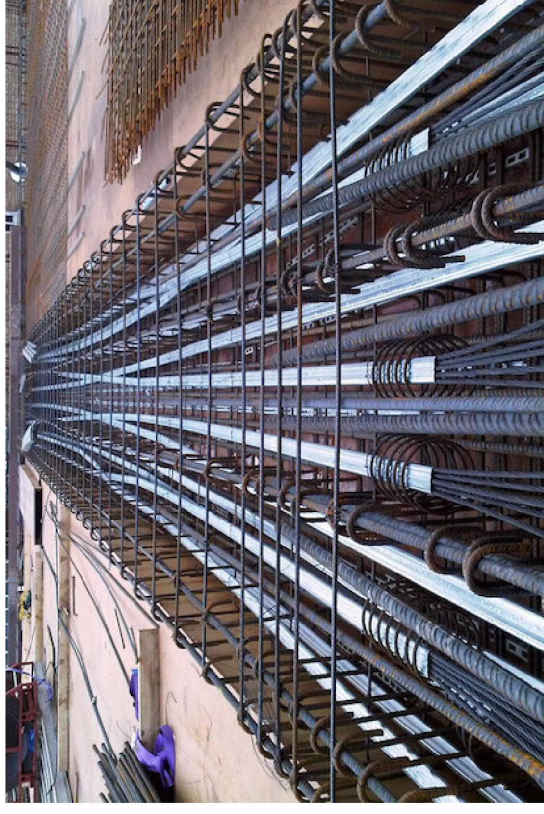


Betonové mosty 1

Přednáška 10

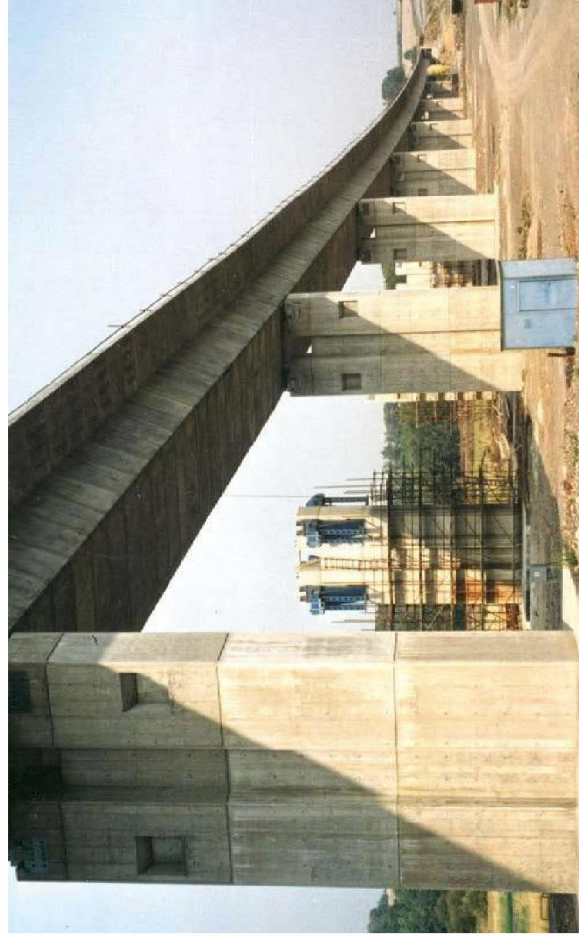
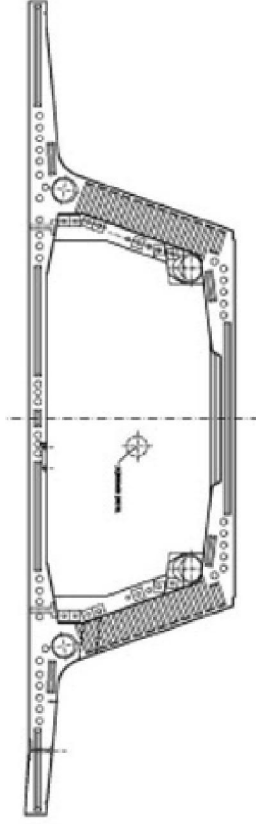
Segmentové konstrukce a předpínání mostů



M. Drahorád

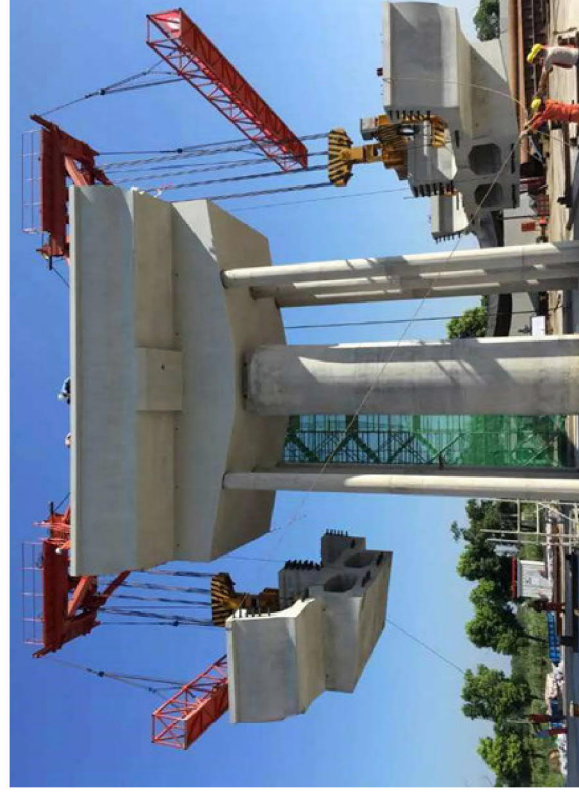
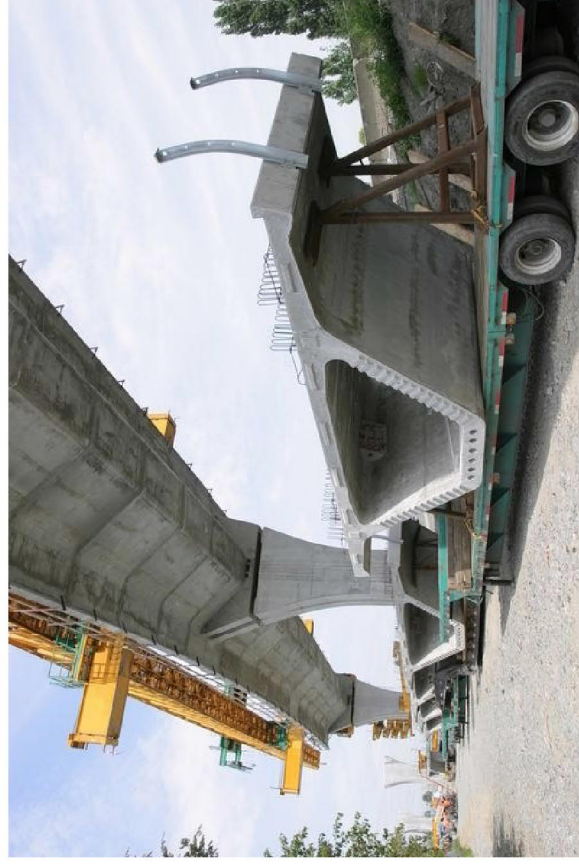
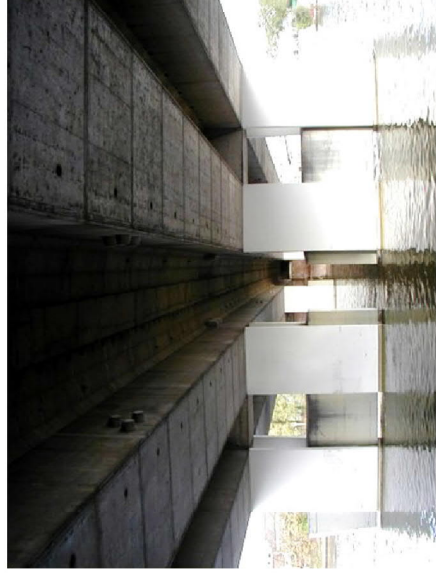
Segmentové konstrukce

- Konstrukce dělena na prvky příčnými spárami
- Vznikají jednotlivé segmenty
- Fungování konstrukce zajištěno podélným předpětím



Historie a vývoj

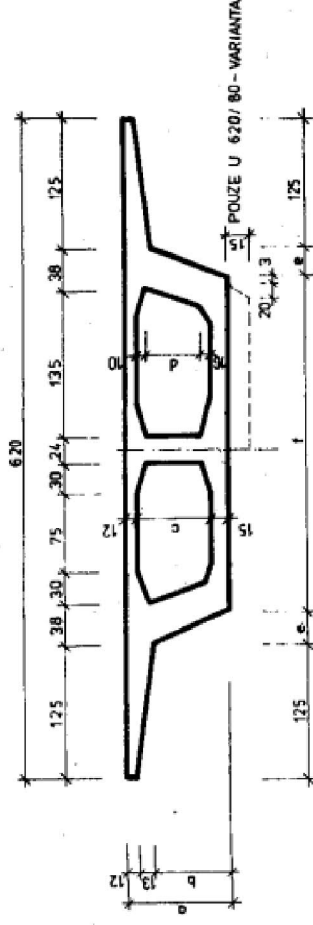
- První aplikace 1961 (pont Choisy-le-Roi)
- Délka segmentů typicky 2-3 m (doprava)
- Typické rozpětí 40 až 60 m (100 m)



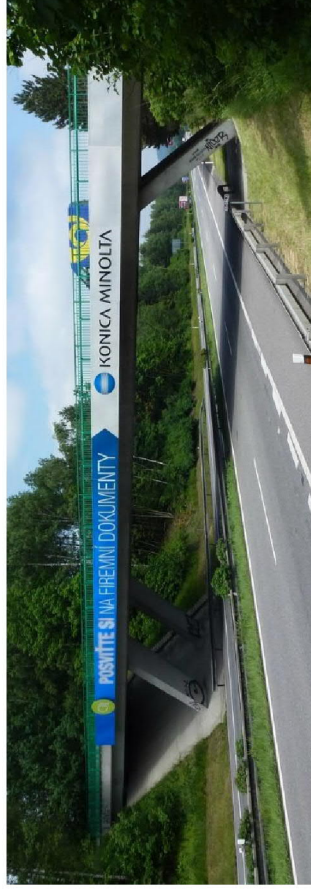
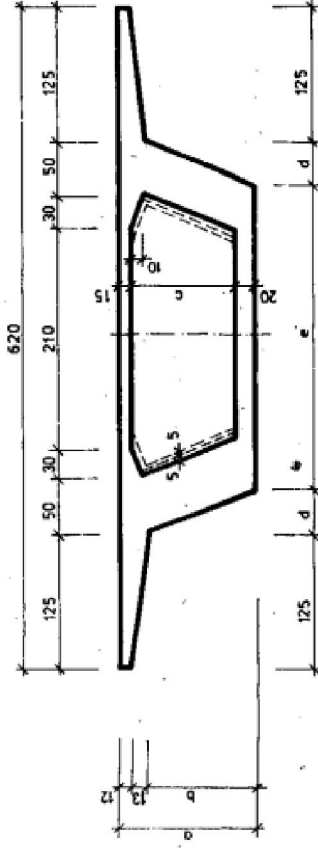
Lamely DS-V

- Prefabrikované, rozpětí do 35 m

1. DS - V 620/80 ; 100



2. DS - V 620/120 ; 140 ; 100



Segmenty VS – 1. generace

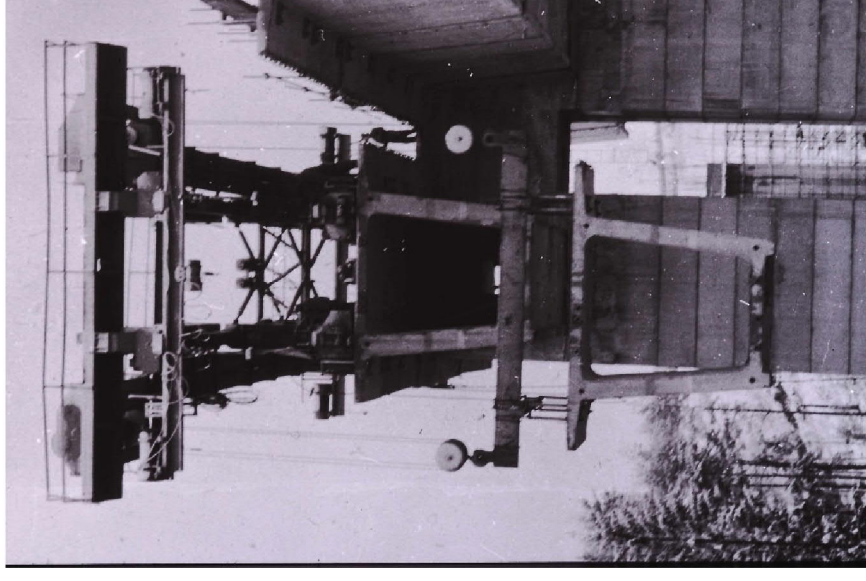
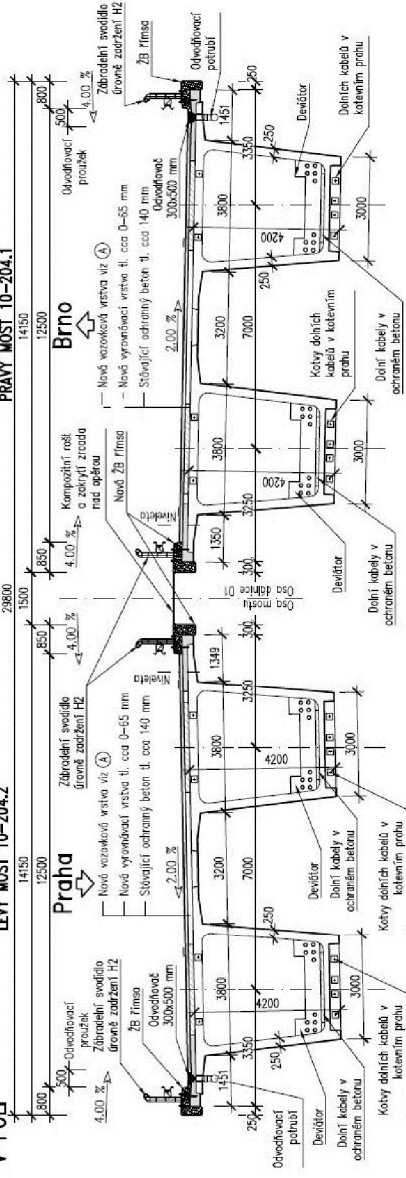
- Vyráběné in situ, rozpětí do 80 m

VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ 1:100

V POLI

LEVÝ MOST 10–204.2

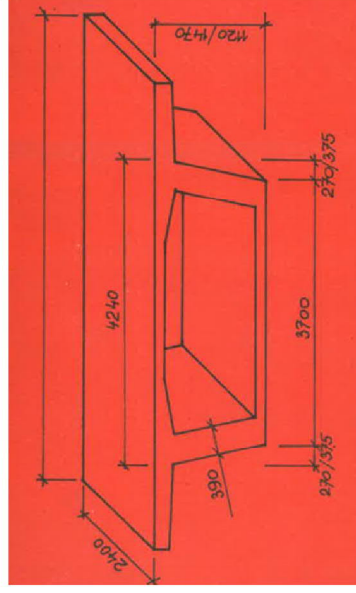
PRAVÝ MOST 10–204.1



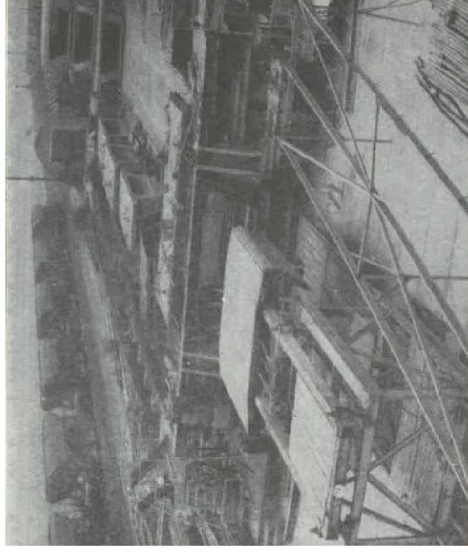
Lamely VS – 2. generace

- Ve výrobě – lávky, mosty

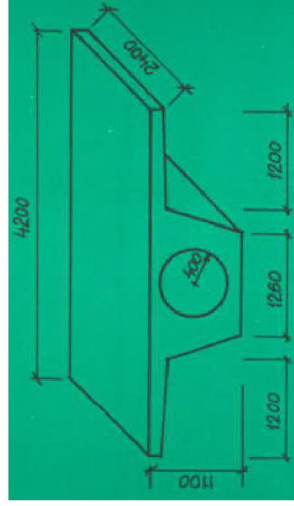
VS 2



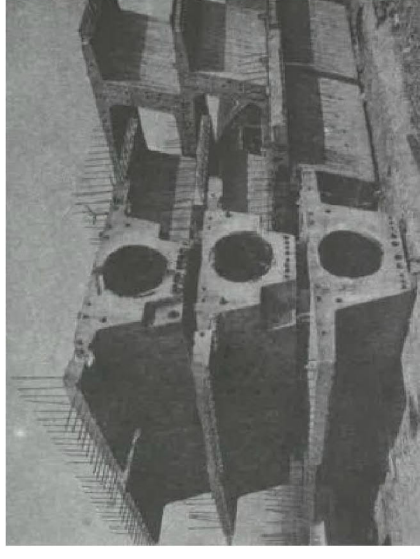
< 45m



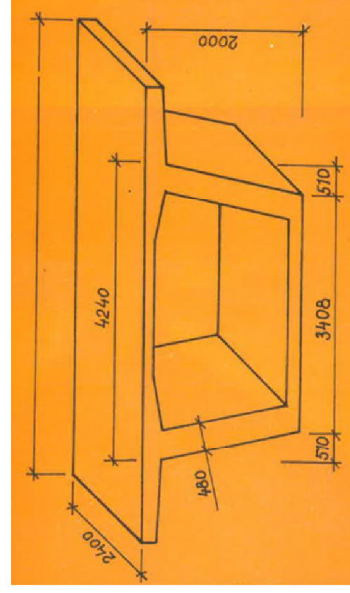
VS 3



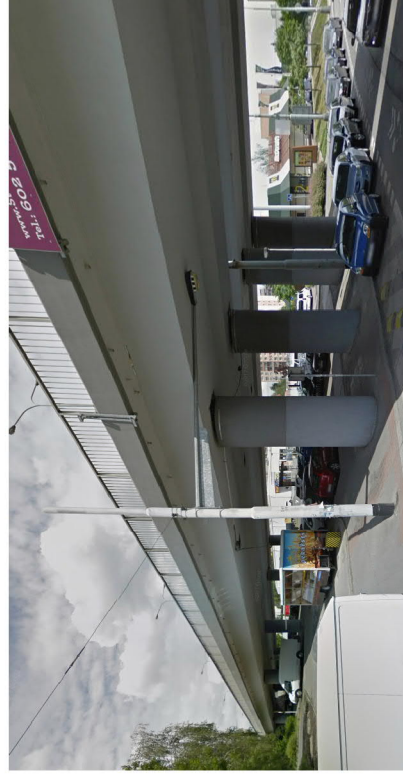
> 30m



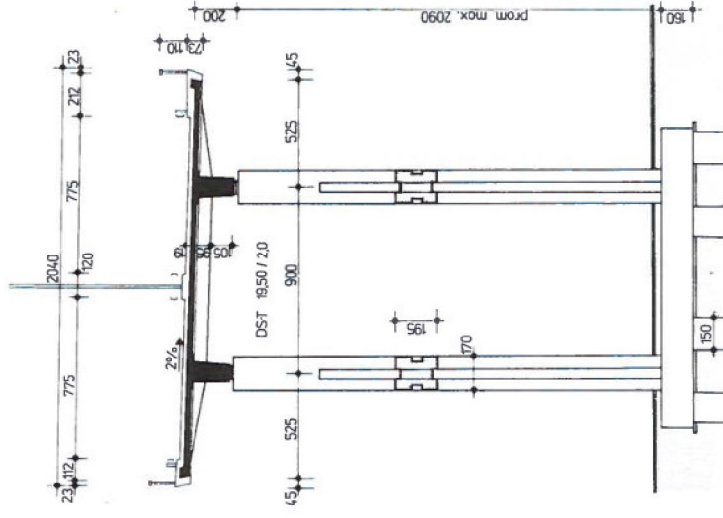
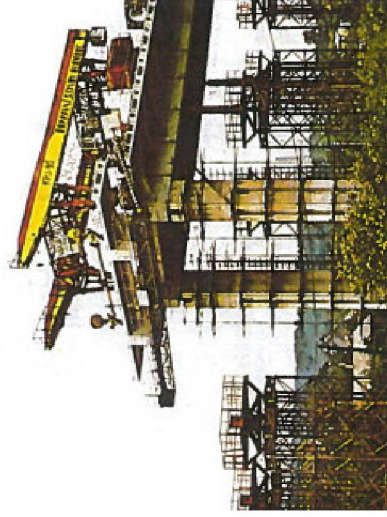
VS 4



> 60m

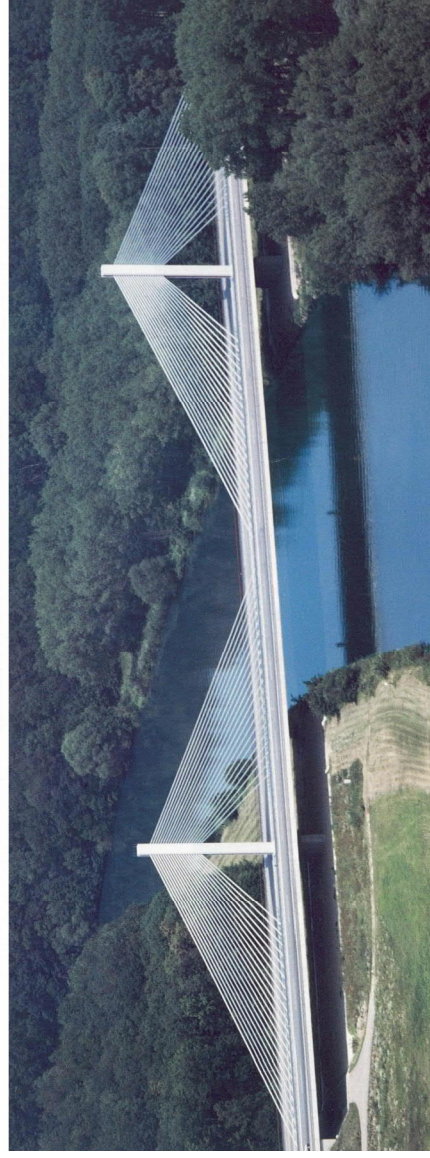
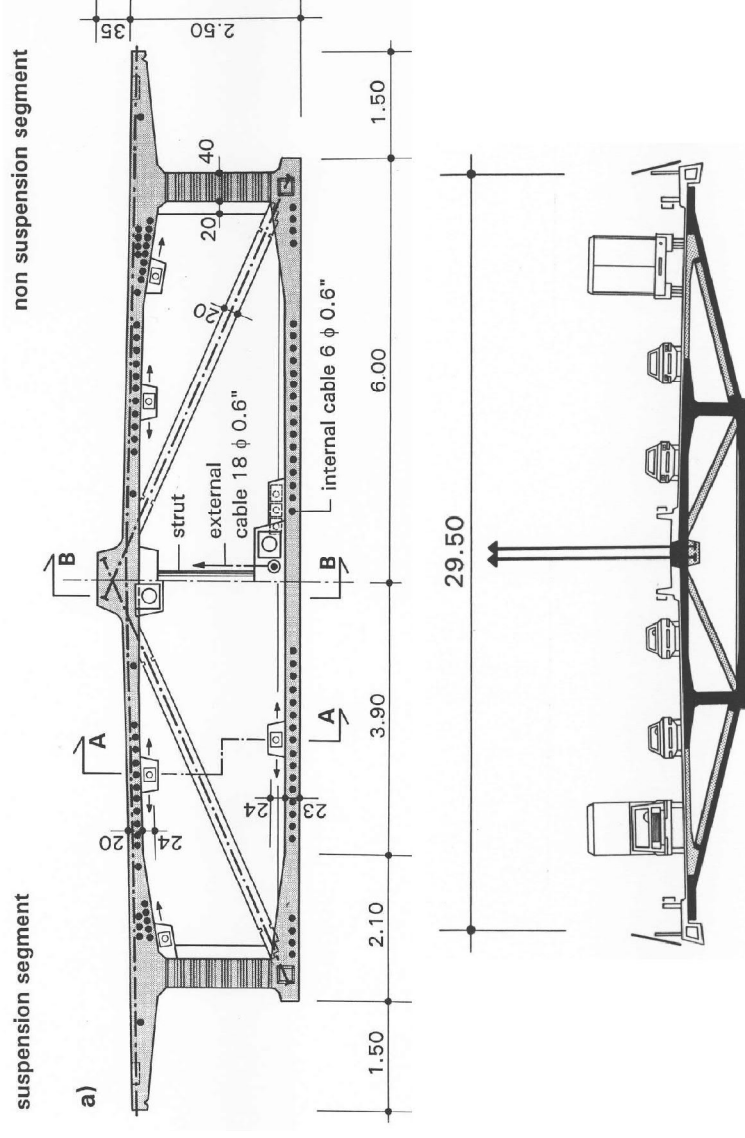


-



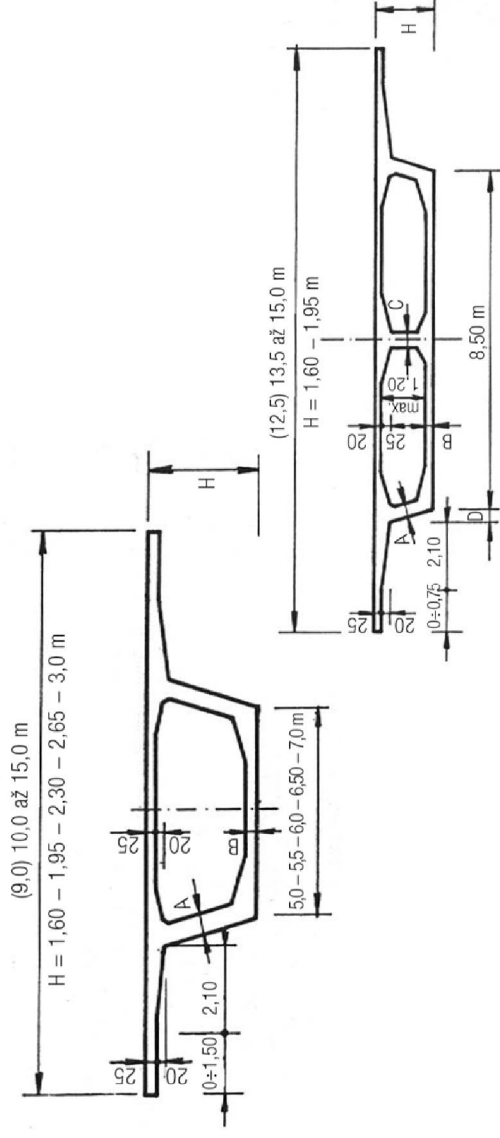
Segmenty DS - atypické

- Kombinace prefa + monolit, až 120m



Segmenty SMP

- Různé tvary, nejčastěji komora
- Rozpětí do 60 m



$A = 0,382 - 0,50 - 0,518 \text{ m}$
 $B = 0,20 - 0,25 \text{ m} \sim H = 1,60 \text{ m}$
 $0,20 - 0,25 - 0,30 - 0,35 - 0,40 \text{ m} \sim H \geq 1,95 \text{ m}$
 $C = 0,51 - 0,62 \text{ m}$
 $D = 0,41 \text{ m} \sim H = 1,60 \text{ m}$
 $0,535 \text{ m} \sim 1,95 \text{ m}$

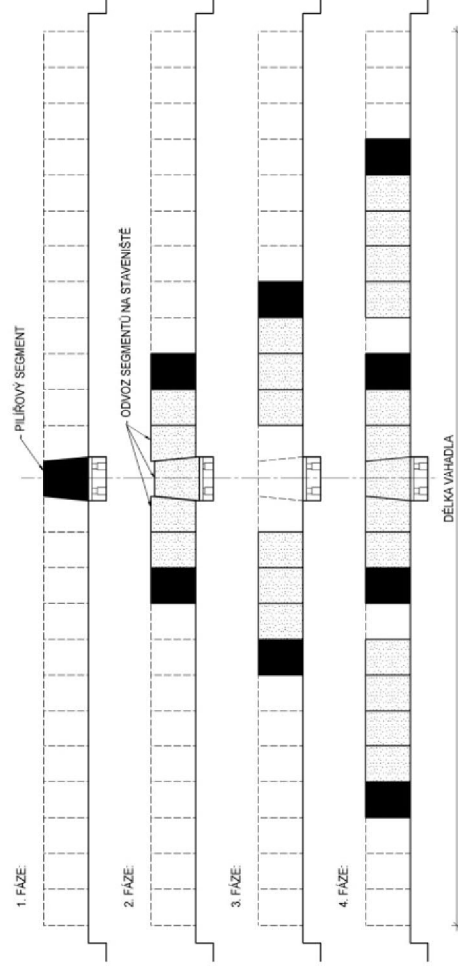
1b



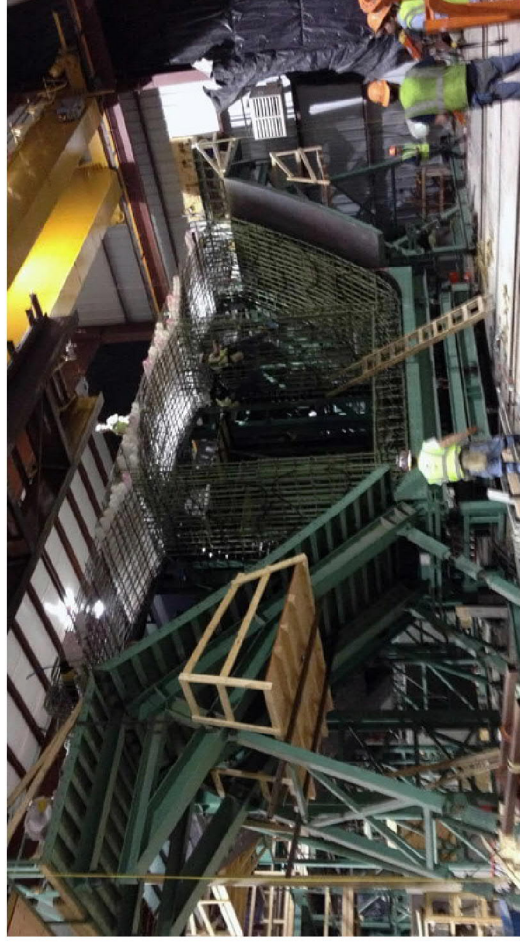
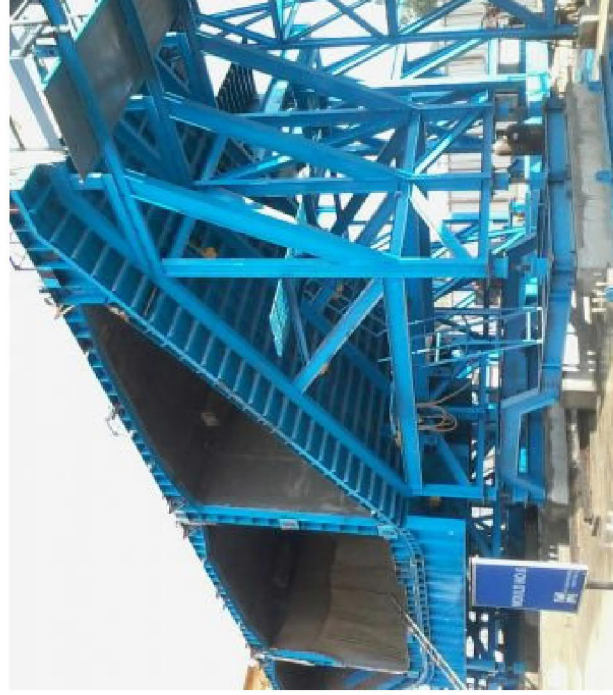
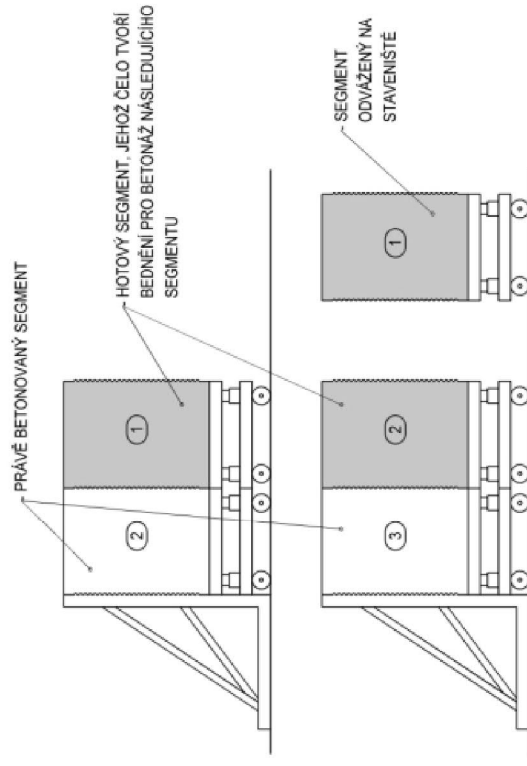
Výroba

- Výroba ve výrobnách (nebo na staveništi)
- Výroba segmentů
 - Nekontaktní** – samostatná forma pro každý segment
 - Kontaktní** – starší segment tvoří bednění čela mladšího
- Kontaktně se segmenty se vyrábí na **dlouhé** nebo **krátké** dráze

Dlouhá dráha

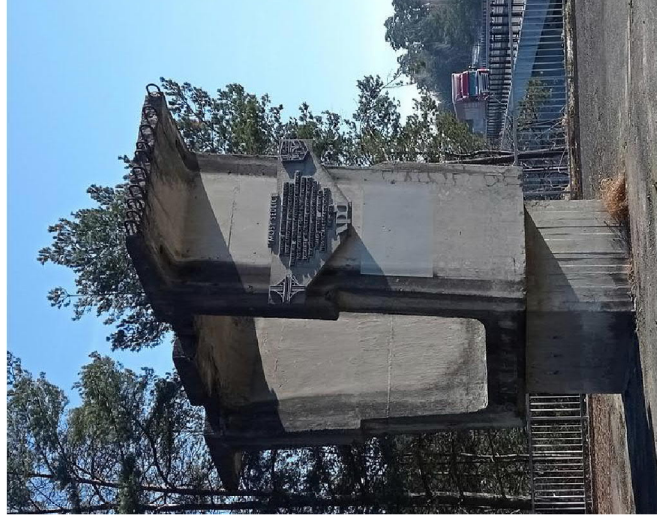
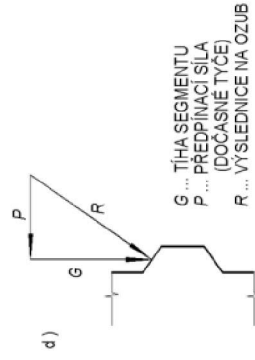
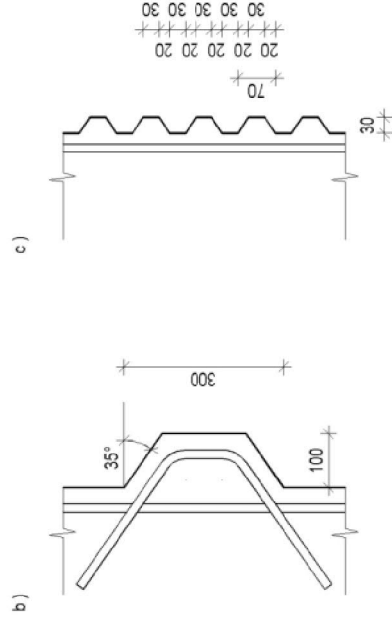
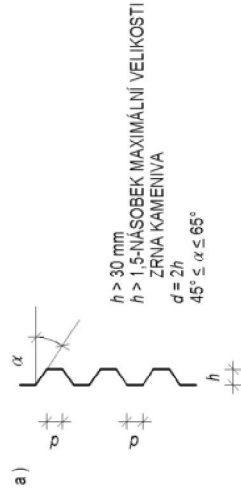


Krátká dráha



Statické působení

- Zpravidla spojité nosníky
- Pro fungování v podélném směru nutno předeprnout
- Smyk přenášen ozuby (malý / velký ozub)

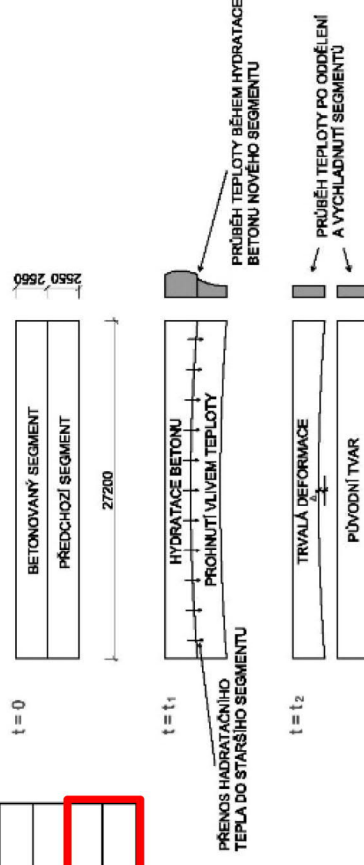


Návrh

- Návrh principiálně shodný s předpjatými konstrukcemi monolitickými
- **Nutno zajistit tlakovou rezervu v kontaktní spáře**
- Nutná optimalizace tvaru a hmotnosti (doprava, montáž)
- Podrobnější návrh geometrie a nadvýšení
- Možno využít vyšší třídy betonu
- Problematika vzájemného ovlivnění segmentů

Tabulka NA.4 – Doporučené hodnoty w_{max} a odpovídající kombinací pravidla^{d), f), g)}

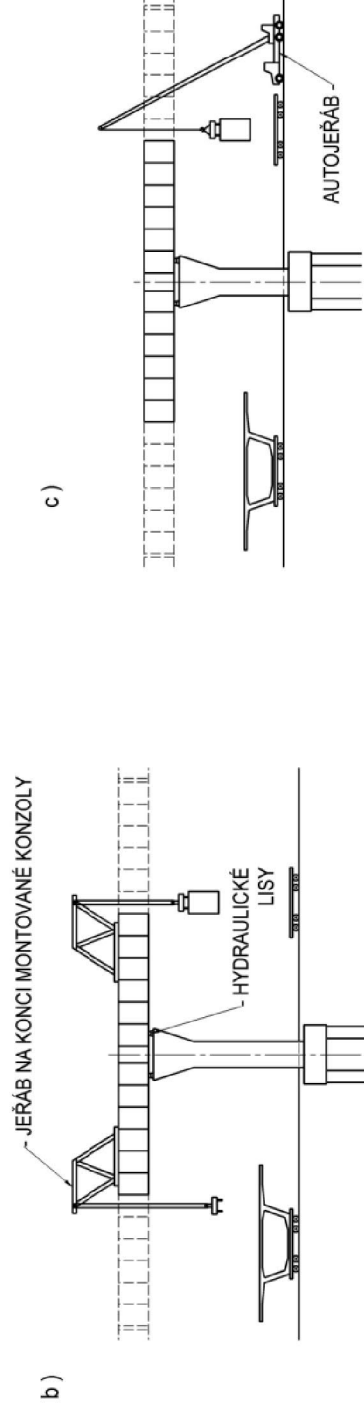
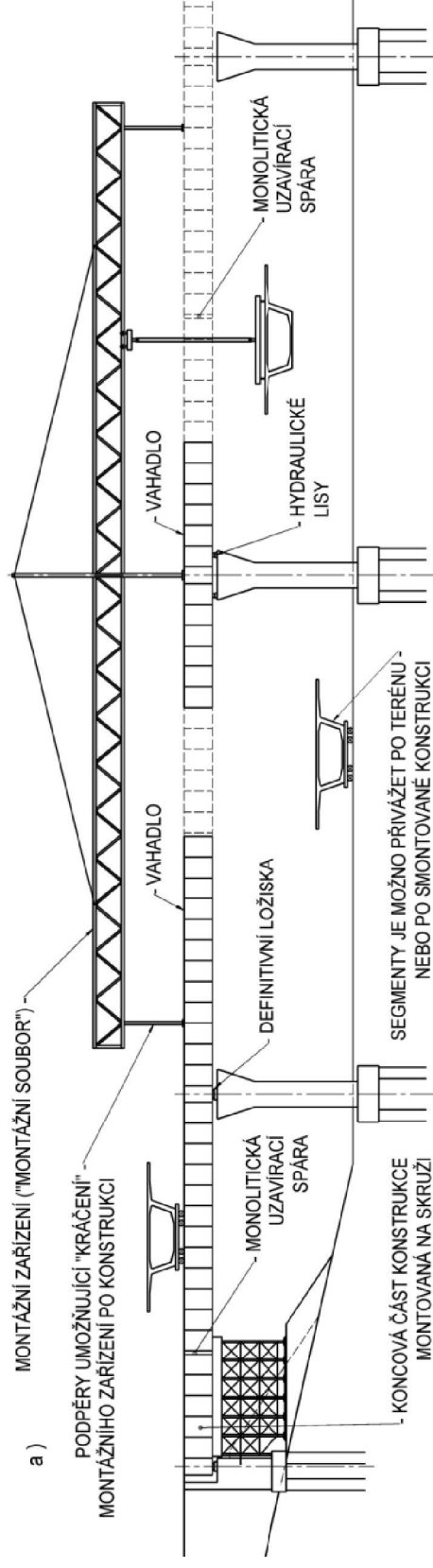
Stupeň vlivu prostředí	Železobetonové prvky a prvky předpjaté bez sou- dílné předpinací výztuže (kvazi-stálá kombinace zatížení)	Prvky předpjaté soudržnou výztuží (část kombinace zatížení)		
		Předem předpjatý beton	Dodatečně předpjatý beton	
		Stupeň protikoroziční ochrany předpinací výztuže PL1 až PL3 ^{a)}	Stupeň protikoroziční ochrany předpinací výztuže PL1 ^{c)}	Stupeň protikoroziční ochrany předpinací výztuže PL2 a PL3 ^{a)}
X0, XC1, XC2	0,4 ^{a)}	0,2	0,2	0,3
XC3	0,3	0,1 ^{b)}	0,2 ^{b)}	0,3
XC4, XD, XS, XF, XA	0,2	Dekomprese ^{e)}	0,1 ^{b)}	0,2
Stupeň vlivu prostředí	Dělené konstrukce (bez průběžné podélné betonáiské výztuže)			
Nerозhoduje	Nulový tah ve spáře: charakteristická kombinace zatížení (viz též ČSN EN 15050)			



Výstavba

Letmá montáž

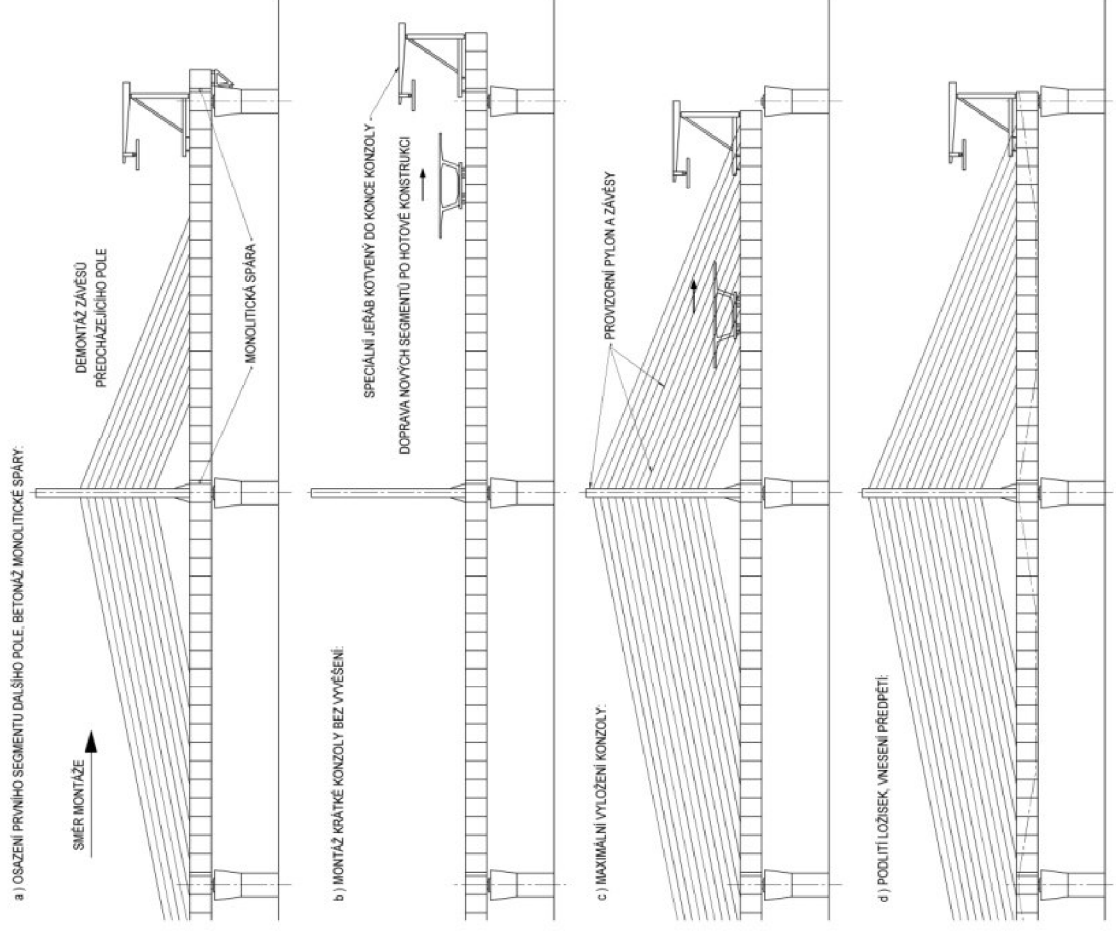
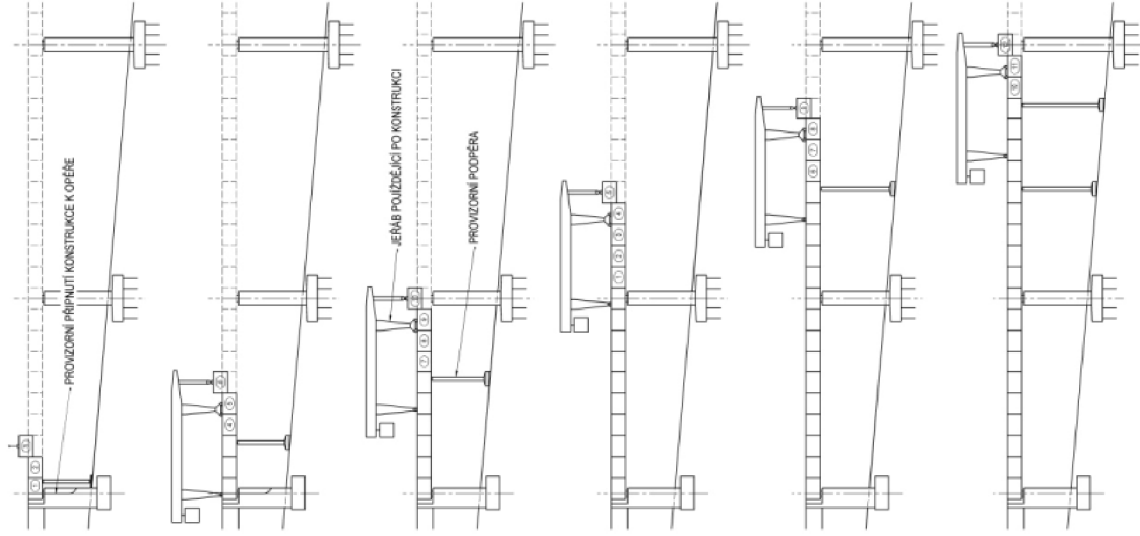
- Výstavba pomocí jeřábů nebo montážních souborů

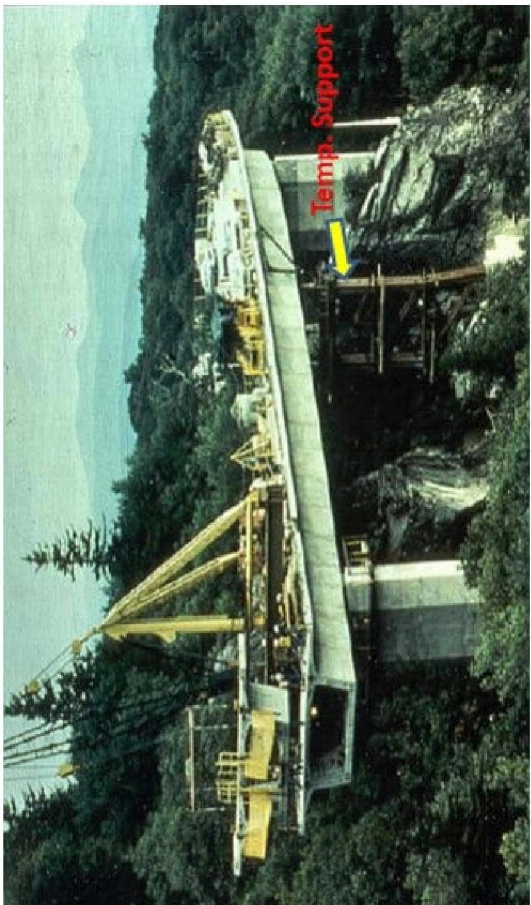




Postupná montáž

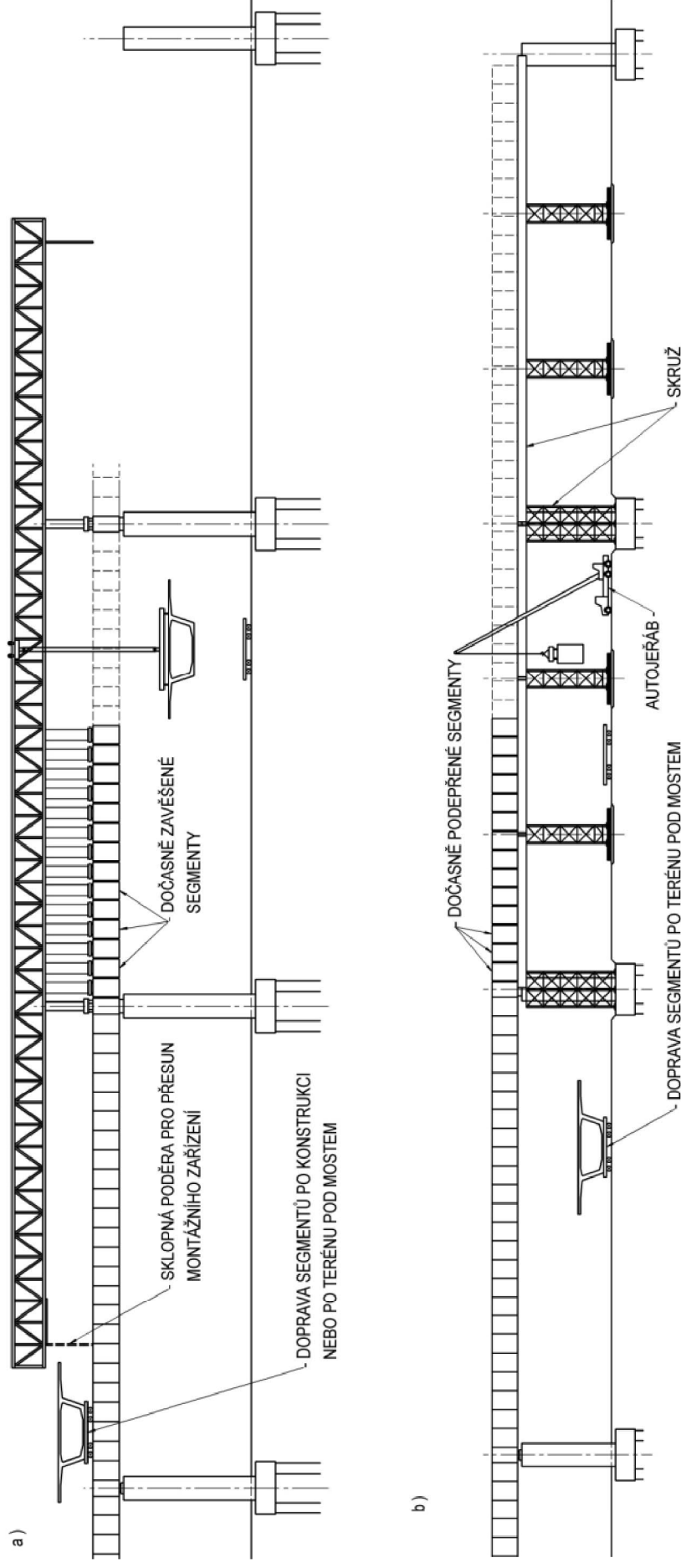
- Výstavba pomocí jeřábů z jedné strany na druhou

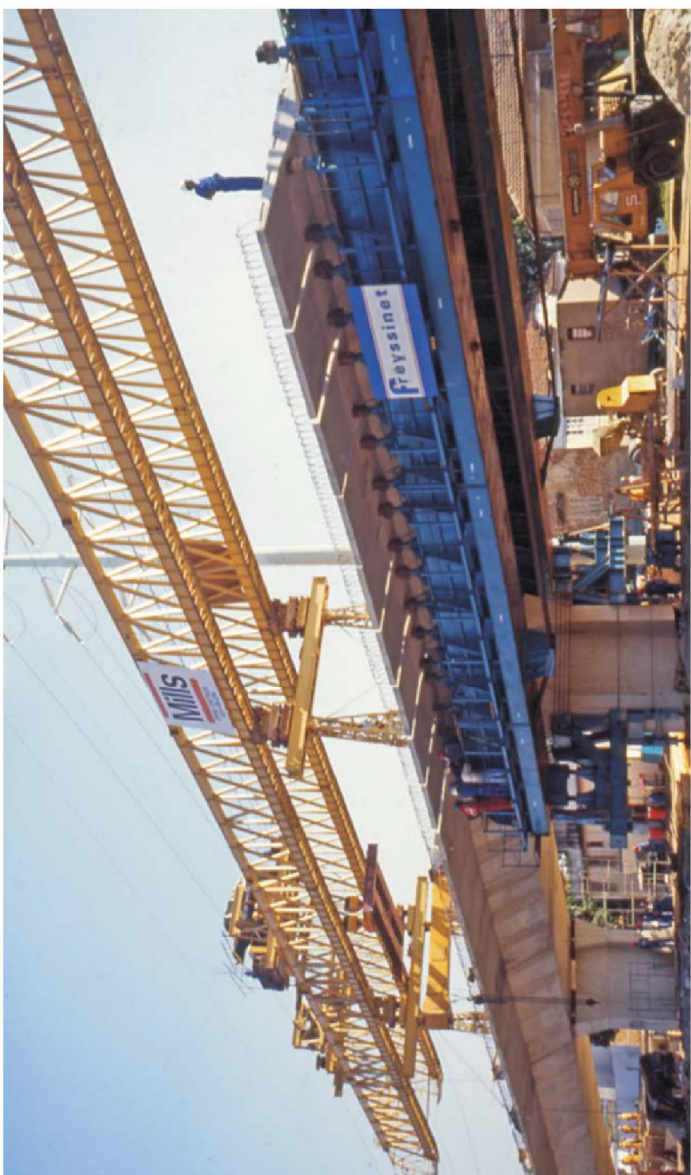




Montáž po polích

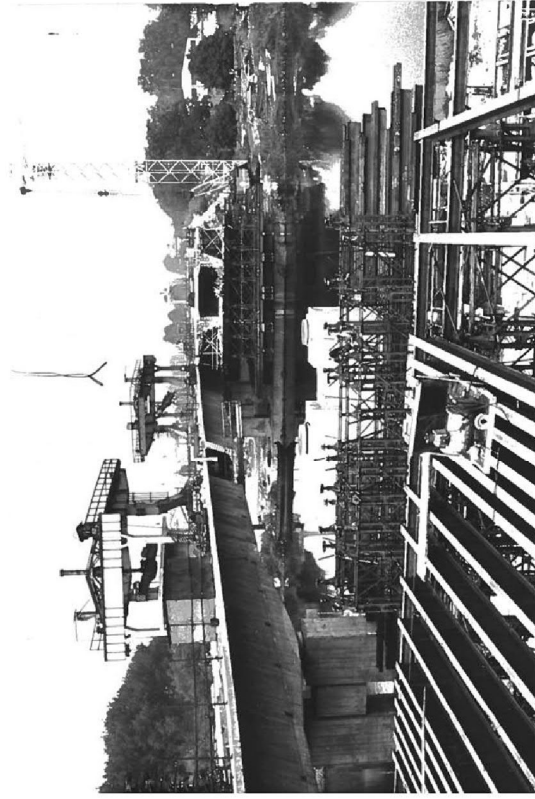
- Zavěšením na pomocnou konstrukci, montáž na skruži





Kombinace segmentů a monolitického betonu

- Specifické aplikace (Kolín, Pardubice)



PŘEDPĚTÍ:

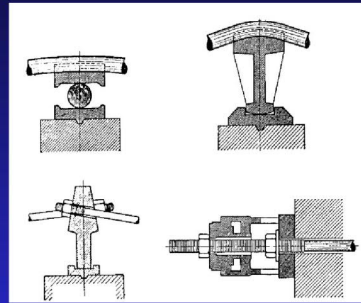
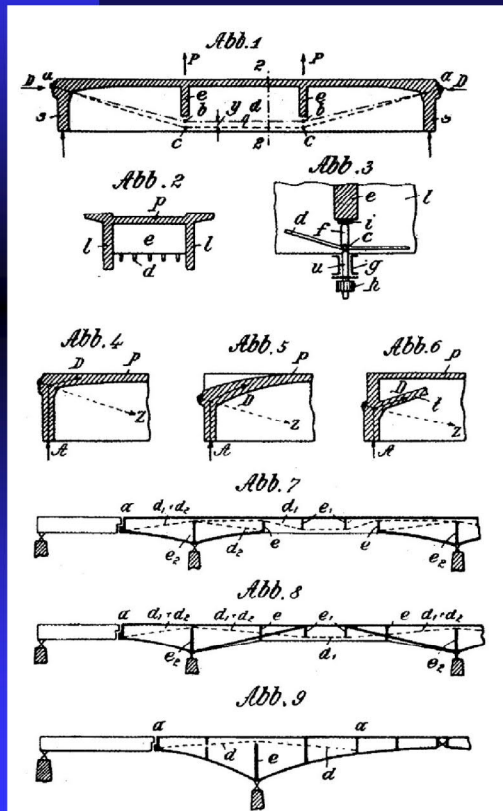
- n Namáhání, které předem a záměrně vnášíme do konstrukce, abychom ovlivnili její působení potřebným způsobem

ZPŮSOBY VYVOZENÍ PŘEDPÍNACÍ SÍLY:

- n Poklesy podpor
- n Elektroohřev, ...
- n Nejčastější – předpínací systém
 - Předpínací výztuž
 - Kotvy
 - Spojky

HISTORIE

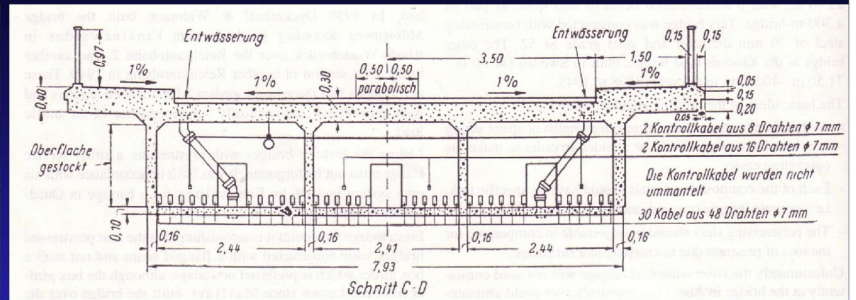
První patenty – Eugene Freyssinet 1928 (Francie), Frantz Dischinger 1934 (Německo) – vnější předpětí



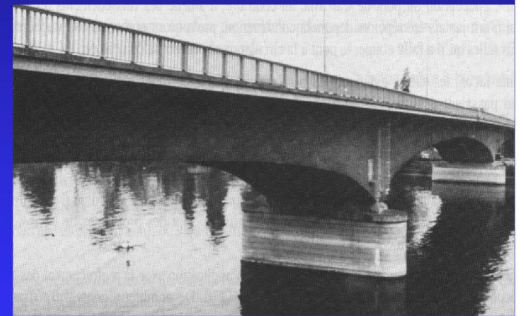
Most Aue v Saxony:

- n Frantz Dischinger, 1936
- n Nosná konstrukce o třech polích rozpětí 25,2 + 69,0 + 25,2 m
- n Předpětí – vnější tyče prům. 70 mm z oceli o mezi kluzu pouze 520 MPa
- n Dopnutí v letech 1962 a 1983

Most přes řeku Maas, Sclyan, Belgie 1950

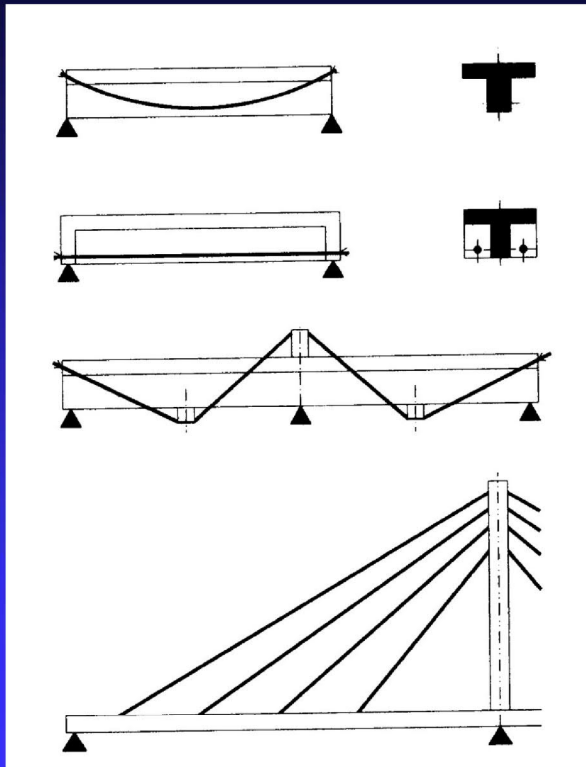


Most ve Villeneuve-Saint-Georges, Francie



- n V 60. a 70. letech 20. stol. – téměř výhradně vnitřní předpětí se soudržností (koroze vnější předpínací výztuže)
- n Od poloviny 70. let – opět i vnější předpětí (rekonstrukce)

PŘEDP. VÝZTUŽ - dělení podle uspořádání:



Vnitřní předpětí (se soudržností, bez soudržnosti)

Vnější předpětí

Konstrukce “extradosed“

Konstrukce zavěšené

Stejný základní materiál, rozdílné působení

PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ

- dělení podle materiálu:

- n Kovová (bez ochranné vrstvy, s ochrannou vrstvou, Monostrandy)
- n Nekovová (ochrana proti korozi, drahé)

- předpínací výztuž - druhy:

- n Tyče
- n Dráty
- n Lana a kabely z lan

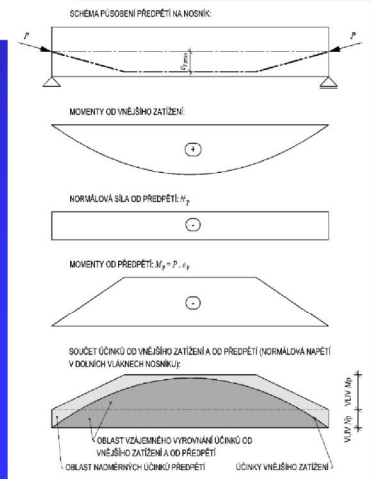
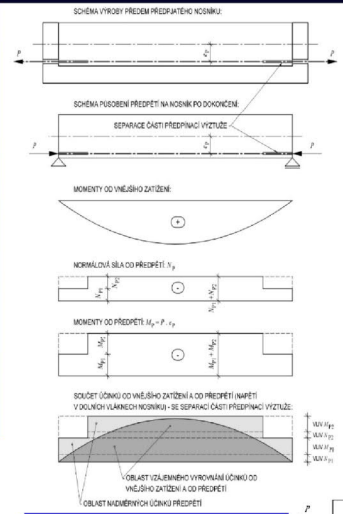
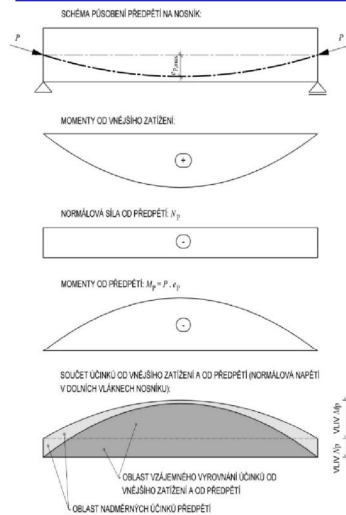
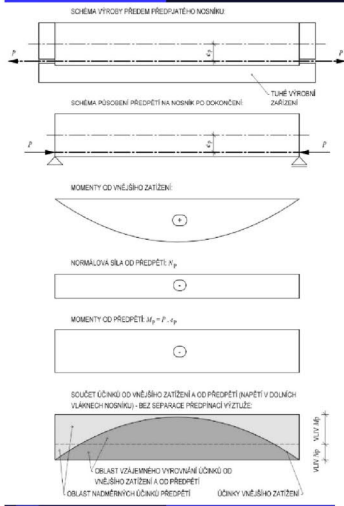
PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ -

- dělení podle času vnesení
předpětí:

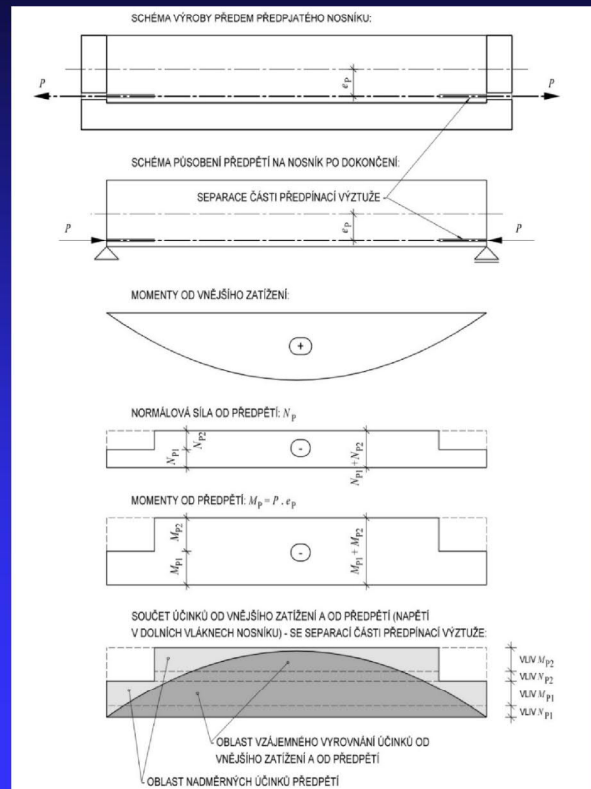
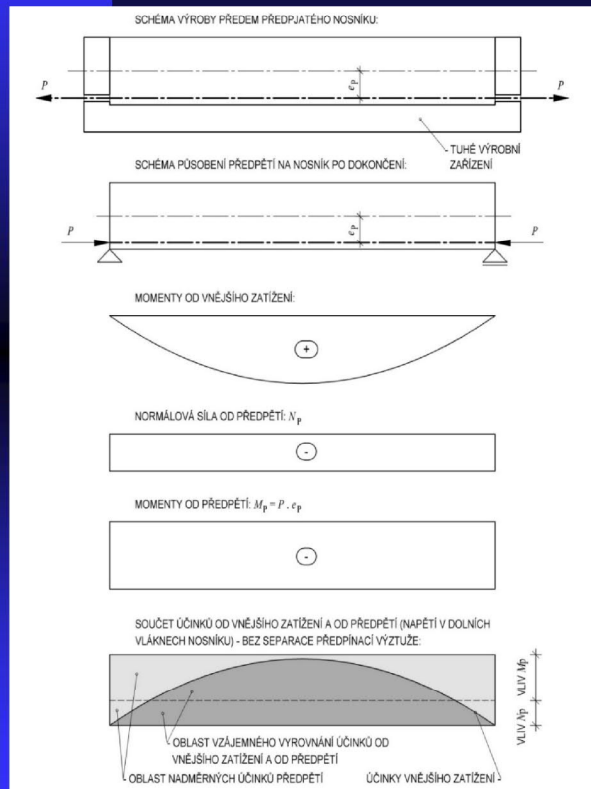
n Předpětí předem

n Předpětí dodatečně

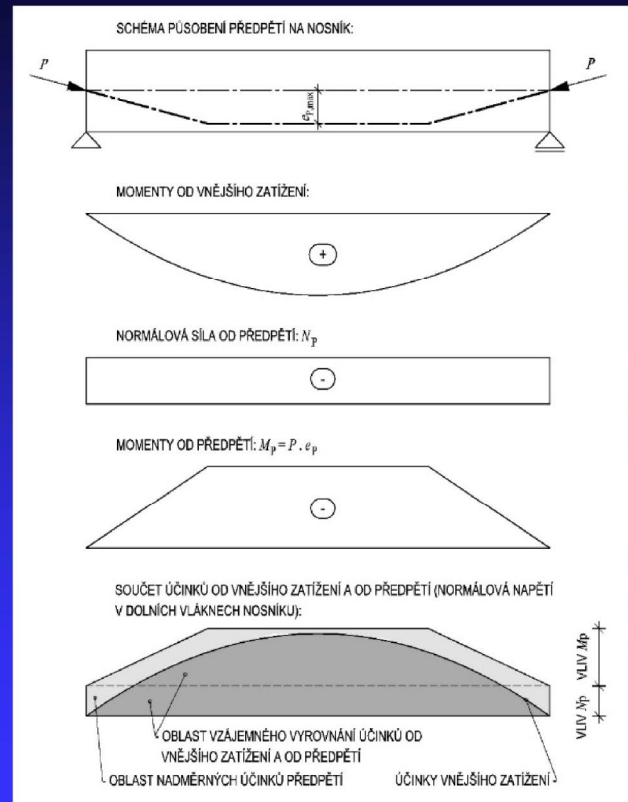
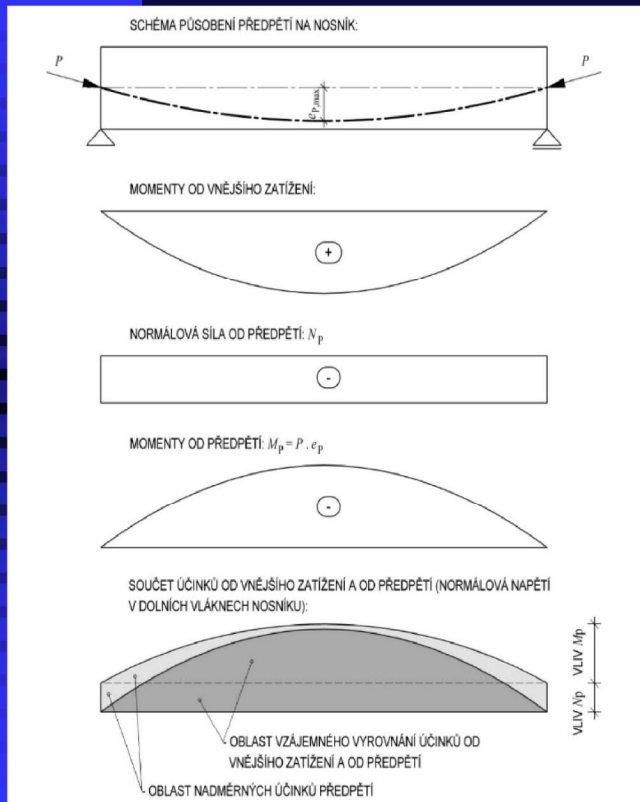
Účinky předpětí – staticky určité konstrukce (“přímý výpočet“)



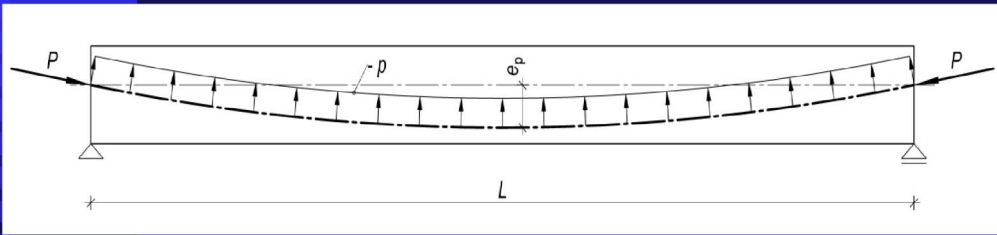
Účinky předpětí – staticky určité konstrukce (“přímý výpočet”)



Účinky předpětí – staticky určité konstrukce (“přímý výpočet”)



Účinky předpětí – staticky určité i neurčité konstrukce (“nepřímý výpočet”):



$$p = P/R$$

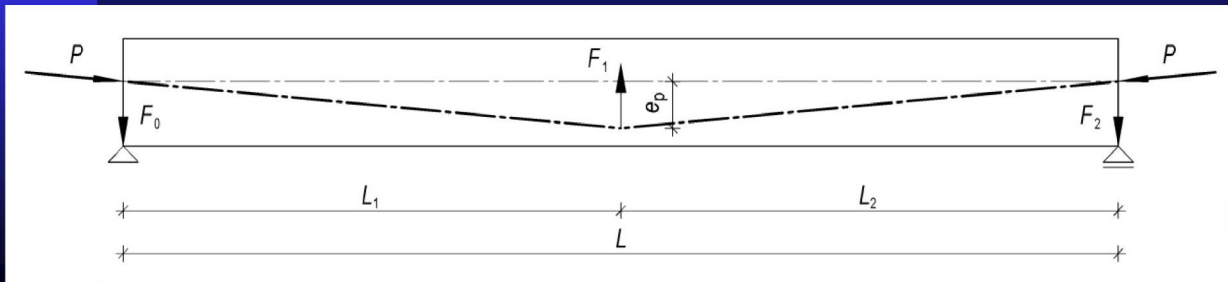
nebo:

$$M_p = N_p \cdot e_p$$

$$M_p = \frac{1}{8} \cdot p \cdot L^2$$

$$\frac{1}{8} \cdot p \cdot L^2 = N_p \cdot e_p \Rightarrow p = \frac{8 \cdot N_p \cdot e_p}{L^2}$$

Účinky předpětí – staticky určité i neurčité konstrukce (“nepřímý výpočet”):

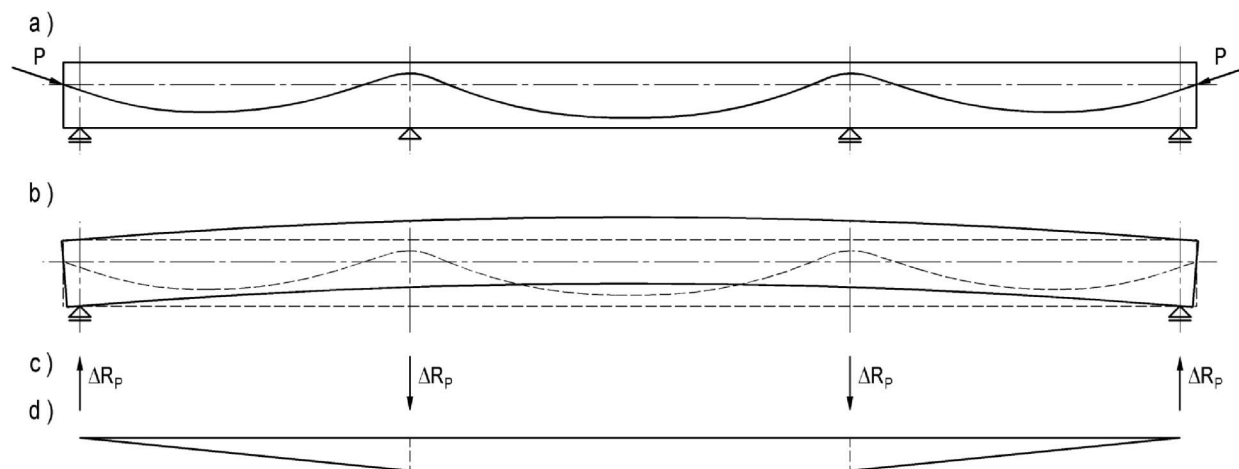


$$P_0 = \frac{e_1}{L_1} \cdot N_P$$

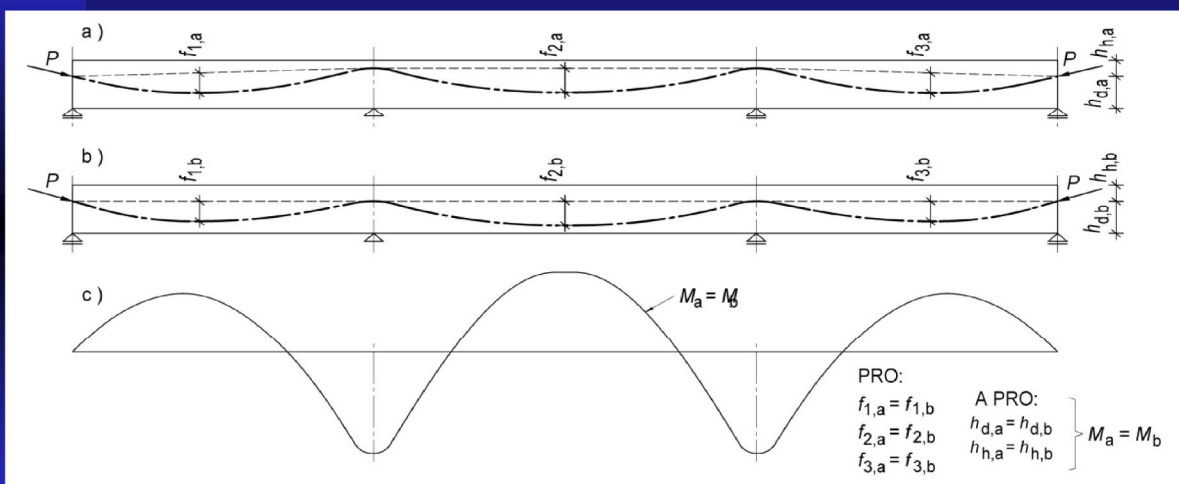
$$P_1 = \left(\frac{e_1}{L_1} + \frac{e_1}{L_2} \right) \cdot N_P$$

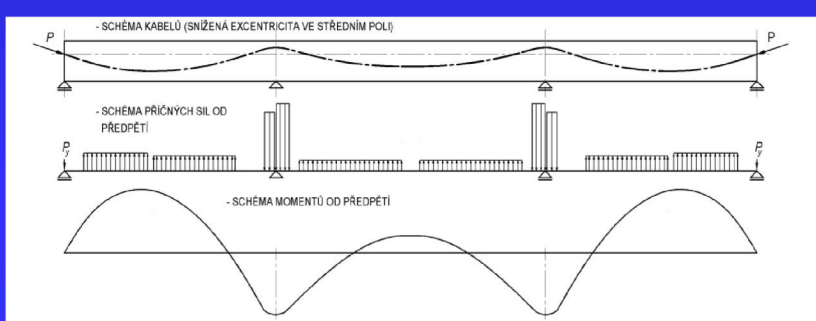
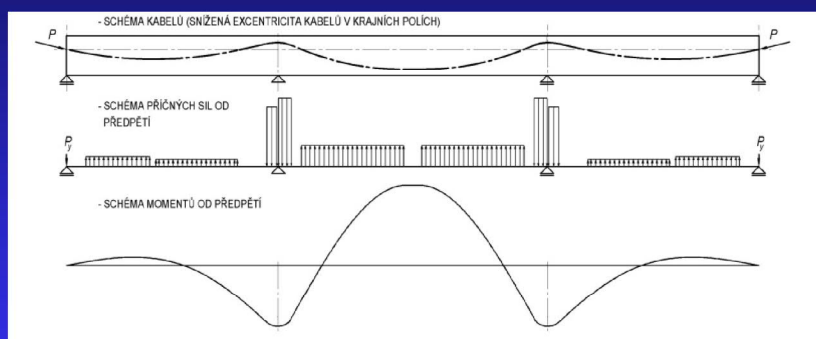
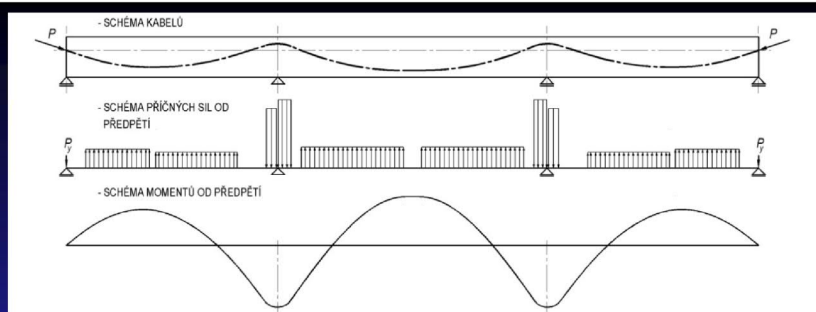
$$P_2 = \frac{e_1}{L_2} \cdot N_P$$

Statically indeterminate structures – arising ΔM_p



Účinky předpětí – staticky neurčité konstrukce





Použití ocelí vysokých pevností pro předpínací výztuž

Ocel běžné pevnosti:

$$\sigma = \text{cca } 300 \text{ MPa}, E = 200 \text{ GPa}, \varepsilon = 300/200000 = 0,0015$$

Ocel vysoké pevnosti:

$$\sigma = \text{cca } 1200 \text{ MPa}, E = 195 \text{ GPa}, \varepsilon = 1200/195000 = 0,0062$$

Pružné přetvoření od předpětí:

$$\sigma = \text{cca } 5 \text{ MPa}, E = \text{cca } 30 \text{ GPa}, \varepsilon = 5/30000 = 0,0002$$

$$\text{Zkrácení od dotvarování: } \varepsilon = \text{cca } 3,0 \cdot 0,0002 = 0,0006$$

$$\text{Poměrné zkrácení od smršťování: } \varepsilon = \text{cca } 0,0003$$

$$\text{Poměrné zkrácení celkem: } \varepsilon = 0,0002 + 0,0006 + 0,0003 = 0,0011$$

Ztráty předpětí vlivem zkrácení betonu – ocel běžné pevnosti:

$$\Delta\sigma = \text{cca } 0,0011/0,0015 = 0,73 = 73\%$$

Ztráty předpětí vlivem zkrácení betonu – ocel vysoké pevnosti:

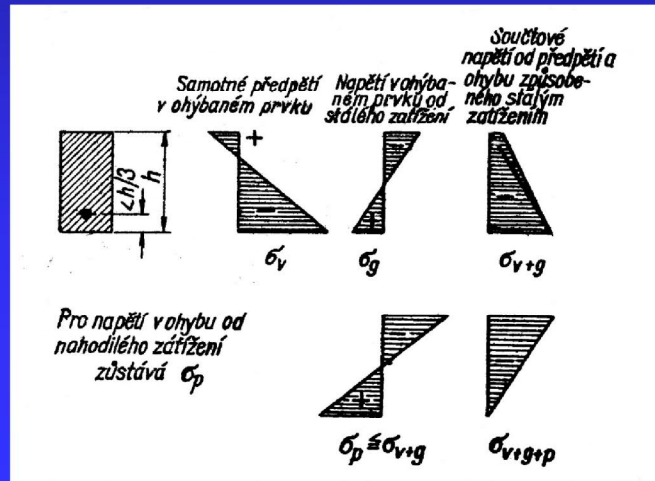
$$\Delta\sigma = \text{cca } 0,0011/0,0062 = 0,18 = 18\%$$

NÁVRH PŘEDPĚTÍ:

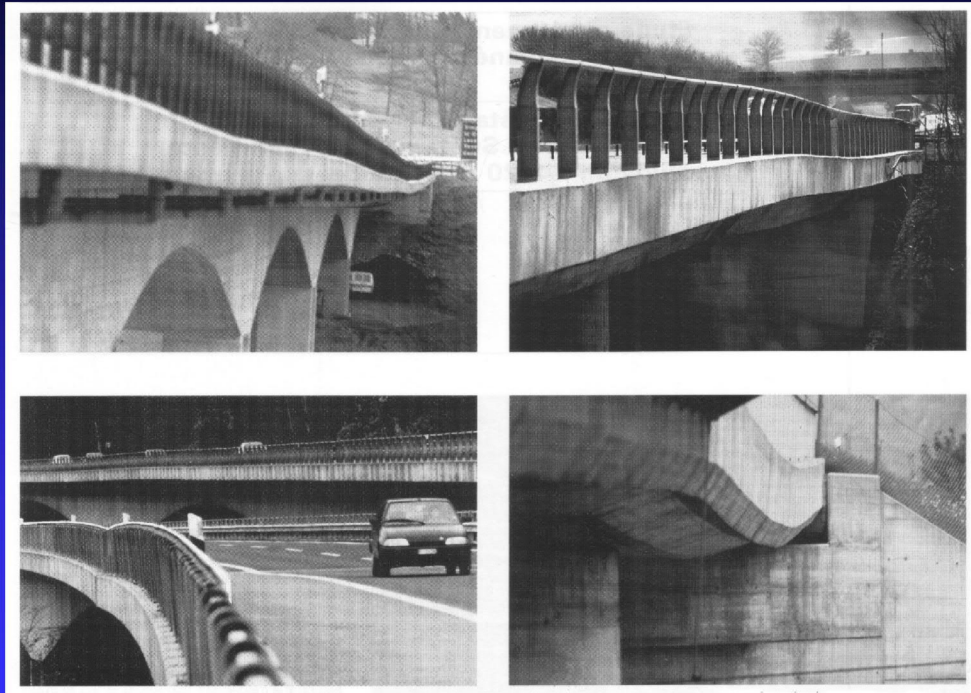
- n Vyrovnání napětí v průřezu (nejběžnější)
- n Vyrovnání zatížení
- n Vyrovnání deformací

VYROVNÁNÍ NAPĚTÍ V PRŮŘEZU:

- n Postup obvykle obsažený v návrhových normách
- n Omezení (normálových) napětí v průřezu – tahových i tlakových
- n Požadavky podle kategorie konstrukce (předpětí plné, omezené, částečné)
- n Přístup “vnitřní” a “vnější”
- n Možné problémy - deformace

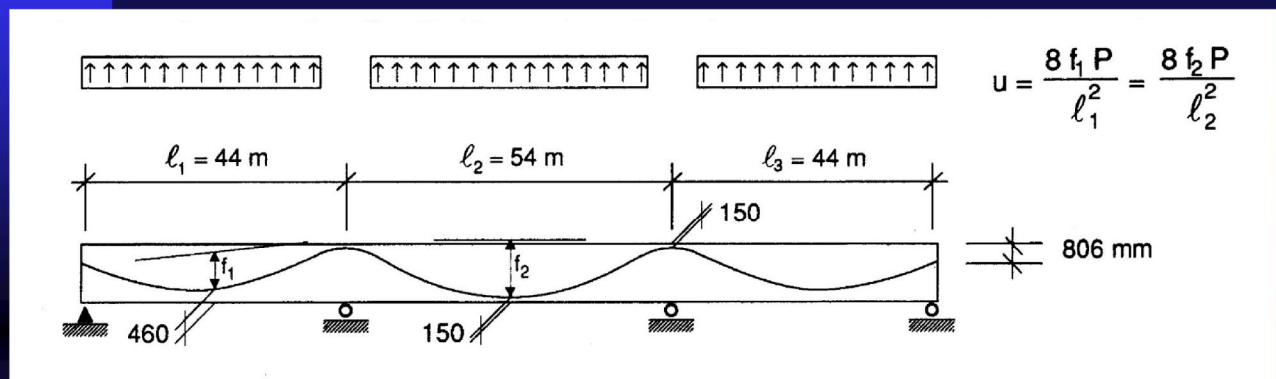


DLOUHODOBÉ NARŮSTÁNÍ PRŮHYBŮ



- n Nejčastější u letmo betonovaných konstrukcí
- n Řada vlivů

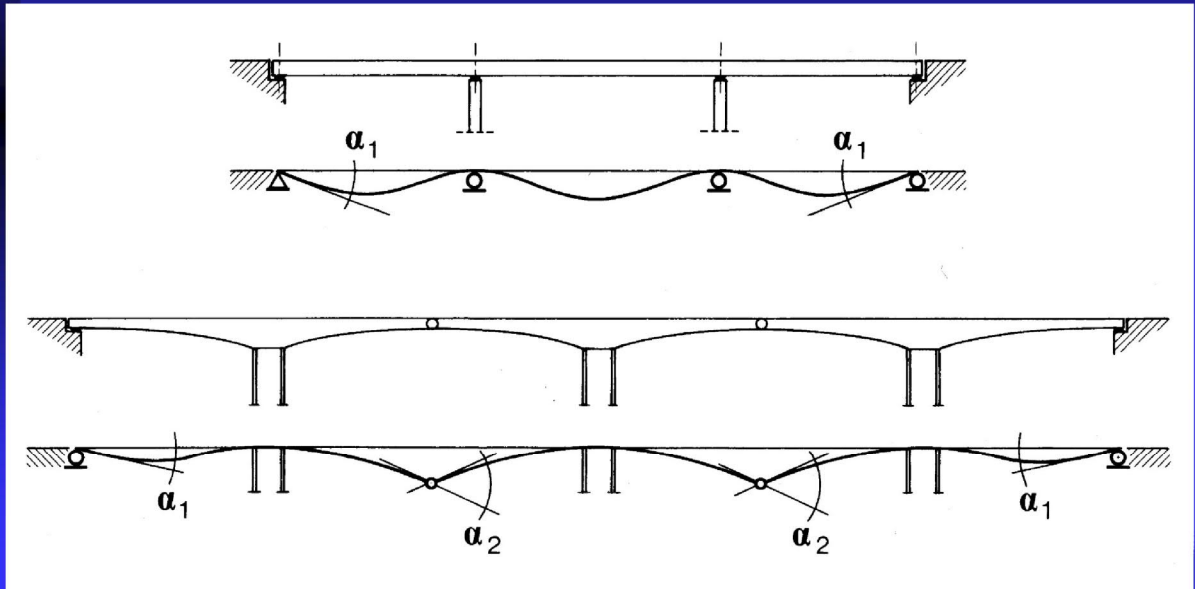
VYROVNÁNÍ ZATÍŽENÍ (load balancing):



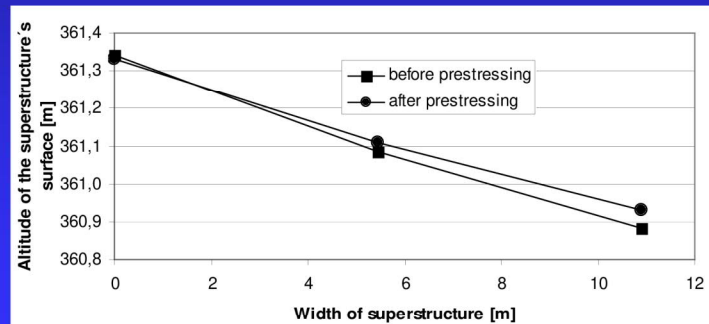
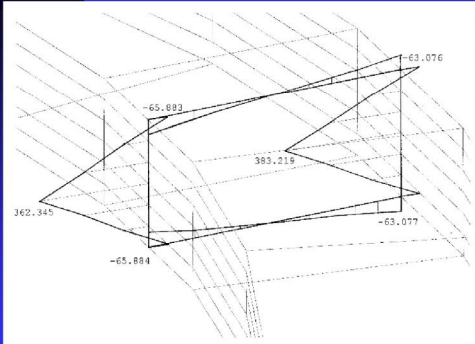
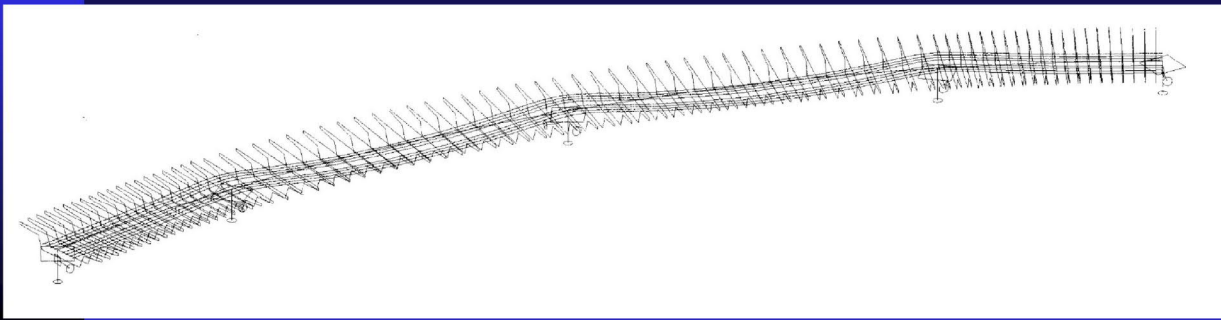
- n Jeden z postupů určených pro eliminaci dlouhodobých průhybů
- n Stupeň vyrovnání zatížení $b = u / g$
- n u = příčné síly od předpětí, na prostém nosníku předpjatém parabolickým kabelem (přibližně i pro spojitý nosník) $u = (8 \cdot f \cdot P) / L^2$
- n g = stálé zatížení
- n Doporučení: vyrovnat předpětím alespoň 70 - 80 % stálého zatížení

VYROVNÁNÍ PRŮHYBŮ:

- n Postup pro eliminaci dlouhodobých průhybů
- n Umožňuje zavést do výpočtu vliv trhlin atd.

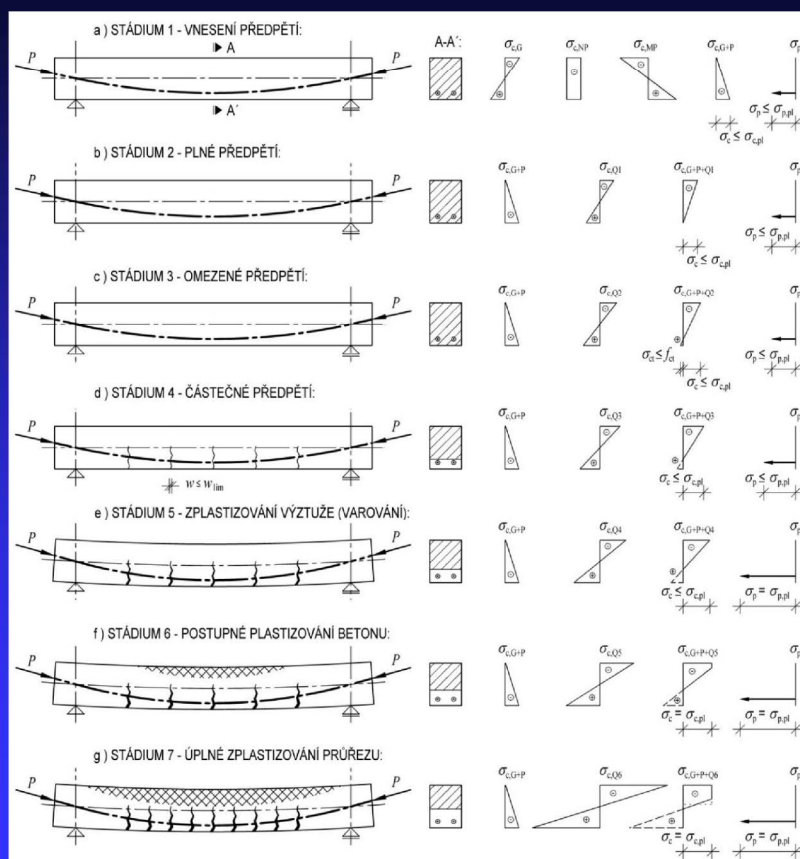


ÚČINKY PŘEDPĚTÍ NA ZAKŘIVENÉ KONSTRUKCE



- n Příčné síly od předpětí působí jak ve svislém, tak i ve vodorovném směru

STÁDIA PŮSOBNÍ PŘEDPĚTÝCH KONSTRUKCÍ



ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ PŘEDPĚTÝCH KONSTRUKCÍ

n Počáteční předpínací síla:

$$P_{\max} = A_p \sigma_{p,\max}$$

$$\sigma_{p,\max} = \min \{0,8 \cdot f_{pk}; 0,9 \cdot f_{p0,1k}\}$$

(CZ)

$$\sigma_{pm0}(x) = \min \{0,75 \cdot f_{pk}; 0,85 \cdot f_{p0,1k}\}$$

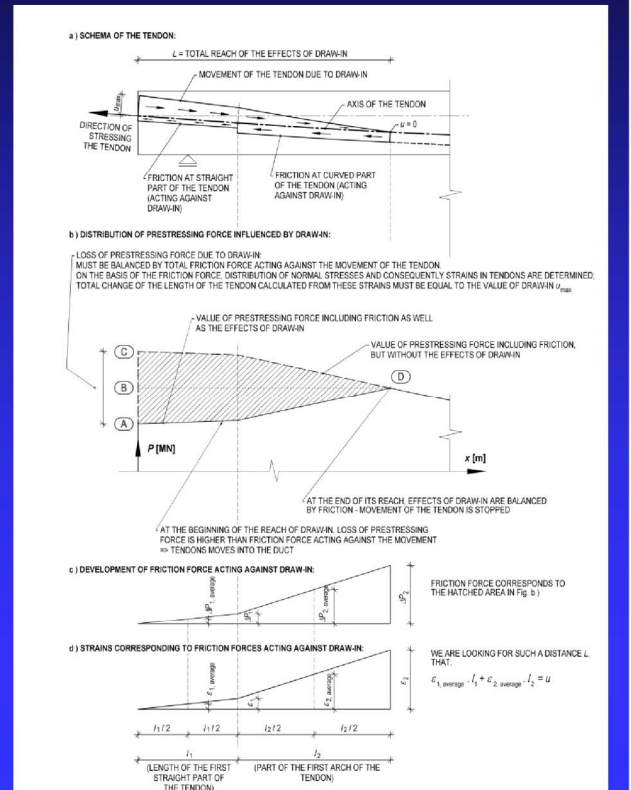
n Ztráty předpětí (rozdíl mezi předpětím předem a předpětím dodatečně):

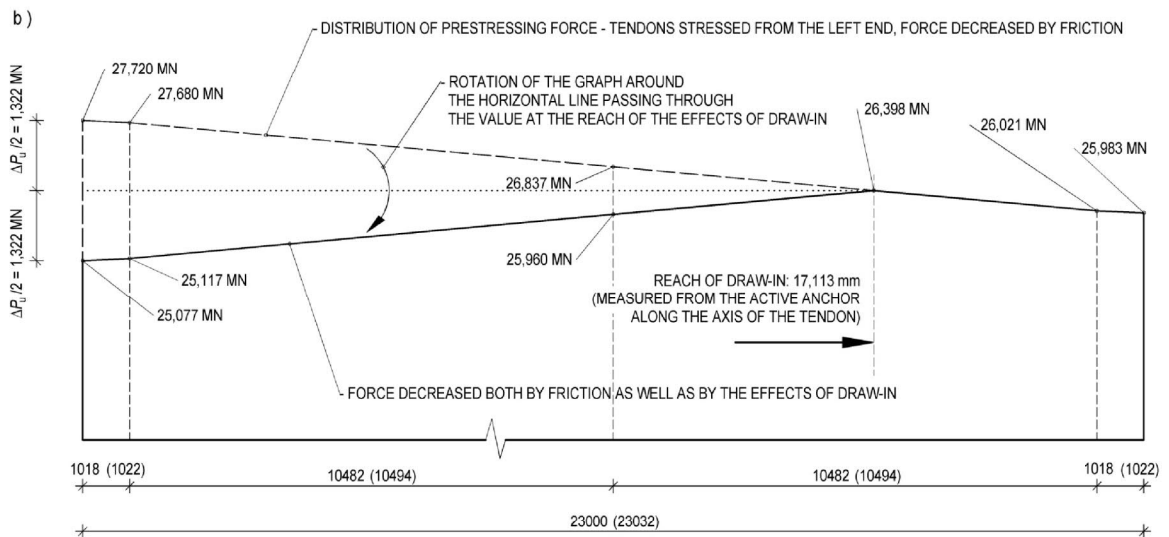
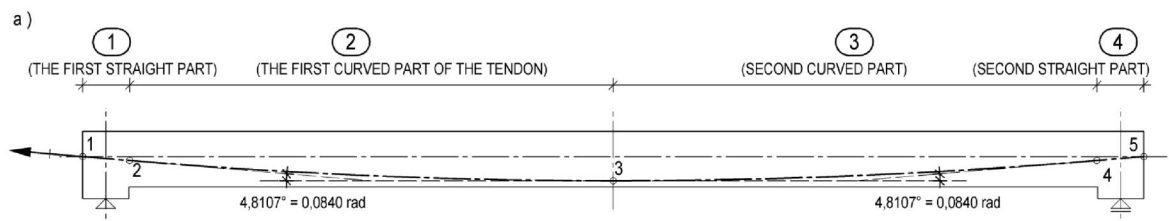
- o krátkodobé (tření, pokluz, pružné přetvoření betonu),
- o dlouhodobé (smršťování a dotvarování betonu, relaxace předpínací výztuže)

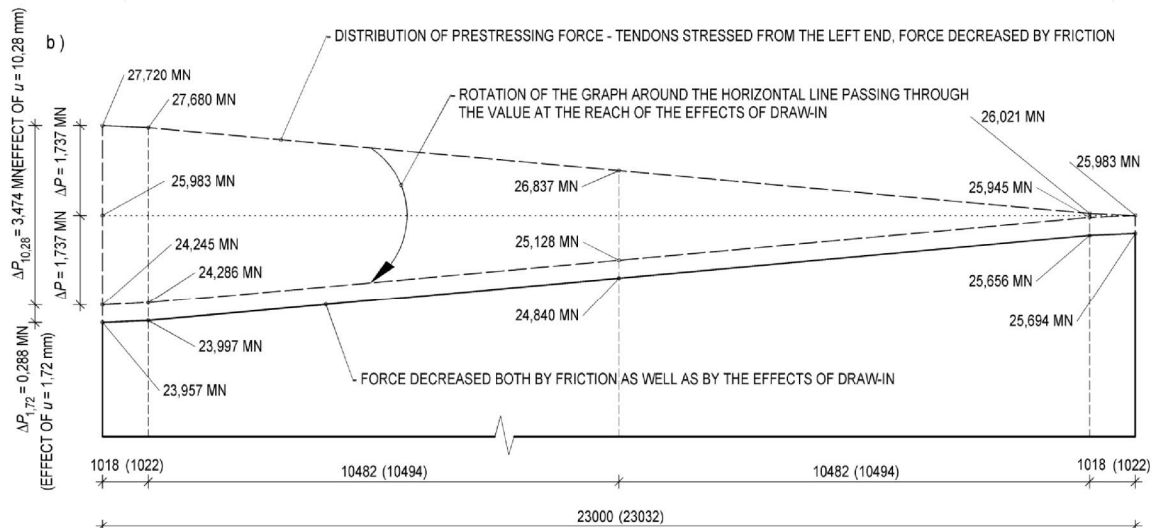
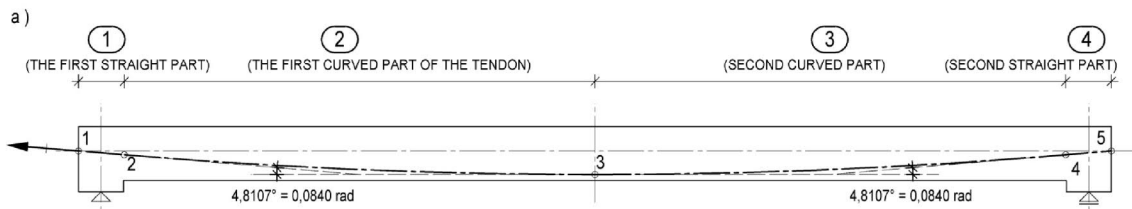
n Tření:

$$\Delta P_{\mu}(x) = P_{\max} \cdot (1 - e^{-\mu(\Theta + kx)})$$

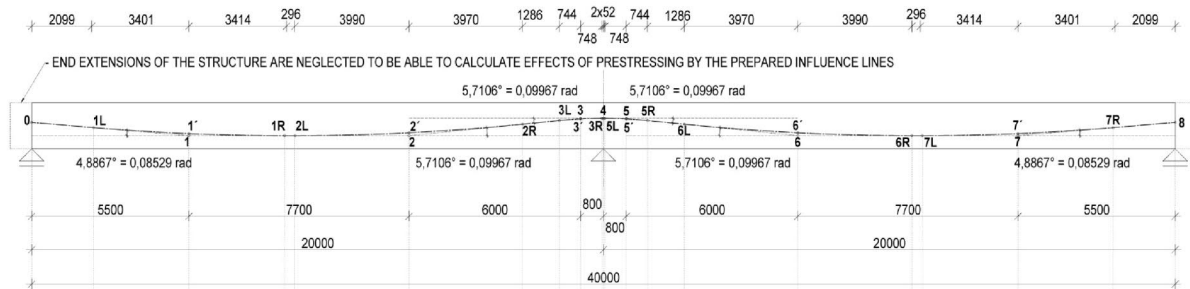
n Pokluz:



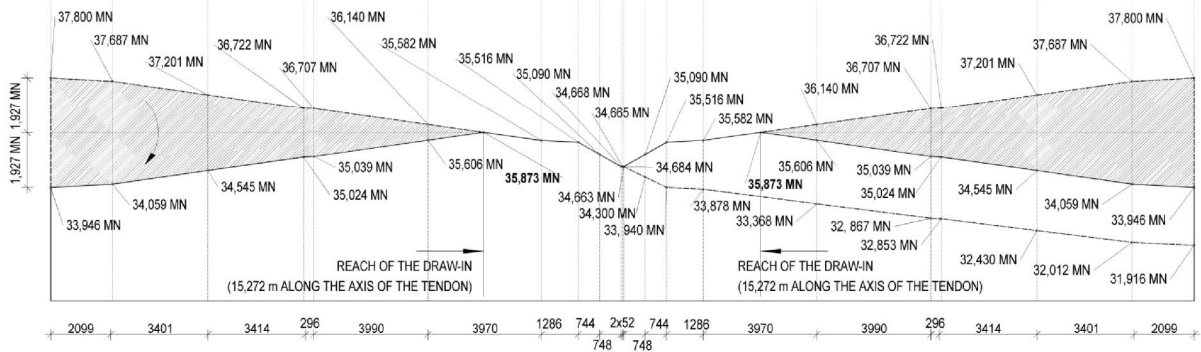




a) SCHEMA OF TENDONS:



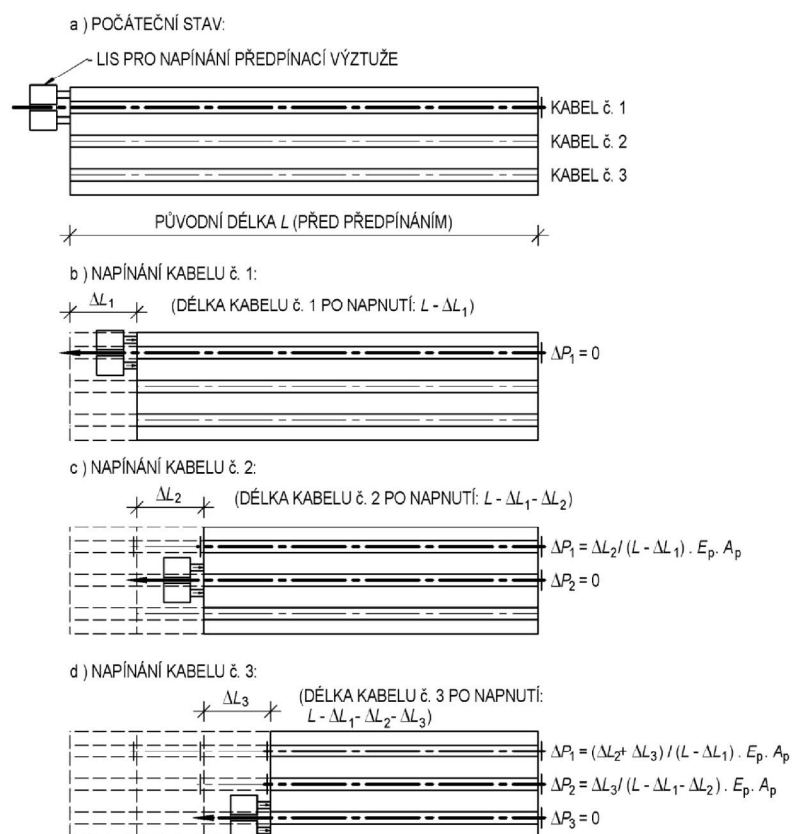
b) SCHEMA OF PRESTRESSING FORCE:



n Pružné přetvoření
(postupné napínání):

$$\Delta P_{el} = A_p \cdot E_p \cdot \sum \left[\frac{j \cdot \Delta \sigma_c(t)}{E_{cm}(t)} \right]$$

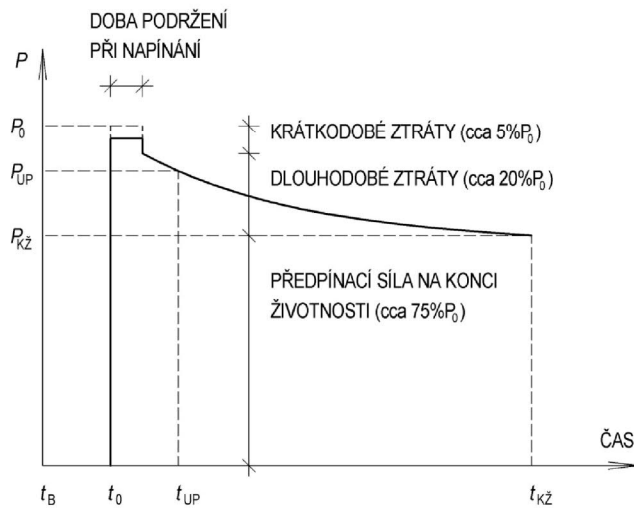
$$j = (n - 1)/(2n)$$



n Dlouhodobé ztráty (EN 1992):

$$\Delta P_{c+s+r} = A_p \cdot \Delta \sigma_{p,c+s+r} = A_p \cdot \frac{\epsilon_{cs} E_p + 0,8 \cdot \Delta \sigma_{pr} + \frac{E_p}{E_{cm}} \varphi(t, t_0) \sigma_{c,QP}}{1 + \frac{E_p}{E_{cm}} \frac{A_p}{A_c} \left(1 + \frac{A_c}{I_c} \cdot z_{cp}^2 \right) [1 + 0,8 \cdot \varphi(t, t_0)]}$$

n Celkový přehled ztrát
– schéma:

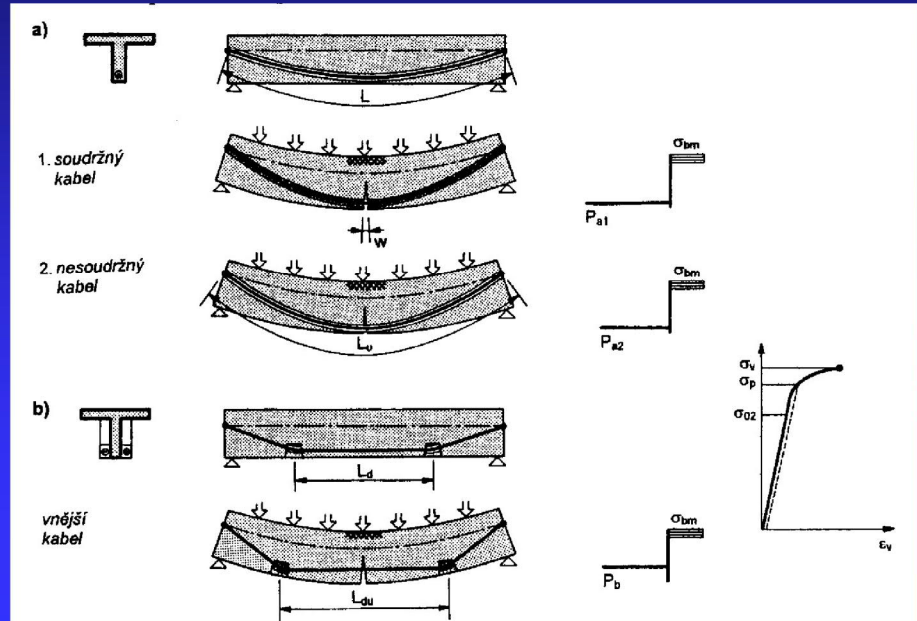


LEGENDA:

- B BETONÁŽ KONSTRUKCE
- 0 PŘEDPĚTÍ KONSTRUKCE
- UP UVEDENÍ DO PROVOZU
- KŽ KONEC ŽIVOTNOSTI
(PRO MOSTY 100 LET)

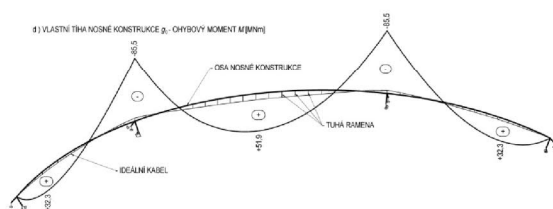
NAVRHOVANI KONSTRUKCI S VOLNYMI KABELY

- n V provozním stavu – menší tření, působení téměř stejné jako u soudržných kabelů
- n Na mezi únosnosti – kabel není součástí průřezu, působí jako táhlo

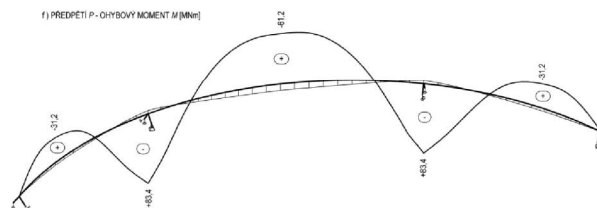


ÚČINKY PŘEDPĚTÍ NA ZAKŘIVENÉ KONSTRUKCE

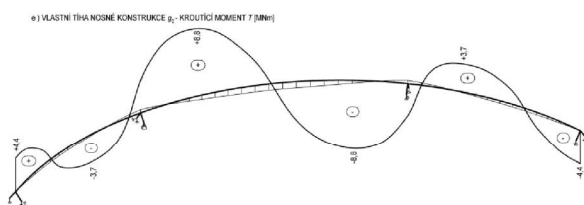
2 ložiska, g_0 , M_y



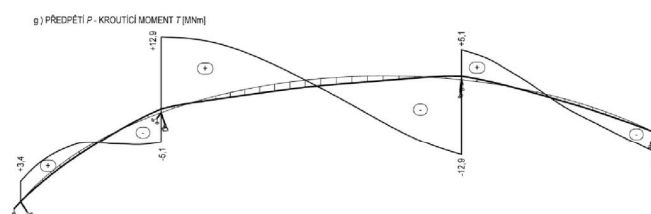
2 ložiska, P , M_y



2 ložiska, g_0 , M_x

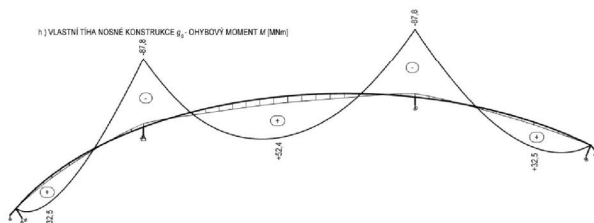


2 ložiska, P , M_x

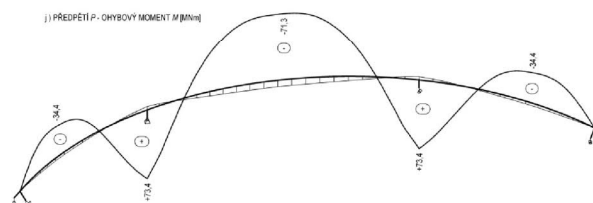


ÚČINKY PŘEDPĚTÍ NA ZAKŘIVENÉ KONSTRUKCE

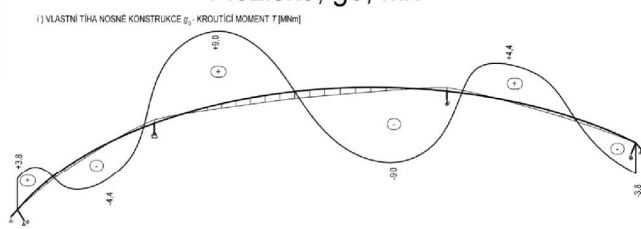
1 ložisko, g0, My



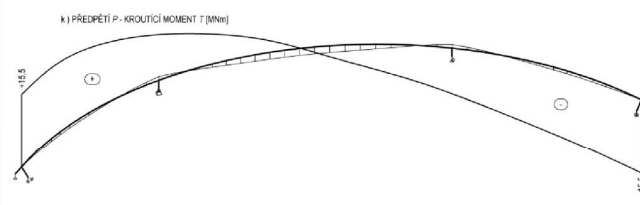
1 ložisko, P, My



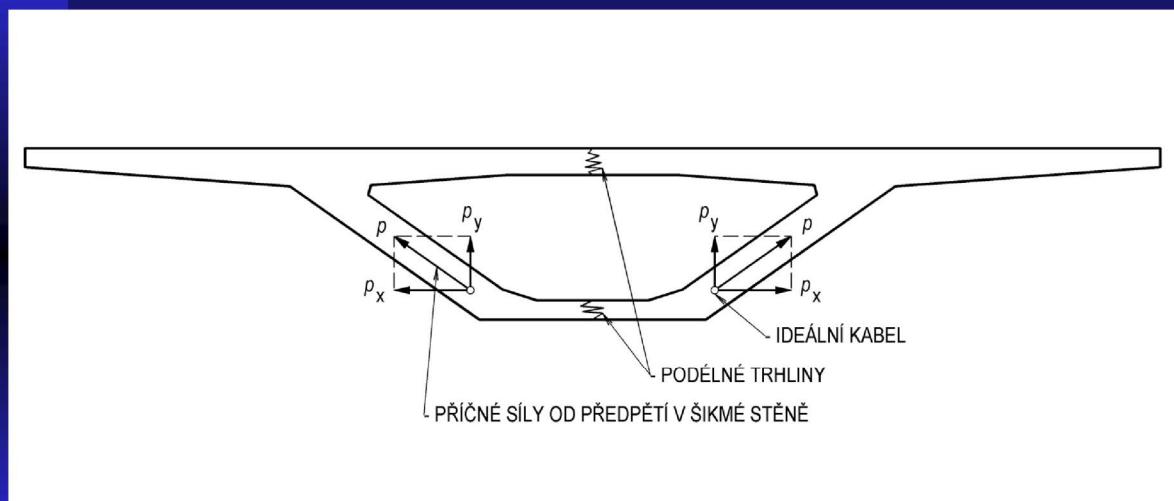
1 ložisko, g0, Mx



1 ložisko, P, Mx



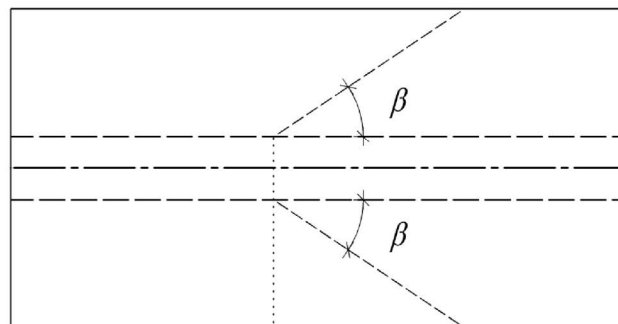
VELMI ŠIKMÉ STĚNY



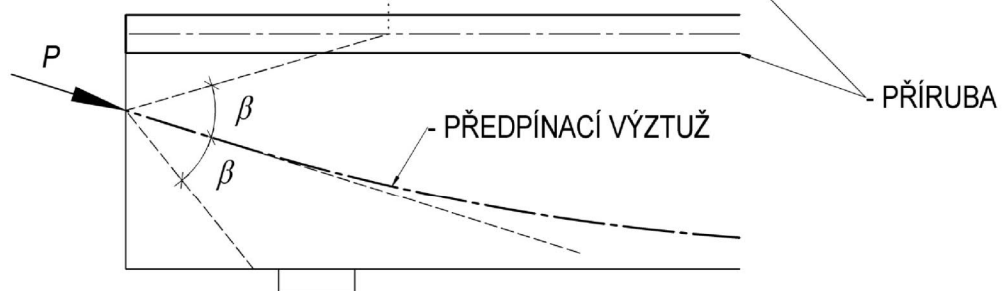
KOTEVNÍ OBLASTI

(soustředěný tlak pod kotvou, příčný tah pod kotvou, roztržení líce, roznášení sil do celého průřezu)

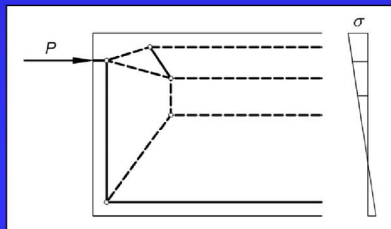
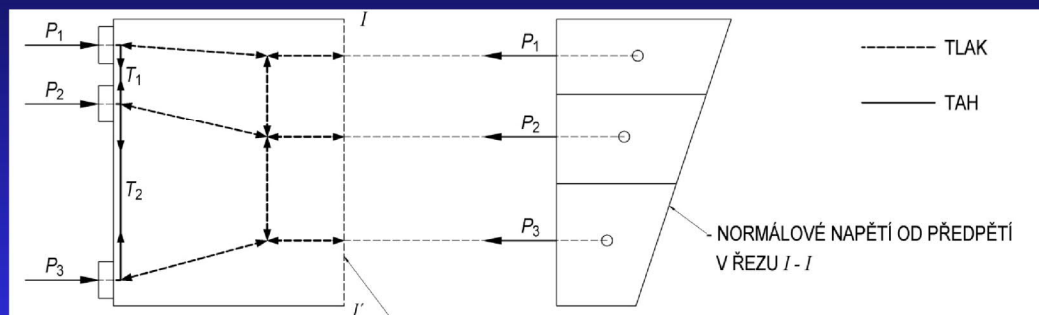
PŮDORYS:



BOKORYS:



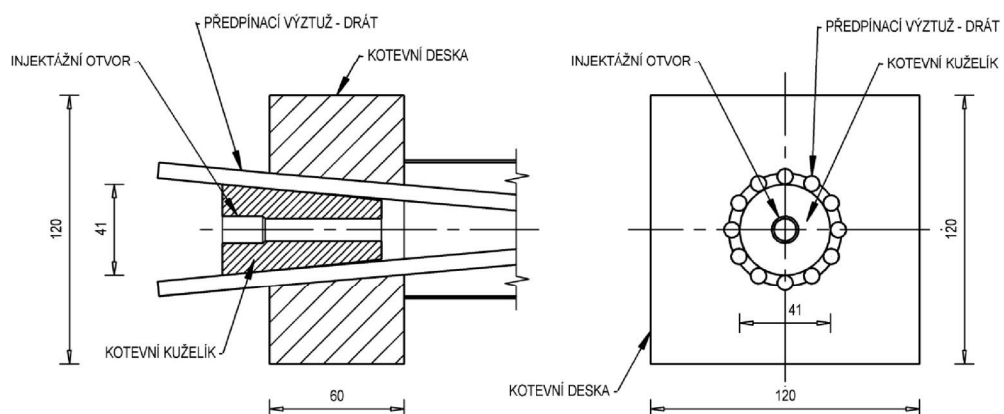
KOTEVNÍ OBLASTI



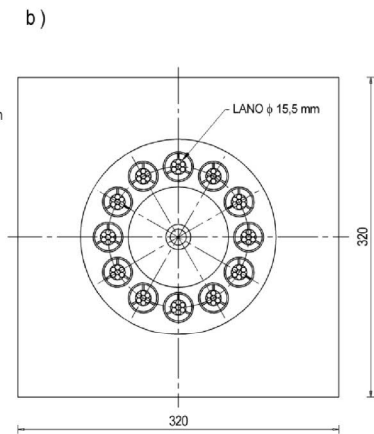
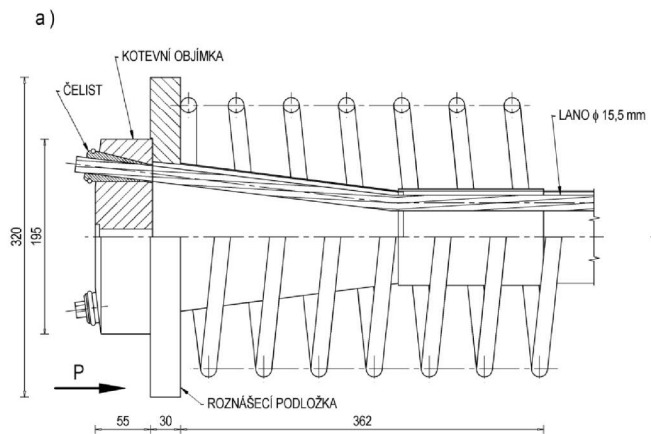
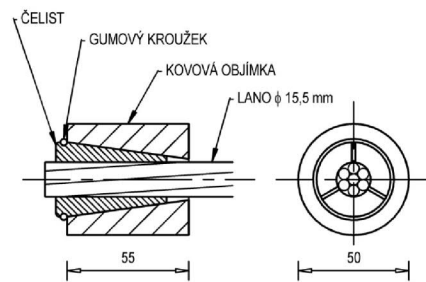
VNITŘNÍ PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ SE SOUDRŽNOSTÍ

- n Vedená v betonovém průřezu
- n Možnost využít maximální excentricitu výztuže
- n Relativně nízká cena
- n Nutná následná injektáž kanálků – časové nároky, koroze výztuže při nekvalitním provedení

KOTVA PRO KABEL Z DRÁTŮ



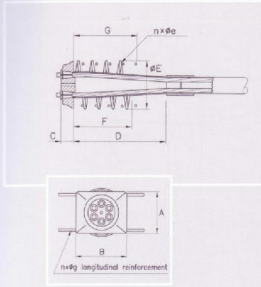
KOTVY PRO KABELY Z LAN



Desková kotva

Cibulová kotva

Plate Anchorage SD



technical data

type	ultimate load Ø 12.9 mm (180 kN per strand)	type	ultimate load Ø 15.7 mm (270 kN per strand)	A	B	C	D
0.5*	kN	0.6*	kN	mm	mm	mm	mm
5904	744	6903	837	125	140	41	300
5905	950	6904	1,116	135	160	41	300
5907	1,302	6905	1,395	150	180	40	350
5908	1,488	6906	1,614	160	200	44	350
5909	1,874	6907	1,953	170	215	44	400
-	-	6908	2,232	180	230	48	400
5912	2,232	6909	2,511	190	245	48	400

details of the anchorage zone

Ø 12.9/15.7 mm, ultimate load 180/265 kN											
type	type	distances of the anchorage		additional reinforcement							
		centre		helix							
		distances	distances	E	F	n	e	G	n	e	q
5904	6903	180/220	115/180	140	200	3	10	225	4	12	
5905	6904	200/260	120/200	150	200	3	10	289	5	12	
5907	6905	210/280	125/205	160	200	3	10	296	5	12	
5908	6906	230/330	135/235	175	250	4	10	296	5	12	
5909	6907	240/460	140/250	190	250	4	10	296	5	12	
-	6908	300/460	170/250	240	250	4	10	242	5	14	
5912	6909	320/460	180/260	260	250	4	12	242	5	14	

Ø 15.7 mm, ultimate load 270 kN											
type	type	distances of the anchorage		additional reinforcement							
		centre		helix							
		distances	distances	E	F	n	e	G	n	e	q
6903	200/320	120/180	140	250	4	10	225	4	12		
6904	215/360	130/200	150	250	4	10	289	5	12		
6905	230/390	135/205	160	250	4	10	296	5	12		
6906	245/430	145/235	175	250	4	12	246	5	14		
6907	260/460	150/250	190	250	4	12	246	5	14		
6908	320/460	180/250	240	200	5	14	242	5	16		
6909	340/480	190/280	260	300	5	14	242	5	16		

The values for the anchorage are based on FIP code for concrete strength after 28 days of 35 N/mm² (equal to 25 N/mm² equivalent).

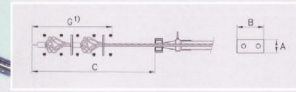
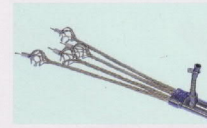
Possible to apply to other code systems or concrete strengths (e.g. ASTM, BS, DIN and concrete strengths of 25 N/mm², 40 N/mm²).

Max. prestressing load 75 % of ultimate load (SUTS) short term oversteering to 80 % is permissible.

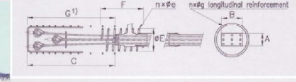
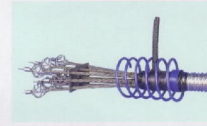
15

Bond Head Anchorage ZF/ZR

ZF



ZR



technical data

type	ultimate load Ø 12.9 mm (180 kN per strand)	type	ultimate load Ø 15.7 mm (270 kN per strand)	A	B	C
0.5*	kN	0.6*	kN	mm	mm	mm
5901	180	6901	270	140	140	1000
5903	565	6903	637	130	240	1000
5904	744	6904	1,116	150	300	1000
5905	950	6905	1,395	280	280	1000
5907	1,302	6907	1,953	250	280	1000
5909	1,674	6909	2,511	280	300	1000
5912	2,232	6912	3,348	330	300	1000
5915	2,730	6915	4,185	380	300	1000
5920	3,720	6919	5,301	480	300	1000

• = long position .01 .03 .04
• = short type ZF .01 .03 .04

position	.05	.07	.09	.12	.15	.19
type ZR	01	02	03	04	05	06

details of the anchorage zone

Ø 12.9/15.7 mm, ultimate load 180/265 kN											
type	type	distances of the anchorage		additional reinforcement							
		centre		helix							
		distances	distances	E	F	n	e	G	n	e	q
5901	6901	170/170	105/105	-	-	-	-	-	-	-	-
5903	6903	220/400	110/200	-	-	-	-	-	-	-	-
5904	6904	240/480	120/240	-	-	-	-	-	-	-	-
5905	6905	280/280	160/160	200	300	5	10				
5907	6907	280/330	160/185	200	300	5	10				
5909	6909	380/280	210/180	200	300	5	10				
5912	6912	380/330	210/185	200	300	5	12				
5915	6915	380/380	210/210	200	300	5	14				
5920	6919	380/480	210/260	200	350	8	14				

additional surface reinforcement in area G required

The values for the anchorage are based on FIP code for concrete strength after 28 days of 45 N/mm² (equal to 35 N/mm² equivalent).

Possible to apply to other code systems or concrete strengths (e.g. ASTM, BS, DIN and concrete strengths of 25 N/mm², 40 N/mm²).

additional surface reinforcement in area G required

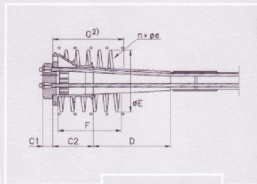
Max. prestressing load 75 % of ultimate load (SUTS) short term oversteering to 80 % is permissible.

16

Stupňovitá kotva

Spojka

Multiplane Anchorage MA



technical data

type	ultimate load $\phi 12.9$ mm (9840 N per strand)	type	ultimate load $\phi 15.7$ mm (27940 N per strand)	A	B	C1	C2	D
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
8907	1.362	8905	1.395	117	150	36	80	190
8909	1.674	8907	1.683	130	170	40	110	200
8912	2.223	8909	2.511	140	180	43	125	200
8915	2.790	8912	3.348	160	220	44	190	350
8918	3.324	8915	4.165	180	230	51	200	400
8921	5.023	8918	5.301	200	280	55	220	480
8932	5.952	8922	6.138	220	300	66	220	550
8937	6.862	8927	7.233	240	315	70	240	600
8950	10.290	8937	10.323	270	390	90	350	680
-	-	8961	17.019	340	490	143	405	900

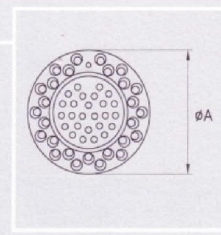
Ø 7.7 mm, ultimate load 279 kN						
type	distances of the anchors		additional reinforcement helix			
	centre distances	edge distances	E	F	n	e
8905	240	140	210	240	5	14
8907	280	160	250	335	6	14
8909	340	190	310	365	6	16
8912	380	210	350	350	7	16
8915	420	230	390	440	8	16
8918	480	260	450	380	6	20
8922	520	280	490	430	7	20
8927	580	310	550	480	8	20
8937	680	360	650	510	10	20
8961*	880	460	850	855	10	25

rectangular shape * additional surface reinforcement in area G required

Max. prestressing load 75 %
of ultimate load (SUTB)
(short term corresponding to
80 % is permissible)

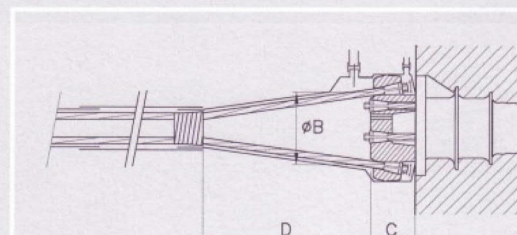
8907 Bonded PT Systems

Coupler R

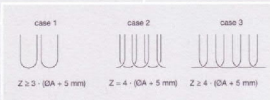
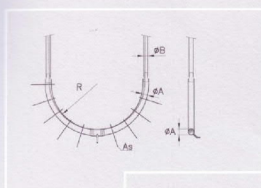


technical data

type	ultimate load $\phi 12.9$ mm (9840 N per strand)	A	B	C	D
mm	mm	mm	mm	mm	mm
8907	1.362	220	140	105	300
8912	2.511	240	150	105	350
8915	3.348	240	165	105	450
8918	4.165	260	190	110	450
8927	5.301	320	250	120	580
8932	6.138	340	300	125	620
8937	7.233	380	300	135	650

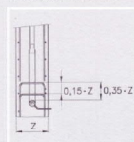


Vlášenková kotva



Caution: radius depends on duct (corrugated or smooth metal duct). Ducts need to be pre-bent. Tendons need to be stressed simultaneously on both ends.

additional reinforcement



technical data

type	ultimate load Ø 12.9 mm (186 kN per strand)	type	ultimate load Ø 15.7 mm (279 kN per strand)	A	B
0.5"	kN	0.6"	kN	mm	mm
5902	372	6903	837	50	40
5903	508	6904	1,116	55	45
5904	744	6905	1,395	60	50
5905	930	6906	1,674	65	55
5906	1,116	6907	1,953	70	60
5907	1,302	6909	2,511	85	75
5909	1,674	6912	3,348	95	80
5912	2,252	6915	4,165	110	90
5915	2,750	6919	5,301	120	95

details of the anchorage zone

Ø 12.9/15.7 mm, ultimate load 186/265 kN			
type	type	R	As
0.5"	0.6"	mm	cm²
5902	6903	600	5.9
5903	6904	800	11.9
5904	6905	800	14.8
5905	6906	800	17.8
5906	6907	800	22.7
5907	6909	1,000	24.9
5909	6912	1,000	33.2
6912	6915	1,500	41.4
5915	6919	1,500	54.1

Ø 15.7 mm, ultimate load 279 kN		
type	R	As
0.6"	mm	cm²
6903	1,000	8.3
6904	1,000	11.1
6905	1,000	13.8
6906	1,000	16.6
6907	1,000	19.3
6909	1,250	24.9
6912	1,250	33.2
6915	1,750	41.4
6919	2,000	54.1

The values for the anchorage are based on FIP code for concrete strength after 28 days of 25 N/mm² (cube) or 21 N/mm² (cylinder).

Possible to apply to other code systems or concrete strengths, (e.g. ASTM, BS, DIN and concrete strengths of 35 N/mm², 45 N/mm²).

Max. prestressing load 75 % of ultimate load (SUTS) (short term overstressing to 80 % is permissible).

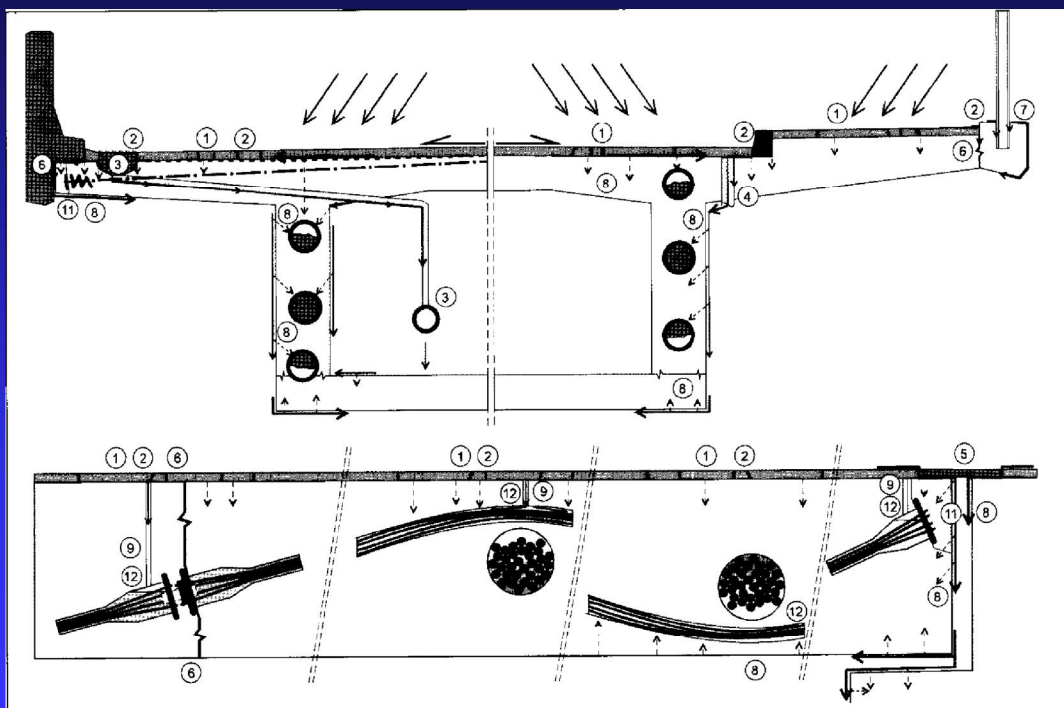
Kabel, kotvy, spojka



Vnesení předpětí do konstrukce



Uspořádání předpínacího systému, problematické oblasti



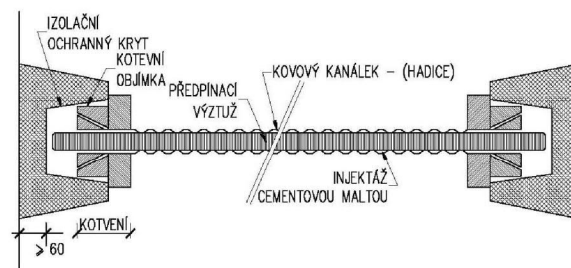
Zkouška injektovatelnosti kabelového kanálku



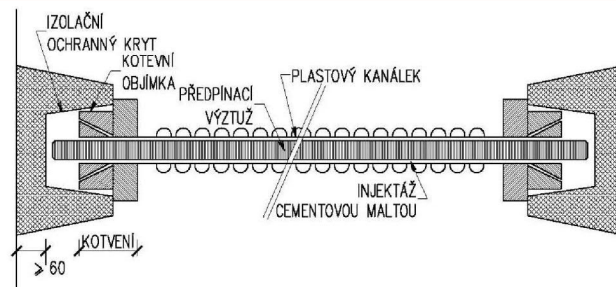
n typická část předpínacího kabelu (nad pilířem), včetně spojky

“Proinjektování“ kabelového kanálku

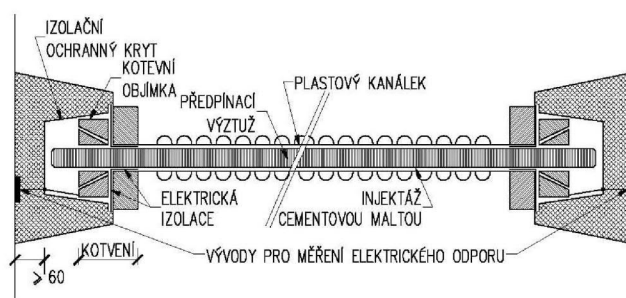




PL1



PL2



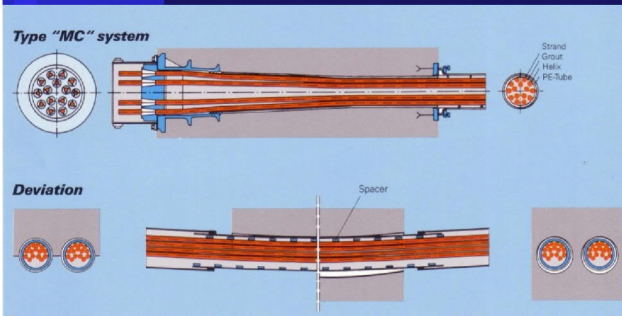
PL3

VNĚJŠÍ PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ

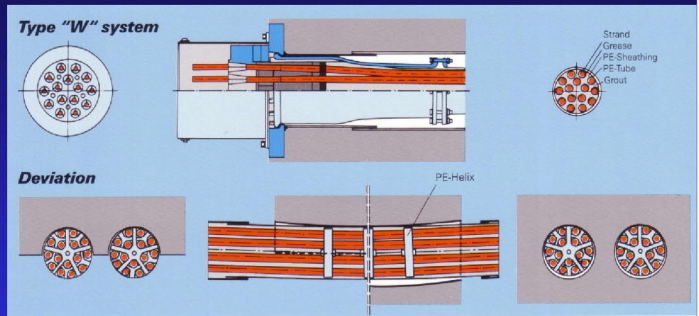
- n V mostním stavitelství – obvykle vedená mimo betonový průřez
- n Obvykle komorový průřez, méně často trémový
- n Použití:
 - Novostavby – trvalá výztuž
 - Novostavby – dočasná výztuž (doplnění předpětí na centrické během výsunu)
 - Rekonstrukce (zesilování)
- n Poměr mezi zatížením přenášeném kabely se soudržností a kabely bez soudržnosti

KONSTRUKCE KABELŮ

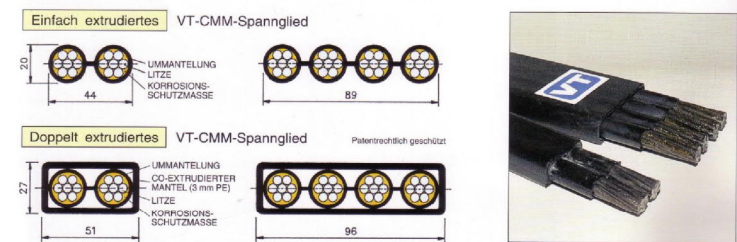
DSI



DSI (Monostrand)



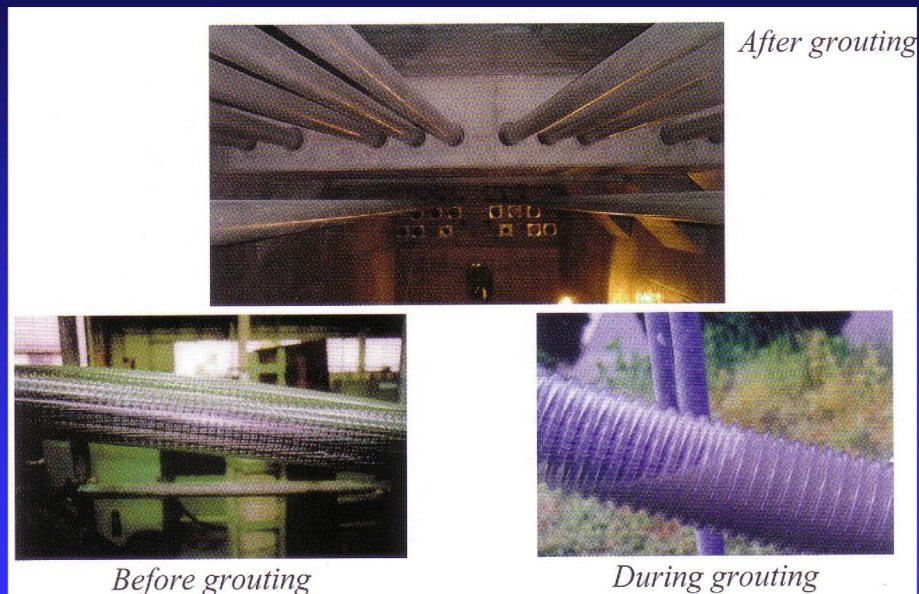
VT-JHP



- n Různé počty lan
- n Měření a rektifikace síly
- n Vyměnitelnost lana / kabelu

KONSTRUKCE KABELŮ

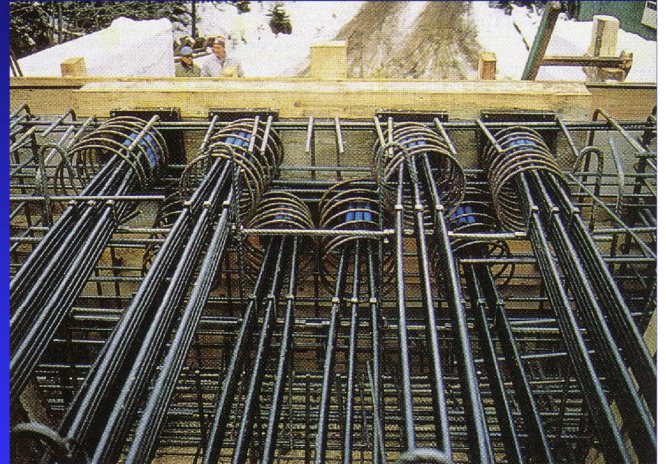
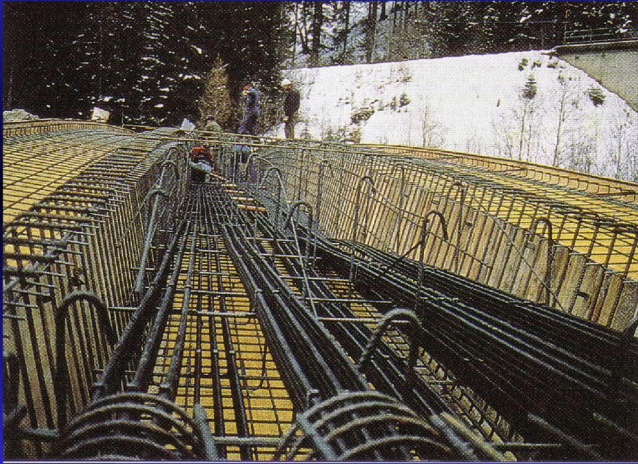
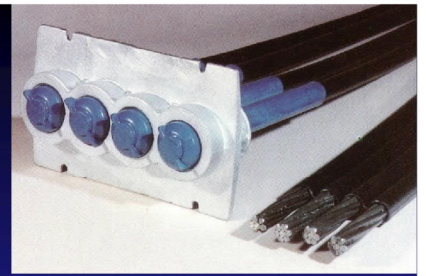
System pro Japan Highway Public Corporation



- n Průhledné kanálky
- n Možnost vizuální kontroly injektáže

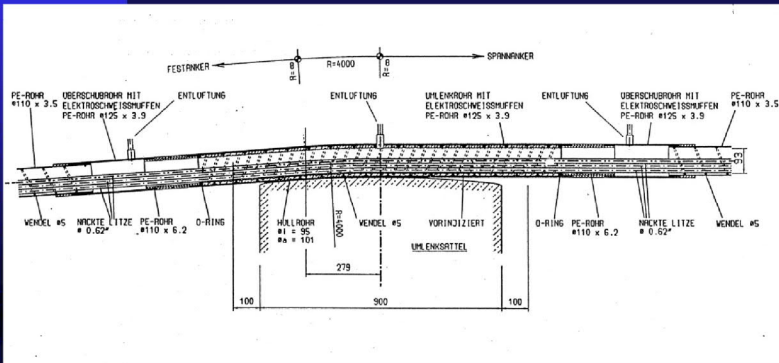
KONSTRUKCE KABELŮ

Monostrandy

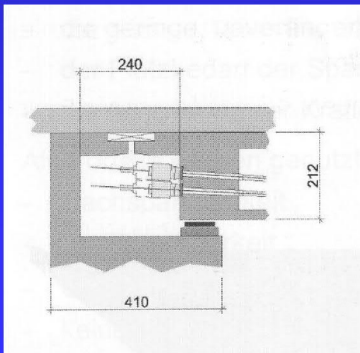


- n Obvykle malé předpínací jednotky – především pro pozemní stavby
- n Příklad použití pro mosty – provádění v zimě (Rakousko)

KONSTRUKCE MOSTŮ S VOLNÝMI KABELY



- n V deviátoru menší
poloměr zakřivení než
v kabelu (“lámání“
přes hranu)



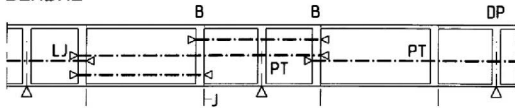
- n** Volný prostor pro kontrolu a napínání (dopínání) volných kabelů

NOVOSTAVBY – TRVALÁ VÝZTUŽ

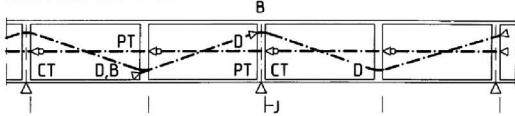
Berbke Viaduct

Strothetal Viaduct

BERBKE

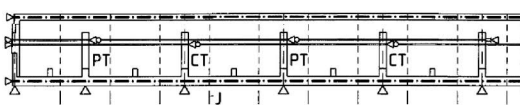


WINTROPER TAL

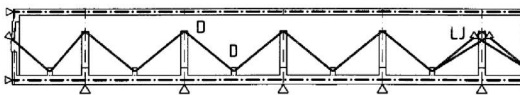


STROTHETAL

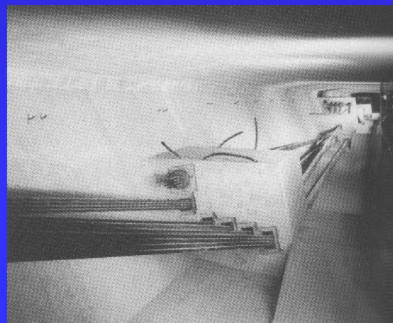
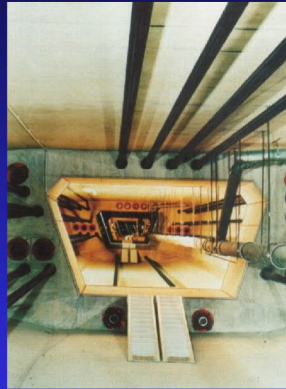
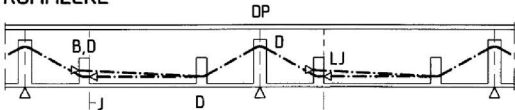
DURING INCREMENTAL LAUNCHING



FINAL STATE



RÜMMECKE



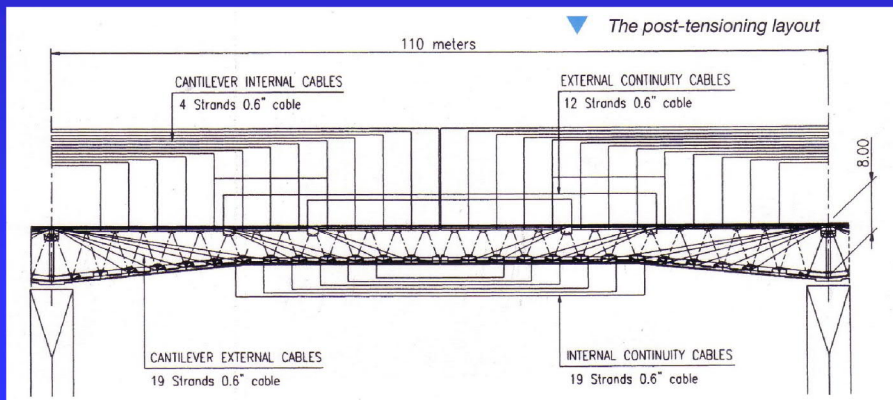
Ruemmecke Viaduct

Bruchsaler Viaduct

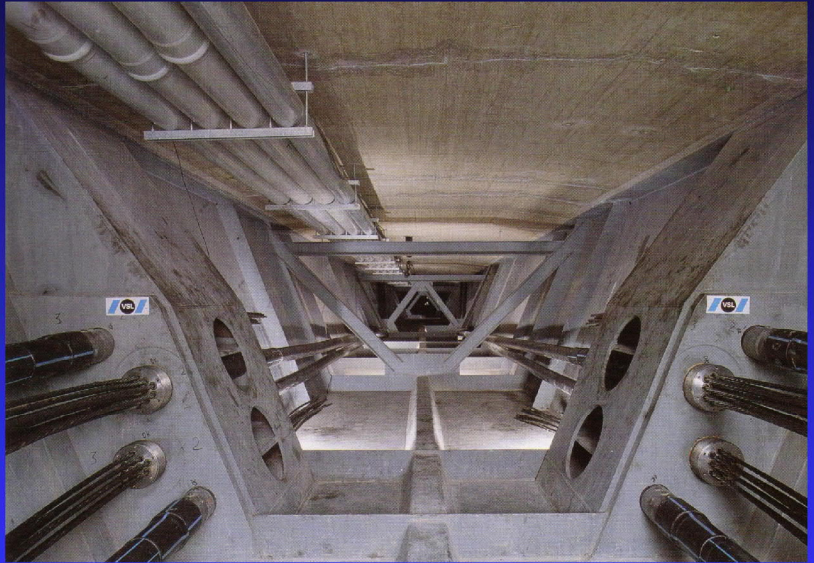


Kotvení proti vibracím

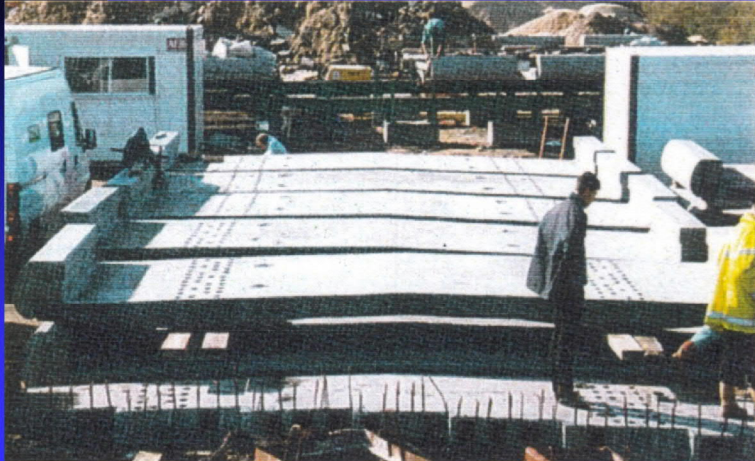
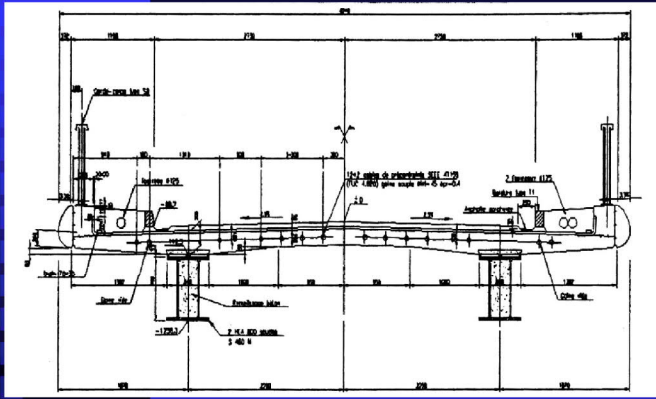
Boulonnais Viaducts



Most Bois de Rosset, Švýcarsko



Dálniční nadjezd – Francie

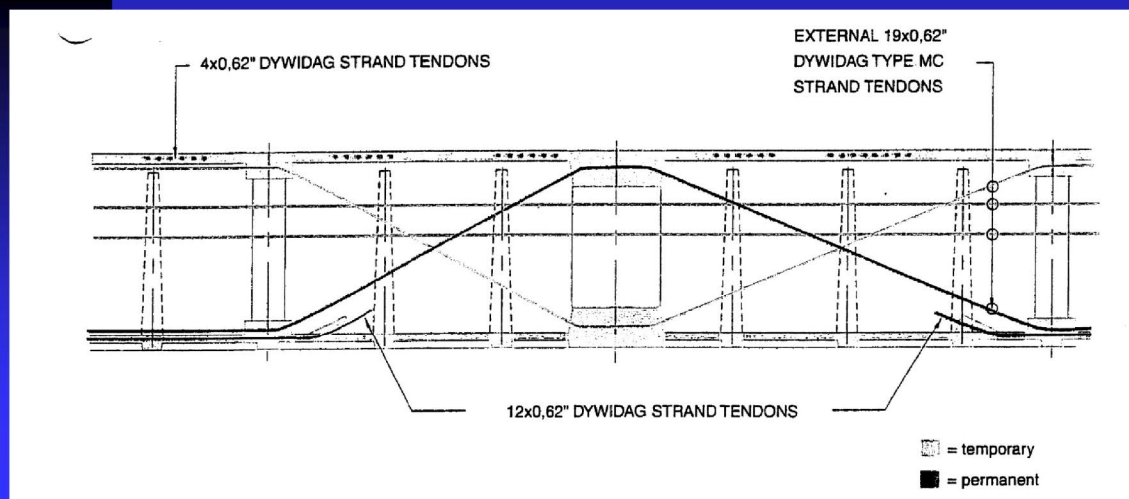
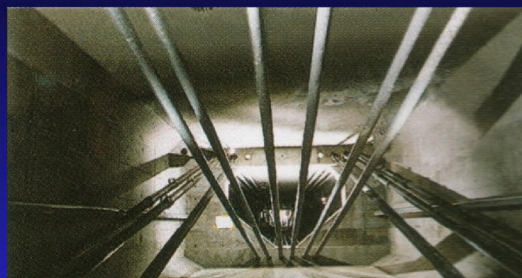


Yonne Bridge (F) - dvoutrám



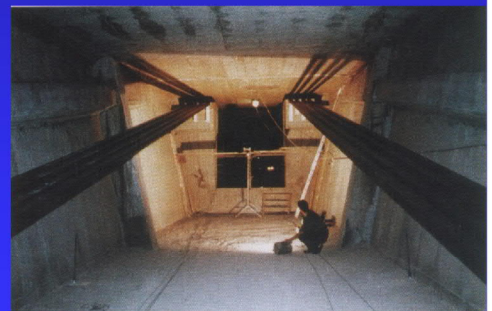
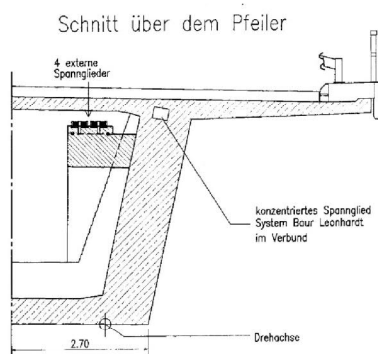
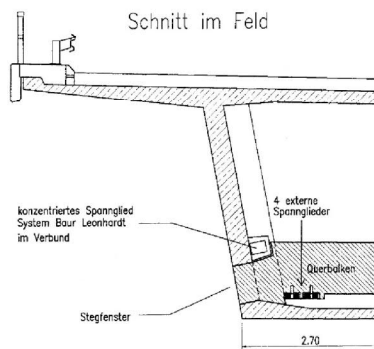
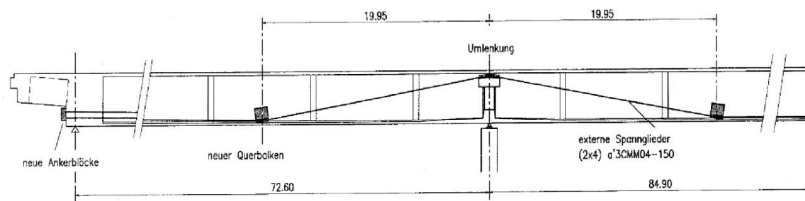
NOVOSTAVBY – DOČASNÁ VÝZTUŽ

Scardon Viaduct (F) n Dočasné centrické predpätí pri výsunu



REKONSTRUKCE (ZESILOVÁNÍ) Ager Bridge (Rakousko)

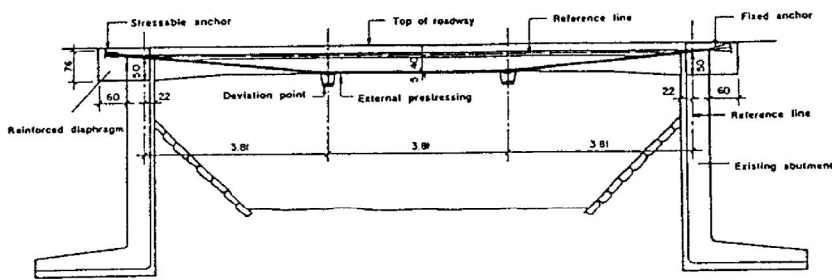
V poli



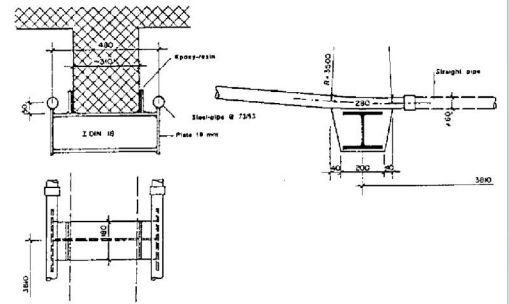
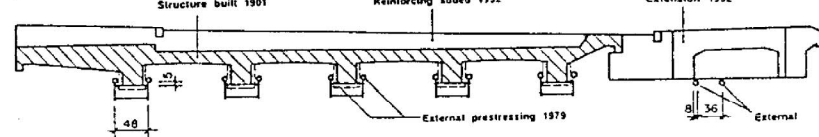
Nad pilířem

Zesílení mostu u Rheinecku (Švýcarsko)

Longitudinal section



Cross section

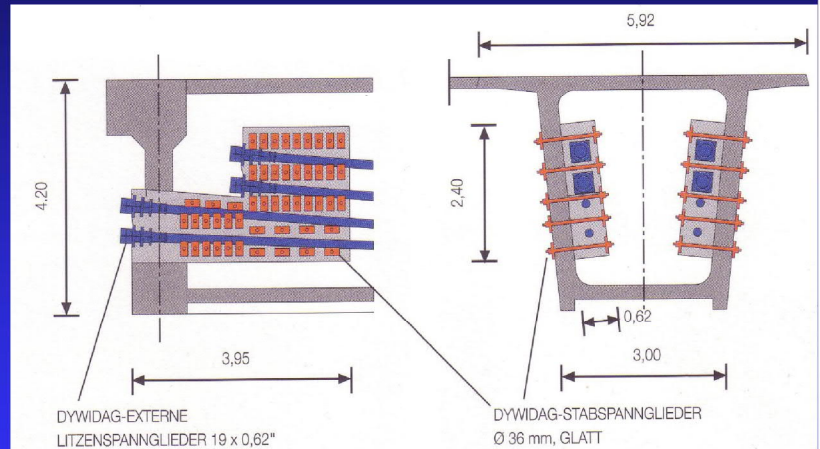


- n Železobetonová trámová konstrukce z roku 1901,
- n Rozšíření a zesílení nadbetonovanou deskou v roce 1952,
- n Zesílení volnými kabely 1979

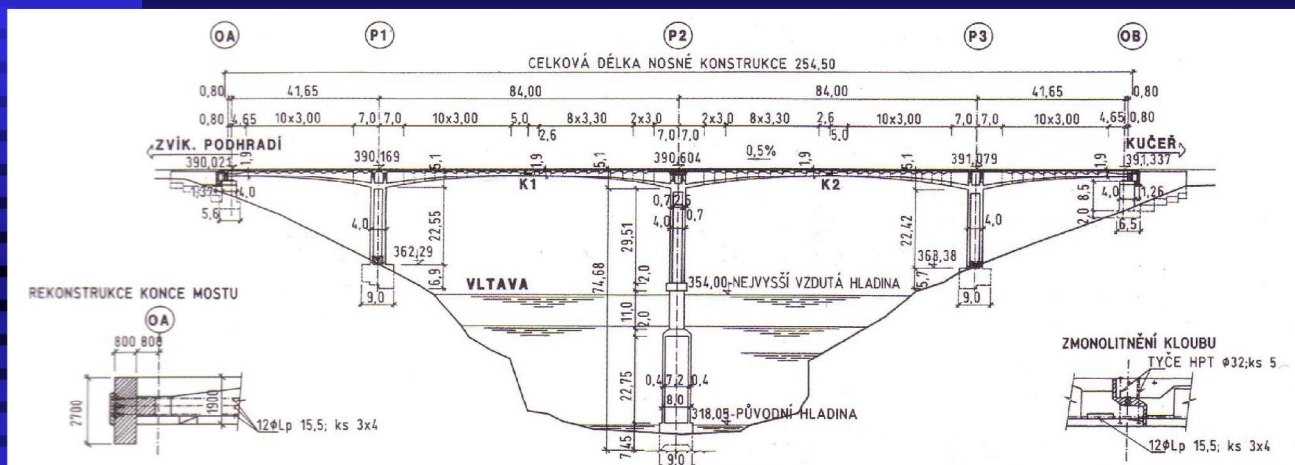
Adige River Bridge (Rakousko)



Sedlický potok (ČR)



Zvíkovské mosty (ČR)



- n Letmo betonované, téměř totožné konstrukce přes Vltavu a přes Otavu z 60. let,
- n 1994 rekonstrukce a zesílení mostu přes Otavu,
- n 1996 mostu přes Vltavu

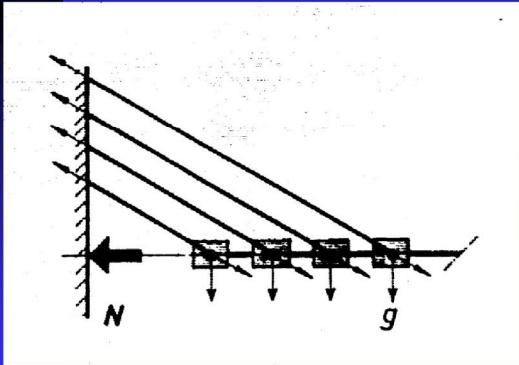


Most přes Labe v Děčíně (ČR)

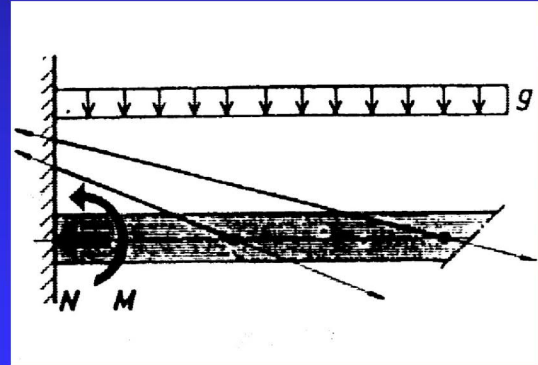


“EXTRADOSED KONSTRUKCE”

- n Rozdíl od zavěšených konstrukcí – nejedná se o závěsy (podpory), ale vnější předpínací výztuž vyvedenou mimo obrys průřezu (větší účinnost)
- n Výška pylonů: zavěšené mosty cca $0,25L$, “extradosed” mosty cca $0,10L$



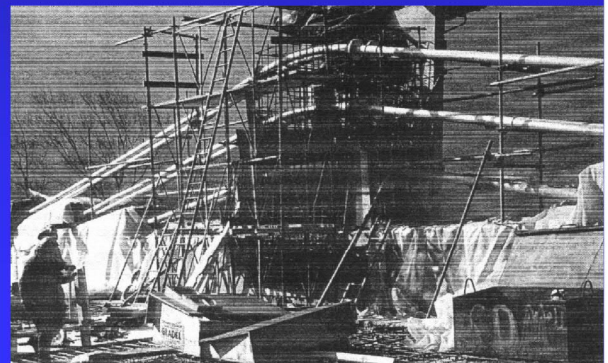
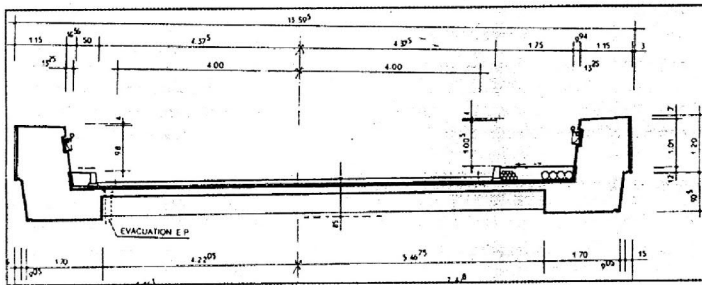
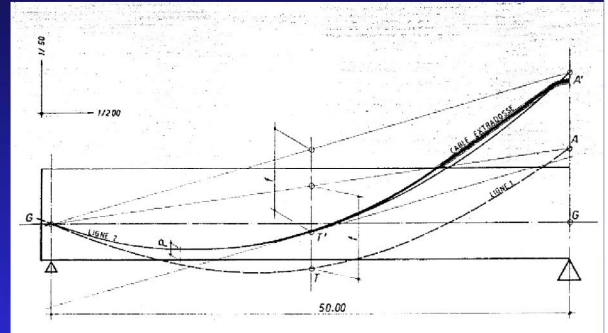
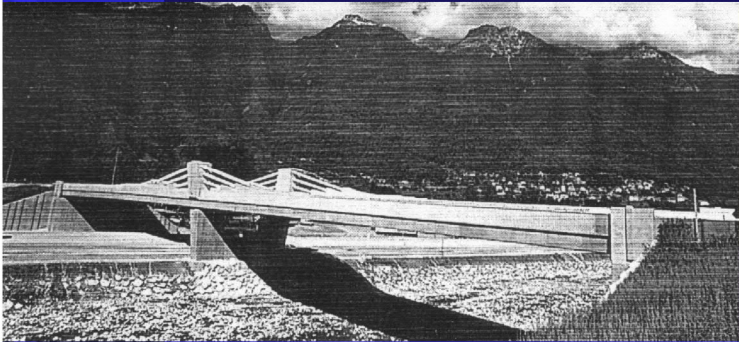
Zavěšená konstrukce



“Extradosed” konstrukce

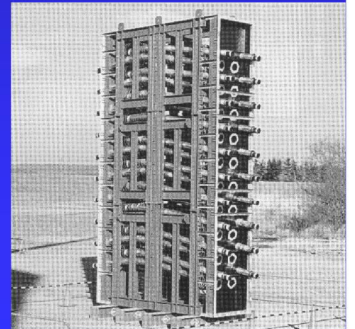
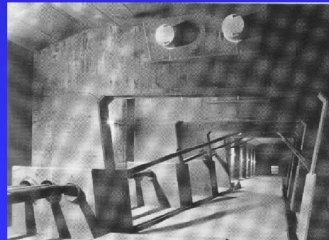
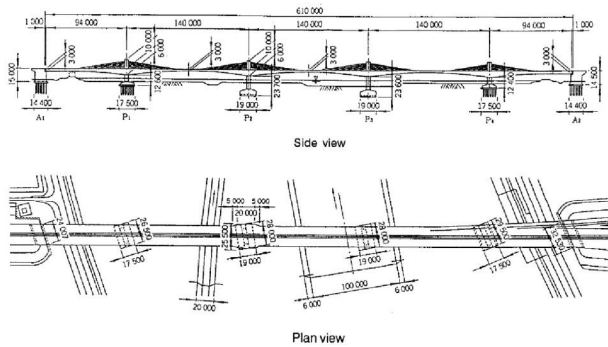
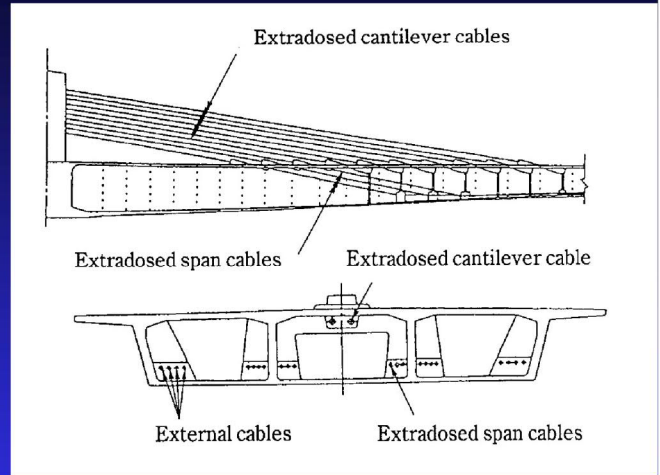
Pont de Saint-Rémy, Francie, 1996

- n Dvoutrámová konstrukce s dolní mostovkou,
- n Rozpětí 52,50 + 48,50 m



Shikari – Ohashi Bridge, Japonsko

n Komorová nosná konstrukce o pěti polích, maximální rozpětí 140,0 m



Hozu Bridge, Japonsko



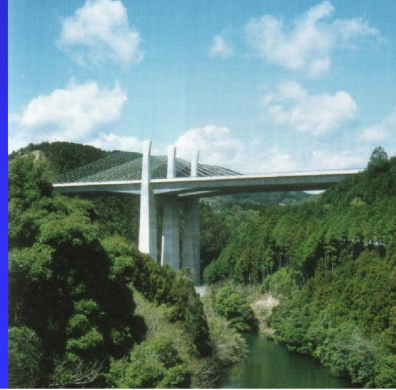
Kiso and Ibi River Bridge, Japonsko



Second Mandaue-Mactan Bridge, Japonsko



Myiakodagawa Bridge, Japonsko



Deba River Bridge, San Sebastian, Španělsko 2003

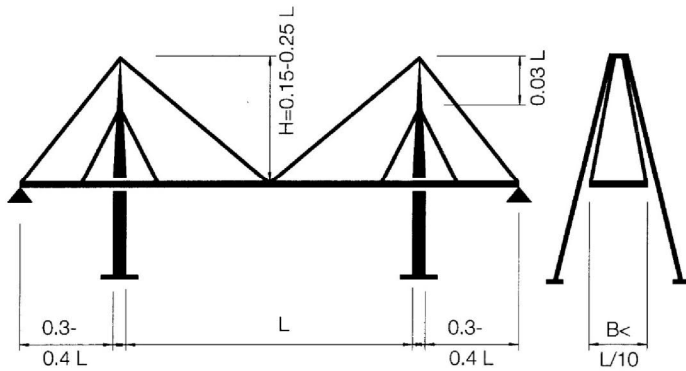


Libice nad Cidlinou (2012)



ZAVĚŠENÉ KONSTRUKCE

- n Tuhý nosný trojúhelníkový systém pylon – mostovka – závěsy
- n Závěsy – podpory mostovky, normálová síla v mostovce



n Pont de Normandie

Ekonomické proporce zavěšených mostů

Děkuji za pozornost ...