

REAS ČR, ZSE, VSE	Dřevěné sloupy a dřevěné sloupy na patkách pro elektrická venkovní vedení do 45 kV	PNE 34 8210
		Druhé vydání
Odsouhlasení normy		
Konečný návrh podnikové normy energetiky pro rozvod elektrické energie odsouhlasily tyto organizace: PRE Praha, a.s., STE Praha, a.s., JČE České Budějovice, a.s., ZČE Plzeň, a.s., SČE Děčín, a.s., VČE Hradec Králové, a.s., JME Brno, a.s., SME Ostrava, a.s., ZSE Bratislava, a.s. a VSE Košice a.s.		
Nahrazení předchozích norem		
Norma nahrazuje PNE 34 8210 z 1.4. 2000		
Obsah		
		Strana
Předmluva		2
1 Předmět normy		3
2 Termíny a definice		3
3. Všeobecné požadavky.....		4
3.1 Zatížení sloupů		4
3.2 Druhy dřeva		4
3.3 Moduly pružnosti a výpočtové pevnosti dřeva.....		4
3.4 Součinitel vzpěrnosti		4
Tabulka 3. Hodnoty součinitele vzpěrnosti dřeva φ		5
3.5 Rozměry sloupů		5
3.6 Jakost.....		6
3.7 Provedení.....		6
3.8 Požadavky na trvanlivost		6
3.9 Použití		6
3.10 Poškození sloupů hnilobou		6
3.11. Různá ustanovení		7
4. Výpočet sloupů		7
4.1. Všeobecně		7
4.2. Výpočtové veličiny.....		7
4.3. Sloup J		9
4.4 Sloup D a U.....		9
4.5 Sloup Š a A		11
4.6 Sloup Jp		12
4.7 Sloup Dp a Up.....		12
4.8 Sloup Šp a Ap		12
4.9 Nenormalizované sloupy		14
4.10 Patky		14
5 Příloha - Výpočtové únosnosti dřevěných sloupů		15
Norma nahrazuje: PNE 34 8210 z 1.4.2000		Účinnost: od 2004-01-01

Předmluva

Změny proti předchozí normě

Revidovaná norma reaguje na nově zavedené evropské normy ČSN EN 12 465, ČSN EN 12 479, ČSN EN 12 509, ČSN EN 12 510, ČSN EN 12 511 a pr EN 14 229. Předpokládá se, že po vydání ČSN EN 14 229 se zruší související ČSN, které jsou s nově zavedenými normami v rozporu.

Související ČSN

ČSN IEC 50(466) Mezinárodní elektrotechnický slovník. Kapitola 466: Venkovní elektrická vedení (33 0050)

ČSN EN 50 341 Elektrická venkovní vedení s napětím nad AC 45 kV. Část 1: Všeobecné požadavky – Společné specifikace (33 3300)

ČSN 33 3301 Stavba elektrických venkovních vedení s jmenovitým napětím do 52kV

ČSN EN 50 341-2 Venkovní elektrická vedení od AC 1 kV do AC 45 kV včetně (připravuje se)

ČSN 34 1090 Elektrotechnické předpisy ČSN. Předpisy pro prozatímní elektrická zařízení

ČSN prEN 14 229 Dřevěné sloupy pro venkovní vedení – všeobecné požadavky (připravuje se)

ČSN EN 12 465 Dřevěné sloupy pro venkovní vedení – Požadavky na trvanlivost (73 2844)

ČSN EN 12 479 Dřevěné sloupy pro venkovní vedení – Rozměry – Metody měření a dovolené odchylky (73 2842)

ČSN EN 12 509 Dřevěné sloupy pro venkovní vedení – Zkušební metody – Stanovení modulu pružnosti, pevnosti v ohybu, hustoty a vlhkosti (73 1751)

ČSN EN 12 510 Dřevěné sloupy pro venkovní vedení – Kritéria třídění podle pevnosti (73 2843)

ČSN EN 12 511 Dřevěné sloupy pro venkovní vedení – Stanovení charakteristických hodnot (73 1718)

ČSN 49 1582 Dřevěné sloupy

ČSN 73 0031 Spolehlivost stavebních konstrukcí a základových půd. Základní ustanovení pro výpočet

ČSN 73 1701 Navrhovanie drevených stavebných konštrukcií

ČSN 34 1090 Elektrotechnické předpisy ČSN. Předpisy pro prozatímní elektrická zařízení

ČSN 48 0055 Jehličnaté sortimenty surového dříví. Technické požadavky.

ČSN 49 0115 Drevo. Zisťovanie medze pevnosti v statickom ohybe

ČSN 49 0600-1 Ochrana dřeva. Základní ustanovení. Část 1: Chemická ochrana

ČSN 49 0609 Ochrana dřeva - Skúšanie akosti ochrany dřeva

ČSN 49 0615 Ochrana dřeva - Technologické postupy impregnace dřeva proti biotickým škůdcům

ČSN 49 1531-1 Dřevo na stavební konstrukce. Část 1: Vizuální třídění podle pevnosti

Souvisící PNE

PNE 33 0000-1 Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribuční soustavě dodavatele elektřiny

PNE 34 8401 Součásti venkovních vedení veřejného distribučního rozvodu do 1 kV

PNE 34 8601 Součásti venkovních vedení veřejného rozvodu vn do 35 kV

POZNÁMKA - Problematiku stožárových patek ze železového betonu řešila ON 72 3184.

Vypracování normy

Zpracovatel: EGÚ Brno, a.s., IČO 46900896, Ing. Lehký

Oborové normalizační středisko elektroenergetiky: ÚJV Řež, a.s. divize Energoprojekt Praha. Ing. Jaroslav Bárta

1 Předmět normy

Tato norma platí pro navrhování jednoduchých i složených dřevěných sloupů vetknutých přímo do země nebo upevněných na patkách, používaných při výstavbě elektrických venkovních vedení s jmenovitým napětím do 45 kV a sdělovacích vedení energetiky.

Norma neřeší problematiku konzol a upevňovacího materiálu. Norma se nevztahuje na nadzemní sdělovací vedení.

2 Termíny a definice

Základní terminologie je podle ČSN IEC 50(466) a souvisejících norem. Pro účely této normy jsou použity následující definice.

2.1. Jednoduchý sloup J: dřevěný sloup vetknutý přímo do země

2.2. Složený sloup D, U, Š, A: svislá konstrukce složená ze dvou dřevěných sloupů, vetknutá přímo do země

2.3. Jednoduchý patkovaný sloup Jp: dřevěný sloup upevněný na patce

2.4. Složený patkovaný sloup Dp, Up, Šp, Ap: svislá konstrukce ze dvou dřevěných sloupů upevněná na patkách

2.5. Čep sloupu: horní čelo sloupu

2.6. Pata sloupu: dolní čelo sloupu

2.7. Délka sloupu: vzdálenost mezi čepem a patou sloupu, u patkovaných sloupů vzdálenost mezi čepem sloupu a patou patky

2.8. Výška sloupu: výška čepu založeného sloupu nad zemí

2.9. Vrcholová síla: vodorovná síla působící v čepu sloupu, která vyvozuje v kritickém průřezu stejné účinky jako uvažované zatížení sloupu

2.10. Patka: konstrukce k upevnění sloupu nad povrchem země

2.11. Druhy sloupů: norma zahrnuje tyto konstrukce sloupů:

sloup J - jednoduchý sloup vetknutý přímo do země

sloup D - složený ze dvou nerozkročených sloupů spojených navzájem pouze v čepu a patě, vetknutý přímo do země

sloup U - složený ze dvou sloupů rozkročených na vzdálenost použitých spojovacích hmoždinek, vetknutý přímo do země

sloup Š - složený ze dvou sloupů rozkročených v patě na 1 m, vetknutých přímo do země

sloup A - složený ze dvou sloupů rozkročených v patě na 2,5 a 3 m, vetknutých přímo do země

sloup Jp - jednoduchý sloup upevněný na stožárové patce

sloup Dp - jako sloup D, ale upevněný na 1 nebo více patkách

sloup Up - jako sloup U, ale upevněný na 1 nebo více patkách

sloup Šp - složený ze dvou sloupů upevněných na patkách, rozkročených na 1,0 m

sloup Ap - složený ze dvou sloupů upevněných na patkách, rozkročených na 2,5 a 3,0 m

2.12. Rovina sloupu: svislá rovina procházející u složených sloupů osami obou sloupů

2.13. Vzpěrná délka: pro potřeby této normy se vzpěrnou délkou rozumí u sloupů Š a A výška čepu nad zemí, u sloupů Šp a Ap výška čepu nad horním upevňovacím šroubem patky

3. Všeobecné požadavky

3.1 Zatížení sloupů

Základní a mimořádné kombinace zatížení dřevěných sloupů se určují podle ČSN 33 3301 (viz čl. 4.5 a 5.5) (Bude nahrazena EN 50 341-2).

3.2 Druhy dřeva

Na dřevěné sloupy lze používat dřevo jehličnatých i listnatých dřevin. Obvykle se používá dřevo jehličnatých dřevin hlavně smrku, jedle a borovice.

Dřevěné spojovací součásti (hmoždinky, kolíky apod.) se zhotovují ze dřeva tvrdých listnatých dřevin (buk, dub aj.).

Běžně užívané druhy dřeva a kódy jejich označení uvádí ČSN EN 12 510 v tabulce č.1.

Obecné požadavky na přípravu dřeva, vizuální třídění, kontrolu charakteristik redukcí pevnost a jejich měření obsahuje ČSN EN 12 510.

3.3 Moduly pružnosti a výpočtové pevnosti dřeva

Hodnoty modulů pružnosti a výpočtové pevnosti dřeva lze určit buď zkouškami nebo z následujících tabulek č.1 a 2. Zkušební metody pro stanovení modulu pružnosti, pevnosti v ohybu, hustoty a vlhkosti uvádí ČSN EN 12 509. Způsob zpracování souboru provedených zkoušek udává ČSN EN 12 511.

Při použití hodnot výpočtových pevností dřeva z tabulky č.1 nesmí největší mechanické napětí dřeva sloupu, vyvolané nejnepříznivější základní nebo mimořádnou kombinací výpočtových zatížení, překročit uvedené hodnoty.

Tabulka 1. Hodnoty výpočtových pevností dřeva R v [MPa]

Druh namáhání	Skupina I.	Skupina II.
Tah, tlak ve směru vláken, ohyb	18,80	24,70
Tlak kolmo na vlákna	4,50	6,50
Smyk ve směru vláken	2,30	2,60
Smyk kolmo na vlákna	3,90	5,20

Do skupiny I. patří jehličnaté dřevo (smrk, jedle, borovice, modřín) nebo jiné dřevo s minimální pevností v tahu a ohybu alespoň 50 MPa.

Do skupiny II. patří listnaté dřevo (dub, buk, jasan) nebo jiné dřevo s minimální pevností v tlaku a ohybu alespoň 80 MPa.

Tabulka 2. Moduly pružnosti dřeva E v [MPa]

Druh namáhání	Skupina I.	Skupina II.
Tah, tlak ve směru vláken, ohyb	10000	12500
Tlak kolmo na vlákna	300	600
Smyk ve směru vláken	600	800

3.4 Součinitel vzpěrnosti

Pro posouzení vzpěrné pevnosti tlačných sloupů (sloupy Š a A) jsou v tabulce č.3. uvedeny hodnoty součinitele vzpěrnosti.

Tabulka 3. Hodnoty součinitele vzpěrnosti dřeva φ

$\lambda = \frac{l}{i}$	Součinitel vzpěrnosti φ										$\lambda = \frac{l}{i}$
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
10	0,992	0,990	0,988	0,986	0,984	0,982	0,980	0,977	0,974	0,971	10
20	0,968	0,965	0,961	0,958	0,954	0,950	0,946	0,942	0,937	0,933	20
30	0,928	0,923	0,918	0,913	0,908	0,902	0,896	0,890	0,884	0,878	30
40	0,872	0,866	0,859	0,855	0,845	0,838	0,831	0,823	0,816	0,808	40
50	0,800	0,792	0,784	0,775	0,767	0,758	0,749	0,740	0,731	0,722	50
60	0,712	0,702	0,693	0,683	0,672	0,662	0,652	0,641	0,631	0,619	60
70	0,608	0,597	0,585	0,574	0,562	0,550	0,537	0,523	0,510	0,497	70
80	0,484	0,472	0,461	0,450	0,439	0,429	0,419	0,410	0,400	0,391	80
90	0,383	0,374	0,366	0,358	0,351	0,343	0,336	0,329	0,323	0,316	90
100	0,310	0,304	0,298	0,292	0,287	0,281	0,276	0,271	0,266	0,261	100
110	0,256	0,252	0,247	0,243	0,239	0,234	0,230	0,226	0,223	0,219	110
120	0,215	0,212	0,208	0,205	0,202	0,198	0,195	0,192	0,189	0,186	120
130	0,183	0,181	0,178	0,175	0,173	0,170	0,168	0,165	0,163	0,160	130
140	0,158	0,156	0,154	0,152	0,149	0,147	0,145	0,143	0,142	0,140	140
150	0,138	0,136	0,134	0,132	0,131	0,129	0,127	0,126	0,124	0,123	150
160	0,121	0,120	0,118	0,117	0,115	0,114	0,112	0,111	0,110	0,108	160
170	0,107	0,106	0,105	0,104	0,102	0,101	0,100	0,099	0,098	0,97	170
180	0,096	0,095	0,094	0,092	0,092	0,090	0,090	0,089	0,088	0,087	180
190	0,086	0,085	0,084	0,083	0,082	0,082	0,081	0,080	0,079	0,078	190
200	0,078	0,077	0,076	0,075	0,074	0,074	0,073	0,072	0,072	0,071	200

POZNÁMKA : Pro štíhlost $\lambda > 75$ se hodnoty součinitele vzpěrnosti φ určí podle vztahu :

$$\varphi = \frac{3100}{\lambda^2} \quad [-]$$

3.5 Rozměry sloupů

Všeobecné požadavky na rozměry sloupů, způsoby jejich měření a dovolené odchylky jsou obsaženy v ČSN EN 12 479.

Rozměry sloupu musí být určeny celkovou délkou, jmenovitým průměrem ve vzdálenosti 1,5m od paty a jmenovitým průměrem čepu.

Informativní rozměry běžně užívaných dřevěných sloupů uvádí ČSN EN 12 479 v tabulce A.1 přílohy A.

Minimální dovolené průměry čepu dřevěných sloupů v závislosti na typu a způsobu uložení udává tabulka 4.

Tabulka 4. Minimální dovolené průměry čepů dřevěných sloupů v [cm]

Typ sloupu	Způsob uložení	
	v zemi	na patkách
Jednoduchý (J, Jp) pro:		
Přípojky nn	13	11
vedení nn	15	13
vedení vn	16	14
křížovatky vedení vn	16	16
Složený (D, U, Š, A, Up, Šp, Ap) pro:		
vedení nn a vn mimo křížování drah	13	11

3.6 Jakost

Dřevěné sloupy musí jakostí vyhovovat ČSN EN 14 229 a souvisejícím normám. Základní požadavky pro vizuální nebo strojní třídění, zkušební metody, stanovení charakteristických hodnot a specifikaci trvanlivosti a rozměrů obsahuje ČSN EN 12 510.

3.7 Provedení

Dřevěné sloupy musí být přířiznuty na patě a vzpěry pro elektrické vedení na čepu kolmo k podélné ose, musí být oloupány do běle a čep sloupu chráněn proti zatékání seřiznutím do tvaru stříšky a pod.

3.8 Požadavky na trvanlivost

Požadavky na trvanlivost a impregnaci dřevěných sloupů pro elektrická venkovní vedení stanovuje ČSN EN 12 465 a související normy.

3.9 Použití

Dřevěné sloupy pro trvalá zařízení musí být impregnovány, aby se zajistila dlouhodobá životnost i částí vetknutých do země.

Výjimečně lze použít neimpregnované sloupy přímo vetknuté do země u prozatímních zařízení podle ČSN 34 1090, za předpokladu, že budou osazeny v suchých nebo skalnatých půdách.

Dřevěné sloupy by neměly být přímo zabetonovány. Výpočet dřevěných sloupů není třeba předkládat k žádosti o povolení křížovatky, jsou-li navrženy ve smyslu ČSN 33 3301 nebo nově připravovaných evropských norem.

3.10 Poškození sloupů hnilobou

Z technicko-bezpečnostních důvodů je třeba dřevěné sloupy kontrolovat a evidovat jejich stav. Tam, kde se zjistí poškození dřeva hnilobou nebo jinými vlivy, které způsobí snížení pevnosti sloupu je třeba provést následující opatření:

U sloupů v běžné trati je třeba poškozený sloup vyměnit nebo opatřit tak, aby vyhovoval požadavkům kladeným na nové sloupy (např. upevněním na patky atd.) v případě, že vlivem poškození klesne jeho únosnost na polovinu.

U dřevěných křížovkových sloupů při kříženích s dráhami nebo sdělovacími vedeními je třeba sloup vyměnit nebo jinak opatřit, klesne-li jejich únosnost na 2/3 únosnosti nového sloupu.

Poškození vnější hnilobou

Při uhnívání zvenku má sloup:

- poloviční únosnost, je-li hnilobou poškozeno nejvýše 37% původního průřezu
- 2/3 únosnosti, je-li hnilobou poškozeno nejvýše 25% původního průřezu

Jako kritérium pro výměnu, patkování nebo jiné opatření lze použít tabulku 5, která udává velikost uhnilé plochy průřezu sloupu v % v závislosti na hloubce hniloby a rozsahu poškození podél obvodu sloupu (1/4, 1/2, 3/4 a celý obvod).

Tabulka 5. Uhnilá plocha průřezu v %

Hloubka hniloby [cm]	Rozsah poškození podél obvodu sloupu			
	1/4	1/2	3/4	1
1	4,8	9,6	12,4	19,2
2	9	18	27	36
3	13	26	39	52
4	16	32	48	64
5	19	38	57	76
7	22	44	66	88

10	25	50	75	100
----	----	----	----	-----

B. Poškození vnitřní hnilobou

Při uhnívání zevnitř má sloup:

- poloviční únosnost při poškození nejvýše 70 % průřezu. Zbývající dutý válec zdravého dřeva musí mít tloušťku stěny větší než 2 cm
- 2/3 únosnosti, je-li tloušťka stěny zbylého dutého válce větší než 3 cm

3.11. Různá ustanovení

Každý sloup musí být opatřen údaji o:

- výrobci,
- jeho délce, průměru čepu a průměru ve vzdálenosti 1,5m od paty sloupu a v patě sloupu,
- roku impregnace

Další doplňující údaje je možné dohodnout mezi výrobcem a odběratelem. Značení sloupu musí být trvanlivé po celou dobu životnosti sloupu, jasně zřetelné a čitelné osobou s normální korekcí zraku bez dodatečného zvětšení.

Dřevěné sloupy na patkách se pod spodním upevňovacím šroubem vhodně zajistí proti podélnému rozštípnutí, např. vazem, páskem apod. Jsou-li upevňovací šrouby nahrazeny upevňovacím zařízením, které nedovoluje podélné rozštípnutí sloupu, není třeba zajišťovat sloup proti rozštípnutí.

Pro bezpečnost a ochranu zdraví při manipulaci s impregnovanými sloupy platí zásady uvedené v ČSN 49 0600 část 1.

Při ruční manipulaci s impregnovanými sloupy je třeba užívat vhodné pracovní pomůcky.

Složené sloupy (Š a A) se v čepu spojí tak, aby se zamezilo vzájemnému posunu jednotlivých sloupů.

Pro zvýšení mechanické pevnosti se sloupy A vyztužují alespoň jednou kleštinou umístěnou zhruba v polovině vzpěrné výšky sloupu.

Paty sloupů Š a A se spojují obvykle dvěma kleštinami. Paty sloupů upevněných na stožárových patkách musí být minimálně 0,15 m nad zemí.

4. Výpočet sloupů

4.1. Všeobecně

Výpočtem podle čl. 4.3. až 4.8. se stanoví výpočtová únosnost sloupu.

U složených sloupů (U, Š, A, Up, Šp, Ap) se určuje výpočtová únosnost v rovině sloupu a v rovině kolmé na rovinu sloupu.

Hodnoty výpočtové únosnosti složených sloupů platí za předpokladu, že spoje sloupu v čepu a na patce spolehlivě přenáší statické účinky posouvajících sil.

Výpočtová únosnost sloupu se porovnává s výpočtovým zatížením určeným podle ČSN 33 3301 (součinitel zatížení $n = 1,3$).

Podle významu okolních objektů, které by venkovní vedení mohlo ohrozit se do výpočtu hodnoty výpočtového zatížení zavádí součinitel účelu γ_n (viz. ČSN 73 0031), kterým se násobí hodnota součinitele zatížení $n = 1,3$.

Hodnoty součinitele účelu γ_n

$\gamma_n = 1,00$ pro případy podle článků 10.3., 10.4., 10.5. a 12.2.1. - ČSN 33 3301

$\gamma_n = 0,90$ pro ostatní případy, mimo dočasné stavby

$\gamma_n = 0,80$ pro dočasné stavby s předpokládanou dobou životnosti do 5-ti let

4.2. Výpočtové veličiny

Modul průřezu W sloupu pro průměr D je

$$W = \frac{\pi \cdot D^3}{32} \quad [\text{m}^3]$$

Moment setrvačnosti I průřezu sloupu pro průměr D je

$$I = \frac{\pi \cdot D^4}{64} \quad [\text{m}^4]$$

Poloměr setrvačnosti pro kruhový průřez je

$$i = \frac{D}{4} \quad [\text{m}]$$

Štíhlost λ je poměr vzpěrné délky a poloměru setrvačnosti i

$$\lambda = \frac{l}{i} \quad [-]$$

b - vzdálenost os v patě sloupů u složených sloupů (rozkročení stožáru) [m]

D - průměr sloupu v místě vetknutí nebo u horního šroubu patky [m]

D_1 - průměr sloupu v polovině vzpěrné délky [m]

$D_{1,5}$ - průměr sloupu ve vzdálenosti 1,5m od paty [m]

d - průměr sloupu v čepu [m]

E - modul pružnosti dřeva [MPa]

$m(E)$ - průměrná hodnota modulu pružnosti dřeva (ze zkoušek dle ČSN EN 12 509 a 12 511) [MPa]

F - vodorovná síla působící v čepu sloupu libovolným směrem [kN]

F_1 - vodorovná síla působící v čepu sloupu ve směru roviny sloupu [kN]

F_2 - vodorovná síla působící v čepu sloupu ve směru kolmém na rovinu sloupu [kN]

F_{pu} - výpočtová únosnost patky [kN]

F_u - výpočtová únosnost sloupu při zatížení v čepu vodorovnou silou [kN]

F_{u1} - výpočtová únosnost sloupu s ohledem na vzpěr při zatížení čepu vodorovnou silou ve směru roviny sloupu [kN]

F_{u2} - výpočtová únosnost sloupu při zatížení čepu vodorovnou silou kolmou na rovinu sloupu [kN]

f_m - pevnost dřeva v ohybu (vypočtená z provedených zkoušek podle ČSN EN 12 509 a 12 511)

φ - součinitel vzpěrnosti [-]

h - výška čepu sloupu nad zemí [m]

h_p - výška horního šroubu patky nad zemí [m]

h_z - hloubka založení [m]

l - délka dřevěného sloupu [m]

l_v - vzpěrná délka [m]

l_1 - výška čepu sloupu od horního šroubu patky [m]

M_u - výpočtový ohybový moment patky [kNm]

n - součinitel zatížení [-]

R - výpočtová pevnost dřeva pro tah, tlak ve směru vláken, ohyb [MPa]

Stanovení výpočtové únosnosti dřevěných sloupů lze provést dvojím způsobem.

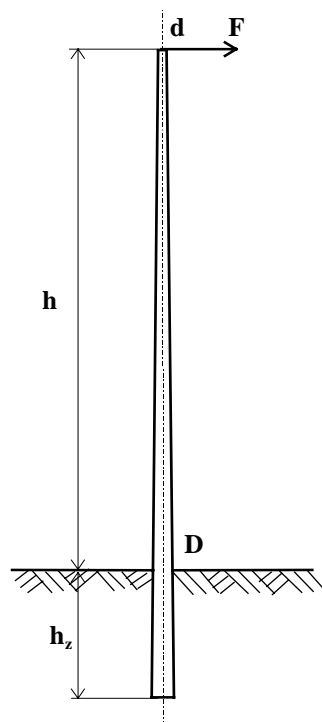
V návaznosti na nově zavedené ČSN EN se k výpočtu používají hodnoty modulu pružnosti $m(E)$ a pevnosti dřeva sloupu f_m získané z provedených zkoušek podle ČSN EN 12 509 a 12 511.

Použijí se hodnoty výpočtových pevností R a modulu pružnosti E z tabulek 1. a 2.

POZNÁMKA: *S ohledem na vlastnosti dřeva se mohou hodnoty výpočtových únosností stanovené způsobem A a B značně lišit.*

4.3. Sloup J

Jednoduché sloupy se navrhují na zatížení ohybem v místě vetknutí do země. Ohybový moment vyvolává vodorovná síla působící v čepu sloupu libovolným směrem.



Průměr v místě vetknutí D

$$D = d + 0,007 \cdot h \quad [\text{m}]$$

Zatěžovací moment M

$$M = F \cdot h \quad [\text{kNm}]$$

Modul průřezu W

$$W = \frac{\pi \cdot D^3}{32} \quad [\text{m}^3]$$

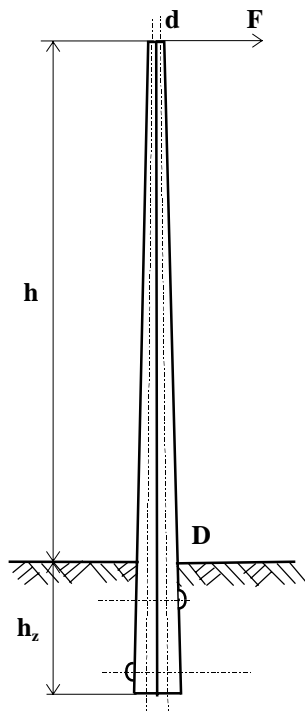
Výpočtová únosnost sloupu F_u

$$F_u = \frac{\pi \cdot D^3}{32h} \cdot R \cdot 10^3 \quad [\text{kN}; \text{m}^3; \text{m}; \text{MPa}]$$

Obrázek 1 - Sloup J

4.4 Sloup D a U

Sloupy D a U se navrhují stejně jako sloupy J. Při výpočtu se však bere dvojnásobný modul průřezu jednoho sloupu.



Průměr jednoho sloupu v místě vetknutí **D**

$$D = d + 0,007 \cdot h \quad [\text{m}]$$

Zatěžovací moment **M**

$$M = F \cdot h \quad [\text{kNm}]$$

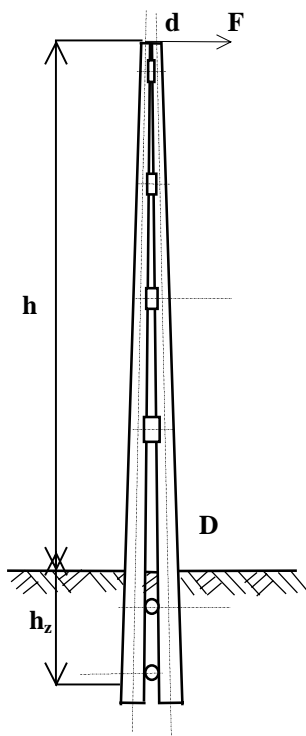
Modul průřezu **W**

$$W = \frac{\pi \cdot D^3}{16} \quad [\text{m}^3]$$

Výpočtová únosnost **F_u**

$$F_u = \frac{\pi \cdot D^3}{16h} \cdot R \cdot 10^3 \quad [\text{kN}; \text{m}^3; \text{m}; \text{MPa}]$$

Obrázek 2 - Sloup D



Pouze u sloupů s minimálně čtyřmi hmoždinkami vzdálenými od sebe max 2 m, řádně staženými a zapuštěnými nebo při použití jiného rovnocenného spoje, který zamezí vzájemnému posuvu sloupů lze počítat s trojnásobkem modulu průřezu jednoho sloupu, avšak jen působí-li síla v rovině sloupu.

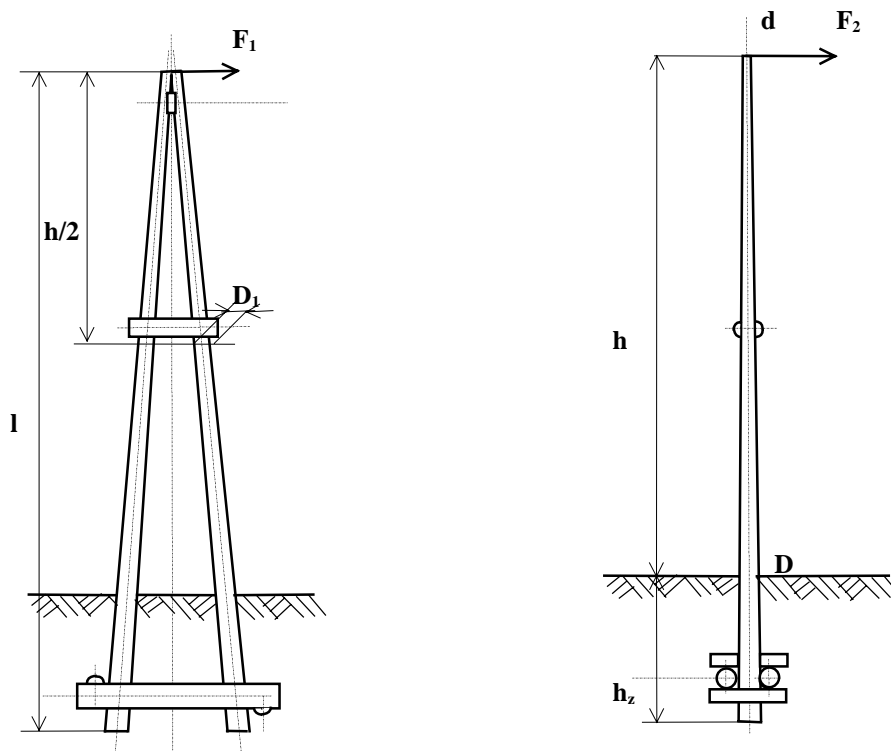
Obrázek 3 - Sloup U

4.5 Sloup Š a A

Sloupy Š a A se posuzují na zatížení vodorovnou silou působící v čepu ve směru roviny sloupu a ve směru na ni kolmém.

Výpočtová únosnost pro směr zatížení v rovině sloupu se určí s ohledem na vzpěr u dřívku namáhaného tlakem od vrcholové síly F_1 .

Výpočtová únosnost pro směr zatížení kolmo k rovině sloupu vrcholovou silou F_2 se určí s ohledem na výpočtovou pevnost dřeva R v ohybu.



Obrázek 4 - Sloup Š a A

A. Výpočtová únosnost F_{u1} v rovině sloupu

Průměr sloupu v polovině vzpěrné délky

$$D_1 = d + 0,007 \frac{h}{2} \quad [m]$$

Součinitel vzpěrnosti φ se určí z tabulky 3 pro štíhlost λ

$$\lambda = \frac{h}{i}$$

Výpočtová únosnost F_{u1}

$$F_{u1} = \frac{\pi \cdot \varphi \cdot b \cdot R \cdot D_1^2}{4 \cdot l} \cdot 10^3 \quad [kN; m; MPa; m^2; m]$$

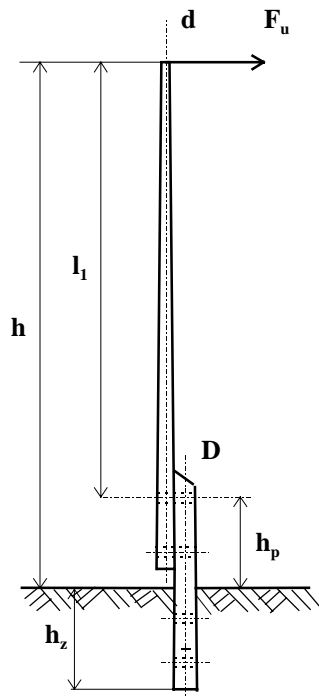
Výpočtová únosnost F_{u2} v rovině kolmé na rovinu sloupu

$$D = d + 0,007 \cdot h$$

$$F_{u2} = \frac{\pi \cdot D^3}{16h} \cdot R \cdot 10^3 \quad [kN; m^3; MPa]$$

4.6 Sloup Jp

Výpočtová únosnost sloupu Jp se určí stejně jako únosnost sloupu J. Navíc je třeba kontrolovat výpočtovou únosnost použité patky.



Průměr sloupu u horního šroubu stožárové patky

$$D = d + 0,007 \cdot l_1 \quad [m]$$

Výpočtová únosnost sloupu

$$F_u = \frac{\pi \cdot D^3}{32 \cdot l_1} \cdot R \cdot 10^3 \quad [kN; m^3; m; MPa]$$

Výpočtová únosnost sloupu s ohledem na výpočtovou únosnost patky

$$F_{pu} = \frac{M_u}{h} \quad [kN; kNm; m]$$

Pokud má patka výpočtový ohybový moment M_u ve směru os x a y různý, počítá se s nižší z uvedených hodnot.

Obrázek 5 - Sloup Jp

Za výpočtovou únosnost se pak považuje buď únosnost sloupu nebo únosnost patky, podle toho, která z nich má nižší hodnotu.

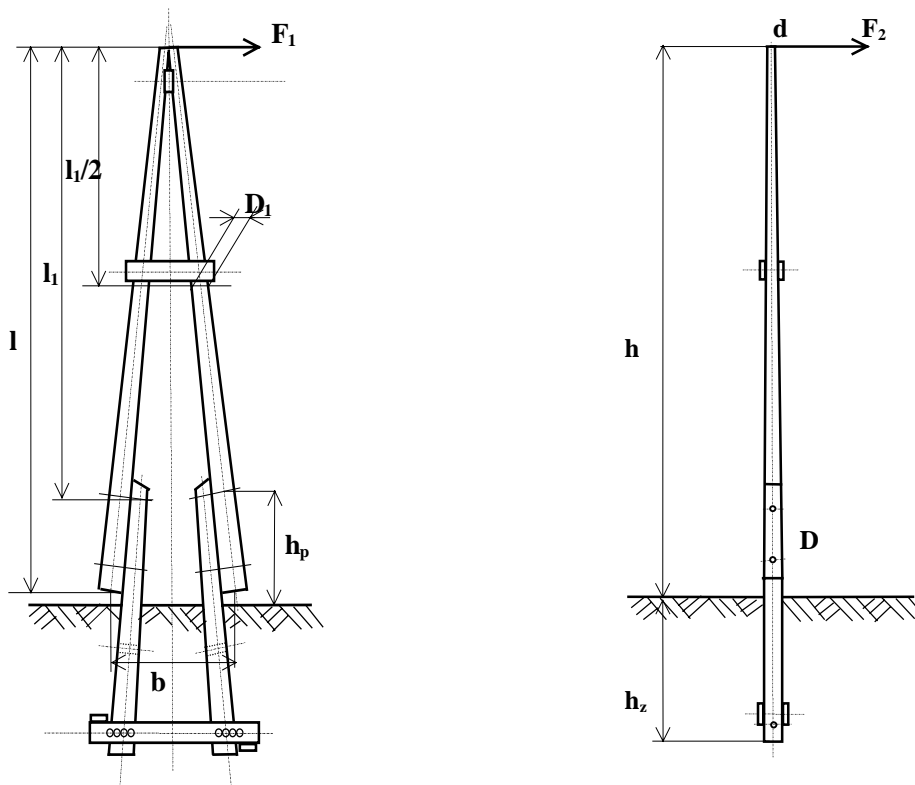
4.7 Sloup Dp a Up

Sloup Dp a Up se navrhují stejně jako sloupy Jp. Při výpočtu se však bere dvojnásobný modul průřezu jednoho sloupu.

U sloupu Up s minimálně čtyřmi hmoždinkami vzdálenými od sebe maximálně 2 m, řádně staženými a zapuštěnými nebo při použití jiných rovnocenných spojů, které zamezí vzájemnému posuvu sloupů lze počítat s trojnásobkem modulu průřezu jednoho sloupu, avšak jen působí-li síla v rovině sloupu.

4.8 Sloup Šp a Ap

Výpočtová únosnost sloupů Šp a Ap v rovině sloupu a v rovině kolmé na rovinu sloupu se určí stejně jako u sloupu Š a A. Navíc je třeba zkontrolovat výpočtovou únosnost patek v rovině kolmé na rovinu sloupu.



Obrázek 6 - Sloup Šp a Ap

A. Výpočtová únosnost F_{u1} v rovině sloupu

Průměr sloupu v polovině vzpěrné délky

$$D_1 = d + 0,007 \cdot \frac{l_1}{2} \quad [\text{m}]$$

Součinitel vzpěrnosti φ se určí z tabulky 3 pro štíhlost λ

$$\lambda = \frac{l_1}{i}$$

Výpočtová únosnost v rovině sloupu F_{u1}

$$F_{u1} = \frac{\pi \cdot \varphi \cdot b \cdot R \cdot D_1^2}{4 \cdot l} \cdot 10^3 \quad [\text{kN}; \text{m}; \text{MPa}; \text{m}^2; \text{m}]$$

B. Výpočtová únosnost F_{u2} v rovině kolmé na rovinu sloupu

Průměr sloupu u horního šroubu patky

$$D = d + 0,007 \cdot l_1 \quad [\text{m}]$$

Výpočtová únosnost F_{u2}

$$F_{u2} = \frac{\pi \cdot D^3}{16 \cdot l_1} \cdot R \cdot 10^3 \quad [\text{kN}; \text{m}^3; \text{MPa}]$$

Výpočtová únosnost patky F_{pu}

$$F_{pu} = \frac{2M_u}{h}$$

Za hodnotu výpočtové únosnosti se považuje nižší z hodnot F_{u2} a F_{pu} .

4.9 Nenormalizované sloupy

U složených dřevěných sloupů, které nejsou normalizovány (M sloupy, trojnohé a čtyřnohé pyramidy, portály a pod.) se statickým výpočtem určí namáhání dřeva. Vypočtená namáhání nesmí překročit hodnoty výpočtových pevností dřeva R pro způsoby namáhání uvedené v tabulce 1.

4.10 Patky

Jako patek lze použít dílů nebo konstrukcí z materiálů, které vyhoví požadavkům na dlouhodobou životnost a vyhoví podmínkám mechanického zatížení bez poškození. Patky musí být konstrukčně navrženy tak, aby spolehlivě přenesly jak příčná, tak i podélná zatížení s ohledem k použitému způsobu upevnění sloupu na patku. Požadavky na betonové patky pro venkovní elektrická vedení budou řešeny samostatnou normou PNE.

5 Příloha - Výpočtové únosnosti dřevěných sloupů

Následující tabulky č.6. až č.14. udávají hodnoty výpočtových únosností pro obvykle používané typy dřevěných sloupů. Při výpočtech se uvažovala výpočtová pevnost dřeva v ohybu $R=18,8$ MPa podle tabulky č.1., konicita sloupu do 7mm na 1m délky.

U sloupů uložených přímo do země se uvažovala hloubka založení $h_z=1,6$ m pro sloupy o délce 8 a 9m, $h_z=1,8$ m pro sloupy o délce 10 a 11m a $h_z = \frac{l}{6}$ pro sloupy o délce 12 a více metrů.

U sloupů na patkách se uvažovala vzdálenost horního šroubu 1m od paty sloupu.

Tabulka 6. Výpočtová únosnost F_u sloupu J

Délka sloupu	Výpočtová únosnost F_u v kN podle průměru sloupu v čepu d (cm)									
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
8	1,54	1,82	2,13	2,48	2,86	3,28	3,73	4,23	4,77	5,35
9	1,50	1,76	2,05	2,37	2,72	3,11	3,53	3,98	4,48	5,01
10	1,48	1,73	2,01	2,31	2,65	3,01	3,41	3,84	4,30	4,80
11	1,47	1,71	1,98	2,27	2,58	2,93	3,30	3,71	4,15	4,61
12	1,48	1,71	1,97	2,25	2,55	2,88	3,24	3,63	4,05	4,50
13	1,49	1,71	1,96	2,23	2,53	2,85	3,20	3,58	3,98	4,41
14	1,50	1,72	1,97	2,23	2,52	2,83	3,17	3,54	3,93	4,34
15	1,52	1,74	1,98	2,24	2,52	2,83	3,16	3,51	3,89	4,29

Tabulka 7. Výpočtová únosnost F_u sloupu D

Délka sloupu	Výpočtová únosnost F_u v kN podle průměru sloupu v čepu d (cm)									
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
8	3,08	3,64	4,26	4,95	5,72	6,55	7,47	8,46	9,54	10,71
9	3,00	3,52	4,10	4,74	5,44	6,21	7,05	7,96	8,95	10,02
10	2,96	3,46	4,02	4,63	5,29	6,02	6,82	7,68	8,61	9,61
11	2,95	3,43	3,95	4,53	5,17	5,86	6,61	7,42	8,29	9,23
12	2,95	3,42	3,93	4,49	5,10	5,77	6,49	7,27	8,10	9,00
13	2,97	3,43	3,92	4,47	5,06	5,71	6,40	7,15	7,96	8,82
14	3,00	3,45	3,93	4,47	5,04	5,67	6,34	7,07	7,85	8,69
15	3,04	3,48	3,96	4,48	5,04	5,65	6,31	7,02	7,78	8,59

Tabulka 8. Výpočtová únosnost F_{u1} sloupu Š

Délka sloupu	Výpočtová únosnost F_{u1} v kN podle průměru sloupu v čepu d (cm)									
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
8	4,71	6,07	7,71	9,66	11,96	14,65	17,77	21,36	25,47	30,14
9	3,43	4,40	5,56	6,93	8,55	10,43	12,61	15,12	17,98	21,22
10	2,70	3,45	4,34	5,39	6,63	8,07	9,73	11,64	13,81	16,28
11	2,13	2,70	3,39	4,19	5,14	6,23	7,49	8,93	10,57	12,43
12	1,77	2,24	2,79	3,45	4,21	5,09	6,11	7,27	8,59	10,08
13	1,49	1,88	2,34	2,88	3,50	4,23	5,06	6,01	7,08	8,30
14	1,28	1,61	1,99	2,44	2,97	3,57	4,26	5,05	5,94	6,95
15	1,11	1,39	1,72	2,10	2,55	3,06	3,64	4,31	5,06	5,91

Tabulka 9. Výpočtová únosnost F_{u1} sloupu A rozkročení 2,5 m

Délka sloupu	Výpočtová únosnost F_{u1} v kN podle průměru sloupu v čepu d (cm)									
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
8	11,77	15,18	19,28	24,16	29,91	36,63	44,42	53,40	63,67	75,36
9	8,57	10,99	13,89	17,33	21,37	26,08	31,53	37,79	44,94	53,06
10	6,75	8,62	10,85	13,49	16,58	20,18	24,33	29,10	34,53	40,69
11	5,32	6,75	8,47	10,48	12,84	15,58	18,73	22,33	26,43	31,08
12	4,42	5,59	6,98	8,62	10,53	12,74	15,28	18,18	21,47	25,20
13	3,73	4,70	5,85	7,19	8,76	10,57	12,65	15,02	17,71	20,74
14	3,20	4,01	4,98	6,11	7,42	8,93	10,66	12,63	14,86	17,37
15	2,78	3,48	4,30	5,26	6,37	7,65	9,11	10,77	12,65	14,77

Tabulka 10. Výpočtová únosnost F_{u1} sloupu A rozkročení 3 m

Délka sloupu	Výpočtová únosnost F_{u1} v kN podle průměru sloupu v čepu d (cm)									
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
8	14,13	18,22	23,14	28,99	35,89	43,95	53,31	64,08	76,40	90,42
9	10,29	13,19	16,67	20,80	25,65	31,30	37,84	45,35	53,93	63,67
10	8,10	10,34	13,02	16,18	19,90	24,21	29,20	34,92	41,44	48,83
11	6,38	8,11	10,16	12,58	15,41	18,69	22,47	26,80	31,72	37,29
12	5,30	6,71	8,38	10,34	12,63	15,28	18,33	21,81	25,77	30,24
13	4,47	5,64	7,01	8,63	10,51	12,69	15,18	18,02	21,25	24,89
14	3,84	4,82	5,97	7,33	8,90	10,71	12,79	15,15	17,83	20,85
15	3,34	4,17	5,16	6,31	7,64	9,18	10,93	12,93	15,18	17,72

Tabulka 11. Výpočtová únosnost F_u sloupu Jp

Délka sloupu	Výpočtová únosnost F_u v kN podle průměru sloupu v čepu d (cm)											
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
8	1,06	1,27	1,51	1,78	2,08	2,41	2,77	3,17	3,60	4,07	4,58	5,13
9	1,06	1,26	1,48	1,74	2,02	2,33	2,66	3,03	3,43	3,87	4,34	4,85
10	1,06	1,26	1,47	1,72	1,98	2,27	2,59	2,94	3,32	3,73	4,17	4,65
11	1,08	1,27	1,48	1,71	1,97	2,25	2,55	2,88	3,24	3,63	4,05	4,50
12	1,10	1,28	1,49	1,71	1,96	2,23	2,53	2,85	3,19	3,57	3,97	4,40
13	1,12	1,31	1,51	1,73	1,97	2,23	2,52	2,83	3,16	3,52	3,91	4,32
14	1,15	1,33	1,53	1,75	1,99	2,25	2,52	2,83	3,15	3,50	3,87	4,27
15	1,19	1,37	1,56	1,78	2,01	2,26	2,54	2,83	3,15	3,49	3,85	4,24

Tabulka 12. Výpočtová únosnost F_{u1} sloupu Šp

Délka sloupu	Výpočtová únosnost F_u v kN podle průměru sloupu v čepu d (cm)											
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
8	2,39	3,18	4,16	5,34	6,77	8,46	10,44	12,76	15,45	18,54	22,07	26,08
9	1,80	2,38	3,10	3,96	4,99	6,20	7,63	9,30	11,22	13,42	15,94	18,79
10	1,42	1,86	2,40	3,06	3,83	4,75	5,82	7,07	8,50	10,14	12,01	14,13
11	1,15	1,50	1,93	2,44	3,05	3,76	4,59	5,56	6,67	7,93	9,37	11,00
12	0,96	1,24	1,59	2,00	2,49	3,06	3,72	4,49	5,37	6,37	7,51	8,80
13	0,82	1,05	1,34	1,68	2,08	2,54	3,09	3,71	4,43	5,24	6,16	7,20
14	0,71	0,91	1,15	1,43	1,77	2,16	2,61	3,13	3,72	4,39	5,15	6,01
15	0,62	0,79	1,00	1,24	1,53	1,86	2,24	2,68	3,17	3,74	4,38	5,09

Tabulka 13. Výpočtová únosnost F_{u1} sloupu A rozkročení 2,5 m

Délka sloupu	Výpočtová únosnost F_u v kN podle průměru sloupu v čepu d (cm)											
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
8	5,97	7,95	10,40	13,36	16,92	21,14	26,11	31,91	38,62	46,35	55,17	65,20
9	4,50	5,96	7,74	9,89	12,46	15,51	19,08	23,24	28,04	33,55	39,84	46,97
10	3,54	4,65	6,01	7,64	9,58	11,87	14,56	17,67	21,25	25,36	30,03	35,33
11	2,87	3,75	4,82	6,10	7,62	9,40	11,48	13,89	16,66	19,83	23,43	27,49
12	2,40	3,11	3,97	5,00	6,22	7,65	9,31	11,23	13,43	15,94	18,78	21,99
13	2,04	2,63	3,34	4,19	5,19	6,36	7,72	9,28	11,07	13,10	15,41	18,00
14	1,77	2,27	2,87	3,58	4,42	5,39	6,52	7,82	9,30	10,98	12,88	15,02
15	1,55	1,98	2,50	3,10	3,82	4,64	5,60	6,69	7,94	9,35	10,95	12,74

Tabulka 14. Výpočtová únosnost F_{u1} sloupu A rozkročení 3 m

Délka sloupu	Výpočtová únosnost F_u v kN podle průměru sloupu v čepu d (cm)											
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
8	7,16	9,55	12,47	16,03	20,30	25,37	31,33	38,29	46,35	55,61	66,21	78,24
9	5,40	7,15	9,29	11,87	14,96	18,61	22,90	27,89	33,65	40,26	47,81	56,36
10	4,25	5,58	7,21	9,17	11,50	14,25	17,47	21,20	25,50	30,43	36,04	42,39
11	3,45	4,50	5,78	7,32	9,14	11,28	13,78	16,67	20,00	23,79	28,11	32,99
12	2,87	3,73	4,76	6,00	7,46	9,18	11,17	13,47	16,11	19,12	22,54	26,39
13	2,45	3,16	4,01	5,03	6,23	7,63	9,26	11,14	13,28	15,72	18,49	21,60
14	2,12	2,72	3,44	4,30	5,30	6,47	7,82	9,38	11,16	13,18	15,46	18,02
15	1,87	2,38	3,00	3,72	4,58	5,57	6,71	8,03	9,52	11,22	13,14	15,29