

Samonosné optické kabely – teorie a praxe

Brno, 2010

Pavel Dubský
OFA s.r.o.

pdubsky@ofacom.cz, 603 516 694



Obsah

1. Úvod
2. Teorie – tahové namáhání, průvės samonosných optických kabelů
3. Ukázky výpočtů
4. Poznámky z praxe, praktická doporučení
5. Diskuse, závěr

1. Úvod

- Závěsné kabely jsou v některých případech nejvýhodnější nebo jedinou možnou možností instalace
- Použití závěsných (samonosných) optických kabelů není triviální záležitostí
- Pozor na podcenění uvedené problematiky
- Cílem prezentace je podat základní přehled v dané oblasti

2. Teorie – co potřebujeme vědět?

Lze určitý typ kabelu využít pro danou závěsnou aplikaci?

K tomu potřebujeme zjistit/odhadnout/vypočítat

- Průvěs a tahové namáhání kabelu při instalaci
- Průvěs a tahové namáhání kabelu při mezních zátěžových podmínkách (námraza, vítr)
- Pozici kabelu při mezních zátěžových podmínkách (např. energetické aplikace, zamezení nežádoucího dotyku s okolními předměty)
- Tahové namáhání vláken při mezních zátěžových podmínkách
- Co potřebujeme znát?
 - Měrnou hmotnost kabelu w (kg/m)*
 - Maximální dlouhodobou a krátkodobou tahovou odolnost kabelu*
 - Modul pružnosti kabelu
 - Koeficient teplotní roztažnosti kabelu(uvedené údaje by měl poskytnout výrobce, údaje označené * jsou nutné)

2. Teorie – dlouhodobá a krátkodobá tahová odolnost kabelů

IEC 60794-1-2, metoda E1A, E1B

- Testovaná délka ≥ 50 m
- Doba aplikace zátěže ≥ 5 min.
- Měření útlumových změn na 1550 nm

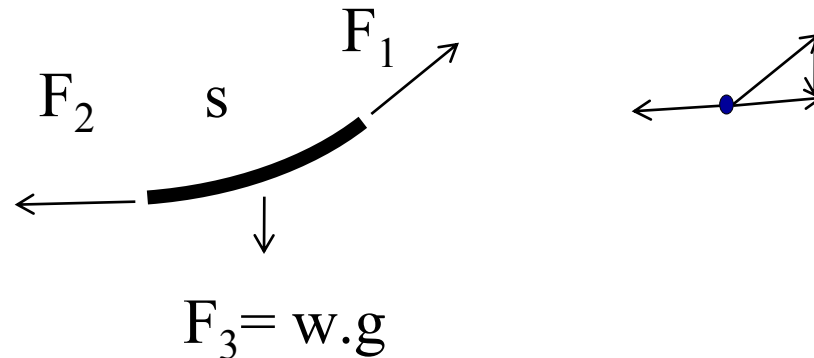
- **Dlouhodobá tahová odolnost**
Nulový nárůst útlumu

- **Krátkodobá tahová odolnost**
Tahové namáhání vláken nesmí překročit 1/3 hodnoty „Proof Testu“
Po odstranění zátěže se útlum i tahové namáhání vláken musí vrátit do výchozího stavu před testem

2. Teorie – výpočty

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$$

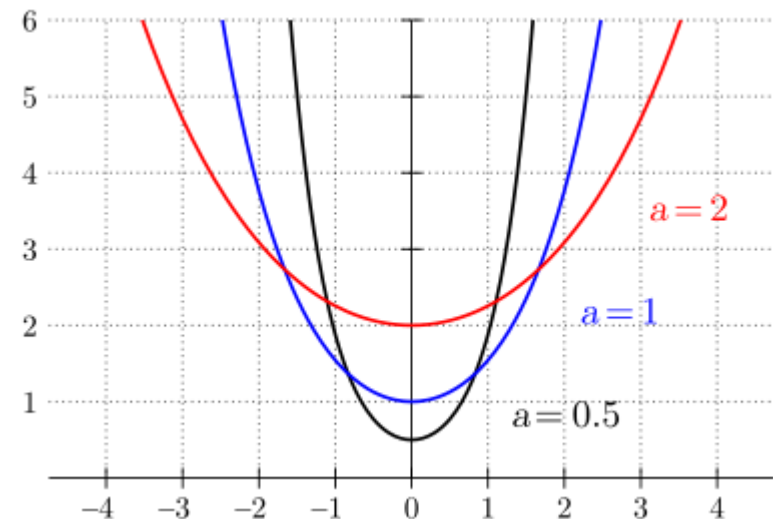
$$d\vec{F}/ds = -\vec{F}_3$$



Řešením je funkce „řetězovky“ (catenary):

$$y = (c/w) \cdot \cosh(x \cdot w/c)$$

s , w jsou funkcí modulu pružnosti a koeficientu teplotní roztažnosti, c je konstanta



2. Teorie – několik zajímavostí o řetězovce

- Křivka vyjadřuje tvar volně visícího ideálního „řetězu“ uchyceného na obou koncích a zatíženého pouze vlastní hmotností



- Inverzní „řetězovka“ se využívá v architektuře, popisuje ideální tvar samonosného oblouku



2. Teorie – několik zajímavostí o řetězovce

- „Řetězovka“ pomáhá při výpočtech účinnosti kotev u lodí
- Máte auto se čtvercovými koly a nechcete se při jízdě natřásat? Vyberte si silnici s boulemi ve tvaru „řetězovky“



2. Teorie – výsledné základní vzorce

T_1 = tahové namáhání kabelu při instalaci, kg

T_2 = tahové namáhání se zátěží, kg

h_1 = počáteční průvės, m

h_2 = průvės při zátěži, m

w_c = měrná hmotnost kabelu, kg/m

l = rozteč mezi oporami, m

K_c = tuhost kabelu, kg

w_r = výsledná zátěž (celková měrná hmotnost se zátěží), kg/m

F_{wind} = zátěž větrem, kg/m

w_{ice} = zátěž ledem, kg/m

c = bezpečnostní faktor, kg/m

t = teplota při zátěži, °C

t_{ref} = referenční teplota (při instalaci), °C

α_c = koef. tepl. rozt. kabelu, 1/ C

$T_1 = (w_c * l^2)/(8 * h_1)$ – počáteční tahové namáhání kabelu

$w_r = ((w_c + w_{ice})^2 + F_{wind}^2)^{1/2} + c$ – výsledná zátěž

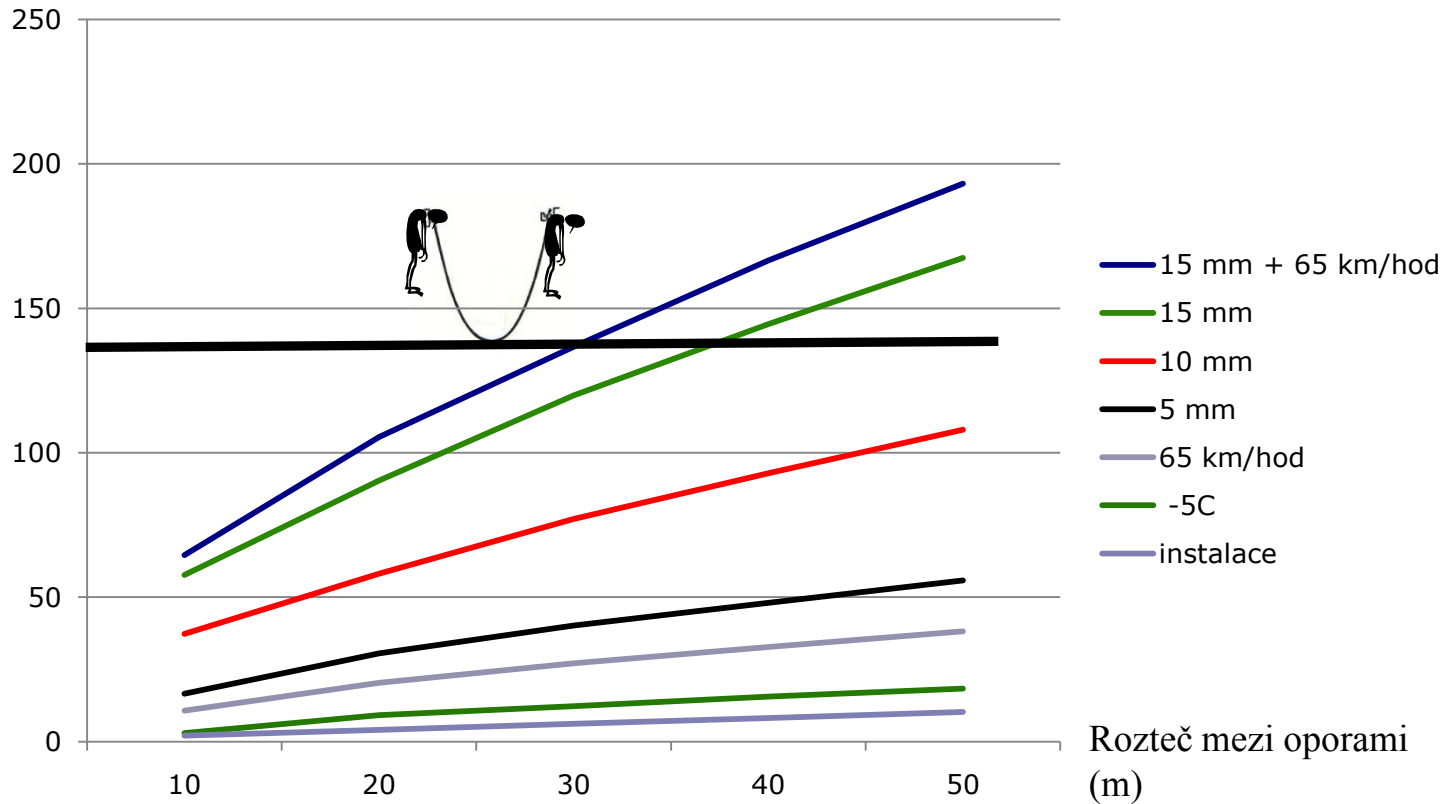
$h_2^3 + h_2 [(3w_c l^4)/(64K_c h_1) - h_1^2 - (3/8)(t - t_{ref})\alpha_c l^2] = (3/64)l^4 w_r / K_c$
– výsledný průvės

$T_2 = (w_r * l^2)/(8 * h_2)$ – výsledné tahové namáhání při zátěži

3. Ukázky výpočtů

Kabel AccuDry, 2 vl., 4,2 mm,
 max. tahová odolnost 136 kg, instalace 20⁰C, zátěž -5⁰C, průvės při inst. 1%

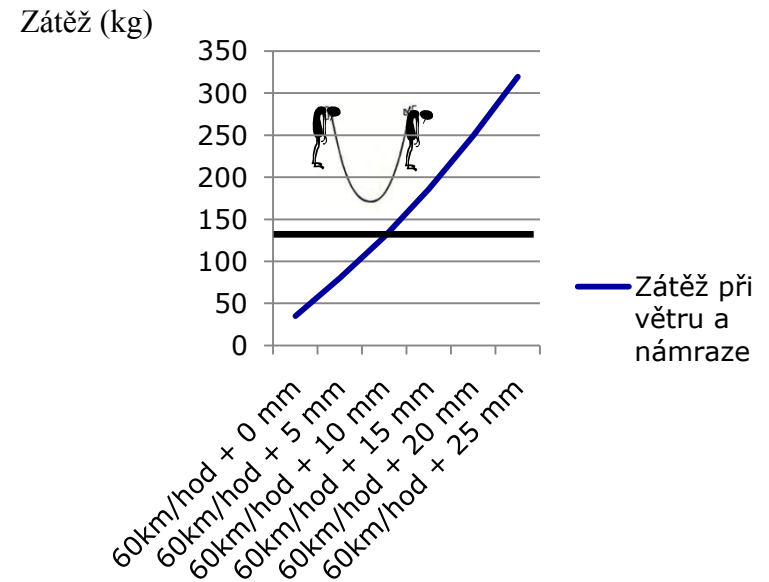
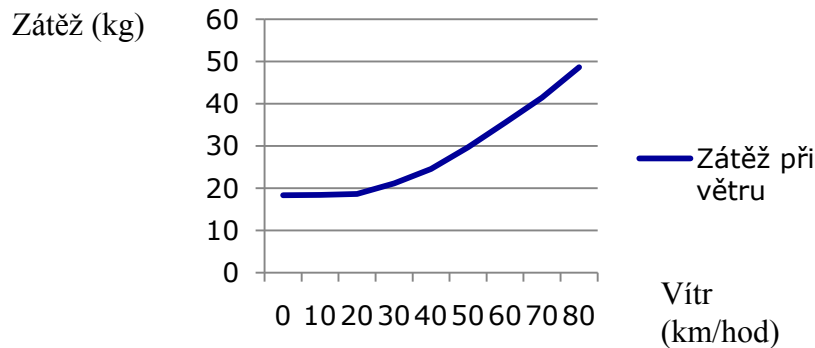
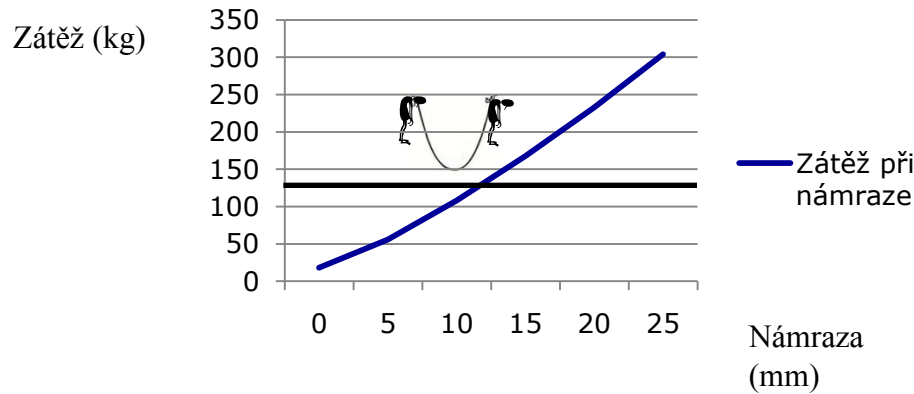
Zátěž (kg)



Rozteč mezi oporami (m)

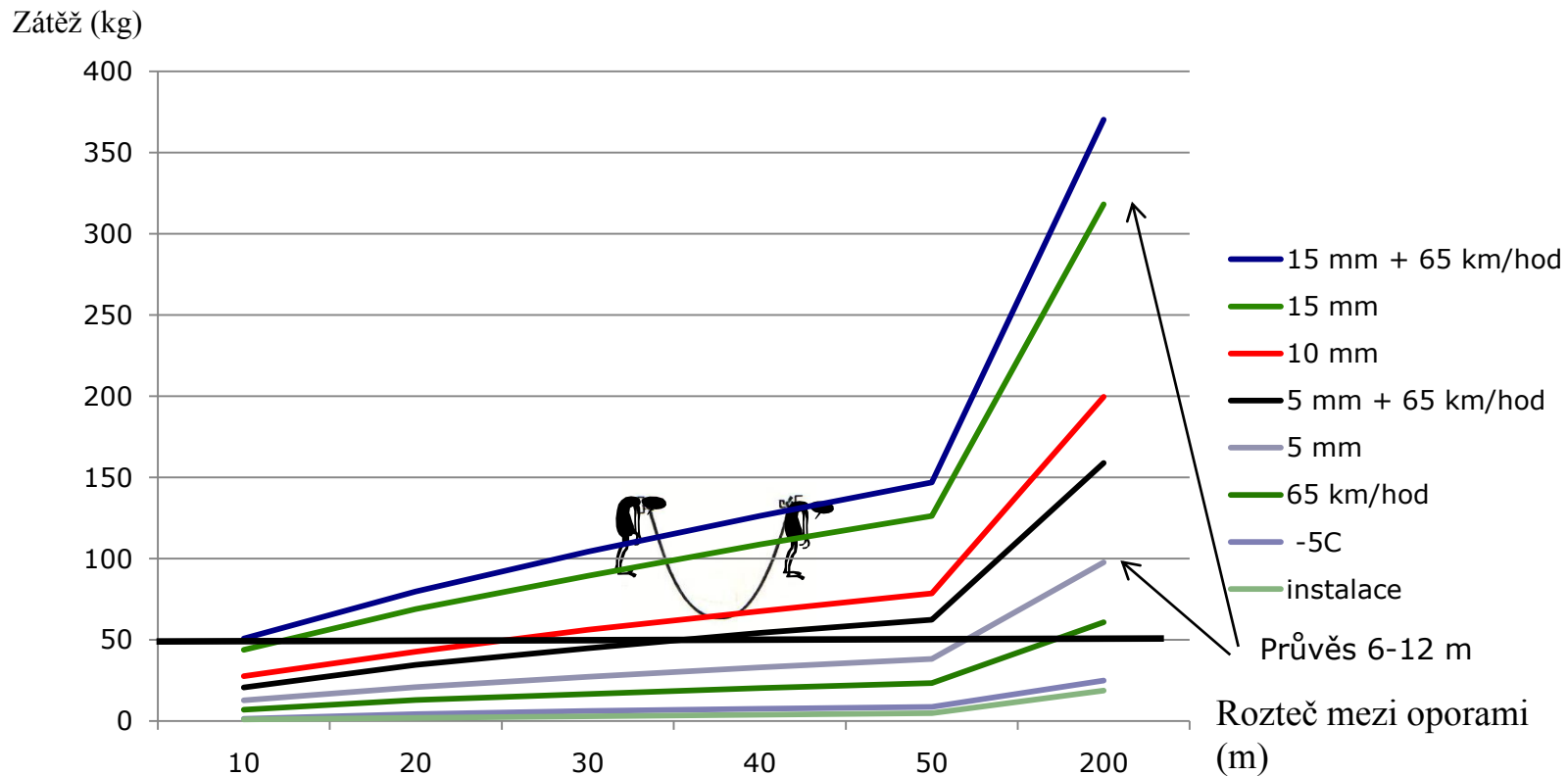
3. Ukázky výpočtů

Kabel AccuDry, 2 vl., 4,2 mm,
 max. tahová odolnost 136 kg, instalace 20°C, zátěž -5°C, rozteč 50 m, průvės při inst. 1%



3. Ukázky výpočtů

Obecný drop kabel, 3 mm, max. tahová odolnost typicky 50 kg
 instalace 20⁰C, zátěž -5⁰C, průvės při inst. 1%



4. Poznámky z praxe – praktická doporučení

- Nepodceňujte zátěžové podmínky, získejte maximum informací od výrobce (včetně výpočtů)



Námrazová oblast	Tloušťka námrazy	Hmotnost námrazy [kg.m ⁻¹]
Lehká	17	do 1
Střední	27,6	do 2
Těžká	36,1	do 3
Kritická		nad 3

Námrazová oblast NESC (National Electrical Safety Code)	Hmotnost námrazy [kg.m ⁻¹]
Lehká	0
Střední	do 0,6
Těžká	do 1,2

4. Poznámky z praxe – praktická doporučení

Důležitá je i volba úchytů (tahová odolnost, ohyb + namáhání vláken v kabelu,...)

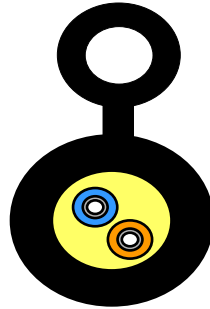


4. Poznámky z praxe – praktická doporučení

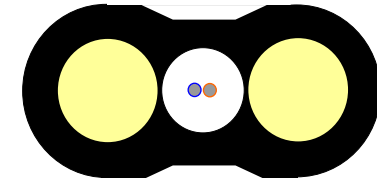
▪ Doporučené typy kabelů

- Kabel s tahovým prvkem odděleným od kabelové duše

Drop kabel tvaru 8



Plochý závěsný kabel



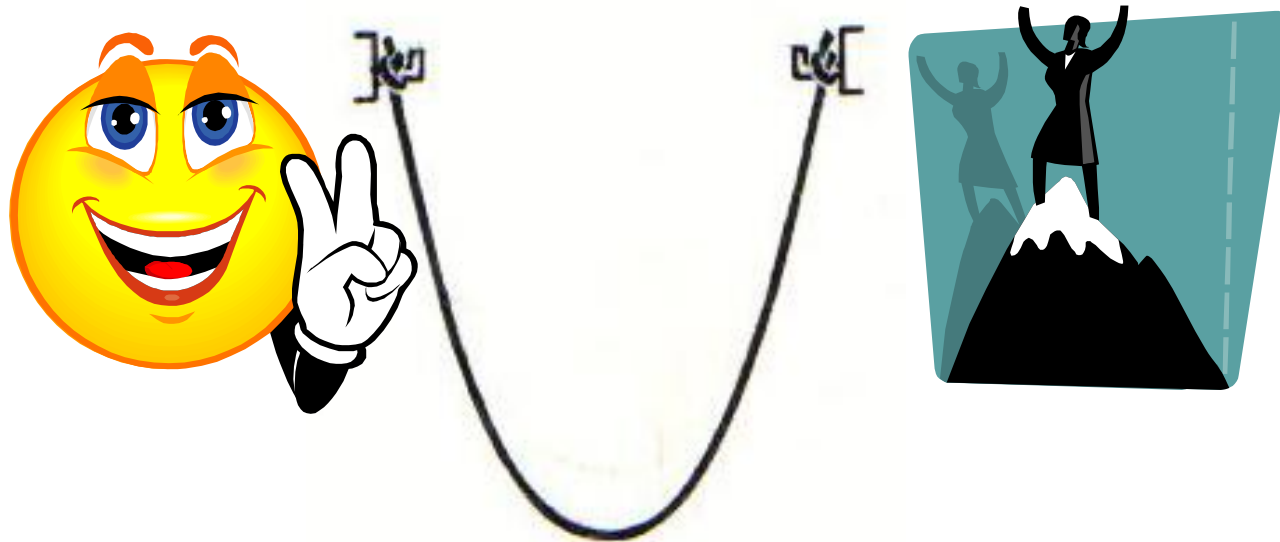
- Kabel speciálně navržený pro dané zátěžové podmínky

PowerGuide



- Jiný samonosný kabel, avšak s garantovanými parametry pro danou rozteč a zátěžové podmínky

7. Diskuse, závěr



Děkuji za pozornost