2.7	38	b	2.2	31	s	2.5	36	s	1.6	32	s	2.3	42	s	1.8	39	s	1.9
500	19	b	4.1	24	b	3.2	22	b	3.8	29	s	3.0	21	b	3.4	33	s	3.0	31	b	3.1
600	13	b	5.6	17	b	4.5	15	b	5.1	20	b	4.1	15	b	4.5	25	b	4.2	21	b	4.0
750	8	b	8.2	11	b	6.8	10	b	7.4	13	b	6.2	9	b	6.6	16	b	6.0	14	b	5.8
1000	5	b	14.0	6	b	11.8	5	b	12.5	7	b	10.6	5	b	11.2	9	b	10.0	8	b	9.6
1200	3	b	19.7	4	b	16.8	4	b	17.7	5	b	15.1	4	b	15.8	6	b	14.0	5	b	13.4
1500	2	b	30.4	3	b	26.0	2	b	27.2	3	b	23.3	2	b	24.3	4	b	21.4	3	b	20.4

Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

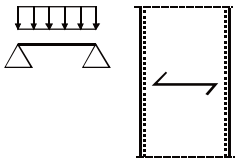
γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m^2

u:n yksikkönä mm

pintaviilujen syiden suunta



Taulukko 4-28. Havuvaneri, paksuviiluinen

Tasainen kuorma kaksiaukkoisella laattakaistalla

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9/3 ply q		u	12/4 ply q		u	12/5 ply q		u	15/5 ply q		u	18/6 ply q		u	18/7 ply q		u
300	12	s	1.8	16	s	1.5	20	s	1.4	24	s	1.2	31	s	1.0	25	s	0.9
400	7	b	2.8	11	b	2.6	12	b	2.1	16	b	2.0	22	b	1.7	19	s	1.6
500	4	b	3.9	7	b	3.4	8	b	2.9	10	b	2.7	14	b	2.2	14	b	2.4
600	3	b	5.4	5	b	4.5	5	b	3.9	7	b	3.6	10	b	2.9	10	b	3.1
750	2	b	8.1	3	b	6.5	3	b	5.7	5	b	5.1	6	b	4.2	6	b	4.4
1000	1	b	13.8	2	b	10.7	2	b	9.6	3	b	8.5	4	b	7.0	3	b	7.1
1200	1	b	19.6	1	b	15.0	1	b	13.5	2	b	11.9	2	b	9.8	2	b	9.9
1500	0	b	30.3	1	b	22.9	1	b	20.8	1	b	18.1	2	b	15.0	2	b	15.0

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 21/7 ply q		u	24/8 ply q		u	24/9 ply q		u	27/9 ply q		u	27/11 ply q		u	30/10 ply q		u	30/13 ply q		u
300	29	s	0.8	51	s	0.6	34	s	0.8	39	s	0.4	34	s	0.7	45	s	0.6	41	s	0.7
400	22	s	1.4	38	b	1.2	25	s	1.3	29	s	0.8	25	s	1.2	33	s	1.0	31	s	1.1
500	17	s	2.2	24	b	1.6	20	s	2.1	23	s	1.3	20	s	1.9	27	s	1.5	25	s	1.6
600	13	b	2.9	17	b	2.1	15	b	2.8	19	s	2.0	15	b	2.5	22	s	2.2	21	s	2.3
750	8	b	4.0	11	b	3.1	10	b	3.8	13	b	2.9	9	b	3.3	16	b	3.2	14	b	3.1
1000	5	b	6.4	6	b	5.1	5	b	5.9	7	b	4.7	5	b	5.2	9	b	4.8	8	b	4.7
1200	3	b	8.8	4	b	7.2	4	b	8.0	5	b	6.6	4	b	7.1	6	b	6.5	5	b	6.3
1500	2	b	13.2	3	b	11.1	2	b	11.9	3	b	10.0	2	b	10.7	4	b	9.6	3	b	9.2

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

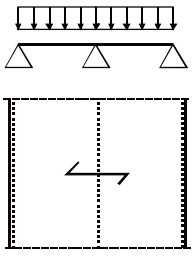
γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m^2

u:n yksikkönä mm

pintaviilujen syiden suunta

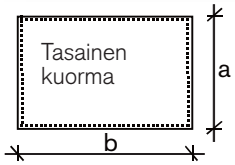


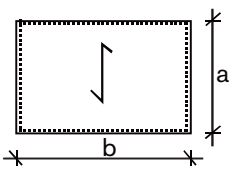
Taulukko 4-29. Havuvaneri, paksuviiluinen

Tasainen kuorma vapaasti tuetulla laatalla

Jänneväli k/k mm a x b	Nimellispaksuus (mm) 12/5 ply			15/5 ply			18/6 ply			18/7 ply			21/7 ply			24/8 ply		
	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u
300x300	42	b	2.0	49	s	1.5	62	s	1.0	57	s	0.9	66	s	0.7	60	s	0.5
300x600	24	b	1.9	32	b	1.7	43	s	1.3	35	s	1.1	40	s	0.8	67	s	1.1
300 x ∞	21	b	1.9	29	b	1.7	39	s	1.4	31	s	1.1	36	s	0.8	64	s	1.2
400x400	24	b	3.5	32	b	3.0	46	s	2.4	43	s	2.1	50	s	1.6	45	s	1.2
400x800	13	b	3.4	18	b	3.0	25	b	2.5	25	b	2.4	30	s	1.9	44	s	2.3
400 x ∞	12	b	3.4	16	b	3.0	22	b	2.5	22	b	2.4	27	s	1.9	38	s	2.3
500x500	15	b	5.5	20	b	4.7	31	b	3.9	32	b	3.8	40	s	3.1	36	s	2.3
500x1000	8	b	5.4	11	b	4.6	16	b	3.8	16	b	3.8	21	b	3.3	28	s	3.6
500 x ∞	8	b	5.4	10	b	4.6	14	b	3.8	14	b	3.8	19	b	3.3	24	s	3.6
600x600	11	b	7.8	14	b	6.8	21	b	5.6	22	b	5.5	30	b	4.8	30	s	4.0
600x1200	6	b	7.8	8	b	6.7	11	b	5.5	11	b	5.5	15	b	4.7	20	s	5.1
600 x ∞	5	b	7.8	7	b	6.7	10	b	5.5	10	b	5.5	13	b	4.7	17	s	5.1
750x750	7	b	12.3	9	b	10.6	14	b	8.7	14	b	8.6	19	b	7.5	24	s	7.8
750x1500	4	b	12.1	5	b	10.4	7	b	8.6	7	b	8.5	10	b	7.4	12	s	8.0
750 x ∞	3	b	12.1	5	b	10.4	6	b	8.6	6	b	8.5	8	b	7.4	11	s	8.0
1000x1000	4	b	21.8	5	b	18.8	8	b	15.5	8	b	15.4	11	b	13.3	14	s	14.4
1000x2000	2	b	21.6	3	b	18.6	4	b	15.4	4	b	15.2	5	b	13.1	7	s	14.3
1000 x ∞	2	b	21.5	3	b	18.5	4	b	15.4	3	b	15.2	5	b	13.1	6	s	14.3
1200x1200	3	b	31.4	4	b	27.0	5	b	22.4	6	b	22.1	7	b	19.1	10	s	20.8
1200x2400	1	b	31.0	2	b	26.7	3	b	22.1	3	b	21.9	4	b	18.9	5	s	20.6
1500x1500	2	b	49.1	2	b	42.2	3	b	35.0	4	b	34.6	5	b	29.8	6	s	32.5
1500x3000	1	b	48.5	1	b	41.8	2	b	34.6	2	b	34.2	2	b	29.5	3	s	32.1

Jänneväli k/k mm a x b	Nimellispaksuus (mm) 24/9 ply			27/9 ply			27/11 ply			30/10 ply			30/13 ply		
	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u
300x300	81	s	0.6	93	s	0.4	96	s	0.5	103	s	0.3	113	s	0.3
300x600	48	s	0.7	55	s	0.5	51	s	0.6	64	s	0.4	63	s	0.4
300 x ∞	42	s	0.7	48	s	0.5	42	s	0.7	56	s	0.5	52	s	0.5
400x400	61	s	1.4	70	s	1.0	72	s	1.1	77	s	0.8	85	s	0.8
400x800	36	s	1.7	41	s	1.2	38	s	1.5	48	s	1.1	47	s	1.1
400 x ∞	31	s	1.7	36	s	1.3	31	s	1.6	42	s	1.1	39	s	1.1
500x500	48	s	2.6	56	s	2.0	58	s	2.2	62	s	1.6	68	s	1.5
500x1000	26	b	2.9	33	s	2.4	27	b	2.6	38	s	2.1	38	s	2.1
500 x ∞	22	b	2.9	29	s	3.5	21	b	2.6	33	s	2.1	31	b	2.2
600x600	38	b	4.3	47	s	3.4	48	s	3.8	52	s	2.7	57	s	2.6
600x1200	18	b	4.2	24	b	3.6	19	b	3.8	29	b	3.3	27	b	3.1
600 x ∞	15	b	4.2	20	b	3.6	15	b	3.8	25	b	3.3	21	b	3.1
750x750	24	b	6.7	32	b	5.8	31	b	5.9	40	b	5.2	45	b	4.9
750x1500	11	b	6.6	15	b	5.7	12	b	5.9	19	b	5.1	18	b	4.9
750 x ∞	10	b	6.6	13	b	5.7	9	b	5.9	16	b	5.1	14	b	4.9
1000x1000	14	b	11.9	18	b	10.2	17	b	10.5	23	b	9.2	25	b	8.7
1000x2000	6	b	11.7	9	b	10.1	7	b	10.4	11	b	9.1	10	b	8.7
1000 x ∞	5	b	11.7	7	b	10.1	5	b	10.4	9	b	9.1	8	b	8.7
1200x1200	9	b	17.1	13	b	14.8	12	b	15.1	16	b	13.2	17	b	12.6
1200x2400	4	b	16.9	6	b	14.6	5	b	15.0	7	b	13.1	7	b	12.5
1500x1500	6	b	26.7	8	b	23.0	8	b	23.7	10	b	20.7	11	b	19.7
1500x3000	3	b	26.4	4	b	22.8	3	b	23.4	5	b	20.5	4	b	19.5





Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m^2

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

Taulukko 4-30. Havuvaneri, paksuviiluinen

Pistekuorma 50 mm x 50 mm yksiaukkoisen laattakaistan keskikohdassa

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 12/5 ply			15/5 ply			18/6 ply			18/7 ply			21/7 ply			24/8 ply		
	F		u	F		u	F		u	F		u	F		u	F		u
300	0.6	s	1.1	0.7	s	0.8	0.9	s	0.5	1.0	s	0.6	1.1	s	0.4	0.9	s	0.2
400	0.6	s	1.9	0.7	s	1.4	0.9	s	1.0	1.0	s	1.1	1.1	s	0.8	0.9	s	0.4
500	0.6	s	3.0	0.7	s	2.2	0.9	s	1.5	1.0	s	1.7	1.1	s	1.2	0.9	s	0.6
600	0.6	b	4.2	0.7	s	3.2	0.9	s	2.2	1.0	s	2.4	1.1	s	1.8	0.9	s	0.9
750	0.6	b	6.0	0.7	s	5.0	0.9	s	3.5	1.0	s	3.8	1.1	s	2.8	0.9	s	1.4
1000	0.5	b	9.8	0.7	b	8.3	0.9	s	6.2	1.0	s	6.8	1.1	s	5.0	0.9	s	2.6
1200	0.5	b	13.3	0.6	b	11.3	0.9	s	9.1	1.0	s	9.8	1.1	s	7.3	0.9	s	3.7
1500	0.4	b	19.5	0.6	b	16.5	0.9	s	14.6	1.0	b	15.2	1.1	s	11.4	0.9	s	6.0

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 24/9 ply			27/9 ply			27/11 ply			30/10 ply			30/13 ply		
	F		u	F		u	F		u	F		u	F		u
300	1.3	s	0.4	1.5	s	0.3	1.5	s	0.3	1.6	s	0.2	1.8	s	0.2
400	1.3	s	0.7	1.5	s	0.5	1.5	s	0.6	1.5	s	0.4	1.8	s	0.4
500	1.3	s	1.0	1.5	s	0.8	1.5	s	0.9	1.5	s	0.6	1.8	s	0.7
600	1.3	s	1.5	1.5	s	1.1	1.5	s	1.3	1.5	s	0.8	1.8	s	1.0
750	1.3	s	2.4	1.5	s	1.8	1.5	s	2.1	1.5	s	1.3	1.8	s	1.5
1000	1.3	s	4.3	1.5	s	3.2	1.5	s	3.8	1.6	s	2.4	1.8	s	2.7
1200	1.3	s	6.3	1.6	s	4.7	1.5	s	5.5	1.6	s	3.4	1.8	s	3.9
1500	1.4	s	9.9	1.6	s	7.3	1.5	s	8.5	1.6	s	5.5	1.8	s	6.0

Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

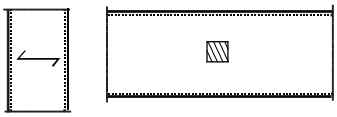
γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

F:n yksikkönä kN

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta



Taulukko 4-31. Havuvaneri, paksuviiluinen

Pistekuorma 50 mm x 50 mm kaksiaukkoisen laattakaistan toisen kentän keskikohdassa

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 12/5 ply			15/5 ply			18/6 ply			18/7 ply			21/7 ply			24/8 ply		
	F		u	F		u	F		u	F		u	F		u	F		u
300	0.6	s	0.9	0.7	s	0.6	0.9	s	0.4	0.9	s	0.4	1.0	s	0.3	0.9	s	0.2
400	0.6	s	1.5	0.7	s	1.1	0.9	s	0.8	0.9	s	0.8	1.0	s	0.6	0.9	s	0.3
500	0.6	s	2.4	0.7	s	1.8	0.9	s	1.3	0.9	s	1.2	1.1	s	0.9	0.9	s	0.5
600	0.6	b	3.5	0.7	s	2.6	0.9	s	1.8	0.9	s	1.8	1.1	s	1.4	0.9	s	0.8
750	0.6	b	5.1	0.8	s	4.2	0.9	s	2.9	0.9	s	2.9	1.1	s	2.1	0.9	s	1.2
1000	0.5	b	8.2	0.7	b	7.0	1.0	s	5.4	1.0	s	5.3	1.1	s	3.9	1.0	s	2.2
1200	0.5	b	11.2	0.7	b	9.5	1.0	s	7.9	1.0	s	7.7	1.1	s	5.7	1.0	s	3.2
1500	0.5	b	16.3	0.6	b	13.8	1.0	s	12.8	1.0	s	11.9	1.1	s	8.8	1.0	s	5.4

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 24/9 ply			27/9 ply			27/11 ply			30/10 ply			30/13 ply		
	F		u	F		u	F		u	F		u	F		u
300	1.2	s	0.3	1.4	s	0.2	1.3	s	0.2	1.6	s	0.2	1.6	s	0.2
400	1.2	s	0.5	1.4	s	0.4	1.4	s	0.4	1.6	s	0.3	1.7	s	0.3
500	1.3	s	0.8	1.5	s	0.6	1.4	s	0.7	1.6	s	0.5	1.7	s	0.5
600	1.3	s	1.2	1.5	s	0.9	1.4	s	1.0	1.6	s	0.7	1.7	s	0.7
750	1.3	s	1.9	1.5	s	1.4	1.4	s	1.6	1.6	s	1.1	1.8	s	1.2
1000	1.3	s	3.4	1.5	s	2.5	1.4	s	2.9	1.7	s	2.0	1.8	s	2.1
1200	1.3	s	4.9	1.5	s	3.7	1.4	s	4.2	1.7	s	3.0	1.8	s	3.0
1500	1.3	s	7.6	1.5	s	5.7	1.4	s	6.5	1.8	s	4.8	1.8	s	4.6

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

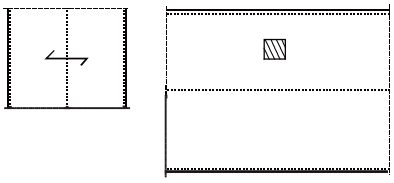
γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

F:n yksikkönä kN

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta

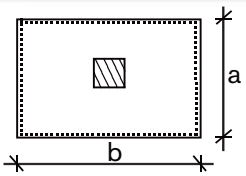


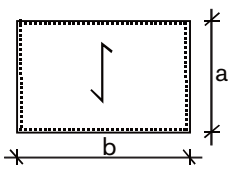
Taulukko 4-32. Havuvaneri, paksuviiluinen

Pistekuorma 50 mm x 50 mm vapaasti tuetun laatan keskikohdassa

Jänneväli k/k mm a x b	Nimellispaksuus (mm) 12/5 ply			15/5 ply			18/6 ply			18/7 ply			21/7 ply			24/8 ply		
	F		u	F		u	F		u	F		u	F		u	F		u
300x300	0.6	s	0.9	0.7	s	0.7	0.9	s	0.4	1.0	s	0.5	1.2	s	0.4	0.9	s	0.2
300x600	0.6	s	1.0	0.7	s	0.8	0.9	s	0.5	1.0	s	0.6	1.1	s	0.4	0.9	s	0.2
300 x ∞	0.6	s	1.1	0.7	s	0.8	0.9	s	0.5	1.0	s	0.6	1.1	s	0.4	0.9	s	0.2
400x400	0.6	s	1.6	0.7	s	1.2	0.9	s	0.8	1.0	s	0.9	1.2	s	0.6	0.9	s	0.3
400x800	0.6	s	1.9	0.7	s	1.4	0.9	s	1.0	1.0	s	1.1	1.1	s	0.8	0.9	s	0.4
400 x ∞	0.6	s	1.9	0.7	s	1.4	0.9	s	1.0	1.0	s	1.1	1.1	s	0.8	0.9	s	0.4
500x500	0.6	s	2.5	0.7	s	1.9	0.9	s	1.2	1.0	s	1.4	1.2	s	1.0	0.9	s	0.5
500x1000	0.6	s	2.9	0.7	s	2.2	0.9	s	1.5	1.0	s	1.7	1.1	s	1.2	0.9	s	0.6
500 x ∞	0.6	s	3.0	0.7	s	2.2	0.9	s	1.5	1.0	s	1.7	1.1	s	1.2	0.9	s	0.6
600x600	0.6	b	3.5	0.7	s	2.7	0.9	s	1.8	1.0	s	2.0	1.2	s	1.5	0.9	s	0.7
600x1200	0.6	b	4.1	0.7	s	3.1	0.9	s	2.2	1.0	s	2.4	1.1	s	1.8	0.9	s	0.9
600 x ∞	0.6	b	4.2	0.7	s	3.2	0.9	s	2.2	1.0	s	2.4	1.2	s	1.8	0.9	s	0.9
750x750	0.5	b	5.0	0.7	s	4.2	0.9	s	2.8	1.0	s	3.1	1.1	s	2.3	0.9	s	1.1
750x1500	0.6	b	6.0	0.7	s	4.9	0.9	s	3.4	1.0	s	3.8	1.1	s	2.8	0.9	s	1.4
750 x ∞	0.6	b	6.0	0.7	s	5.0	0.9	s	3.5	1.0	s	3.8	1.1	s	2.8	0.9	s	1.4
1000x1000	0.5	b	8.1	0.7	b	6.9	0.9	s	5.1	1.0	s	5.5	1.1	s	4.1	0.9	s	2.0
1000x2000	0.5	b	9.7	0.7	b	8.2	0.9	s	6.1	1.0	s	6.7	1.1	s	5.0	0.9	s	2.5
1000 x ∞	0.5	b	9.8	0.7	b	8.3	0.9	s	6.2	1.0	s	6.8	1.1	s	5.0	0.9	s	2.6
1200x1200	0.5	b	11.1	0.6	b	9.5	0.9	s	7.3	1.0	s	7.9	1.1	s	5.9	0.9	s	2.9
1200x2400	0.5	b	13.2	0.6	b	11.2	0.9	s	8.9	1.0	s	9.7	1.1	s	7.2	0.9	s	3.6
1500x1500	0.4	b	16.3	0.6	b	13.9	0.9	s	11.6	1.0	b	12.3	1.1	s	9.2	0.9	s	4.7
1500x3000	0.4	b	19.4	0.6	b	16.5	0.9	s	14.0	1.0	b	15.2	1.1	s	11.3	0.9	s	5.8

Jänneväli k/k mm a x b	Nimellispaksuus (mm) 24/9 ply			27/9 ply			27/11 ply			30/10 ply			30/13 ply		
	F		u	F		u	F		u	F		u	F		u
300x300	1.3	s	0.3	1.5	s	0.2	1.5	s	0.2	1.5	s	0.2	1.8	s	0.2
300x600	1.3	s	0.4	1.5	s	0.3	1.5	s	0.3	1.5	s	0.2	1.8	s	0.2
300 x ∞	1.3	s	0.4	1.5	s	0.3	1.5	s	0.3	1.5	s	0.2	1.8	s	0.2
400x400	1.3	s	0.5	1.5	s	0.4	1.5	s	0.4	1.5	s	0.3	1.8	s	0.3
400x800	1.3	s	0.7	1.5	s	0.5	1.5	s	0.6	1.5	s	0.4	1.8	s	0.4
400 x ∞	1.3	s	0.7	1.5	s	0.5	1.5	s	0.6	1.5	s	0.4	1.8	s	0.4
500x500	1.3	s	0.8	1.5	s	0.6	1.5	s	0.6	1.5	s	0.4	1.8	s	0.4
500x1000	1.3	s	1.0	1.5	s	0.8	1.5	s	0.9	1.5	s	0.6	1.8	s	0.6
500 x ∞	1.3	s	1.0	1.5	s	0.8	1.5	s	0.9	1.5	s	0.6	1.8	s	0.7
600x600	1.3	s	1.2	1.5	s	0.9	1.5	s	0.9	1.5	s	0.6	1.8	s	0.6
600x1200	1.3	s	1.5	1.5	s	1.1	1.5	s	1.3	1.5	s	0.8	1.8	s	0.9
600 x ∞	1.3	s	1.5	1.5	s	1.1	1.5	s	1.3	1.5	s	0.8	1.8	s	1.0
750x750	1.3	s	1.8	1.5	s	1.4	1.5	s	1.4	1.5	s	1.0	1.8	s	1.0
750x1500	1.3	s	2.3	1.5	s	1.7	1.5	s	2.1	1.5	s	1.3	1.8	s	1.5
750 x ∞	1.3	s	2.4	1.5	s	1.8	1.5	s	2.1	1.5	s	1.3	1.8	s	1.5
1000x1000	1.3	s	3.3	1.5	s	2.4	1.5	s	2.6	1.5	s	1.8	1.8	s	1.8
1000x2000	1.3	s	4.2	1.5	s	3.1	1.5	s	3.7	1.5	s	2.3	1.8	s	2.6
1000 x ∞	1.3	s	4.3	1.5	s	3.2	1.5	s	3.8	1.6	s	2.4	1.8	s	2.7
1200x1200	1.3	s	4.8	1.5	s	3.6	1.5	s	3.7	1.6	s	2.6	1.8	s	2.6
1200x2400	1.3	s	6.1	1.5	s	4.5	1.5	s	5.3	1.6	s	3.4	1.8	s	3.8
1500x1500	1.3	s	7.6	1.6	s	5.6	1.5	s	5.8	1.6	s	4.1	1.8	s	4.1
1500x3000	1.3	s	9.6	1.6	s	7.2	1.5	s	8.3	1.6	s	5.3	1.8	s	5.9





Kuorman aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

k_{mod} = 0.80

k_{def} = 0.25

γ_q = 1.5

γ_m = 1.3

F:n yksikkönä kN

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

4.4 AJONEUVOJEN LATTIAT

Seuraavassa esitetään yleisten mitoitusperiaatteiden mukaisesti lasketut ajoneuvolattioiden mitoitusarvot ja niitä vastaavat taipumat eri jänneväleillä ja levypaksuuksilla. Taulukoista ilmenee myös rakennetta mitoittava tekijä, taivutus- tai leikkauslujuus. Taulukot on laskettu seuraaville tuenta- ja kuormitustapauksille:

– Pistekuorma 80 mm x 180 mm (trukin pyörän kosketusala) jatkuvalla laattakaistalla sekä yksiaukkoisena että samansuuruisin jännevälein kaksiaukkoisena tapauksena (Taulukot 4-33, 4-34, 4-36 ja 4-37).

– Pistekuorma 80 mm x 180 mm (trukin pyörän kosketusala) vapaasti tuetulla laatalla (Taulukot 4-35 ja 4-38).

Ajoneuvolattioiden mitoituksessa on perusteltua käyttää rakennusten lattioita pienempiä varmuuskertoimia, minkä vuoksi mitoitus- ja taipuma-arvot on laskettu käyttäen seuraavia olettamuksia:

γ_q = 1.0, kuorman osavarmuuskerroin

γ_m = 1.0, materiaalin osavarmuuskerroin

k_{mod} = 0.90, kerroin, joka huomioi kuorman kestoajan ja kosteuden vaikutukse

k_{def} = 0.00, kerroin, joka huomioi kuorman kestoajan ja kosteuden vaikutuksen

Mitoitus- ja taipuma-arvot pätevät käyttöluokassa 2 ja kuorman aikaluokassa lyhytaikainen. Muilla olettamuksilla taulukoiden mitoitusarvot tulee kertoa korjauskertoimella $k_{load,\ corr}$ joka saadaan kaavasta:

$$k_{load,\ corr} = \frac{k_{mod}}{\gamma_m \gamma_q} \bullet \frac{1.0 \bullet 1.0}{0{,}90} \qquad (4\text{-}11)$$

Vastaavasti taulukoiden taipuma-arvot tulee kertoa korjauskertoimella $k_{def,\ corr}$ joka saadaan kaavasta:

$$k_{def,\ corr} = \frac{1 + k_{def}}{1 + 0.00} \bullet k_{load,\ corr} \qquad (4\text{-}12)$$

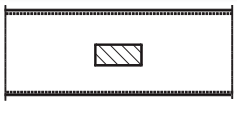
AJONEUVOLATTIOIDEN MITOITUSARVOT F [kN] JA NIITÄ VASTAAVAT TAIPUMAT u [mm] SUOMALAISILLE VANEREILLE

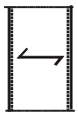
Taulukko 4-33. Koivuvaneri

Pistekuorma 80 mm x 180 mm yksiaukkoisen laattakaistan keskikohdassa

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 F		9 u	12 F		12 u	15 F		15 u	18 F		18 u	21 F		21 u	24 F		24 u
300	3.0	b	6.0	5.0	b	4.6	7.4	b	3.7	10.3	b	3.1	13.7	b	2.7	17.6	b	2.4
400	2.6	b	10.0	4.3	b	7.6	6.4	b	6.2	9.0	b	5.2	11.9	b	4.4	15.3	b	3.9
500	2.4	b	14.7	3.9	b	11.2	5.9	b	9.0	8.2	b	7.6	10.9	b	6.5	13.9	b	5.7
600	2.2	b	20.1	3.7	b	15.3	5.5	b	12.4	7.6	b	10.4	10.1	b	8.9	13.0	b	7.9
750	2.0	b	29.6	3.4	b	22.5	5.1	b	18.2	7.0	b	15.2	9.4	b	13.1	12.0	b	11.5
1000	1.9	b	48.7	3.1	b	37.0	4.6	b	29.9	6.4	b	25.1	8.5	b	21.6	11.0	b	19.0
1200	1.8	b	66.8	2.9	b	50.8	4.4	b	41.1	6.1	b	34.4	8.1	b	29.6	10.4	b	26.0
1500	1.7	b	98.5	2.7	b	75.0	4.1	b	60.6	5.7	b	50.8	7.6	b	43.7	9.7	b	38.4

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 27 F		27 u	30 F		30 u	35 F		35 u	40 F		40 u	45 F		45 u	50 F		50 u
300	21.9	b	2.1	26.7	b	1.9	37.8	b	1.6	45.9	s	1.2	48.9	s	1.1	55.3	s	0.8
400	19.1	b	3.5	23.3	b	3.1	33.0	b	2.6	44.3	b	2.3	49.7	s	2.1	56.2	s	1.6
500	17.4	b	5.1	21.2	b	4.6	30.1	b	3.9	40.4	b	3.3	46.0	b	3.1	56.6	s	2.6
600	16.2	b	7.0	19.8	b	6.3	28.0	b	5.3	37.7	b	4.5	43.0	b	4.2	54.8	b	3.7
750	15.0	b	10.3	18.3	b	9.3	25.9	b	7.8	34.8	b	6.7	39.7	b	6.2	50.6	b	5.5
1000	13.6	b	16.9	16.7	b	15.2	23.6	b	12.8	31.7	b	10.9	36.2	b	10.2	46.2	b	9.0
1200	12.9	b	23.2	15.8	b	20.9	22.4	b	17.5	30.1	b	15.0	34.3	b	14.0	43.7	b	12.4
1500	12.1	b	34.2	14.8	b	30.9	21.0	b	25.8	28.2	b	22.2	32.2	b	20.7	41.1	b	18.3





Kuorman aikaluokka
lyhytaikainen

Käyttöluokka 2

k_{mod} = 0.90

k_{def} = 0.00

γ_q = 1.0

γ_m = 1.0

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

F:n yksikkönä kN

u:n yksikkönä mm

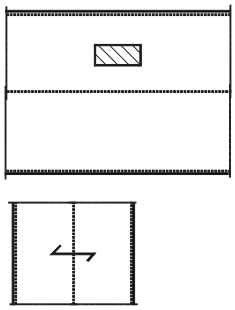
⟷ pintaviilujen syiden suunta

Taulukko 4-34. Koivuvaneri

Pistekuorma 80 mm x 180 mm kaksiaukkoisen laattakaistan toisen kentän keskikohdassa

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 F		u	12 F		u	15 F		u	18 F		u	21 F		u	24 F		u
300	3.5	b	5.4	5.8	b	4.1	8.6	b	3.4	11.9	b	2.8	15.8	b	2.4	20.3	b	2.1
400	3.0	b	8.9	4.9	b	6.8	7.3	b	5.5	10.2	b	4.6	13.6	b	4.0	17.4	b	3.5
500	2.7	b	13.0	4.4	b	9.9	6.6	b	8.0	9.2	b	6.7	12.2	b	5.8	15.7	b	5.1
600	2.5	b	17.8	4.1	b	13.5	6.1	b	10.9	8.5	b	9.2	11.3	b	7.9	14.5	b	6.9
750	2.3	b	26.0	3.8	b	19.8	5.6	b	16.0	7.8	b	13.4	10.4	b	11.5	13.3	b	10.1
1000	2.0	b	42.5	3.4	b	32.3	5.1	b	26.1	7.0	b	21.9	9.3	b	18.8	12.0	b	16.5
1200	1.9	b	58.1	3.2	b	44.2	4.8	b	35.7	6.6	b	29.9	8.8	b	25.7	11.3	b	22.6
1500	1.8	b	85.3	3.0	b	64.9	4.4	b	52.4	6.2	b	43.9	8.2	b	37.8	10.6	b	33.2

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 27 F		u	30 F		u	35 F		u	40 F		u	45 F		u	50 F		u
300	22.7	s	1.7	25.4	s	1.4	30.2	s	1.0	35.0	s	0.7	37.3	s	0.6	42.2	s	0.5
400	21.7	b	3.1	26.5	b	2.8	32.8	s	2.0	38.1	s	1.5	40.5	s	1.3	45.8	s	1.0
500	19.5	b	4.5	23.9	b	4.1	33.8	b	3.4	40.0	s	2.6	42.6	s	2.3	48.1	s	1.8
600	18.1	b	6.2	22.1	b	5.6	31.3	b	4.7	41.3	s	3.9	44.0	s	3.4	49.7	s	2.7
750	16.6	b	9.0	20.2	b	8.1	28.7	b	6.8	38.5	b	5.8	43.9	b	5.5	51.2	s	4.4
1000	15.0	b	14.7	18.3	b	13.3	25.9	b	11.1	34.8	b	9.5	39.7	b	8.9	50.6	b	7.9
1200	14.1	b	20.1	17.2	b	18.2	24.4	b	15.2	32.8	b	13.0	37.4	b	12.2	47.7	b	10.8
1500	13.2	b	29.6	16.1	b	26.7	22.8	b	22.3	30.6	b	19.2	34.9	b	17.9	44.5	b	15.8



Kuorman aikaluokka
lyhytaikainen

Käyttöluokka 2

k_{mod} = 0.90

k_{def} = 0.00

γ_q = 1.0

γ_m = 1.0

F:n yksikkönä kN

u:n yksikkönä mm

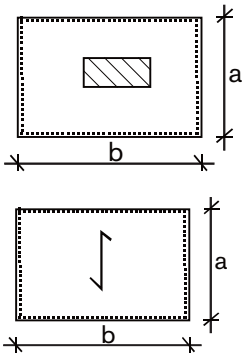
⟷ pintaviilujen syiden suunta

Taulukko 4-35. Koivuvaneri

Pistekuorma 80 mm x 180 mm vapaasti tuetun laatan keskikohdassa

Jänneväli k/k mm a x b	Nimellispaksuus (mm) 9 F		u	12 F		u	15 F		u	18 F		u	21 F		u	24 F		u
300x300	3.9	b	5.7	6.7	b	4.3	10.1	b	3.4	14.2	b	2.9	19.0	b	2.5	24.6	b	2.2
300x600	3.1	b	6.0	5.0	b	4.6	7.5	b	3.7	10.5	b	3.1	13.9	b	2.7	17.9	b	2.4
300 x ∞	3.0	b	6.0	5.0	b	4.6	7.4	b	3.7	10.3	b	3.1	13.7	b	2.7	17.6	b	2.4
400x400	3.3	b	9.3	5.5	b	7.0	8.3	b	5.6	11.7	b	4.7	15.7	b	4.0	20.2	b	3.5
400x800	2.6	b	10.0	4.4	b	7.6	6.5	b	6.1	9.1	b	5.1	12.1	b	4.4	15.6	b	3.9
400 x ∞	2.6	b	10.0	4.3	b	7.6	6.4	b	6.2	9.0	b	5.2	11.9	b	4.4	15.3	b	3.9
500x500	2.9	b	13.5	4.9	b	10.2	7.4	b	8.1	10.4	b	6.8	13.8	b	5.8	17.8	b	5.1
500x1000	2.4	b	14.6	4.0	b	11.1	5.9	b	9.0	8.3	b	7.5	11.0	b	6.5	14.2	b	5.7
500 x ∞	2.4	b	14.7	3.9	b	11.2	5.9	b	9.0	8.2	b	7.6	10.9	b	6.5	13.9	b	5.7
600x600	2.7	b	18.4	4.5	b	13.8	6.7	b	11.0	9.5	b	9.2	12.6	b	7.9	16.3	b	6.9
600x1200	2.2	b	20.1	3.7	b	15.3	5.5	b	12.3	7.7	b	10.3	10.3	b	8.9	13.2	b	7.8
600 x ∞	2.2	b	20.1	3.7	b	15.3	5.5	b	12.4	7.6	b	10.4	10.1	b	8.9	13.0	b	7.9
750x750	2.4	b	26.8	4.1	b	20.1	6.1	b	16.1	8.6	b	13.4	11.4	b	11.5	14.8	b	10.0
750x1500	2.1	b	29.5	3.4	b	22.4	5.1	b	18.1	7.1	b	15.1	9.5	b	13.0	12.2	b	11.4
750 x ∞	2.0	b	29.6	3.4	b	22.5	5.1	b	18.2	7.0	b	15.2	9.4	b	13.1	12.0	b	11.5
1000x1000	2.2	b	43.7	3.6	b	32.7	5.5	b	26.1	7.7	b	21.7	10.2	b	18.6	13.2	b	16.3
1000x2000	1.9	b	48.5	3.1	b	36.8	4.6	b	29.7	6.5	b	24.9	8.6	b	21.4	11.1	b	18.8
1000 x ∞	1.9	b	48.7	3.1	b	37.0	4.6	b	29.9	6.4	b	25.1	8.5	b	21.6	11.0	b	19.0
1200x1200	2.0	b	59.6	3.4	b	44.5	5.1	b	35.6	7.2	b	29.6	9.6	b	25.3	12.3	b	22.2
1200x2400	1.8	b	66.5	2.9	b	50.5	4.4	b	40.8	6.1	b	34.1	8.2	b	29.3	10.5	b	25.8
1500x1500	1.9	b	87.3	3.2	b	65.2	4.7	b	52.1	6.7	b	43.3	8.9	b	37.0	11.5	b	32.4
1500x3000	1.7	b	98.1	2.8	b	74.5	4.1	b	60.1	5.8	b	50.3	7.6	b	43.3	9.8	b	38.0

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava



Kuorman aikaluokka
lyhytaikainen

Käyttöluokka 2

k_{mod} = 0.90

k_{def} = 0.00

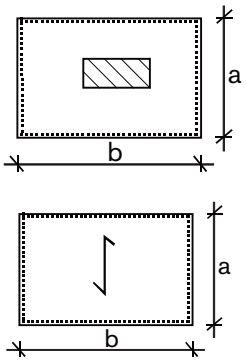
γ_q = 1.0

γ_m = 1.0

F:n yksikkönä kN

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta



Jänneväli k/k mm a x b	Nimellispaksuus (mm) 27 F	u	30 F	u	35 F	u	40 F	u	45 F	u	50 F	u
300x300	30.7b	1.9	37.7 b	1.7	45.1 s	1.2	52.4 s	0.9	55.8 s	0.8	63.1 s	0.6
300x600	22.3b	2.1	27.3 b	1.9	38.6 b	1.6	46.4 s	1.2	49.4 s	1.1	55.8 s	0.8
300 x ∞	21.9b	2.1	26.7 b	1.9	37.8 b	1.6	45.9 s	1.2	48.9 s	1.1	55.3 s	0.8
400x400	25.3b	3.1	31.0 b	2.8	43.3 s	2.3	50.2 s	1.7	53.5 s	1.5	60.5 s	1.2
400x800	19.4b	3.5	23.7 b	3.1	33.6 b	2.6	45.1 b	2.2	50.0 s	2.0	56.5 s	1.6
400 x ∞	19.1b	3.5	23.3 b	3.1	33.0 b	2.6	44.3 b	2.3	49.7 s	2.1	56.2 s	1.6
500x500	22.3b	4.5	27.3 b	4.1	38.9 b	3.4	49.3 s	2.7	52.5 s	2.4	59.3 s	1.9
500x1000	17.6b	5.1	21.6 b	4.6	30.6 b	3.8	41.1 b	3.3	46.8 b	3.1	56.8 s	2.6
500 x ∞	17.4b	5.1	21.2 b	4.6	30.1 b	3.9	40.4 b	3.3	46.0 b	3.1	56.6 s	2.6
600x600	20.4b	6.1	25.0 b	5.5	35.5 b	4.6	47.8 b	3.9	51.9 s	3.5	58.7 s	2.7
600x1200	16.4b	6.9	20.1 b	6.3	28.5 b	5.2	38.3 b	4.5	43.6 b	4.2	55.7 b	3.7
600 x ∞	16.2b	7.0	19.8 b	6.3	28.0 b	5.3	37.7 b	4.5	43.0 b	4.2	54.8 b	3.7
750x750	18.5b	8.9	22.6 b	8.0	32.1 b	6.7	43.3 b	5.7	49.4 b	5.3	58.2 s	4.3
750x1500	15.2b	10.2	18.5 b	9.2	26.3 b	7.7	35.3 b	6.6	40.3 b	6.2	51.4 b	5.4
750 x ∞	15.0b	10.3	18.3 b	9.3	25.9 b	7.8	34.8 b	6.7	39.7 b	6.2	50.6 b	5.5
1000x1000	16.5b	14.4	20.2 b	13.0	28.7 b	10.8	38.6 b	9.3	44.1 b	8.6	56.3 b	7.6
1000x2000	13.8b	16.7	16.9 b	15.1	23.9 b	12.6	32.1 b	10.8	36.7 b	10.1	46.8 b	8.9
1000 x ∞	13.6b	16.9	16.7 b	15.2	23.6 b	12.8	31.7 b	10.9	36.2 b	10.2	46.2 b	9.0
1200x1200	15.4b	19.7	18.9 b	17.7	26.8 b	14.7	36.1 b	12.6	41.2 b	11.8	52.7 b	10.4
1200x2400	13.1b	22.9	16.0 b	20.7	22.6 b	17.3	30.4 b	14.9	34.7 b	13.9	44.3 b	12.3
1500x1500	14.3b	28.7	17.5 b	25.9	24.9 b	21.6	33.5 b	18.4	38.2 b	17.2	48.8 b	15.2
1500x3000	12.3b	33.8	15.0 b	30.6	21.2 b	25.5	28.5 b	21.9	32.6 b	20.5	41.6 b	18.1

Kuorman aikaluokka
lyhytaikainen

Käyttöluokka 2

k_{mod} = 0.90

k_{def} = 0.00

γ_q = 1.0

γ_m = 1.0

F:n yksikkönä kN

u:n yksikkönä mm

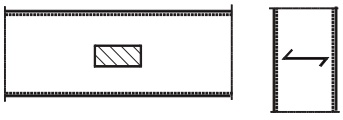
⟷ pintaviilujen
syiden suunta

Taulukko 4-36. Combivaneri

Pistekuorma 80 mm x 180 mm yksiaukkoisen laattakaistan keskikohdassa

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 F	u	12 F	u	15 F	u	18 F	u	21 F	u	24 F	u	27 F	u	30 F	u
300	2.9 b	6.0	4.7 b	4.6	6.8 b	3.7	9.4 b	3.1	12.3 b	2.7	15.2 b	2.3	18.3 b	2.0	21.5 b	1.8
400	2.5 b	10.0	4.1 b	7.6	6.0 b	6.1	8.2 b	5.1	10.7 b	4.4	13.3 b	3.8	16.0 b	3.3	18.8 b	2.9
500	2.3 b	14.7	3.7 b	11.1	5.4 b	9.0	7.4 b	7.5	9.7 b	6.5	12.1 b	5.6	14.5 b	4.8	17.1 b	4.3
600	2.2 b	20.1	3.5 b	15.3	5.1 b	12.3	6.9 b	10.3	9.1 b	8.9	11.3 b	7.7	13.6 b	6.6	16.0 b	5.8
750	2.0 b	29.5	3.2 b	22.4	4.7 b	18.1	6.4 b	15.2	8.4 b	13.0	10.5 b	11.2	12.6 b	9.7	14.8 b	8.6
1000	1.8 b	48.5	2.9 b	36.9	4.3 b	29.7	5.8 b	24.9	7.7 b	21.4	9.5 b	18.5	11.4 b	16.0	13.5 b	14.1
1200	1.7 b	66.6	2.8 b	50.6	4.0 b	40.8	5.5 b	34.2	7.3 b	29.4	9.0 b	25.3	10.8 b	21.9	12.7 b	19.3
1500	1.6 b	98.3	2.6 b	74.6	3.8 b	60.2	5.2 b	50.5	6.8 b	43.4	8.5 b	37.4	10.2 b	32.3	12.0 b	28.5

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava



Kuorman aikaluokka
lyhytaikainen

Käyttöluokka 2

k_{mod} = 0.90

k_{def} = 0.00

γ_q = 1.0

γ_m = 1.0

F:n yksikkönä kN

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen
syiden suunta

Taulukko 4-37. Combivaneri

Pistekuorma 80 mm x 180 mm kaksiaukkoisen laattakaistan toisen kentän keskikohdassa

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 F	u	12 F	u	15 F	u	18 F	u	21 F	u	24 F	u	27 F	u	30 F	u
300	3.4	b 5.4	5.4	b 4.1	7.9	b 3.3	10.8	b 2.8	14.5	s 2.4	17.6	s 2.1	21.0	s 1.8	22.9	s 1.5
400	2.9	b 8.9	4.7	b 6.8	6.8	b 5.5	9.3	b 4.6	12.2	b 3.9	15.1	b 3.4	18.1	b 2.9	20.9	s 2.5
500	2.6	b 13.0	4.2	b 9.9	6.1	b 8.0	8.4	b 6.7	11.0	b 5.8	13.6	b 5.0	16.3	b 4.3	19.2	b 3.8
600	2.4	b 17.7	3.9	b 13.5	5.6	b 10.9	7.7	b 9.1	10.1	b 7.8	12.6	b 6.8	15.1	b 5.8	17.8	b 5.2
750	2.2	b 25.9	3.5	b 19.7	5.2	b 15.9	7.1	b 13.3	9.3	b 11.4	11.6	b 9.9	13.9	b 8.5	16.3	b 7.5
1000	2.0	b 42.4	3.2	b 32.2	4.7	b 25.9	6.4	b 21.7	8.4	b 18.7	10.5	b 16.1	12.5	b 13.9	14.7	b 12.3
1200	1.9	b 57.9	3.0	b 44.0	4.4	b 35.5	6.0	b 29.7	7.9	b 25.6	9.8	b 22.0	11.8	b 19.0	13.9	b 16.8
1500	1.7	b 85.1	2.8	b 64.6	4.1	b 52.1	5.6	b 43.7	7.4	b 37.5	9.2	b 32.3	11.0	b 28.0	13.0	b 24.7

Kuorman aikaluokka lyhytaikainen

Käyttöluokka 2

k_{mod} = 0.90

k_{def} = 0.00

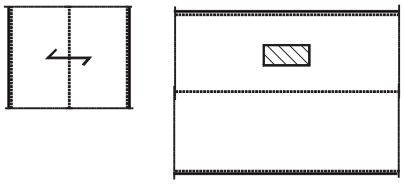
γ_q = 1.0

γ_m = 1.0

F:n yksikkönä kN

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta



Taulukko 4-38. Combivaneri

Pistekuorma 80 mm x 180 mm vapaasti tuetun laatan keskikohdassa

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 F	u	12 F	u	15 F	u	18 F	u	21 F	u	24 F	u	27 F	u	30 F	u
300x300	3.8	b 5.6	6.4	b 4.2	9.5	b 3.4	12.7	s 2.7	15.0	s 2.1	16.5	s 1.6	18.7	s 1.3	20.4	s 1.0
300x600	3.0	b 6.0	4.8	b 4.6	7.0	b 3.7	9.6	b 3.1	12.5	b 2.7	15.6	b 2.3	18.7	b 2.0	22.0	s 1.8
300 x ∞	2.9	b 6.0	4.7	b 4.6	6.8	b 3.7	9.4	b 3.1	12.3	b 2.7	15.2	b 2.3	18.3	b 2.0	21.5	b 1.8
400x400	3.2	b 9.2	5.3	b 6.9	7.8	b 5.5	10.9	b 4.6	14.3	s 3.9	15.9	s 3.0	18.0	s 2.4	19.6	s 2.0
400x800	2.6	b 9.9	4.1	b 7.5	6.1	b 6.1	8.3	b 5.1	10.9	b 4.4	13.6	b 3.8	16.3	b 3.3	19.2	b 2.9
400 x ∞	2.5	b 10.0	4.1	b 7.6	6.0	b 6.1	8.2	b 5.1	10.7	b 4.4	13.3	b 3.8	16.0	b 3.3	18.8	b 2.9
500x500	2.8	b 13.4	4.6	b 10.1	6.9	b 8.0	9.6	b 6.7	12.7	b 5.7	15.4	s 4.7	17.4	s 3.8	19.0	s 3.1
500x1000	2.3	b 14.6	3.8	b 11.1	5.5	b 8.9	7.6	b 7.5	9.9	b 6.4	12.3	b 5.5	14.8	b 4.8	17.4	b 4.2
500 x ∞	2.3	b 14.7	3.7	b 11.1	5.4	b 9.0	7.4	b 7.5	9.7	b 6.5	12.1	b 5.6	14.5	b 4.8	17.1	b 4.3
600x600	2.6	b 18.3	4.3	b 13.7	6.3	b 10.9	8.7	b 9.0	11.6	b 7.7	14.5	b 6.6	17.0	s 5.6	18.6	s 4.6
600x1200	2.2	b 20.0	3.5	b 15.2	5.1	b 12.2	7.0	b 10.3	9.2	b 8.8	11.5	b 7.6	13.8	b 6.6	16.2	b 5.8
600 x ∞	2.2	b 20.1	3.5	b 15.3	5.1	b 12.3	6.9	b 10.3	9.1	b 8.9	11.3	b 7.7	13.6	b 6.6	16.0	b 5.8
750x750	2.3	b 26.6	3.9	b 19.9	5.7	b 15.8	7.9	b 13.1	10.5	b 11.2	13.1	b 9.6	15.8	b 8.3	18.3	s 7.2
750x1500	2.0	b 29.4	3.2	b 22.3	4.7	b 18.0	6.5	b 15.0	8.5	b 12.9	10.6	b 11.1	12.8	b 9.6	15.0	b 8.5
750 x ∞	2.0	b 29.5	3.2	b 22.4	4.7	b 18.1	6.4	b 15.2	8.4	b 13.0	10.5	b 11.2	12.6	b 9.7	14.8	b 8.6
1000x1000	2.1	b 43.4	3.4	b 32.3	5.1	b 25.7	7.1	b 21.3	9.3	b 18.2	11.7	b 15.5	14.1	b 13.4	16.5	b 11.8
1000x2000	1.8	b 48.3	2.9	b 36.6	4.3	b 29.5	5.9	b 24.7	7.8	b 21.2	9.7	b 18.3	11.6	b 15.8	13.7	b 13.9
1000 x ∞	1.8	b 48.5	2.9	b 36.9	4.3	b 29.7	5.8	b 24.9	7.7	b 21.4	9.5	b 18.5	11.4	b 16.0	13.5	b 14.1
1200x1200	2.0	b 59.2	3.2	b 44.0	4.8	b 34.7	6.6	b 29.0	8.7	b 24.7	10.9	b 21.2	13.1	b 18.2	15.5	b 16.1
1200x2400	1.7	b 66.3	2.8	b 50.3	4.1	b 40.5	5.6	b 33.9	7.3	b 29.1	9.2	b 25.1	11.0	b 21.7	12.9	b 19.1
1500x1500	1.8	b 86.7	3.0	b 64.4	4.4	b 51.1	6.1	b 42.4	8.1	b 36.1	10.1	b 30.9	12.2	b 26.6	14.3	b 23.5
1500x3000	1.6	b 97.8	2.6	b 74.1	3.8	b 59.7	5.3	b 50.0	6.9	b 43.0	8.6	b 37.0	10.3	b 32.0	12.1	b 28.2

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

Kuorman aikaluokka lyhytaikainen

Käyttöluokka 2

k_{mod} = 0.90

k_{def} = 0.00

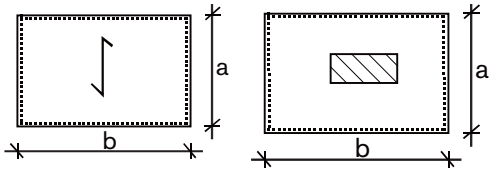
γ_q = 1.0

γ_m = 1.0

F:n yksikkönä kN

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta



4.5 BETONIMUOTIT

Betonimuoteissa käytettävät suomalaiset vanerit ovat pääosin filmipintaisia. Muottilevyn lujuus ja jäykkyys riippuvat tuotteeseen käytetyn vanerilevyn tyypistä. Seuraavassa esitetään yleisten mitoitusperiaatteiden mukaisesti lasketut betonimuottien mitoitusarvot ja niitä vastaavat taipumat eri jänneväleillä ja levypaksuuksilla. Taulukoista ilmenee myös rakennetta lujuuden osalta mitoittava tekijä, taivutus- tai leikkauslujuus. Muottivanerin sallittu taipuma on kuitenkin useimmissa tapauksissa mitoittava tekijä. Taulukot on laskettu seuraaville tuenta- ja kuormitustapauksille:

Tasainen kuorma jatkuvalla laattakaistalla samansuuruisin jännevälein kolmiaukkoisena tapauksena (Taulukot 4-39…4-48).

Mitoitus- ja taipuma-arvot on laskettu käyttäen seuraavia olettamuksia:

γ_q = 1.2, kuorman osavarmuuskerroin

γ_m = 1.3, materiaalin osavarmuuskerroin

k_{mod} = 0.70, kerroin, joka huomioi kuorman kestoajan ja kosteuden vaikutuksen

k_{def} = 0.40, kerroin, joka huomioi kuorman kestoajan ja kosteuden vaikutuksen

Mitoitus- ja taipuma-arvot pätevät käyttöluokassa 3 ja kuorman aikaluokassa lyhytaikainen. Muilla olettamuksilla taulukoiden mitoitusarvot tulee kertoa korjauskertoimella $k_{load,\ corr}$ joka saadaan kaavasta

$$k_{load,\ corr} = \frac{k_{mod}}{\gamma_m \gamma_q} \bullet \frac{1.3 \bullet 1.2}{0{,}70} \qquad (4\text{-}13)$$

Vastaavasti taulukoiden taipuma-arvot tulee kertoa korjauskertoimella $k_{def,\ corr}$ joka saadaan kaavasta

$$k_{def,\ corr} = \frac{1 + k_{def}}{1 + 0.40} \bullet k_{load,\ corr} \qquad (4\text{-}14)$$

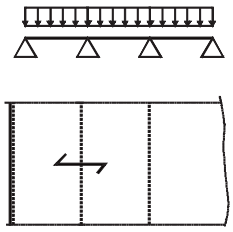
BETONIMUOTTIEN MITOITUSARVOT q [kN/m²] JA NIITÄ VASTAAVAT TAIPUMAT u [mm] SUOMALAISILLE VANEREILLE

Taulukko 4-39. Koivuvaneri

Tasainen kuorma kolmiaukkoisella laattakaistalla.
Pintaviilujen syiden suunta jännevälin suunnassa.

Jänneväli k/k	Nimellispaksuus (mm)																							
	9			12			15			18			21			24								
mm	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u					
100	123	s	0.3	166	s	0.3	193	s	0.2	234	s	0.2	263	s	0.2	303	s	0.2					
150	82	s	0.8	111	s	0.6	129	s	0.4	156	s	0.4	176	s	0.3	202	s	0.3					
200	61	s	1.6	83	s	1.1	97	s	0.8	117	s	0.7	132	s	0.6	152	s	0.5					
250	46	b	2.7	67	s	2.0	77	s	1.4	94	s	1.1	105	s	0.9	121	s	0.8					
300	32	b	3.7	51	b	3.0	64	s	2.2	78	s	1.8	88	s	1.4	101	s	1.2					
350	24	b	5.0	38	b	4.0	55	b	3.4	67	s	2.6	75	s	2.1	87	s	1.7					
400	18	b	6.4	29	b	5.0	42	b	4.2	58	b	3.7	66	s	2.9	76	s	2.4					
500	12	b	9.8	18	b	7.6	27	b	6.4	37	b	5.5	49	b	4.9	61	s	4.3					
600	8	b	13.9	13	b	10.8	19	b	8.9	26	b	7.7	34	b	6.8	43	b	6.1					

Jänneväli k/k	Nimellispaksuus (mm)																							
	27			30			35			40			45			50								
mm	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u					
100	333	s	0.2	372	s	0.2	441	s	0.2	511	s	0.1	544	s	0.1	613	s	0.1					
150	222	s	0.3	248	s	0.3	294	s	0.3	340	s	0.2	363	s	0.2	409	s	0.2					
200	167	s	0.5	186	s	0.4	220	s	0.4	255	s	0.4	272	s	0.3	306	s	0.3					
250	133	s	0.7	149	s	0.6	176	s	0.6	204	s	0.5	218	s	0.5	245	s	0.5					
300	111	s	1.0	124	s	0.9	147	s	0.8	170	s	0.7	181	s	0.7	204	s	0.6					
350	95	s	1.5	106	s	1.3	126	s	1.1	146	s	0.9	155	s	0.9	175	s	0.8					
400	83	s	2.0	93	s	1.8	110	s	1.4	128	s	1.2	136	s	1.1	153	s	1.0					
500	67	s	3.6	74	s	3.1	88	s	2.4	102	s	1.9	109	s	1.8	123	s	1.5					
600	54	b	5.6	62	s	4.9	73	s	3.7	85	s	3.0	91	s	2.7	102	s	2.3					



Kuorman aikaluokka
lyhytaikainen

Käyttöluokka 3

k_{mod} = 0.70

k_{def} = 0.40

γ_q = 1.2

γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m²

u:n yksikkönä mm

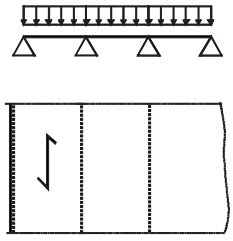
⟷ pintaviilujen syiden suunta

Taulukko 4-40. Koivuvaneri

Tasainen kuorma kolmiaukkoisella laattakaistalla.
Pintaviilujen syiden suunta jännevälia vastaan kohtisuorassa suunnassa.

Jänneväli k/k	Nimellispaksuus (mm)																							
	9			12			15			18			21			24								
mm	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u					
100	108	s	0.4	133	s	0.3	176	s	0.2	205	s	0.2	245	s	0.2	276	s	0.2					
150	72	s	1.1	89	s	0.7	118	s	0.5	137	s	0.4	163	s	0.4	184	s	0.3					
200	51	b	2.3	66	s	1.3	88	s	1.0	103	s	0.8	123	s	0.6	138	s	0.5					
250	33	b	3.4	53	s	2.4	71	s	1.7	82	s	1.3	98	s	1.0	111	s	0.9					
300	23	b	4.8	40	b	3.6	59	s	2.8	68	s	2.0	82	s	1.6	92	s	1.3					
350	17	b	6.4	29	b	4.7	45	b	3.8	59	s	3.0	70	s	2.4	79	s	1.9					
400	13	b	8.2	22	b	6.1	35	b	4.9	49	b	4.2	61	s	3.4	69	s	2.7					
500	8	b	12.7	14	b	9.2	22	b	7.4	32	b	6.2	43	b	5.4	55	s	4.8					
600	6	b	18.2	10	b	13.1	15	b	10.4	22	b	8.7	30	b	7.5	38	b	6.7					

Jänneväli k/k	Nimellispaksuus (mm)																							
	27			30			35			40			45			50								
mm	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u					
100	315	s	0.2	346	s	0.2	417	s	0.2	487	s	0.2	525	s	0.1	594	s	0.1					
150	210	s	0.3	231	s	0.3	278	s	0.3	324	s	0.2	350	s	0.2	396	s	0.2					
200	158	s	0.5	173	s	0.4	208	s	0.4	243	s	0.4	262	s	0.4	297	s	0.3					
250	126	s	0.8	138	s	0.7	167	s	0.6	195	s	0.5	210	s	0.5	237	s	0.5					
300	105	s	1.1	115	s	1.0	139	s	0.8	162	s	0.7	175	s	0.7	198	s	0.6					
350	90	s	1.6	99	s	1.4	119	s	1.1	139	s	0.9	150	s	0.9	170	s	0.8					
400	79	s	2.3	87	s	1.9	104	s	1.5	122	s	1.2	131	s	1.2	148	s	1.0					
500	63	s	4.0	69	s	3.3	83	s	2.5	97	s	2.0	105	s	1.9	119	s	1.6					
600	48	b	6.0	58	s	5.4	69	s	4.0	81	s	3.2	87	s	2.9	99	s	2.4					



Kuorman aikaluokka
lyhytaikainen

Käyttöluokka 3

k_{mod} = 0.70

k_{def} = 0.40

γ_q = 1.2

γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m²

u:n yksikkönä mm

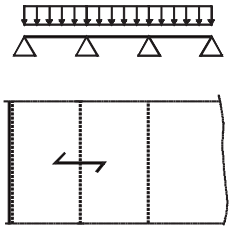
⟷ pintaviilujen syiden suunta

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

Taulukko 4-41. Combivaneri

Tasainen kuorma kolmiaukkoisella laattakaistalla.
Pintaviilujen syiden suunta jännevälin suunnassa.

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 q		u	12 q		u	15 q		u	18 q		u	21 q		u	24 q		u	27 q		u	30 q		u
100	123	s	0.3	166	s	0.3	193	s	0.2	234	s	0.2	263	s	0.2	303	s	0.2	333	s	0.2	372	s	0.2
150	82	s	0.8	111	s	0.6	129	s	0.4	156	s	0.4	176	s	0.3	202	s	0.3	222	s	0.3	248	s	0.3
200	61	s	1.6	83	s	1.2	97	s	0.8	117	s	0.7	132	s	0.6	152	s	0.5	167	s	0.5	186	s	0.4
250	44	b	2.7	67	b	2.0	77	s	1.4	94	s	1.1	105	s	0.9	121	s	0.8	133	s	0.7	149	s	0.6
300	31	b	3.7	48	b	3.0	64	s	2.2	78	s	1.8	88	s	1.4	101	s	1.2	111	s	1.0	124	s	0.9
350	23	b	4.9	35	b	3.9	50	b	3.3	67	b	2.6	75	s	2.1	87	s	1.7	95	s	1.5	106	s	1.3
400	17	b	6.4	27	b	5.0	38	b	4.2	52	b	3.7	66	b	2.9	76	s	2.4	83	s	2.0	93	s	1.8
500	11	b	9.7	17	b	7.6	25	b	6.3	33	b	5.4	43	b	4.8	53	b	4.3	63	b	3.8	74	b	3.5
600	8	b	13.9	12	b	10.8	17	b	8.9	23	b	7.6	30	b	6.7	37	b	5.9	44	b	5.2	52	b	4.7



Kuorman aikaluokka
lyhytaikainen

Käyttöluokka 3

k_{mod} = 0.70

k_{def} = 0.40

γ_q = 1.2

γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m^2

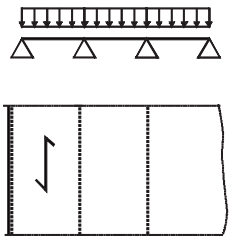
u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta

Taulukko 4-42. Combivaneri

Tasainen kuorma kolmiaukkoisella laattakaistalla.
Pintaviilujen syiden suunta jännevälia vastaan kohtisuorassa suunnassa.

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 q		u	12 q		u	15 q		u	18 q		u	21 q		u	24 q		u	27 q		u	30 q		u
100	69	s	0.5	85	s	0.4	113	s	0.3	132	s	0.3	158	s	0.3	177	s	0.3	202	s	0.3	221	s	0.3
150	46	s	1.1	57	s	0.7	75	s	0.6	88	s	0.5	105	s	0.5	118	s	0.5	135	s	0.5	147	s	0.4
200	35	s	2.0	42	s	1.2	56	s	1.0	66	s	0.8	79	s	0.8	88	s	0.7	101	s	0.7	111	s	0.6
250	28	s	3.4	34	s	2.0	45	s	1.6	53	s	1.3	63	s	1.1	71	s	1.0	81	s	1.0	88	s	0.9
300	23	b	5.4	28	s	3.1	38	s	2.4	44	s	1.8	53	s	1.6	59	s	1.4	67	s	1.3	74	s	1.2
350	17	b	7.0	24	s	4.6	32	s	3.4	38	s	2.6	45	s	2.2	51	s	1.9	58	s	1.7	63	s	1.5
400	13	b	8.9	21	s	6.5	28	s	4.8	33	s	3.5	39	s	2.9	44	s	2.4	51	s	2.2	55	s	1.9
500	8	b	13.3	14	b	10.0	22	b	8.3	26	s	6.1	32	s	4.9	35	s	4.0	40	s	3.5	44	s	3.0
600	6	b	18.8	10	b	13.9	15	b	11.3	22	s	9.8	26	s	7.8	29	s	6.2	34	s	5.3	37	s	4.5



Kuorman aikaluokka
lyhytaikainen

Käyttöluokka 3

k_{mod} = 0.70

k_{def} = 0.40

γ_q = 1.2

γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m^2

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

Taulukko 4-43. Peilikuvacombivaneri

Tasainen kuorma kolmiaukkoisella laattakaistalla.
Pintaviilujen syiden suunta jännevälin suunnassa.

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 q	9 u	12 q	12 u	15 q	15 u	18 q	18 u	21 q	21 u	24 q	24 u	27 q	27 u	30 q	30 u
100	79 s	0.4	106 s	0.4	124 s	0.3	150 s	0.3	169 s	0.3	194 s	0.3	214 s	0.3	238 s	0.3
150	53 s	0.8	71 s	0.7	83 s	0.6	100 s	0.5	113 s	0.5	130 s	0.5	143 s	0.5	159 s	0.4
200	39 s	1.4	53 s	1.1	62 s	0.9	75 s	0.8	84 s	0.7	97 s	0.7	107 s	0.7	119 s	0.6
250	32 s	2.3	43 s	1.8	50 s	1.3	60 s	1.2	68 s	1.0	78 s	1.0	86 s	0.9	95 s	0.9
300	26 s	3.6	35 s	2.7	41 s	2.0	50 s	1.7	56 s	1.4	65 s	1.3	71 s	1.2	79 s	1.1
350	23 s	5.4	30 s	3.9	35 s	2.8	43 s	2.3	48 s	1.9	56 s	1.7	61 s	1.6	68 s	1.5
400	18 b	7.0	27 s	5.4	31 s	3.8	38 s	3.1	42 s	2.6	49 s	2.3	53 s	2.0	60 s	1.9
500	12 b	10.4	18 b	8.5	25 s	6.7	30 s	5.3	34 s	4.3	39 s	3.7	43 s	3.2	48 s	2.9
600	8 b	14.6	13 b	11.7	19 b	9.9	25 s	8.5	28 s	6.7	32 s	5.6	36 s	4.8	40 s	4.3

Kuorman aikaluokka
lyhytaikainen

Käyttöluokka 3

k_{mod} = 0.70

k_{def} = 0.40

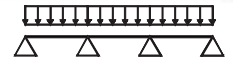
γ_q = 1.2

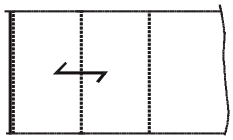
γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m^2

u:n yksikkönä mm

pintaviilujen
syiden suunta





Taulukko 4-44. Peilikuvacombivaneri

Tasainen kuorma kolmiaukkoisella laattakaistalla.
Pintaviilujen syiden suunta jänneväliä vastaan kohtisuorassa suunnassa.

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9 q	9 d	12 q	12 d	15 q	15 d	18 q	18 d	21 q	21 d	24 q	24 d	27 q	27 d	30 q	30 d
100	108 s	0.5	133 s	0.3	176 s	0.3	205 s	0.2	245 s	0.2	276 s	0.2	315 s	0.2	346 s	0.2
150	51 b	1.0	89 s	0.8	118 s	0.6	137 s	0.5	163 s	0.4	184 s	0.4	210 s	0.3	231 s	0.3
200	29 b	1.7	51 b	1.3	79 b	1.1	103 s	0.9	123 s	0.8	138 s	0.6	158 s	0.6	173 s	0.5
250	19 b	2.6	33 b	1.9	51 b	1.6	72 b	1.4	98 b	1.3	111 s	1.0	126 s	0.9	138 s	0.8
300	13 b	3.6	23 b	2.7	35 b	2.2	50 b	1.9	68 b	1.7	88 b	1.5	105 s	1.4	115 s	1.2
350	9 b	4.8	17 b	3.6	26 b	2.9	37 b	2.4	50 b	2.2	65 b	2.0	81 b	1.8	99 s	1.7
400	7 b	6.3	13 b	4.6	20 b	3.7	28 b	3.1	38 b	2.7	50 b	2.4	62 b	2.2	77 b	2.1
500	5 b	9.7	8 b	7.0	13 b	5.6	18 b	4.7	24 b	4.0	32 b	3.6	40 b	3.3	49 b	3.0
600	3 b	13.9	6 b	10.0	9 b	7.9	13 b	6.6	17 b	5.6	22 b	5.0	28 b	4.5	34 b	4.1

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

Kuorman aikaluokka
lyhytaikainen

Käyttöluokka 3

k_{mod} = 0.70

k_{def} = 0.40

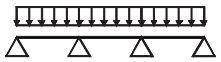
γ_q = 1.2

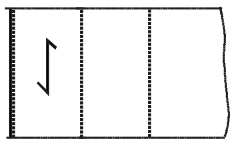
γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m^2

u:n yksikkönä mm

pintaviilujen
syiden suunta

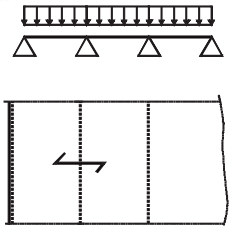




Taulukko 4-45. Havuvaneri, ohutviiluinen

Tasainen kuorma kolmiaukkoisella laattakaistalla.
Pintaviilujen syiden suunta jännevälin suunnassa.

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9			12			15			18			21			24			27			30		
	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u
100	79	s	0.4	106	s	0.4	124	s	0.3	150	s	0.3	169	s	0.3	194	s	0.3	214	s	0.3	238	s	0.3
150	53	s	0.9	71	s	0.7	83	s	0.6	100	s	0.6	113	s	0.5	130	s	0.5	143	s	0.5	159	s	0.5
200	39	s	1.7	53	s	1.3	62	s	1.0	75	s	0.9	84	s	0.8	97	s	0.7	107	s	0.7	119	s	0.7
250	26	b	2.4	42	b	2.1	50	s	1.6	60	s	1.4	68	s	1.2	78	s	1.1	86	s	1.0	95	s	0.9
300	18	b	3.2	29	b	2.7	41	s	2.4	50	s	2.0	56	s	1.7	65	s	1.5	71	s	1.3	79	s	1.3
350	13	b	4.1	22	b	3.4	32	b	3.1	43	s	2.8	48	s	2.3	56	s	2.0	61	s	1.8	68	s	1.7
400	10	b	5.2	16	b	4.3	24	b	3.7	33	b	3.4	42	s	3.1	49	s	2.7	53	s	2.3	60	s	2.1
500	7	b	7.8	11	b	6.3	15	b	5.4	21	b	4.8	28	b	4.4	36	b	4.1	43	s	3.8	48	s	3.4
600	5	b	11.0	7	b	8.7	11	b	7.3	15	b	6.4	19	b	5.8	25	b	5.4	31	b	5.1	38	b	4.9



Kuorman aikaluokka
lyhytaikainen

Käyttöluokka 3

k_{mod} = 0.70

k_{def} = 0.40

γ_q = 1.2

γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m^2

u:n yksikkönä mm

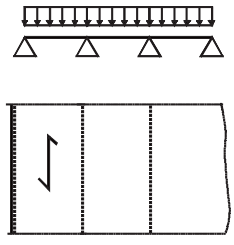
⟷ pintaviilujen syiden suunta

Taulukko 4-46. Havuvaneri, ohutviiluinen

Tasainen kuorma kolmiaukkoisella laattakaistalla.
Pintaviilujen syiden suunta jänneväliä vastaan kohtisuorassa suunnassa.

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9			12			15			18			21			24			27			30		
	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u
100	69	s	0.6	85	s	0.4	113	s	0.4	132	s	0.3	158	s	0.3	177	s	0.3	202	s	0.3	221	s	0.3
150	46	s	1.3	57	s	0.8	75	s	0.7	88	s	0.6	105	s	0.5	118	s	0.5	135	s	0.5	147	s	0.5
200	29	b	2.1	42	s	1.5	56	s	1.2	66	s	1.0	79	s	0.9	88	s	0.8	101	s	0.7	111	s	0.7
250	19	b	2.9	33	b	2.4	45	s	1.9	53	s	1.5	63	s	1.3	71	s	1.1	81	s	1.0	88	s	1.0
300	13	b	4.0	23	b	3.1	35	b	2.7	44	s	2.2	53	s	1.9	59	s	1.6	67	s	1.4	74	s	1.3
350	9	b	5.2	17	b	4.0	26	b	3.4	37	b	3.1	45	s	2.6	51	s	2.2	58	s	1.9	63	s	1.7
400	7	b	6.6	13	b	5.0	20	b	4.2	28	b	3.7	38	b	3.4	44	s	2.9	51	s	2.6	55	s	2.2
500	5	b	10.0	8	b	7.5	13	b	6.1	18	b	5.3	24	b	4.7	32	b	4.4	40	b	4.2	44	s	3.6
600	3	b	14.2	6	b	10.5	9	b	8.4	13	b	7.2	17	b	6.4	22	b	5.8	28	b	5.4	34	b	5.1

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava



Kuorman aikaluokka
lyhytaikainen

Käyttöluokka 3

k_{mod} = 0.70

k_{def} = 0.40

γ_q = 1.2

γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m^2

u:n yksikkönä mm

⟷ pintaviilujen syiden suunta

Taulukko 4-47. Havuvaneri, paksuviiluinen

Tasainen kuorma kolmiaukkoisella laattakaistalla.
Pintaviilujen syiden suunta jännevälin suunnassa.

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 9/3 ply			12/4 ply			12/5 ply			15/5 ply			18/6 ply			18/7 ply		
	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u
100	41	s	0.3	54	s	0.3	70	s	0.3	81	s	0.3	106	s	0.2	85	s	0.2
150	27	s	0.6	36	s	0.6	47	s	0.5	54	s	0.5	71	s	0.4	57	s	0.4
200	21	s	1.0	27	s	0.9	35	s	0.9	41	s	0.8	53	s	0.6	43	s	0.6
250	16	s	1.7	22	s	1.4	28	s	1.4	32	s	1.2	42	s	0.9	34	s	0.9
300	14	s	2.6	18	s	2.0	23	s	2.0	27	s	1.7	35	s	1.3	28	s	1.2
350	12	s	3.9	15	s	2.8	20	s	2.9	23	s	2.4	30	s	1.8	24	s	1.7
400	9	b	5.0	13	s	3.8	16	b	3.7	20	s	3.2	26	s	2.5	21	s	2.2
500	6	b	7.3	10	b	6.1	10	b	5.3	14	b	4.9	19	b	4.0	17	s	3.8
600	4	b	10.2	7	b	8.2	7	b	7.2	10	b	6.5	13	b	5.4	13	b	5.6

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 21/7 ply			24/8 ply			24/9 ply			27/9 ply			27/11 ply			30/10 ply			30/13 ply		
	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u
100	100	s	0.2	175	s	0.1	115	s	0.2	133	s	0.2	115	s	0.2	152	s	0.2	141	s	0.2
150	66	s	0.4	117	s	0.2	77	s	0.4	89	s	0.4	77	s	0.3	102	s	0.3	94	s	0.3
200	50	s	0.6	88	s	0.4	57	s	0.6	66	s	0.5	57	s	0.5	76	s	0.5	71	s	0.5
250	40	s	0.8	70	s	0.6	46	s	0.8	53	s	0.7	46	s	0.7	61	s	0.7	57	s	0.7
300	33	s	1.1	58	s	0.9	38	s	1.0	44	s	0.9	38	s	0.9	51	s	1.0	47	s	0.9
350	28	s	1.4	50	s	1.2	33	s	1.4	38	s	1.2	33	s	1.3	44	s	1.3	40	s	1.1
400	25	s	1.9	44	s	1.7	29	s	1.8	33	s	1.6	29	s	1.6	38	s	1.7	35	s	1.4
500	20	s	3.1	33	b	2.9	23	s	2.9	27	s	2.4	23	s	2.6	30	s	2.9	28	s	2.2
600	17	s	4.8	23	b	3.9	19	s	4.5	22	s	3.6	19	s	4.1	25	s	4.5	24	s	3.3

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

Kuorman aikaluokka lyhytaikainen

Käyttöluokka 3

$k_{mod} = 0.70$

$k_{def} = 0.40$

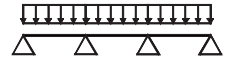
$\gamma_q = 1.2$

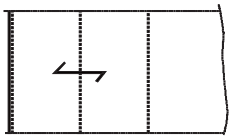
$\gamma_m = 1.3$

q:n yksikkönä kN/m^2

u:n yksikkönä mm

pintaviilujen syiden suunta



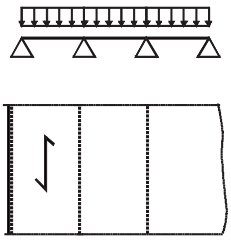


Taulukko 4-48. Havuvaneri, paksuviiluinen

Tasainen kuorma kolmiaukkoisella laattakaistalla.
Pintaviilujen syiden suunta jänneväliä vastaan kohtisuorassa suunnassa.

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 12/5 ply			15/5 ply			18/6 ply			18/7 ply			21/7 ply			24/8 ply		
	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u
100	38	s	0.2	44	s	0.2	56	s	0.1	72	s	0.2	83	s	0.2	57	s	0.1
150	25	s	0.5	29	s	0.4	37	s	0.3	48	s	0.4	56	s	0.4	38	s	0.1
200	19	s	0.9	22	s	0.8	28	s	0.5	36	s	0.7	42	s	0.6	28	s	0.2
250	15	s	1.6	18	s	1.3	23	s	0.8	29	s	1.1	33	s	0.9	23	s	0.3
300	13	s	2.6	15	s	2.0	19	s	1.3	24	s	1.6	28	s	1.3	19	s	0.5
350	11	b	3.9	13	s	3.1	16	s	1.9	21	s	2.3	24	s	1.9	16	s	0.7
400	8	b	4.9	11	s	4.4	14	s	2.7	18	s	3.3	21	s	2.6	14	s	1.0
500	5	b	7.4	7	b	6.6	11	s	4.9	12	b	4.9	16	b	4.4	11	s	1.9
600	4	b	10.4	5	b	9.2	8	b	7.0	8	b	6.8	11	b	6.0	9	s	3.1

Jänneväli k/k mm	Nimellispaksuus (mm) 24/9 ply			27/9 ply			27/11 ply			30/10 ply			30/13 ply		
	q		u	q		u	q		u	q		u	q		u
100	89	s	0.2	103	s	0.2	117	s	0.2	106	s	0.1	137	s	0.2
150	59	s	0.3	68	s	0.3	78	s	0.3	70	s	0.2	91	s	0.3
200	44	s	0.5	51	s	0.5	59	s	0.5	53	s	0.3	68	s	0.5
250	35	s	0.7	41	s	0.7	47	s	0.7	42	s	0.4	55	s	0.6
300	30	s	1.0	34	s	0.9	39	s	1.0	35	s	0.6	46	s	0.8
350	25	s	1.4	29	s	1.2	34	s	1.3	30	s	0.7	39	s	1.1
400	22	s	1.9	26	s	1.6	29	s	1.6	26	s	0.9	34	s	1.3
500	18	s	3.3	21	s	2.7	23	s	2.6	21	s	1.4	27	s	2.1
600	15	b	5.3	17	s	4.3	20	s	4.1	18	s	2.1	23	s	3.1



Kuorman aikaluokka
lyhytaikainen

Käyttöluokka 3

k_{mod} = 0.70

k_{def} = 0.40

γ_q = 1.2

γ_m = 1.3

q:n yksikkönä kN/m^2

u:n yksikkönä mm

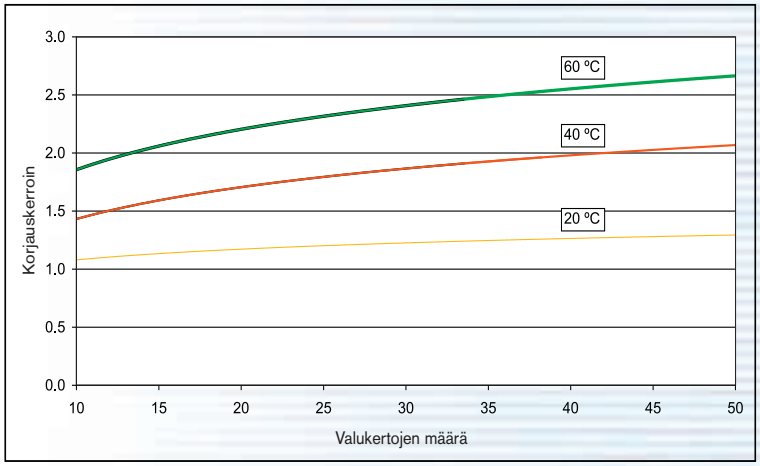
pintaviilujen syiden suunta

b = taivutuslujuus mitoittava
s = leikkauslujuus mitoittava

BETONIMUOTIT KYLMISSÄ KÄYTTÖOLOSUHTEISSA

Pakkasvaurioiden välttämiseksi betonimuotteja on usein kuumennettava kylmissä olosuhteissa. Betonimassan valulämpötilan ollessa yli + 20°C (esim talvibetonoinnissa), voi kohonnut lämpötila aiheuttaa vaneriin lisätaipumia. Koivuvanerin taipuma valukertojen funktiona voidaan laskea alla olevan kuvan mukaista korjauskerrointar $k_{temp,\ corr}$ käyttämällä.

Koivuvanerin taipuman korjauskerroin ($k_{temp,\ corr}$) talvibetonoinnissa



Talvibetonoinnissa lopputaipuma u_{fin} lasketaan kaavasta $u_{fin} = u \bullet k_{temp,\ corr}$ jossa u on taulukoista 4-39…4-48 saatava taipuman arvo.

OHJEITA 5

5.1 KÄYTTÖKOHTEET

KOIVUVANERI

Koivuvanerilla on erinomaiset lujuus- jäykkyysominaisuudet sekä hyvä virumiskestävyys. Sillä on hyvä tasoleikkauslujuus ja se on siten raskaassa lattiakäytössä muita vaneri-tuotteita oleellisesti parempi. Levyn pintakovuus ja kolhunkestävyys ovat erinomaisia. Hiottu koivuvaneri on pinnaltaan vaalea, kaunis ja kestävä. Koivuvaneri on pinnoitusalustana erittäin hyvä ja sen sään- ja kosteudenkestävyys on oikein pinnoitettuna erinomainen.

Koivuvanerin tyypillisiä käyttökohteita ovat vaativimpien kohteiden betonoimislevyt, kuljetus-välineiden lattiat, kontin lattiat, raskaasti kuormitettujen rakennusten ja työskentelytasojen lattiat, vaativakäyttöiset teline- ja hyllytasot, kantavat erikoisrakenteet, ajoneuvojen lattiat, seinät ja katot, liikennemerkit ja opastetaulut sekä kalusteet ja huonekalut.

COMBIVANERI

Combivanerin lujuus- ja jäykkyysominaisuudet ovat monelta osin lähes koivuvanerin luokkaa. Combivanerin pääsuunnissa lujuus- ja jäykkyysominaisuudet ovat varsin lähellä toisiaan. Poikkeuksena on levyn saumaleikkauslujuus, jossa pintaviilun poikkisuunnan lujuus on pituussuunnan lujuutta selvästi alhaisempi ja tässä mielessä combivaneri on koivuvaneria heikompaa. Combivanerin pintakovuus ja kolhunkestävyys ovat lähes koivu-vanerin luokkaa. Hiottu combivaneri on pinnaltaan vaalea, kaunis ja kestävä. Combivaneri on pinnoitusalustana hyvä ja sen sään- ja kosteudenkestävyys on oikein pinnoitettuna erinomainen. Combivaneri on koivuvaneria kevyempää ja sitä on helppo työstää.

Combivanerin tyypillisiä käyttökohteita ovat betonoimislevyt, rakennusten lattiat, seinät ja katot, maatalousrakenteet, ajoneuvojen lattiat, seinät ja katot, teline- ja hyllytasot sekä kalusteet ja huonekalut.

KUUSIVANERI

Kuusivanerin lujuus- ja jäykkyysominaisuudet ovat hyvät. Sen pinta on koivuvaneria pehmeämpää. Pinnan syykuvio on voimakas ja lievästi koholla. Pinnassa on yleensä pal-jon oksia. Levyn paksuusturpoama on pieni. Kuusivaneri on suhteellisen kevyttä ja sitä on helppo työstää ja naulata.

Kuusivanerin tyypillisiä käyttökohteita ovat vesikattorakenteet, rakennusten lattiat, seinät ja katot, ajoneuvoissa piiloon jäävät rakenteet, pakkaukset ja laatikot, työmaarakenteet, aitaukset ja suojat sekä vähäisten valukertojen betonoimislevyt.

5.2 KULJETUS

Levyjä kuljetetaan ja välivarastoidaan tehtaalta asiakkaalle peitettynä ja varastoidaan kuivissa olosuhteissa siten, etteivät levyt pääse missään vaiheessa kostumaan sade- tai roiskeveden vaikutuksesta. Paalien trukkikäsittely tulee suorittaa huolella niin, ettei pakkausmateriaali tai levyt vaurioidu eivätkä pakkausvanteet pääse katkeilemaan. Vaneripaaleja ei saa työntää trukin sorkilla. Paalit on aina kuljetettava ja säilytettävä vaaka-asennossa.

5.3 KÄSITTELY

Kuormat puretaan huolellisesti siten etteivät paalit pääse rikkoutumaan. Purku tapahtuu useimmiten trukkikäsittelyllä. Muissa tapauksissa nostoliinojen käyttö on vaijereita tai ketjuja suositeltavampaa. Nostettaessa on huomioitava etteivät nostovälineet vaurioita siirrettäviä levyjä.

Paalit puretaan käsin huolehtien samalla etteivät levyjen pinnat, reunat ja nurkat pääse vaurioitumaan. Yksittäiset levyt siirretään aina nostamalla tai kantamalla. Levyjä ei saa siirtää laahaamalla.

Huom! Filmipintaiset vanerit ovat äärimmäisen liukkaita. Kun näitä levyjä myöhemmin siirretään tai varastoidaan muissa kuin alkuperäisissä pakkauksissa on levynippujen asianmukaisesta vannehtimisesta aina huolehdittava.

5.4 VARASTOINTI

Vanerilevyt on varastoitava kuivassa ja katetussa tilassa. Levyt varastoidaan vaakasuorassa lappeellaan niiden alkuperäisissä pakkauksissaan. Levypinon pohjan on oltava suora ja tukeva ja aluspuita on oltava riittävän tiheässä. Samankokoiset paalit on varastoitava tornimaisesti suorassa ja siten että paalien aluspuut ovat tarkasti samalla kohdalla. Pitkäaikaisvarastoinnissa saattaa olla tarpeen löysätä alkuperäisiä vanteita tai vaihtaa ne esim. muovivanteisiin, jotta vanteet eivät jättäisi jälkiä päällimmäisen ja alimmaisen levyn reunaan levypaalien mahdollisesti turvotessa.

Vanerilevyt tulisi säilyttää ennen asennusta ja pintakäsittelyä riittävän pitkän aikaa käyttöä vastaavissa lämpötila- ja kosteusolosuhteissa. Keskuslämmitystiloissa levyjen sopiva ilmastointiaika on noin yksi viikko. Ilmastointia varten levyt asetetaan reunojensa varaan. Levyjen alle ja väliin asetetaan rimat, jotta ilma pääsee vapaasti kiertämään.

Mikäli filmipintaisia betonoimislevyjä joudutaan tilapäisesti varastoimaan ulkona peitteiden alla on tällöin ehdottomasti huomioitava etteivät levyjen reunat pääse kostumaan sade- eikä roiskeveden vaikutuksesta.

5.5 VANERIN HÄVITTÄMINEN

Vanerin käyttöikä on käytännöllisesti katsoen pitkä ja on olemassa useita keinoja sen hävittämiseksi. Hävittämiskeinot voivat kuitenkin lainsäädännöllisistä syistä poiketa eri maissa toisistaan.

Suositeltavin keino vanerin hävittämiseksi on kierrätys. Käytetty vaneri voidaan käyttää uudelleen useissa käyttökohteissa. Kierrätys ei saa rasittaa ympäristöä enempää kuin muut hävitysmuodot, eikä se saa olla kustannuksiltaan korkeampi kuin uuden tuotteen käyttöönotto.

Mikäli vanerin polttoarvoa voidaan hyödyntää vastaa vanerin polttaminen sen kierrätystä. Polttolämpötilan ollessa vähintään +700°C eivät pinnoittamattomat, fenoli- tai melamiinifilmipintaiset tai tyypillisillä maaleilla maalatut vanerit tuota haitallisia palokaasuja sen enempää kuin pelkän puun polttaminen tuottaa. Vanerin polttaminen avotulella ei ole suositeltavaa, koska alhaisessa lämpötilassa vaneri tuottaa enemmän haitallisia palokaasuja. Korkeamman tiheyden ansiosta vanerin polttoarvo on massiivipuuta parempi.

Lähes kaikki vanerituotteet voidaan kompostoida. Vanerit haketetaan ennen kompostointia.

Lähes kaikki vanerituotteet kelpaavat kaatopaikalle. Vanerin käsittelyyn tai pinnoitteisiin käytettävien aineiden kelpoisuudesta kaatopaikalle tulee kuitenkin varmistua. Vanerituotteet lahoavat hyvin hitaasti.

Suomalainen vakiovaneri ei sisällä mitään haitalliseksi luokiteltavaa jätettä.

5.6 CE-MERKINTÄ

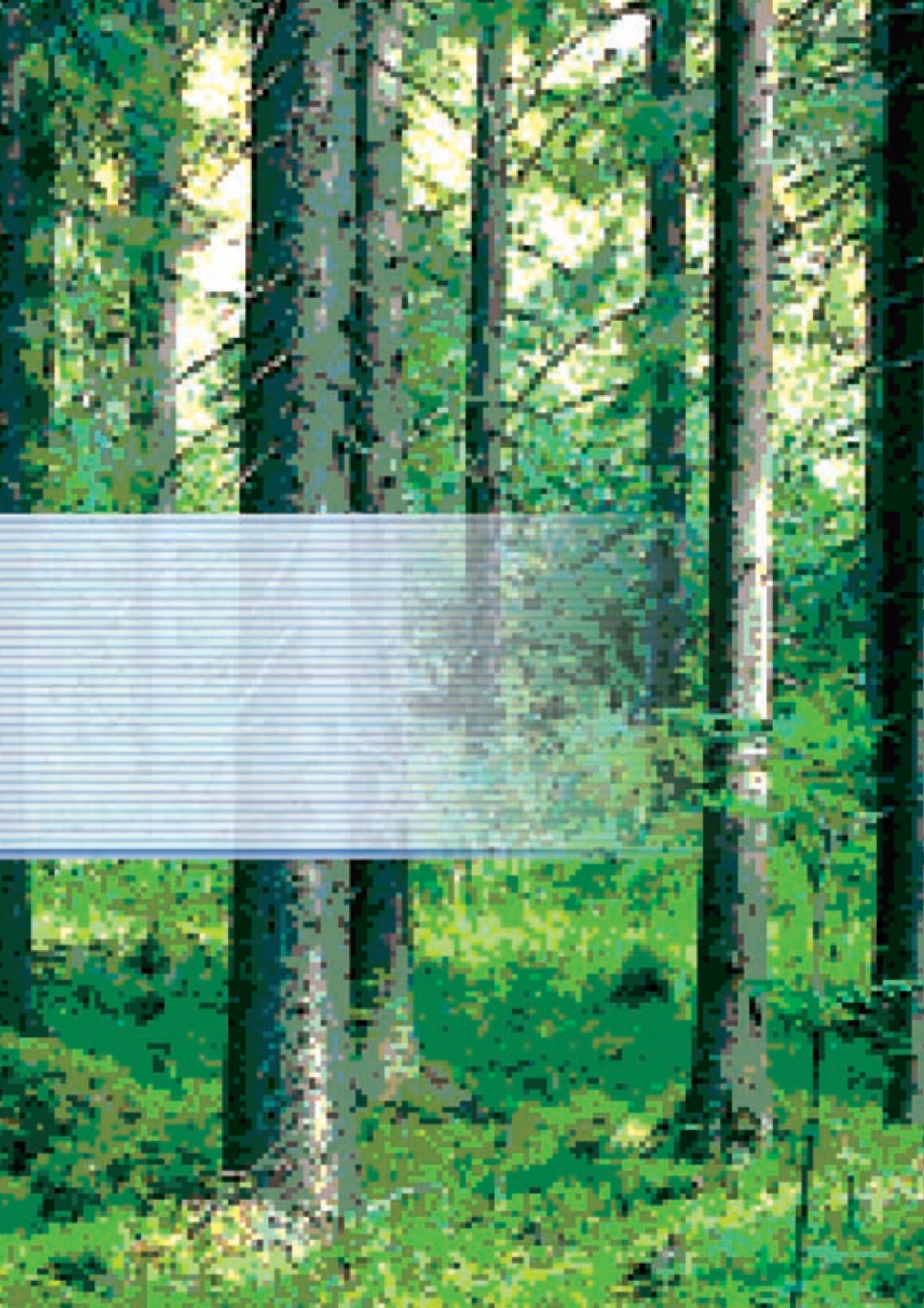
Rakennustuotedirektiivi ohjaa kansallista lainsäädäntöä ja määräyksiä. Sen keskeisenä tavoitteena on EU- ja EFTA-alueen sisämarkkinoiden toteuttaminen rakentamisessa ja lähinnä rakennustuotteiden kaupassa. Maiden rajojen yli tapahtuvan rakennustuotteiden kaupan tekniset esteet poistetaan yhdenmukaistamalla jäsenmaiden rakennuskohteille ja -tuotteille asettamia vaatimuksia sekä vaatimustenmukaisuuden osoittamisessa käytettyjä menettelyjä. Tuotteiden liikkuvuutta ovat tähän saakka rajoittaneet jäsenvaltioiden rakentamiselle ja rakennustuotteille asettamat erilaiset vaatimukset ja testimenetelmät.

CE

Edellytyksenä rakennustuotteen vapaalle liikkumiselle EU- ja EFTA-alueen sisämarkkinoilla on, että tuotteen voidaan osoittaa täyttävän teknisessä eritelmässä esitetyt vaatimukset, jolloin siihen voidaan kiinnittää CE-merkintä. Teknisillä eritelmillä tarkoitetaan yleensä harmonisoituja standardeja tai eurooppalaisia teknisiä hyväksyntöjä. Valmistajalla on keskeinen vastuu tuotteen vaatimustenmukaisuuden osoittamisessa siinäkin tapauksessa, että menettelyyn osallistuu hyväksytty varmennus-, tarkastus- tai testauslaitos. Puulevyjen CE-merkintä tapahtuu harmonisoidun tuotestandardin EN 13986 perusteella.

Jäsenmaiden edellytetään järjestävän riittävän markkinavalvonnan, jonka avulla varmistetaan, että markkinoilla olevat tuotteet sopivat suunniteltuun käyttöön ja että CE-merkintää käytetään oikein. Rajavalvonta on sallittua vain EU- ja EFTA-alueen ulkopuolelta tuleville tuotteille.

5.7 EN-STANDARDIT

SUOMALAINEN VANERI TÄYTTÄÄ SEURAAVIEN EN-STANDARDIEN VAATIMUKSET:

EN 310	Wood-based panels - Determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength
EN 313-1	Plywood - Classification and terminology - Part 1: Classification
EN 313-2	Plywood - Classification and terminology - Part 2: Terminology
EN 314-1	Plywood - Bonding quality - Part 1: Test methods
EN 314-2	Plywood - Bonding quality - Part 2: Requirements
EN 315	Plywood - Tolerances for dimensions
EN 318	Wood-based panels - Determination of dimensional changes associated with changes in relative humidity
EN 321	Wood-based panels - Determination of moisture resistance under cyclic test conditions
EN 322	Wood-based panels - Determination of moisture content
EN 323	Wood-based panels - Determination of density
EN 324-1	Wood-based panels - Determination of dimensions of boards - Part 1: Determination of thickness, width and length
EN 324-2	Wood-based panels - Determination of dimensions of boards - Part 2: Determination of squareness and edge straightness
EN 325	Wood-based panels - Determination of dimensions of test pieces
EN 326-1	Wood-based panels - Sampling, cutting and inspection - Part 1: Sampling and cutting of test pieces and expression of test results
EN 326-2	Wood-based panels - Sampling, cutting and inspection - Part 2: Quality control in the factory
EN 326-3	Wood-based panels - Sampling, cutting and inspection - Part 3: Inspection of a consignment of panels
EN 635-1	Plywood - Classification by surface appearance - Part 1: General
EN 635-2	Plywood - Classification by surface appearance - Part 2: Hardwood
EN 635-3	Plywood - Classification by surface appearance - Part 3: Softwood
ENV 635-4	Plywood - Classification by surface appearance - Part 4: Parameters of ability for finishing
EN 635-5	Plywood - Classification by surface appearance - Part 5: Methods for measuring and expressing characteristics and defects
EN 636-1	Plywood - Specifications - Part 1: Requirements for plywood for use in dry conditions
EN 636-2	Plywood - Specifications - Part 2: Requirements for plywood for use in humid conditions
EN 636-3	Plywood - Specifications - Part 3: Requirements for plywood for use in exterior conditions
ENV 717-1	Wood-based panels - Determination of formaldehyde release - Part 1: Formaldehyde emission by the chamber method
EN 717-2	Wood-based panels - Determination of formaldehyde emission - Part 2: Formaldehyde release by the gas analysis method
EN 717-3	Wood-based panels - Determination of formaldehyde emission - Part 3: Formaldehyde release by the flask method
EN 789	Timber structures - Test methods - Determination of mechanical properties of wood based panels
EN 1058	Wood-based panels - Determination of characteristic values of mechanical properties and density
EN 1072	Plywood - Description of bending properties for structural plywood
EN 1084	Plywood - Formaldehyde release classes determined by the gas analysis method
ENV 1099	Plywood - Biological durability - Guidance for the assessment of plywood for use in different hazard classes
ENV 1995-1-1	Eurocode 5 - Design of timber structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings
EN 13986	Wood-based panels for use in construction - Characteristics, evaluation of conformity and marking
SFS 2413	Koivuviilun ulkonäköön perustuvat laatuvaatimukset