



## 1. Popis testovaných beden

### Konstrukce beden:

- Typ B 3 podle HPE (ližinová bedna, plášť MFP)  
Všechna spojení: hřebíková
- Rozměry 180 x 120 x 120 cm (D x Š x V)
- Dno:
  - 3 podélné ližiny (8 x 8 cm)
  - 2 dřevěné hrany (8 x 8 cm)
  - 3 příčné ližiny (8 x 8 cm), vnější vzdálenost 40 cm
  - Prkna (tloušťka 2,4 cm)
- Stěny:
  - Laťový rám (šířka: 10 cm, tloušťka: 2,4 cm)
  - Plášť: multifunkční deska (MFP)  
Tloušťka desky 12 mm
- Víko:
  - Laťový rám (šířka: 10 cm, tloušťka: 2,4 cm)
  - Dvojitě plastové desky
  - Plášť:  
multifunkční deska (MFP)
  - Výztuhy víka (3 kusy, 8 x 8 cm, vzdálenost obou vnějších výztuh víka od čelních stěn: 20 cm)

Při výrobě beden bylo dbáno na srovnatelnost vzorků. Každá bedna byla v souladu se zadáním zhotovena z jedné šarže materiálu se stejnými konstrukčními detaily.

Prvky beden (ližiny, latě, výztuhy víka) vykazovaly při všech dodávkách a zkouškách srovnatelnou vlhkost materiálu.

Konstrukce bedny: ⇒ viz obr. 1.1-1.3 v příloze 1

## 2. Provedené zkoušky

### 2.1 Pěchovací zkoušky beden

Pro zjištění vlivu multifunkčních desek na zatížitelnost a deformaci beden byly provedeny různé pěchovací zkoušky. Tyto zkoušky simulovaly zatížení, které může vzniknout při přepravě vlivem přítomnosti jiných beden odlišného nebo stejného typu.

Všechny pěchovací zkoušky byly provedeny na základě

**DIN EN 22872** „Obaly; balení připravená k přepravě; pěchovací zkouška“, datum vydání únor 1993, postup 2 (pevná horní přítlačná deska) s použitím stroje pro zkoušky tlakem.

- Stroj pro zkoušky tlakem: Fabrikat FRANK 18537, max. přítlačná síla 200 kN
- Rychlost posuvu: 10 mm/min

#### 2.1.1 Pěchovací zkouška s rovnoměrným zatížením plochy

Podle správného způsobu přepravy by měly být bedny při přepravě a skladování zatíženy zátěží rozloženou pokud možno rovnoměrně po celé ploše víka. Pro simulaci tohoto „ideálního případu“ byly bedny zatíženy planparalelními deskami stroje pro zkoušky tlakem. Zkoušky byly provedeny ve stavu beden při dodání („suché“) a po 4týdenním skladování ve venkovním prostředí („vlhké“). Množství srážek pro období skladování jsou uvedena na straně 1 přílohy 4.

Zkoušky byly vždy prováděny až do prolomení bedny. Ze zaznamenaných diagramů průběhu síly byla určena deformace (stlačení) beden při následujícím zatížení:

- 20 kN ⇒ odpovídá u zkoušených beden s plochou víka cca. 2 m<sup>2</sup> tlaku 10 kN/m<sup>2</sup> (1 t/m<sup>2</sup>) (návrhové zatížení podle obalových směrnic HPE),
- 40 kN ⇒ odpovídá tlaku 20 kN/m<sup>2</sup> (2 t/m<sup>2</sup>) (simulace dodatečného vertikálního zatížení tíhovým zrychlením 1 g, které se může objevit při námořní přepravě).

Uspořádání při zkoušce (bedna ve stroji pro zkoušky tlakem): ⇒ viz obr. 1.4 v příloze 1

### **2.1.2 Pěchovací zkouška s 3liniovým zatížením**

Při této zkoušce bylo simulováno zatížení bednami stejného typu, pokud nejsou používány žádné vložky rozdělující zatížení. K tomu by při správném způsobu přepravy dojít, avšak v praxi je tato situace obvyklá. Na víko bedny bylo umístěno dno jiné bedny (simulace skutečným zatížením jinou, nahoře položenou bednou).

Tyto zkoušky byly také provedeny ve stavu beden při dodání („suché“) a po 4týdenním skladování ve venkovním prostředí („vlhké“).

Provedení zkoušky a její vyhodnocení odpovídá popisu v oddíle 2.1.1.

Uspořádání při zkoušce (bedna ve stroji pro zkoušky tlakem): ⇒ viz obr. 1.5 v příloze 1

### **2.1.3 Pěchovací zkouška s proměnným zatížením**

Při této zkoušce bylo simulováno dlouhodobé zatížení, k jakému může dojít v praxi při námořní přepravě.

Na základě návrhového zatížení z obalových směrnic HPE 10 kN/m<sup>2</sup> (1 t/m<sup>2</sup>) spolu s dodatečným dynamickým vertikálním zatížením 1 g při námořní přepravě byly bedny podrobeny pěchovací zkoušce s proměnným zatížením následujícím způsobem:

- cyklické zatížení mezi 20 kN a 40 kN
- počet cyklů: 1000

Byla prováděna vždy jedna pěchovací zkouška s rovnoměrným plošným zatížením a jedna s 3liniovým zatížením dle popisu v oddílech 2.1.1 a 2.1.2.

Ze zaznamenaných diagramů průběhu síly byla určena deformace (stlačení) beden po jednom cyklu a po 1000 cyklech.

## **2.2 Zkoušky materiálu**

Pro zjištění vlastností použitého dřevěného materiálu multifunkční desky (MFP) byly provedeny následující zkoušky:

- Určení tloušťkového bobtnání po 24 h uskladnění ve vodě podle **DIN EN 317**
- Určení pevnosti v ohybu podle **DIN EN 310**
  - po klimatizaci (20°C / 65 % rel. vlhkost vzduchu)
  - po 24 h uskladnění ve vodě

Uspořádání při zkoušce je uvedeno na obr. 1.9 v příloze 1.



## 2.4 Nárazová zkouška

Nárazová zkouška simuluje zatížení při překládání, které může vzniknout při manipulaci nebo při jiných zpomalujících pohybech. Byla testována pevnost stěn a hřebíkové spojení.

Všechny nárazové zkoušky byly provedeny na základě

**DIN EN 22244** Obaly; balení připravená k přepravě; horizontální nárazová zkouška (vodorovná nebo nakloněná rovina: kyvadlo), datum vydání únor 1993

na nakloněné rovině.

Výška byla stanovena podle maximální hrubé hmotnosti a rovnala se 250 mm. Balené zboží bylo simulováno granulátem, který při zkoušce díky své sypkosti vykonává tlak na stěnu ve směru nárazu a tím zatěžuje spojení stěn.

Zkušební vzorky byly testovány následujícím způsobem.

náraz na plochu čelní stěny s vnějším dřevěným hranolem  
poté  
náraz na kolmou hranu

Uspořádání při zkoušce (nárazová zkouška) ⇒ viz obr.10 v příloze 1

## 3. Výsledky zkoušek

### 3.1 Pěchovací zkouška beden s rovnoměrným zatížením plochy

#### 3.1.1 Pěchovací zkouška ve stavu při dodání (suchá)

Bedna	Maximální lomové zatížení	Délka pěchování při lomovém zatížení	Deformace (délka pěchování) při 20 kN	Deformace (délka pěchování) při 40 kN
<b>Multifunkční deska (MFP)</b> (zkušební vzorek 1)	125 kN	38 mm	11 mm	16,0 mm
<b>Multifunkční deska (MFP)</b> (zkušební vzorek 2)	116 kN	36 mm	6,0 mm	12 mm

Viz diagram 3.1 na straně 1 přílohy 3

### 3.1.2 Pěchovací zkouška po 4 týdnech skladování ve venkovním prostředí (vlhká)

Bedna	Maximální lomové zatížení	Délka pěchování při lomovém zatížení	Deformace (délka pěchování) při 20 kN	Deformace (délka pěchování) při 40 kN
<b>Multifunkční deska (MFP)</b> (zkušební vzorek 1)	68 kN	29 mm	9,5 mm	15 mm
<b>Multifunkční deska (MFP)</b> (zkušební vzorek 2)	73 kN	28 mm	7,5 mm	15 mm

Viz diagram 3.2 na straně 1 přílohy 3

### 3.2 Pěchovací zkouška beden s 3liniovým zatížením

#### 3.2.1 Pěchovací zkouška ve stavu při dodání (suchá)

Bedna	Maximální lomové zatížení	Délka pěchování při lomovém zatížení	Deformace (délka pěchování) při 20 kN	Deformace (délka pěchování) při 40 kN
<b>Multifunkční deska (MFP)</b> (zkušební vzorek 1)	97 kN	34 mm	15 mm	20 mm
<b>Multifunkční deska (MFP)</b> (zkušební vzorek 2)	88 kN	35 mm	13 mm	20 mm

Viz diagram 3.3 na straně 2 přílohy 3

#### 3.2.2 Pěchovací zkouška po 4 týdnech skladování ve venkovním prostředí (vlhká)

Bedna	Maximální lomové zatížení	Délka pěchování při lomovém zatížení	Deformace (délka pěchování) při 20 kN	Deformace (délka pěchování) při 40 kN
<b>Multifunkční deska (MFP)</b> (zkušební vzorek 1)	66 kN	44 mm	16 mm	38 mm
<b>Multifunkční deska (MFP)</b> (zkušební vzorek 2)	72 kN	44 mm	16 mm	38 mm

Viz diagram 3.4 na straně 2 přílohy 3

#### Poznámky k lomu:

Při celoplošném zatížení tlakem se neprolomil materiál desky, ale krátce před dosažením

maximální síly se uvolnilo spojení bedny na spodní hraně stěn. To mělo za následek odtlačení stěn příčnými ližinami směrem ven a jejich sklouznutí.

Při 3liniovém zatížení došlo k zatlačení příčných ližin horního dna do okraje víka. K tomu také došlo až bezprostředně před dosažením maximální síly. Následkem toho byla víka zatlačena do beden. Hřebíky spojující stěny a výztuhy víka (běžný způsob uzavření bedny) tomu mohly zabránit pouze potud, dokud nedošlo buď k vytažení hlav hřebíků stěnami nebo k vytažení hřebíků z výztuh.

Na obr. 1.6 až 1.8 v příloze 1 jsou různé **(nedokončeno? – pozn. překl.)**

### 3.3 Pěchovací zkouška s proměnným zatížením (20 kN – 40 kN) 1000 cyklů

#### 3.3.1 Pěchovací zkouška s proměnným zatížením – na celou plochu rovnoměrně ve stavu při dodání (suchá)

Bedna	Deformace (délka pěchování) po 1 cyklu	Deformace (délka pěchování) po 1000 cyklech	Deformace při zátěži po 1000 cyklech
Multifunkční deska (MFP)	16 mm	18,5 mm	2,5 mm

Viz diagram 3.5 na straně 3 přílohy 3

#### 3.3.2 Pěchovací zkouška s proměnným zatížením – 3liniové zatížení ve stavu při dodání (suchá)

Bedna	Deformace (délka pěchování) po 1 cyklu	Deformace (délka pěchování) po 1000 cyklech	Deformace při zátěži po 1000 cyklech
Multifunkční deska (MFP)	13,3 mm	14,5 mm	1,2 mm

Viz diagram 3.7 na straně 4 přílohy 3

**Poznámka:** Při zkoušce popsané v bodě 3.3.2 musel být pokus započat znovu. Nebyl však již k dispozici žádný zkušební vzorek bez zatížení. Údaje o deformaci se tedy týkají zkušební vzorku, který byl před zkouškou již zatížen.



### 3.3.3 Pěchovací zkouška s proměnným zatížením – na celou plochu rovnoměrně po 4 týdnech skladování ve venkovním prostředí (vlhká)

Bedna	Deformace (délka pěchování) po 1 cyklu	Deformace (délka pěchování) po 1000 cyklech	Deformace při zátěži po 1000 cyklech
Multifunkční deska (MFP)	15 mm	22 mm	7 mm

Viz diagram 3.6 na straně 3 přílohy 3

### 3.3.4 Pěchovací zkouška s proměnným zatížením – 3liniové zatížení po 4 týdnech skladování ve venkovním prostředí (vlhká)

Bedna	Deformace (délka pěchování) po 1 cyklu	Deformace (délka pěchování) po 1000 cyklech	Deformace při zátěži po 1000 cyklech
Multifunkční deska (MFP)	22 mm	32 mm	10 mm

Viz diagram 3.8 na straně 4 přílohy 3

#### Vyhodnocení:

Všechny zkušební vzorky přestály zkoušku bez průlomu. Po zkoušce nebyly zjištěny žádné poškozené spoje ani nadměrné deformace.

Pro stanovení, zda má proměnné zatížení negativní vliv na pevnost beden, byly některé zkušební vzorky po zkoušce proměnným zatížením podrobeny dodatečně zatížení pěchováním až do průlomu. Bylo zjištěno, že 1000 cyklů proměnného zatížení nevedlo k výraznému snížení lomového zatížení.

## 3.4 Zkoušky materiálu

### 3.4.1 Tloušťkové bobtnání po 24 h uskladnění ve vodě

Testování bylo podrobena celkem 24 vzorků. Výsledná střední hodnota se rovnala 10,9 %

Jednotlivé výsledky jsou graficky znázorněny v příloze 2.

### 3.4.2 Pevnost v ohybu dle DIN EN 310

V následující tabulce jsou shrnuty střední hodnoty výsledků zkoušky:

Materiál		Klimatizace 20°C / 65%	po 24 h uskladnění ve vodě
MFP	Pevnost v ohybu	23 N/mm <sup>2</sup>	10,2 N/mm <sup>2</sup>
	Protážení při přelomení	5,4 mm	9,8 mm

Jednotlivé výsledky jsou uvedeny v příloze 5.

### 3.4.3 Zkoušky spojů (hřebíková spojení)

V následující tabulce jsou shrnuty výsledky zkoušek spojů (střední hodnoty vždy nejméně ze 3 měření):

Zkouška Stav dřeva	Hloubka hlavy hřebíku [mm]	Počet hřebíků na místo spojení	Materiál	Maximální síla [N]	Protážení/vytažení při maximální síle [mm]
Protážení Suché	0	2	MFP	3000	3,0
Protážení Suché	5	2	MFP	2300	2,6
Protážení Mokrý	0	2	MFP	3200	5,0
Protážení Mokrý	5	2	MFP	2500	3,8
Střih Suché	0	2 x 2	MFP	7800	13,4
Střih Suché	5	2 x 2	MFP	6600	10,4
Střih Mokrý	0	2 x 2	MFP	8000	15,6
Střih Mokrý	5	2 x 2	MFP	8400	12,5

Viz diagram 3.9 až diagram 3.16 na stranách 5 až 8 přílohy 3



- Použité hřebíky: hřebíky pro strojní sbíjení (rýhované),  
délka: 80 mm, průměr hlavy 7 mm
- Stav materiálu
  - Stav při dodání: suchý
  - Po 24 h uskladnění ve vodě: mokrý

### 3.5 Nárazová zkouška

Všechny zkušební vzorky přestály nárazové zkoušky bez významného poškození. Ani v materiálu stěn, ani v místech spojení nedošlo k průlomu. Při nárazových zkouškách nebyly zjištěny vlastnosti odlišné od jiných materiálů používaných pro pláště.

## 4 Vyhodnocení výsledků

Všechny zkušební vzorky měly stejné konstrukční detaily. Bedny tak byly do značné míry srovnatelné.

Prvky beden (ližiny, latě, výztuhy) vykazovaly u všech dodávek srovnatelnou vlhkost materiálu, takže absolutní hodnoty pro hodnocení mohly být posuzovány bez uvážení okolností.

Z výsledků zkoušek lze vyvodit následující:

Materiál multifunkčních desek (MultiFunktionsPlatte - MFP) firmy Pfleiderer v zásadě vyhovuje - na základě správného způsobu přepravy - požadavkům obalové směrnice HPE.

Při pěchovacích zkouškách s rovnoměrným zatížením plochy a při zatížení bednami stejného typu v suchém a vlhkém stavu bylo dosaženo hodnot maximálních lomových zatížení vyšších než hodnoty, které uvádí obalová směrnice HPE.

Zkoušky s proměnným zatížením nevedly k únavovým jevům.

Při skladování ve venkovním prostředí se sice ukázaly rozdíly v maximálním lomovém zatížení, ale ne v deformaci. Délky pěchování při průlomu s přibývajícím vlhkostí nerostly.

Zatížitelnost beden však nezávisí pouze na materiálu, ale také na pevnosti spojení, protože hřebíková spojení přebírají velkou část zátěže.

Výsledky zkoušek hřebíkových spojení byly rovnocenné výsledkům zkoušek pro jiné materiály beden.

Při určování pevnosti v ohybu nebylo třeba dbát na směr výroby. Materiál desek je ve všech směrech téměř homogenní. Zkoušené vzorky byly vyříznuty z několika zbytků desek bez ohledu na směr výroby. Diagramy neukazují na žádné výrazné „vybočení“, které by znamenalo nehomogenitu.



Strana 12 zkušebního protokolu č. 5896/06

Vedoucí institutu

Referent

Prof. Dr. H. Kontny

Dipl.-Ing. S. Tiedemann