

4. Materijali i proizvodi na osnovi drva

4.1 Podjela prema ishodišnom obliku

Lijepljeno lamelirano drvo također se može ubrojiti u građevni materijal na osnovi drva jer je prvi korak u proizvodnji LLD-a upravo rezanje drva kao ishodišnog materijala. Proizvod piljenja su daske (lamele) koje se uslojavaju lijepljenjem pod pritiskom. Krajnji proizvod, lijepljeni lamelirani element je novi oblik, ali zadržanog početnog smjera vlaknaca osnovnog materijala. Tablica 4.1 sadržava opis i kratak pregled ishodišnih drvenih oblika na kojima su zasnovani materijali na osnovi drva, proizvedeni različitim postupcima rezanja i usitnjavanja drvenih trupaca.

Tablica 4.1 Pregled vrsta ishodišnih drvenih oblika za proizvodnju materijala i proizvoda na osnovu drva

Oblici rezanja i usitnjavanja trupaca	Kratki opis	Materijal	Europska norma – svojstva materijala
Daske (lamele)	Lijepljenje ukriž (međusobno okomiti slojevi) – pokrovni sloj može biti i materijal na osnovi drva.	Višeslojna križno lamelirana ploča	EN 16351: Timber structures-Cross Laminated Timber-Requirements
Furnir	Lijepljeni furniri – svi slojevi usmjereni su dužno (paralelno s vlakancima) ili je do 20% slojeva usmjereno okomito na vlakanca.	Lamelirano furnirsko drvo (LVL – Laminated Veener Lumber)	EN 14279, EN 14374
	Križno lijepljeni furniri (međusobno okomiti slojevi, pokrovni furniri usmjereni su dužno, u smjeru ploče).	Križno lijepljena furnirska ploča (Plywood)	EN 636, EN 622-2, EN 622-3, EN 622-4, EN 622-5
“Rezanci” od furnira	Kompozit “rezanaca” furnira i ljepila (dužno usmjereni vrlo dugi i vrlo tanki “rezanci” furnira) – gredni elementi.	Paralelno lijepljeni “rezanci” furnira (PSL – Parallel Strand Lumber)	
“Rezanci” od drva	Kompozit “rezanaca” drva i ljepila (dužno usmjereni dugi i nešto deblji “rezanci” drva) – pločasti i gredni elementi.	Paralelno lijepljeni “rezanci” drva (LSL – Laminated Strand Lumber)	
“Rezanci” (strands)	Kratki usmjereni “rezanci” drva (krupno iverje i strugotine čija je duljina dvostruko veća od širine) lijepljeni pod pritiskom i toplinom, u srednjem sloju ploče usmjereni su okomito, a u vanjskim slojevima dužno.	Ploče s usmjerenim iverjem (OSB – Oriented Strand Board)	EN 300
Iver	Iverje nasumično raspoređeno u sloju, pod pritiskom i toplinom povezano sintetičkim ljepilom (vezivo nekih ploča jest cement).	Ploče iverice (Particleboard)	EN 312-4, EN 312-5, EN 312-6, EN 312-7 EN 634 (za ploče s cementnim vezivom)
Vlakna	Vlakna povezana adhezivom pod pritiskom i toplinom – ploče različite tvrdoće, postupaka proizvodnje i obrade površine.	Ploče vlaknatice (Fibreboard – HB, MBH, MDF)	EN 622-2, EN 622-3, EN 622-4, EN 622-5

Tehnologija proizvodnje različitih materijala na osnovi drva može bitno izmijeniti i poboljšati svojstva drva kao početnog (ishodišnog) materijala. Pojava drvenih pločastih elemenata i ploča na osnovi drva omogućila je prijelaz s drvenih građevinskih elemenata uobičajeno duguljastog štapnog oblika (grede) na konstrukcijske elemente ravnih površina. Za razliku od prednorme (ENV 1995) koja je u kategorizaciju materijala na osnovi drva uključivala samo prEN* za ploče iverice, vlaknatice i križno uslojene furnirske ploče, norma EN 1995 dopunjena je i EN* normama za OSB ploče i LVL (Tablica 4.1). Izgledno je da će se novija izdanja europske norme EN 1995 pozivati i na buduće EN* norme čiji će sadržaj biti elastomehanička svojstva i gustoće i ostalih materijala na osnovi drva navedenih u tablici, te s njima činiti cjelovit sustav za proračun konstrukcija. Trenutačno je za eksperimentalno dobivene podatke o elastomehaničkim svojstvima brojnih novih materijala na osnovi drva odgovoran isključivo proizvođač u čiju su proizvodnu paletu uključeni. Ispitivanja svojstava takvih materijala proizvođač je dužan provesti prema normama koje reguliraju proceduru ispitivanja, određivanja karakterističnih vrijednosti svojstava, te zahtjeve proizvodnje i primjene.

Norma EN 789:2004 propisuje zahtjeve na metode ispitivanja i određivanje mehaničkih svojstava ploča na osnovi drva, a norma EN 1058:1995 postupke određivanja karakteristične gustoće. Norma EN 13986 (HRN 13896:2002) propisuje zahtjeve na svojstva, primjenjivost i označavanje ploča na osnovi drva koje se koriste u graditeljstvu.

4.2 Vrste i svojstva materijala i proizvoda na osnovi drva

4.2.6 Višeslojne drvene ploče

Ploče od masivnog drva moraju udovoljavati zahtjevima norme HRN EN 13353:2008.



Slika 4.1 Višeslojne križno lamelirane drvene ploče – troslojne i petoslojne ploče od punog drva

U nastavku su dana osnovna svojstva nekih od prepoznatljivih i na tržištu dostupnih proizvoda iz ove grupe.

K1 – Multiplan	Troslojne i petoslojne ploče od punog (masivnog) drva.
Konstrukcija:	Tri (3) ili pet (5) križno uslojenih lijepljenih dasaka (obično jelovina ili ariš).
Vlastita težina:	4,65 kN/m ³
Debljina ploče:	Od 20 mm do 40 mm
Standardna veličina ploča:	2,0 m x 5,0 m



Slika 4.2 Višeslojne križno lamelirane K1-Multiplan drvene ploče – izgled i primjena

MERK ploče

Križno uslojene daske od punog drva.

Konstrukcija:

Najmanje pet (5) križno uslojenih dasaka od smreke ili bora. Vanjski slojevi su od furnira, gips-kartonskih ploča ili ploča iverice povezanih cementom.

Vlastita težina:

5,0 kN/m³ (za ploče u kojima su svi slojevi od punog drva)

Debljina ploče:

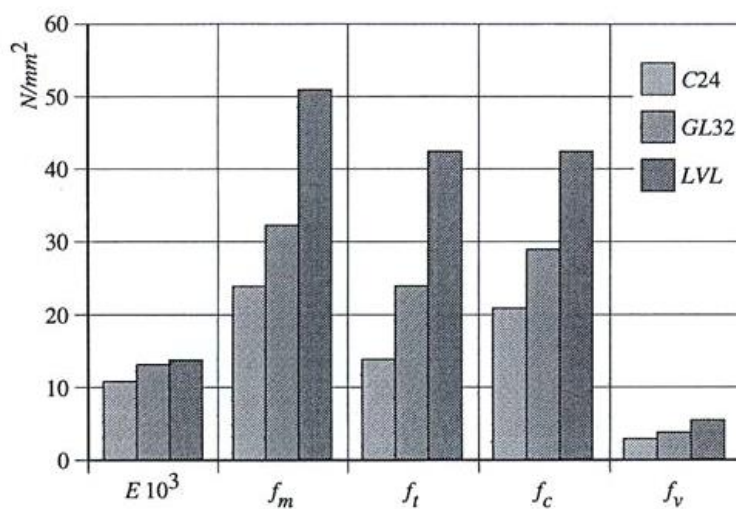
Od 60 mm do 300 mm

Standardna veličina ploča:

3,0 m x 10,0 m

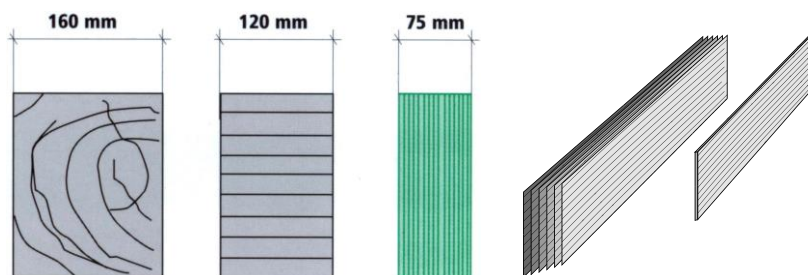
5.2.6 Lamelirano furnirsko drvo (LVL)

Materijal na osnovi drva čije su čvrstoće savijanja, vlaka i tlaka osjetno više u odnosu na lijepljeno lamelirano drvo. Posmična čvrstoća i moduli krutosti također su viših vrijednosti, ali su te razlike manje izrazite.



Slika 4.3 Usporedba elastomehaničkih svojstava punog drva prosječne nosivosti (C24), lijepljenog lameliranog drva posebnog razreda čvrstoće (GL32) i LVL-a [8]

Dimenzije proizvoda i nosiva svojstva omogućavaju jednako djelotvornu primjenu LVL-a za pločaste i gredne elemente. Proizvodi se u nekim europskim državama (Skandinavija, npr.) i SAD-u.



Slika 4.4 Prikaz usmjerenja furnira i usporedba dimenzija poprečnog presjeka elemenata jednake nosivosti od punog drva (C24), lijepljenog lameliranog drva posebne čvrstoće (GL32) i LVL-a

LVL KERTO – S

Europski proizvod.

Konstrukcija: Elementi od lijepljenih lameliranih furnira debljine 3,2 mm (europska smreka ili bor), smjer svih vlaknaca (furnira) paralelan je s dužom stranom ploče.
Vlastita težina: 4,5 – 5,5 kN/m³
Debljina ploče: 27, 33, 39, 45, 51, 57, 63, 75 mm
Standardna veličina: Od 1,8 m do 23,0 m



Slika 4.5 Izgled i primjeri primjene LVL-a – proizvod KERTO-S

LVL MICROLLAM

Prekomorski proizvod (SAD).

Konstrukcija: Elementi od lijepljenih lameliranih furnira debljine od 2,5 mm do 4,2 mm (Southern Pine – borovina), smjer svih vlaknaca (furnira) paralelan je s dužom stranom ploče.
Vlastita težina: 6,7 kN/m³
Debljina ploče: Od 44 mm do 89 mm
Standardna veličina: Od 0,61 m do 18,0 m



Slika 4.6 Izgled i primjeri primjene LVL-a – proizvod MICROLLAM

LVL KERTO – Q

Europski proizvod.

Konstrukcija:

Elementi od lijepljenih lameliranih furnira debljine 3,2 mm (europska smreka ili bor), prevladavaju furniri paralelni s dužom stranom ploče, ali je 20% furnira usmjereno okomito na smjer ploče.

Vlastita težina:

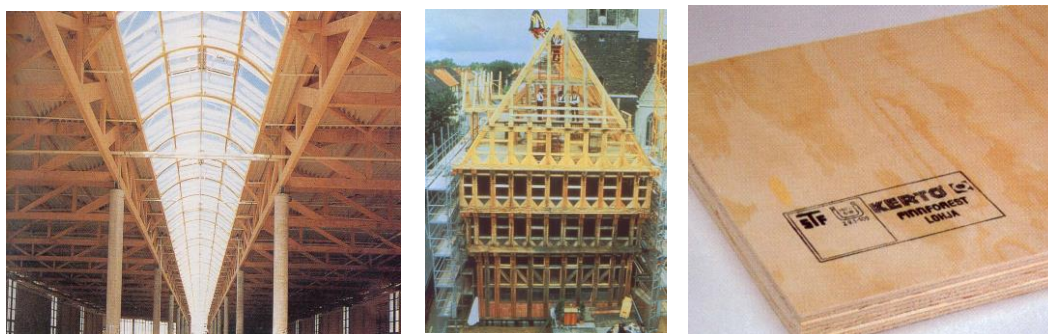
4,5 – 5,5 kN/m³

Debljina ploče:

27, 33, 39, 45, 51, 57, 63, 75 mm

Standardna veličina:

Od 1,8 m do 23,0 m



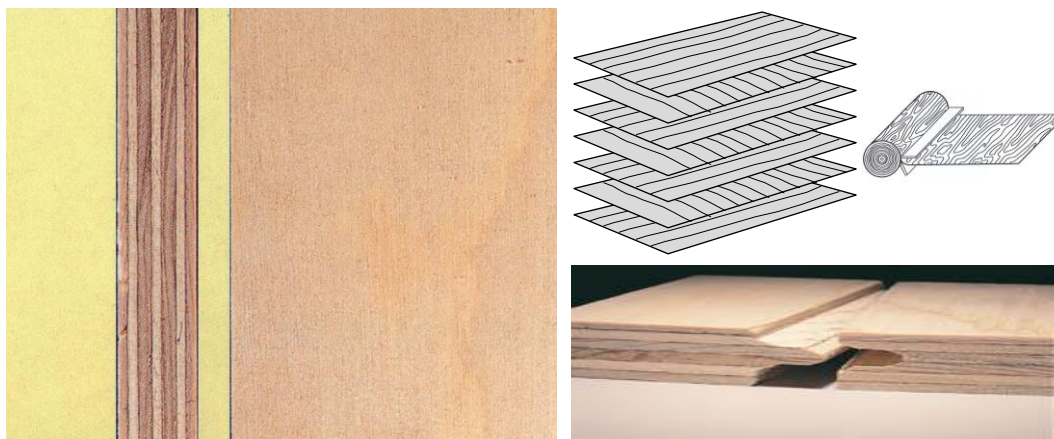
Slika 4.7 Izgled i primjeri primjene LVL-a – proizvod KERTO-Q

Zbog vrlo povoljnog odnosa čvrstoće i vlastite težine, te stalnosti dimenzija, LVL je iznimno primjenjiv u konstrukcijama kupola i drugih prostornih koncepata. Pločasti elementi izuzetno su primjenjivi u proizvodnji i rekonstrukciji drvenih kuća i stambenih objekata gdje su posebno djelotvorni u konstrukcijama posmičnih zidova (seizmička otpornost). Koriste se i za oplata, te tipske konstrukcije kolničkih ploča drvenih cestovnih mostova.

Elementi od lameliranog furnirskog drva trebaju zadovoljiti zahtjeve europske norme EN 14374. Paneli od lameliranog furnirskog drva trebaju zadovoljiti zahtjeve europske norme EN 14279 (definicija, razredba, specifikacija). Obje norme usvojene su kao HRN EN norme. Dugi zupčasti spoj treba zadovoljiti zahtjeve norme EN 387 prema kojoj se ne smije primjenjivati za elemente razvrstane u razred uporabe 3 i onda kad se u spoju mijenja smjer furnira.

6.2.6 Furnirske ploče (Plywood)

Križno uslojene furnirske ploče moraju udovoljavati zahtjevima normi HR EN 13986:2002 i HR EN 636. Proizvode se kao troslojne, petoslojne i sedmoslojne (furniri se lijepe pod pritiskom). S obzirom na uvjet stalnosti dimenzija, u projektu se mora specificirati postotak smanjenja i povećanja volumena ploče u odnosu na 1% promjene vlažnosti.



Slika 4.8 Križno uslojene furnirske ploče – izgled ploče, usmjerenje furnira (pokrovni i srednjih slojevi) i rotacijsko ljuštenje furnira

Konstrukcija: Furnirske ploče simetrične u odnosu na srednju ravninu. Slojevi furnira debljine su 3 – 4 mm, smjer vlaknaca susjednih slojeva međusobno je okomit.

Vlastita težina: 4,5 – 8,0 kN/m³

Promjena volumena ploče: $\beta = 0,02\% / 1\% \Delta\omega$

Tablica 4.2 Proizvodne mjere furnirskih ploča

Debljina	t	mm	4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 20, 22, 25, 30, 35, 40, 50									
Širina	B		1220	1255	1500	1530	1700	1830	2050	2440	2500	3050
Duljina	L	1220	1255	1500	1530	1830	2050	2200	2440	2500	3050	

Furnirske ploče koriste se u konstrukcijama panela (dekorativni i stabilizacijski), "nosivih platna" i dijafragmi (stropovi, zidovi), pojaseva i hrptova složenih presjeka (I – grede, sandučaste grede) te kao materijal za oplata. Rotacijsko ljuštenje i križno uslojavanje furnira osigurava stabilnost dimenzija ovih ploča pa su one, u usporedbi s nekim drugim pločama na osnovi drva, manje osjetljive na vitoperenje, krivljenje i promjene volumena. Radijalne promjene volumene izazvane promjenom vlažnosti odgovaraju vrijednostima za puno drvo.

Trajnost furnirskih ploča i svih sličnih proizvoda na osnovi drva manje je osjetljiva na botaničku vrstu drva od kojeg su pripravljene nego li je to slučaj s punim drvom. Dodatni činitelji trajnosti jesu debljina furnirskih listova, uslojenost i razmještaj furnira (kombiniranje drvenih različitih materijala), te svojstva i kvaliteta veziva

Trajnost se može poboljšati selekcijom botaničkih vrsta (EN 350-2) ishodišnog drva furnira (botanička vrsta), uslojavanjem i kemijskim sredstvima (EN 335-3).

7.2.6 Elementi od lijepljenih "rezanaca" furnira (PSL)

8.2.6

Parallam (PSL)

Konstrukcija:	Elementi od "rezanaca" furnira koji se lijepe fenolnom smolom. "Rezanci" su širine 16 mm i debljine 3 m, a dužina im varira od 0,45 m do 2,6 m. Furniri su od vrsta drva Douglas Fir (jela) i Southern Yellow Pine (bor).
Vlastita težina:	7,2 kN/m ³
Dimenzije presjeka greda:	280 mm x 356 mm
Duljine greda:	Do 20 m.



Slika 4.9 Primjer Parallam elementa i izvedbe spoja

9.2.6 Ploče od lijepljenih "rezanaca" drva (LSL)

Intrallam (LSL)

Konstrukcija:	"Rezanci" od jasike: 0,9 mm x 25 mm (do 40 mm) i dužine oko 300 mm. Lijepe se poliuretanskim ljepilom i usmjereni su paralelno s dužim smjerom ploče.
Vlastita težina:	6,4 kN/m ³
Debljina ploče:	Od 30 mm do 140 mm.
Standardna veličina:	Od 2,44 m do 10,7 m



Slika 4.10 Primjena Intrallama i prikaz ishodišnih materijala i završnog LSL proizvoda

10.2.6 Ploče s usmjerenim iverjem (OSB)

Proizvodnja im je započela u Njemačkoj, ali su postale iznimno važan i sjevernoamerički proizvod gdje su ubrzo istisnule iz uporabe furnirske ploče niže kvalitete. Ove proizvode karakterizira vrlo prepoznatljiv izgled, krupne trake iverje ("strugotine – rezanci") dimenzija cca 75 mm – 80 mm x 0,4 – 0,6 mm rezultat su tangencijalnog rezanja drva, a u ploči se raspoređuju ciljano i mijenjaju smjer u susjednim slojevima ploče. Vrste smola koje se koriste za ove ploče slične su ili jednake onima koje se koriste za ploče iverice (prevladava PF – fenolformaldehidno ljepilo), a težinski udio ljepila iznosi cca 2% – 4%. Ploče se proizvode u debljinama od 5 mm do 25 mm, a gustoće su u granicama 550 – 750 kg/m³.



Slika 4.11 Konstrukcija OSB ploča

Na tržištu je prisutan niz proizvoda ove grupacije, a za neke od njih navedena su i konstrukcijska svojstva.

Agepan Triply (OSB)

Konstrukcija:	Lijepljena vlakna iz borovine debljine su 0,6 mm i dužine 80 mm. Troslojna konstrukcija ima usmjerena vlakna (smjer vlakana je promjenjiv); u vanjskim slojevima vlakna okrenuta dužno, a u srednjem sloju poprečno u odnosu na smjer ploče.
Vlastita težina:	7,2 kN/m ³
Debljina ploča:	Od 8 mm do 22 mm.
Standardna veličina:	1,25 m x 2,5 m i 1,25 x 5,0 m

Nordboard (OSB)

Konstrukcija:	Lijepljena vlakna ("rezanci") debljine 0,6 mm i dužine 75 mm od škotskog bora. Troslojna konstrukcija s naglašenim smjerom vlakana koja su u vanjskim slojevima okrenuta dužno, a u srednjem sloju poprečno.
Vlastita težina:	7,2 kN/m ³
Debljina ploča:	Od 8 mm do 22 mm.
Standardna veličina:	1,25 m x 2,5 m 1,25 x 5,0 m 1,22 m x 2,44 m



Slika 4.12 Primjena i konstrukcija OSB ploča

11.2.6 Ploče iverice

Velikoplošne ploče od prešane drvene iverice i ljepila koje se uglavnom koriste za oblaganje i unutrašnje elemente. Prema rasporedu iverja i načinu proizvodnje, mogu biti ravno prešane ploče i ekstrudirane ploče. Debljina proizvoda ove grupe može varirati od 3 mm do 50 mm, konstrukcija im može biti jednoslojna ili višeslojna pri čemu gustoća varira ovisno o uslojenosti ploče (od 3 do 5 slojeva).

Jedan od najvećih nedostataka ploča iverica jest nemogućnost čavljanja i učvršćivanja vijcima, ali i podložnost nestabilnosti dimenzija. U unutrašnjim prostorima mogu prouzročiti problem formaldehida, pa čak i onda kada se radi o dopuštenim E1-pločama.

Ploče iverice moraju ispunjavati zahtjeve definirane normama HR EN 312-1:2000 do HR EN 312-7:2000.

Ploče iverice (Particleboard)

Konstrukcija:	Prešane ravne ploče troslojne izvedbe. Srednji sloj ima manju gustoću, a vanjski slojevi su gušći. Iverica je nabacana na preši paralelno s ravninom ploče, no unutar sloja raspoređena je slučajno pa su svojstva ploče neovisna o smjeru sloja.
Vlastita težina:	5,0 – 7,0 kN/m ³
Debljina ploča:	6, 8, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 60, 70 mm
Standardna veličina:	2,6 m ≤ x ≤ 20 m ovisno o formatu preše

Vrijednost smanjenja i povećanja volumena ploče / postotak promjene
vlažnosti: $\beta = 0,02\% / 1\% \Delta\omega$



Slika 4.13 Konstrukcija ploča iverica

12.2.6 Ploče vlaknatice

Konzistencija ploča vlaknatice postiže se "filcanjem" vlaknastih drvenih sirovina (sirovina koje sadrže bio-celulozu) i dodatnih vezivnih materijala.

Svojstva vlaknastih ploča mogu se mijenjati tlačnim prešanjem, temperaturom ili dodavanjem aditiva, te obradom površine. Prema tvrdoći (čvrstoći), ploče vlaknatice dijele se na meke (porozne), srednje tvrde i tvrde vlaknaste ploče.

Ploče vlaknatice moraju zadovoljiti zahtjeve propisane normama od HRN EN 622-2:2000 do HRN EN 622-5:2000. Niz tih normi odnosi se na sljedeće ploče vlaknatice:

Tvrde ploče vlaknatice (Fibreboards, hard – HB)

Gustoća:	800 kg/m ³ – 950 kg/m ³
Debljina ploča:	5 mm – 16 mm
Standardna veličina: (HB – EN 622-2)	do 2100 mm ≤ x ≤ 5500 mm



Srednjetrovrde ploče vlaknatice (Fibreboards, medium hard – MBH, Fibreboard, medium density – MDF)

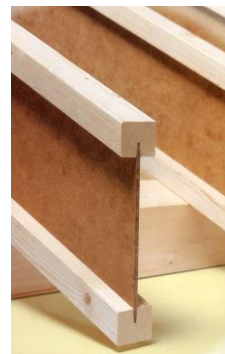
Gustoća:	330 kg/m ³ – 650 kg/m ³
Debljina ploča:	12 mm – 40 mm
Standardna veličina: (MBH – EN 622-3; MDF – EN 622-5)	1250 mm x 2500 mm



Gustoća:	> 650 kg/m ³
Debljina ploča:	6 mm – 25 mm
Standardna veličina:	1250 mm x 2500 mm

Suglasno normama u kojima se definiraju zahtjevi na tvrde (HB) i srednjetrovrde ploče vlaknatice (MBH i suho procesirane ploče srednje gustoće, MDF), one se smiju koristiti samo pri projektiranju i izvedbi drvenih kuća gdje se primjenjuju kao ukružujuć elementi ili dijelovi predgotovljenih sastavljenih nosivih elemenata.

Srednjetrovrde ploče vlaknatice smiju se koristiti u razredu uporabe 2 samo za kratkotrajna djelovanja. Tvrde ploče vlaknatice smiju se koristiti u razredu uporabe 2 za djelovanja svih razdoblja trajanja. U razredu uporabe 3 ne dopušta se primjena ploča vlaknatice, bez obzira na svojstva ploča (tvrdoću).



Slika 4.15 Predgotovljeni I-nosači s rebrom od ploča vlaknatice

**Meke (porozne) ploče vlaknatice
(Fibreboards, soft – SB)**

Gustoća:	150 kg/m ³ – 450 kg/m ³
Debljina ploča:	6 mm – 10 mm
Standardna veličina:	400 – 1250 mm x 1200 – 2500 mm

(SB – EN 622-4)



Porozne, izolacijske ploče od drvenih vlakana (ili samo vlaknaste izolacijske ploče) imaju vrlo malu tvrdoću, a proizvode se od drvenih vlakana, blagim prešanjem s dodatkom ljepila ili bez njega. Zbog niskih svojstava (čvrstoće), mogu se koristiti samo kao izolacijske ploče ugrađene u elemente unutrašnjih prostora (zidne i stropne obloge). Kao ukrućujući elementi smiju se koristiti samo iznimno i jedino onda kad su prethodno provedena posebna dokazna ispitivanja.

4.	Materijali i proizvodi na osnovi drva.....	79
4.1	Podjela prema ishodišnom obliku	79
4.2.	Vrste i svojstva materijala i proizvoda na osnovi drva	80
4.2.1	Višeslojne drvene ploče	80
4.2.2	Lamelirano furnirsko drvo (LVL)	81
4.2.3	Furnirske ploče (Plywood)	84
4.2.4	Elementi od lijepljenih "reznaca" furnira (PSL)	85
4.2.5	Ploče od lijepljenih "reznaca" drva (LSL)	85
4.2.6	Ploče s usmjerenim iverjem (OSB).....	86
4.2.7	Ploče iverice	87
4.2.8	Ploče vlaknatice.....	88

Literatura:

- [1] [HR EN 1995-1-1:2004](#)
- [2] [HRN EN 1995-1-1:2008/NA:2009](#)
- [3] [EN 1990:2002](#)
- [4] [EN 1991](#)
- [5] [EN 1995-1-1:1993](#)
- [6] [DIN 1052:1995](#)
- [7] [Tehnički propisi za građevinske konstrukcije](#)
- [8] [Holzbau Atlas](#)

Engleska terminologija za stranu literaturu:

Hardboard	A panel product made from lignocellulosic fibres combined with an adhesive and bonded under heat and pressure. It is denser than MDF or particleboard.
Kiln dried	Timber which has been dried in a kiln under controlled temperature and humidity. Structural graded timber is usually dried to a moisture content of 18% to 20% before grading and is stamped 'KD'.

Laminated strand lumber (LSL)	An alternative to large-section solid timber, LSL consists of strands of aspen up to 300mm long and up to 30mm wide. These are coated with a polyurethane adhesive, orientated parallel to the finished length, then bonded under heat and pressure to form a material superior in strength and stiffness to the wood from which it was made.
Laminated veneer lumber (LVL)	An alternative to large-section solid timber, LVL consists of veneers of timber around 3mm thick glued together with a structural adhesive under pressure to form a material superior in strength and stiffness to the wood from which it was made.
Medium density fibreboard (MDF)	This is a panel product made from wood or other lignocellulosic fibres combined with an adhesive and bonded under heat and pressure. It is not commonly used as a structural material in the UK.
Oriented strand board (OSB)	This is a panel product made from flakes or large chips of wood at least twice as long as they are wide, bonded together with an adhesive under heat and pressure in layers. The directions of the fibres within each layer are generally in the same direction, but in some cases the direction alternates between layers. Its most common structural use is in timber frame walls and prefabricated I-joists.
Parallel strand lumber (PSL)	An alternative to large-section solid timber, PSL consists of strands of timber 2mm to 3mm thick and up to 2400mm long cut from peeled log veneers. They are orientated parallel to the finished length, then glued together with a structural adhesive under pressure to form a material superior in strength and stiffness to the wood from which it was made.
Particleboard	A panel product made from small wood particles and a synthetic resin bonded under heat and pressure. Boards are available in thicknesses from 3 to 50mm. They may be of uniform construction through their thickness, of graded density or of a distinct 3- or 5-layer construction. Commonly called 'chipboard', its most common structural use is in flooring.
Plywood	A panel product made by gluing together veneers of timber, usually with alternating fibre directions.