

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva

**Vliv vlhkosti na pevnostní charakteristiky překližky a
MDF**

The influence of moisture content on the strength properties of
plywood and medium density fibreboard

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Martin Böhm, PhD.

Vypracoval:

Bc. František Holub

2012



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro: Bc. Františka Holuba
obor: Dřevařské inženýrství

Název tématu: **Vliv vlhkosti na pevnostní charakteristiky překližky a dřevovláknité desky se střední hustotou (MDF)**

Název tématu v anglickém jazyce: **The influence of moisture content on the strength properties of plywood and medium density fiberboard (MDF)**

Zásady pro vypracování:

1. Vytvoření osnovy a časového harmonogramu zpracování DP
2. Podrobné prostudování uvedené problematiky
3. Volba typu zkušebního materiálu a formulace cílů
4. Vypracování literární rešerše
5. Zajištění zkušebního materiálu ve statisticky průkazném množství
6. Provedení experimentálních měření
7. Vyhodnocení zjištěných výsledků zkoušek.
8. Odevzdání práce v tištěné i elektronické podobě (součástí diplomové práce je abstrakt a klíčová slova v českém a světovém jazyce – angličtině).

Rozsah grafických prací: 10 – 20 stran

Rozsah průvodní zprávy: 40 – 60 stran

Seznam odborné literatury:

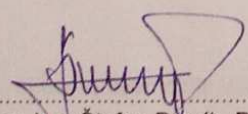
1. Štefka, V. (2002) Kompozitné drevené materiály I, Technológia výroby dých a preglejok. Technická univerzita, Zvolen.
2. Hrázský, J., Král, P. (2004) Analysis of properties of boards for concrete formwork. Journal of Forest Science, 50 (8): 382-398.
3. Baker, W. A. (2002) Wood Structural Panels in Wood Handbook, APA – The Engineered Wood Association. McGraw-Hill Companies, Inc. ISBN: 0-07-136029-8.
4. Babiak, M., Dubovský, J. (2001) Problémy z mechanických vlastností dřeva. Technická univerzita vo Zvolene
5. Doležal, J. (1973) Matematickostatistické metody v dřevařském průmyslu. Výzkumný a vývojový ústav dřevařský, Praha (SNTL – Nakladatelství technické literatury, Středisko interních publikací).
6. Příslušné normy ČSN EN

Vedoucí diplomové práce: Ing. Martin Böhm, Ph.D.

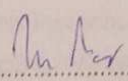
Datum zadání diplomové práce: 3. června 2010

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2011




Doc. Ing. Štefan Bářčík, Ph.D.

Vedoucí katedry


Prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Děkan

V Praze dne 3. června 2010

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně
a vyznačil všechny citace z pramenů

podpis

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu práce panu Ing. Martinu Böhmovi PhD. Za poskytnuté rady a pomoc při měření a zkoušení vzorků

Obsah

1. Úvod	3
2. Vývoj a výroba MDF desky.....	4
2.1. MDF desky	4
2.2. Vývoj výroby MDF desek.....	5
2.3. Výroba MDF.....	5
2.3.1. Výroba dřevního vlákna.....	6
2.3.2. Technologie výroby desek.....	7
2.3.4. Příspěvky a pomocné chemikálie.....	10
3. Vývoj a výroba překližky.....	11
3.1. Překližky.....	11
3.2. Vývoj výroby překližky.....	11
3.3. Výroba překližky.....	12
3.3.1. Výroba dýhy.....	12
3.3.2. Technologie výroby překližek	14
4. Metodika.....	18
4.1. Materiál a výběr vzorku.....	18
4.2. Klimatizování vzorků.....	19
4.3. Zkoušky prováděné za účelem zjištění mechanických vlastností.....	20
4.3.1. Modul pružnosti.....	21
4.3.2. Pevnost v ohybu.....	22
5. Výsledky zkoušek.....	22
5.1. Modul pružnosti v ohybu.....	22
5.2. Pevnost v ohybu.....	26
5.3. Maximální zatížení.....	29

5.4 Charakteristika lomu zkušebních těles.....	32
6. Závěr.....	34
7. Abstrakt.....	35
8. Seznam literatury.....	36
9. Seznam grafických prací.....	37
10. Přílohy.....	39

1. Úvod

Velkoplošné materiály se v současnosti využívají v nepřeberném množství aplikací. Jejich největší uplatnění je ve stavebnictví a ve výrobě nábytku. Předností těchto materiálů je možnost upravit stávající vlastnosti původního dřeva. To se týká hlavně tvarové stability ve větší ploše a citlivosti na působení okolního prostředí. Faktory, na které reaguje nejvíce jsou vlhkost a teplota prostředí, ve kterém dřevo pobývá. Velkoplošné materiály vyráběné ze dřeva a dřevní hmoty pořád sdílí silnou vazbu na původní materiál a jeho vlastnosti. Změny relativní vlhkosti vzduchu působí na obsah vlhkosti ve dřevě a mají za následek změny tvaru výrobku a jeho fyzikálně - mechanických vlastností. Tyto faktory mají pak přímý dopad na vlastnosti očekávané pro užití daného výrobku. Obsah vlhkosti ve velkoplošných materiálech na bázi dřeva má tedy přímou návaznost na obsah vlhkosti ve vzduchu v místě uchování. Výkyvy vlhkosti v místech uskladnění nebo v místech používání se podepisují na kvalitě jejich mechanických vlastností. V této práci jsem se snažil specifikovat rozsah změn mechanických vlastností překližky a MDF desky, na které působí vzdušná vlhkost v určitém cyklu. Tedy pokud mechanické vlastnosti mají určitou hodnotu, jak se tato hodnota změní po absolvování zkušebního cyklu se stejnou počáteční a konečnou vlhkostí.

Překližka patří mezi materiály na bázi dřeva používané lidskou civilizací, již od dávnověku. Mezi první, kteří začali využívat výhod překližky patří Egypťané. Vrstvy překližky byly spíše než z dýhy z tenkých destiček. Tyto destičky používané Egypťany byly vyráběné řezáním, aplikování různých dalších postupů dokázali snížit tloušťku až na 2 mm. Ve 19. století začíná pro překližku průmyslová revoluce, vynálezem loupacího stroje. Větší pozornosti se dočkala překližka v nábytkovém umění meziválečného období, hlavně ve Skandinávii. Známým propagátorem nábytku z překližky a vrstveného dřeva byl finský architekt H.A. Alto. Finská překližka patří dodnes mezi nejlepší na trhu. Finské firmy patří také mezi dodavatele špičkových technologií pro výrobu překližek. Válečné období prokázalo všestrannost překližky v mnoha směrech. Jako obalového nebo konstrukčního materiálu, například v letectví.

Překližky našli uplatnění také ve stavebnictví. Překližka je používána při výrobě nosných dřevěných konstrukcí a moderních dřevostaveb. V těchto aplikacích má asi největší uplatnění jako plášťovací materiál. Dalším uplatněním překližky je jako bednicího

materiálů pro betonářské práce. Tyto překližky splňují náročné požadavky na voděodolnost.

MDF desky, jsou u nás známé pod různými názvy. Setkáme se i s označením polotvrdé vláknité desky nebo středně husté vláknité desky. Zkratka MDF vychází z anglického názvu „medium density fibreboard“. Počáteční výroba a vývoj MDF desek probíhali v USA. První linka na výrobu MDF desek byla postavena ve firmě Allied Chemical (Deposit, stát New York) v roce 1965. Ve stejném roce byly instalovány další dvě linky ve městě Meridián, montované firmou Kroehler , a v Oakridge od firmy Pope and Talbot. [1]

MDF je technologicky zajímavým materiálem. Tento materiál má několik nesporných výhod v porovnání s dřevotřískovou deskou, jako jejím největším soupeřem na trhu. Deska má dobře opracovatelné hrany a plochu. Toto lze uplatnit pro frézování různých plastických motivů. Desky lze také uspokojivě potahovat foliemi. S toho vyplývá jedno z největších uplatnění a to ve výrobě profilovaných kuchyňských dvířek.

2. Vývoj a výroba MDF desky

2.1 MDF desky

Vláknité desky jsou materiál vyrobený z lignocelulozových vláken při působení ohřevu a tlaku. Soudržnosti vláken je dosaženo jejich zplstnatěním, syntetickou pryskyřicí a také jejich přirozenou lepivostí. [1]

Prvotní pohnutkou pro výrobu vláknitých desek byly nedostatky tvrdých vláknitých desek. Nedostatky byly hlavně spatřovány v hrubé spodní straně, rozměrové stabilitě, vysokém vnitřním pnutí, vysoké hmotnosti a malé tloušťce. Tyto nedostatky měl vyřešit nový materiál, a tím byla právě MDF deska. Oproti materiálům dostupným na trhu měla několik výrazných výhod. První byla vynikající povrch umožňující bez složitějších příprav nanášet nátěrové hmoty. Druhá je homogennost desky umožňující větší opracovatelnost v ploše a na hranách desek. [1]

2.2. Vývoj výroby MDF desek

Výroba MDF desek v Evropě začala v 70. letech v tehdejší NDR. Další závody vznikly v rozmezí několika let v Jugoslávii, Španělsku (INTERMASA CELLA) a v Itálii (Osopo). [1]

Produkce MDF desek činila v roce 1989 celosvětově 7,1 mil. m³ MDF desek. Toto číslo se skládalo větší měrou z produkce 35 závodů v Asii a 18 závodů v USA. Spotřeba MDF desek zaznamenala výrazný růst. V období od roku 1990 do roku 2000 tento nárůst činí zhruba 4,5 mil.m³. [1]

Tab. 2.2.1 Produkce MDF v m³ některých evropských zemí a států severní Ameriky

země	Rok				
	2006	2007	2008	2009	2010
Rakousko	550000.00	650000.00	700000.00	650000.00	650000.00
Belgie	265000.00	265000.00	250000.00	225000.00	234896.00
Bulharsko	-	31000.00	11743.00	6833.00	7456.00
Česká republika	90000.00	94000.00	80000.00	44000.00	79074.00
Francie	1160000.00	1180000.00	1016584.00	770000.00	787710.00
Německo	3376000.00	3736000.00	3800000.00	1494414.00	1992301.00
Španělsko	1185000.00	1160000.00	785000.00	800000.00	800000.00
Itálie	1155000.00	1155000.00	965000.00	800000.00	800000.00
Polsko	1522200.00	1726384.00	1760402.00	1790337.00	2114270.00
Canada	1397000.00	1421000.00	1008000.00	843000.00	793000.00
USA	3895770.00	3343530.00	3021390.00	3314821.00	2517133.00

2.3. Výroba MDF

Vláknité desky se dají vyrábět dvěma základními výrobními postupy. Jsou to mokrý výrobní postup a suchý výrobní postup. Pro suchý postup je určující vlhkost koberce při vrstvení a ta činí 20 %. Hustota se pohybuje od 400 – 900 kg/ m³. A tloušťky se pohybují od 3 – 100 mm. Tento způsob je použitý pro výrobu MDF desek. Desky se vyrábějí jako jedno nebo vícevrstvé. Desky menších tloušťek se vyrábějí také na válcových nebo kontinuálních lisech. [1]

Ve Skandinávii se setkáme s aplikací mokrého výrobního postupu. Desky vyrobené tímto postupem trpí významnými nedostatky. Desky mají špatné fyzikální a mechanické vlastnosti, asymetrický hustotní profil a nižší pevnostní vlastnosti. [1]



Obr 2.3.1 MDF desky LUHOPOL z DDL Lukavec

2.3.1. Výroba Dřevního vlákna

Prvním krokem při výrobě MDF je zpracování dřevní hmoty na dřevní vlákno. U dřevní hmoty se nekladou větší nároky na kvalitu. Přesto je nutné věnovat pozornost vzhledem k pozdějšímu zpracování několika vlastnostem dřevní hmoty:

- „ poměr hlavních složek dřeva – celulózy, ligninu, hemicelulózy
- množství pryskyřice
- rozměry vláken dřeva
- vlhkost dřeva
- poškození dřeva hnilobou“ [1]

Dřevní hmota ideální pro výrobu dřevního, je dřevo jehličnanů. Dřevo jehličnanů má vyšší obsah složek hrajících roli později ve výrobě. Další výhodou je délka elementárního vlákna oproti listnatým dřevinám. Délka vlákna podporuje lepší fyzikálně – mechanické vlastnosti. Toto může pozitivně ovlivnit i spotřebu lepidla. Obsah pryskyřice má také výrazný dopad na pozdější vlastnosti desek. Díky tomuto faktu je smrkové dřevo více používané oproti dřevu borovice. Pro upřesnění dřevo borovice obsahuje 21 kg/ m^3 , dřevo smrku jen 11 kg/ m^3 . [1]

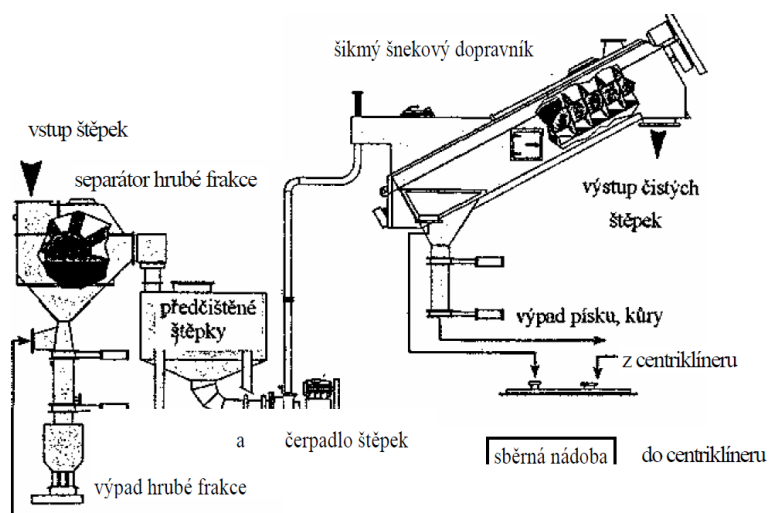
V neposlední řadě hraje roli obsah vody na vlastnosti vyrobených desek. Optimální relativní vlhkost dřevní hmoty se pohybuje mezi 45 – 55 % . [1]

2.3.2. Technologie výroby desek

Výroba štěpek

Prvním krokem je rozštěpkování dřevní hmoty. To se provádí na bubnový nebo diskových sekačkách. Rosekané štěpky je nutné vytřídit a poté odstranit nežádoucí nečistoty. Proces čištění se nazývá praní štěpek (viz obr. [1])

Štěpky jsou často předpařeny před vlastním rozvlákněním. Tato úprava zvyšuje efektivitu rozvláknování v defibrátoru. Štěpky se ohřívají párou na teplotu okolo 100°C a tím se plastifikují. Tento proces zlepší funkci podávání horního šneku. Předpaření se provádí nízkotlakou párou o tlaku zhruba 3 bary. Přívod páry pro předpaření štěpek je situován nad horním dávkovacím šnekem ve spodní části násypky. Pára cestuje do svislého předhříváče defibrátoru. Dopravní šnek vylisuje ze štěpek vodu a kondenzát z předpaření. Vlhkost tak klesne na 85%. [1]



Obr. 2.3.2.1 schéma pračky štěpek firmy „Sunds Defibrator“

Nanášení lepidla

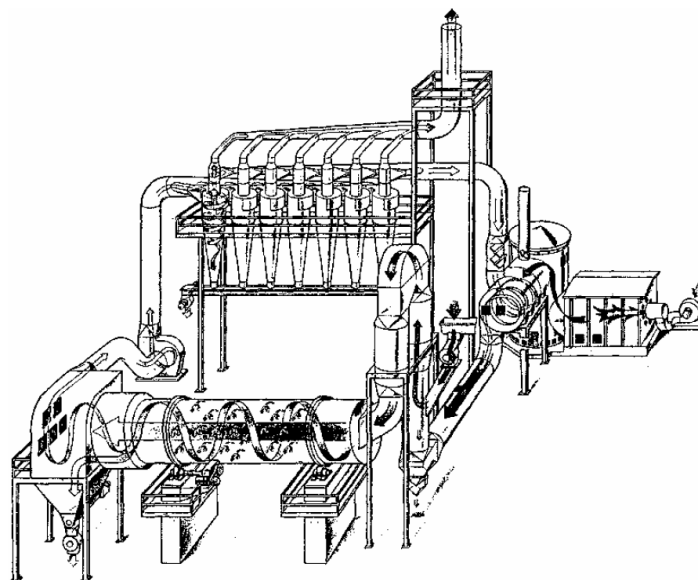
Lepidla pro výrobu MDF se přidává mezi mlecí komorou defibrátoru a sušárnou vlákna injekční metodou Blow – line. Seřízení tohoto nanášecího zařízení má podstatný vliv na kvalitu desek. Dbát se musí na recepturu lepicí směsi, teplotu sušení a proces lisování. Automatické nastavování dávkovacích čerpadel lepidla a parafínu má přesné vážení desek. Nános pryskyřice se pohybuje okolo 8 – 10 % pro močovinoformaldehydovou pryskyřici a 6 – 8 % pro fenolformaldehydovou pryskyřici.

Pro výběr močovinoformaldehydového lepidla platí podmínka vyšší reaktivnosti. Což zkrátí lisovací časy. [1]

Dávkování parafínu se provádí mezi rozvláknovací kotouče v defibrátoru. Parafín i lepidlo je dávkován podle otáček dolního šneku, v důsledku toho je dosaženo konstantního množství pevných látek na vlákne. [1]

Sušení vláken

Po nanesení lepidla následuje sušení vláken. Pro tento účel jsou používány vertikální nebo horizontální sušárny. Vytápění sušáren je prováděno pomocí zemního plynu, spalováním dřevního prachu nebo výměníkem ohříváním párou. Důležitou součástí sušárny je zařízení pro měření vstupní vlhkosti. Při aplikaci Blow – line je výstupní vlhkost vlákna 8 – 12 % . [1]



Obr. 2.3.2.2 Schéma jednocestné bubnové sušárny „Kvaerner“

Vysušené vlákna cestují k vrstvicímu zařízení. Pro vrstvení vlákna existuje několik technologických přístupů. Prvním je použití výkyvné vrstvicí trysky nebo vrstvicí hlavicí (např. Pendistor) . Dalším způsobem je mechanické vrstvení vlákna. Tento způsob je výhodný protože se na jednom úsek lze vyrábět MDF různých tloušťek. Také má vynikající výsledky v navrstvení vláknitého koberce, zejména v rozložení plošné hmotnosti. [1]

Vrstvení koberce

Navrstvený vláknitý koberec se před vlastním lisováním předlisuje. Předlisováním ze tloušťka koberce sníží o 50 – 70 %, při výrobě 19 mm desky dosahuje výška koberce 19 mm. Hustota koberce směřujícího do předlisu činí 25 – 50 kg/m³. U navrstvených koberců se provede kontrola plošné hmotnosti. Pokud koberce nevyhoví kontrole na přítomnost kovových příměsí jsou spalovány. Předlisování je vícefázový proces. V první fázi se stlačením odstraní vzduch, tlak je jen mírný. Druhá fáze je samotné předlisování. Krajní části plochy vláknitého koberce se odstraňují a vrací se k recyklaci. Důvodem je výrazně snížená plošná hmotnost. Předlis je vybaven často pásy s otvory pro unikání vzduchu (npř. pletivo). [1]

Předlisování, lisování koberce

Předlisovaný koberec je připraven pro lisování. Lisy pro MDF jsou řešeny jako jedno - etážové i více – etážové, ale i kontinuální. Lisování má zásadní vliv na fyzikálně – mechanické vlastnosti výsledného výrobku. Při lisování se sleduje rychlost zhušťování vláknitého koberce, toto má přímý vliv na tvorbu hustotního profilu. [1]

Něž je dosaženo požadované tloušťky probíhá během uzavírání lisu k tvorbě hustotního profilu v povrchové vrstvě. Hustotní profil střední vrstvy se tvoří až v průběhu lisování. Dřevina, teplota a vlhkost hrají důležitou roli pro velikost odporu vláken. Rychlejšího zhuštění povrchových vrstev může být docíleno UF zářením nebo konvenčním ohřevem. Pro lepší efekt zhuštění středové vrstvy musí dojít k její plastifikaci, toho se dá docílit pomalejším uzavíráním lisu. V důsledku menší rychlosti dochází k prohřívání středové vrstvy a ke změkčení středových vláken za současného přívodu vlhkosti. Pokud je zhušťování prováděno v delších časech dochází k tvorbě plochých hustotních profilů, teplota tento jev jen umocňuje. Přívod vlhkosti do koberce se realizuje pomocí parní injecktáže nebo pomocí parním nárazem. Toto je uplatňováno hlavně u kontinuálních lisech. Hustotní profil v průřezu MDF desky vyrobené s pomocí parní injecktáží je téměř konstantní. [1]

2.3.4 Přísady a pomocné chemikálie

Přísady

Odolnost MDF proti působení vzdušné vlhkosti lze zvýšit hydrofobizačními prostředky. Ty zabrání nežádoucímu tloušťkovému a nebo zhoršení fyzikálně – mechanických vlastností. Efekt těchto prostředků je pouze krátkodobí . [1]

Oblíbeným prostředkem je parafín. Množství parafínu činí 0,5 – 1,5 % sušiny na absolutní sušinu vlákna. U suchého způsobu se přidává do mlecí komory nebo na štěpky v přehřívači. Další možností je aplikace jako emulze do směsi s lepidlem. Koncentrace je 25 – 60 % . [1]

Dalšími přísadami jsou přípravky ochranné. Zaměřené na ochranu před napadením dřevokaznými houbami, plísněmi nebo hmyzem. Dříve používané látky se prokázali jako karcinogenní. Novými přípravky jsou např. kyselina boritá, florid sodný, přípravky obsahující soli Cr, Br a Zn. Takto ošetřené desky se označují V 100 G. [1]

Pomocné chemikálie

Fenolformaldehydová pryskyřice

„ Aplikuje se jako 10% roztok. V poměru 1 -25 % sušiny na absolutně suché vlákno. Používanými přípravky jsou například rezol F 5245, Umaform TVD.“ [1]

3. Vývoj a výroba překližky

3.1 Překližky

Překližka je deska tvořená slepením dýhových listů, přičemž směr vláken sousedních vrstev je zpravidla na sebe kolmý. V překližce vyvážené konstrukce jsou vrstvy symetrické k středu, vyrobené ze stejné dřeviny, stejným způsobem, mají stejnou tloušťku. Překližka se dělí podle různých parametrů. V případě této práce je asi nedůležitější toto dělení překližek:

- Pro užití do exteriéru, vystavené povětrnostním podmínkám a působení vlhkosti
- Pro použití do interiéru, uchráněné před působením venkovních klimatických vlivů

3.2 Vývoj překližek

Překližka je stále žádaným materiálem na trhu v USA, a Evropských trzích. Asi největšími konkurenty se zdají být v oblasti stavebnictví OSB desky, v nábytku to jsou dřevotřískové a dřevovláknité desky.

Centrem vývoje a výroby překližek v Evropě je hlavně Finsko. Další významní výrobci sídlí v Německu, Itálii a v Rusku. Mezi nejoblíbenější dřeviny patří hlavně buk, bříza, topol nebo smrk. V USA je oblíbené dřevo z douglasky tisolisté nebo borovice těžké. Zajímavé je že, tyto dřeviny tvoří téměř polovinu světové roční spotřeby. Z Afriky se dovážejí exotické druhy dřevin jako je mahagon, makoré, okoumé, limba. Podíl na světové spotřeby je zhruba 20 %. [2]

Počátek průmyslové výroby překližek se datuje rokem 1905. Po roce 1990 existovalo v USA téměř 600 závodů vyrábějících překližku. Vývoj překližky se také týkal snížení emisí formaldehydu. V tomto aspektu současné překližky splňují tyto náročné limity. Roste poptávka po překližkách odolných povětrnostním vlivům. Výrobci se snaží v současnosti uplatňovat v konstrukci překližek více jehličnaté dýhy. Buď výrobou kombinovaných desek s listnatými dýhami nebo desek s pouze dýh jehličnatých dřevin. Překližky se na trhu objevují v různých druzích finalizace povrchu (foliované, nastříkané atd.). Dalšími požadovanými atributy mohou být zvýšená odolnost proti působení vody a ohně. Hustota dřevin používaných pro výrobu překližek je obvykle 450 – 700 kg/m³.

Požívají se také lehké dřeviny s nízkou hodnotou $150 - 350 \text{ kg/m}^3$ na druhé straně jsou dřeviny s hustotou $800 - 1000 \text{ kg/m}^3$. [2]

Tab. 3.2.1 Produkce překližky
v některých evropských zemích a sev. Americe (uvedena v m^3)

země	Rok				
	2006	2007	2008	2009	2010
Rakousko	178000.00	258000.00	268014.00	163000.00	285673.00
Belgie	20000.00	20000.00	15000.00	13000.00	21000.00
Bulharsko	43000.00	54000.00	48000.00	26700.00	29300.00
Česká republika	170000.00	175000.00	149000.00	175000.00	187032.00
Francie	431000.00	378000.00	360000.00	265000.00	271000.00
Německo	235000.00	229000.00	174000.00	192831.00	190601.00
Španělsko	468000.00	450000.00	250000.00	233000.00	409252.00
Itálie	334000.00	420000.00	421000.00	337000.00	310000.00
Polsko	385000.00	440324.00	390951.00	312072.00	407349.00
Finsko	1415000.00	1410000.00	1273000.00	800000.00	980000.00
Canada	2252000.00	2639000.00	2225000.00	1810000.00	1973000.00
USA	13651125.00	12401505.00	10375740.00	8934075.00	9396930.00

3.3 Výroba překližek

3.3.1 Výroba dýh

Pro výrobu dýh existují tři základní technologie. Jsou to loupání, krájení a řezání dýhových listů. První dvě dominují ve výrobě dýh dále používaných pro potřeby výroby překližky.

Příprava kulatiny

Při výrobě dýh se začíná v případě loupání odkorňováním kulatiny. To lze provádět na rotačních nebo frézových odkorňovačích.

Kulatina se musí připravit pro rozměry stroje vyrábějícího dýhy. Proto jsou nutné délkové úpravy a vymanipulování vad. To se provádí pomocí zkracovacích řetězových nebo okružních pil. Pro výrobu krájených dýh je třeba zhotovit z kulatiny prizmy. Důvodem výroby je dosažení určité kresby krájených dýh. Ke zhotovení prizem se

používají pásové a okružní pily. Pro úpravu ploch použitých k lepšímu uložení v suportu krájecího stroje se používají frézy. Jsou součástí linky pro výrobu prizem. Prisma může vzniknout jednoduchým rozřezáním přířezu podélce. Nebo dalšími možnostmi jsou rozdělení na třetiny nebo čtvrtiny. [2]

Odkorněná kulatina musí podstoupit hydrotermickou úpravu. Tato úprava je klíčová pro úspěšné provedení procesu loupání i krájení dýhy. Cílem této metody je zvýšit plastičnost dřeva a pozitivně ovlivnit existující pnutí uvnitř kulatiny. Pro paření kulatiny jsou dostupné dvě skupiny zařízení. Prvním skupinou jsou pařicí a varné jámy, do druhé lze zařadit hlavně pařicí komory nebo zvony. Pařicí a varná zařízení mají ohřev plastifikačního media (pára, voda) řešen jako nepřímý nebo přímý . Rozdíl tkví v dodávání ohřevného tepla do plastifikačního prostoru. Buď je dodáno samotným mediem nebo je medium ohříváno nějakým jiným samostatným topným okruhem. Po plastifikačních úpravách se připravený přířez musí dostat v co nejkratší době do loupacího nebo krájecího stroje. [2]

Loupání

„Loupáním nazýváme řezáním dřeva v rovině rovnoběžně s vlákny a kolmo k jejich délce, při kterém hlavní pracovní pohyb (otáčení) provádí výřez a pohyb přímočarý pohyb provádí nůž. Výřez se otáčí ve vřetenech loupacího stroje, mezi kterými je stlačený upínacími čelistmi. Otáčení vřeten a posuvný posuv suportu, v kterém je upevněný nůž, mají pevné kinematické spojení, v důsledku čeho nůž odřezává třísku ve formě nepřetržitého pásu, kterého je rovna hodnotě posunu suportu za jednu otáčku vřeten“. [2]

Základními součástmi loupacího stroje jsou upínací vřetena a suport s upevněným loupacím nožem a důležitou tlakovou lištou. Lišta působí tlakem před loupajícím nožem a umožňuje oddělování dýhového pásu. Pro loupání se nejvíce používají stroje, které mohou upnout výřezy o délce 2 m. [2]

Krájení dýhy podléhá stejným principům jako loupání dýh. Rozdílem je pohyb zpracovávaného výřezu. Při krájení provádí výřez přímočarý vratný pohyb. Krájecí stroje se používají nejčastěji v horizontálním a vertikálním provedení. Krájená dýha trpí větší křehkostí. Dalším problémem je zvlňnění dýhy. Důvodem je velká proměnnost vláken v listu. [2]

Odsun dých od loupacího stroje je možný čtyřmi základními způsoby. Prvním je odsun dých pásovým dopravníkem k nůžkám, které stříhají dýhu na požadované formáty a ty se ukládají na palety. Odpad se vrací na dopravník za loupacím strojem pro odsun nezpracovatelných nálupů. Druhý způsob představuje odsun dých pásovým dopravníkem k nůžkám, za kterými je separační zařízení a třídící zařízení. Nezpracovatelný odpad se odsouvá zpět pásovým dopravníkem za loupací stroj. Třetí varianta je kombinace tzv. Trey systém ukončený nůžkami třídícím zařízením. A čtvrtá je podobná předchozí s tím rozdílem, že je ukončena navíjecím zařízením. [2]

Sušení dých

Sušení dých je prováděno v dýchových sušárnách. Tyto zařízení jsou používána ve velkém počtu variant. Liší se v tom jak se dýchový list pohybuje zařízením. Mimo jiné také jak je dýchový list vysušován. Tedy jestli je použito proudění horkého vzduchu nebo kontaktním způsob sušení. Při použití horkého vzduchu, lze oběh vzduchu v sušárně realizovat v různých směrech. Jedná se o proudění ve směru pohybu dýhy, tedy podélný oběh nebo příčný oběh kolmý s pohybem dýhy. Další možností je impaktní proudění dopadající kolmo na obě plochy dýhy. Sušárny mohou fungovat na kontaktním principu (stojanové, respirační lisy). Další formou jsou tunelové sušárny. Další řešení používají síťové dopravní prvky. Ve formě pásů nebo válců, na kterých se dýha přisaje. Posledním druhem jsou tryskové sušárny. [2]

Formátování dých

Vysušené dýhy putují k formátovacím nůžkám a dále se musí vytrídít. A to podle následujících kritérií : rozměr, druh dřeviny, kvalita dýhy. Tento proces je prováděný na adjustačních linkách nebo ručně. [2]

Dýhy lze za účelem šířkového nebo délkového nastavení spojovat do sesazenek. Sesazenky se zhotovují také v určitých vzorech, kvůli estetickým požadavkům na vnější plochy. Hrany dých se ofrézují a spojí, například tavným vláknem. [2]

3.3.2 Technologie výroby překližek

Konstrukce překližek umožňuje velké množství přístupů k výrobě. Prvním otázkou je náročnost prostředí používání, estetické požadavky. Dýha jako základní prvek konstrukce, už umožňuje rozhodování mezi několika dostupnými variantami pro skladbu desky. Lze si vybírat mezi loupánými, krájenými nebo řezanými dýhami. Vrstvení jednotlivých dýh poskytuje také velký prostor pro zaměňování pořadí dýh a jejich orientaci. [2]

Podmínky při lepení

Výrobci překližek se musí potýkat s mnoha technologickými faktory ovlivňující lepení. Lepidlo před nanášením na dýhu musí být velmi pružné. Rozhoduje také velká smáčivost – dosažení dobrého kontaktu s lepenou plochou, vniknutí lepidla do struktury dřeva záleží na kvalitní stlačení po čas vytvrzování lepidla. Svou roli také hrají také i jiné parametry, jako jsou stav slepovaných povrchů, tloušťka vrstvy tvrdnoucího lepidla a vznikající napětí v lepidle. [2]

Při prohřívání souboru dýh dochází k pohybu vlhkosti v dýhách. Vlhkost souboru dýh je větší oproti vlhkosti samotné dýhy. Pohybuje se mezi 7 – 16 %. Rozmezí je mezi jinými ovlivněno vlastnostmi lepidla, tedy koncentrací, tloušťkou nánosu a jeho druhem. V dýhovém souboru uzavřeném v lisu dochází k určitým teplotním změnám v jeho průřezu a přesunům vlhkosti. Tyto pohyby probíhají mezi středovou a vnější vrstvou stlačeného dýhového souboru. Středová vrstva se prohřívá téměř na stejnou teplotu jako je teplota lisovacích desek. Příčinu lze hledat v nemožnosti odpařování vodních par a jejich přehřívání. [2]

Příprava lepidla

Zpracování lepidla před samotným nanášením je velmi citlivá operace. Teplota vzduchu v místnosti se má optimálně pohybovat okolo 18 – 20 °C, stejná teplota platí i pro případně dodávanou vodu. Lepidlová směs se připravuje dle používané receptury v míchacím zařízení. V procesu má dojít k dokonalému smíchání lepidla a dalších složek, které zaručují vytvrzování lepidla a dalších pomocných technologických složek. Jsou to především tvrdidla, plniva (např. technická mouka) a nastavovadel. [2]

Plnidla lze rozdělit do dvou kategorií. Jsou to takzvaná aktivní a neutrální. Aktivní se podepisují ve vhodném poměru k lepidlu na lepicích vlastnostech polymerů, podporují zpevnění lepidlové vrstvy a mají vliv na modul pružnosti. Příkladem takovýchto plniv jsou technická mouka nebo škrob. Neutrální plniva se podepisují pouze na zvětšení objemu lepidla. Takovými plnivami jsou kaolin, křída atd. Přidáním hydrofilních plniv se lze zpravidla pozitivně ovlivnit smršťování lepidla po vytvrzení. [2]

Do lepidel se také přidávají složky podporující pružnost. Tuto vlastnost podporují opět některá plniva nebo lze použít glycerin, dextrin, dietylenglykol. Podpořit lze i jiné vlastnosti lepidel, některých lepidel lze zvýšit tepelnou odolnost a elasticitu přidáním kaučuku. Voděodolnost je zlepšována přimícháním rezorcinolu nebo melaminu. [2]

Nanášení lepidla

Lepidla se dají nanášet v současných provozech kontaktně, poléváním nebo stříkáním. Obvykle množství lepidla naneseného na dýhu činí 100 – 300 kg/m². Kontaktní nanášení se provádí na válcových nanášečkách. Konstrukce nanášeček se různí. U všech variant se však nacházejí dva hlavní nanášečí válce s gumovým potahem, které jsou v kontaktu s dýhou. Dávkování lepidla zajišťují dávkovací válce, které se dotýkají válců hlavních. Polévací nanášečka má dvě základní součásti, nanášečí hlavu a pásový dopravník. Lepidlo je nanášeno na jednu stranu dýhy nebo i obou straně. [2]

„Při skládání souborů již vzniká vlastní deska. Skládání se provádí podle pravidla symetrie. Povrchové dýhy se ukládají pravou stranou ven. Dýhy se ukládají v případě jehličnatých dřevin tak aby ve středové vrstvě byly jádrové dýhy a ve vnějších vrstvách byly dýhy bělové. U kombinovaných překližek se jehličnaté dýhy dávají do středu souboru, listnaté jsou jako venkovní. Skládání souboru se provádí ručně nebo na mechanizované lince“. [2]

Předlisování

Před samotným lisováním dýhových souborů je zařazena operace předlisování. K předlisování se používá jednoetážový nevyhřívaný lis. Pro předlisování se uvádí dva doporučené režimy. První trvá 5 – 30 min, je doporučován pro bukové a kombinované překližky, lepené PF a UF lepidly. Pro ostatní dřeviny je druhý režim trvající 10 min pro

UF lepidlo a 10 – 15 min pro PF lepidlo. Doba od předlisování souboru k lisování souboru se pohybuje v rozmezí 5 – 60 min. Tlak předlisování je 1,0 – 1,5 MPa . [2]

Lisování

Lisování překližek se provádí výrobcí za různých technologických podmínek. Překližkové lisy mají velkou konstrukční variabilitu. Desky lisu mohou být vyhřívané nebo bez vyhřívání, dalšími rozdíly jsou v řešení v počtu lisovaných desek a v částech vyvíjejících tlak, tedy lisové desky, pásy nebo válce. Oblíbeným typem je víceetážový vyhřívaný lis. [2]

Při lisování je třeba řešit celou řadu technologických faktorů. Ideální vlhkost dřív před lisováním by se měla pohybovat mezi 5 – 12 %. Při lisování za studena si deska zachová přirozenou barvu, nedochází k slisování materiálu a je omezeno na minimum vnitřní napětí. Její teplota v lisu se pohybuje 18 – 20 °C. Protože se nepočítá s vyhříváním desky, tak tloušťka desky může být libovolná. [2]

Při lisování za tepla je tloušťka naopak ohraničena na 25 mm. Stejně tak dojde ke zvýšení vnitřních napětí v deskách. Desky vykazují větší pevnost, větší odolnost proti vniknutí vody do spoje. Při lisování za tepla dochází k vyššímu stlačení souboru. Objem dřívového souboru se sníží o 7 – 9 % . Tento fakt má vliv na mechanické a fyzikální vlastnosti. Pro dosažení požadované tloušťky se tedy spotřebuje více dřív než při studeném lisování. Technologické kroky při lisování se shrnuté v takzvaném lisovacím cyklu. Ten popisuje časy potřebné k vložení souboru, uzavření lisu, samotného lisování, otevírání a vyprazdňování lisu. Také popisuje jak má vzrůstat tlak působící na desky. Parametry cyklu se odvíjejí od použitých dřevin, tloušťky vloženého souboru, teploty lisovacích desek a druhu lepidla. [2]

Při lisování se přenáší teplo z desek lisu do souboru a spolu s celkovou vlhkostí souboru podporuje zvětšování deformace souboru. V souboru vystavenému tlaku dochází k posunu pružné deformace na plastické. Soubor dostává nový rozměr. V tomto novém rozměru může soubor dřív setrvat díky lepidlu. [2]

Dokončení povrchu

Dokončení povrchu lze provádět broušením na válcových bruskách. Ještě před broušením se povrch vyspravuje dřívovými záplatami a tmelí. [2]

4. Metodika

4.1 Materiál a výběr vzorku

Pro zkoumání vlivu vlhkosti na mechanické vlastností velkoplošných materiálů byla vybrána dvojice materiálů. A to foliovaná překližka vyráběná firmou Ploma a MDF desky firmy DDL Lukavec.

Použitá překližka je prodávána pod obchodním názvem PlomaFoil Construction – Kombi. Je povrchově upravena papírem napuštěným fenolformaldehydovou pryskyřicí. Obě strany desky jsou hladké. Překližka je zhotovena pouze z bukových dýh. Níže jsou uvedeny základní údaje, technické listy se nacházejí v příloze.

Tab. 4.1.1 Základní údaje překližky PlomaFoil

<u>PlomaFoil Construction - Kombi</u>	
Tloušťka	12 mm
Počet vrstev	9 ks
Objemová hmotnost	780 kg/m ³
Plošná hmotnost	9,4 kg/m ²
Třída biologického ohrožení dle EN 335	3
Třída lepení dle EN 314-2	3
Dodávaná vlhkost	12%
Modul pružnosti v ohybu podél vl.	9000
Modul pružnosti v ohybu napříč vl.	2000
Pevnost v ohybu podél vl.	90
Pevnost v ohybu napříč vl.	40

MDF deska je probarvena barvivem v celém svém průřezu a hydrofobizovaná. Plochy desek jsou oboustranně broušené. Dřevěná vlákna jsou vyráběna ze smrkového dřeva. Základní data jsou uvedena níže.

Tab. 4.1.2 Základní údaje MDF desky Lohopol

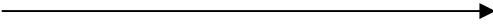
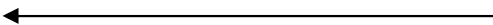
<u>MDF deska Lohopol</u>	
Tloušťka	18 mm
Hustota	750 kg/m ³
Modul pružnosti v ohybu	3000 N/mm ²
Pevnost v ohybu	30 N/mm ²

Z desek překližky a MDF byly odebrány zkušební vzorky dle normy ČSN EN 326 -1. Pro provádění zkoušek podle normy ČSN EN 310 bylo připraveno 30 vzorků orientovaných kolmo na výrobní směr a 30 vzorků orientovaných podélně. Rozměry zkušních těles byly určeny podle normy ČSN EN 310. Vzorky překližky o šířce 50 mm a délce 290 mm a pro MDF o šířce 50 mm a délce 410 mm.

4.2 Klimatizování

Zkušební vzorky byly uloženy v klimatizační komoře v níž byla v určitém cyklu zvyšována a poté snižována relativní vlhkost vzduch. Pro klimatizační cyklus byly zvoleny vlhkostní stupně s definovanou relativní vlhkostí vzduchu v komoře. Pro klimatizování vzorků byly použity vlhkostní stupně 35, 65, 95 a 99 %. Průběh cyklu je popsán v tabulce níže.

Tab. 4.2.1 Průběh klimatizačního cyklu

Vlhkostní stupně			4. stupeň - 99%
			
1. stupeň - 35%	2. stupeň - 65%	3. stupeň - 95%	
7. stupeň - 35%	6. stupeň - 65%	5. stupeň - 95%	
			

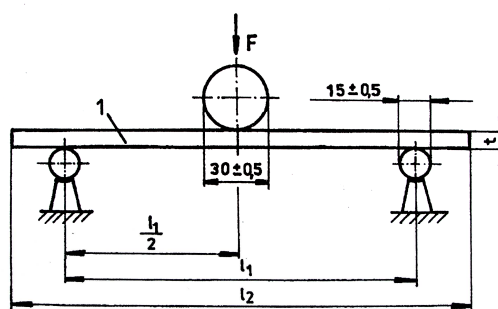
Cykly byly v rozestupu zhruba 10 dní. Klimatizované vzorky byly vyjmuty pro měření pokud se ustálila hmotnost vzorků v naklimatizovaném prostředí. Ustálení

hmotnosti se měřilo dvakrát po 24 hodinách. Když se po sobě jdoucí měření nelišily 0,1% hmotnosti zkušebních vzorků, tak se vzorky považovaly za naklimatované. Pro zkoušky byla použita klimatizační komora Weiss Technik 12SD/15JU.

4.3 Zkoušky prováděné za účelem zjištění mechanických vlastností

Zkoušení mechanických vlastností bylo prováděno dle ČSN EN 310. Podstata zkoušky je přesně popsána v této normě : „ Modul pružnosti v ohybu a pevnost v ohybu se stanoví zatížením zkušebního tělesa v jeho středu, uloženého na dvou podpěrách. Modul pružnosti se vypočítá z lineární části zatěžovací křivky. Vypočtená hodnota je zdánlivý, ne skutečný modul, protože zkušební metoda zahrnuje kromě ohybu také smyk. Ohybová pevnost každého zkušebního tělesa se vypočítá stanovením poměru ohybového momentu „M“ při maximálním zatížení „Fmax“ k momentu jeho celého průřezu “ [4]

Zkušební zařízení splňovalo podmínky určené normou ČSN EN 310. Bylo vybaveno dvěma válcovými, rovnoběžnými opěrami s průměrem $15 (\pm 0,5)$ mm a zatěžovací hlavou $30 (\pm 0,5)$ mm. Hlava byla umístěna ve stejné vzdálenosti od obou podpěr a rovnoběžně s podpěrami. Níže je uveden obrázek uspořádání hlav zkušebního stroje. Rozteč podpěr činila dvacetinásobek tloušťky zkušebního vzorku.



Obr. 4.3.1 Uspořádání zkoušky

Měřicí přístroje splňovali podmínky uváděné normou ČSN EN 325. Rozměry těles byly stanoveny podle ČSN EN 310. A to tak, že délka zkušebního tělesa se vypočetla jako 20 – ti násobku tloušťky vzorku plus 50 mm. To znamená pro MDF 410 mm a pro překližku 290 mm. Šířka zkušebních těles byla 50 mm.

Klimatizace vzorků pro zkoušení se liší od požadavků v normě ČSN EN 310. Norma požaduje relativní vlhkost vzduchu v klimatizačním zařízení 65 (± 5) %. V rámci mnou prováděného zkoušení se relativní vlhkost vzduchu měnila v závislosti na klimatizačním cyklu. Popsaném v podkapitole klimatizování. Tedy použité vlhkosti vzduchu jsou : 35, 65, 95 %. Teplota uvnitř komory byla podle normy 20°C.

Rychlost zatěžování bylo určeno tak, aby bylo zaručeno maximální zatížení zkušební vzorku do 60 ± 30 s, jak požaduje norma ČSN EN 310. Vzorky byly ukládány do zkušebního stroje, vždy tak aby v jedné zkušební skupině byla polovina zkušebních těles odzkoušena lícovou stranou nahoru a druhá polovina rubovou stranou nahoru. Toto bylo prováděno protože materiál je používán a zatěžován oboustranně.

Výsledky měření jsem získával pomocí softwaru nainstalovaném na počítači spojeného se zkušebním strojem. Zkušební stroj byl vyroben firmou UTS testsystems. Posun příčnicku je toto zařízení schopné měřit s přesností 0,001 mm.

Odečítání hodnot proběhlo také pro maximální zatížení a maximální průhyb zkušební tělesa. Hodnota maximálního zatížení odpovídá největší síle, která na vzorek působila před ukončením zkoušky, respektive zničením vzorku. Hodnota maximálního průhybu popisuje maximální vychýlení vzorku před jeho destrukcí.

4.3.1 Modul pružnosti

„Modul pružnosti E_m (v N/mm^2), pro každé zkušební těleso, je vyjádřeno vztahem:

$$E_m = \frac{l_1^3 (F_2 - F_1)}{4bt^3 (a_2 - a_1)} \quad [4]$$

Kde je: l_1	- vzdálenost mezi středy podpěr v milimetrech
b	- šířka zkušební tělesa
t	- tloušťka zkušební tělesa
$F_2 - F_1$	- přírůstek zatížení v přímkové části zatěžovací křivky v N. F_1 musí být přibližně 10% a F_2 přibližně 40 % z maximálního zatížení.
$a_2 - a_1$	- přírůstek pohybu ve středu délky zkušební tělesa (odpovídající $F_2 - F_1$)“ [4]

4.3.2 Pevnost v ohybu

„Pevnost v ohybu f_m (N/mm²), pro každé zkušební těleso je vyjádřena vzorcem“ [4]:

$$f_m = \frac{3F_{\max}l_1}{2bt^2} \quad [4]$$

5. Výsledky zkoušek

V této kapitole jsem zpracoval hodnoty mechanických a fyzikálních vlastností shromážděných během zkoušení vzorků. Výsledky jsou utříděny do formy tabulek nebo grafů. V hodnotách se promítá vývoj změn mechanických vlastností vzorků během zatěžování na zkušebním stroji a důsledky klimatizování.

V tabulkách jsou uvedeny základní statistické ukazatele : \bar{x} – aritmetický průměr, v – variační koeficient, s – směrodatná odchylka, minimální a maximální hodnoty sledované vlastnosti.

5.1 Modul pružnosti v ohybu

Tab. 5.1.1 a), b) Hlavní statistické ukazatele pro modul pružnosti v ohybu MDF

a)	MDF - podélný směr						
Stat. ukazatele		Sorpce			Desorpce		
		35%	65%	95%	95%	65%	35%
	\bar{x} [N/mm ²]	5177,947	4225,230	1561,283	1726,818	3171,862	4047,638
	v [%]	4,620	4,854	6,420	4,147	4,182	3,610
	s	239,238	205,110	100,235	71,607	132,642	146,133
	max.	5626,715	4638,767	1762,223	1811,489	3422,378	4259,688
	min.	4778,190	4001,783	1368,631	1579,412	2960,979	3760,529

b)		MDF - příčný směr					
Stat. ukazatele		Sorpce			Desorpce		
		35%	65%	95%	95%	65%	35%
	x [N/mm ²]	5276,112	4412,180	1599,767	1697,469	3212,989	4170,675
	v [%]	8,175	5,063	7,408	7,717	5,709	6,893
	s	431,345	223,411	118,512	130,998	183,424	287,498
	max.	6040,621	4939,042	1793,945	2021,549	3517,179	4662,595
	min.	4552,374	4065,673	1407,044	1504,576	2915,019	3643,821

Tab. 5.1.2 a), b) Hlavní statistické ukazatele pro modul pružnosti v ohybu PDP

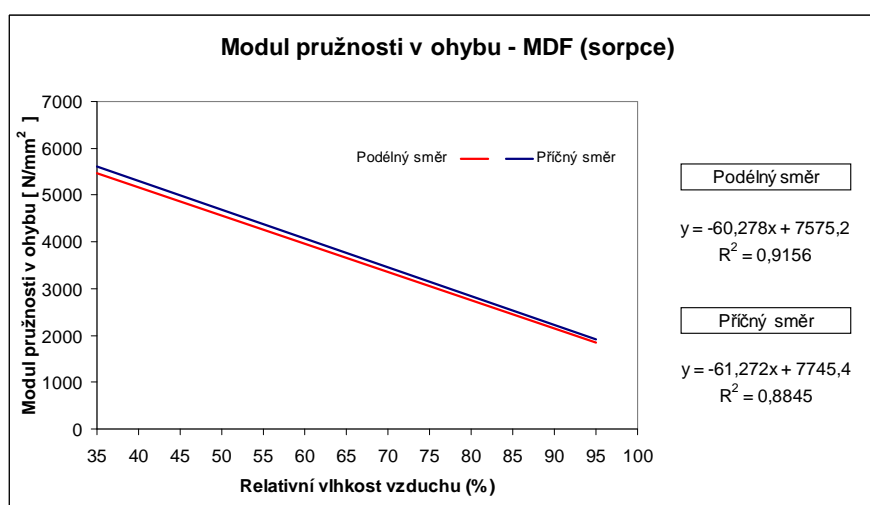
a)		PDP - podélný směr					
Stat. ukazatele		Sorpce			Desorpce		
		35%	65%	95%	95%	65%	35%
	x [N/mm ²]	9520,021	9336,620	7446,317	7380,289	8648,374	9087,860
	v [%]	5,417	3,128	5,276	6,418	2,695	6,473
	s	515,679	292,017	392,885	473,641	233,062	588,235
	max.	10254,50	9774,972	8320,639	7915,075	9106,479	10297,96
	min.	8370,728	8837,550	6908,093	6314,466	8242,089	8182,272

b)		PDP - příčný směr					
Stat. ukazatele		Sorpce			Desorpce		
		35%	65%	95%	95%	65%	35%
	x [N/mm ²]	6055,068	5742,053	4817,287	1697,469	5258,768	5738,494
	v [%]	4,298	3,505	8,669	7,717	5,696	6,117
	s	260,217	201,240	417,612	130,998	299,550	351,005
	max.	6272,027	6034,112	5334,773	2021,549	5761,206	6239,458
	min.	5451,445	5458,077	4033,562	1504,576	4773,217	5144,028

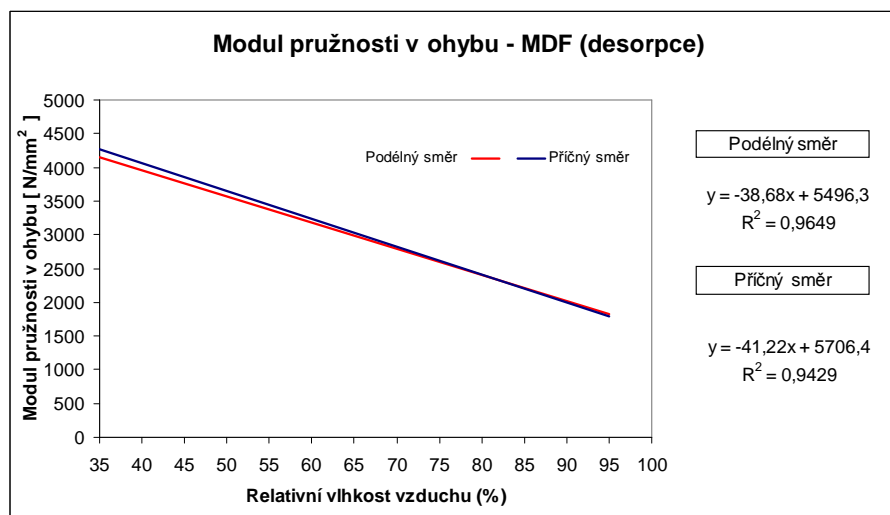
Aritmetický průměr modulu pružnosti v ohybu u MDF se pro oba výrobní směry příliš nerozchází. Rozdíl kolísá mezi 1 % až 4 % . Což potvrzuje homogenost vlastností MDF desky. Hodnoty při probíhající sorpci klesli pro podélný a příčný směr shodně o 70 % . Na začátku a na konci cyklu sorpce - desorpce činí rozdíl mezi modulem pružnosti v ohybu v podélném směru 22 % a v příčném 21 % .

V případě překližky se objevuje prokazatelný rozdíl v hodnotách vzorků pro podélný a příčný směr. Naměřené hodnoty se rozcházejí téměř o 40 %. S toho vybočuje hodnota v desorpční části cyklu při 95% rel. vlhkosti vzduchu, která je ještě o 37 % větší. U překližky, jak je vidět v tabulkách také došlo k zhoršení modulu pružnosti po prodělení celeného zkušebního cyklu. Pro podélný směr to znamená pokles o 4 % , pro příčný pak platí 5 % . Při sorpci klesli hodnoty modulu pružnosti o 20 % pro oba směry.

Obr. 5.1.1: Vliv vzdušné vlhkosti na modul pružnosti v ohybu MDF – oblast sorpce

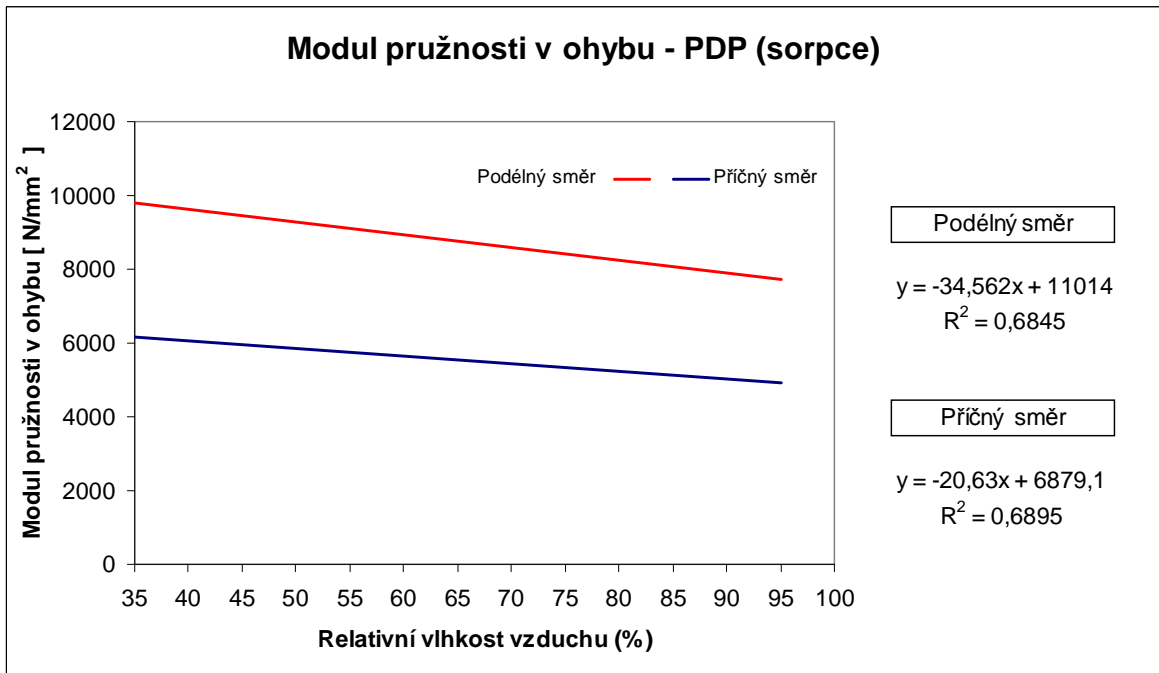


Obr. 5.1.2: Vliv vzdušné vlhkosti na modul pružnosti v ohybu MDF – oblast desorpce

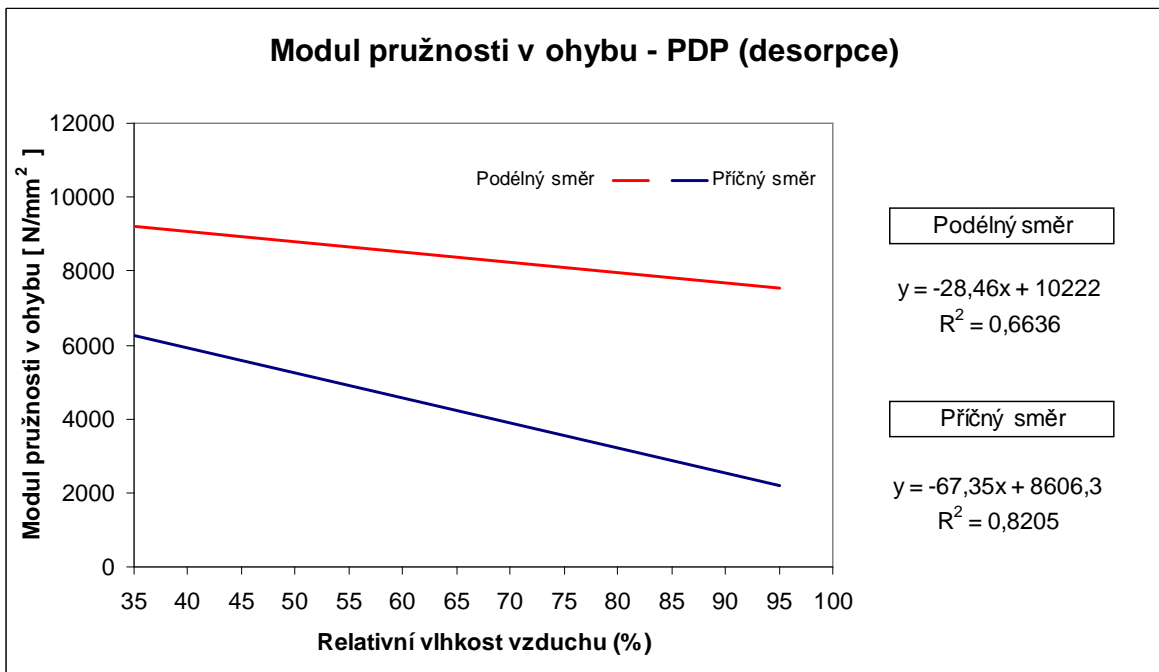


Analýza lineární regrese dat prokázala vysokou závislost modulu pružnosti v ohybu u MDF na relativní vlhkost vzduchu. Hodnoty spolehlivosti (R^2) přesahují 90 % , kromě příčného směru na obrázku 5.1.1

Obr. 5.1.3: Vliv vzdušné vlhkosti na modul pružnosti v ohybu PDP – oblast sorpce



Obr. 5.1.4: Vliv vzdušné vlhkosti na modul pružnosti v ohybu PDP – oblast desorpce



Závislost mezi modulem pružnosti a vlhkostí vzduchu podle mých měření není zcela důrazná. Jak je patrné z obrázku 5.1.3 pro podélný i příčný směr se závislost při sorpci dosahuje necelých 70 %. Stejný trend se projevuje na obrázku 5.1.4. Tentokrát, ale pro příčný směr se závislost zvětšila na 82 %.

5.2 Pevnost v ohybu

Tab. 5.2.1 a), b) Hlavní statistické ukazatele pro pevnost v ohybu MDF

a)		MDF - podélný směr					
Stat. ukazatele		Sorpce			Desorpce		
		35%	65%	95%	95%	65%	35%
	x [N/mm ²]	25,787	21,761	14,231	14,231	16,845	22,202
	v [%]	17,668	27,928	9,003	5,367	17,602	24,817
	s	4,556	6,077	1,281	0,764	2,965	5,510
	max.	31,877	29,773	16,860	15,105	22,125	30,084
	min.	17,807	14,987	12,374	12,727	13,510	13,274

b)		MDF - příčný směr					
Stat. ukazatele		Sorpce			Desorpce		
		35%	65%	95%	95%	65%	35%
	x [N/mm ²]	22,910	23,381	13,171	13,698	19,291	22,492
	v [%]	18,314	28,221	9,120	8,792	12,436	20,443
	s	4,196	6,598	1,201	1,204	2,399	4,598
	max.	29,453	32,576	14,343	15,960	22,971	30,509
	min.	16,780	6,598	10,922	11,317	16,410	14,175

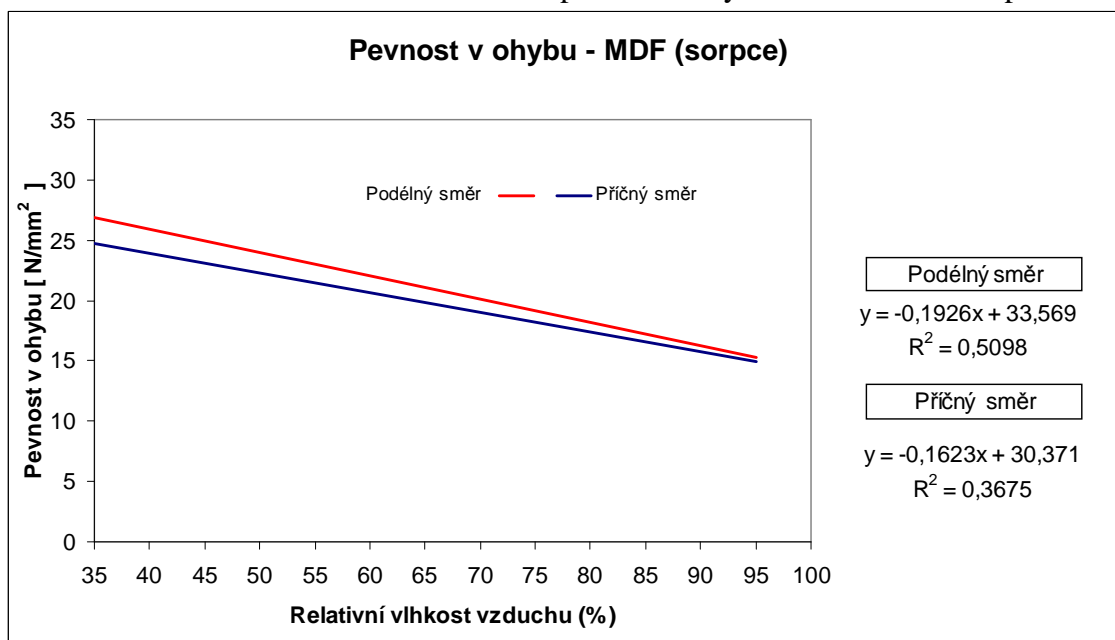
Tab. 5.2.2 a), b) Hlavní statistické ukazatele pro pevnost v ohybu PDP

a)		PDP - podélný směr					
Stat. ukazatele		Sorpce			Desorpce		
		35%	65%	95%	95%	65%	35%
	x [N/mm ²]	63,986	50,777	34,107	33,045	47,205	47,850
	v [%]	14,429	14,483	27,561	11,251	11,228	22,043
	s	9,233	7,354	9,400	3,718	5,300	10,548
	max.	82,178	61,717	42,380	37,784	55,139	64,804
	min.	53,270	37,696	8,112	23,636	35,669	32,854

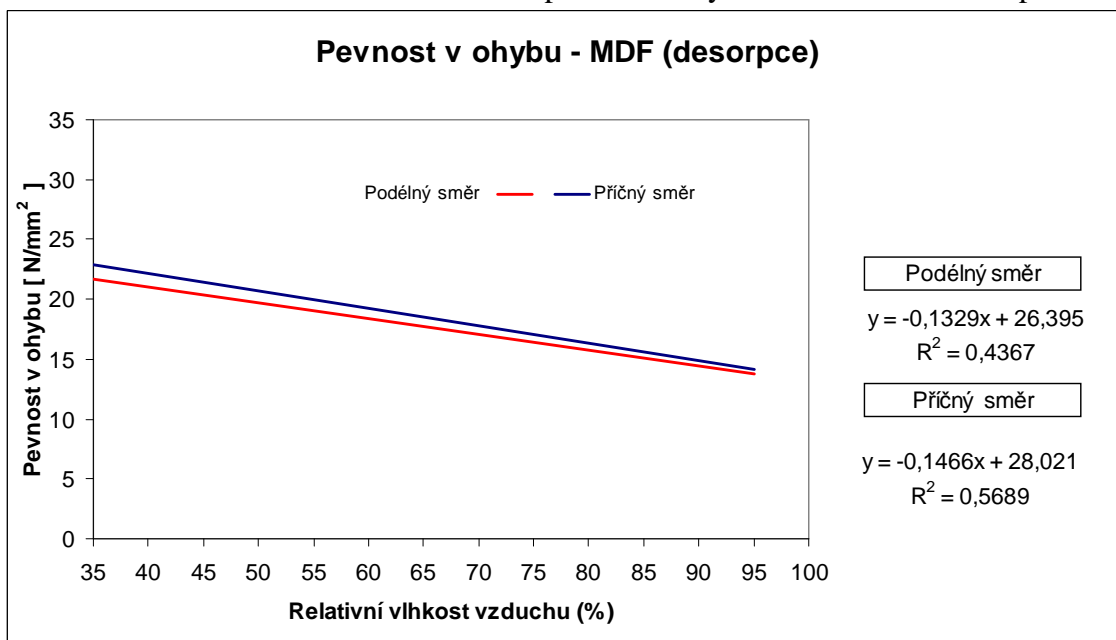
b)		PDP - příčný směr					
Stat. ukazatele		Sorpce			Desorpce		
		35%	65%	95%	95%	65%	35%
	x [N/mm ²]	41,585	31,468	26,337	13,698	31,092	36,518
	v [%]	21,591	21,653	14,521	8,792	14,239	30,746
	s	8,979	6,814	3,824	1,204	4,427	11,228
	max.	54,021	41,010	31,067	15,960	36,458	64,287
	min.	25,821	20,436	18,390	11,317	23,340	11,228

Jak je vidět z výše uvedených tabulek rozdíl mezi hodnotami výrobních směrů MDF není opět nijak dramatický, u překližky je tomu zcela naopak. Hodnoty zjištěné v prvním vlhkostním stupni se zhoršili oproti hodnotám v posledním vlhkostním stupni o 14 % pro podélný směr, o 2 % pro příčný. Pro překližku to znamenalo pokles 25 % pro podélný směr a 12 % pro příčný směr. V oblasti sorpce došlo k poklesu pevnosti v ohybu u podélného směru o 44 % pro MDF a 46 % pro PDP u příčného směru činil pokles 40 % u MDF, 36 % u PDP.

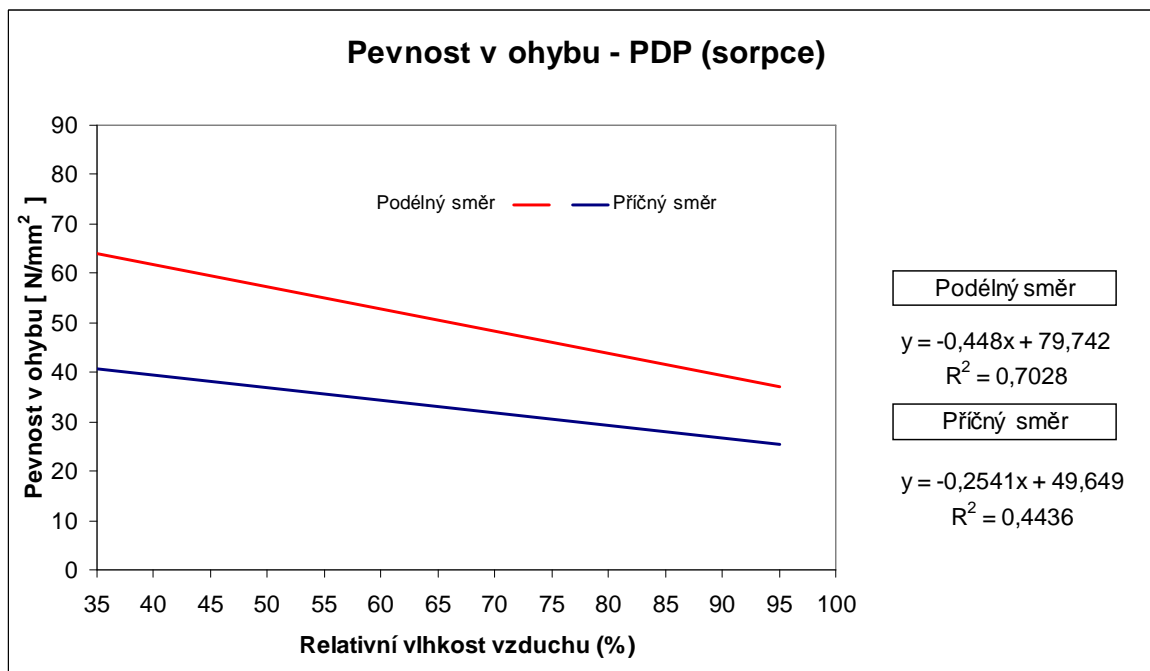
Obr. 5.2.1 Vliv vzdušné vlhkosti na pevnost v ohybu MDF – oblast sorpce



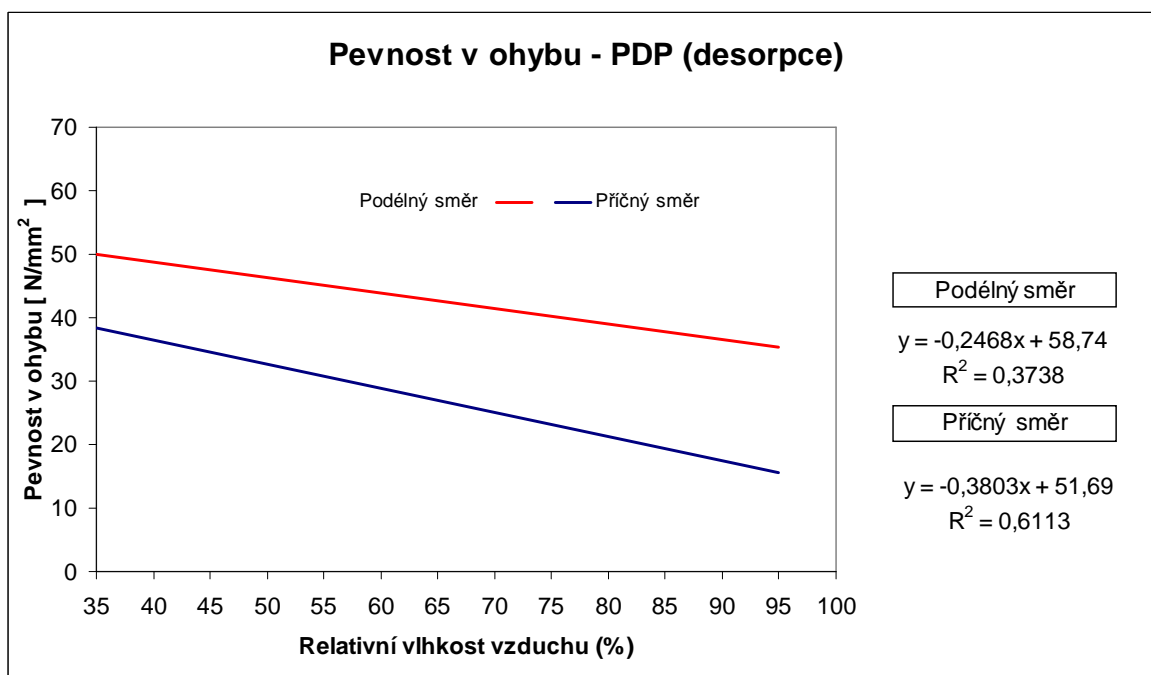
Obr. 5.2.2 Vliv vzdušné vlhkosti na pevnost v ohybu MDF – oblast desorpce



Obr. 5.2.3 Vliv vzdušné vlhkosti na pevnost v ohybu PDP – oblast sorpce



Obr. 5.2.4 Vliv vzdušné vlhkosti na pevnost v ohybu PDP – oblast desorpce



MDF deska má celkem nesouměrný vztah mezi výrobními směry. Závislost při sorpci dosahuje 50 % v případě podélného směru, v případě druhého směru nedosahuje ani 40 % . U desorpce je závislost výrobních směrů zcela opačná.

Prekližka má závislost pevnosti v ohybu při sorpci až 70% pro pod. směr , větší závislost se ukázala i v desorpci pro příčný směr – 60%. Závislost zbývajících směrů v obou cyklech je jen 40 %.

5.3 Maximální zatížení

Tab 5.3.1 a), b) Hlavní statistické ukazatele pro max. zatížení pro MDF

a)		MDF - podélný směr					
Stat. ukazatele		Sorpce			Desorpce		
		35%	65%	95%	95%	65%	35%
	x [N]	1198,511	1117,500	501,781	538,056	928,927	1086,869
	v [%]	7,297	6,836	4,551	5,311	6,519	6,392
	s	87,460	76,388	22,834	28,576	60,552	69,473
	max.	1320,708	1220,581	547,349	567,551	1046,844	1206,566
	min.	1008,207	965,910	466,414	478,030	811,743	975,253

b)		MDF - příčný směr					
Stat. ukazatele		Sorpce			Desorpce		
		35%	65%	95%	95%	65%	35%
	x [N]	1186,591	1122,450	497,841	516,781	891,124	1035,947
	v [%]	9,379	5,220	9,266	8,996	9,408	8,270
	s	111,295	58,591	46,129	46,488	83,833	85,673
	max.	1416,036	1216,288	539,899	603,409	1053,536	1178,410
	min.	1021,970	1003,031	410,480	425,505	764,394	876,010

Tab 5.3.2 a), b) Hlavní statistické ukazatele pro max. zatížení pro PDP

a)		PDP - podélný směr					
Stat. ukazatele		Sorpce			Desorpce		
		35%	65%	95%	95%	65%	35%
	x [N]	1766,490	1609,849	1013,599	969,369	1359,874	1711,768
	v [%]	12,329	6,662	4,677	4,308	7,340	7,457
	s	217,793	107,244	47,408	41,763	99,813	127,650
	max.	2107,576	1786,112	1079,293	1019,445	1560,607	1861,743
	min.	1309,091	1461,112	934,849	879,672	1221,970	1479,925

b)		PDP - příčný směr					
Stat. ukazatele		Sorpce			Desorpce		
		35%	65%	95%	95%	65%	35%
	x [N]	1242,197	1181,452	767,576	516,781	1055,792	1232,589
	v [%]	9,672	7,764	5,311	8,996	4,194	8,197
	s	120,149	91,730	40,765	46,488	44,284	101,030
	max.	1476,137	1326,894	821,844	603,409	1139,899	1393,940
	min.	980,682	1022,728	680,177	425,505	991,415	1070,455

Mezi průměrnými hodnotami v prvním a posledním vlhkostním stupni činí pokles pro MDF 9 % pro podélný směr a 12 % pro příčný. U překližky je rozdíl v podélném směru 3 % , 0,7 % pro příčný. V oblasti sorpce došlo k poklesu tíkajícího se průměru u podélného směru pro MDF o 60 % , u PDP o 40 % . U příčného směru je posun o 60 % u MDF a pro PDP o 40 % .

Analýza závislosti prokázala 70 % závislost při sorpci příčného i podélného směru u MDF. Při desorpci závislost dosahuje téměř 90 % . Překližka se zachovala velmi podobně při sorpci i desorpci jako MDF. Závislost maximálního zatížení je téměř totožná.

5.4 Maximální průhyb

Tab 5.4.1 a), b) Hlavní statistické ukazatele pro max. průhyb pro MDF

a)		MDF - podélný směr					
Stat. ukazatele		Sorpce			Desorpce		
		35%	65%	95%	95%	65%	35%
	x [mm]	10,241	13,661	32,732	32,761	20,443	13,943
	v [%]	4,954	7,165	8,439	5,719	4,202	6,892
	s	0,507	0,979	2,762	1,874	0,859	0,961
	max.	11,051	14,489	37,397	35,386	22,303	15,964
	min.	8,938	11,749	28,419	28,773	19,206	12,821

b)		MDF - příčný směr					
Stat. ukazatele		Sorpce			Desorpce		
		35%	65%	95%	95%	65%	35%
	x [mm]	9,902	12,713	31,218	30,538	18,739	12,266
	v [%]	6,538	5,469	7,981	8,261	8,138	6,599
	s	0,647	0,695	2,492	2,523	1,525	0,809
	max.	11,086	13,609	34,928	36,056	21,545	13,588
	min.	8,927	11,476	26,166	26,907	16,139	10,946

Tab 5.4.2 a), b) Hlavní statistické ukazatele pro maximální průhyb pro PDP

a)		PDP- podélný směr					
Stat. ukazatele		Sorpce			Desorpce		
		35%	65%	95%	95%	65%	35%
	x [mm]	10,173	11,192	14,753	14,880	11,973	10,513
	v [%]	16,590	14,389	14,372	8,010	18,811	9,771
	s	1,688	1,610	2,120	1,192	2,252	1,027
	max.	13,154	14,061	18,408	16,395	16,353	12,218
	min.	7,205	9,140	10,860	12,836	8,460	8,661

b)		PDP- příčný směr					
Stat. ukazatele		Sorpce			Desorpce		
		35%	65%	95%	95%	65%	35%
	x [mm]	10,471	12,604	18,060	30,538	15,907	11,559
	v [%]	14,154	15,217	14,662	8,261	13,637	13,736
	s	1,482	1,918	2,648	2,523	2,169	1,588
	max.	13,417	15,862	22,100	36,056	20,256	13,777
	min.	8,109	9,101	13,439	26,907	12,609	9,356

Hodnoty popisující maximální průhyb vzrostli po prodělání zkušebního cyklu o 26 % pro podélný výrobní směr MDF, pro příčný směr o 19 %. Vzdávající tendenci projeví také hodnoty pro PDP. Růst činil v podélném směru 3 % a 9 % v příčném. V oblasti sorpce hodnoty maximálního průhybu vzrůstají pro podélný směr o 70 % u MDF a pro PDP o 30 %. Pro příčný směr je to růst hodnot o 70 % u MDF a 44 % u PDP.

Maximální průhyb projevil na relativní vlhkosti vzduchu u MDF 80 % závislost v sorpci pro oba výrobní směry, desorpce až 90 %. Výsledky u překližky jsou více rozmanité. Podélný směr v obou stádiích cyklu ukazuje po lineární regrese pouze 50 % závislost, v sorpční oblasti dosahuje příčný směr 60 %. Za to v příčném směru v desorpční fázi vychází závislost 80 %.

5.4 Charakteristika lomu zkušebních těles

Při zatěžování zkušebních těles nedošlo u žádného k úplnému rozlomení u obou materiálů. Zkušební vzorky zhotovené z MDF měly lomovou hranu na tahové straně jasně ohraničenou. Destrukce vzorku způsobila roztrhnutí vrstev materiálu zhruba uprostřed tloušťky materiálu. Tyto trhliny se rozcházely od místa působení hlavy zkušebního stroje dvěma způsoby. V prvním případě se trhlina rozvinula cca 40 – 50 mm jednostranně směrem od zkušební hlavy. V druhém případě se trhlina rozvinula oboustranně od zkušební hlavy, cca 40 mm na každou stranu. Vzorky klimatizované při relativní vlhkosti vzduchu 95 % měly jiný charakter lomu. Trhliny viditelné na bocích vzorků se více soustředily v místě tlakové zkoušky. Od tohoto místa nedosahovali dále než 20 mm na obě strany.

Zkušební vzorky z překližky měli lomovou hranu na tahové ploše nesouměrnou, díky odtrhujícím se vláknům. Na tlakové ploše vzorku vznikl při zkoušení zřetelný otisk zkoušecí hlavy. Při zkoušení došlo k prasknutí 4 dýh na tahové straně vzorku až ke středové dýze, která zůstala už v celku. V prostoru pod středovou dýhou, kde ústí prasklina došlo k rozvinutí trhliny mezi středovou dýhou a vnějšími dýhami. Tato trhlina sahá zhruba 20 - 30 mm od místa působení zkoušecí hlavy, jednostranně i oboustranně. Při vyšší vlhkosti vzduchu se po destrukci vzorku nevyvinula tak výrazná trhlina v prostoru středové dýhy. Fotodokumentace lomu je součástí přílohy.

Napadení plísní

Při prvním naklimatizování zkušební kabiny na relativní vlhkost vzduchu 95 % došlo k napadení vzorků plísní. Zasaženy byly zejména vzorky MDF. Vzorky překližky byly napadeny v menší míře a to na hranách, kde je odhalené dřevo. Vzorky MDF byly napadeny na všech plochách. V obou případech se jednalo pouze o povrchové napadení. Vzorky byly tedy ošetřeny standardním prostředkem proti plísním. Intenzita ani trvání napadení nezpůsobilo degradaci materiálu, které by mělo vliv na mechanické vlastnosti materiálu.

6. Závěr

Zkoušení prokázalo jasný vliv cyklických změn vlhkosti vzduchu na měřené mechanické vlastnosti. Ovlivnění mechanických vlastností se podle očekávání projevilo zcela diametrálně pro oba zkoušené materiály. Modul pružnosti v ohybu MDF desky, byl působením vzdušné vlhkosti bezesporu ovlivněn nejvíce. U překližky se tak jasná vazba modulu v ohybu neobjevila, přesto byla celkem výrazná. Jistou výjimkou byly výsledky příčných vzorků při desorpci. Pevnost v ohybu není výrazně ovlivněna klimatizováním vzorků. U MDF desky pevnost v ohybu reagovala při sorpci v podélném směru výrazněji, v desorpční části pevnost MDF reaguje zcela opačně. Pevnost v ohybu překližky se díky její konstrukci projevila zcela rozdílně výrobními směry. Při sorpci se zdá citlivější na vlhkost ve vzduchu z titulu pevnosti v ohybu podélný výrobní směr. Prokazuje asi největší závislost pro obě fáze klim. cyklu. Na rozdíl od desorpční části, kde více reagoval příčný směr. Maximální zatížení působící na zkušební vzorky obou materiálů projevilo viditelnou závislost na kolísání vlhkosti vzduchu. MDF projevila souměrnou reakci ve podélném i příčném výrobním směru, při sorpci i desorpci. Reakce na klimatizované prostředí se promítla u překližky téměř stejně. Maximální průhyb zkušebních vzorků se projevil u MDF desky jako velmi závislý na vlhkovních změnách prostředí. Průhyb u překližky je velmi závislý pouze u příčného směru v desorpční části cyklu.

Hodnoty naměřené při zkoušení se rozcházejí se současnými hodnotami udávanými v technických listech obou materiálů. Pokud bereme v potaz hodnoty ve vlhkovním stupni s 65 % , v sorpční části. Tedy podmínek normy ČSN EN 310. Zatímco modul pružnosti překližky v podélném výrobním směru se pohybuje v uspokojivé míře rozdílu oproti mým hodnotám, v příčném směru je hodnota v technickém listu o polovinu menší. U pevnosti v ohybu překližky je mnou měřená hodnota téměř o polovinu menší oproti uváděné hodnotě výrobce pro podélný výrobní směr, příčný směr už tak rozdílný není. U MDF se hodnoty pro pevnost v ohybu rozchází o třetinu ve prospěch hodnot výrobce. U modulu pružnosti je nárůst hodnot uváděný výrobcem čtvrtinový. Důvodem může být, že desky jsou starší než současné technické listy. Nebo jiné nastavení zkušebního stroje a podmínek zkoušky.

Vzorky obou materiálů, jak MDF desky tak překližky, prokázali bezesporu interakci mezi mechanickými vlastnostmi zkoušených materiálů a cyklickými změnami relativní vlhkosti vzduchu v prostoru, kde jsou uskladněny.

7. Abstrakt

Tato práce posuzuje vztah mezi relativní vlhkostí vzduchu a mechanickými vlastnostmi testovaných deskových materiálů.

Cíl této práce je zjistit změny určitých mechanických vlastností v závislosti na relativní vlhkosti prostředí. Pro testování byly zvoleny dva deskové materiály, foliovaná překližovaná deska a MDF deska.

Pro výběr vzorku byla použita norma ČSN EN 316/1. Pro zkoušení modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu byly použity ČSN EN 310.

Výsledky byly zjišťovány pomocí softwaru zkušebního stroje. Tyto výsledky se týkaly hodnot pro modul pružnosti v ohybu, pevnost v ohybu, maximálního zatížení a maximálního průhybu. U výsledků bylo zohledněno, jestli se jedná o podélný nebo příčný výrobní směr deskového materiálu.

Klíčová slova: pevnost v ohybu, modul pružnosti v ohybu, MDF, překližka, vliv vlhkosti

This thesis judge relation between relative humidity of air and mechanical properties of tested board materials.

Goal of this work is to find out changes specific mechanical properties in dependence on relative humidity of air in environment. For testing was choose two board materials, film faced plywood and MDF – board.

For sampling was used czech norm ČSN EN 316/1. For finding of modulus in bend and bendig strenght was used czech norm ČSN EN 310 .

For final results was used readigs with software used by bending machine. This readings was collected for modulus in bend, bendig strenght, maximal load strenght and maximal sag. Readigs was related to lengthwise and across production directions of boards.

Key words: bendig strenght, modulus in bend, MDF, plywood, influence of moisture

8. Seznam literatury

- [1] Dr. Ing. Jaroslav Hrázsky, Dr. Ing. Jan Král, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2000,
Technologie výroby aglomerovaných materiálů, ISBN 80 – 7157 – 428 - 7
- [2] Prof. Ing. Juraj Manut, CSc. - doc. Ing. Roman Réh, CSc.
- doc. Ing. Jozef Víglaský, CSc., Technická univerzita ve Zvolene, 2004,
Kompozitné drevené materiály časť I. – Dýhy a preglejované výrobky,
ISBN 80-228-1324-9
- [3] ČSN EN 326 /1
- [4] ČSN EN 310

9. Seznam grafických prací

Obrázky:

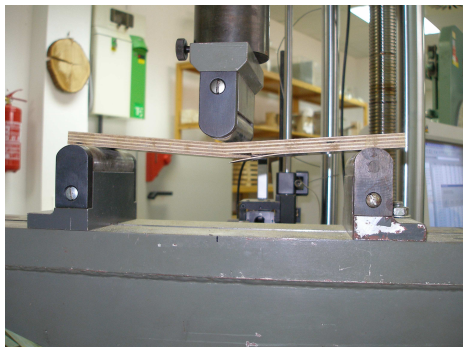
- Obr 2.3.1 MDF desky LUHOPOL z DDL Lukavec,
zdroj : Prezentační brožura DDL Lukavec
- Obr. 2.3.2.1 schéma pračky štěpek firmy „Sunds Defibrator“
zdroj: Dr. Ing. Jaroslav Hrázsky ,Technologie výroby aglomerovaných
materiálů, 2000
- Obr. 2.3.2.2 Schéma jednocestné bubnové sušárny „Kvaerner“
zdroj: Dr. Ing. Jaroslav Hrázsky ,Technologie výroby aglomerovaných
materiálů, 2000
- Obr. 4.3.1 Uspořádání zkoušky
zdroj: ČSN EN 310
- Obr. 5.1.1: Vliv vzdušné vlhkosti na modul pružnosti v ohybu MDF – oblast sorpce
zdroj: Práce autora
- Obr. 5.1.2: Vliv vzdušné vlhkosti na modul pružnosti v ohybu MDF – oblast desorpce
zdroj: Práce autora
- Obr. 5.1.3: Vliv vzdušné vlhkosti na modul pružnosti v ohybu PDP – oblast sorpce
zdroj: Práce autora
- Obr. 5.1.4: Vliv vzdušné vlhkosti na modul pružnosti v ohybu PDP – oblast desorpce
zdroj: Práce autora
- Obr. 5.2.1 Vliv vzdušné vlhkosti na pevnost v ohybu MDF – oblast sorpce
zdroj: Práce autora
- Obr. 5.2.2 Vliv vzdušné vlhkosti na pevnost v ohybu MDF – oblast desorpce
zdroj: Práce autora
- Obr. 5.2.3 Vliv vzdušné vlhkosti na pevnost v ohybu PDP– oblast sorpce
zdroj: Práce autora
- Obr. 5.2.4 Vliv vzdušné vlhkosti na pevnost v ohybu PDP – oblast desorpce
zdroj: Práce autora

Tabulky:

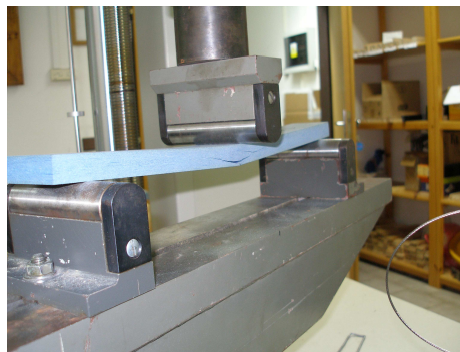
Tab. 2.2.1	Produkce MDF v m ³ některých evropských zemí a států severní Ameriky zdroj: www.fao.org – stránky Food and Agriculture Organization of the United Nations
Tab. 3.2.1	Produkce překližky v některých evropských zemích a sev. Americe zdroj: www.fao.org – stránky Food and Agriculture Organization of the United Nations
Tab. 4.1.1	Základní údaje překližky PlomaFoil zdroj: Technický list překližky PlomaFoil (2011)
Tab. 4.1.2	Základní údaje MDF desky Lohopol zdroj: Technický list PlomaFoil (2011)
Tab. 4.2.1	Průběh klimatizačního cyklu zdroj: Práce autora
Tab. 5.1.1 a), b)	Hlavní statistické ukazatele pro modul pružnosti v ohybu MDF zdroj: Práce autora
Tab. 5.1.2 a), b)	Hlavní statistické ukazatele pro modul pružnosti v ohybu PDP zdroj: Práce autora
Tab. 5.2.1 a), b)	Hlavní statistické ukazatele pro pevnost v ohybu MDF zdroj: Práce autora
Tab. 5.2.2 a), b)	Hlavní statistické ukazatele pro pevnost v ohybu PDP zdroj: Práce autora
Tab 5.3.1 a), b)	Hlavní statistické ukazatele pro max. zatížení pro MDF zdroj: Práce autora
Tab 5.3.2 a), b)	Hlavní statistické ukazatele pro max. zatížení pro PDP zdroj: Práce autora
Tab 5.4.1 a), b)	Hlavní statistické ukazatele pro max. průhyb pro MDF zdroj: Práce autora
Tab 5.4.2 a), b)	Hlavní statistické ukazatele pro max. průhyb pro PDP zdroj: Práce autora

10. Přílohy

Fotodokumentace:



Zkušební těleso z MDF při zkoušení



Zkušební těleso z MDF při zkoušení



Detail lomu u zkušebních vzorků
MDF



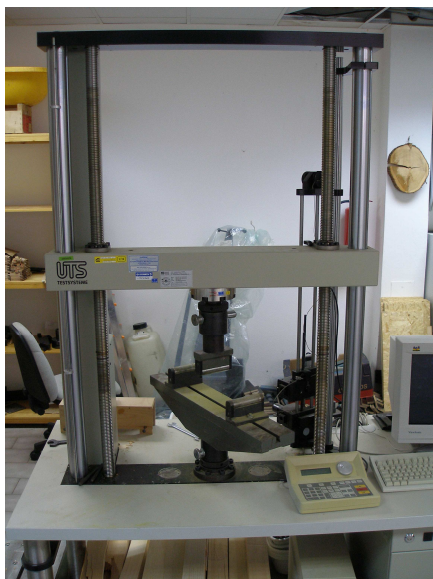
Detail lomu u zkušebních vzorků
PDP



Napadení plísní



Vzorky připravené v klimatizační
komoře



Zkušební stroj UTS



Klimatizační komora

Technický list MDF :



1.6.2011

Technický list – LUHOPOL MDF deska typ Standard
Technical Data Sheet – LUHOPOL MDF Board type Standard

MDF desky jsou určeny pro použití pro nenosné účely v nábytkářství, truhlářství, frézářských dílnách a další použití v interiéru. Struktura desek umožňuje kvalitní zpracování povrchu frézováním a lakováním. Hladký povrch (upravený broušením), pevné hrany, homogenost a výborná obrábělnost patří ke skvělým vlastnostem tohoto výrobku. Ve všech parametrech vyhovují normám [EN 622-1](#) a [EN 622-5](#).

Základní formát: 2.750 x 1.840 mm

Skladový program v těchto tloušťkách: 8, 10, 12, 15, 16, 18, 19, 22, 24, 25, 28, 30, 32, 36, 38 a 40 mm

Ostatní tloušťky do 4 týdnů při odběru minimálně 50m³

Tloušťka <i>Thickness</i>	[mm]	> 9 - 12	> 12 - 19	> 19 - 30	> 30 - 40	Zkušební metoda <i>Test method</i>
Hustota Tolerance hustoty $\pm 7\%$ <i>Density</i> <i>Density tolerance</i>	[kg/m ³]	770	750	720	650	ČSN EN 323
Bobtnání po 24 hod <i>Thickness swelling 24 hrs</i>	[%]	15	12	10	8	ČSN EN 317
Rozlupčivost <i>Internal bond strength</i>	[N/mm ²]	0,60	0,55	0,55	0,50	ČSN EN 319
Pevnost v ohybu <i>Bending strength</i>	[N/mm ²]	32	30	24	18	ČSN EN 310
Modul pružnosti v ohybu <i>Modulus of elasticity in bending</i>	[N/mm ²]	3200	3000	2400	2000	ČSN EN 310
Tolerance tloušťky <i>Thickness tolerance</i>	[mm]	±0,20		±0,30		ČSN EN 324-1
Rozměrové tolerance <i>Size tolerance</i>		±2,00 mm/m, max. 5 mm				ČSN EN 324-1
Tolerance pravouhlosti <i>Squareness tolerance</i>		2,0 mm/m				ČSN EN 324-2
Tolerance přímosti boků <i>Edge straightness tolerance</i>		1,5 mm/m				ČSN EN 324-2
Obsah písku, váhově <i>Sand content, weight</i>	[%]	≤ 0,03				ISO 3340
Absorpce povrchu <i>Surface absorption</i>	[mm]	> 150	---			ČSN EN 382-1
Vlhkost <i>Moisture content</i>	[%]	4 - 9				ČSN EN 322
Obsah formaldehydu <i>Formaldehyde content</i>		CARB (Phase 2) – IKEA (IOS-MAT-0003)				ČSN EN 120 ASTM E 1333/ASTM D 6007
		Perforátorová hodnota <i>Perforator value</i>	≤ 5 mg/100g			
Emise formaldehydu <i>Formaldehyde emission</i>		Emisní hodnota <i>Emission value</i>	≤ 0,11 ppm			ČSN EN 120 ČSN EN 717-1
		Třída E1 (EN 622-1) <i>Class E1</i>				
		Perforátorová hodnota <i>Perforator value</i>	≤ 8 mg/100g			
		Emisní hodnota <i>Emission value</i>	≤ 0,124 mg/m ³			
Standardní broušení <i>Standard sanding</i>		K150				---
Reakce na oheň dle ČSN EN 13 986 <i>Reaction to fire according</i>		D-s2,d0				---

FÓLIOVANÉ PŘEKLIŽOVANÉ DESKY

pro použití ve vlhkém a venkovním prostředí PN 003-49-**, PN 023-49-**

identifikace výrobku

- Podniková norma navazuje na ČSN EN 636(49 2419).
- Překližované desky se vyrábějí z loupaných dýh jehličnatých a listnatých dřevin, plošně lisované. Na úpravu povrchu se používá papír impregnovaný fenol-formaldehydovou pryskyřicí (fólie). Označení určené použití podle ČSN EN 636 - "G" - pro všeobecné účely.
- Vyrábějí se v provedeních:
 - a) **AUTOMOTIVE**
 - KOMBI - první dvě dýhy pod fólií jsou bukové, ostatní dýhy se pravidelně střídají - měkké a tvrdé dřeviny.
 - CELOBUKOVÁ - pouze buková dýha.
 - Desky se vyrábí v provedení obě strany hladké nebo jedna strana hladká a druhá strana protiskluz. Protiskluz může být v provedení hrubé síto TAHOKOVST/8 ø 3mm nebo jemné síto oko 1,09 x 1mm.
 - b) **CONSTRUCTION**
 - KOMBI - první dýha pod fólií je buková, ostatní dýhy se pravidelně střídají - měkké a tvrdé dřeviny.
 - CELOTOPOLOVÁ - pouze topolová dýha.
 - Desky se vyrábí v provedení obě strany hladké.
- Vyrábějí se ve dvou jakostech: **Jakost I.** - AUTOMOTIVE
Jakost II. - CONSTRUCTION
- Na lepení jednotlivých vrstev dýh se používá vhodné vodovzdorné lepidlo. Kvalita lepení musí splnit požadavky třídy lepení 3 podle ČSN EN 314-2 (AW 100).
- Třída úniku formaldehydu E1 podle ČSN EN 636.
- Třída reakce na oheň podle ČSN EN 13986 "D-s2, d0" (eurotřídy definovány v EN 13501-1).
- Třída ohrožení 3 podle ČSN EN 335-3 (venkovní prostředí). Těmito podmínkami je charakterizována odolnost proti přímé povětrnosti a působení tekoucí vody nebo vodní páry volně na vzduchu.

Tloušťka (mm) Thickness (mm) / Spessori (mm)	Formát (cm) Size (cm) / Formati (cm)
6; 9; 12; 15; 18; 21; 24 25; 27; 30; 35; 40; 45; 50	125 x 250 150x250

- Jiné tloušťky a formáty popř. přířezy po dohodě výrobce se zákazníkem.
Other thicknesses and sizes available upon agreement with manufacturer.
Altri spessori ed altri formati eventualmente tagliati a misura diverse di comune accordo del produttore con il cliente.

zkoušení výrobku

- Na výrobek vydal výrobce ES Prohlášení o shodě.
- Podle § 5 odst. 1, písm. d) nařízení vlády č. 190/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů a v souladu se směrnicí 89/106/EHS vydala Notifikovaná osoba č. 1393 ES certifikát shody č. 1393-CPD-0009 na výrobek překližovaná deska pro venkovní použití jako nosný prvek (EN 636-3) z 29.06.2004.
- Podle § 5 odst. 1, písm. d) nařízení vlády č. 190/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů vydal FMPA Stuttgart certifikát č. ÚZ-BWU 03-I 14.01.11 z 25.04.2003 na „stavební překližku vyráběnou podle DIN 68705 část 3.
- BUREAU VERITAS Certification, s.r.o. provedl posouzení systému jakosti dle ČSN EN ISO 9001:2009 a vydal certifikát č. 10000502 z 29.7.2010.
- BUREAU VERITAS Certification, s.r.o. vydal certifikát č. 10000077/A a tímto osvědčuje, že proces ověřování spotřebitelského řetězce dřeva C-o-C (v rámci platných pravidel PEFC Česká republika) v PLOMA,a.s. byl posouzen a shledán ve shodě s požadavky CFCS 1004:2006, revize 3.

použití výrobku

- Překližky s hladkou fólií hlavně pro betonářské účely, bočnice přívěsných vozíků a jiné vhodné použití.
- Protiskluzovou úpravu lze použít na ložnou plochu přívěsných vozíků a nákladních vozidel za těchto podmínek:
 - úpravy ložných ploch za pomoci překližky doporučujeme konzultovat s výrobcí těchto dopravních prostředků
 - nedoporučujeme posouvání nákladu po ložné ploše
- Při použití překližek na podlahy silničních vozidel je přenos svislého zatížení závislý na vhodném rozložení podpor (podélníků a příčníků) v podlaze.

Technický list PDP 2/2

přeprava, manipulace, skladování

- Výrobek je možné přepravovat na dopravních prostředcích, který je zajištěn proti povětrnostním vlivům. Musí být uloženy na plochu na dřevěných prokladech stejné tloušťky. Jednotlivé svazky musí být zajištěny proti posunutí během přepravy. Svazek je výrobcem zapáskován ocelovou páskou. Na požádání a po dohodě může být provedeno páskování podélným směrem, aby se zabránilo posunutí jednotlivých desek ve svazku vůči sobě. Doporučujeme, aby přepravce použil k fixaci svazků na ložné ploše dopravního prostředku upevňovacích pásů. Výrobky se skládají v uzavřených prostorech na rovných pevných podložkách na plochu. Jednotlivé svazky musí být ve stozích proloženy třemi proklady stejné tloušťky nad sebou, aby nedocházelo k deformacím. Je třeba dbát na to, aby byly chráněny před přímým teplem vyhřevných těles.

likvidace odpadu

- Odpady vzniklé při zpracování lze zařadit podle Vyhlášky ministerstva životního prostředí č. 381/2001 Sb. (Katalog odpadů) do skupiny 03 - odpady ze zpracování dřeva a výroby desek, nábytku, celulózy, papíru a lepenky. Druh odpadu 030105: piliny, hobliny, odřezky, dřevo, třískové desky a dýhy. Nejvhodnější způsob likvidace vzniklých odpadů je jeho další využití, spalování a skládkování (skládky skupiny S).

technické informace • Technical information • Informazioni tecniche

	tloušťka / thickness / spessore	počet vrstev / number of layers / numero di strati	objemová hmotnost / volume weight / peso volumetrico	1) plošná hmotnost / basic weight / Grammatura m ₂	2) pevnost v ohybu podél vl. / bending strength alongside fibres / resistenza alla flessione lungo le fibre	2) modul pružnosti podél vl. / modulus of elasticity alongside fibres / modulo di elasticità lungo le fibre	2) pevnost v ohybu napříč vl. / bending strength across fibres / resistenza alla flessione attraverso le fibre	2) modul pružnosti napříč vl. / modulus of elasticity across the fibres / modulo di elasticità attraverso le fibre	2) pevnost ve smyku / shearing strength / resistenza allo scorrimento	absolutní vlhkost v době dodání / humidity ratio in time of delivery / umidità assoluta al momento di consegna	3) propustnost vodní páry / factor diffusion odporu / water vapour permeability / time of delivery / permeabilità al vapore acqua / tempo di consegna alla diffusione p. vhlé, wet. umido / H stick, dry, seco	3) tepelná vodivost λ / thermal conductivity λ / conducibilità termica λ	4) číselní zvukové pohltivosti / frequency range / sound absorption factor transmission bandwidth / coefficiente di assorbimento acustico gamma di frequenza 250-500 Hz / 1000-2000 Hz	5) vzduchová neprůzračnost / air transmission loss / isolamento aereo / $(R = 17 \times \lg(m_2) + 14)$	třída reakce na oheň s výjimkou podlah / fire reaction class except floor coverings / classe di reazione al fuoco eccetto pavimenti	třída uvolňování formaldehydu EI / formaldehyde EI leakage class / classe di emissione di formaldeide EI	třída biologického ohrožení dle EN 335 / biological hazard class acc. to EN 335 / classe di rischio biologico secondo EN 335	třída lepení dle / adhesion class acc. to EN 314-2 / classe di incollaggio secondo EN 314-2	
plomaFOIL AUTOMOTIVE																			
										KOMBI / COMBINED / KOMBI									
12	7	680	8,2	70	5400	40	4000						88/218	0,16					
15	9	680	10,2										88/218	0,16					
18	11	680	12,2										88/218	0,16					
21	11	650	13,7	50	4500	40	4000						85/215	0,16					
21	13	680	14,3						0,8	5-12%			88/218	0,16	0,1/0,3				
24	13	680	16,3										88/218	0,16					
27	15	650	17,6	50	4500	40	4000						85/215	0,16					
30	17	710	21,3										90/221	0,17					
35	19	710	24,9										90/221	0,17					
plomaFOIL AUTOMOTIVE																			
										CELOBUK / ALLBEECH / TUTTO FAGGIO									
9	7	780	7,0	90	9000	40	2000												
12	9	780	9,4																
15	9	780	11,7																
18	11	780	14,0	80	8000	40	3000												
21	13	780	16,4																
24	15	780	18,7																
27	15	780	21,1						1,0	5-12%			95/228	0,19	0,1/0,3				
30	17	780	23,4																
35	19	780	27,3	60	7000	50	4000												
40	21	780	31,2																
45	23	780	35,1																
50	25	780	39,0																
plomaFOIL CONSTRUCTION																			
9	5	650	5,9										85/215	0,16					
12	8	680	8,2										88/218	0,16					
15	9	680	10,2										88/218	0,16					
18	9	650	11,7	40	4500	15	2200	0,8	5-12%				85/215	0,16	0,1/0,3				
21	11	650	13,7										85/215	0,16					
21	13	680	14,3										88/218	0,16					
24	12	710	17,0										90/221	0,17					
27	13	680	18,4										88/218	0,16					

1) průměrná hodnota, stanovena na základě měření v laboratoři PLOMA, a.s.
 2) minimální hodnota, stanovena na základě měření v laboratoři PLOMA, a.s.
 3) tabulková hodnota dle ČSN EN 13986 stanovena interpolací
 4) tabulková hodnota dle ČSN EN 13986
 5) stanoveno výpočtem podle výše uvedené rovnice dle ČSN EN 13987
 vzorec platí pro frekvenční rozsah od 1 kHz do 3 kHz a pro plošnou hmotnost > 5 kg/m²

1) average value, given on the basis of measurements implemented in PLOMA, a.s. laboratories
 2) minimum value, given on the basis of measurements implemented in PLOMA, a.s. laboratories
 3) table value, acc. to ČSN EN 13986 determined by interpolation
 4) table value, acc. to ČSN EN 13986
 5) calculated acc. to the ČSN EN 13987 formula
 The figure is applicable for transmission bandwidth from 1kHz up to 3kHz and for basic weight of > 5kg/m²

1) valore medio, definito in base di misurazioni effettuate presso il laboratorio PLOMA, a.s.
 2) valore minimo, definito in base di misurazioni effettuate presso il laboratorio PLOMA, a.s.
 3) il valore tabella secondo ČSN EN 13986
 4) il valore tabella secondo ČSN EN 13986
 5) calcolato in base all'equazione sopra data secondo ČSN EN 13987.
 La formula vale per gomma di frequenza da 1 kHz e per grammatura > 5kg/m²