

Pavel_KRÁL¹, Zdeňka_HAVÍŘOVÁ², Miloš LAVICKÝ³

VÍCEVRSTVÉ MASIVNÍ DESKY SWP PRO DŘEVOSTAVBY

Abstrakt

Vícevrstvé masivní desky (SWP – solid Wood panels) jsou rozšířeným konstrukčním materiálem používaným jednak v interiéru, ale i na výrobky určené do vnějšího prostředí. V návaznosti na publikované skutečnosti jsme provedli porovnání vybraných rozhodujících vlastností materiálů některých evropských výrobců. Předmětem analýzy bylo především porovnat mechanickou pevnost v ohybu kolmo na rovinu desky jednotlivých typů SWP, charakterizovat parametry ovlivňující tyto hodnoty a posoudit, jak je možné dosáhnout vlastností lepších. Cílem pak je specifikovat možnosti použití těchto materiálů na výrobu nábytku, stavebně truhlářských výrobků a v dřevostavbách. Při laboratorních zkouškách byly hodnoceny vícevrstvé masivní desky čtyř evropských a jednoho českého výrobce. Mechanické vlastnosti byly porovnány rovněž s jinými moderními konstrukčními velkoplošnými materiály na bázi dřeva – OSB deskami, dřevotřískovými deskami a LVL v provedení Kerto Q a Kerto S.

Klíčová slova

materiál na bázi dřeva, dřevěné konstrukce, masivní dřevo, vícevrstvé panely

1 ÚVOD

Velkoplošné materiály z masivního dřeva – SWP jsou vhodným stavebním materiálem s minimální energetickou náročností výroby, velmi nízkým podílem lepidla a relativně vysokými hodnotami mechanických vlastností při zachování vzhledu a charakteru rostlého dřeva. Především ve Švýcarsku, Rakousku a Německu představují významný konstrukční plošný materiál používaný ve stavebnictví, ať už v rámových stavbách, masivních dřevěných stavbách, tak i v kombinaci s jinými materiály.

2 METODIKA

V analytické části byla zjišťována jednak pevnost v ohybu a modul pružnosti v ohybu kolmo na rovinu desky rovnoběžně s vlákny vnější vrstvy a také pevnost v ohybu včetně modulu pružnosti v ohybu kolmo na rovinu desky ve směru kolmém na průběh dřevních vláken vnější vrstvy. Ke zkoušení bylo použito metodik stanovených ČSN EN 789 a výsledky jsou vyjádřeny dle ČSN EN 1058. Odběr vzorků a vyhodnocení výsledků probíhalo

¹ doc. Dr. Ing. Pavel Král, Ústav nauky o dřevě, LDF MENDELU, Zemědělská 1, 613 00 Brno, tel.: (+420) 545 134 160, e-mail: kral@mendelu.cz

² doc. Dr. Ing. Zdeňka Havířová, Ústav základního zpracování dřeva, LDF MENDELU, Zemědělská 1, 613 00 Brno, tel.: (+420) 545 134 086, e-mail: havirova@mendelu.cz

³ Ing. Miloš Lavický, Ph.D., Ústav základního zpracování dřeva, LDF MENDELU, Zemědělská 1, 613 00 Brno, tel.: (+420) 545 134 086, e-mail: milos.lavicky@mendelu.cz

dle ČSN EN 326-1 a ČSN EN 326-2. Pro stanovení charakteristických hodnot bylo třeba dle ČSN EN 13986 vyzkoušet stanovený počet desek u každé zkoušené vlastnosti. Jednalo se o čtyřbodový ohyb, kdy je vzorek uložen na dvou podpěrách a břemeno působí uprostřed spojitě ve dvou místech.

Výsledky zkoušek byly zaznamenány v databázi zkušebního zařízení a zahrnovaly kromě popisu zkoušky a označení zkušebních vzorků také data výroby desek a konání zkoušky. Zaznamenány byly také další nezbytné údaje, jako jsou druh dřeviny desky, kvalita desky, druh lepidla, použité tvrdidlo, vlhkost vzorku, rozměry zkoušených vzorků, nastavení podpěr, maximální síla, hodnoty potřebné pro výpočet modulu pružnosti (velikost průhybu) a výsledné hodnoty modulu pružnosti, pevnosti v ohybu. Z těchto údajů byly sestaveny souhrnné tabulky udávající: Zkušební metodu, způsob namáhání, zkušební desku a zkušební vzorek, tloušťku a konstrukci desky, pevnost v ohybu a modul pružnosti u jednotlivého vzorku, deskový průměr pevnosti v ohybu a modulu pružnosti, průměr výběru, směrodatnou odchylku, dolní 5% kvantil a minimální požadovanou hodnotu podle ČSN EN 13353 Desky z rostlého dřeva (SWP) – Požadavky; prosinec 2003.

3 SROVNÁNÍ

Pro srovnání uvedených vlastností byly převzaty některé odpovídající dostupné hodnoty evropských zkušebních institucí a některé hodnoty byly získány vlastním měřením v laboratoři. Ke srovnání mechanických vlastností bylo možné přistoupit díky sjednocené deklaraci charakteristických hodnot materiálů a sjednocené metodice zkušebních postupů definovanými v harmonizovaných evropských normách:

ČSN EN 1995-1-1 (Eurocode 5) Navrhování dřevěných konstrukcí vychází při výpočtech z charakteristických pevnostních hodnot materiálu.

Deklarace charakteristických hodnot materiálu probíhá na základě ČSN EN 1058 Desky na bázi dřeva – Určování charakteristických hodnot mechanických vlastností a hustoty; říjen 1996 z výsledků zkoušek dle ČSN EN 789 Dřevěné konstrukce – Zkušební metody – Zjišťování mechanických vlastností desek na bázi dřeva; březen 1997 a podle požadavků pro desky na bázi dřeva ČSN EN 13986 Desky na bázi dřeva pro použití ve stavebnictví – Charakteristiky, hodnocení shody a označení; květen 2003. Těmito skutečnostmi je zajištěno, že srovnávané hodnoty jsou porovnatelné bez nebezpečí použití různých metod zkoušení a deklarácí.

3.1 Hodnocené materiály

Pro srovnání byla vybrána **OSB deska**, velkoplošný materiál vyráběný z dlouhých, štíhlých a tenkých třísek. Třísky ve vnějších vrstvách jsou orientovány zpravidla rovnoběžně s délkou desky a třísky ve vrstvě středové buď náhodně, nebo kolmo na vrstvy vnější. Vliv orientace třísek na pevnostní vlastnost desek, zejména na pevnost v ohybu a modul pružnosti v ohybu, se významně projevuje s růstem štíhlostního stupně, tj. s růstem rozměru třísek. Jako pojivo se používá močovinomelaminformaldehydové lepidlo, případně jiné druhy syntetických pryskyřic. Vzhledem k anizotropnímu charakteru vlastností OSB, nejsou tyto srovnatelné např. s MDF deskami, pouze s překližkami nebo vrstvenými překližovanými materiály. OSB je standardizovaný produkt vyráběný dle harmonizované normy ČSN EN 300, která rozlišuje 4 typy OSB desek, jež jsou určeny pro konkrétní oblasti použití v praxi. OSB desky jsou vyráběny pro použití v suchém nebo vlhkém prostředí s označením OSB/1, OSB/2, OSB/3 a OSB/4. Byl vybrán typ OSB/3 desky, jež je určena pro nosné účely ve vlhkém prostředí.

Kromě nejrozšířenějších dřevotřískových desek (označovaných v evropských normách „P“ – particleboards) byl použit materiál na bázi dřeva **LVL**. LVL je vrstvený materiál, jehož plný název zní Laminated Veneer Lumber – řezivo vyrobené z dýh. LVL se vyrábí z loupaných dýh měkkých dřevin a desky mají tloušťku 19 až 90 mm. Šířka desek je

100 až 1 200 mm, délka 2,5 až 22 m (v závislosti na přepravním prostředku). LVL se vyrábí ve dvou provedeních KERTO S a KERTO Q. LVL KERTO S – všechny dýhy mají souběžný směr dřevních vláken. KERTO S - vykazuje vysoké hodnoty pevnosti v podélném směru. Vyrábí se jako deska, která je následně formátována na pásy – hranoly. K nesporným přednostem patří zejména možnost běžného tesařského opracování, díky nízké hustotě (cca. 500 kg.m⁻³) se snadno transportuje a manipuluje při vlastní montáži, materiál není náchylný k tvorbě trhlin a borcení. LVL KERTO Q – má zpravidla každou šestou dýhu uloženou tak, že směr dřevních vláken je kolmý k delší straně desky. KERTO Q – je materiál ze dřeva s velkými rozměry a vysokou pevností, což umožňuje zajímavá řešení pro střešní a krycí desky, např. tenké střešní přesahy, tenké záklopy a střešní desky pro větší rozpětí, je možné vytvořit žebrované desky nebo desky s komůrkovým systémem.

Výchozí hodnoty jsou pro srovnání k dispozici v technických podkladech jednotlivých výrobců. Pro srovnání byl vybrán výrobek významného výrobce v dané třídě s předpokladem, že hodnoty stejných typů desek od různých výrobců se budou lišit s ohledem na toto srovnání pouze nevýznamně. Jsou srovnávány výrobky ve stejné provozní třídě dle ČSN EN 13986, kde je definována vlhkost materiálu pro danou provozní třídu. Vlhkost materiálu tedy nemůže zkreslit porovnávání. Jedná se o provozní třídu desek pro nosné účely s určením do vlhkého prostředí (provozní třída 2) a to: SWP/2, OSB/4, DTD s označením P5 a LVL/2.

3.2 Sledované vlastnosti

Hodnoceny byly následující vlastnosti:

- Pevnost v ohybu kolmo na rovinu desky rovnoběžně k průběhu vláken $f_{m,k||}$
- Modul pružnosti v ohybu kolmo na rovinu desky rovnoběžně k průběhu vláken $E_{m\ mean||}$
- Pevnost v ohybu kolmo na rovinu desky kolmo k průběhu vláken $f_{m,k,90}$
- Modul pružnosti v ohybu kolmo na rovinu desky kolmo k průběhu vláken $E_{m\ mean, 90}$

Pro srovnání byly rovněž použity charakteristické hodnoty z Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, vydaným DIBt v Berlíně a charakteristické hodnoty deklarované na základě ČSN EN 1058. Metody zkoušení jsou tedy pro všechny firmy jednotné. Zkoušky byly provedeny u vícevrstevných masivních desek tloušťky 36 mm (skladba 9mm-6mm-6mm-6mm-9mm), 45 mm (skladba 9-9-9-9-9) a 60 mm (9-9-24-9-9) – viz. Tab. 1.

Tab. 1: Mechanické vlastnosti vícevrstevných desek

Parametr / tloušťka	36 mm (9-6-6-6-9)	45 mm (9-9-9-9-9)	60 mm (9-9-24-9-9)
$f_{m,k }$ (N/mm ²)	48,7	48	35
$E_{m\ mean }$ (N/mm ²)	11500	10300	10400
$f_{m,k,90}$ (N/mm ²)	3,3	3,3	6
$E_{m\ mean, 90}$ (N/mm ²)	350	320	1000

Z tab. 1 jsou zřejmé vysoké hodnoty pevnosti a pružnosti rovnoběžně s průběhem vláken vnějších vrstev.

3.3 Vybrané firmy

SWP vyrábí v Evropě v současné době dle dostupných informací 16 výrobců. Formáty a tloušťky desek jsou ustáleny na standardních hodnotách. Pro srovnání mechanických vlastností vícevrstvých SWP (viz Tab. 2) byly ze skupiny výrobců vybrány výrobky těchto firem:

- **AGROP NOVA a.s. Česká republika**
- **TILLY-Holzindustrie Gesellschaft m.b.H Rakousko**

Největší výrobce třívrstvých masivních desek v Evropě, jeho nejdůležitější trhy jsou Rakousko, Německo, Itálie, Francie. Objem výroby ročně 25 000m³.

- **Kaufmann Holding AG, Německo**
- **Franz Binder Gesellschaft m.b.H, Rakousko**

Největší zpracovatel dřeva v Rakousku, ve svém portfoliu má široký sortiment výrobků – řezivo, desky, stavební dřevo, MDF, lepené hranoly. Objem výroby SWP cca 20 000 m³ ročně.

3.4 Specifikace desek

Tloušťka desky 27 (26)mm

Konstrukce desky:

Agrop: 9 mm – 9 mm – 9 mm
Tilly: 9,5 mm – 8 mm – 9,5 mm
Kaufmann: 6,7 mm – 12,6 mm – 6,7 mm
Binder: 9 mm – 9 mm – 9 mm

Tab. 2 Srovnání vlastností SWP vybraných výrobců

Tloušťka desek 27 (26) mm	Měrná jednotka	AGROP NOVA a.s.	Tilly Holzindustrie GmbH	Kaufmann Holz GmbH	Binder Holzindustrie GmbH
Pevnost v ohybu kolmo na rovinu desky rovnoběžně k průběhu vláken $f_{m,k }$	N.mm ⁻²	29	27	36	33
Modul pružnosti v ohybu kolmo na rovinu desky rovnoběžně k průběhu vláken $E_{mean }$	N.mm ⁻²	12 000	10 000	9 700	9 000
Pevnost v ohybu kolmo na rovinu desky kolmo k průběhu vláken $f_{m,k,90}$	N.mm ⁻²	5	7	10	7
Modul pružnosti v ohybu kolmo na rovinu desky kolmo k průběhu vláken $E_{mean,90}$	N.mm ⁻²	650	300	1 800	700

Pevnost desky ovlivňují mimo jiné suky v řezivu, jejich četnost, pozice a velikost. Kvalita a rozsah vad je stanovena příslušnými českými nebo evropskými normami.

Vysoká pevnost v ohybu v podélném i příčném směru vláken, dosahována u firmy Kaufmann, je ovlivňována především napojováním jednotlivých lamel ve všech vrstvách ozubovým spojem (tím je možné ovlivňovat výskyt vad v jednotlivých nastavovaných elementech). Lamely vrchních vrstev desek jsou široké pouze 43 mm, čímž lze zmenšit nebezpečí výskytu suků v jedné řadě vedle sebe. Vysoké hodnoty pevnosti v příčném směru jsou zapříčiněny zejména tloušťkou středové vrstvy. Poměrně vysoký modul pružnosti v podélném směru u desek AGROP je důsledkem použití průběžných středových lamel a tím také zajištění možnosti většího namáhání v krutu.

3.5 Srovnání vlastností SWP s jinými plošnými materiály

Pro další porovnání byly vybrány následující desky:

SWP/2 – 35 mm (6,7 mm – 21,6 mm – 6,7 mm) – Kaufmann

OSB/4 – 30-40 – Ether

P5 – 32 – 40 mm – Pflleiderer

KERTO Q – 21 – 75 mm – Finnnforest Merk

KERTO S – 27 – 69 mm – Finnnforest Merk

SWP/2 – 36 mm (9 mm – 6mm – 6 mm – 6 mm – 9 mm) – AGROP

Hodnoty ze zkoušek jsou uvedeny v tabulce č. 3. Metody zkoušení, deklarace charakteristických hodnot jsou pro všechny hodnocené výrobky jednotné (u třískových desek je použita tříbodová zkouška pevnosti v ohybu).

Tab. 3: Srovnání vlastností SWP a jiných plošných materiálů

	Měrná jednotka	SWP/2	OSB/4	P 5	Kerto Q	Kerto S	NOVATOP static
Pevnost v ohybu kolmo na rovinu desky rovnoběžně k průběhu vláken $f_{m,k }$	N.mm ⁻²	26,4	20	8,3	36	50	48,7
Modul pružnosti v ohybu kolmo na rovinu desky rovnoběžně k průběhu vláken $E_{mean }$	N.mm ⁻²	8 700	6 000	2 400	10 500	13 800	11 500
Pevnost v ohybu kolmo na rovinu desky kolmo k průběhu vláken $f_{m,k,90}$	N.mm ⁻²	15	15	8,3	9	-	3,3
Modul pružnosti v ohybu kolmo na rovinu desky kolmo k průběhu vláken $E_{mean, 90}$	N.mm ⁻²	1 200	3 000	2 400	2 500	300	350

4 VÝSLEDKY

Aglomerované materiály vykazují nejnižší hodnoty pevnosti a modulu pružnosti v ohybu v podélném směru, avšak v příčném směru jsou díky vyšší homogenitě materiálu jejich hodnoty oproti ostatním hodnoceným materiálům vyšší. Nejvyšších hodnot v podélném směru dosahuje KERTO S s podélně uloženými lamelami. Deska NOVATOP

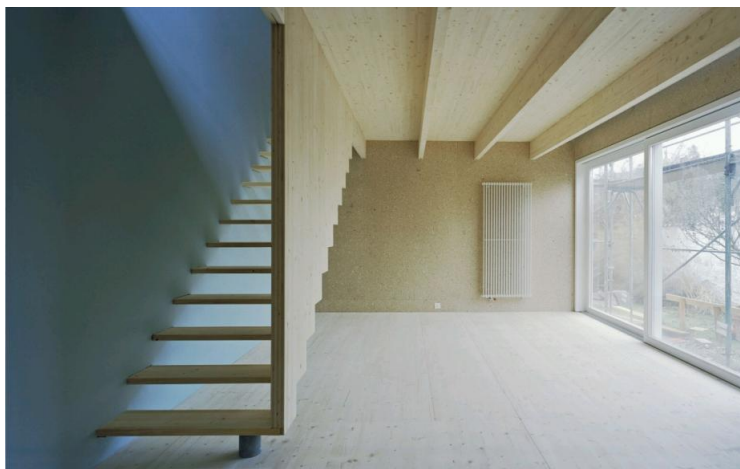
svými charakteristickými hodnotami stojí nad SWP/2 Kaufmann, v podélném směru dosahuje srovnatelných, případně lepších hodnot než KERTO Q, ale naproti tomu jsou hodnoty v příčném směru oproti KERTO Q nižší.

Pro použití vícevrstvých desek z rostlého dřeva ve stavebnictví existuje v současné době platná evropská legislativa a harmonizované normy v souladu se směrnicí Rady 89/106/EHS z 21. 12. 1988 o sblížení právních a správních předpisů členských států týkajících se stavebních výrobků, které regulují základní požadavky na výrobu a výrobek z hlediska bezpečnosti, funkčnosti, ochrany zdraví a úspor energie. Díky tomu lze používat hodnoty mechanických vlastností SWP ve statických výpočtech a postupovat dle Eurocode 5 ČSN EN 1995-1-1.

Pevnost v ohybu a modul pružnosti kolmo na rovinu desky rovnoběžně s vlákny svrchních vrstev a pravoúhle k vláknům vnějších vrstev patří k základním posuzovaným charakteristikám tohoto plošného materiálu a kvůli nižší homogenitě ve srovnání např. s třískovými deskami, jsou ovlivňovány především konstrukcí (skladbou) desky, kde hraje roli tloušťka jednotlivých vrstev, šířka jednotlivých lamel, počet vrstev a počet lamel v jednotlivých vrstvách. Vlastnosti desek jsou ovlivňovány rovněž kvalitou jednotlivých lamel, (vadami řeziva) a kvalitou lepení jednotlivých vrstev.

Charakteristické pevnostní hodnoty desek stejné tloušťky a různých výrobců se liší zejména z důvodu odlišné konstrukce, šířky lamel a rozdílných parametrů třídění. Minimální charakteristické hodnoty pevnosti v ohybu a modulu pružnosti pro tyto desky stanoví EN 13353. Výrobce má možnost na základě systému posuzování 2+ podle EN 13986 deklarovat hodnoty vyšší, získané na základě zkoušek, a tak dosahovat maximálních hodnot mechanických vlastností. Ve srovnání s jinými plošnými materiály na bázi dřeva dosahují SWP velmi vysoké hodnoty srovnatelné s moderními konstrukčními materiály, např. LVL.

Vícevrstvé desky z rostlého dřeva jsou díky svým mechanickým vlastnostem, velkoplošnému formátu až 15 m², velice nízkému podílu lepidel (max. 4%) a možností okamžité pohledové kvality, díky struktuře a třídění povrchových lamel, vhodným materiálem pro použití ve stavebnictví a to především jako výtěžné desky, vodorovné i svislé, nosné záklopy střech a stropů (obr. 1), střešní a akustické podhledy, desky pro větší rozpětí, tenké střešní přesahy (obr. 2), schodiště (obr. 3) včetně podesty - schodnice, stupnice, podstupnice, dále nosné a nenosné stěny, nebo dělicí příčky.



Obr. 1: Použití SWP na stropy a schody



Obr. 2: Použití SWP na přesazenou střechu



Obr. 3: Použití SWP na schodiště

4 ZÁVĚR

Vícevrstvé desky z rostlého dřeva ovlivnily vývoj v současné době velmi progresivního materiálu CLT (Cross Laminated Timber – příčně vrstvené řezivo). Tyto celodřevěné, křížem slepené elementy o rozměrech až 30 x 4 m a tloušťkách od 60 mm do 400 mm, představují díky vysokému stupni prefabrikace moderní, rychlý, ekologicky udržitelný způsob výstavby.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl realizován za finančního přispění Evropské unie v rámci projektu Partnerství v oblasti stavebnictví a architektury, č. projektu: CZ.1.07/2.4.00/17.0064.

Supported by the European Social Fund and the state budget of the Czech Republic, project "The Establishment of an International Research Team for the Development of New Wood-based Materials" reg. no. CZ.1.07/2.3.00/20.0269.

LITERATURA

- [1] KRÁL, P. *Dýhy, překližky a lepené materiály*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2011. 241 s. ISBN 978-80-7375-552-2.
- [2] KRÁL, P. *Dýhy, překližky a lepené materiály: cvičení*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2012. 160 s. ISBN 978-80
- [3] SOINÉ, H. *Holzwerkstoffe. Herstellung und Verarbeitung: Platten, Beschichtungsstoffe, Formteile, Türen, Möbel*. Leinfelden: DRW-Verlag Stuttgart, 1995. 366 s. ISBN 3-87181-340-0.
- [4] ČSN EN 789 Dřevěné konstrukce – Zkušební metody – Zjišťování mechanických vlastností desek na bázi dřeva; ČNI Praha, březen 1997
- [5] ČSN EN 1058 Desky na bázi dřeva – Určování charakteristických hodnot mechanických vlastností a hustoty. ČNI Praha, říjen 1996
- [6] ČSN EN 12775 Desky z rostlého dřeva – Klasifikace a terminologie. ČNI Praha, září 2001
- [7] ČSN EN 13017-1 Desky z rostlého dřeva – Klasifikace podle vzhledu povrchu – Část 1: Jehličnaté dřevo. ČNI Praha, září 2001
- [8] ČSN EN 13353 Desky z rostlého dřeva (SWP) – Požadavky. ČNI Praha, prosinec 2003

CONTRIBUTION TITLE IN ENGLISH

Keywords

wood based material, wooden structure, solid wood, multilayer panels

Summary

Solid Wood panel is well known as a Structural wood based material, which can be use in interior, as well as in the outdoor products. In this work we compared several important properties of some European products. We analyzed mechanical properties, particularly bending strength (MOR) and MOE. The aim of our work was to determine using possibility of wood based materials in the wooden products in furniture and in the wood based buildings. There were assessed multilayer solid wood panels, which were made in the five European companies. These materials were compared with OSB, Particleboard, LVL Kerto S and Kerto Q.