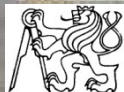


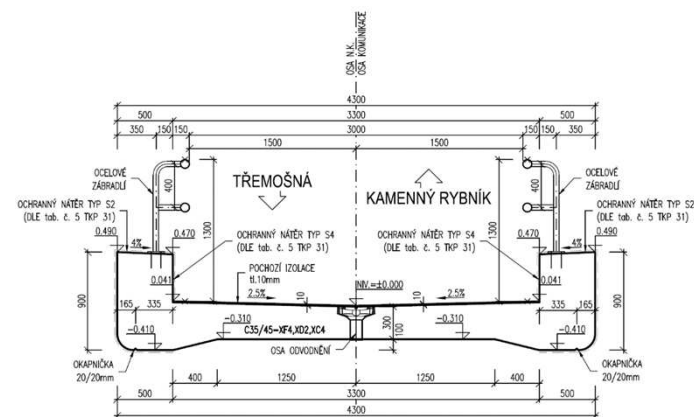
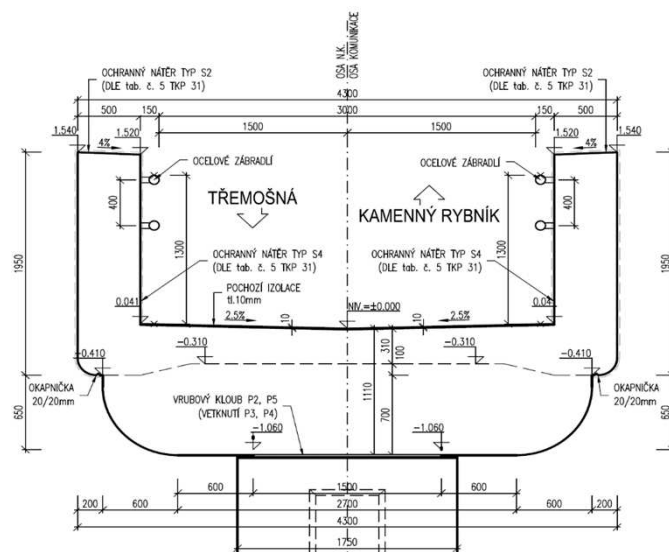
BETONOVÉ KONSTRUKCE – B03C + B03K

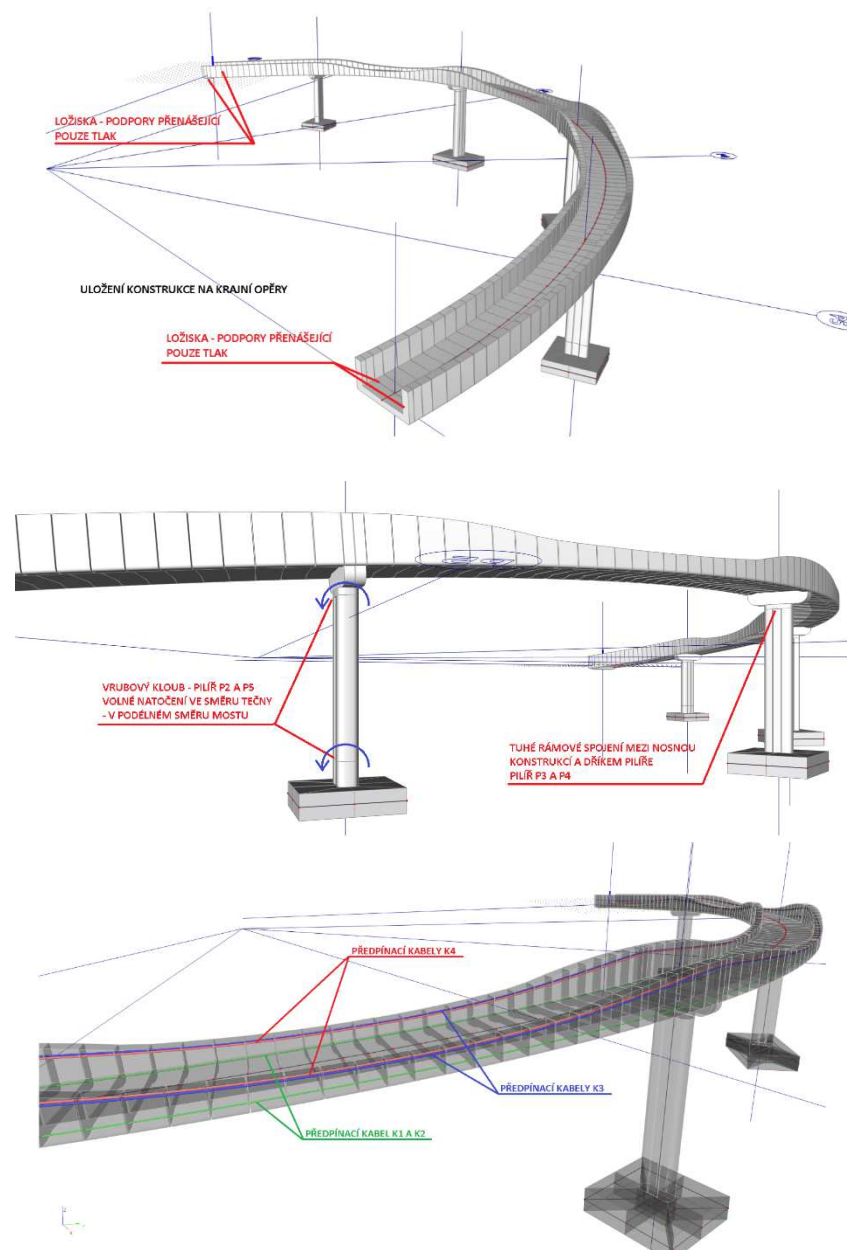
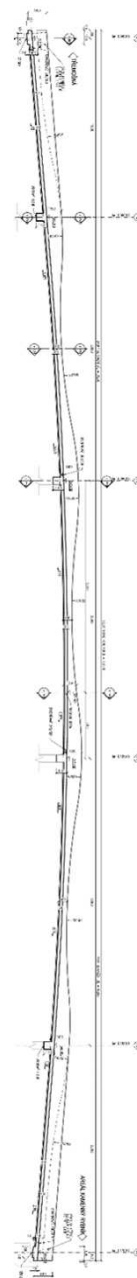
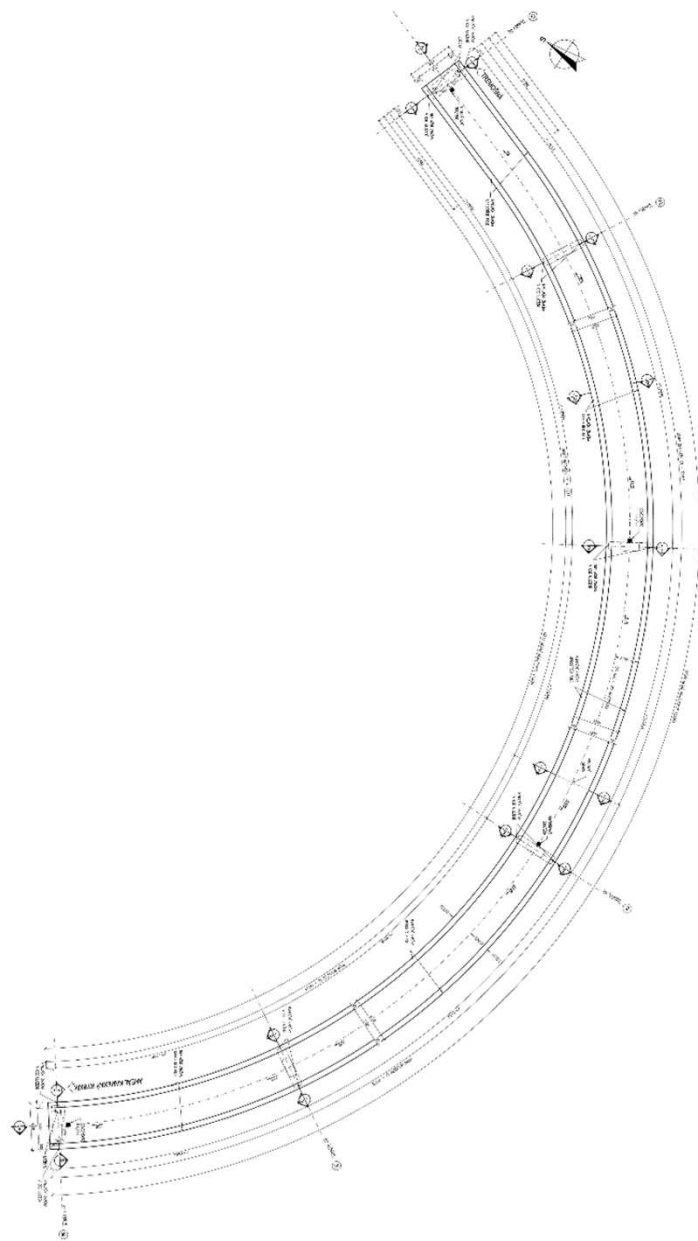


Betonové konstrukce B03C + B03K

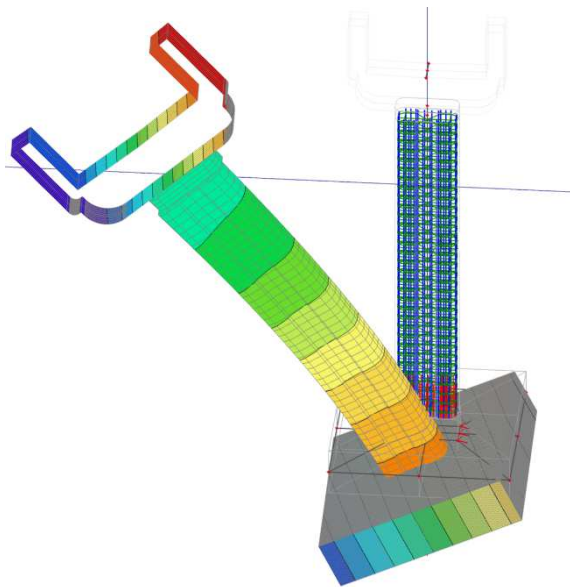
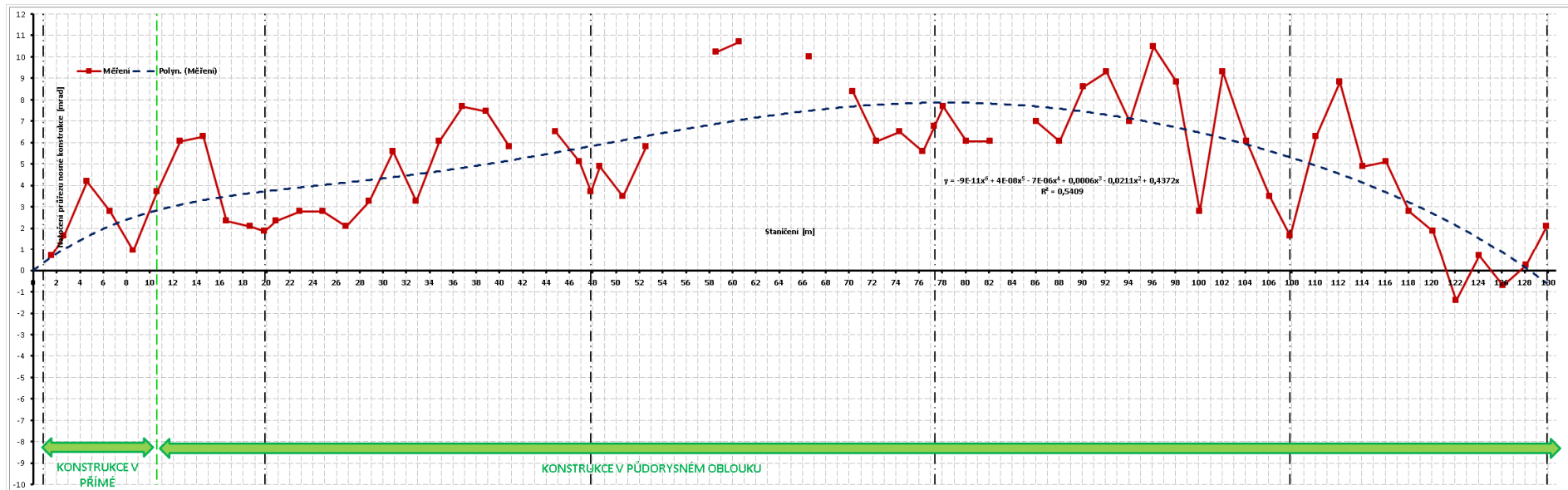
PŮDORYSNĚ ZAKŘIVENÉ MOSTNÍ KONSTRUKCE – ÚČINKY PŘEDPĚTÍ



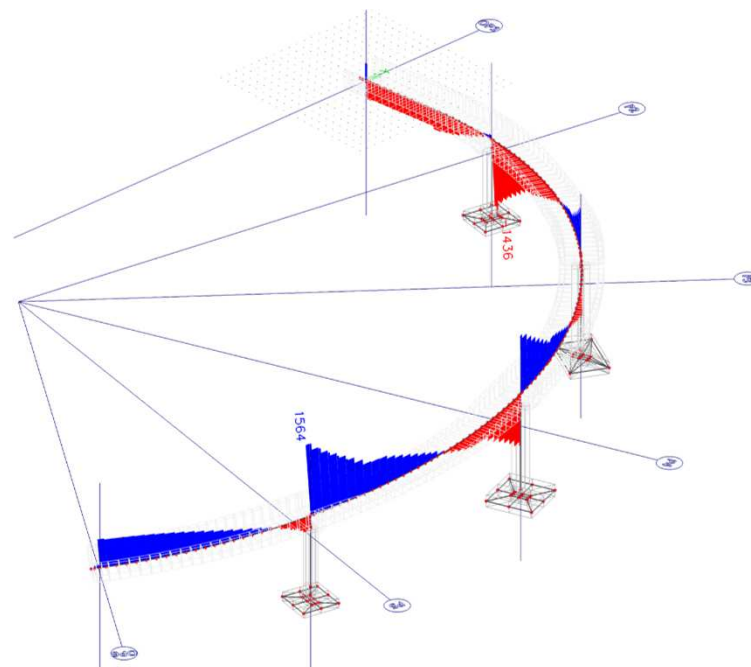
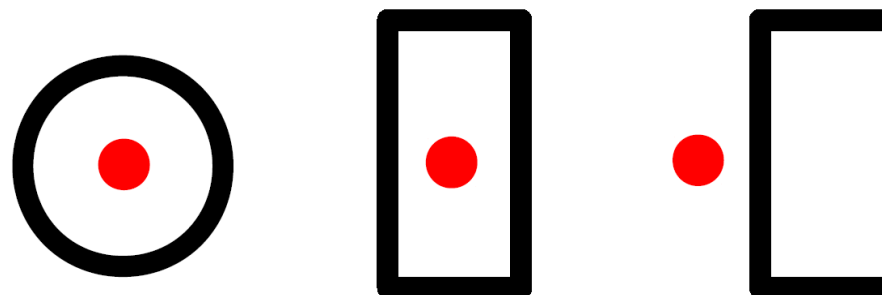
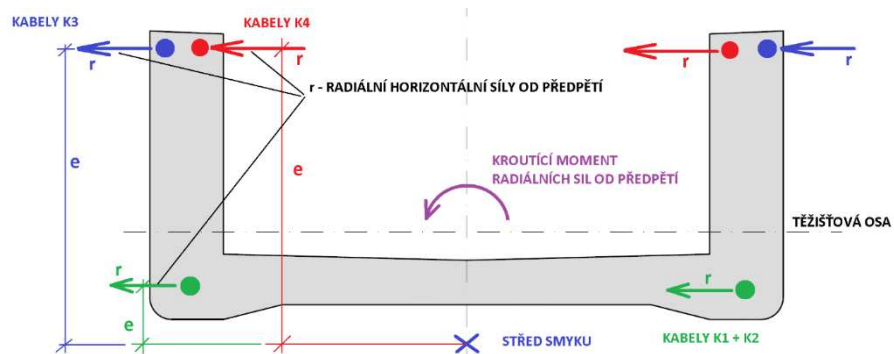




Betonové konstrukce B03C + B03K



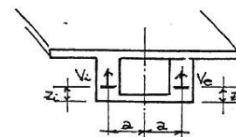
Betonové konstrukce B03C + B03K



Pro návrh předpětí půdorysně zakřivené konstrukce můžeme uvažovat několik způsobů vedení přepínacích kabelů. Nejdůležitější z nich jsou:

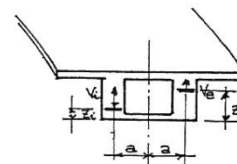
- A/** Symetrické uspořádání předpínacích kabelů k oběma průřezovým osám a stejně velké přepínací síly.

Platí: $V_i = V_e$
 $z_i = z_e$



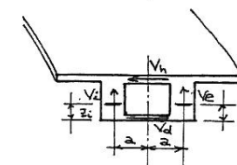
- B/** Stejná přepínací síla v obou kabelech, nesejná pořadnice průvřesu kabelu.

Platí: $V_i = V_e$
 $z_i \neq z_e$



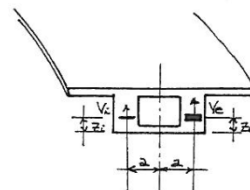
- C/** Ve stojinách komůrkového průřezu kabely ad A/, v horní a dolní desce vodorovně uspořádané kabely o stejném vzepětí.

Platí: $V_i = V_e \rightarrow z_i = z_e$
 $V_h = V_d \quad y_h = y_d$



- D/** Symetrické uspořádání kabelů k oběma průřezovým osám, avšak kabely jsou o různých přepínacích silách

Platí: $V_i \neq V_e$
 $z_i = z_e$



Na následujících obrázcích (obr. 4 - obr.6) jsou uvedeny grafy, znázorňující nadspotřebu přepínacího materiálu oproti základnímu způsobu předpětí A (= 100 %).

Do jaké míry může předpětí ovlivňovat velikost kroutících momentů je dána základní nerovností (bez odvození-viz liter. /81/)

$$\frac{\varphi_o^2}{24t} \leq \frac{\varphi_o^2}{8 \cdot (1 + \lambda)}$$

z které plynou následující vztahy: (Pozn. Hodnota λ je poměr b/c)



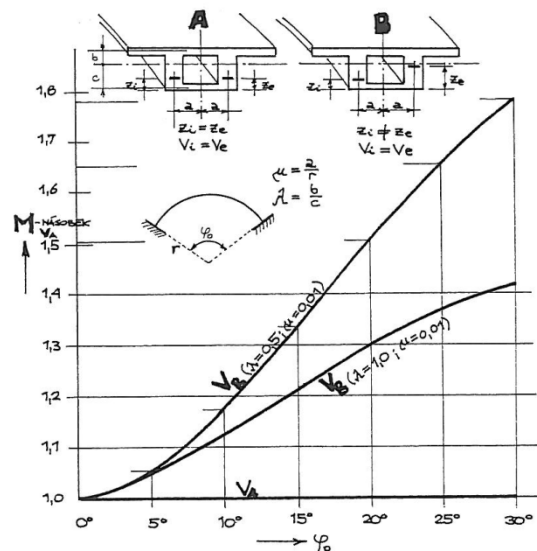
- Pro $\lambda = 2 \Rightarrow M'_v = 0$ toto je případ konkordantního předpětí. Pro tento případ platí $T_{z+v} = T_z$
- $\lambda < 2 \Rightarrow M'_v > 0$ vlivem tohoto předpětí vzniká kladný staticky neurčitý moment M' od předpětí. Tím je dán i kladný příspěvek k velikosti kroutících momentů $T_{z+v} > T_z$
- $\lambda > 2 \Rightarrow M'_v < 0$ vlivem předpětí vzniká záporný staticky neurčitý moment M' a tudíž také kroutící moment je menší, nežli od vnějšího zatížení $T_{z+v} < T_z$

Z výše uvedené úvahy vyplývá, že téměř u všech prakticky v úvahu přicházejících případů je velikost veličiny λ dána hodnotou, která kolísá v poměrně malých mezích a to pro:

- průřezy komůrkové, dvoutrámové, deskového trámu a to jak vylehčeného, tak i plného je velikost $\lambda \approx 0,5$

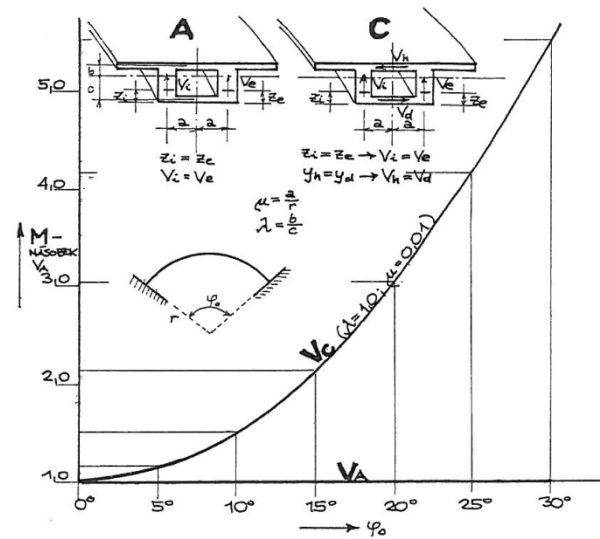
- u průřezů téměř, nebo úplně dvouose symetrických t.j. desky plné, nebo vylehčené je velikost $\lambda \approx 1,0$

Protože ve všech výše uvedených případech je $\lambda < 2$, nezmenšuje tedy předpětí kroutící momenty, nýbrž tyto zvětšuje: $T_{z+v} > T_z$

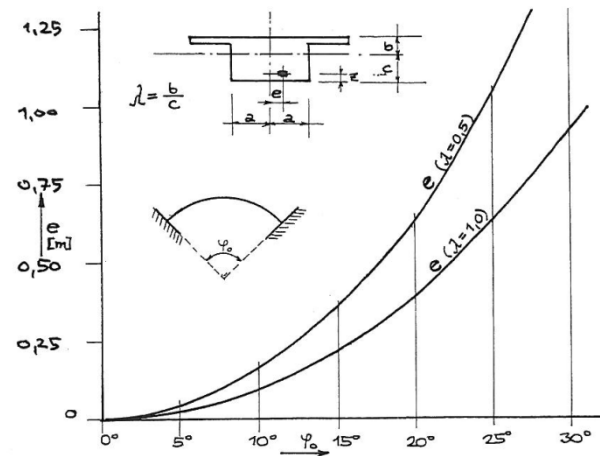


Obr.4.: Zvětšení množství přepínací výztuže při předpětí dle B oproti předpětí dle způsobu A = 100%





Obr.5.: Zvětšení množství přepínací výztuže dle způsobu C oproti předpětí dle způsobu A =100%



Obr.6.: Excentricita výslednice předpínacích kabelů ke svislé ose průřezu při předpětí dle způsobu D



Závěrem lze k výše uvedeným čtyřem způsobům vedení přepínací výztuže v PZMK konstatovat:

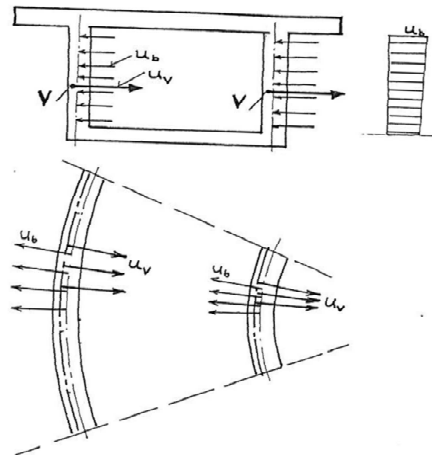
Způsob předpětí **A** je projekčně i výrobně nejjednodušším a v praxi též nejčastěji používaným způsobem předpětí PZMK. Kroucení nosné konstrukce (včetně části, vyvolané předpětím) musí být převzata správně uspořádanou betonářskou výztuží.

Způsob předpětí **B** je projekčně i výrobně oproti způsobu **A** komplikovanější. S ohledem na zvětšení množství přepínací výztuže je i méně vhodný. Lze jím docílit lokálního zmenšení krouticích momentů v předem zvolených průřezích (např. u opěr).

Způsob předpětí **C** je s ohledem na značnou materiálovou náročnost méně vhodný. Další nevýhodou jsou i obtíže konstrukčního rázu (kotvení přepínacích kabelů v horní a dolní desce)

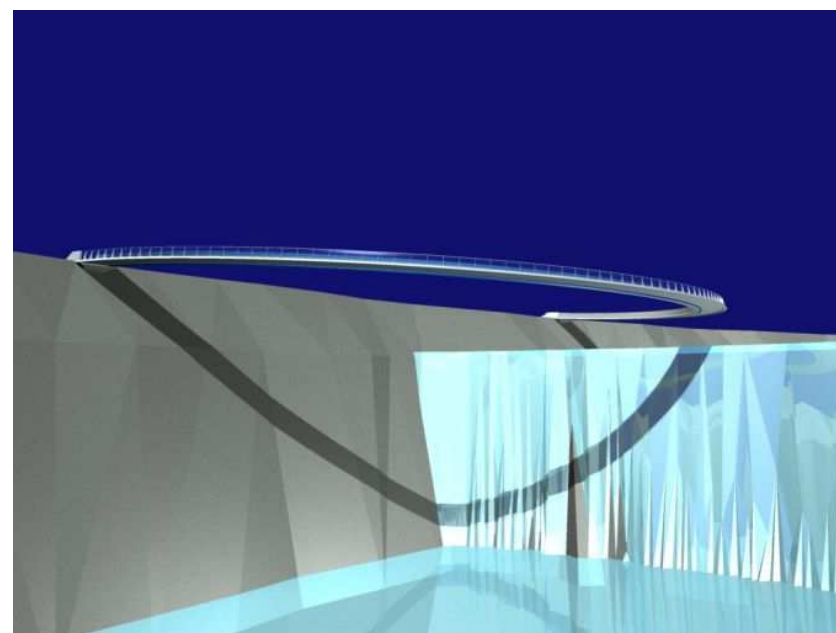
Způsob předpětí **D** je co do proveditelnosti hned za způsobem **A**, a to tím více, že i co do materiálové náročnosti je se způsobem **A** rovnocenný. Použitelný však není u komůrkových průřezů, naopak vhodný je u plných deskových trámů.

U půdorysně zvláště silně zakřivených konstrukcí je velmi důležitá otázka správného návrhu třmínek ve stojinách komůrkových průřezů větších výšek. Ačkoliv jsou vodorovné složky vynášecích sil v přepínacích kabelů vlivem půdorysného zakřivení v rovnováze s vodorovnými složkami tlakových sil v betonu od předpětí (viz obr.7), může dojít u nesprávně navržených třmínek (a v několika případech skutečně k tomuto porušení došlo) k vytržení kabelů ve vodorovném směru ve snaze zaujmout polohu těživě mezi zakotvenými konci.

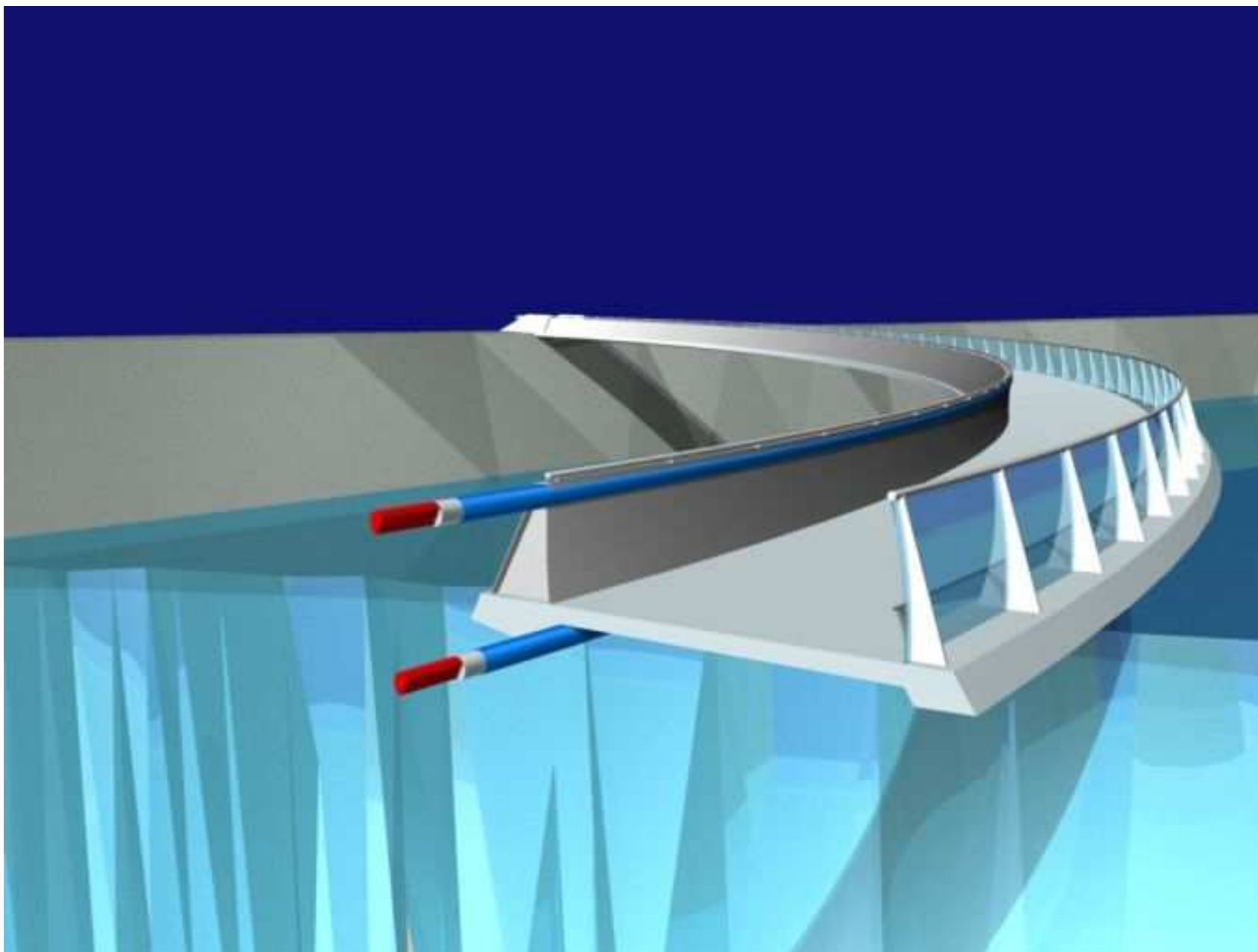


Obr.7.: Vodorovné namáhání stěn komůrkových průřezů u silně zakřivených konstrukcí





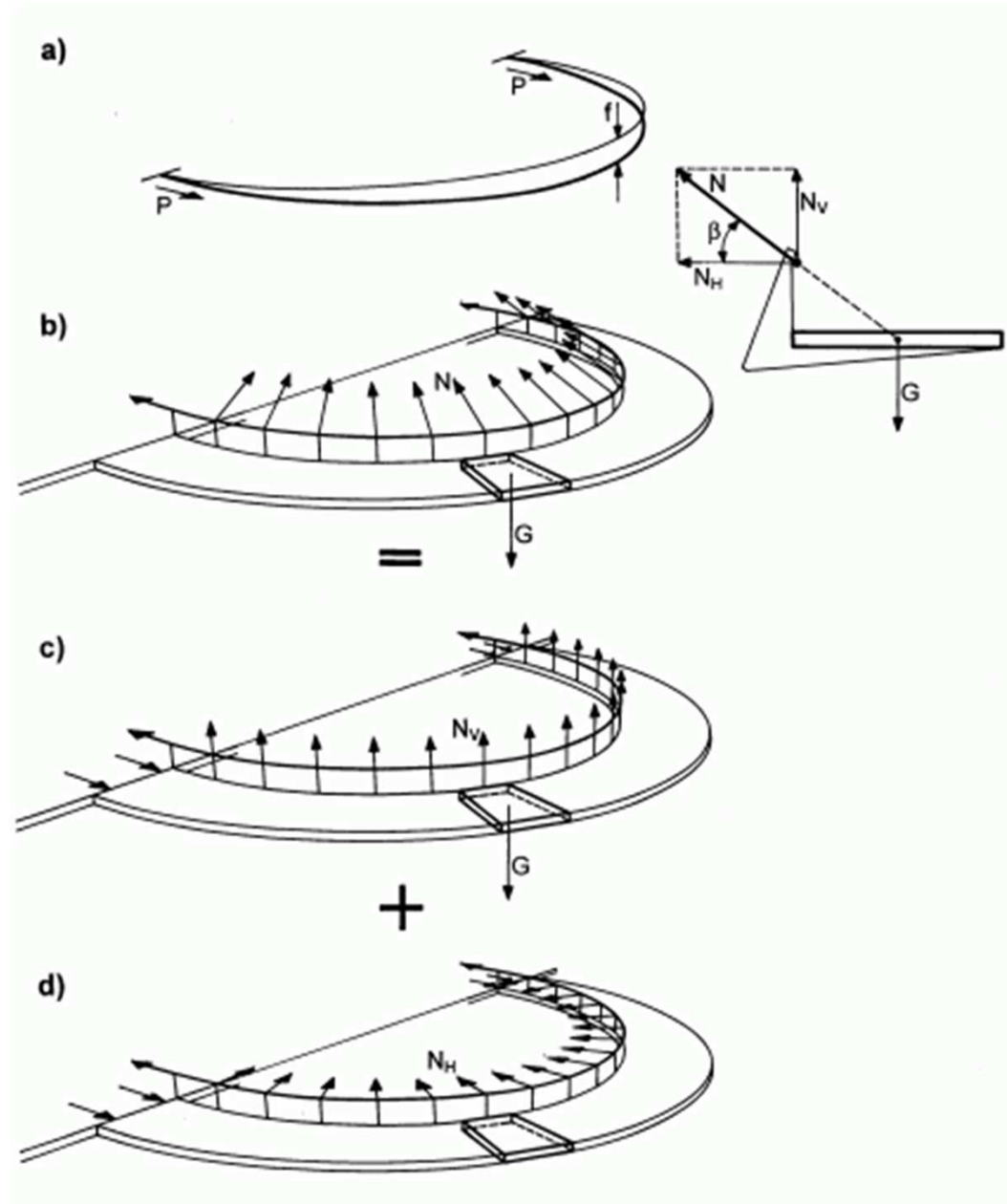
Betonové konstrukce B03C + B03K



Betonové konstrukce B03C + B03K



Betonové konstrukce B03C + B03K



1D vnitřní síly

Hodnoty: M_y

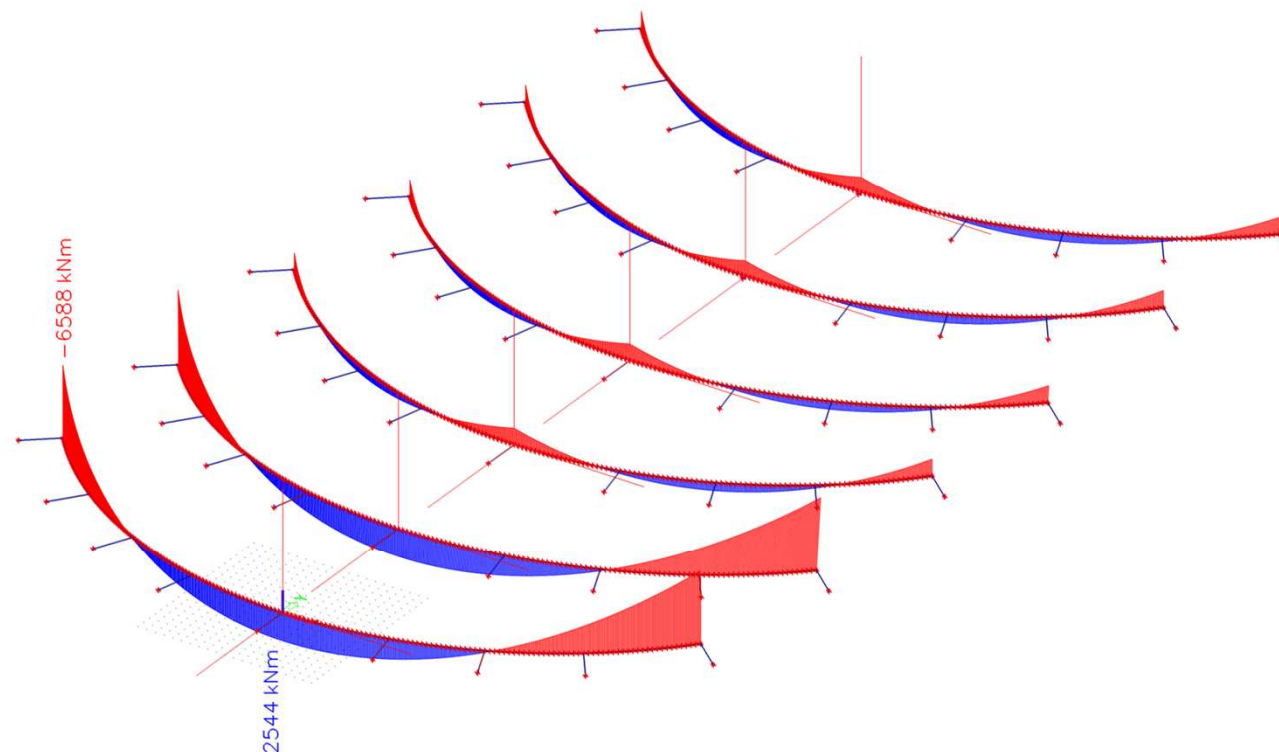
Lineární výpočet

Zatěžovací stav: ZS1

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše



Ohybový moment



1D vnitřní síly

Hodnoty: M_x

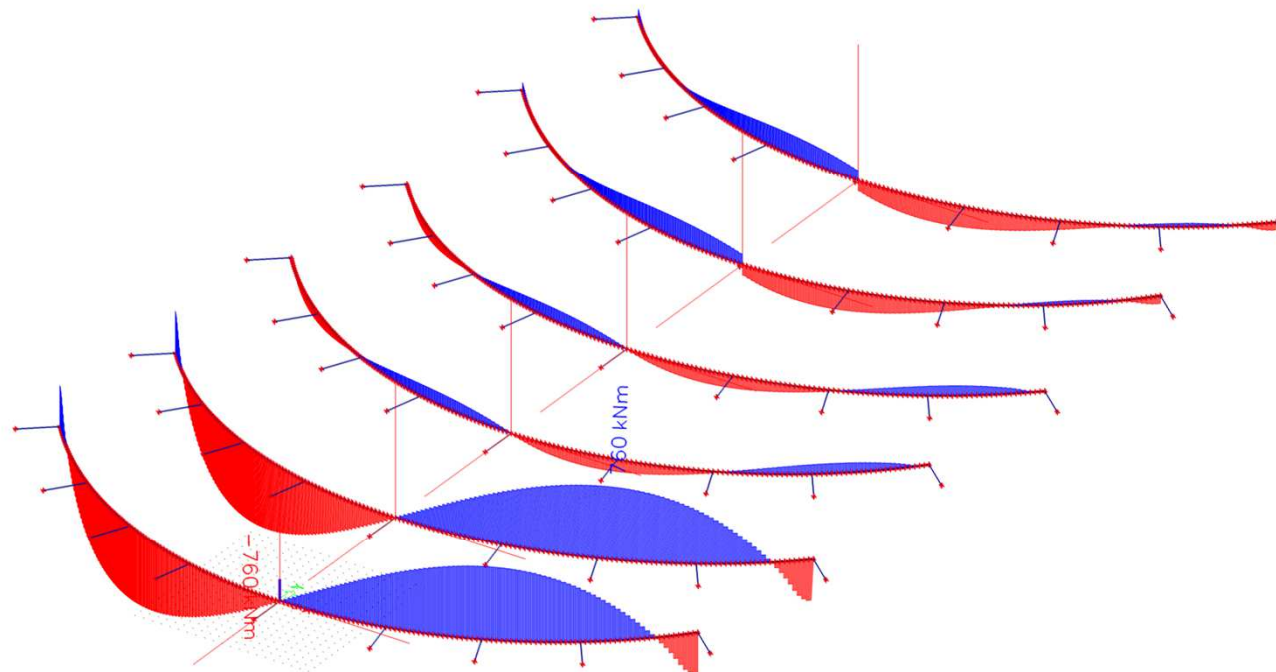
Lineární výpočet

Zatěžovací stav: ZS1

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše



Kroutící moment



1D vnitřní síly

Hodnoty: **N**

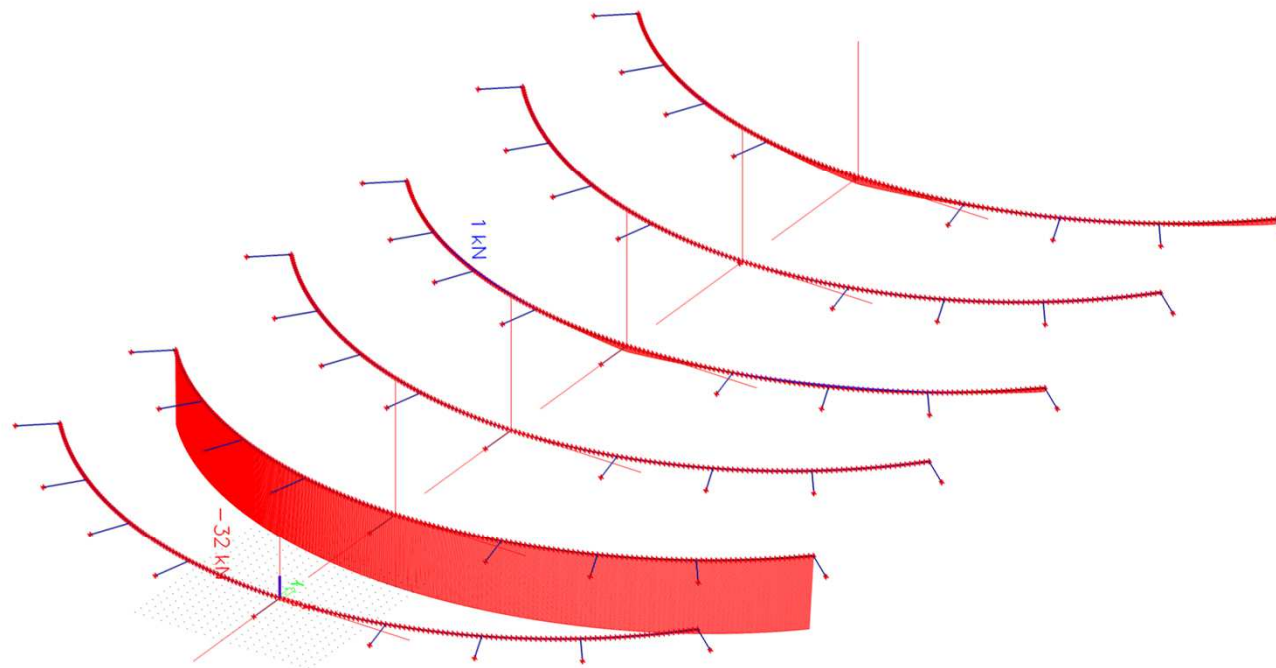
Lineární výpočet

Zatěžovací stav: ZS1

Souřadný systém: Dílec

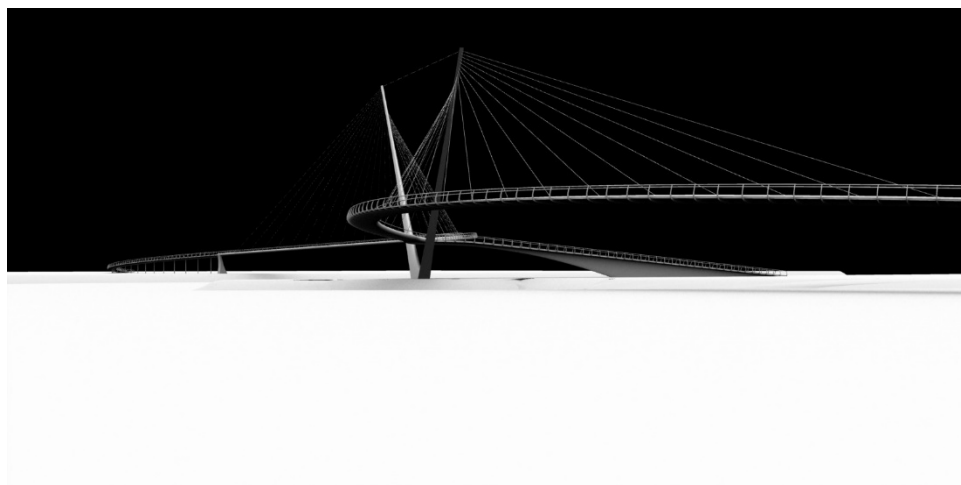
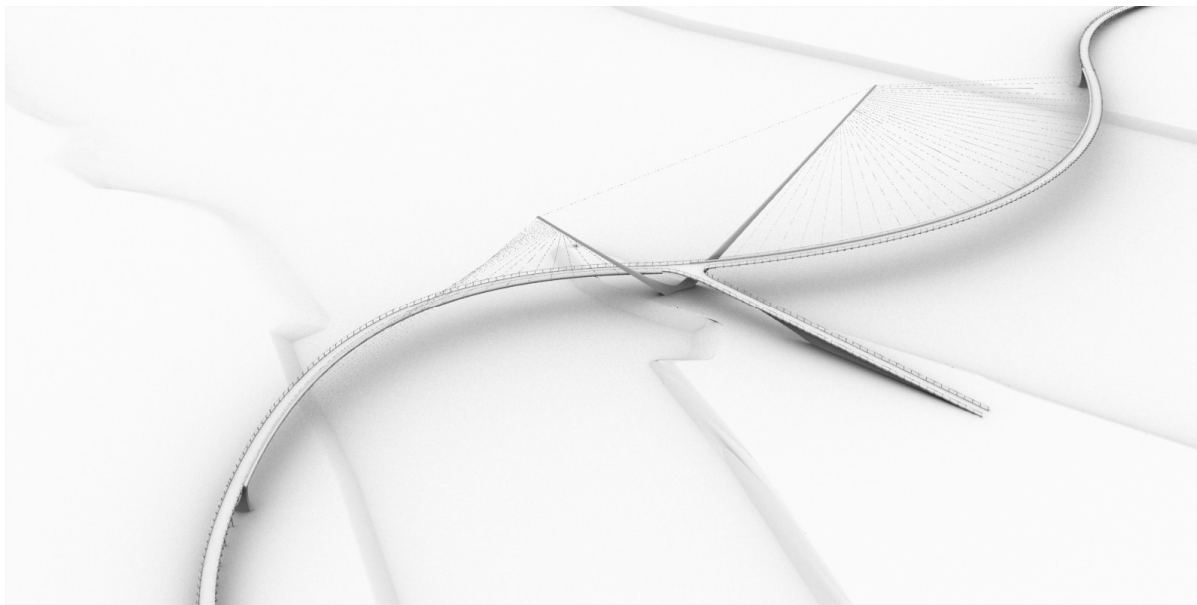
Extrém 1D: Globální

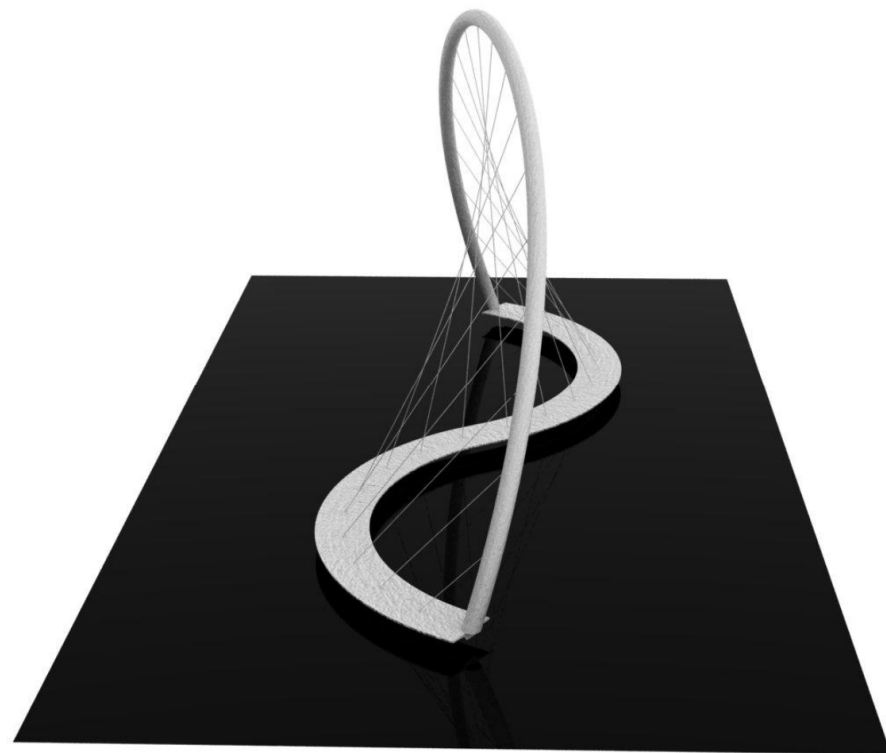
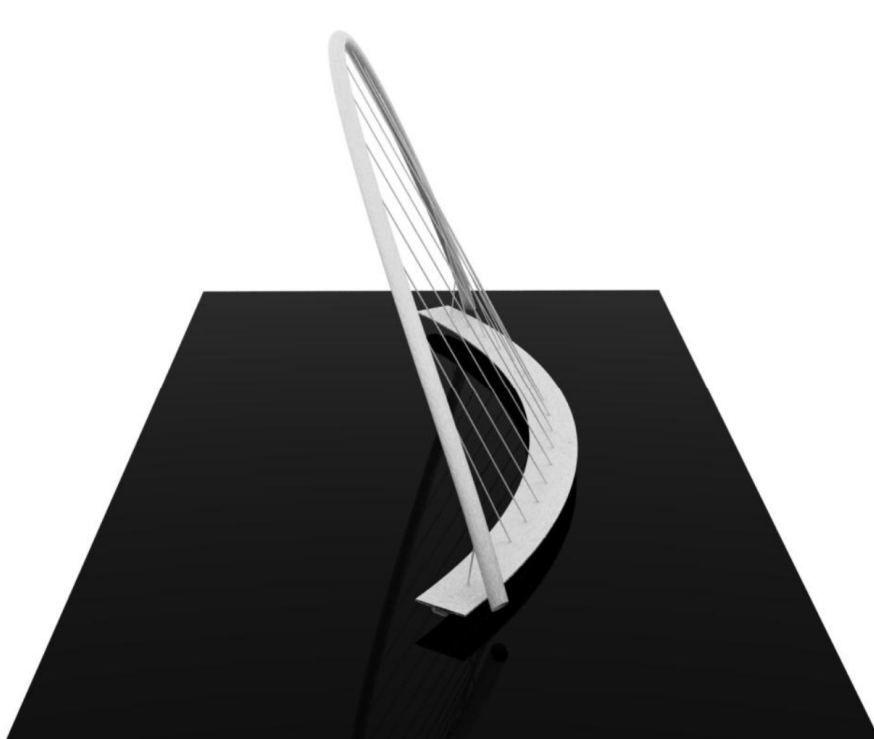
Výběr: Vše



Normálová síla



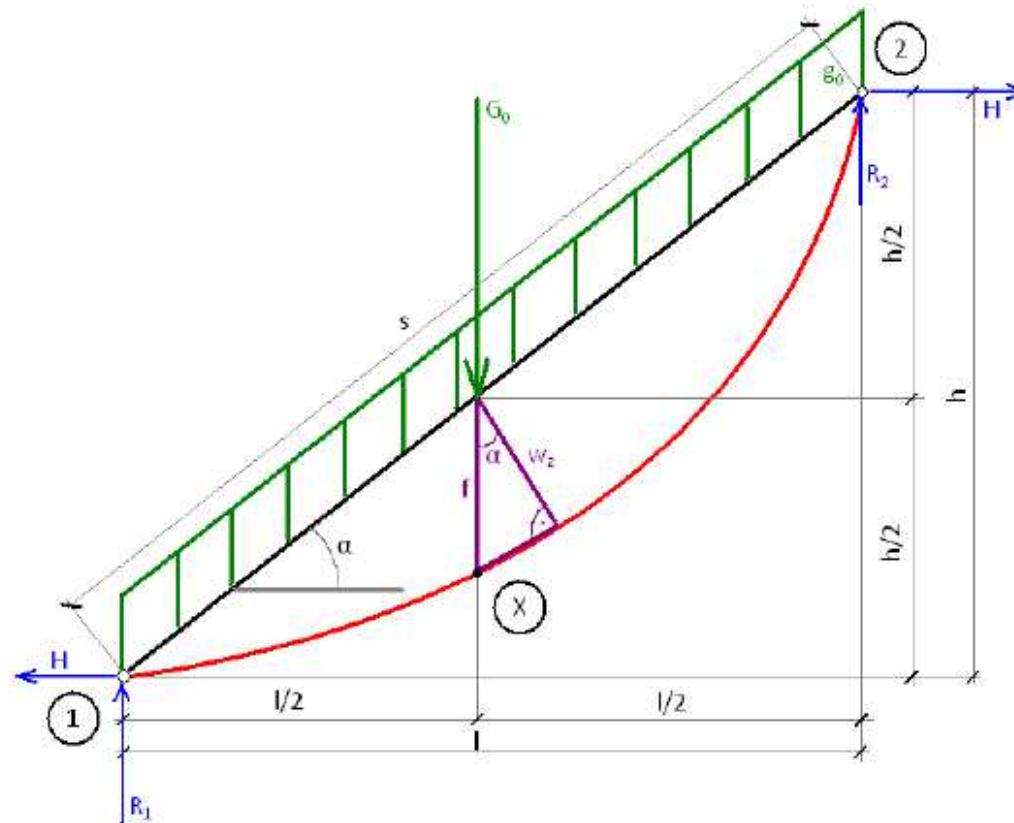




Betonové konstrukce B03C + B03K

Nelineární chování lanových konstrukcí

U lanových prvků dochází vlivem jejich průvěsu k zmenšení jejich tuhosti – redukcí náhradního modulu pružnosti. Vnesená normálová síla je z části vyčerpávána změnou geometrie prvku, až do okamžiku, kdy je lano vypnuto. Od této doby se dá předpokládat, že se prvek chová lineárně a působí plná tuhost lana. Toto chování se obecně označuje jako *tension stiffening* – tahové zpevnění.



OBR. 46

$$w_z \cong f \times \cos \alpha$$



- Délka paraboly: $L_p = l \times \left(1 + \frac{8}{3 \times \theta^4} \times n^2\right) \times \theta$

$$\theta = \frac{1}{\cos \alpha}$$

$$n = \frac{f}{l}$$

- Podmínky rovnováhy:

- Momentová v místě 1: $R_2 \times l - G_0 \times \frac{l}{2} - H \times h = 0$

- Svislá: $R_1 + R_2 - G_0 = 0$

- Momentová v místě X: $R_1 \times \frac{l}{2} + H \times \left(\frac{h}{2} - f\right) - g_0 \times \frac{s}{2} \times \frac{l}{4} = 0$

- $(G_0 - R_1) \times l - G_0 \times \frac{l}{2} - H \times h = 0 \Rightarrow R_1 = \frac{G_0 \times \frac{l}{2} - H \times h}{l}$
- $R_1 \times \frac{l}{2} + H \times \left(\frac{h}{2} - f\right) - g_0 \times \frac{s}{2} \times \frac{l}{4} = 0$ ←

- $H = \frac{G_0 \times l}{8 \times f}$

- $\Delta L_s = s \times \frac{8 \times f^2}{3 \times \theta^4 \times l^2}; \Delta L_n = \frac{N}{EA} \times s$

$$N = \frac{H}{\cos \alpha}$$

- $\frac{8 \times f^2}{3 \times \theta^4 \times l^2} = \frac{G_0 \times l}{8 \times f \times \cos \alpha \times EA}$

- $f = \sqrt[3]{\frac{3}{64} \times \frac{G_0 \times l^3 \times \theta^4}{\cos \alpha \times EA}}$

- Vliv předpětí:

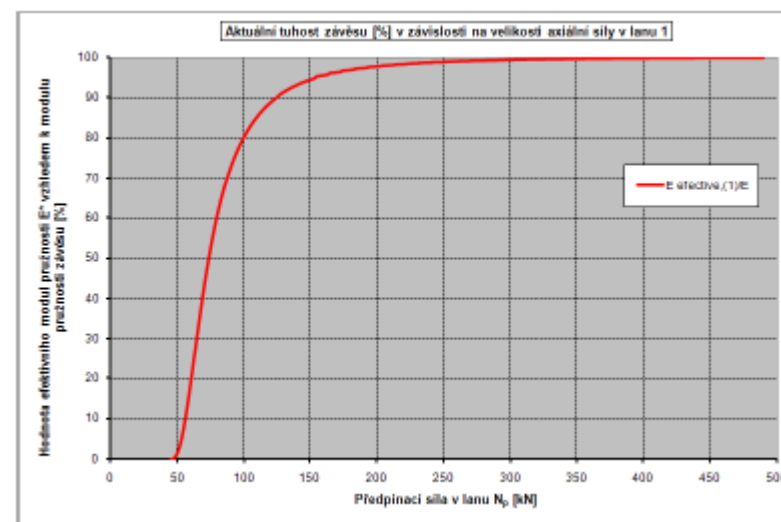
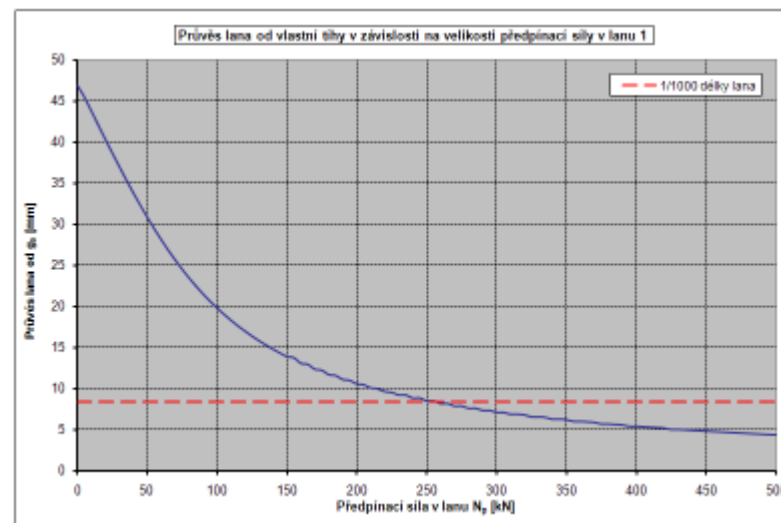
- $\Delta L_N = s \times \left(\frac{N}{EA} - \frac{N_p}{EA}\right) = \frac{G_0 \times l}{8 \times f \times \cos \alpha \times EA} - \frac{N_p}{EA}$

- $\left[\frac{8}{3 \times \theta^4 \times l^2}\right] \times f^3 + \left[\frac{N_p}{EA}\right] \times f - \frac{G_0 \times l}{8 \times \cos \alpha \times EA} = 0$



$$E^* = \frac{E}{1 + \left[\frac{1}{12} \cdot \left(\frac{g \cdot l}{A} \right)^2 \cdot \frac{E}{\sigma^3} \right]}$$

$$\varepsilon = \frac{N}{EA}$$



ZAVĚŠENÉ, VISUTÉ A KOMBINOVANÉ KONSTRUKCE

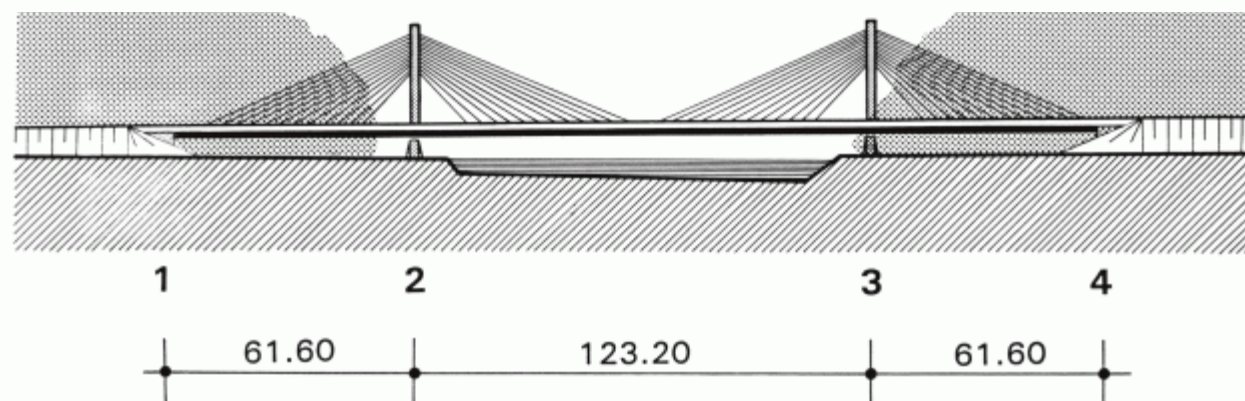
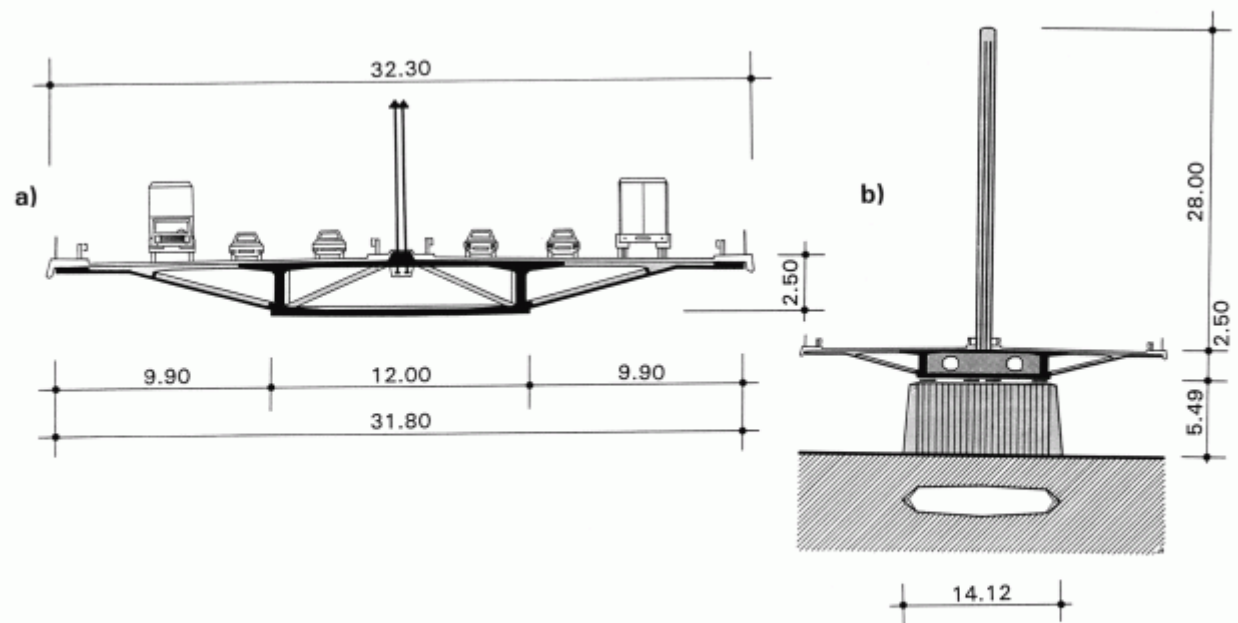


Betonové konstrukce B03G + B03K

Zavěšené mosty

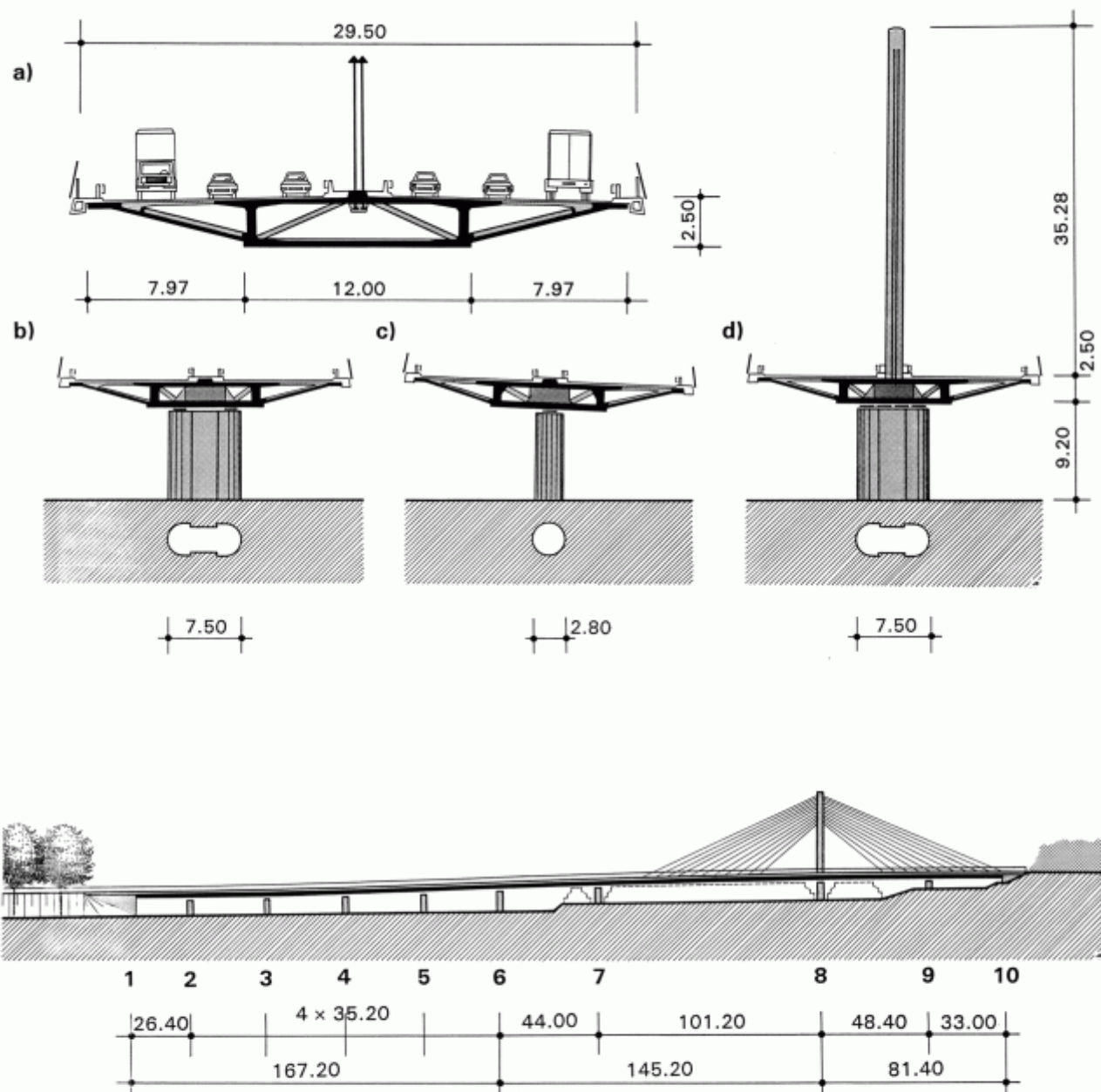
- Charakteristické šikmé závěsy – harfové, vějířovité, polovějířovité uspořádání
- Proměnná vodorovná síla v mostovce jako složka od šikmých závěsů
- Rozpětí 150 až 400 m; závěsy uspořádány v jedné nebo ve dvou rovinách



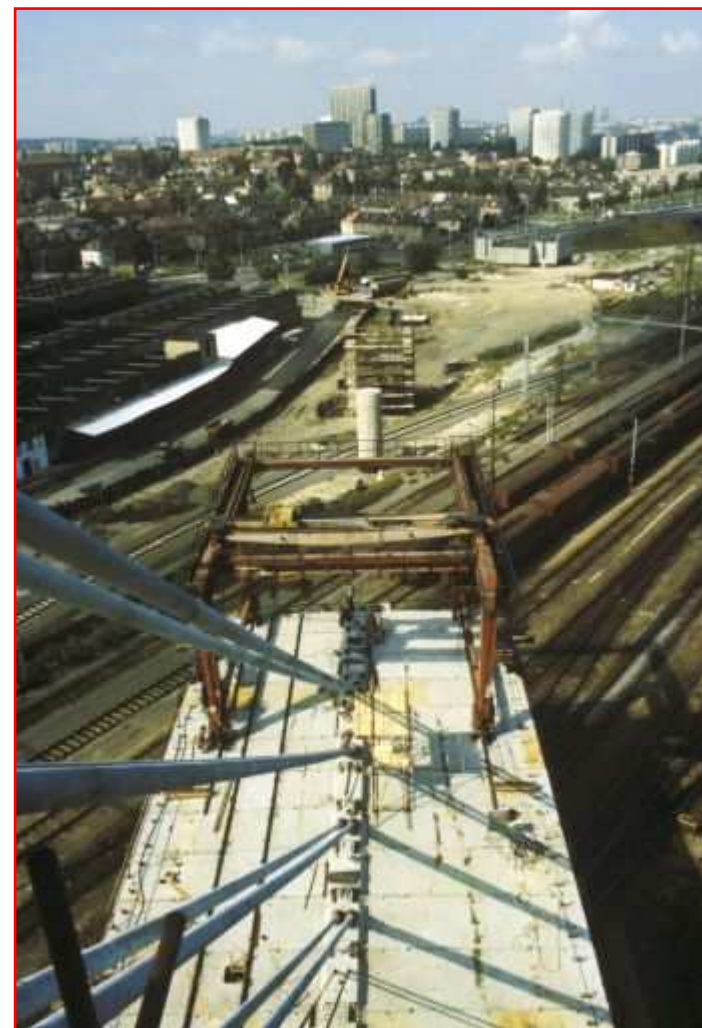




Betonové konstrukce B03C + B03K



Betonové konstrukce B03C + B03K



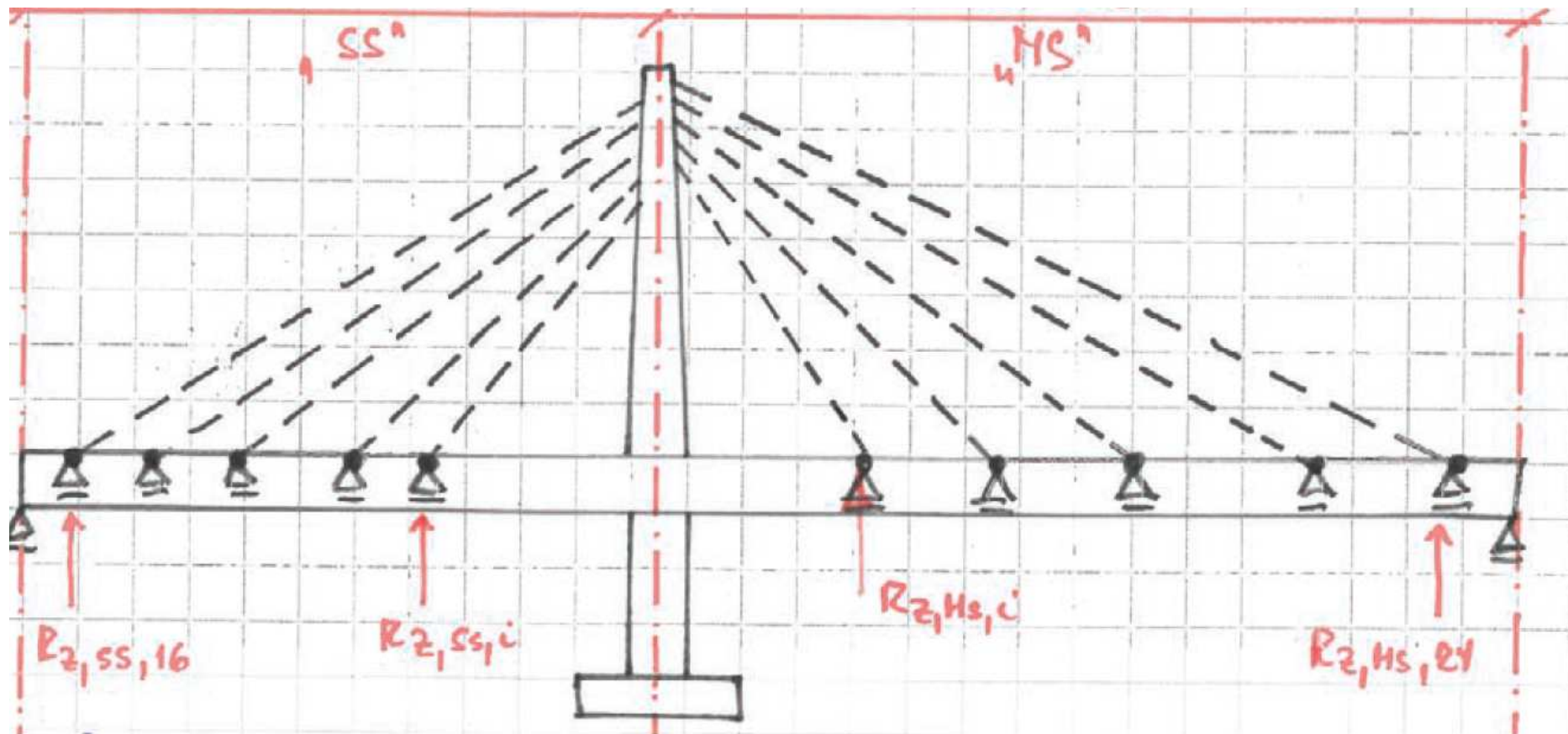
Betonové konstrukce B03C + B03K

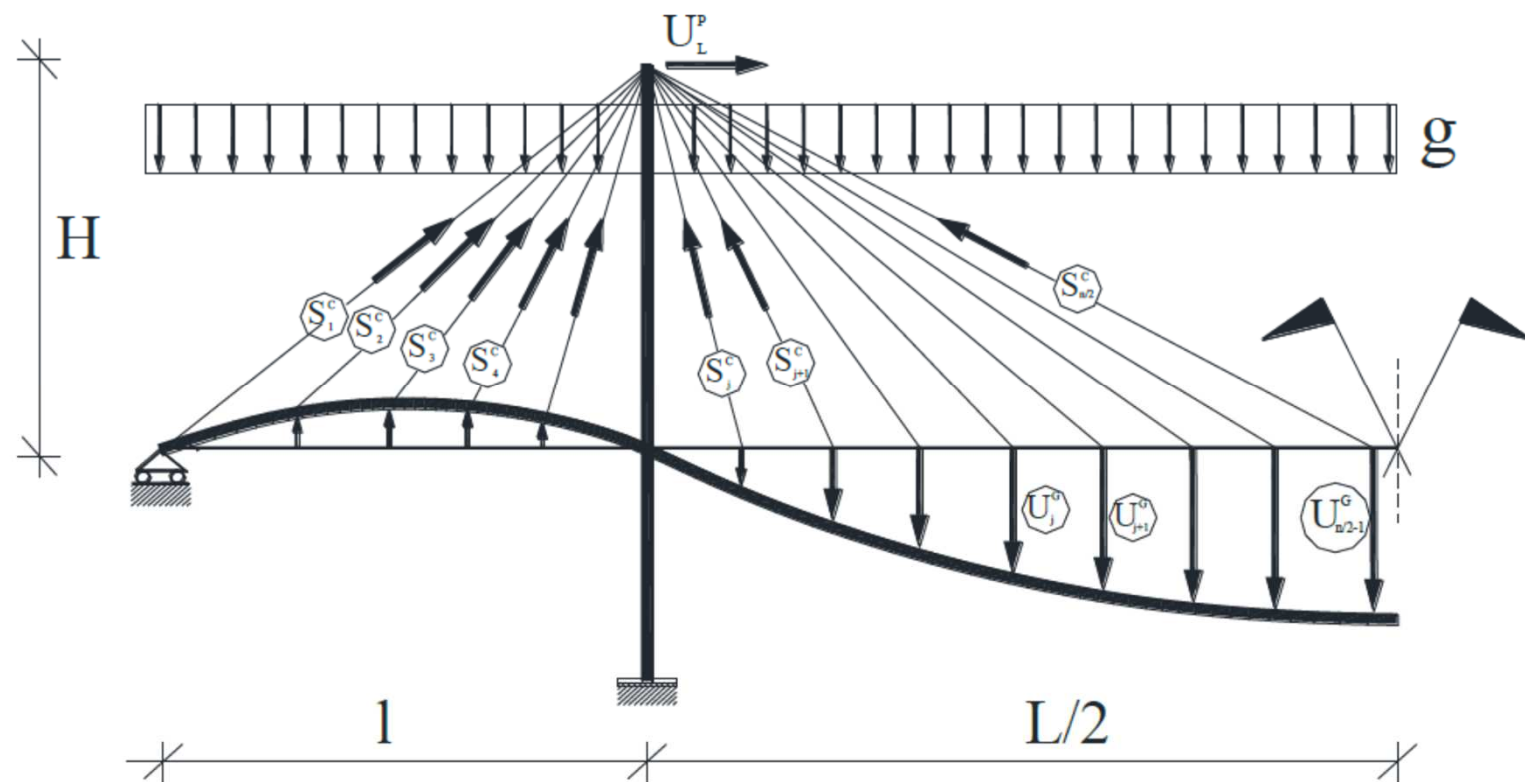


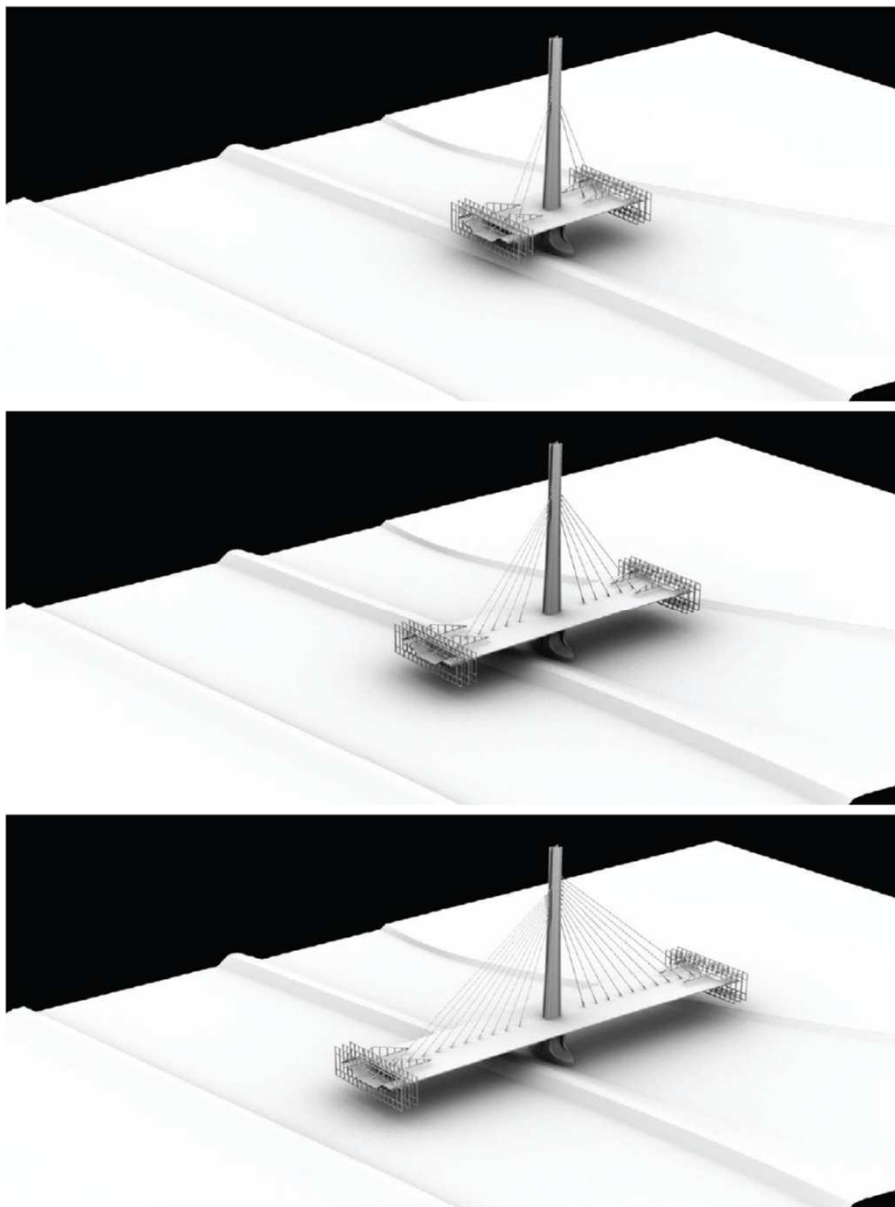
Betonové konstrukce B03C + B03K



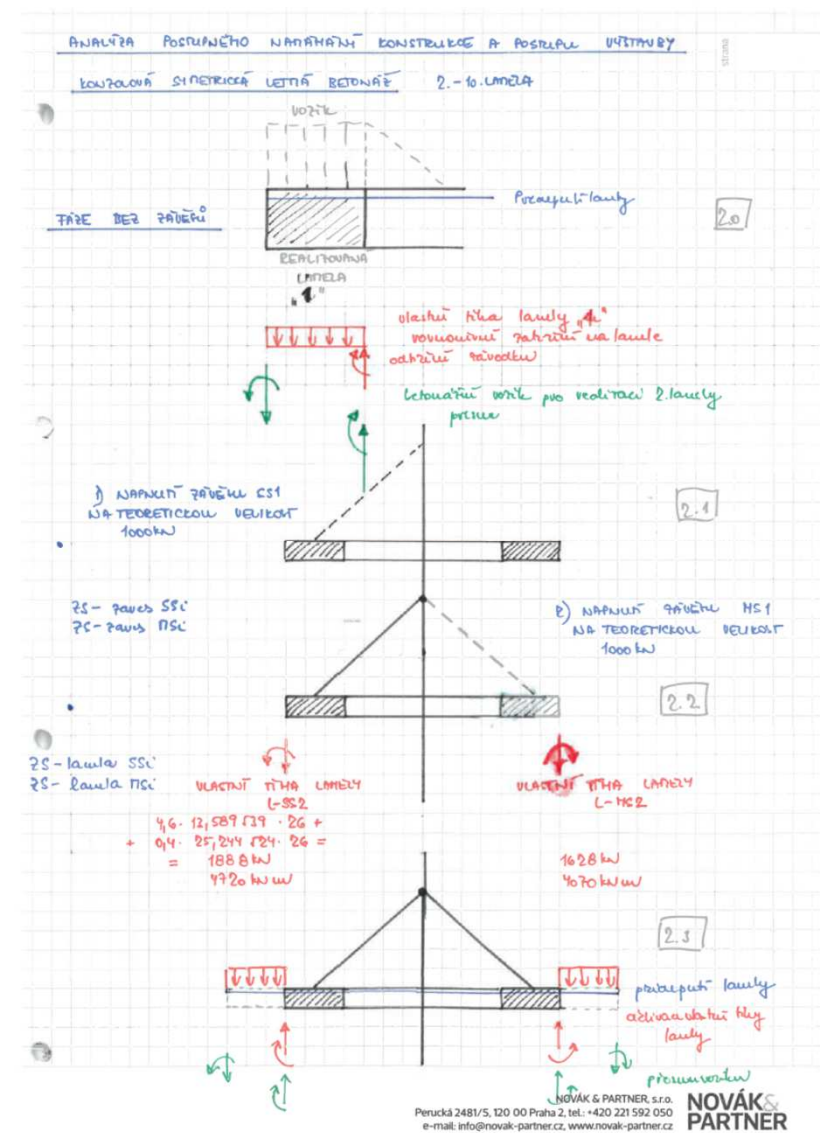
Betonové konstrukce B03C + B03K

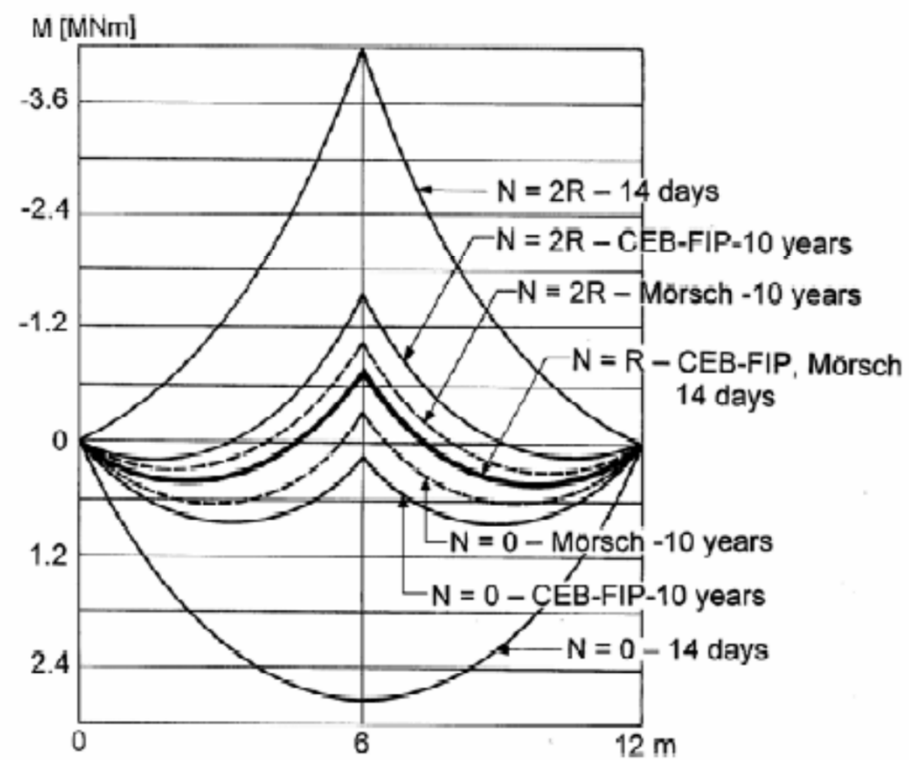
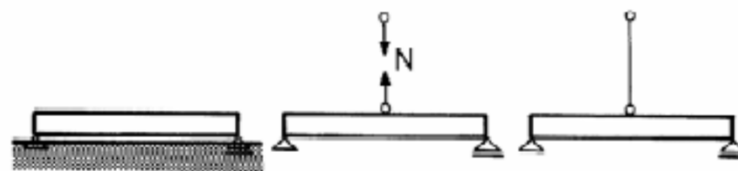






Symetrická letmá betonáž lamel

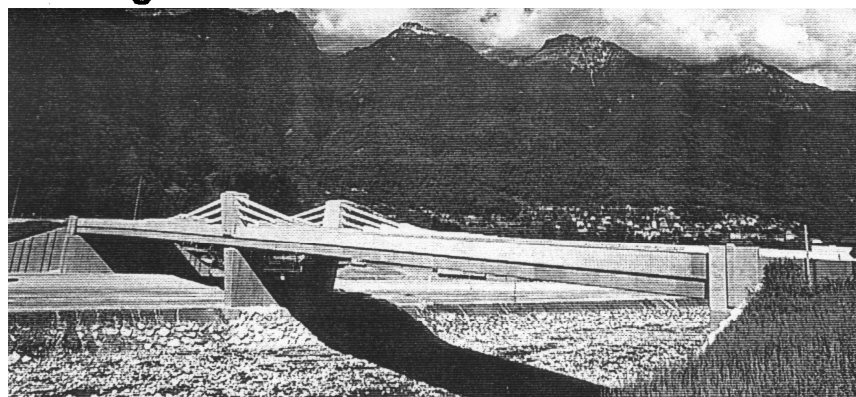
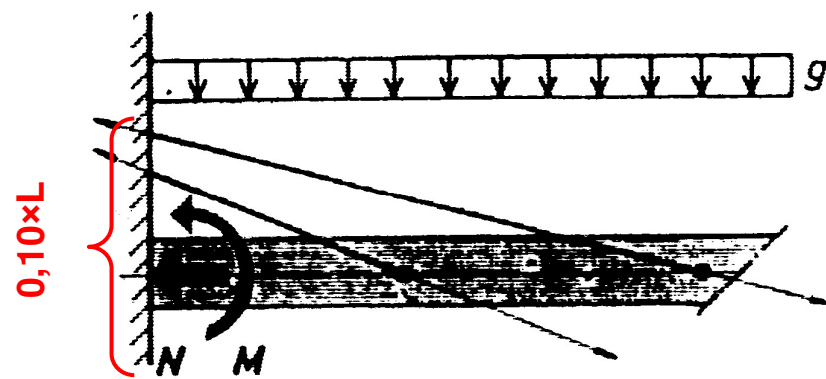
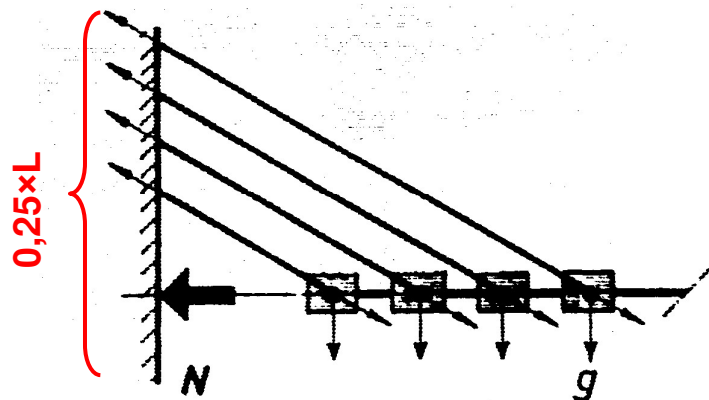




Extradosed konstrukce



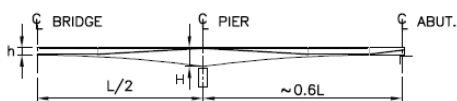
Betonové konstrukce B03C + B03K



Girder Bridge

Extradosed Bridge

Cable-Stayed Bridge

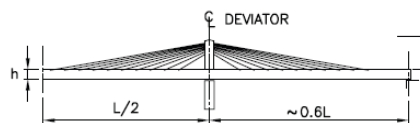


$$H \sim L/18 \text{ to } L/15$$

$$h \sim L/50 \text{ to } L/30$$

Variable Depth

Internal and external prestress
Maximum cable stress $0.70 f_{pu}$

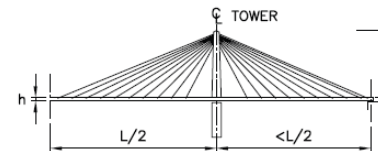


$$H \sim L/15 \text{ to } L/8$$

$$h \sim L/50 \text{ to } L/30$$

Constant or Variable Depth

External prestress
Maximum cable stress $0.60 f_{pu}$



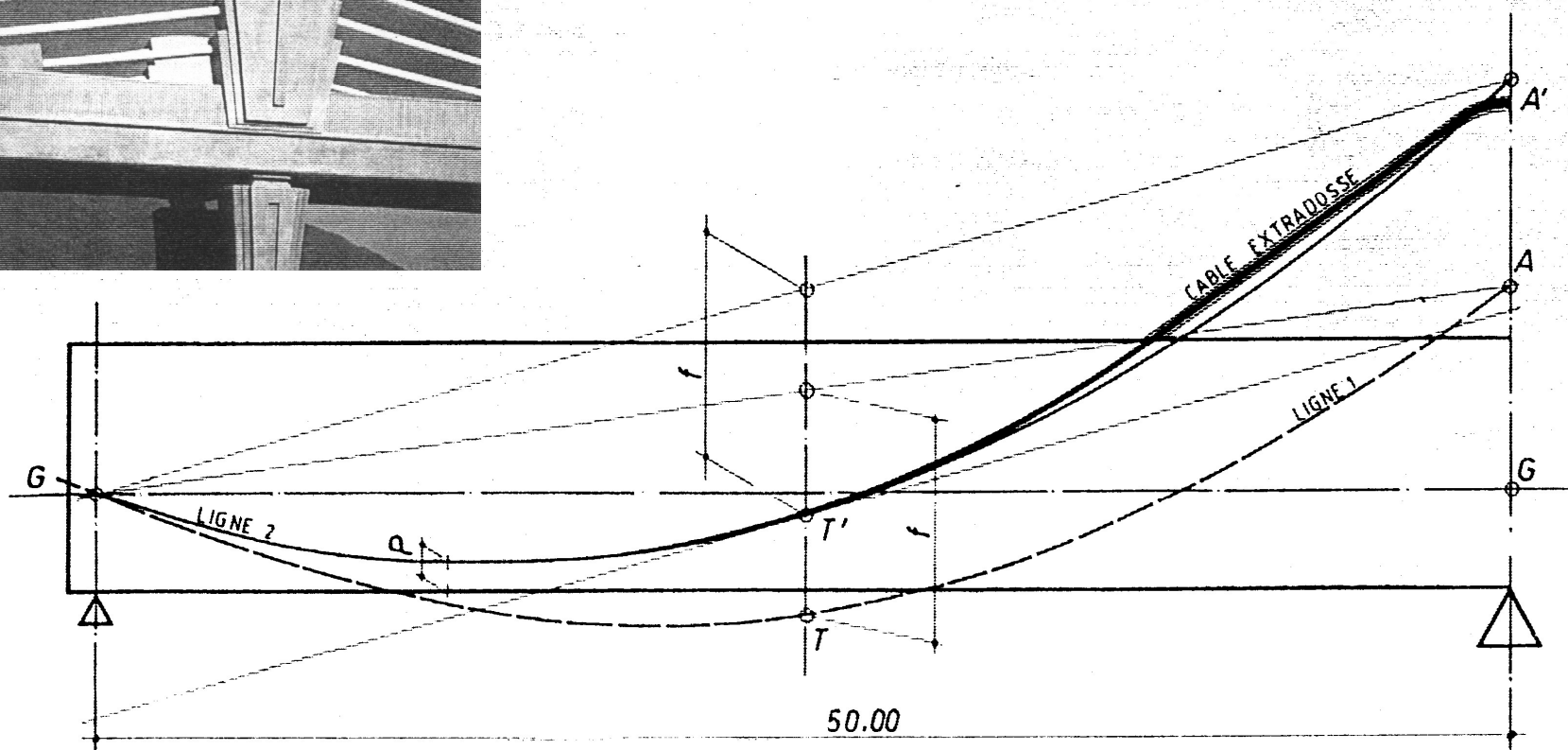
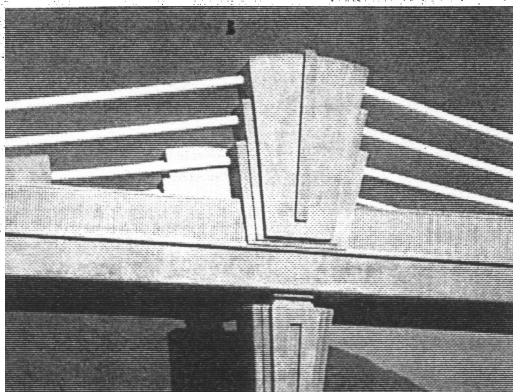
$$H \sim L/5 \text{ to } L/4$$

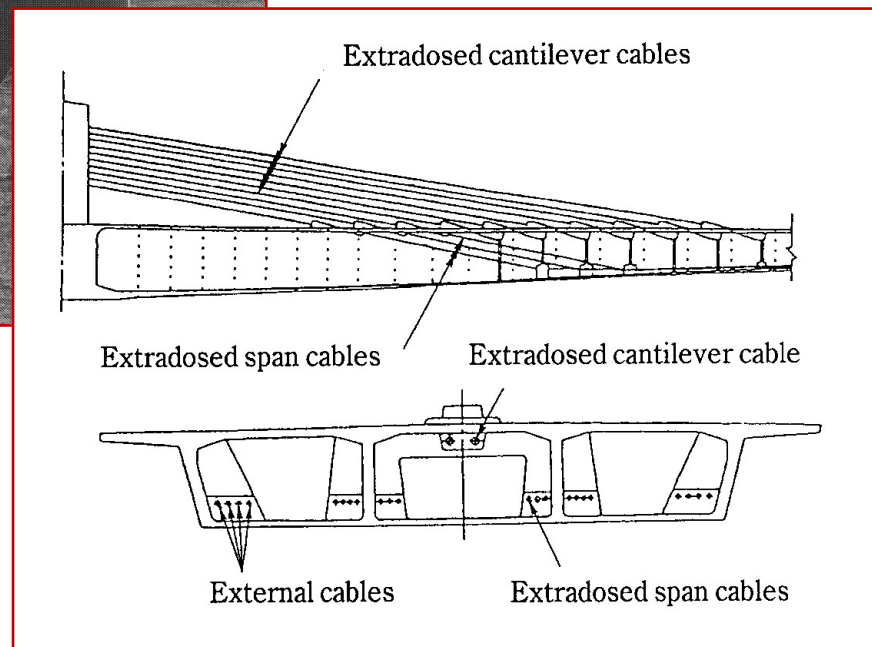
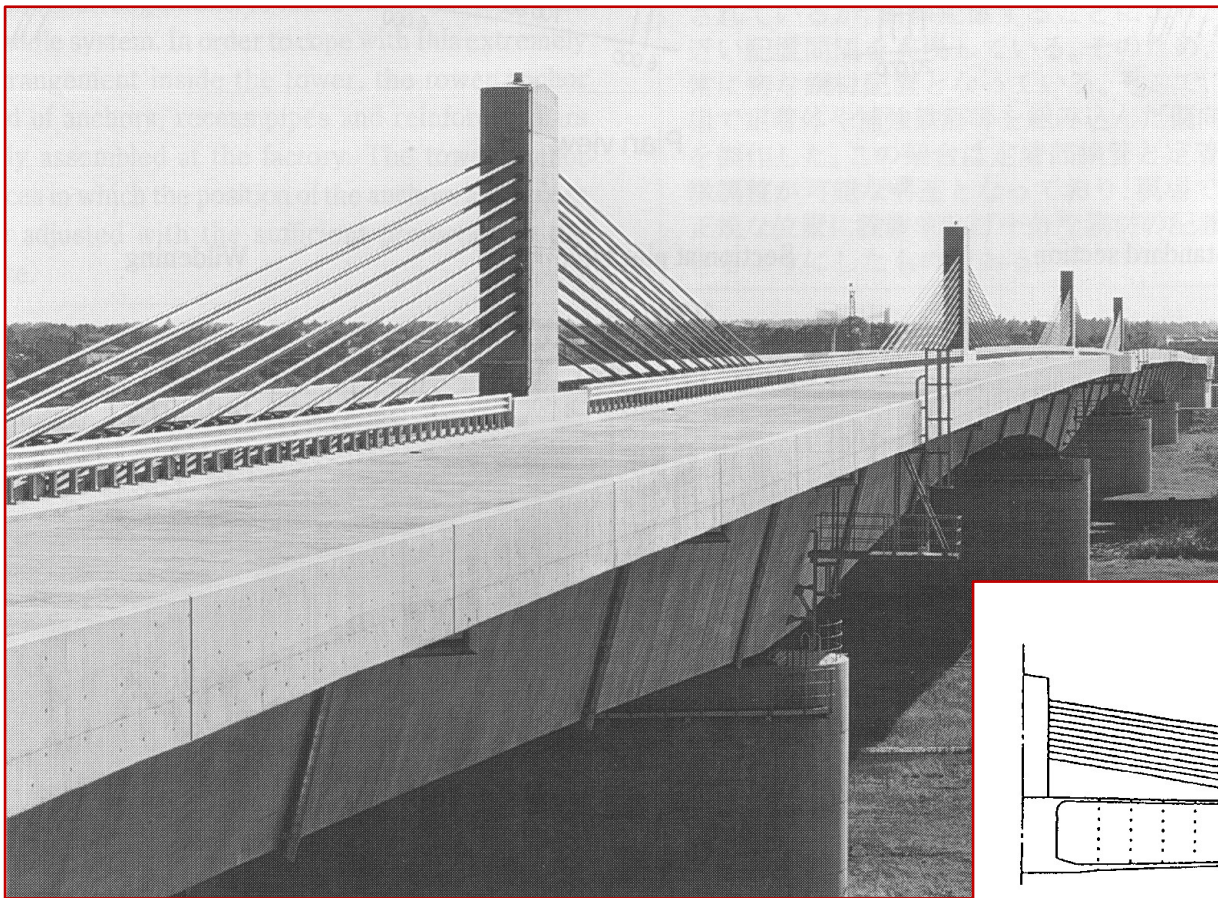
$$h \sim L/100 \text{ to } L/50$$

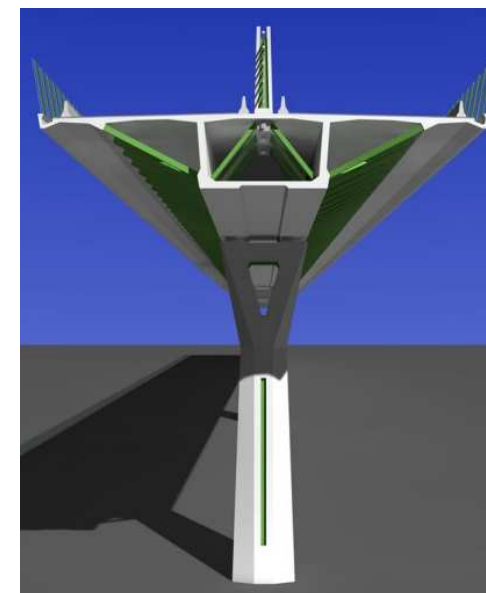
Constant Depth

Cable stays
Maximum cable stress $0.45 f_{pu}$



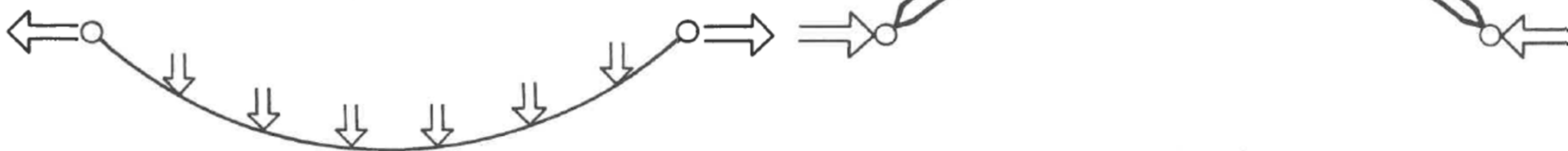
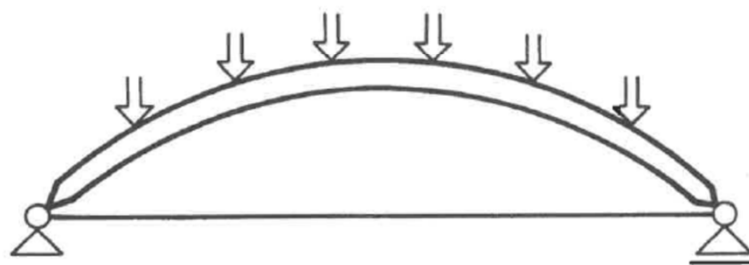
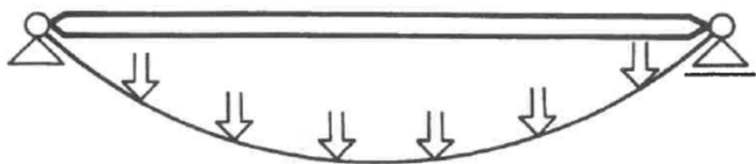
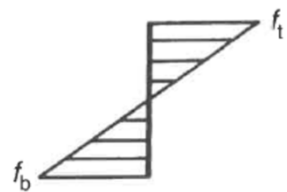
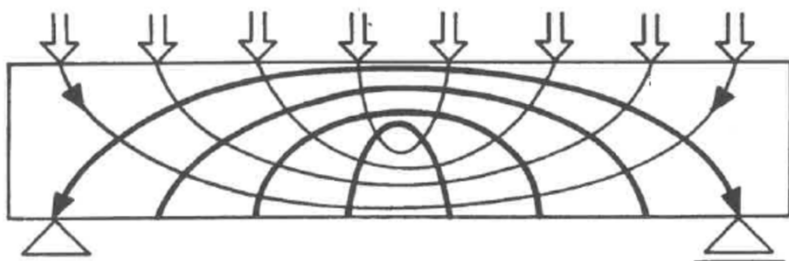




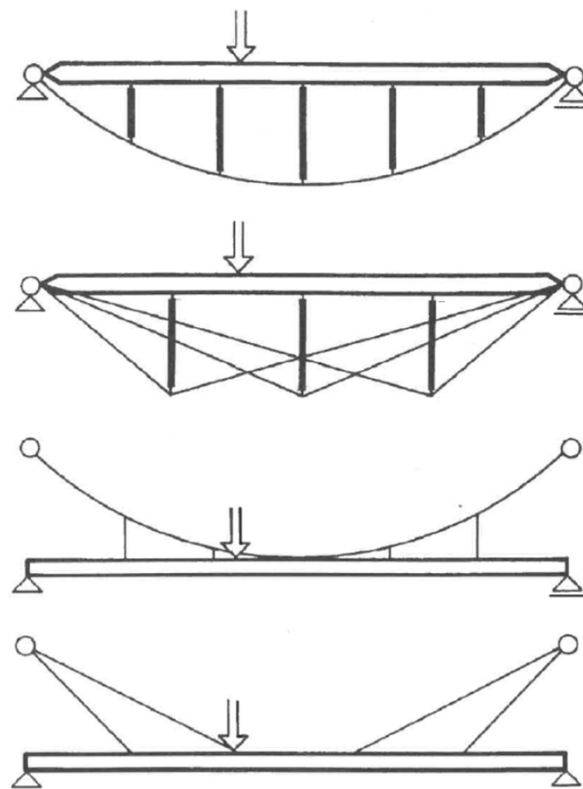
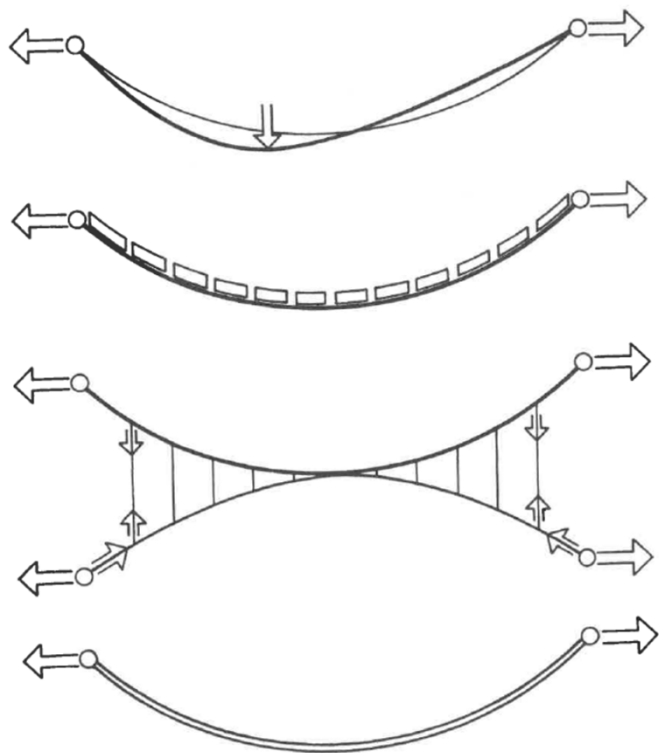


Betonové konstrukce B03C + B03K

Visuté pásové mosty



Visuté pásové mosty

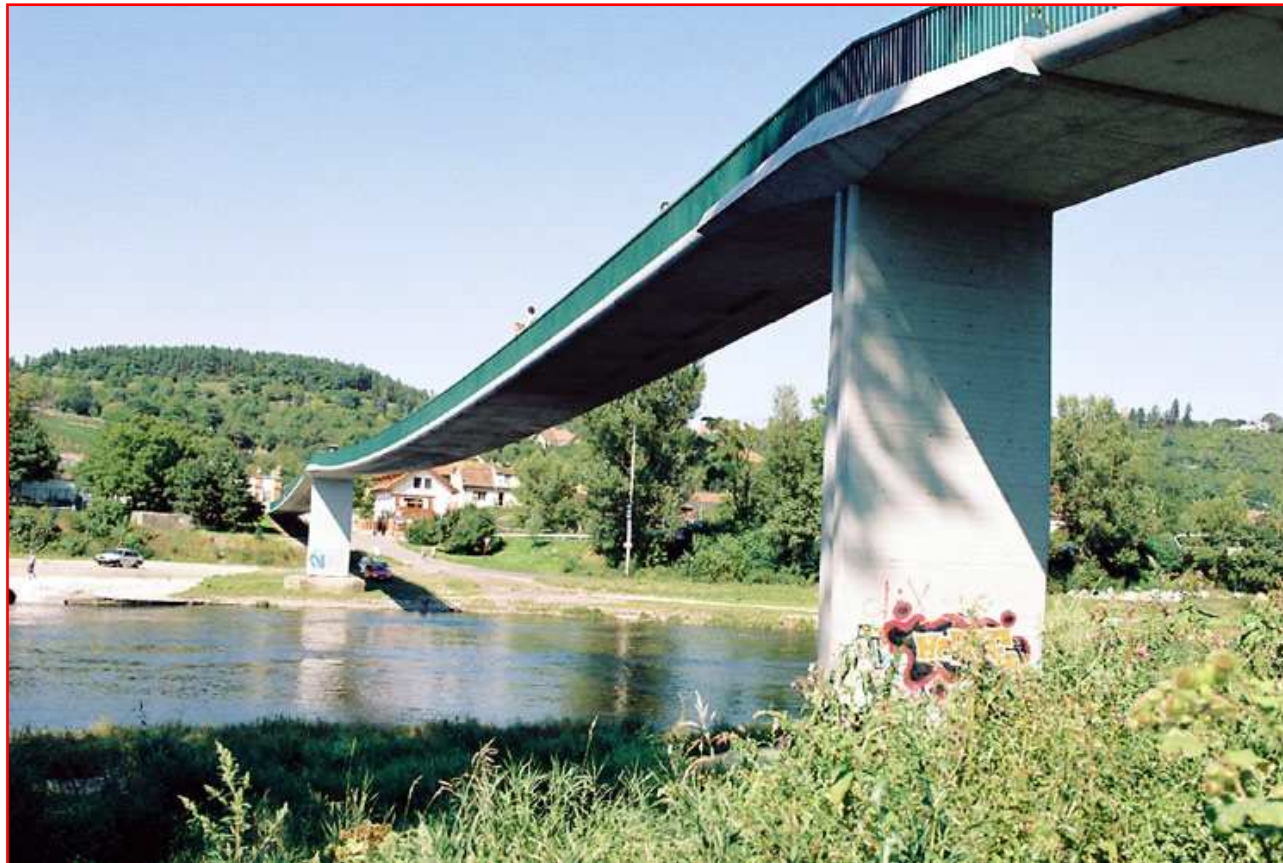


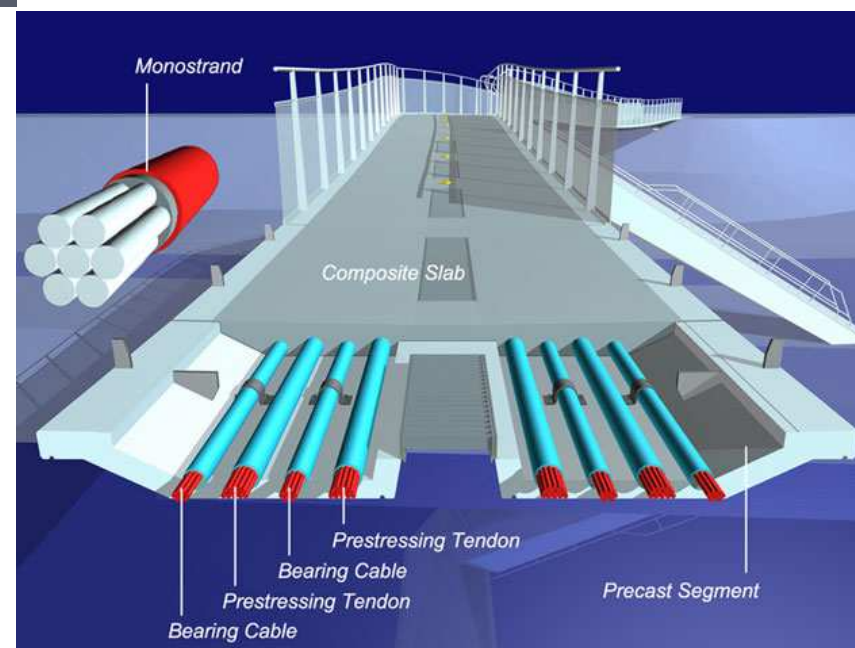
Visuté pásové mosty



Visuté pásové mosty

- Betonový pás nesený napnutými kabely kotvenými do nepoddajných opěr; beton přenáší zatížení na nosná lana







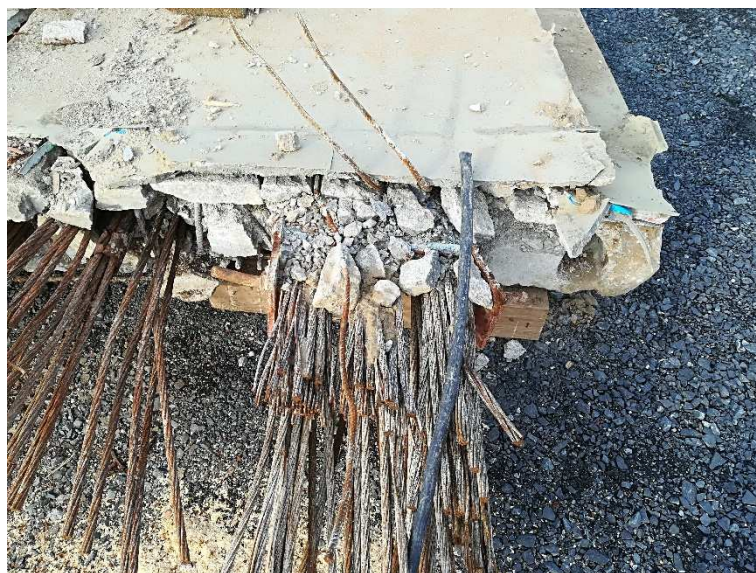
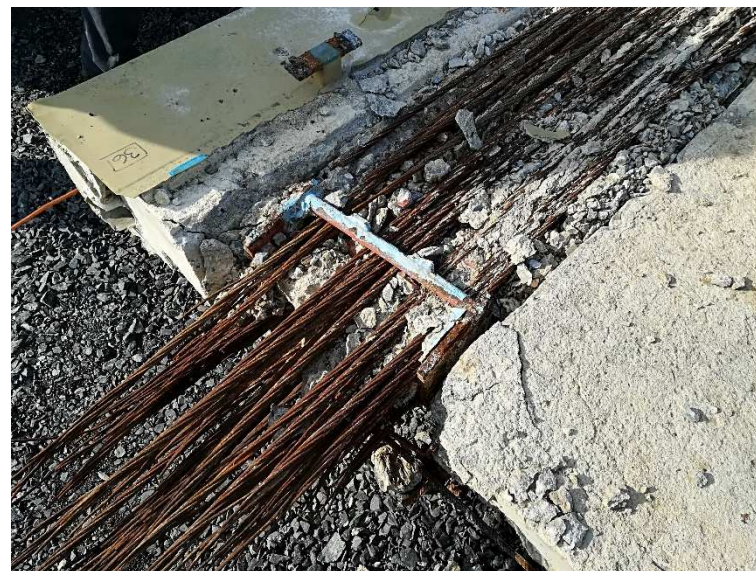
Betonové konstrukce B03C + B03K



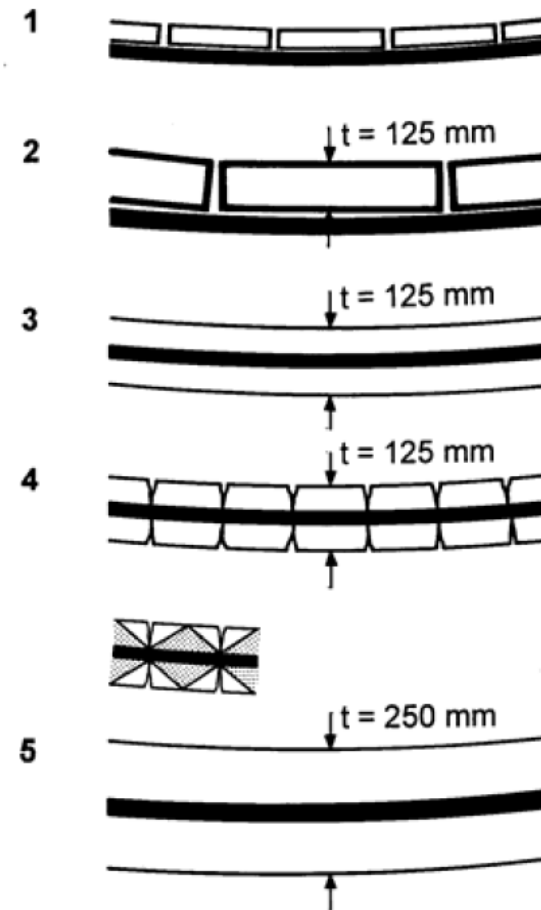
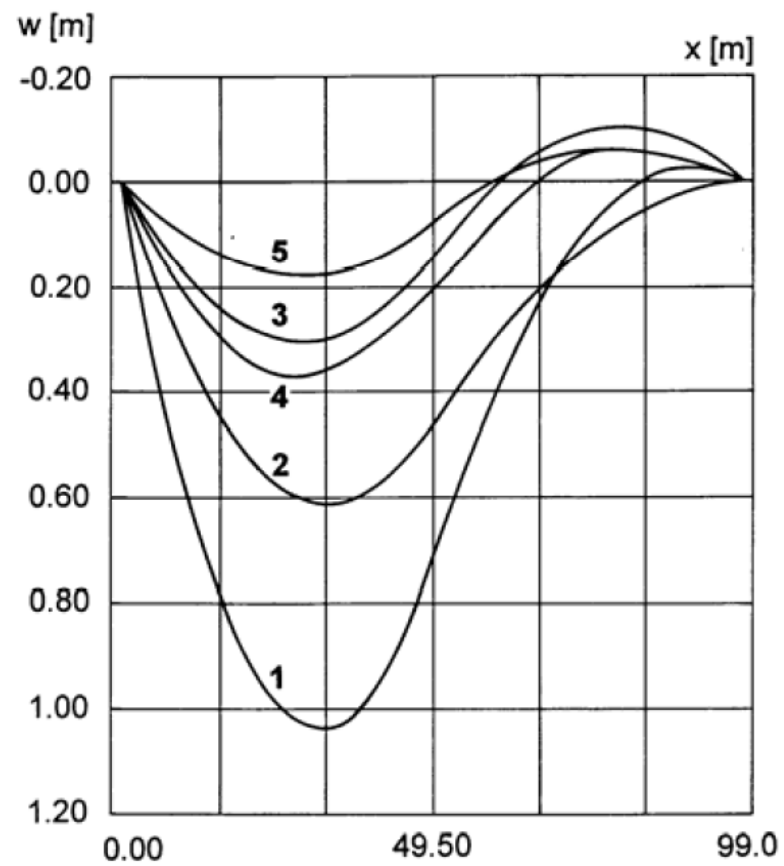
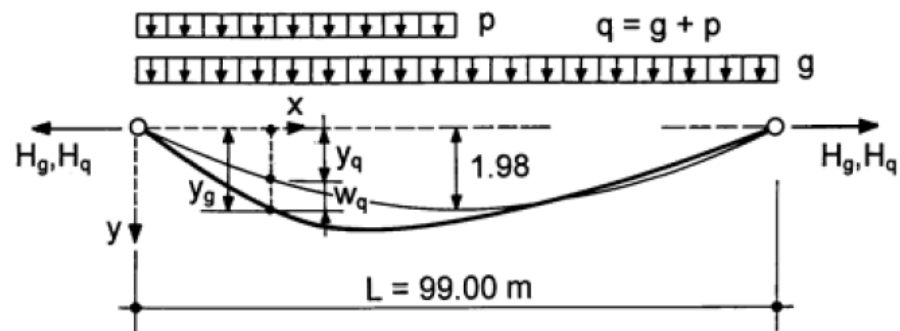


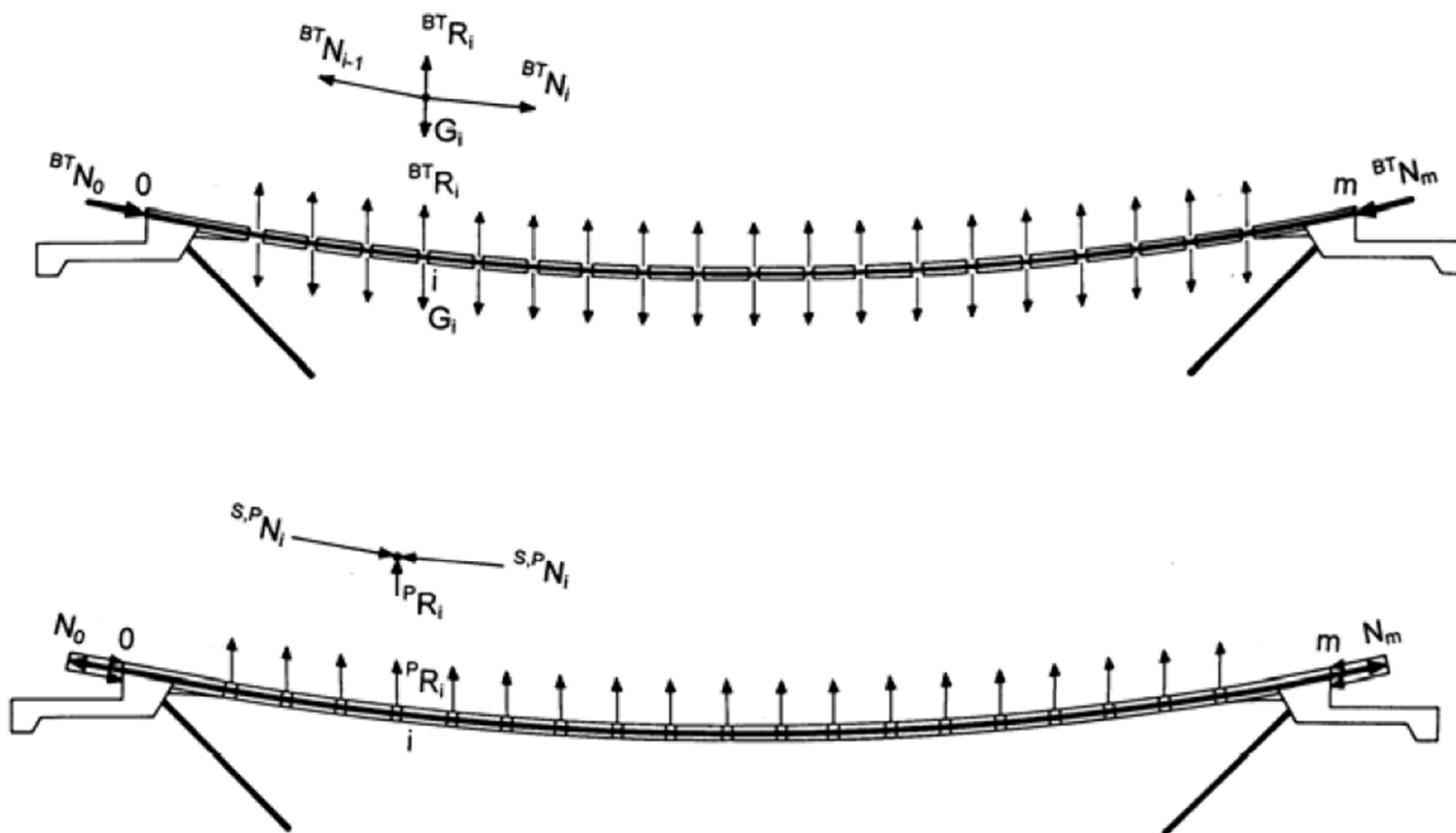
Betonové konstrukce B03C + B03K





Betonové konstrukce B03C + B03K

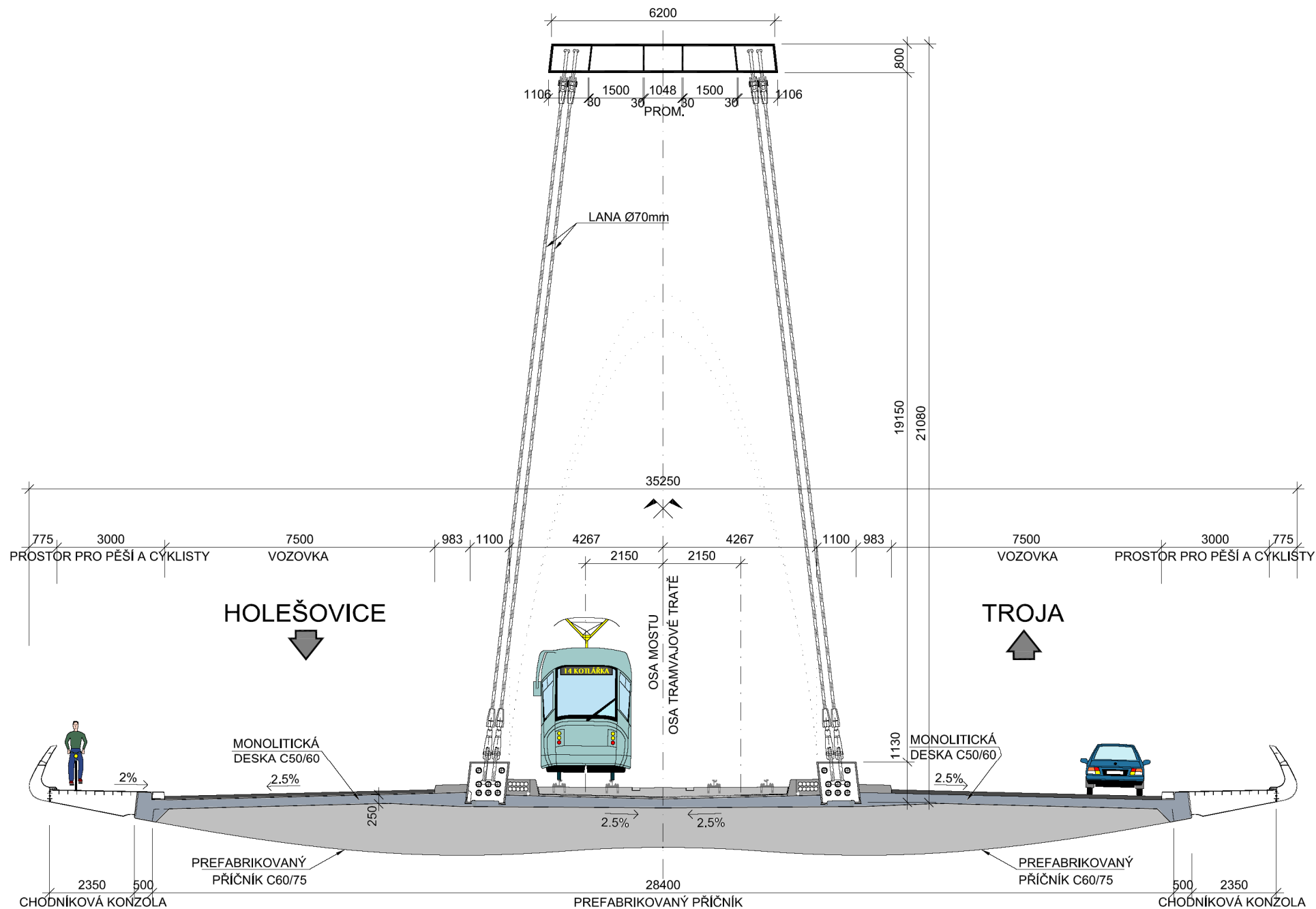




Konstrukce se síťovými závěsy

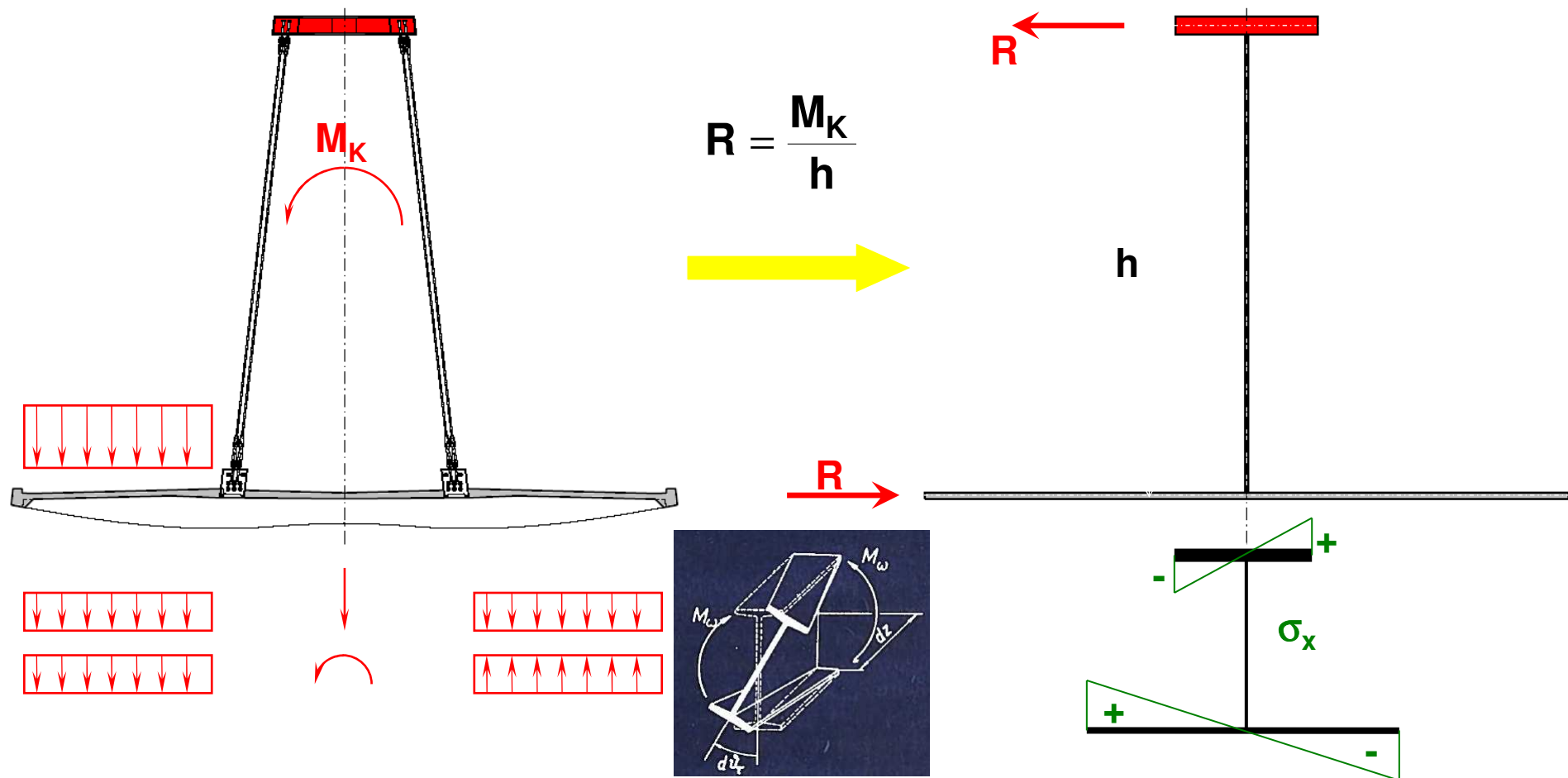


Betonové konstrukce B03C + B03K



Betonové konstrukce B03C + B03K





Analogie chování konstrukčního systému s chováním I – průřezu



