

PODKLADY PRO DIMENZOVÁNÍ NOSNÉHO BEDNĚNÍ PODLAH A REGÁLŮ Z DESEK OSB/3 *Sterling*

Objednavatel: **M.T.A., spol. s r.o.**, Pod Pekárnami 7, 190 00 Praha 9

Zpracoval: Ing. Bohumil Koželouh, CSc.

znalec v oboru stavebnictví - stavební materiál
se specializací použití dřeva a materiálů na bázi
dřeva na nosné konstrukce

Podklady obsahují 9 stran formátu A4

Brno, duben 2001

Základní údaje

Objednavatel: M.T.A., spol. s r.o., Pod pekárnami 7, 190 00 Praha 9
zástupce pro věcné jednání: Ing. Ladislav Kubů

Zpracovatel: Ing. Bohumil Koželouh, CSc., znalec v oboru stavebnictví, odvětví stavební materiál, se specializací použití dřeva a materiálů na bázi dřeva na nosné konstrukce

pracoviště: Oblá 33, 634 00 Brno 34
telefon: 05-47222645, mobil: 0603430888

Cílem řešení je stanovení podkladů (tabulek) pro dimenzování nosného bednění pro podlahy a regály z desek na bázi dřeva Sterling OSB/3 pro navrhování podle ČSN 73 1701.

Podklady byly vypracovány na základě dohody objednavatele a zpracovatele ze dne 8.2.2001 a objednávky M.T.A spol. s r.o., ze dne 22.3.2001.

Brno, 5.4.2001

Znalecká doložka

*Znalecký posudek jsem podal jako znalec jmenovaný rozhodnutím Krajského soudu Brno ze dne. 3. března 1997, č.j. Spr 2049/96 pro základní obor **stavebnictví**, odvětví stavební materiál, se specializací použití dřeva a materiálů na bázi dřeva na nosné konstrukce.*

Podklady pro dimenzování nosného bednění podlah a regálů

Všeobecně o deskách OSB

Deska na bázi dřeva OSB (podle anglického názvu Oriented Strand Board) je ve smyslu ČSN EN 300 vícevrstvá (zpravidla třívrstvá) deska vyrobená z podélných plošných dřevěných „třísek“ (strands \approx proužků/pásků) a lepidla, lisováním za vysokého tlaku a teploty. Desky jsou běžně lepeny fenolformaldehydovým lepidlem v práškové formě, jehož váhový podíl je pouze \approx 2,5%. Třísky vnějších vrstev jsou přitom orientovány rovnoběžně s délkou (nebo šířkou) desky; tento směr, ve kterém deska vykazuje vyšší hodnoty vlastností při namáhání ohybem, se označuje jako *hlavní osa desky*. Třísky vnitřní vrstvy mohou být uspořádány náhodně, zpravidla jsou však orientovány kolmo ke směru třísek vnějších vrstev; tento směr kolmý k hlavní ose se označuje jako *vedlejší osa desky*.

Podle ČSN EN 300 se rozlišují čtyři typy desek OSB, a to:

- OSB/1 desky pro všeobecné účely a pro interiéry (včetně nábytku) pro použití v suchém prostředí; tyto desky nejsou určeny pro nosné účely;
- OSB/2 desky pro nosné účely pro použití v suchém prostředí;
- OSB/3 desky pro nosné účely pro použití ve vlhkém prostředí;
- OSB/4 zvláště zatížitelné desky pro nosné účely, pro použití ve vlhkém prostředí.

POZNÁMKA - Suché prostředí přitom zjednodušeně odpovídá podmínkám, ve kterých průměrná rovnovážná vlhkost dřeva nepřekročí pro většinu jehličnatých dřevin 12%.

Vlhké prostředí zjednodušeně odpovídá podmínkám, ve kterých průměrná rovnovážná vlhkost dřeva nepřekročí pro většinu jehličnatých dřevin 20%.

Podle ČSN 73 1701 / Změna 5 se na dřevěné stavební konstrukce používají desky OSB typu OSB/3 popř. OSB/4; tyto desky jsou určeny pro použití v *chráněné expozici*.

Desky Sterling OSB

V Evropě byla zavedena výroba desek Sterling OSB v r. 1983-1985 ve Velké Británii/Skotsku na základě know-how z Kanady a USA. Producentem a dodavatelem desek Sterling OSB je skotská firma CSC Forest Products (Sterling) Ltd. Dřevní surovinou je borovicové dřevo a desky jsou lepeny fenolickým syntetickým práškovým lepidlem. Desky jsou vyráběny ve dvou třídách:

- Sterling OSB Standard (OSB/2 - F1)
- Sterling OSB Conditioned (OSB/3 - F2)

POZNÁMKA - V závorce je uveden odpovídající typ OSB podle ČSN EN 300 a klasifikační třída podle britských norem.

Pro použití na nosné stavební prvky přichází v úvahu především typ Sterling OSB/3 - Conditioned. Hustota desek Sterling OSB/3 (při vlhkosti $9 \pm 4\%$) musí být nejméně 620 kg/m^3 .

Jakost desek je průběžně kontrolována a osvědčována m.j. německými zkušebními ústavem Institut pro stavební biologii a ekologii Neubeuern z hlediska obsahu a úniku škodlivých látek včetně formaldehydu a Německým institutem pro stavební techniku (DIBt) v Berlíně z hlediska jakosti a mechanických vlastností. V osvědčení Německého institutu pro stavební techniku pro použití desek Sterling OSB/3 Conditioned ve stavebnictví jsou stanoveny nejmenší hodnoty kontrolovaných mechanických vlastností desek (pevnost v ohybu a modul pružnosti v ohybu kolmo k rovině desky ve směru hlavní a vedlejší osy desky, pevnost v tahu kolmo k rovině desky), popř. největší hodnota tloušťkového bobtnání. Tyto hodnoty v zásadě vyhovují kritériím pro typ OSB/3 podle tabulky 4 ČSN EN 300.

Desky Sterling OSB/3 jsou vhodné pro použití ve třídách biologického ohrožení 1 a 2 podle ČSN EN 335-3.

Tabulky pro dimenzování

POZNÁMKA - Podklady pro dimenzování střešního bednění z desek OSB/3 Sterling pro navrhování podle ČSN 73 1701 jsou v příručce *Sterling OSB* (českou verzi vydal **m.t.a.**, spol. s r.o., Praha) v tabulce P.2.1 v příloze a z hlediska montážního zatížení osamělým břemenem rovněž v tabulce 2.3. Poslední tabulku lze použít i pro bednění podlah popř. regálů.

Výchozí předpoklady

Tyto tabulky byly vypracovány na základě hodnot výpočtových pevností a modulu pružnosti podle ČSN 73 1701 / Změna 5, tabulka I.2, pro hlavní směr desky ve směru rozpětí. Mezní průhyb byl uvažován hodnotou $1/300$ rozpětí.

POZNÁMKA - Skutečný průhyb desek při provozu může být vzhledem k dotvarování větší, než je teoretická mezní hodnota.

Mezní normová hodnota plošného zatížení $v_{n,max}$ [kN/m^2] je v tabulkách stanovena jako nejmenší hodnota z posouzení průhybu, napětí v ohybu kolmo k rovině desky a napětí ve smyku za ohybu v rovině desky.

Jako statický model desek byl zjednodušeně uvažován

- 1) prostý nosník s plným rovnoměrným zatížením
- 2) spojitý nosník o dvou stejně dlouhých polích
 - 2a) s plným rovnoměrným zatížením
 - 2b) s rovnoměrným zatížením působícím pouze v jednom poli.

Desky jsou zpravidla uloženy spojitě nejméně přes dvě pole a statický model 2 je pro více než dvě pole bezpečné straně. Rozhodující je nepříznivá (menší) hodnota z tabulek 2a a 2b; zpravidla jsou kritické hodnoty v tabulce 2b s výjimkou hodnot, které jsou označeny v tabulce 2a šedým stínováním.

Pro zatížení je směrodatná ČSN 73 0035. Zpravidla je převládající podíl nahodilého (užitého) zatížení. Mezní únosnosti desek jsou proto stanoveny (na bezpečné straně) za předpokladu užitého zatížení.

V případě dlouhodobého užitého zatížení regálových desek je nutno mezní hodnoty plošného zatížení uvedené v tabulkách redukovat (informativně vynásobením součinitelem $\approx 0,75$).

Návrh nosných podlahových nebo regálových desek musí být ověřen projektantem nosné konstrukce (statikem) z hlediska stanovení zatížení, konstrukčního řešení (s ohledem na hlavní a vedlejší směr desky, uložení a připojení desek v podporách apod.) a správného použití tabulek pro dimenzování.

Vybrané výpočtové charakteristiky pro desky OSB/3 Sterling podle ČSN 73 1701 / Z5 ve směru hlavní osy desky:

Jmenovitá tloušťka desek v mm	8 až 16	> 16 až 25
Výpočtová pevnost v MPa		
- v ohybu kolmo k rovině desky	5,8	5,3
- ve smyku v rovině desky	0,44	0,38
- v tlaku kolmo k rovině desky	3,1	2,5
- v otláčení stěny otvoru	4,2	4,2
Modul pružnosti v ohybu kolmo k rovině desky v MPa	3.800	4.100

Požadavky na klimatické podmínky prostředí

Použití desek z hlediska klimatických podmínek prostředí musí vyhovovat třídě použití 2 podle ČSN P ENV 1995-1-1 (Eurokód 5).

POZNÁMKA - Největší vlhkost materiálu přitom odpovídá teplotě 20 °C a relativní vlhkosti okolního vzduchu, která překračuje 85 % pouze několik týdnů v roce. Průměrná rovnovážná vlhkost dřeva nepřekročí pro většinu jehličnatých dřevin 20 %.

Zjednodušeně (na bezpečné straně) je vyhovujícím prostředím chráněná expozice podle ČSN 73 1701, článek 5.

Příklady použití tabulek

Příklad 1: Ověření nosného stropního bednění z OSB/3 Sterling tloušťky 18 mm, uloženého jako spojitý nosník o dvou až čtyřech polích; délka (rozpětí) pole $l = 625$ mm. Hlavní směr desky je ve směru rozpětí.

Normové zatížení:

podlahová krytina	0,05 kN/m ²
dřevotřísková deska 20 mm	0,15 kN/m ²
vláknitá izolační deska	0,05 kN/m ²
bednění Sterling OSB/3	0,13 kN/m ²
<hr/>	
vlastní tíha	0,38 kN/m ²
užitné zatížení	2,00 kN/m ²
<hr/>	
celkem normové zatížení	2,38 kN/m ²

Z tabulky 2b vychází pro rozpětí 625 mm a tloušťku desky 18 mm hodnota normového zatížení $v_{n,max} = 2,84 \text{ kN/m}^2 > 2,38 \text{ kN/m}^2$, tj. bednění vyhovuje.

Příklad 2: Pro uložení desky pouze přes jedno pole (prostý nosník) vychází z tabulky 1 největší hodnota normového zatížení $v_{max,n} = 2,09 \text{ kN/m}^2 < 2,38 \text{ kN/m}^2$, tj. tloušťka desky 18 mm v tomto případě nevyhovuje.

Příklad 3: Na stropní bednění působí rovnoměrné plošné zatížení o normové hodnotě $2,60 \text{ kN/m}^2$ (z toho užitné zatížení $2,0 \text{ kN/m}^2$ a stálé zatížení $0,6 \text{ kN/m}^2$). Má se navrhnout tloušťka bednění při osové vzdálenosti podpor 625 mm. Bednění probíhá spojitě přes dvě pole.

Z tabulky 2b vychází v řádku „625“ tloušťka bednění 18 mm ($2,84 > 2,60$).

Výpočtové zatížení bednění je $2,0 \cdot 1,3 + 0,6 \cdot 1,15 = 3,29 \text{ kN/m}^2$. Přitom součinitel zatížení pro stálé zatížení je předpokládán hodnotou 1,15.

Souvisící čs. normy a předpisy

ČSN 73 1701 Navrhování dřevěných stavebních konstrukcí (ve Změně 5, jsou m.j. stanoveny výpočtové charakteristiky desek OSB/3 typu Kronoply a Sterling)

ČSN 73 0035 Zatížení stavebních konstrukcí

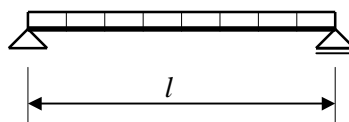
ČSN EN 300 (49 2615) Desky z orientovaných plochých třísek (OSB) - Definice, klasifikace a požadavky

ČSN EN 335-3 (49 008) Trvanlivost dřeva a materiálů na jeho bázi. Definice tříd ohrožení biologickým napadením - Část 3: Použití pro desky na bázi dřeva.

Zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů a zákon č. 71/2000 Sb., kterým se mění zákon č. 22/1997 Sb.

Nařízení vlády č. 178/1997 Sb. (a jeho novela obsažená v nařízení vlády č. 81/1999 Sb.), kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky.

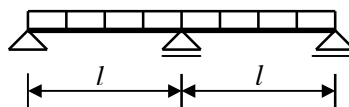
Prostý nosník s rovnoměrným zatížením; mezní průhyb 1/300 rozpětí



Tabulka 1

Rozpětí [mm]	Tloušťka OSB/3 Sterling [mm]					
	11	13	15	18	20,5	22
	Největší normové plošné zatížení $v_{n,max}$ [kN/m ²]					
200	13,48	22,26	33,46	35,07	39,94	42,87
250	6,90	11,40	17,51	28,06	31,95	34,29
300	4,00	6,59	10,13	18,89	25,38	28,57
350	2,51	4,15	6,38	11,90	17,57	21,47
400	1,68	2,78	4,27	7,97	11,77	14,55
450	1,18	1,95	3,00	5,60	8,27	10,22
500	0,86	1,42	2,19	4,08	6,03	7,45
550	0,65	1,07	1,64	3,06	4,53	5,60
600	0,50	0,82	1,26	2,36	3,48	4,31
625	0,44	0,73	1,12	2,09	3,08	3,81
650	0,39	0,52	1,00	1,85	2,74	3,39
700	0,31	0,41	0,80	1,49	2,19	2,71
750	0,25	0,33	0,64	1,21	1,78	2,20
800	0,21	0,28	0,53	1,00	1,47	1,82
850		0,23	0,44	0,83	1,22	1,51
900			0,37	0,70	1,03	1,27
950			0,32	0,59	0,88	1,08
1000			0,27	0,51	0,75	0,93

Spojité nosník o dvou stejně dlouhých polích s plným rovnoměrným zatížením; mezní průhyb 1/300 rozpětí

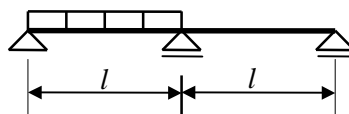


Tabulka 2a

Rozpětí [mm]	Tloušťka OSB/3 Sterling [mm]					
	11	13	15	18	20,5	22
	Největší normové plošné zatížení $v_{n,max}$ [kN/m ²]					
200	18,00	23,46	27,07	28,06	31,96	34,30
250	11,51	16,08	21,41	22,45	25,56	27,43
300	8,00	11,17	14,87	18,70	21,30	22,86
350	5,87	8,20	10,92	14,37	18,27	19,60
400	4,06	6,28	8,36	11,00	14,27	16,43
450	2,85	4,71	6,61	8,70	11,27	13,00
500	2,08	3,43	5,27	7,04	9,14	10,52
550	1,56	2,58	3,96	5,82	7,55	8,70
600	1,20	1,99	3,05	4,89	6,34	7,31
625	1,06	1,76	2,70	4,51	5,84	6,73
650	0,94	1,56	2,40	4,17	5,40	6,23
700	0,76	1,25	1,92	3,58	4,66	5,37
750	0,61	1,02	1,56	2,91	4,06	4,67
800	0,51	0,84	1,29	2,40	3,55	4,11
850	0,42	0,70	1,07	2,00	2,96	3,64
900	0,36	0,59	0,90	1,68	2,49	3,08
950	0,30	0,50	0,77	1,43	2,12	2,62
1000	0,26	0,43	0,66	1,23	1,81	2,24

Spojité nosník o dvou stejně dlouhých polích s rovnoměrným zatížením v jednom poli; mezní průhyb 1/300 rozpětí

Tabulka 2b



Rozpětí [mm]	Tloušťka OSB/3 Sterling [mm]					
	11	13	15	18	20,5	22
	Největší normové plošné zatížení $v_{n,max}$ [kN/m ²]					
200	18,00	25,13	30,08	31,18	35,51	38,10
250	9,39	15,50	21,41	24,94	28,40	30,48
300	5,43	8,97	13,78	19,57	23,67	25,40
350	3,42	5,65	8,68	14,37	18,64	21,77
400	2,29	3,78	5,81	10,84	14,27	17,13
450	1,61	2,66	4,08	7,61	11,25	13,54
500	1,17	1,93	2,97	5,55	8,20	10,13
550	0,88	1,45	2,23	4,17	6,16	7,61
600	0,68	1,12	1,72	3,21	4,74	5,86
625	0,60	0,99	1,52	2,84	4,20	5,19
650	0,53	0,88	1,35	2,53	3,73	4,61
700	0,42	0,70	1,08	2,02	2,99	3,69
750	0,34	0,57	0,88	1,64	2,43	3,00
800	0,28	0,47	0,72	1,35	2,00	2,47
850		0,39	0,60	1,13	1,67	2,06
900		0,33	0,51	0,95	1,40	1,73
950			0,43	0,81	1,19	1,48
1000			0,37	0,69	1,02	1,26

PŘÍLOHA

V tabulce P.2.1 je uvedena požadovaná tloušťka desek Sterling OSB/3 pro navrhování střešního bednění podle ČSN 73 1701 v závislosti na sklonu střechy a na normových hodnotách stálého zatížení a zatížení sněhem.

V tabulce P.1.4 jsou uvedeny informativní (doporučené) hodnoty výpočtových charakteristik pro Sterling OSB/3 podle Změny 5 - ČSN 73 1701.

V tabulce P.2.3 je uvedeno největší rozpětí desek Sterling OSB/3 pro zajištění bezpečnosti proti proslápnutí.

Tabulka P.2.1

Požadovaná tloušťka <i>d</i> desek Sterling OSB v [mm] ** pro navrhování podle ČSN 73 1701																	
		g [kN / m ² střešní plochy]								g [kN / m ² střešní plochy]							
		0,25		0,50		1,00		1,25		0,25		0,50		1,00		1,25	
		s ₀ = 0,70 kN / m ² půdorysné plochy								s ₀ = 1,00 kN / m ² půdorysné plochy							
e [m]	α [°]	*1-F	*2-F	*1-F	*2-F	*1-F	*2-F	*1-F	*2-F	*1-F	*2-F	*1-F	*2-F	*1-F	*2-F	*1-F	*2-F
0,625	0	18	15	18	15	20,5	15	20,5	15	18	15	20,5	15	20,5	18	20,5	18
	15	18	15	18	15	20,5	15	20,5	15	18	15	20,5	15	20,5	18	20,5	18
	25	18	12	18	15	20,5	15	20,5	15	18	15	20,5	15	20,5	15	20,5	15
	35	15	12	18	12	18	15	18	15	18	15	18	15	18	15	20,5	15
	45	15	12	15	12	18	15	18	15	15	12	18	12	18	15	18	15
0,833	0	22	18	–	18	–	20,5	–	20,5	–	18	–	20,5	–	20,5	–	22
	15	22	18	–	18	–	20,5	–	20,5	–	18	–	20,5	–	20,5	–	22
	25	22	18	–	18	–	18	–	20,5	–	18	–	18	–	20,5	–	20,5
	35	20,5	15	22	18	–	18	–	18	22	18	–	18	–	18	–	20,5
	45	18	15	20,5	15	22	18	–	18	20,5	15	20,5	18	22	18	–	18
1,000	0	–	20,5	–	22	–	22	–	–	–	22	–	20,5	–	–	–	–
	15	–	20,5	–	22	–	22	–	–	–	22	–	20,5	–	–	–	–
	25	–	20,5	–	22	–	22	–	–	–	22	–	20,5	–	–	–	–
	35	–	18	–	20,5	–	20,5	–	22	–	20,5	–	20,5	–	22	–	22
	45	22	18	–	18	–	20,5	–	20,5	–	18	–	18	–	20,5	–	20,5
1,250	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–20,	–	–	–	–	–	–
	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	25	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	35	–	22	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	45	–	20,5	–	22	–	–	–	–	–	22	–	22	–	–	–	–

* 1-F: prostý nosník; * 2-F: nosník o dvou polích; ** pro svislý průhyb ≤ l / 400

Tabulka P.1.4 - Informativní (doporučené) hodnoty výpočtových pevností a modulu pružnosti desek na bázi dřeva OSB/ 3 Sterling v MPa podle ČSN 73 1701/Z5 (účinnost od února 1999)

Řádek	Způsob namáhání	Označení	Výpočtová hodnota v MPa ve směru			
			hlavní osy desky ¹⁾		vedlejší osy desky ²⁾	
			Jmenovitá tloušťka desek v mm			
			8 až 16	> 16 až 25	8 až 16	> 16 až 25
<i>Výpočtové pevnosti</i>						
1	ohyb kolmo k rovině desky	R_{fd}	5,8	5,3	3,0	2,8
2	ohyb v rovině desky	$R_{fd }$	4,2	4,2	3,0	2,8
3	tah v rovině desky	$R_{td }$	2,5 ³⁾	2,5 ³⁾	1,4 ³⁾	1,4 ³⁾
4	tlak v rovině desky	$R_{cd }$	4,0	4,0	3,3	2,8
5	tlak kolmo k rovině desky	$R_{cd\perp}$	3,1	2,5	3,1	2,5
6	otlačení stěny otvoru	R_{hd}	4,2	4,2	4,2	4,2
7	smyk v rovině desky	$R_{sd }$	0,44	0,38	0,40	0,38
8	smyk v rovině desky v lepeném spoji	$R_{sd }$	0,75	0,75	0,75	0,75
9	smyk kolmo k rovině desky	$R_{sd\perp}$	1,5	1,5	2,3	2,3
<i>Moduly pružnosti</i>						
10	v ohybu kolmo k rovině desky	E_f	3800	4100	1300	1600
11	v ohybu v rovině desky	$E_{f }$	3100	3500	2100	2000
12	v tahu v rovině desky	$E_{t }$	3200 ⁴⁾	3500 ⁵⁾	2200 ⁴⁾	2200 ⁵⁾
13	v tlaku v rovině desky	$E_{c }$	2900	2900	2200	2000
14	ve smyku v rovině desky	$G_{ }$	230	130	230	130
15	ve smyku kolmo k rovině desky	G_{\perp}	1100	900	1000	900
<p>1) Hlavní osa desky je ve směru podélné orientace třísek vnějších vrstev desky. 2) Vedlejší osa je směr kolmý k hlavní ose. 3) Výpočtová pevnost v tahu při namáhání pod úhlem α k hlavní ose desky je pro $\alpha = 30^\circ$: 2,1 MPa, $\alpha = 45^\circ$: 1,9 MPa, $\alpha = 60^\circ$: 1,6 MPa. Pro mezilehlé hodnoty α se dovoluje interpolovat podle přímky. 4) Výpočtové hodnoty modulu pružnosti $E_{t }$ při namáhání tahem pod úhlem α k hlavní ose desky jsou pro $\alpha = 30^\circ$: 2500 MPa, $\alpha = 45^\circ$: 2400 MPa, $\alpha = 60^\circ$: 2200 MPa. Pro mezilehlé hodnoty úhlu α se dovoluje interpolovat podle přímky. 5) Výpočtové hodnoty modulu pružnosti $E_{t }$ při namáhání tahem pod úhlem α k hlavní ose desky jsou pro $\alpha = 30^\circ$: 3000 MPa, $\alpha = 45^\circ$: 2700 MPa, $\alpha = 60^\circ$: 2400 MPa. Pro mezilehlé hodnoty úhlu α se dovoluje interpolovat podle přímky.</p>						

Tabulka P.2.3

Největší rozpětí desek Sterling OSB [mm] pro zajištění bezpečnosti proti „prošlápnutí“ při sklonu střechy 0°				
Tabulka 2.3				
13	15	18	20,5	22
640	980	1250	1520	1800

POZNÁMKA - Hodnoty podle tab. 2.3 jsou stanoveny podle německých předpisů a platí pro montážní zatížení 1,0 kN působící na desku šířky 1,25 m v nepříznivé poloze. Pokud se nepostupuje přesněji, lze tyto hodnoty použít i při navrhování podle ČSN 73 1701.