

Betonové mosty 1

Přednáška 5

Spodní stavba a uložení mostů

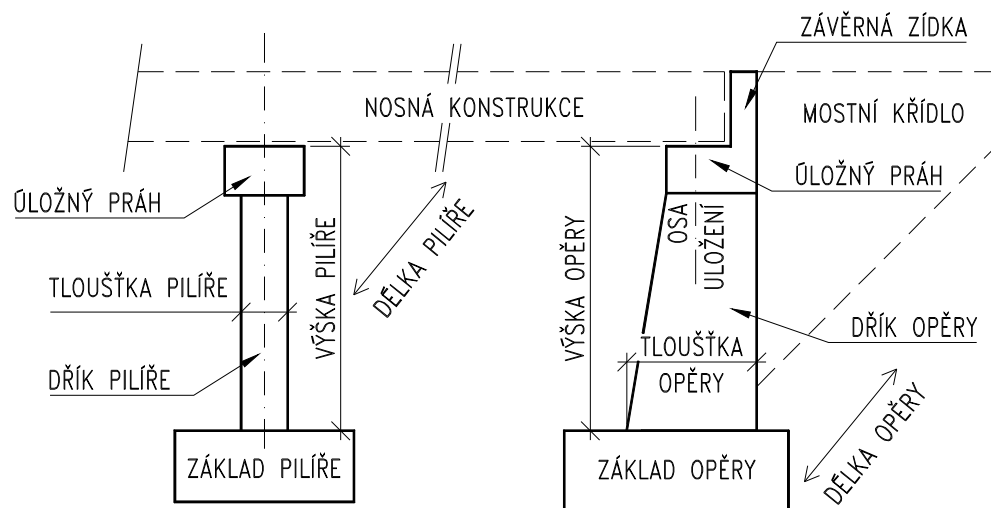


M. Drahorád

Spodní stavba podporuje nosnou konstrukci.

je tvořena následujícími částmi:

- založení (základy),
- podpěry,
- kotevní bloky (u visutých mostů).



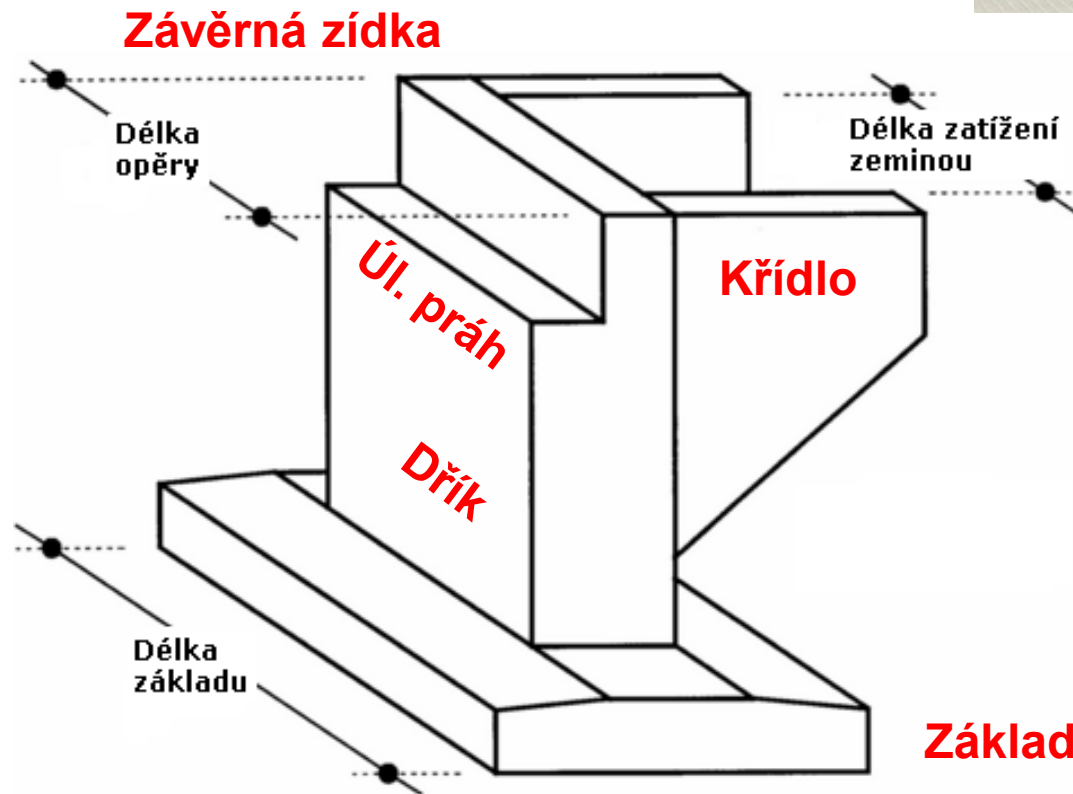
Opěry

Krajní podpěry mostu, v kontaktu ze zemínou / násypem za mostem



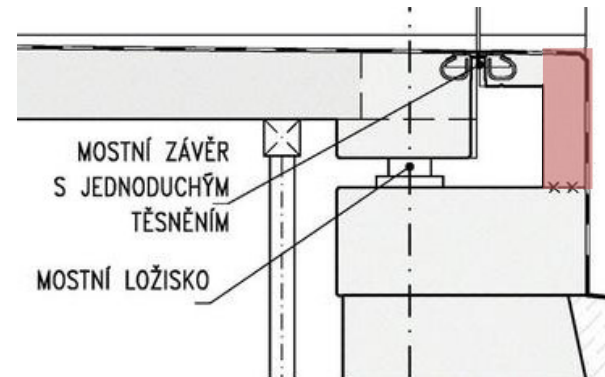
Části opěry

- Základ
- Dřík
- Úložný práh
- Křídla
- Závěrná zídka



Závěrná zídka

- Drží zásyp za opěrou
- Slouží ke kotvení mostního závěru
- Přenáší zatížení od brzdných sil

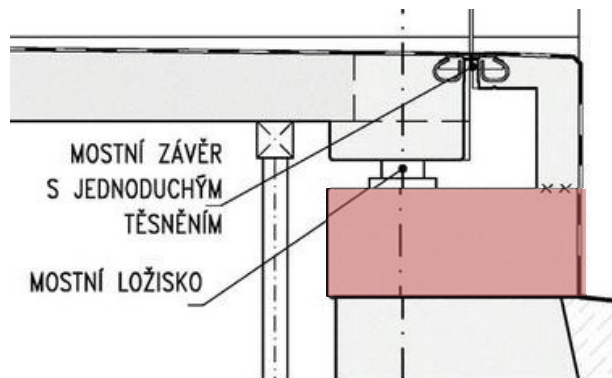


**Závěrná
zídka**

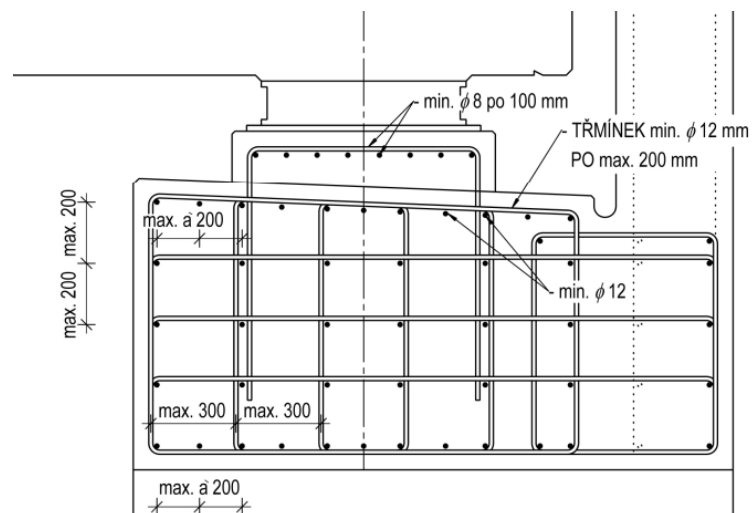


Úložný práh

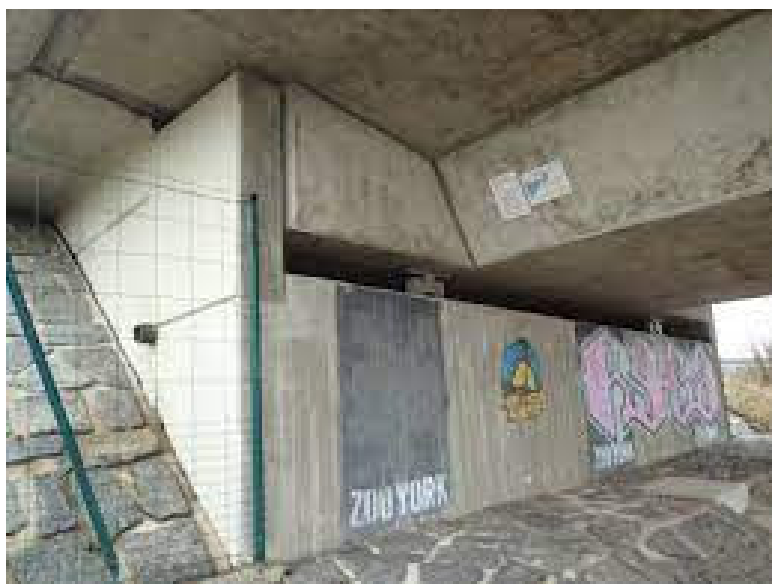
- Horní část dříku opěry
- Uložení mostu



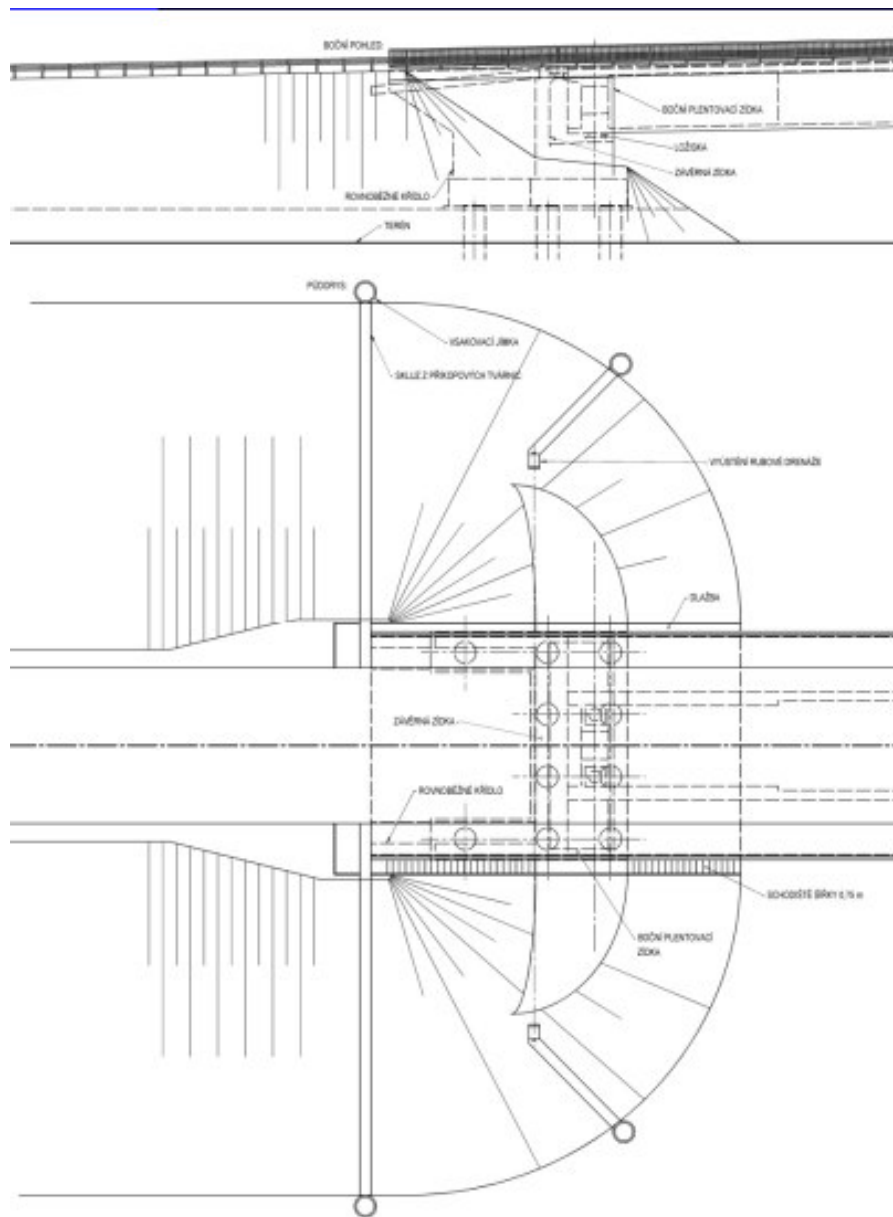
Úložný
práh



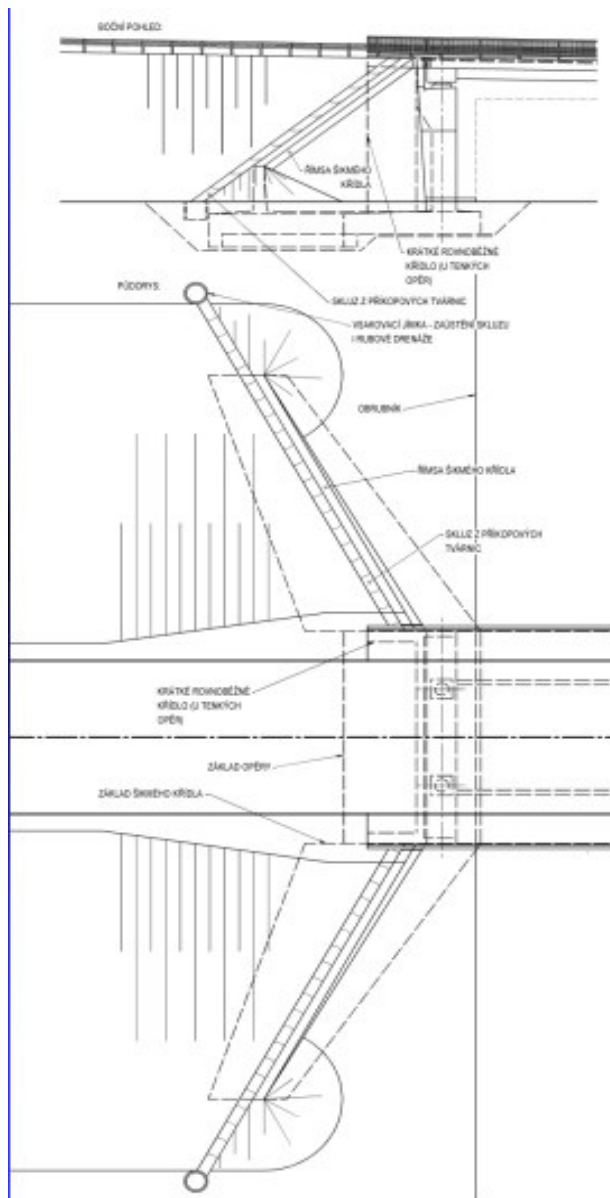
Plentovací zídka



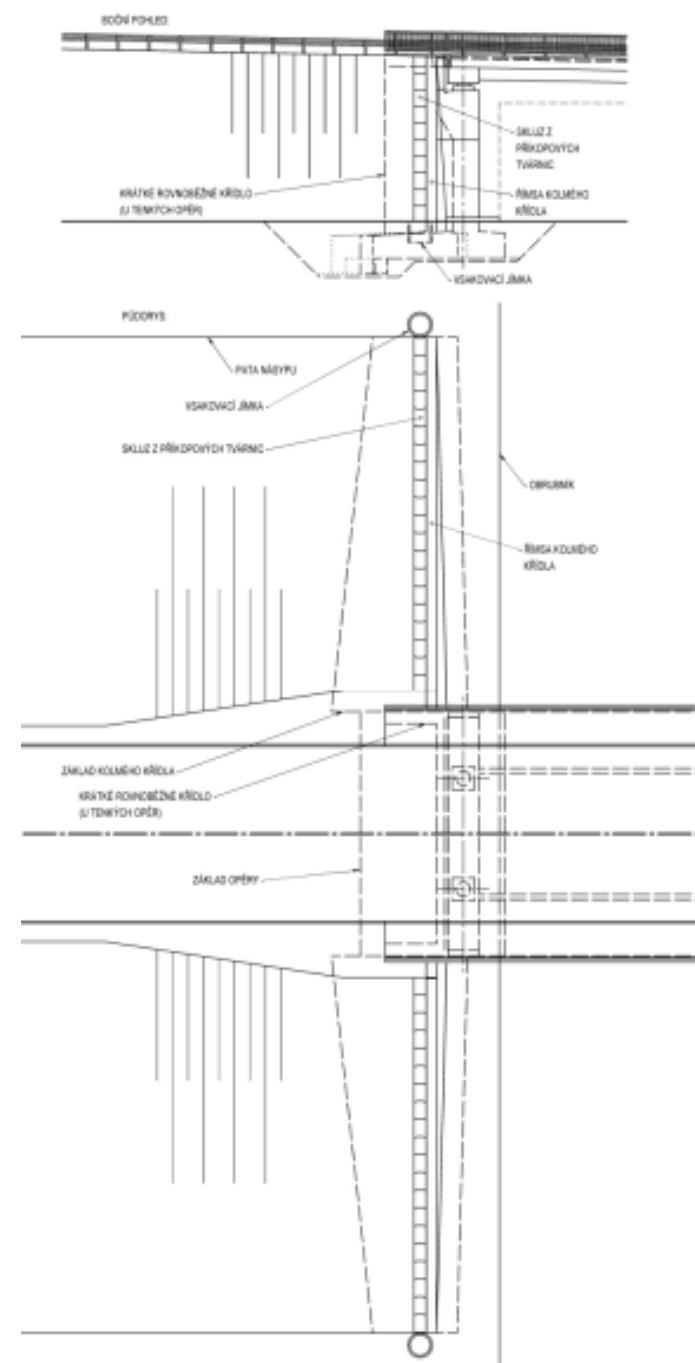
Opěra s rovnoběžnými křídly



Opěra s šikmými křídly



Opěra s kolmými křídly



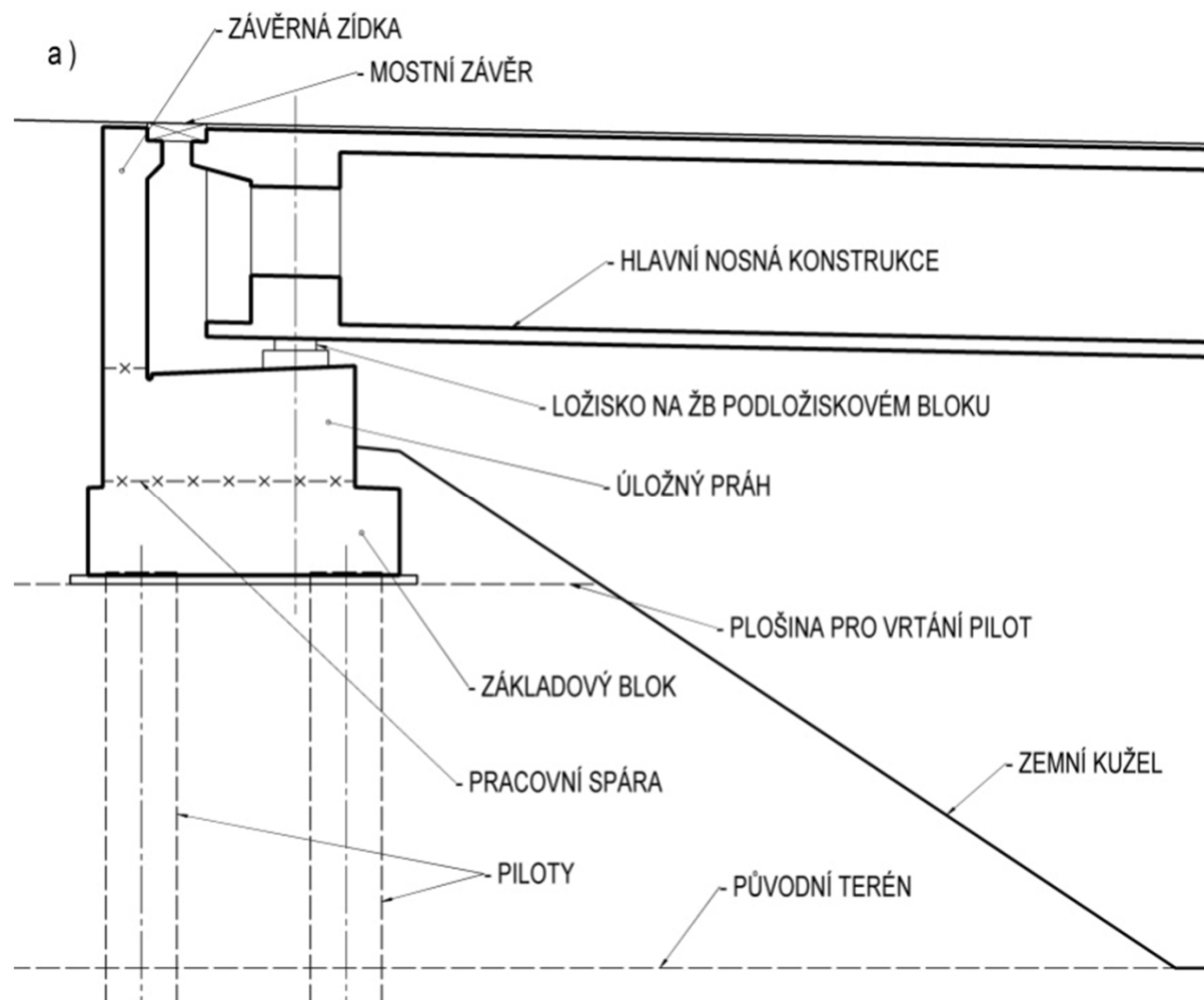
Typy opěr

- Kamenné opěry



Typy opěr

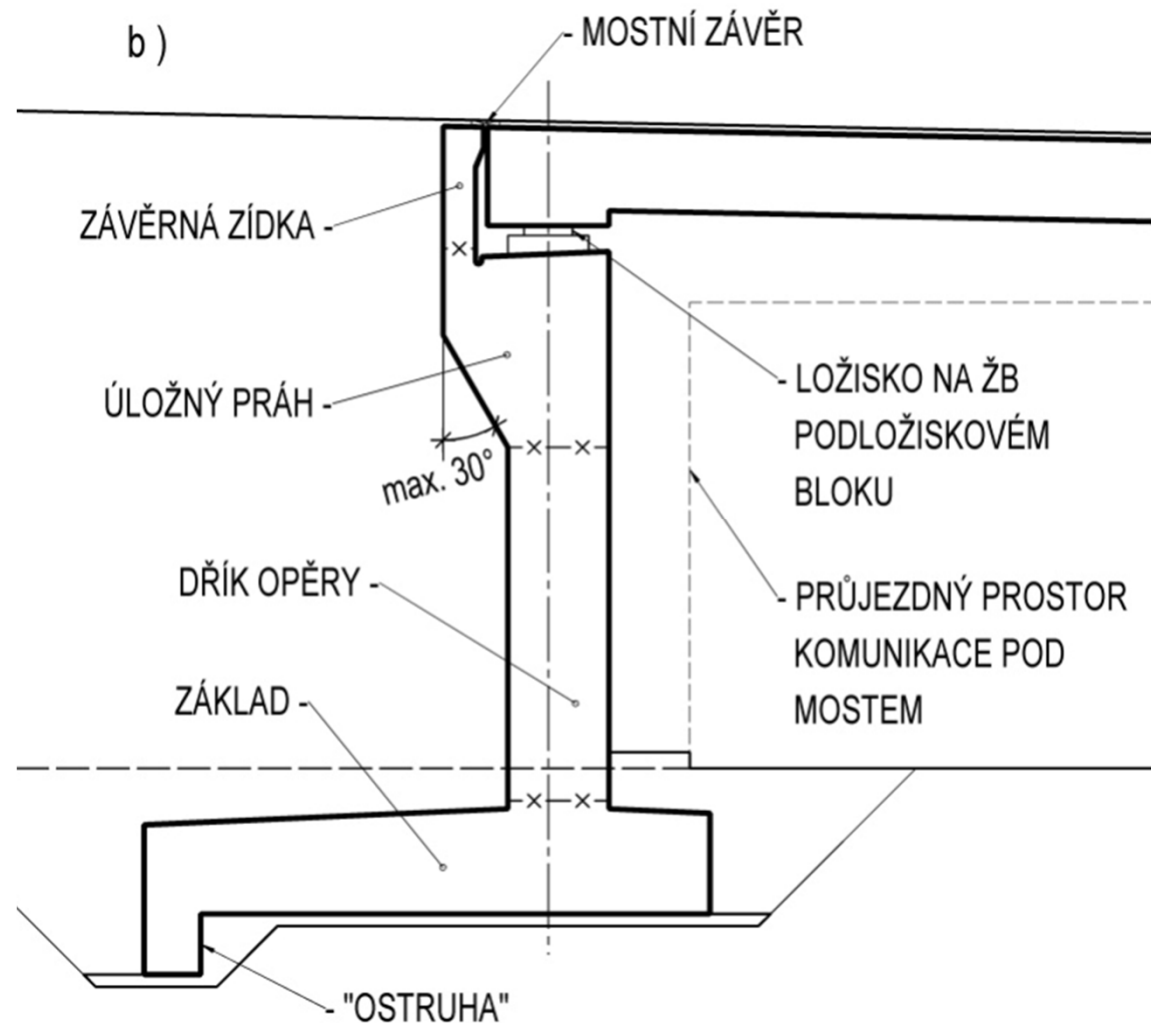
- Nízká opěra na násypu





Typy opěr

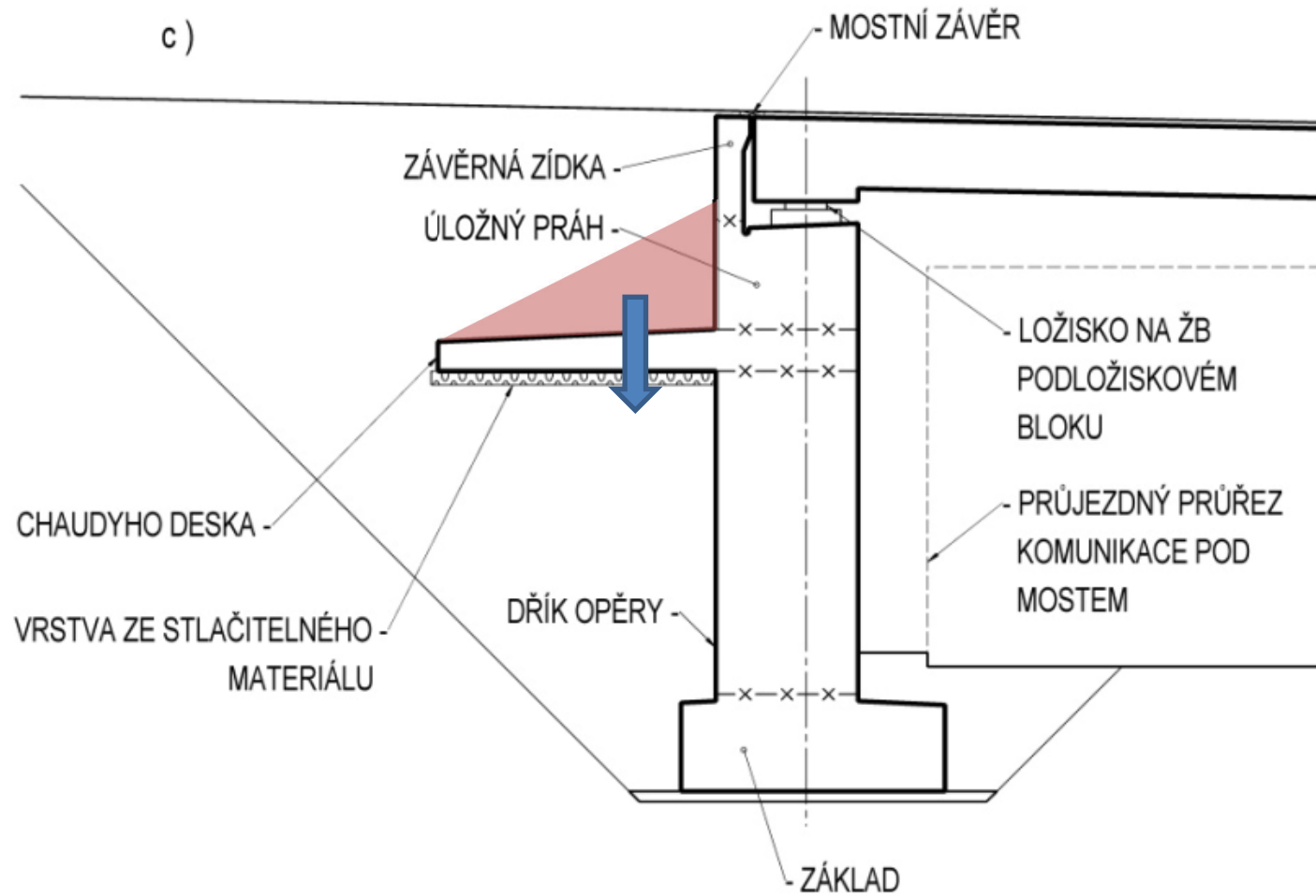
- Vysoká opěra s plošným základem





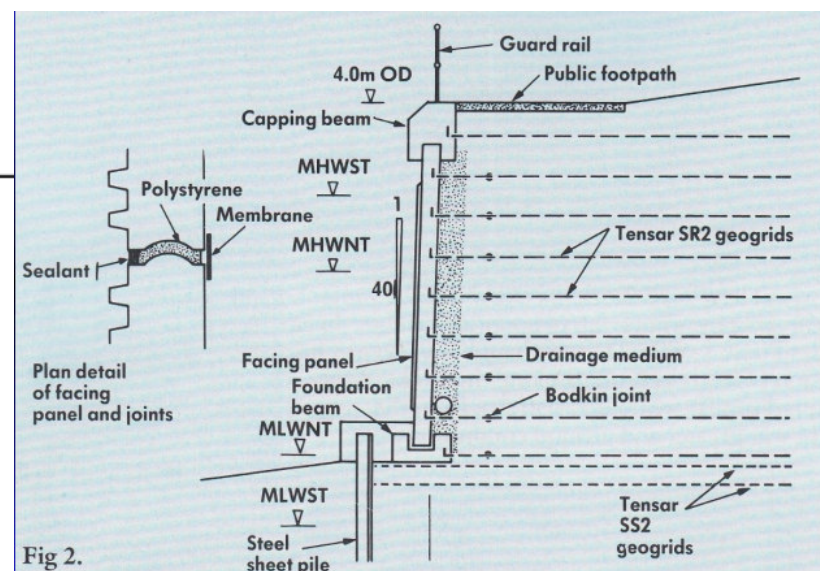
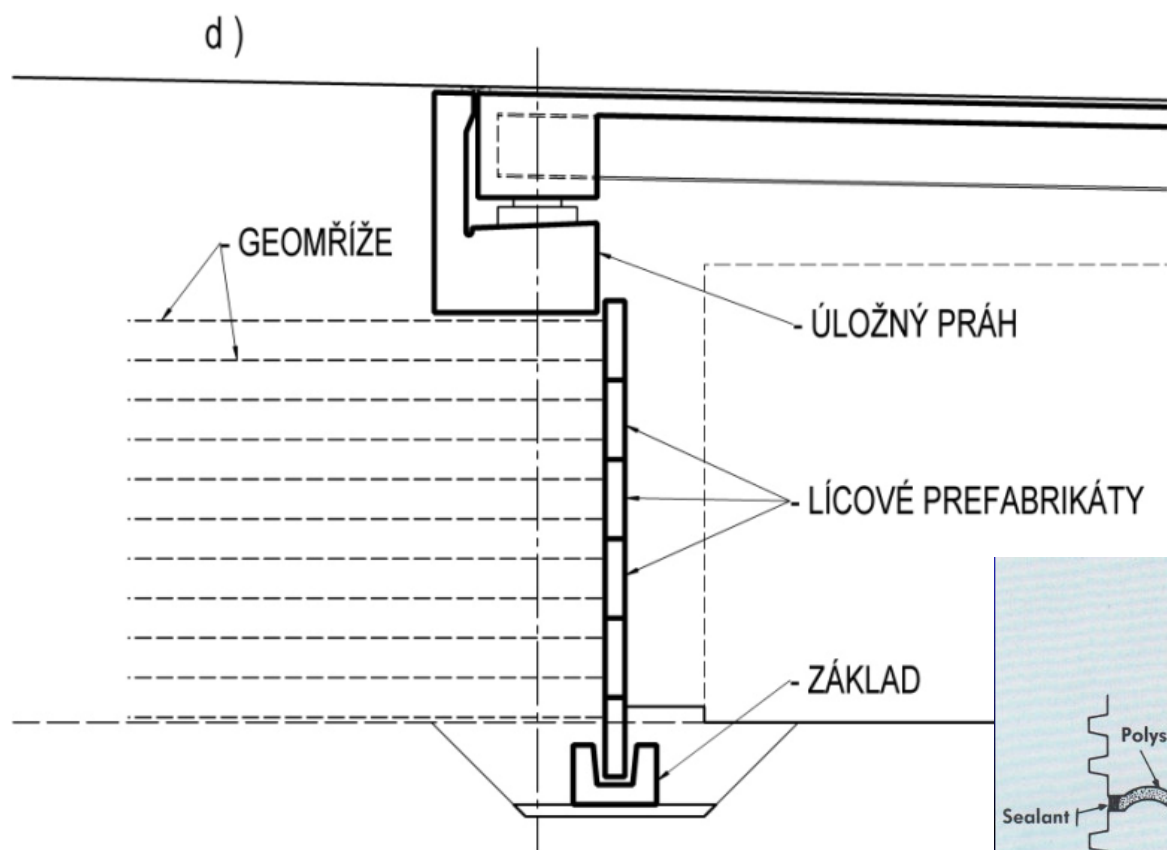
Typy opěr

- Vysoká opěra s plošným základem a chaudyho deskou



Typy opěr

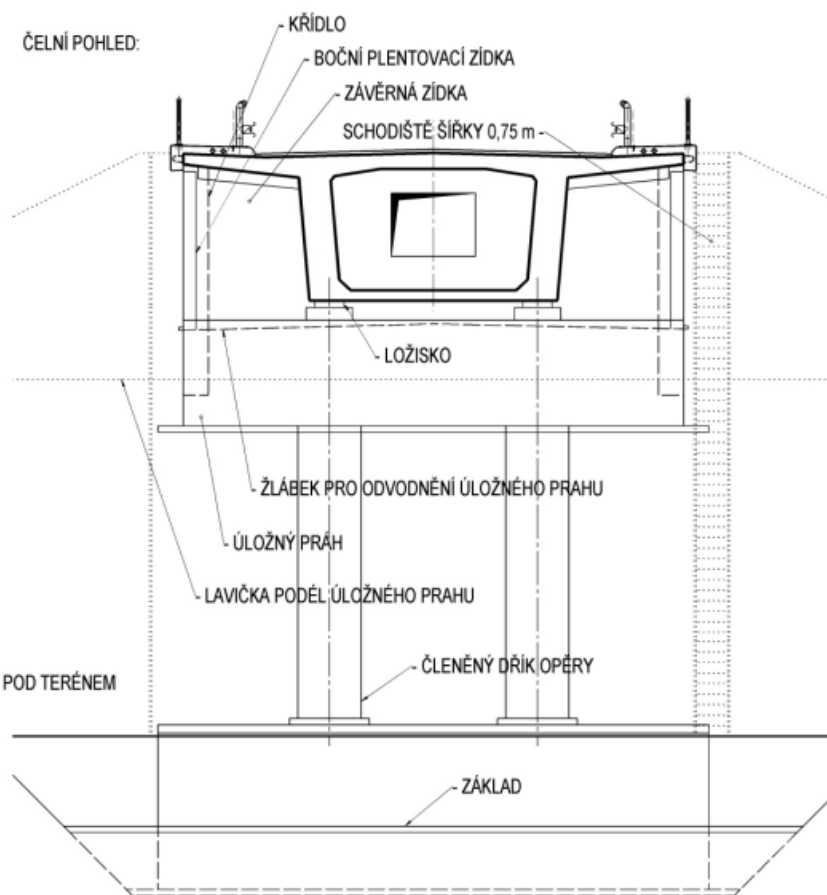
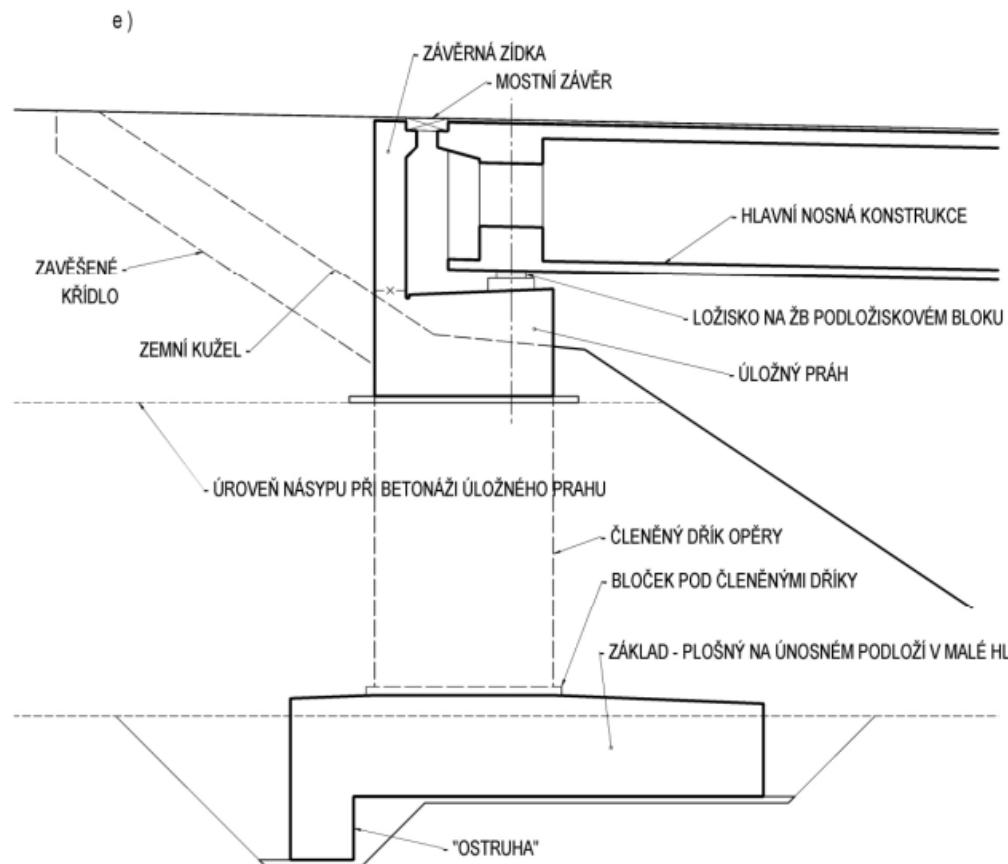
- Plošně založená opěra na násypu

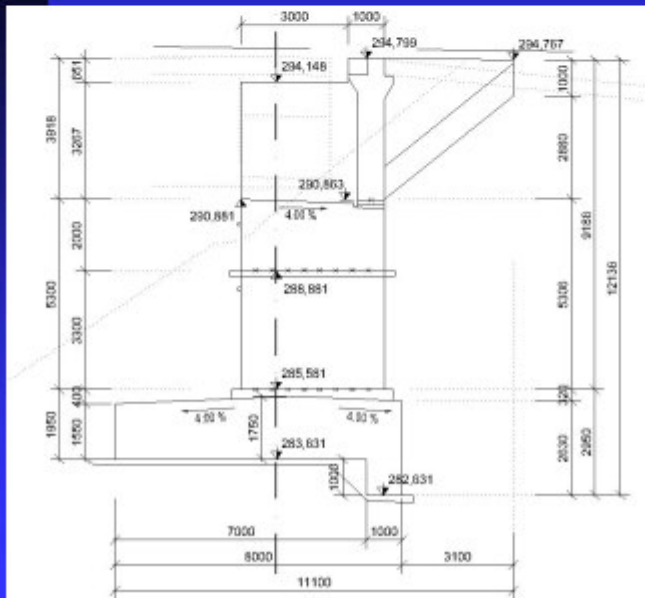




Typy opěr

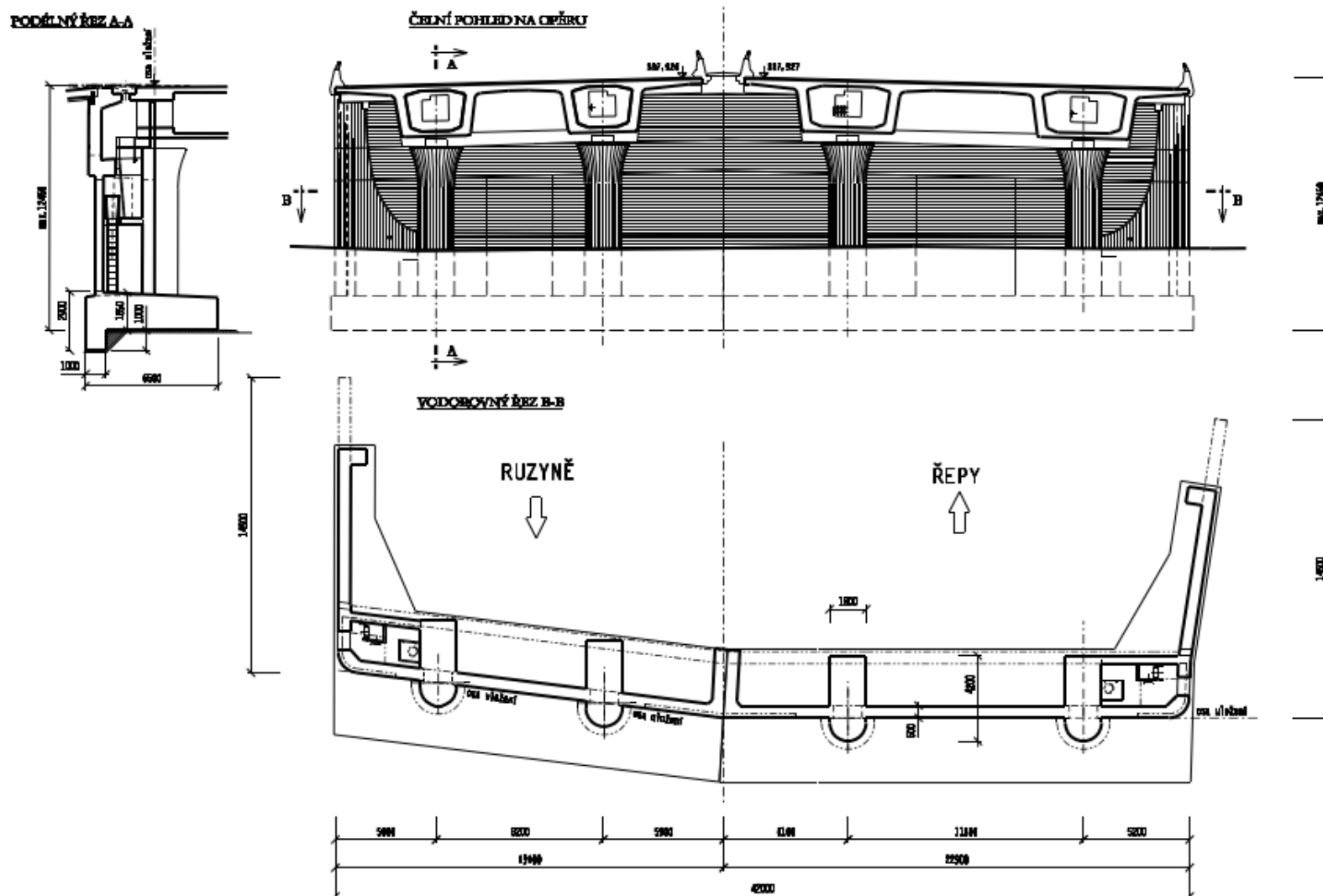
- Prosypaná opěra



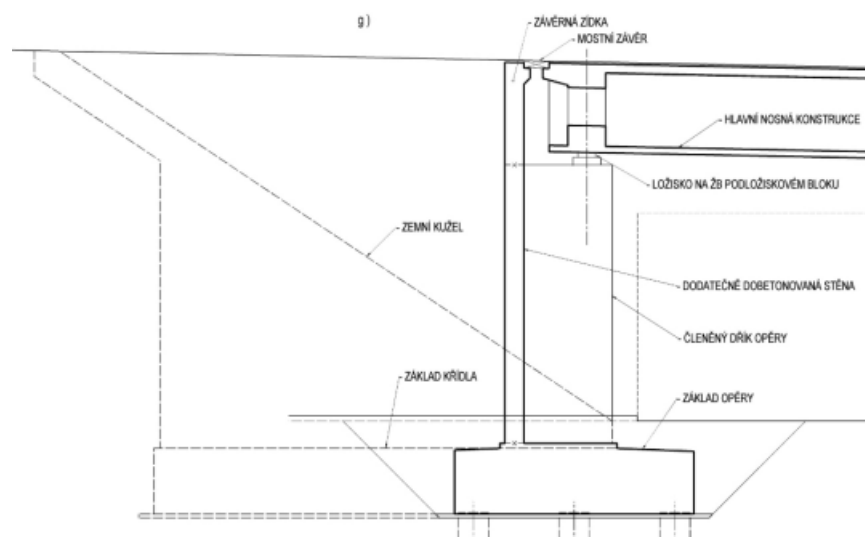


Typy opěr

- Tenkostěnná opěra s přístupovými komorami

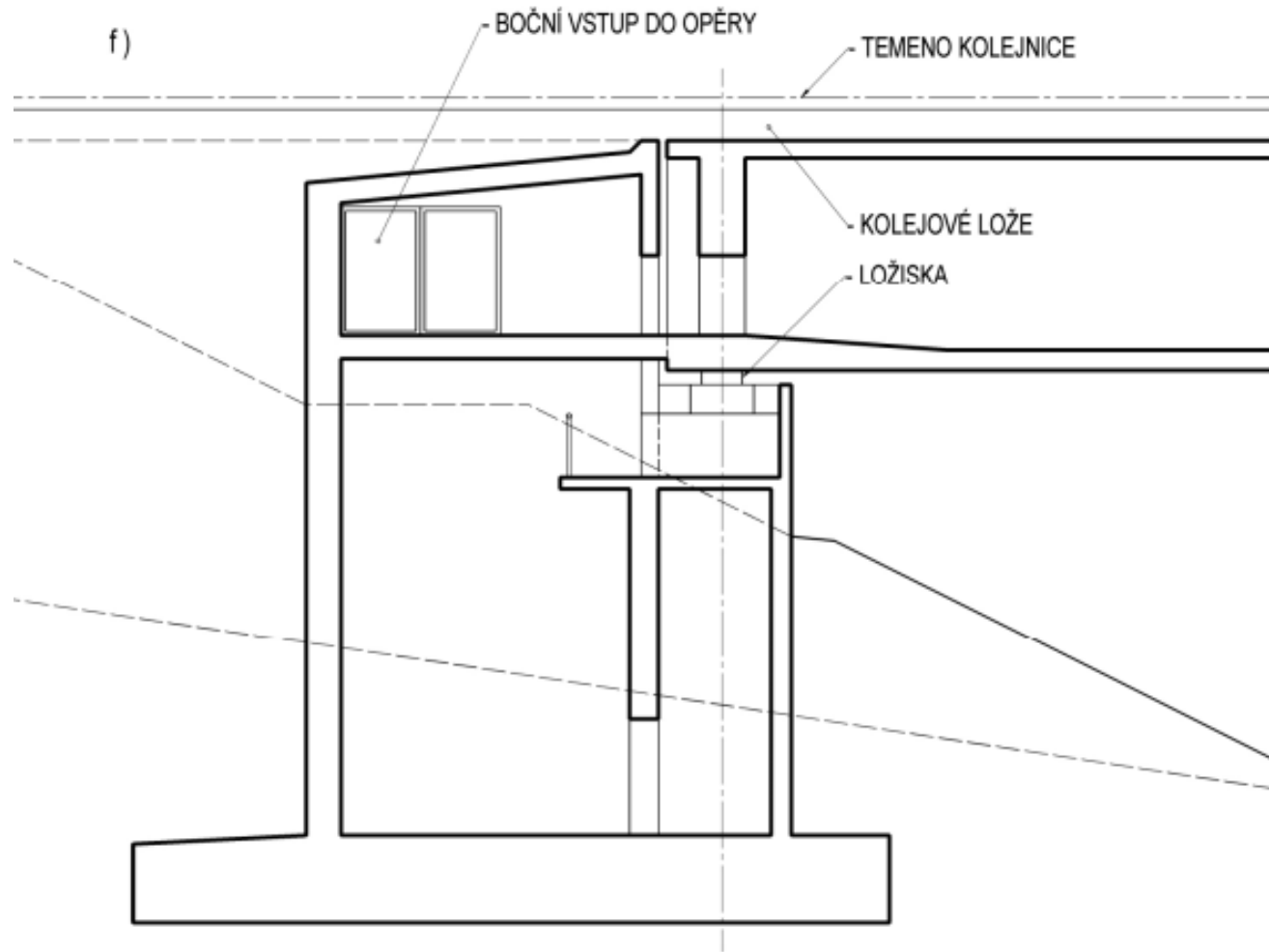






Typy opěr

- Krabicová opěra





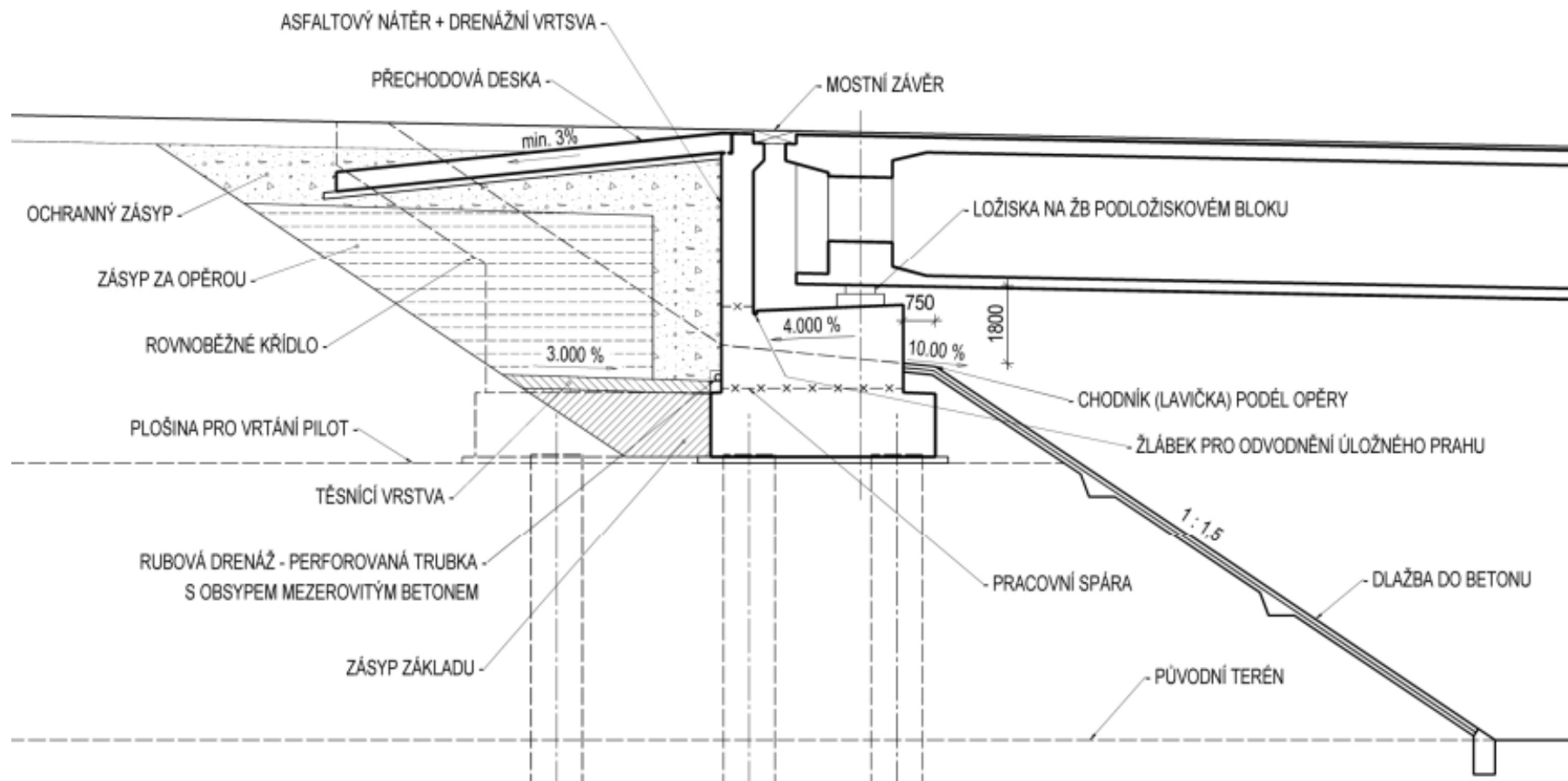
Typy opěr

- Využití oceli (štětové stěny)

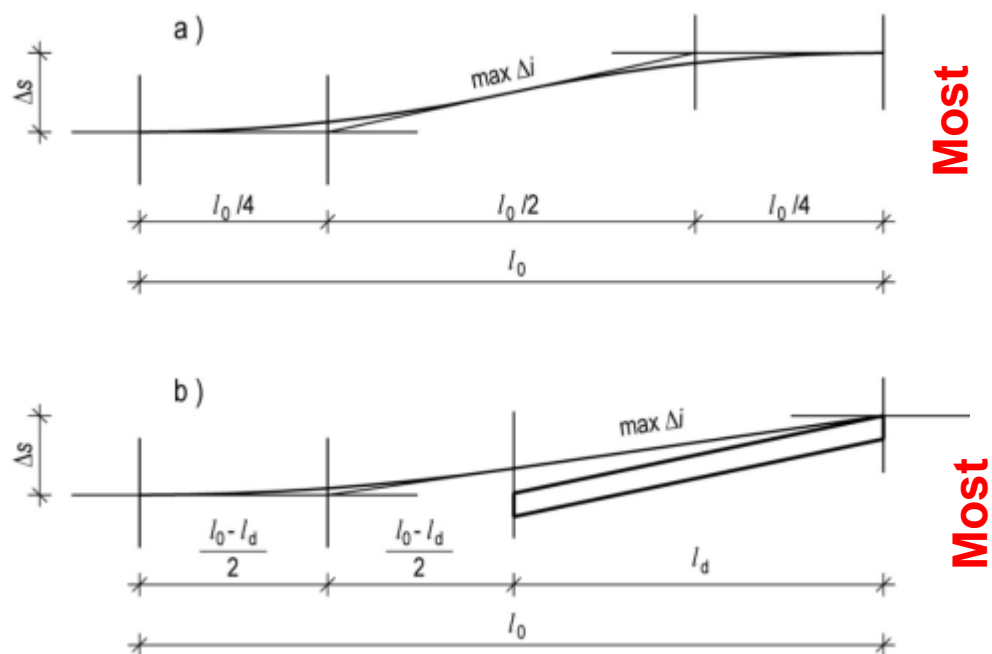


Přechodová oblast

- Přechod ze zemního tělesa na most
- Změna tuhosti
- Problematika rozdílného sedání



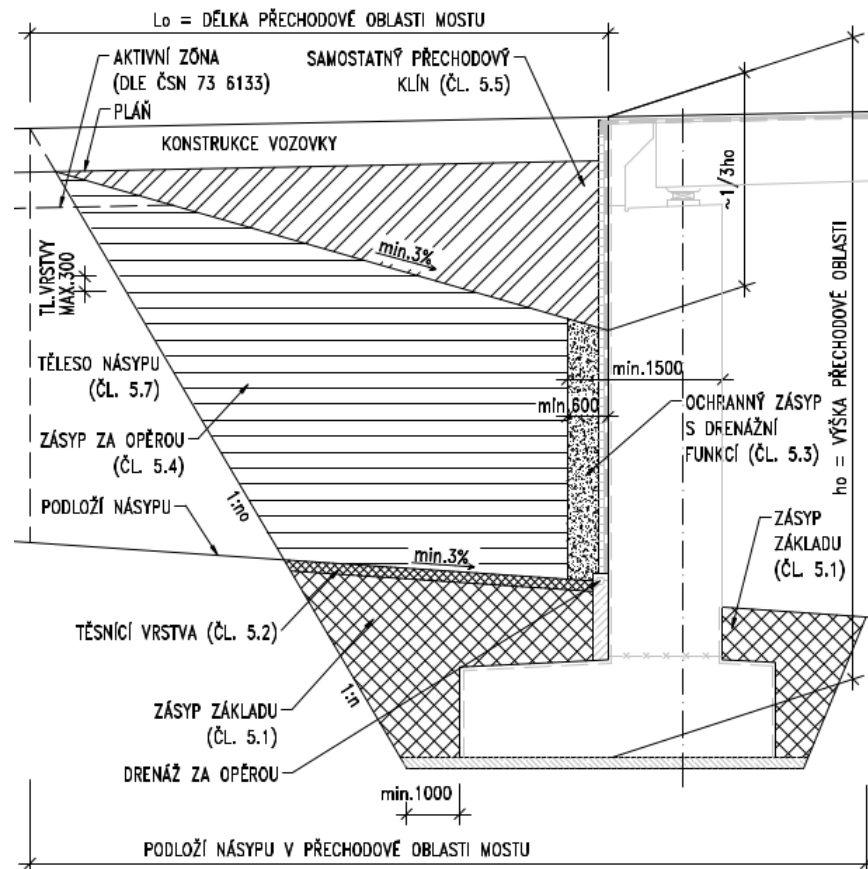
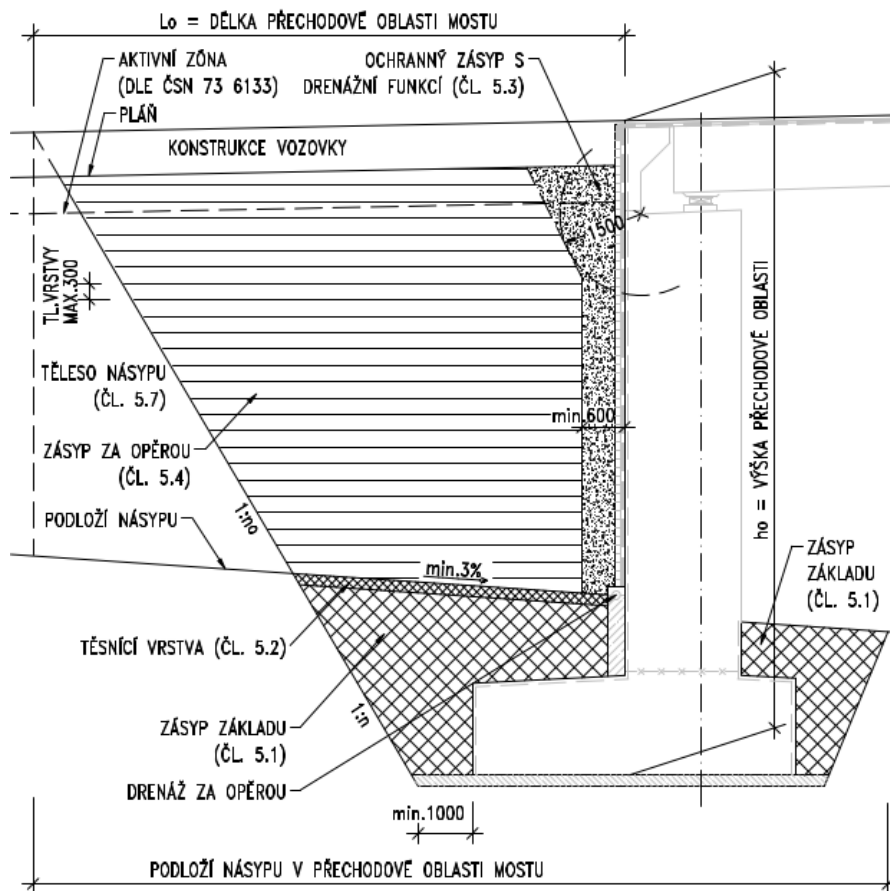
- Řešení přechodové oblasti určuje rozdíl sedání mezi násypem a mostem



$$\Delta i = \frac{\Delta s}{\left(\frac{l_0}{2}\right)} \Rightarrow l_0 = \frac{2 \cdot \Delta s}{\max \Delta i}$$

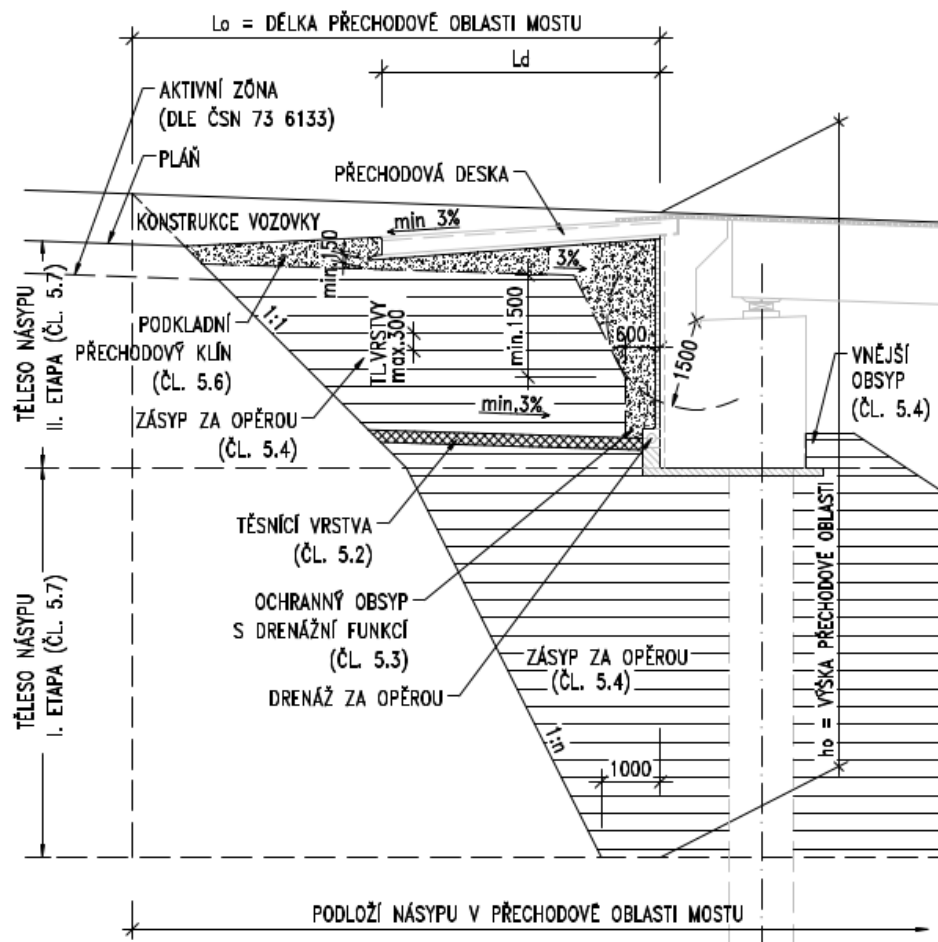
$$\Delta i = \frac{\Delta s}{l_d + \frac{l_0 - l_d}{2}} = \frac{2 \cdot \Delta s}{l_d + l_0} \Rightarrow l_0 = \frac{2 \cdot \Delta s}{\Delta i} - l_d$$

- Přechodová oblast bez přechodové desky



- Použitelné pro menší rozdíly sedání mezi násypem a mostem (cca <5 mm)

- Přechodová oblast s přechodovou deskou



- Použitelné pro větší rozdíly sedání mezi násypem a mostem (cca > 5 mm)

Přechod na zemní těleso

- Přechod římsy na zemní těleso, odvodnění



Dlažba pod mostem

- Opevnění svahu proti erozi, případně proudící vodě
- Zajištění přístupu k opěrám



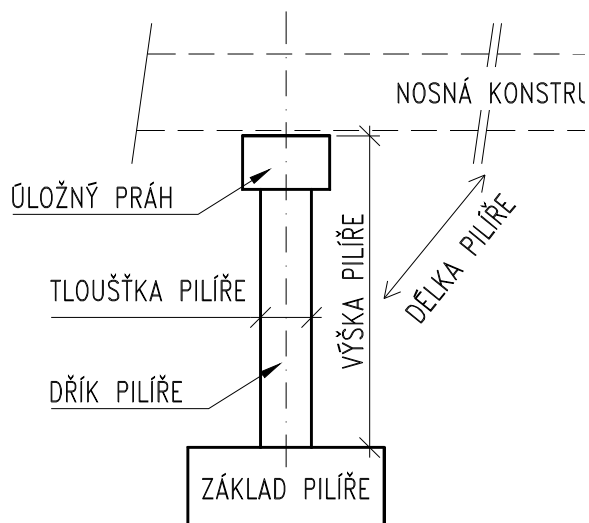
Pilíře

Vnitřní podpěry mostu, zajišťují podepření konstrukce



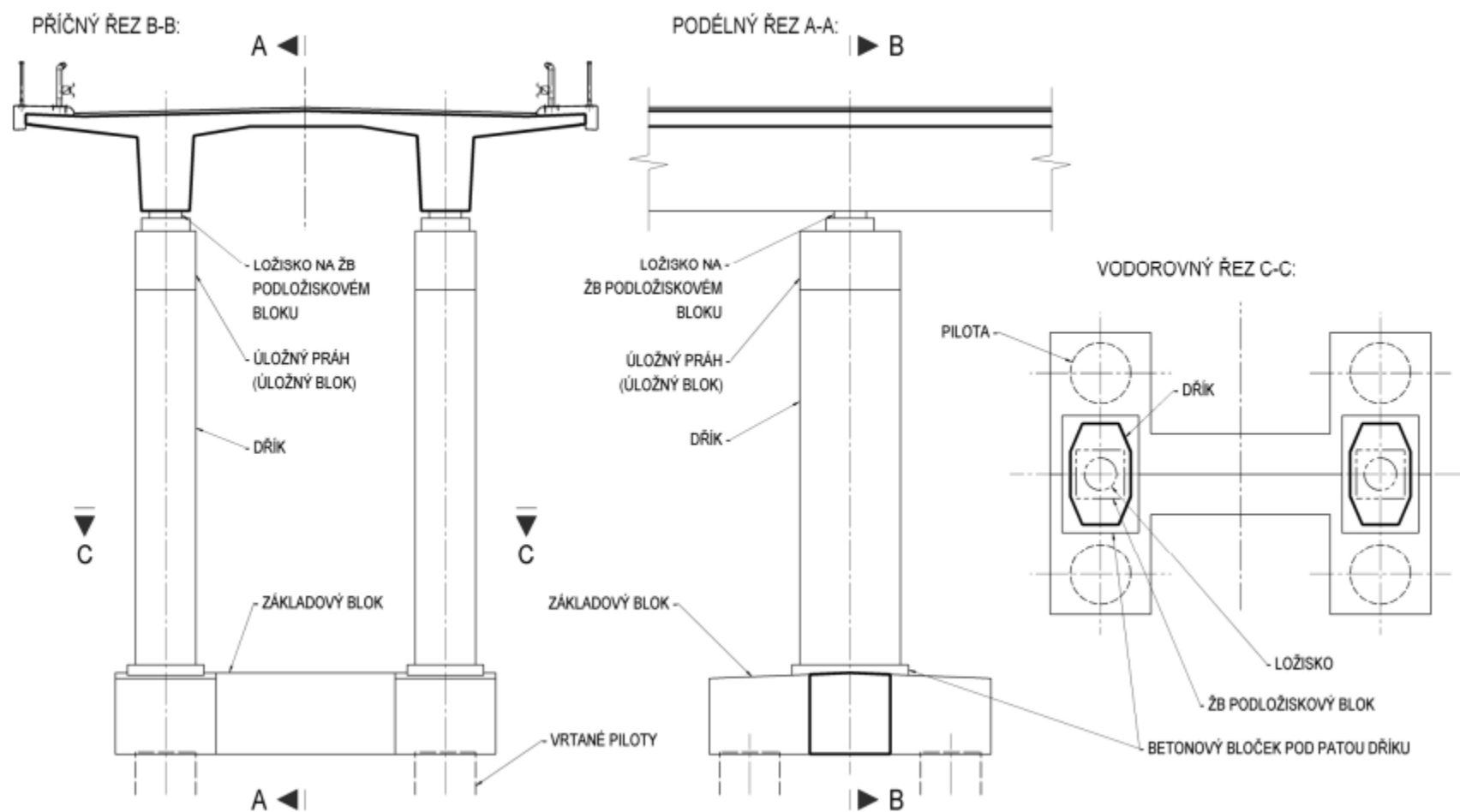
Pilíře (vnitřní podpěry mostu)

- Základ
- Dřík
- Úložný práh



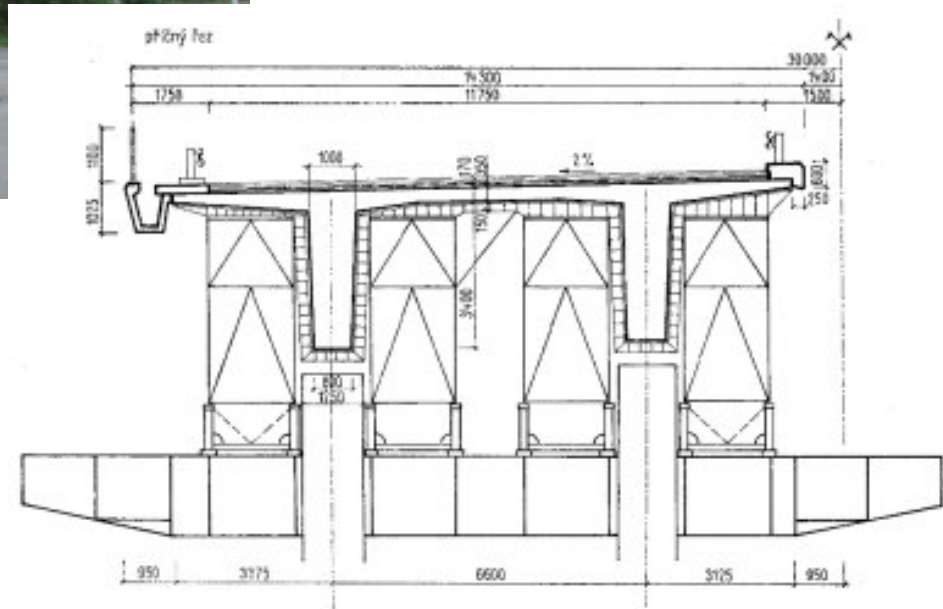
Typy pilířů

- Členěný pilíř





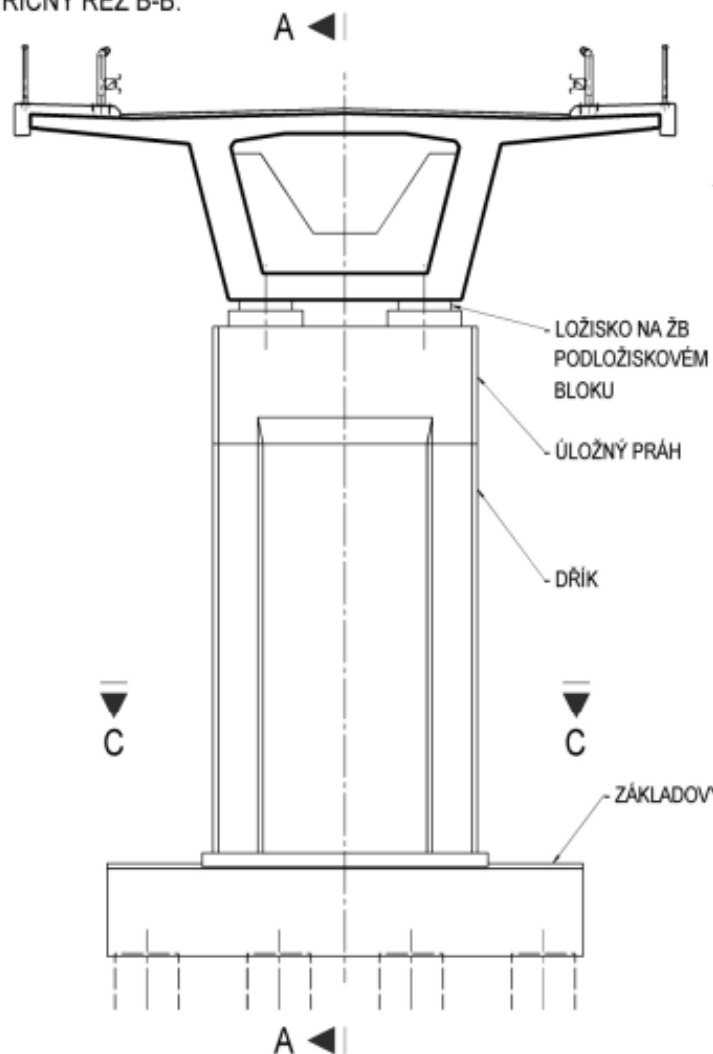
-
- The photograph shows a multi-span concrete bridge with several large, rectangular piers. The bridge deck is supported by these piers, and a guardrail runs along the edge. In the background, there are green hills and some buildings. A technical drawing of a pier cross-section is overlaid in the bottom right corner. The drawing is labeled 'přítčný řez' (cross-section) and shows a rectangular pier with a width of 1250 and a height of 1100. The drawing also includes a scale bar and a north arrow.



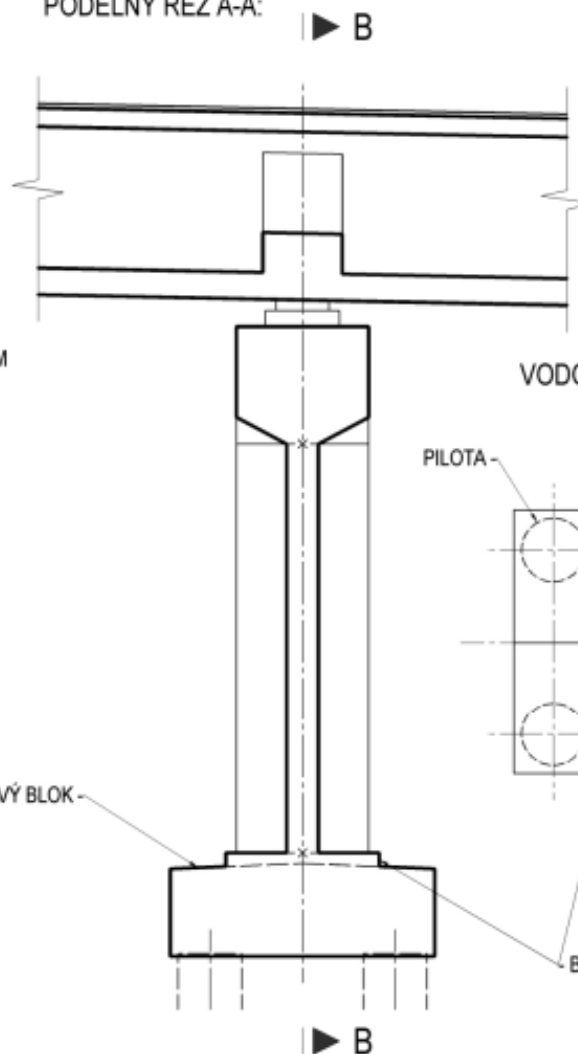
Typy pilířů

- Stěnový pilíř (tvar I)

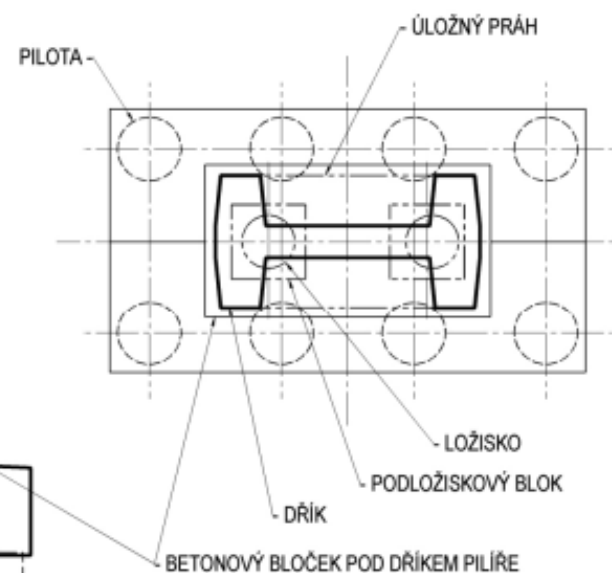
PŘÍČNÝ ŘEZ B-B:

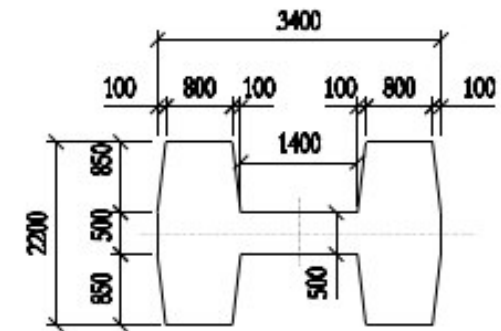


PODÉLNÝ ŘEZ A-A:



VODOROVNÝ ŘEZ C-C:



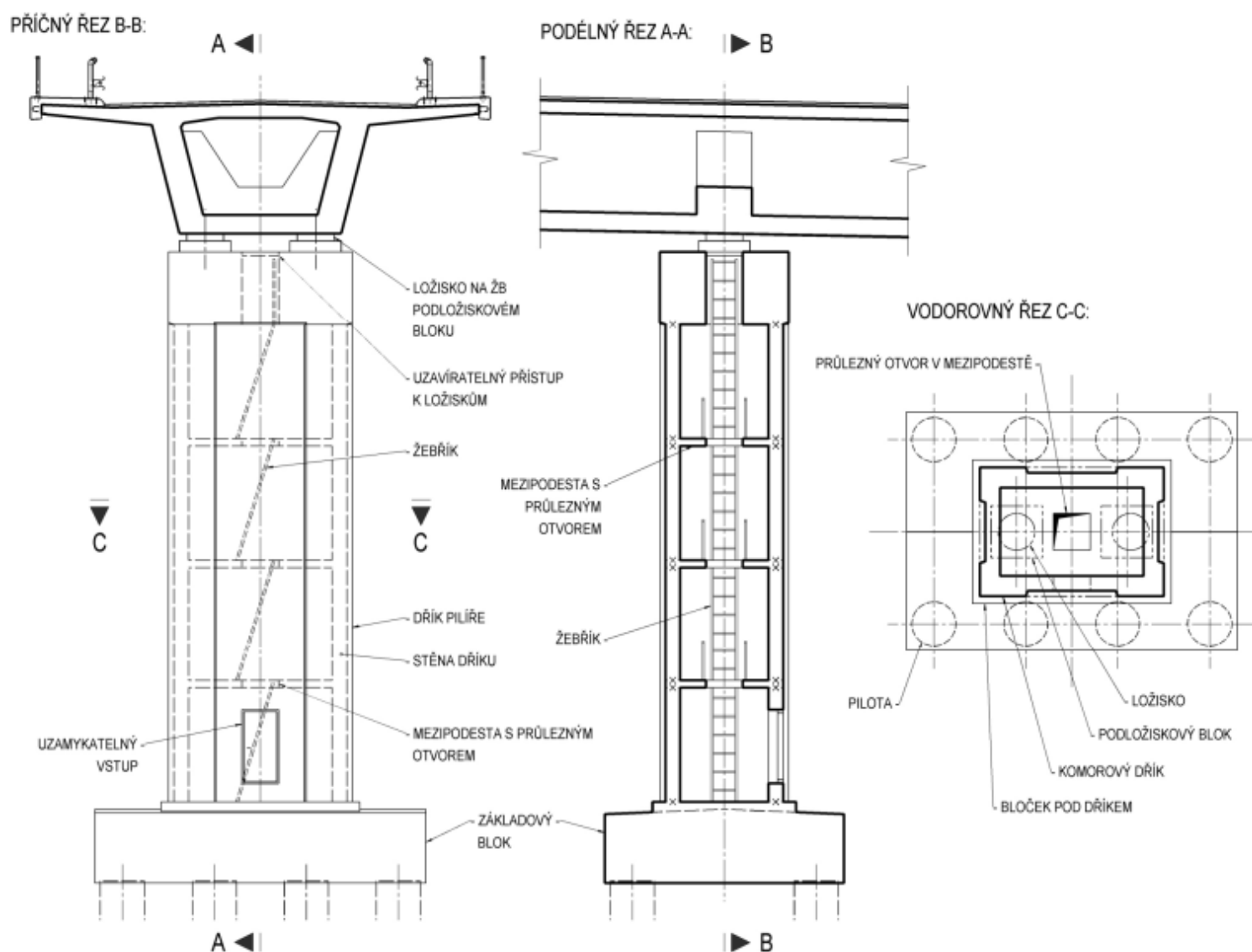






Typy pilířů

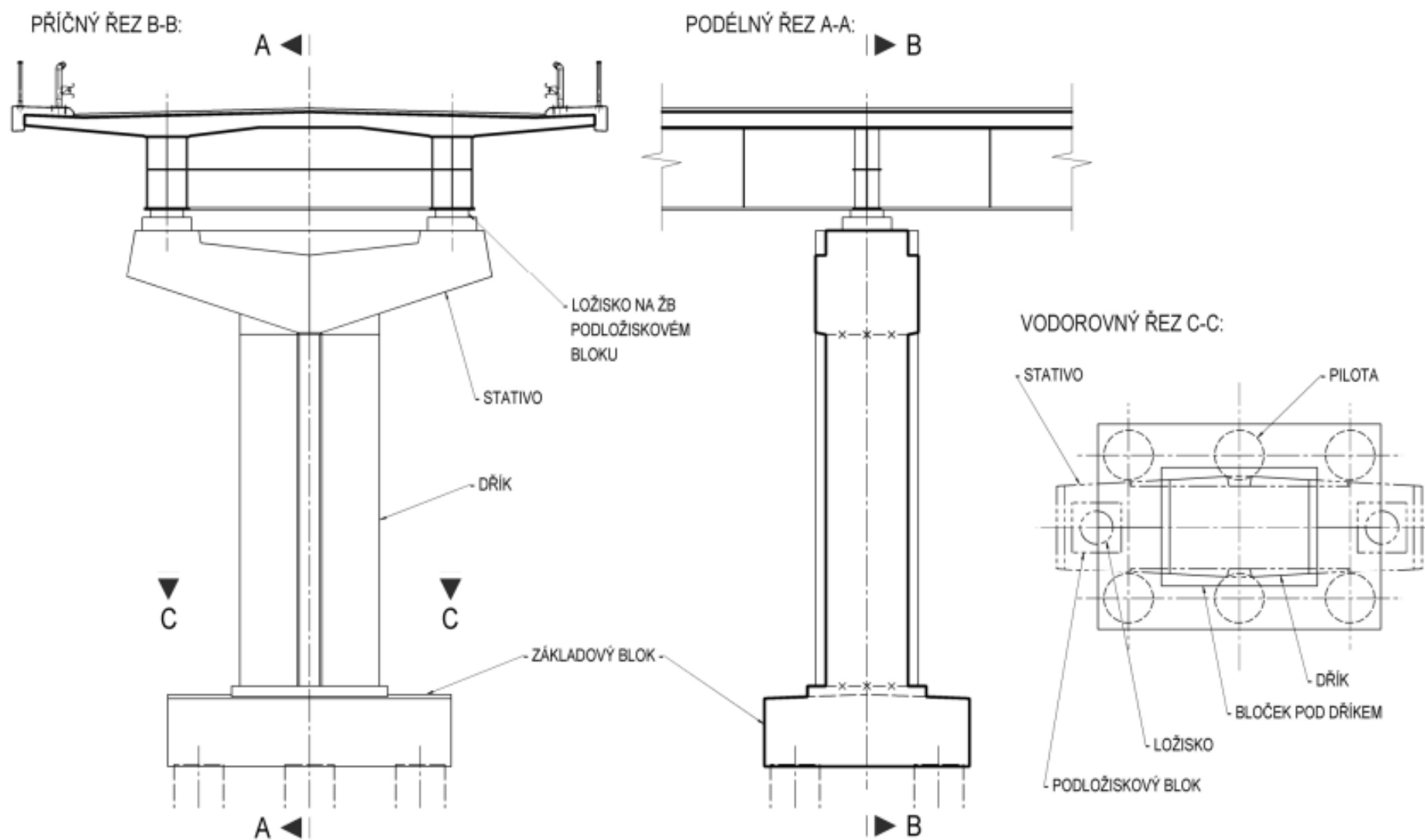
- Komorový pilíř





Typy pilířů

- Pilíř tvaru T

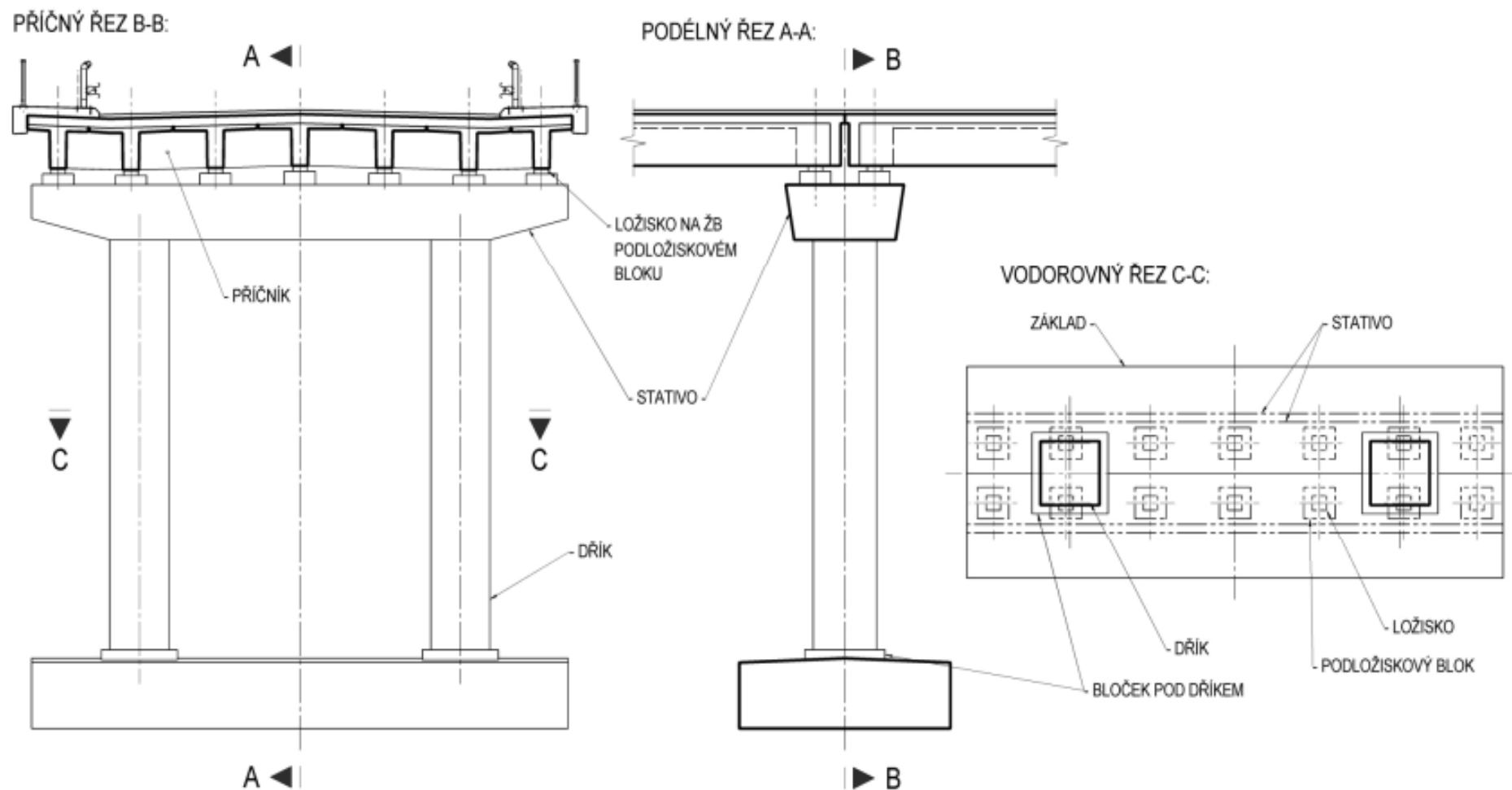






Typy pilířů

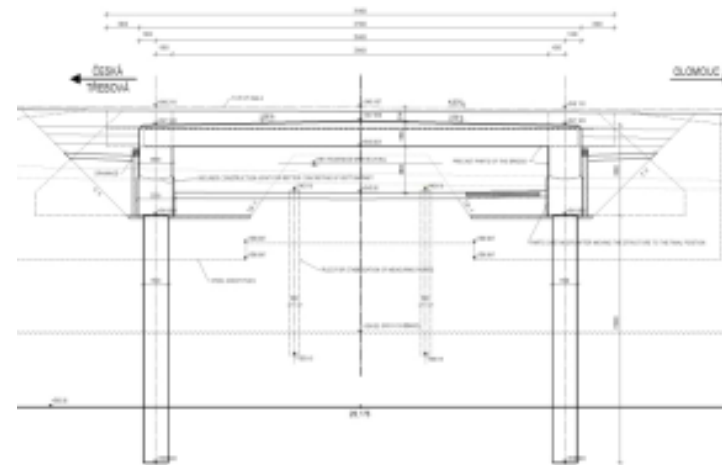
- Členěný pilíř s úložným prahem (stativem)





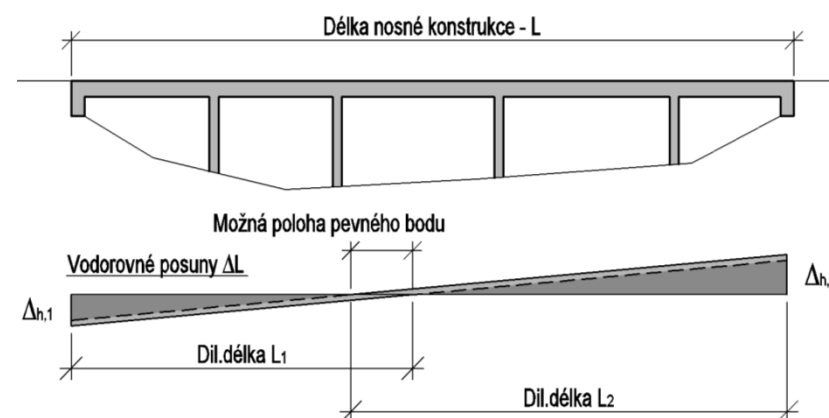
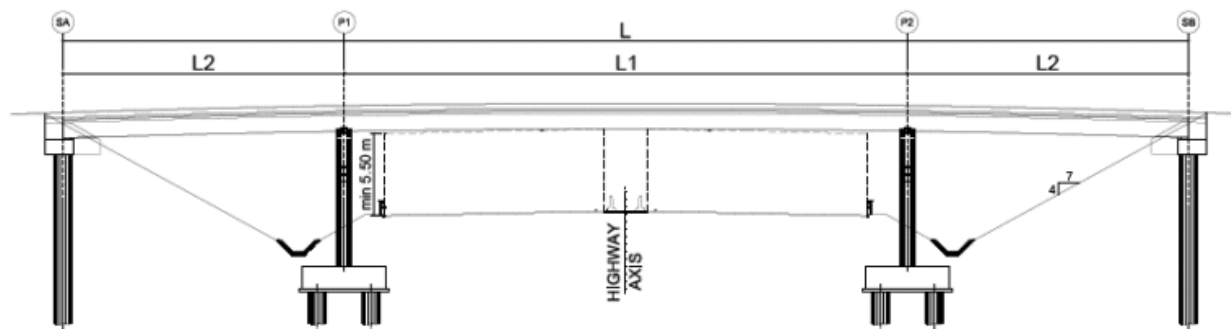
Typy pilířů

- Rámové stojky



Integrované mosty

- Neposuvné spojení NK se spodní stavbou
=> žádná ložiska a mostní závěry
- Posuny vlivem teploty akomodovány spodní stavbou
- Vodorovná silová zatížení se přenášejí do násypu



Typy pilířů

- Pilotové bárky (specifické použití)

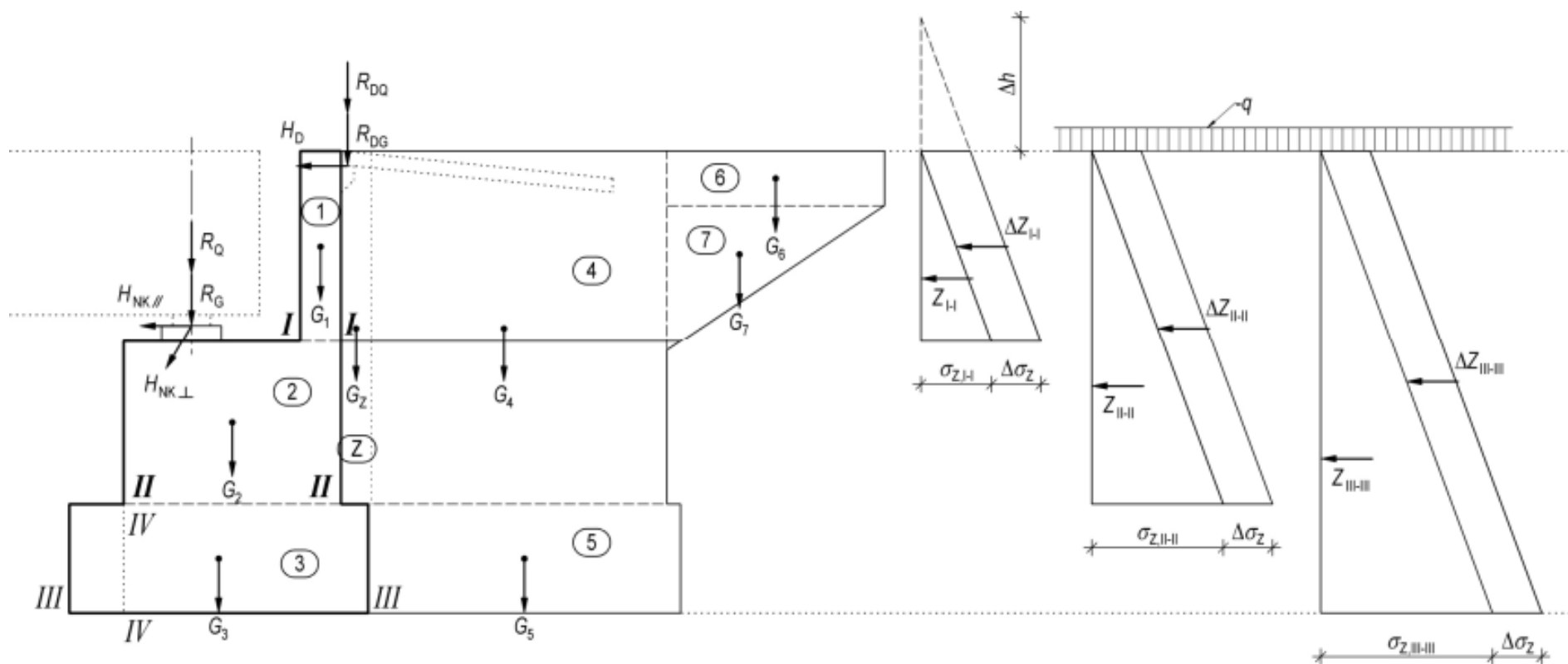


Navrhování spodní stavby

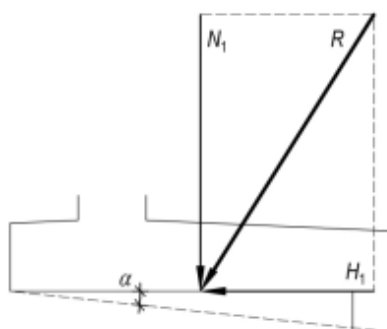
Spodní stavba se navrhuje na:

- **Účinky zatížení přenášené z konstrukce**
 - Svislé účinky (vl. tíha, svislé zatížení dopravou)
 - Vodorovné účinky (brzdné síly, odstředivá síla, vítr, teplota)
- **Účinky zatížení zásypem**
 - zemní tlak
 - pokles podpor
- **Účinky v uložení**
 - Tření v ložiscích
- **Lokální zatížení**
 - Soustředěné zatížení od uložení konstrukce

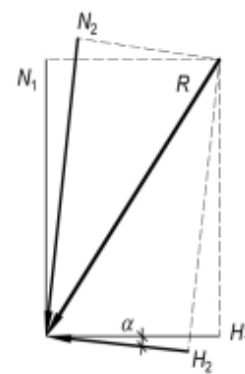
Zatížení na opěru



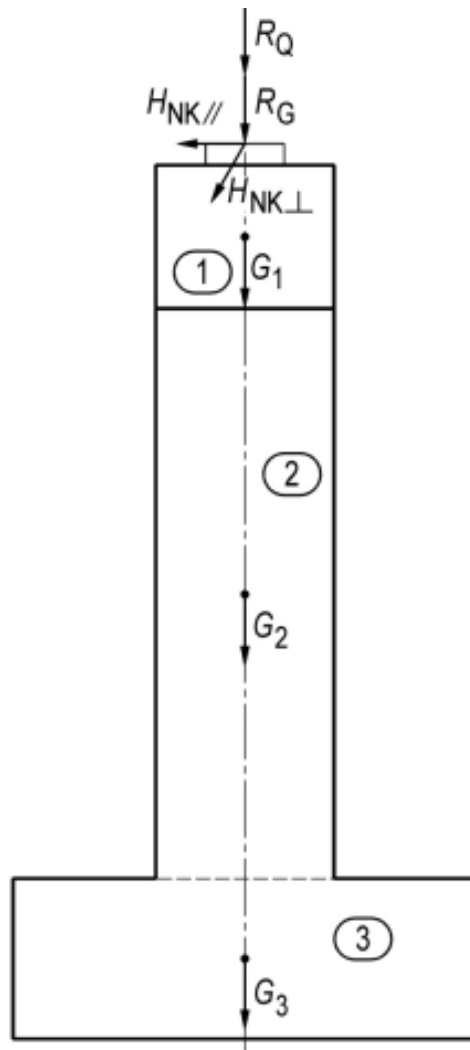
SÍLY K VODOROVNÉ ZÁKLADOVÉ SPÁŘE:



SÍLY K POOTOČENÉ SPÁŘE:



Zatížení na pilíř



PILÍŘE S POSUVNÝMI LOŽISKY:

PODÉLNÉ SÍLY $H_{NK//}$ - TŘENÍ NEBO VRATNÉ SÍLY V LOŽISKÁCH

PŘÍČNÉ SÍLY $H_{NK\perp}$ - SÍLY OD ZATÍŽENÍ VĚTREM

- ODSŘEDIVÉ SÍLY

- PŘÍČNÁ SLOŽKA BRZDNÝCH A ROZJEZDOVÝCH SIL

PILÍŘE S PEVNÝMI LOŽISKY:

PODÉLNÉ SÍLY $H_{NK//}$ - ROZDÍL TŘENÍ NEBO VRATNÝCH SIL (viz též Obr. 2.25)

- BRZDNÉ A ROZJEZDOVÉ SÍLY

- PODÉLNÁ SLOŽKA SÍLY OD ZATÍŽENÍ VĚTREM

- SÍLY OD OBJEMOVÝCH A TEPLOTNÍCH ZMĚN N.K.

(PŘI UMÍSTĚNÍ PEVNÝCH LOŽISEK NA VÍCE PODPĚRÁCH)

PŘÍČNÉ SÍLY $H_{NK\perp}$ - SÍLY OD ZATÍŽENÍ VĚTREM

- ODSŘEDIVÉ SÍLY

- PŘÍČNÁ SLOŽKA BRZDNÝCH A ROZJEZDOVÝCH SIL

Počáteční imperfekce, stabilita štíhlých prvků:

Imperfekce – přímé pruty:

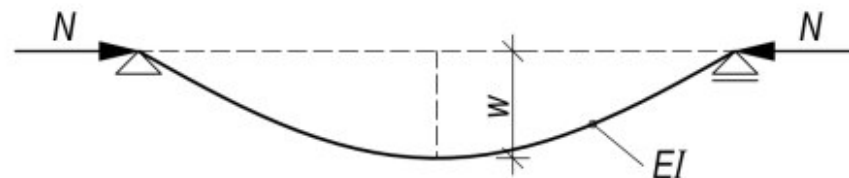
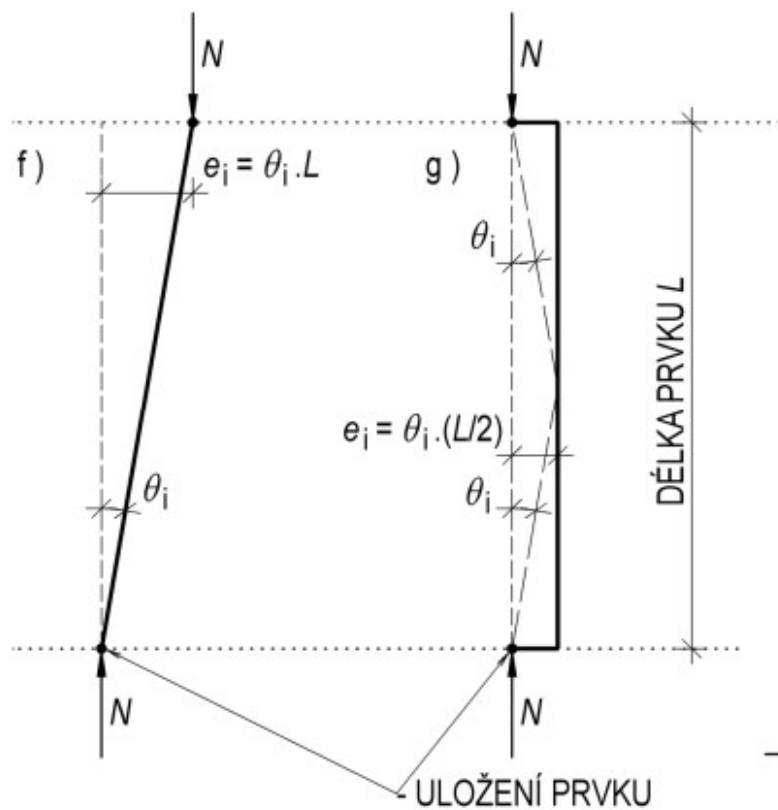
$$\vartheta_i = \vartheta_0 \cdot \alpha_h$$

$$\vartheta_0 = 1/200$$

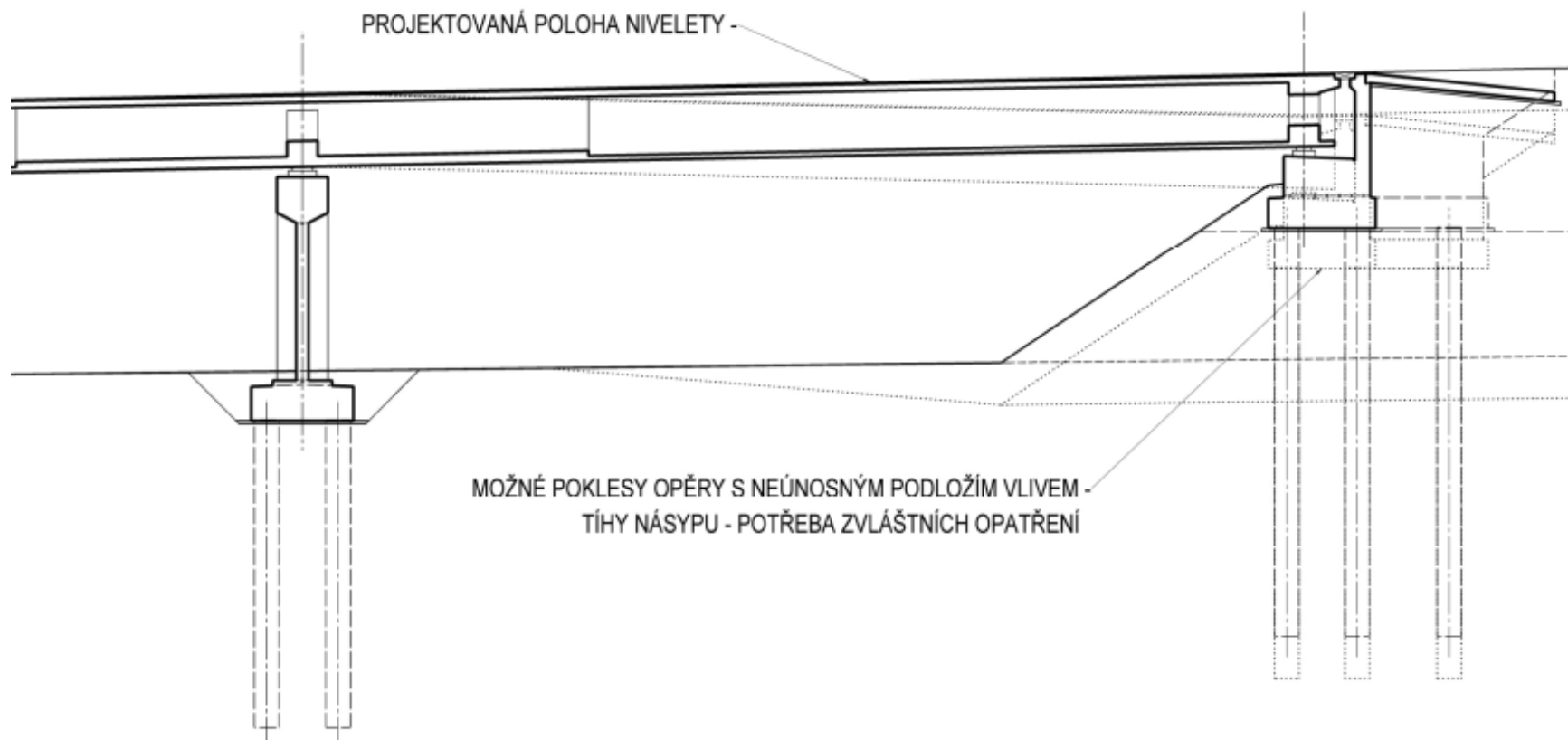
$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{L}} \leq 1,0$$

Stabilita:

$$N \cdot W = -w'''.EI$$

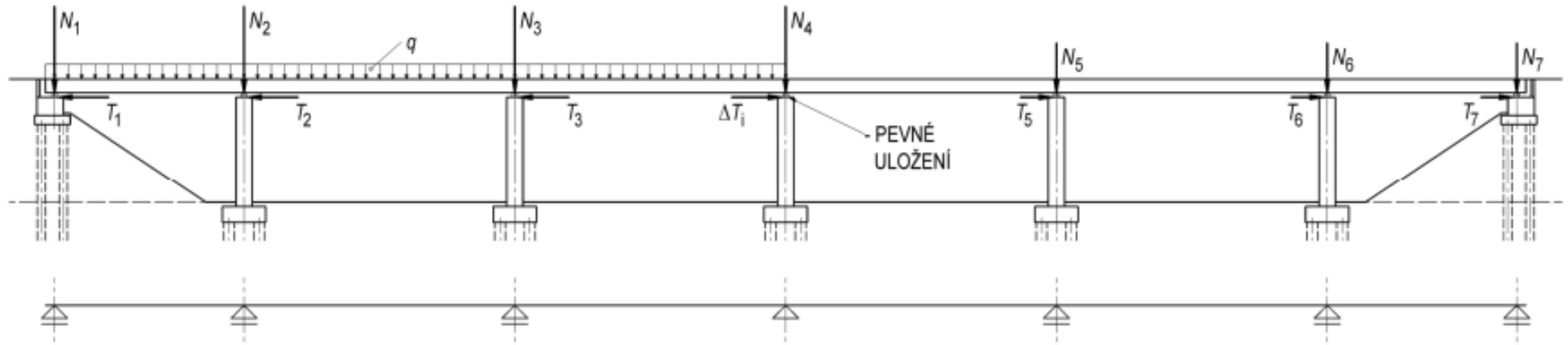


Pokles podpor



Stanoví se na základě predikce sedání
Zvláštní opatření na poddolovaných územích

Tření v ložiscích



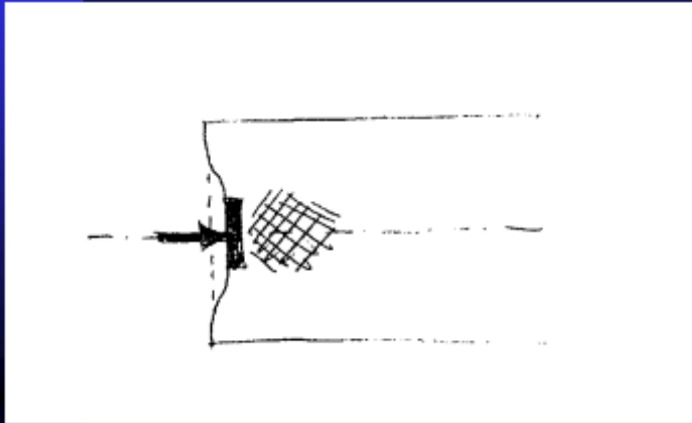
Odvislé od typu ložisek a jejich uspořádání

Vzniká od:

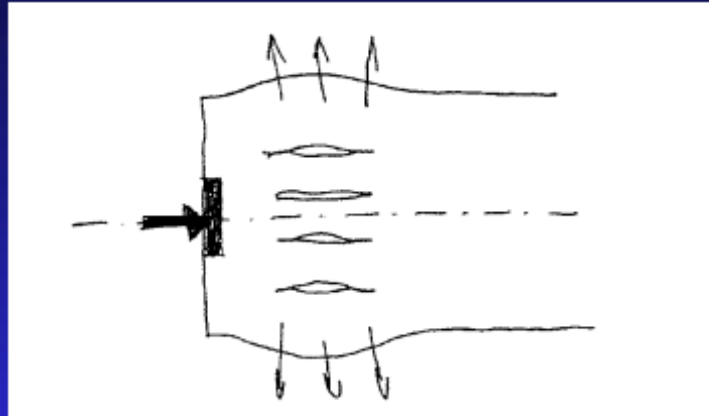
- Brzdné a rozjezdové síly
- Zatížení teplotou

Lokální zatížení úložného prahu

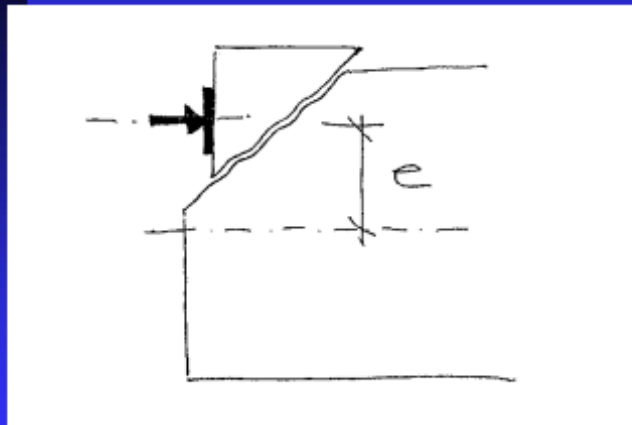
a)



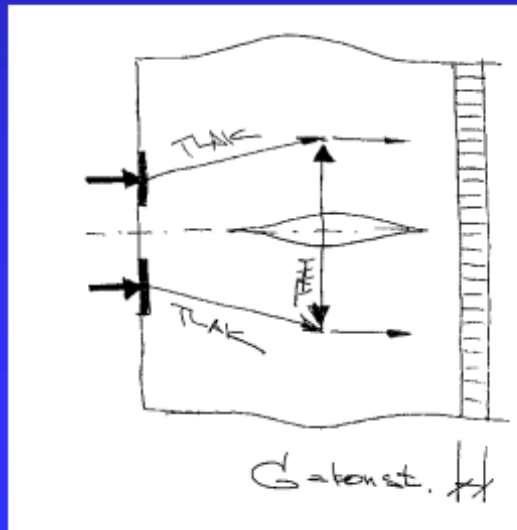
b)



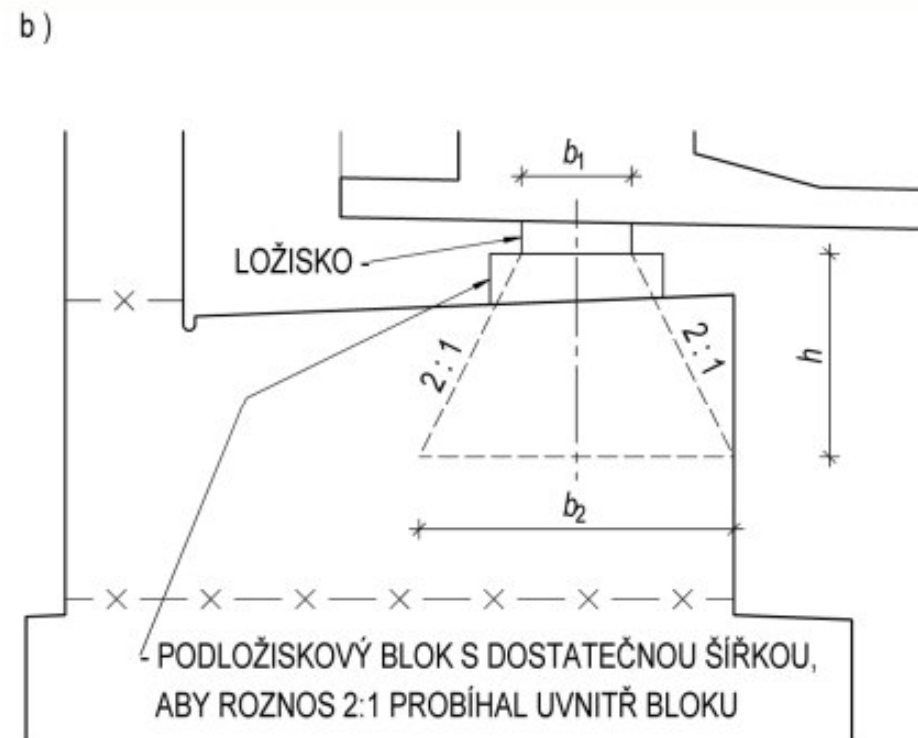
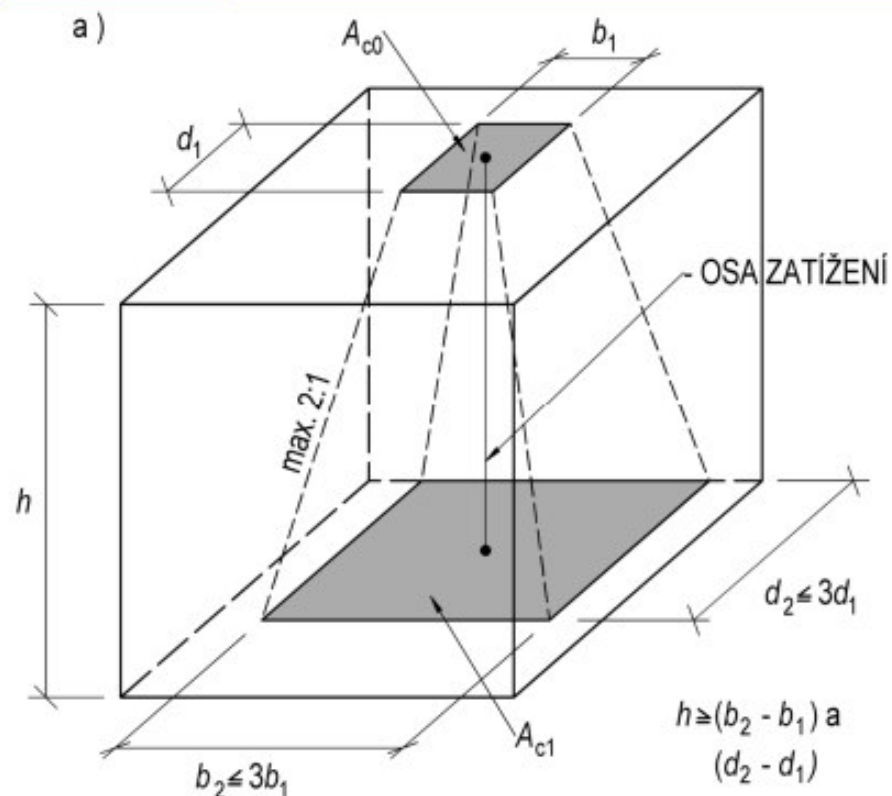
c)



d)



Soustředěný tlak pod ložiskem:

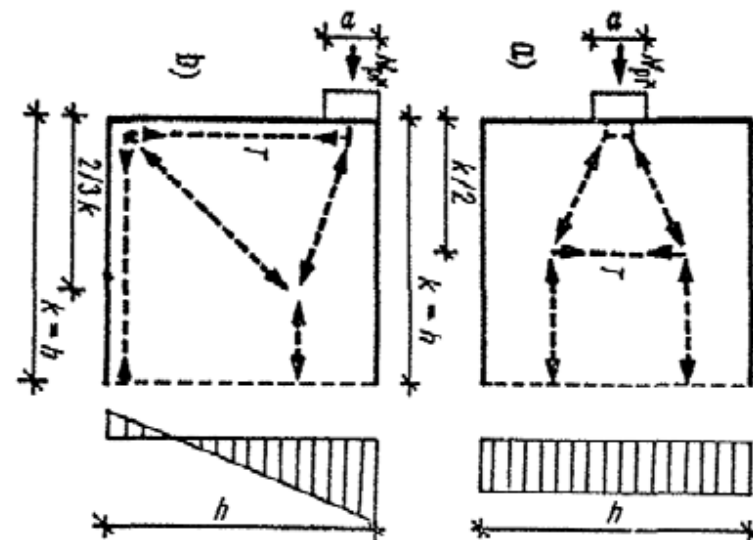
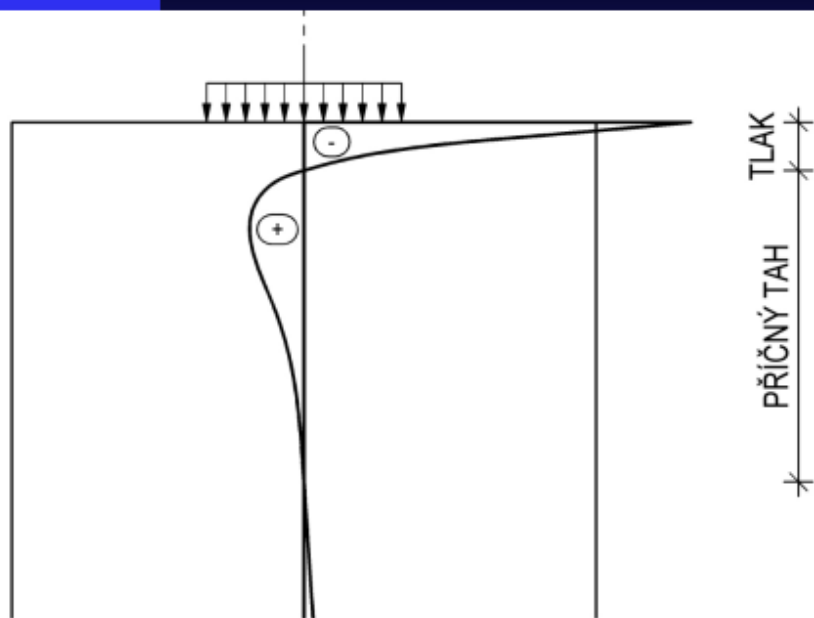


$$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1} / A_{c0}} \leq 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$$

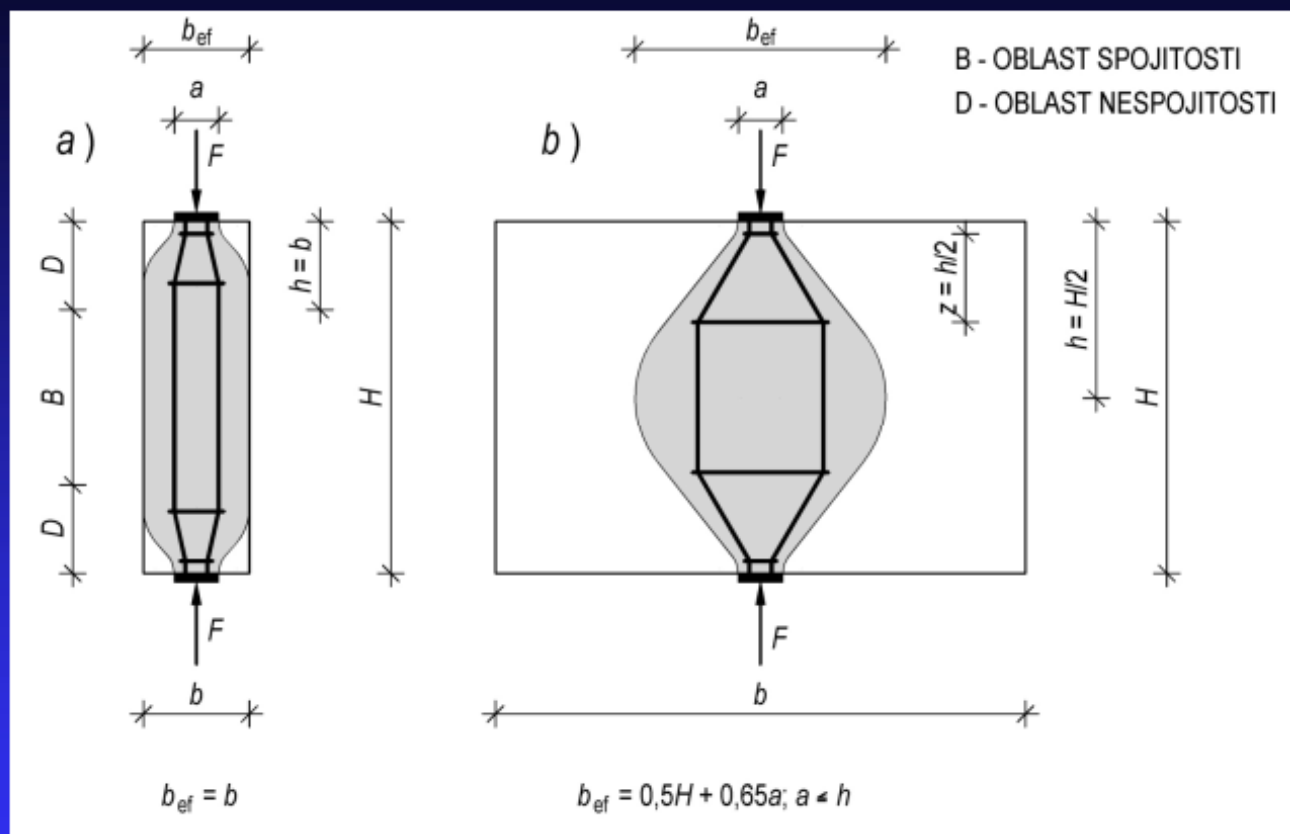
Pro C55/67 a vyšší – místo f_{cd} :

$$\frac{0,46 \cdot f_{ck}^{2/3}}{1 + 0,1 \cdot f_{ck}} \cdot f_{cd}$$

Příčný tah pod ložiskem (roztržení líce)



Příčný tah pod ložiskem



Částečná
nespojitosť:

$$T = \frac{1}{4} \cdot \frac{b-a}{b} \cdot F$$

Úplná nespojitost:

$$T = \frac{1}{4} \cdot \left(1 - 0,7 \cdot \frac{a}{H} \right) \cdot F$$

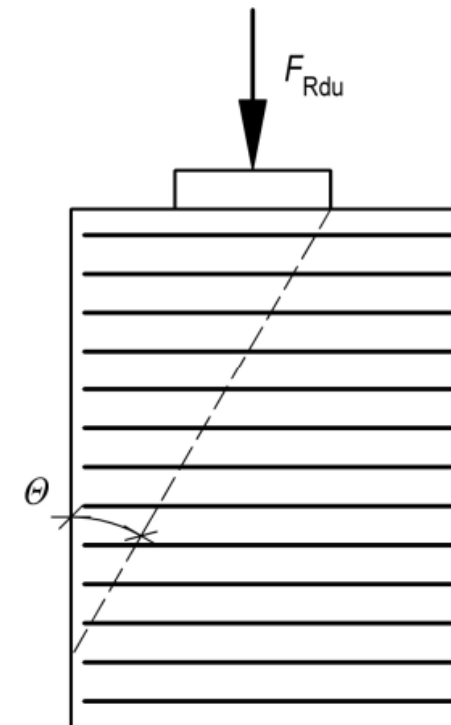
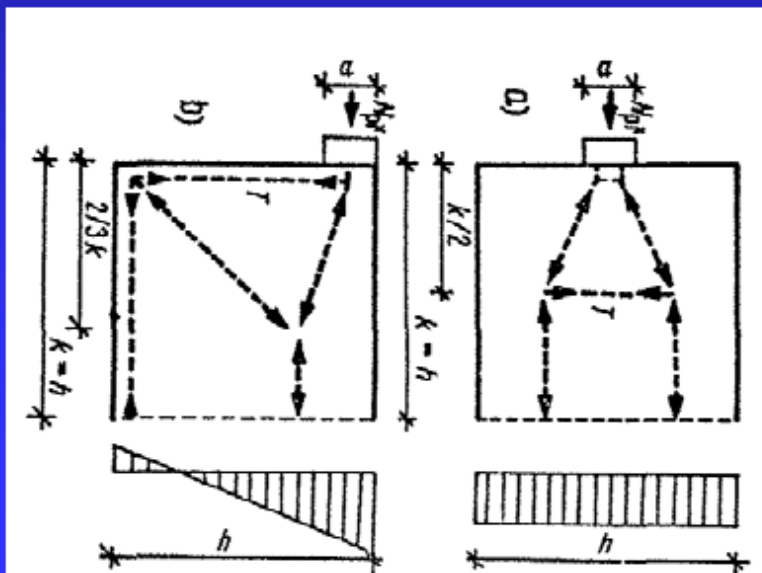
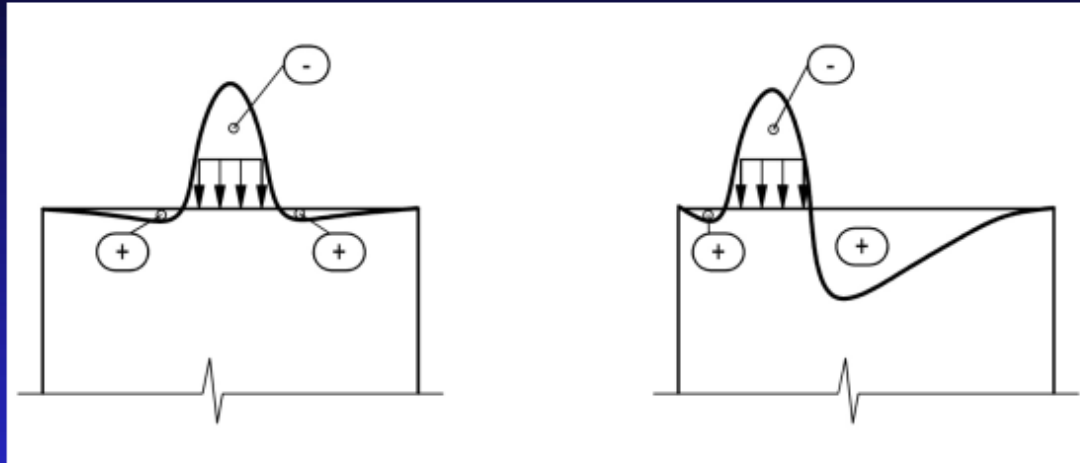
S vlivem trhlin:

$$T = \frac{1}{4} \cdot \left(1 - 0,7 \cdot \frac{a}{H} \right)^2 \cdot F$$

“Obecně”:

$$T = \frac{1}{4} \cdot \left(1 - \frac{b_1}{b_2} \right) \cdot F$$

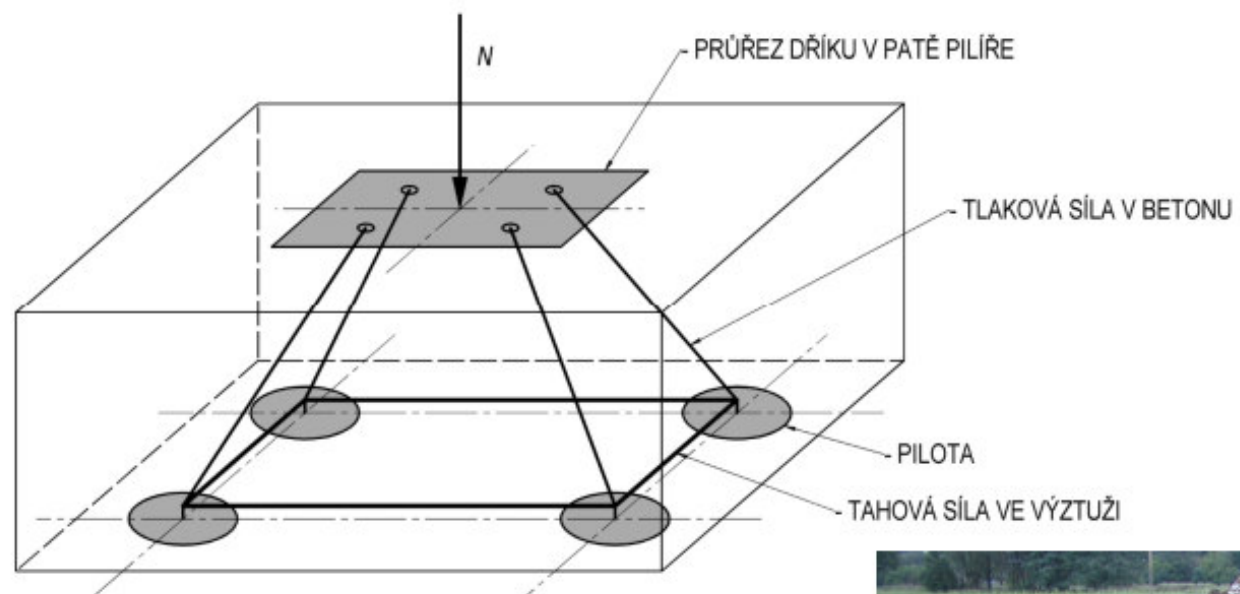
Roztržení líce (usmyknutí rohu):



$$A_r \cdot f_{yd} \geq F_{Rdu} / 2$$

$$\Theta = 30^\circ$$

Návrh patky nad skupinou pilot



Uložení mostů (ložiska)

ÚČEL

- Přenos reakce z nosné konstrukce do spodní stavby

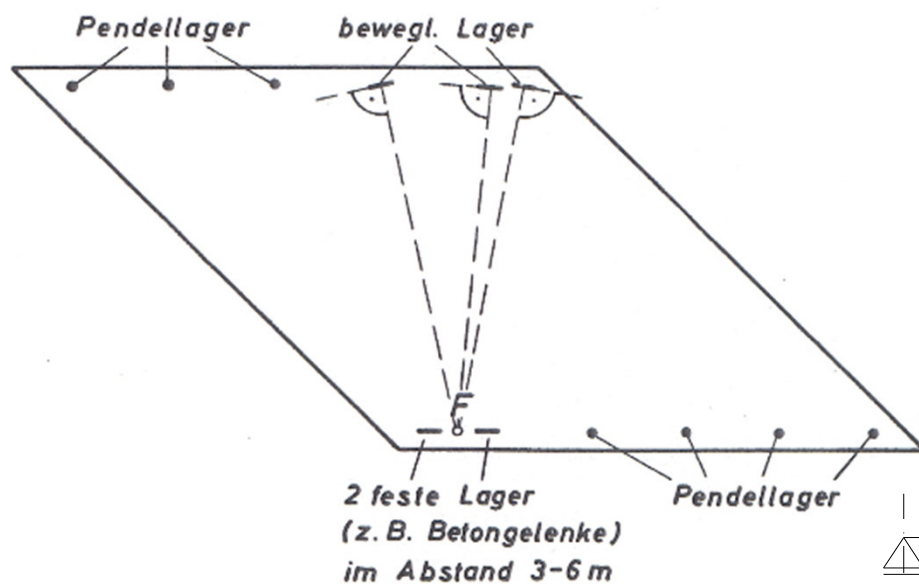
NÁVRHOVÉ POŽADAVKY

- Únosnost (svislé a vodorovné reakce)
- Zajištění dilatačních pohybů
- Možnost výměny

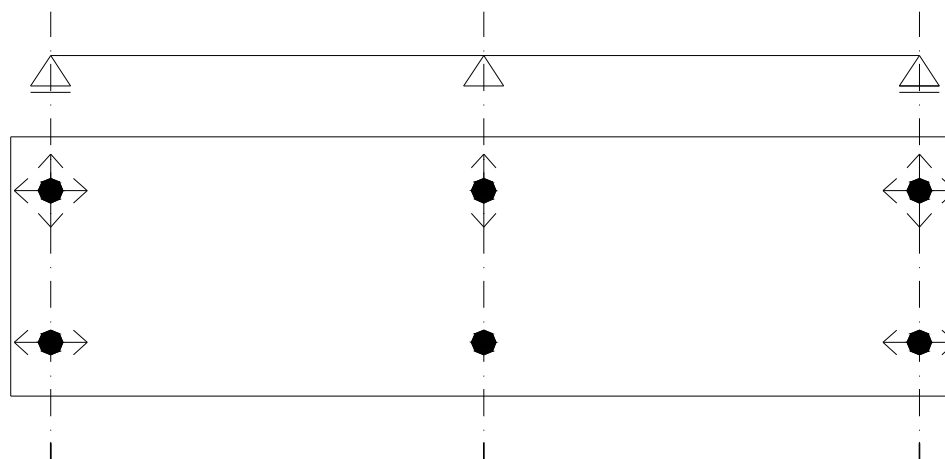


TYPY A USPOŘÁDÁNÍ LOŽISEK

- Pevná
- Pohyblivá - jednosměrně
- - všesměrně



VŽDY jasné působení
+
JEDEN pevný bod

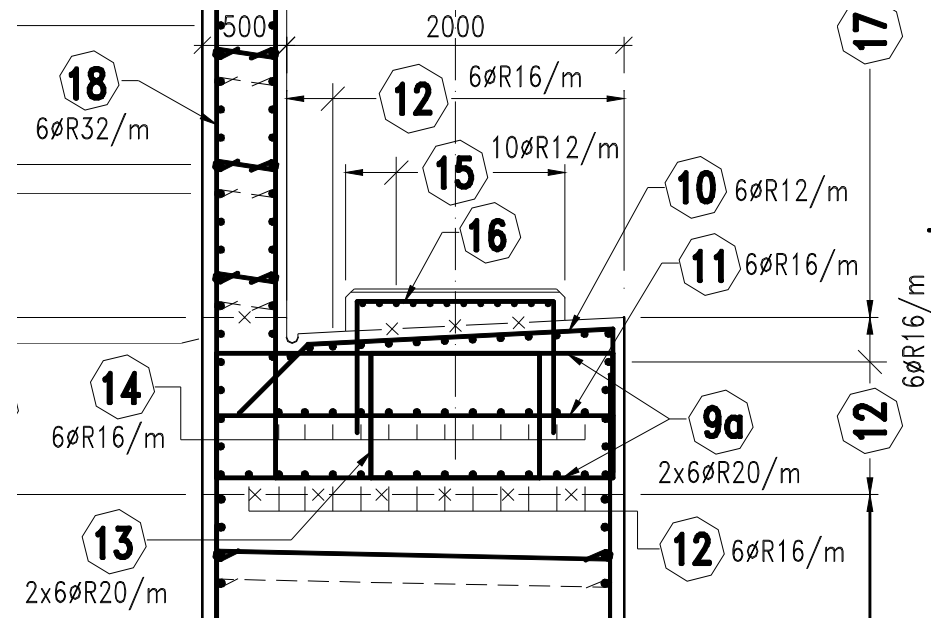


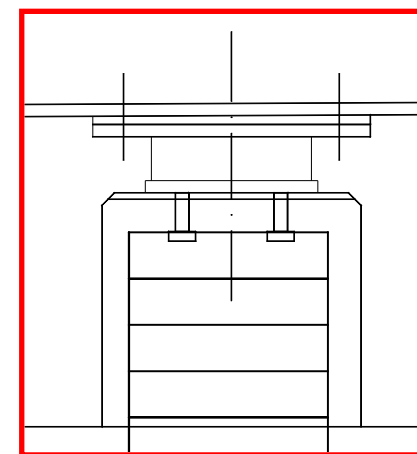
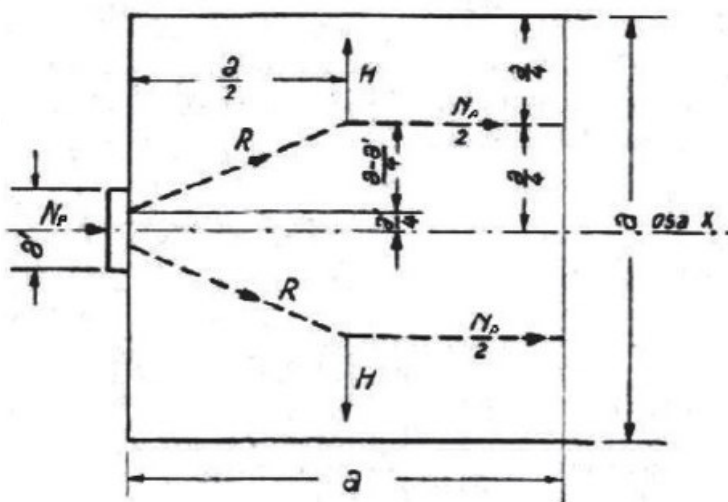
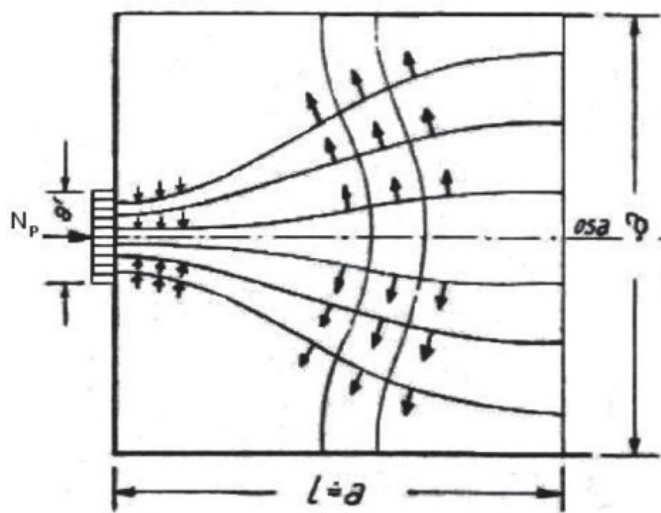
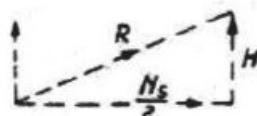
OSAZENÍ LOŽISEK

- Geometrické podmínky a uspořádání jednotlivých druhů ložisek stanoví návrhové předpisy (ČSN EN, TP, TKP)

ZÁKLADNÍ ZÁSADY

- Ložiska jsou uložena VŽDY vodorovně, pevné ložisko na nižším konci NK
- Musí být zajištěna vyměnitelnost ložisek (konstrukce ložiska, uspořádání na úložném prahu – 300 mm mezi NK a SS)
- Výztuž nálitků
- Kotvení ložisek



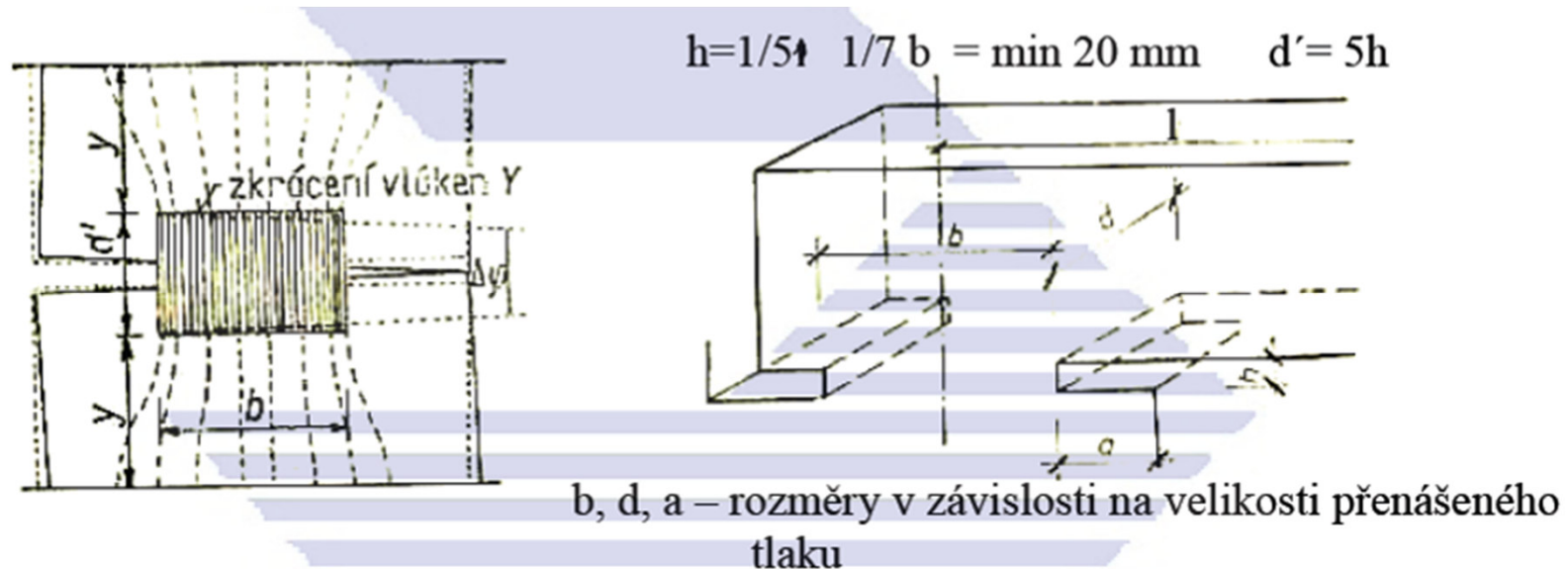


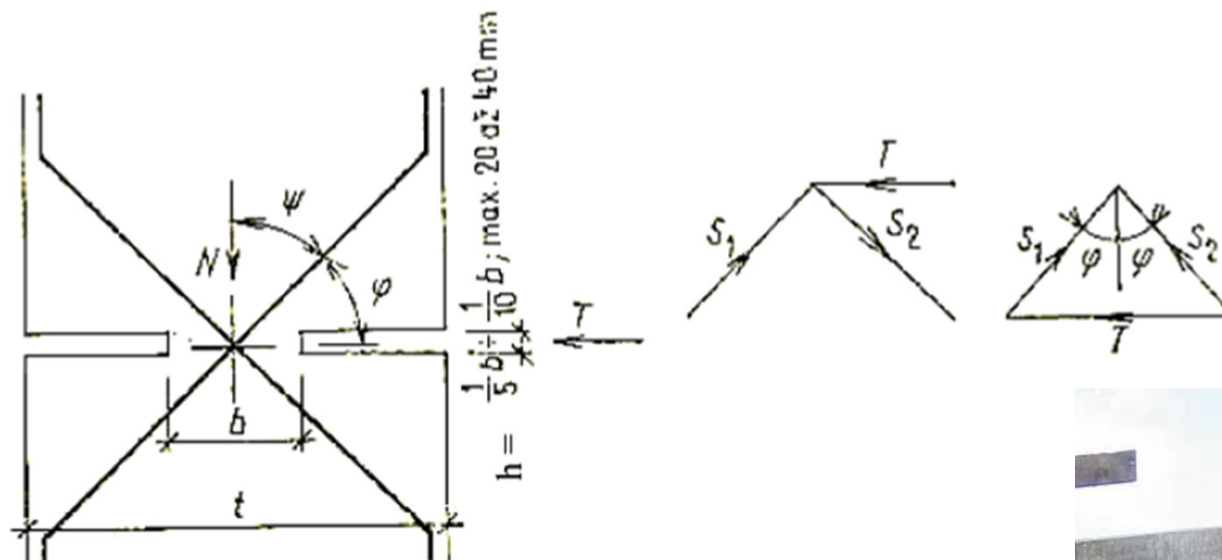
BETONOVÁ LOŽISKA - KLOUBY

- Konstrukčně jednoduché a levné řešení
- Umožňují pouze pootočení konstrukce

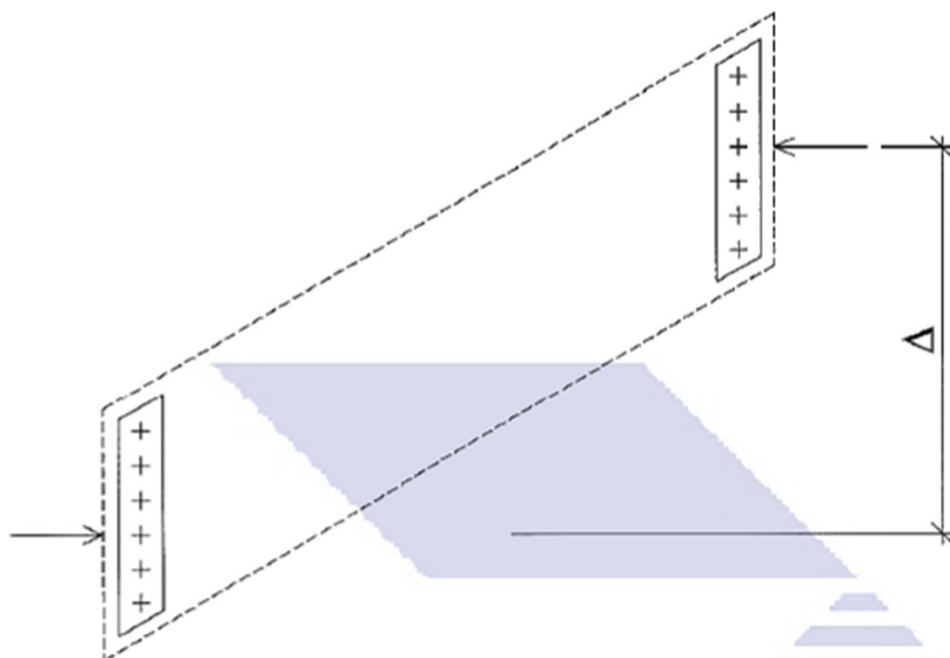
VRUBOVÉ KLOUBY

- Založen na plastickém chování silně tlakově zatíženého betonu
- Výztuž nemusí nutně kloubem procházet



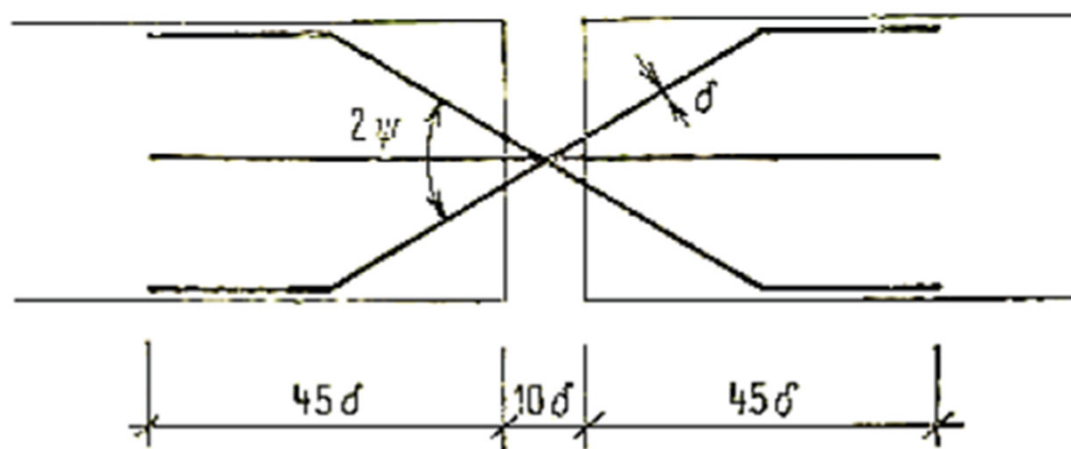


Pozor a šikmé konstrukce



PÉROVÉ KLOUBY

- Založen na přenosu vnitřních sil výztuží => beton plní pouze ochrannou funkci
- Výztuž musí kloubem procházet

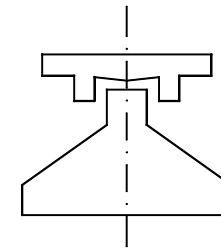


OCELOVÁ LOŽISKA

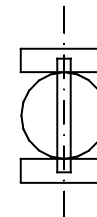
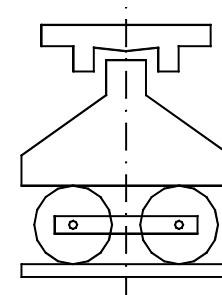
- Hojně využívaná zejména v minulosti (všechny typy mostů), nyní používána především u železničních ocelových mostů
- Umožňují všechny úpravy pohyblivosti konstrukce



Pevná

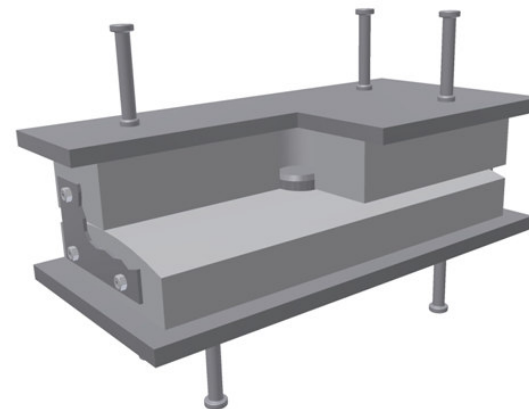
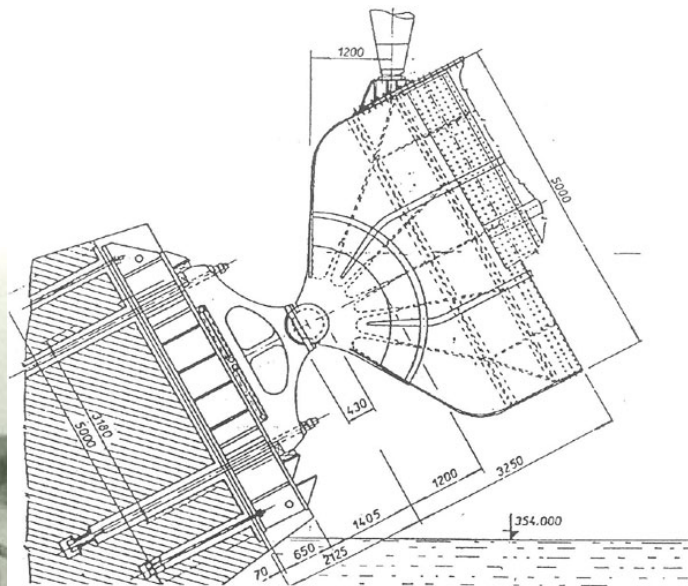
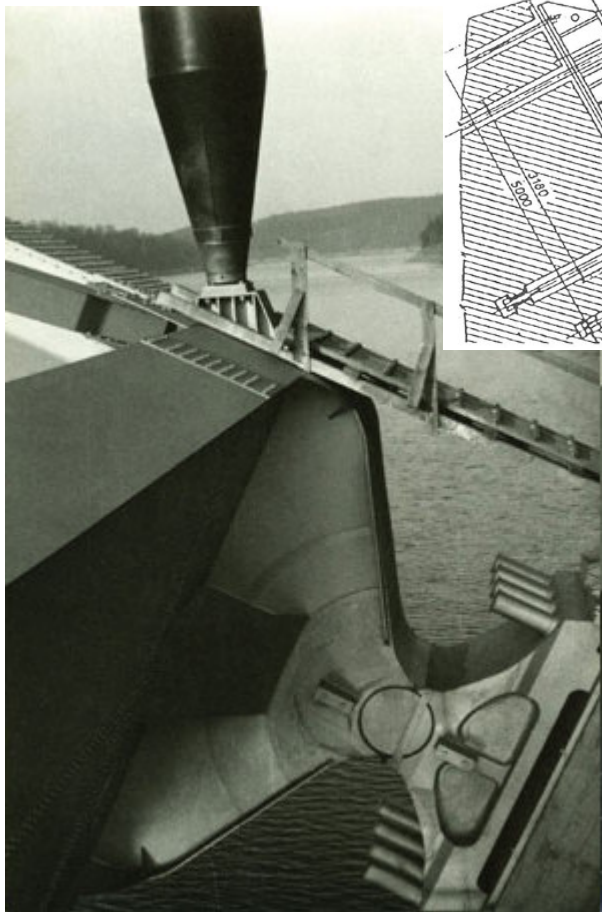


Jednosměrně pohyblivá



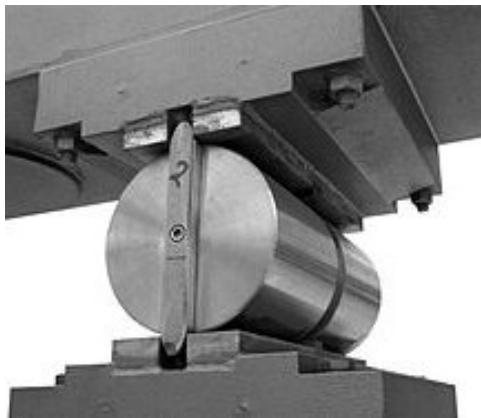
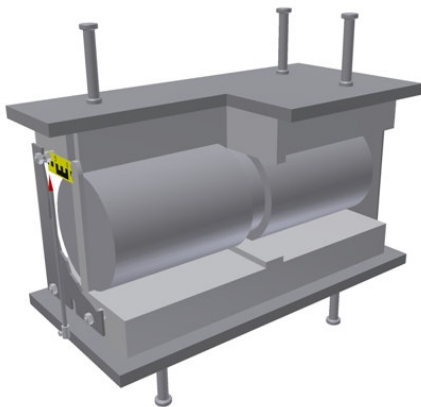
PEVNÁ OCELOVÁ LOŽISKA - KLOUBY

- Umožňují pouze pootočení konstrukce

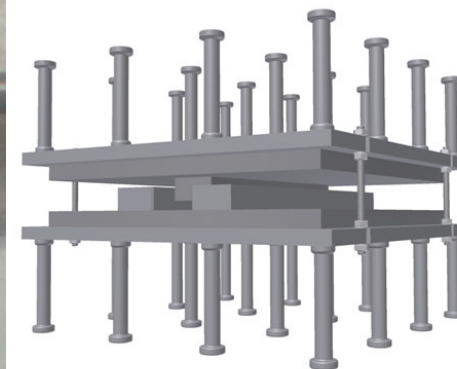


VEDENÁ (POHYBLIVÁ) OCELOVÁ LOŽISKA

- Umožňují (zajišťují) pohyb v definovaném směru

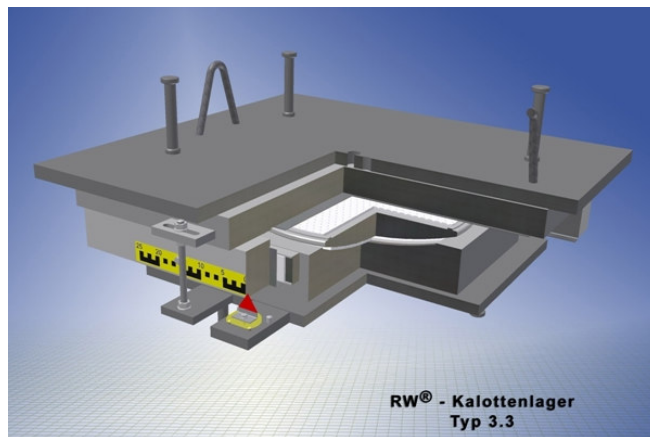
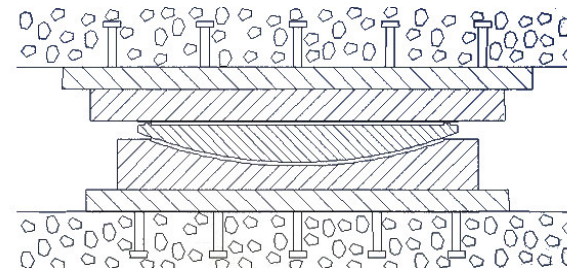
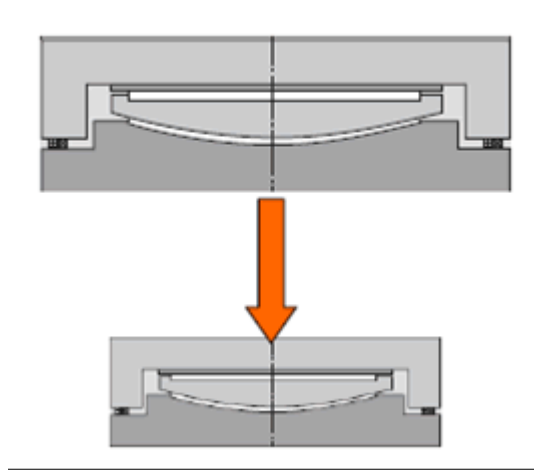


Vodicí přípravek na mostě s
všesměrnými elastomernými ložisky



KALOTOVÁ LOŽISKA

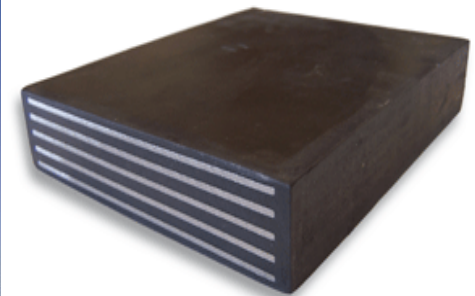
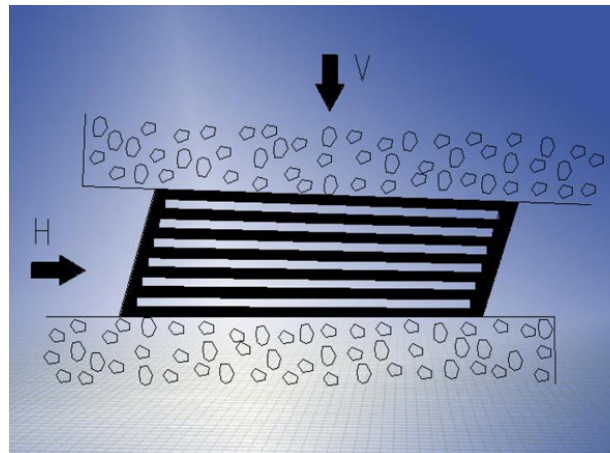
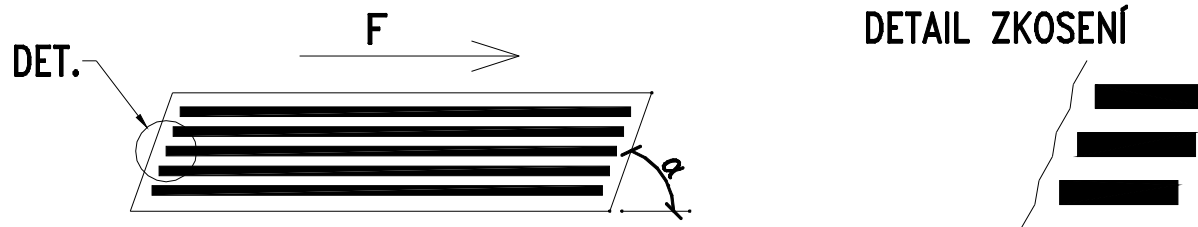
- Pohyb a natočení je umožněno kombinací zakřivené a vodorovné kluzné plochy
- Vysoce únosná ložiska pro velké mosty





ELASTOMEROVÁ LOŽISKA

- Založeny na přetvárných vlastnostech vyztuženého elastomeru
- Z principu všesměrně pohyblivá
- Předchůdcem jim bylo uložení na lepenku/pryžový pás



TYPY ELASTOMEROVÝCH LOŽISEK

Nekotvená ložiska

Typ 1 :

Nejuniverzálnější typ ložiska, který se díky opláštění elastomerem dobře přizpůsobí malým nerovnostem na styčných plochách.

Kotvená ložiska

Typ 2 :

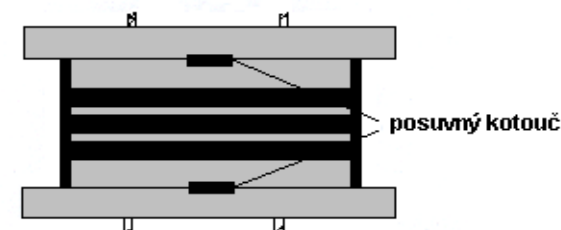
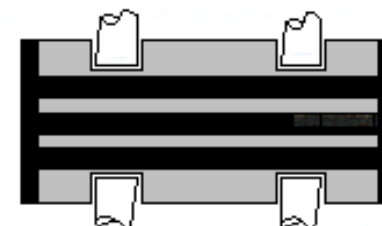
Typ ložiska s ocelovými deskami, navulkanizovanými na obou kontaktních plochách, se používá jako ložisko zajištěné proti skluzu. Zajištění proti skluzu je realizováno trny nebo šrouby zasahujícími do nosné konstrukce a spodní stavby.

Typ 4 :

Tento typ je variací typu 2. Ložisko typu 2 je kotveno pomocí posuvných kotoučů do ocelových plechů, které jsou součástí konstrukce. Výhodou je nutnost malého zdvihu konstrukce při výměně ložisek (cca 10mm).

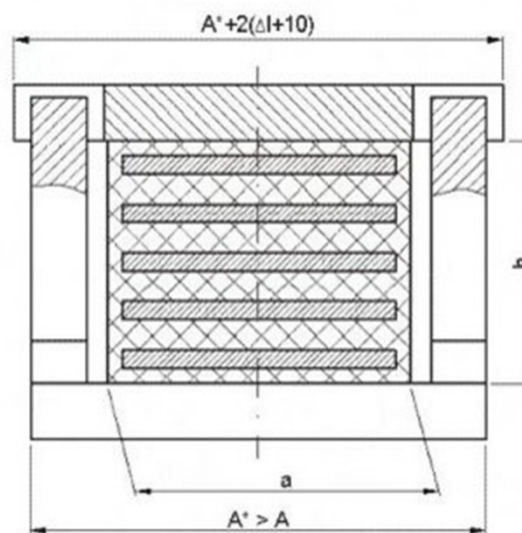
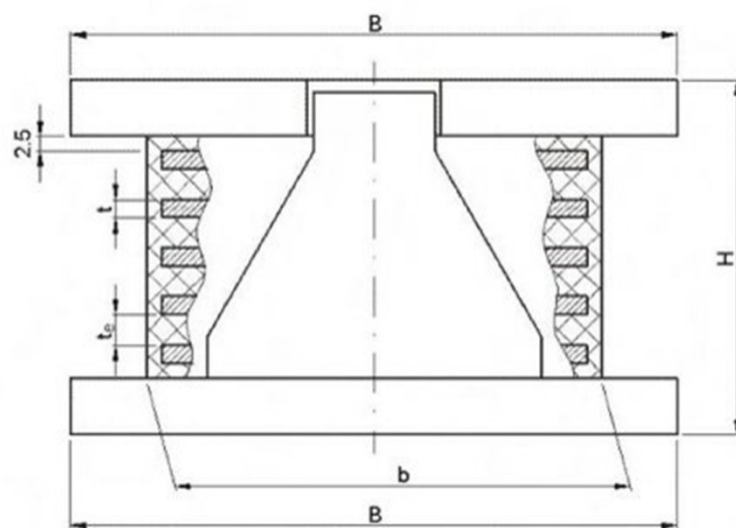
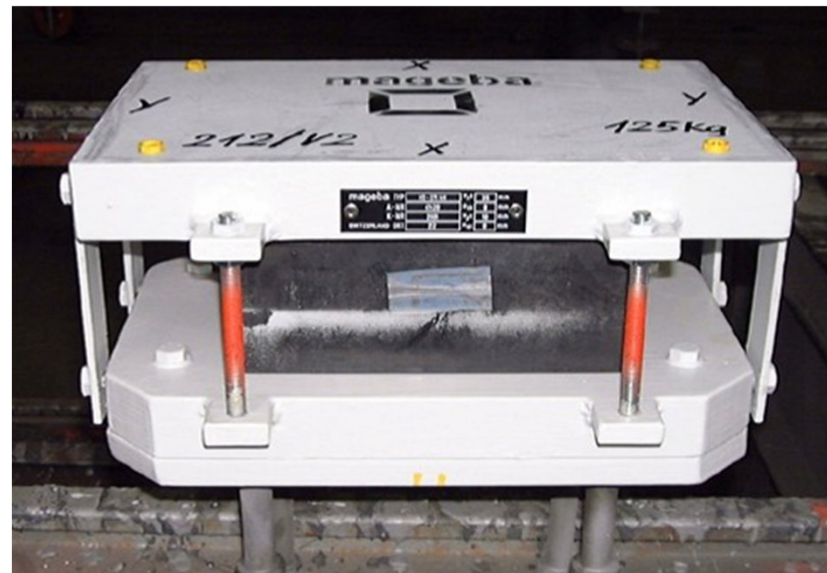
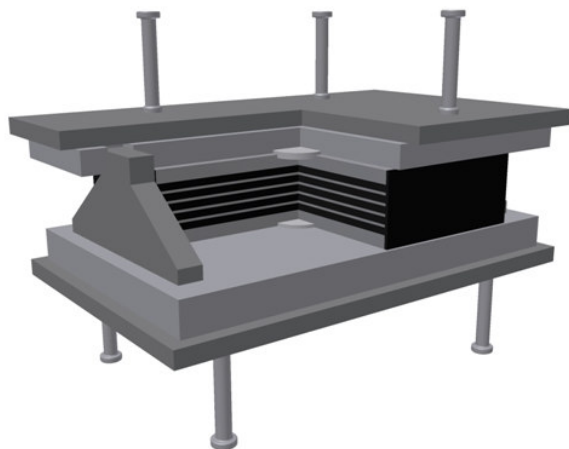
Typ 5 :

Výhodou tohoto typu ložiska je dobré přizpůsobení se přilehlým plochám a bezproblémová výměna nadzdvížením pouze o 5 – 6 mm.

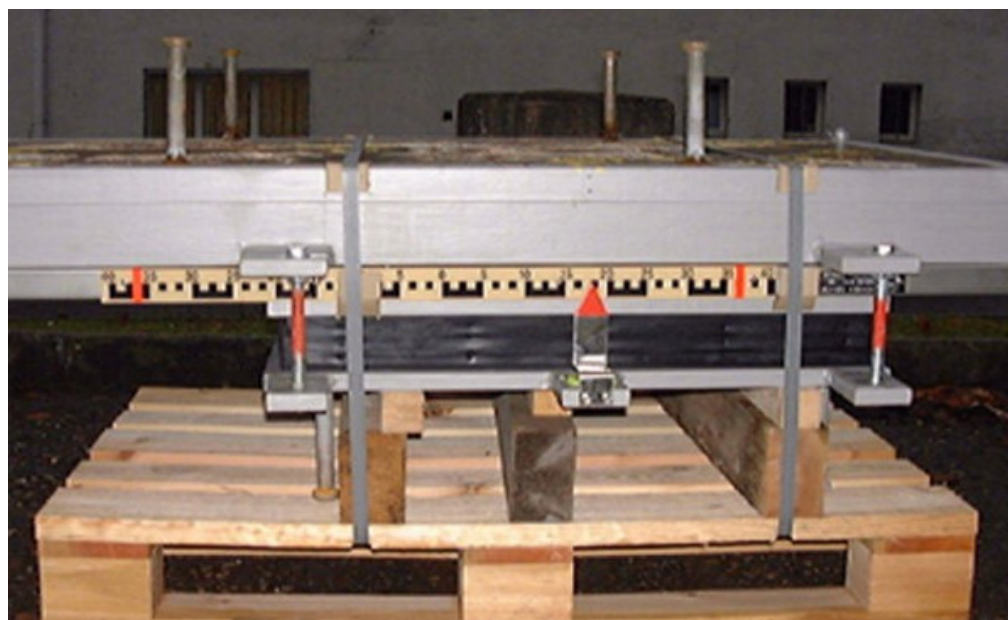
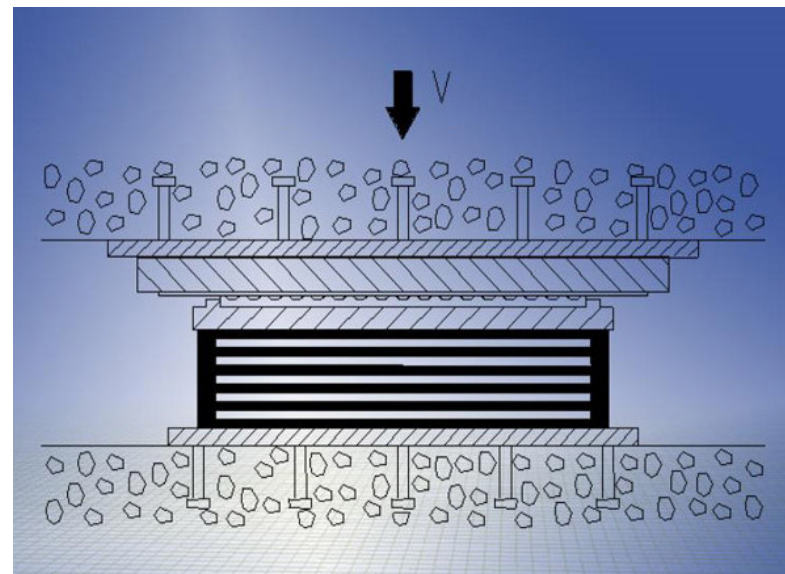
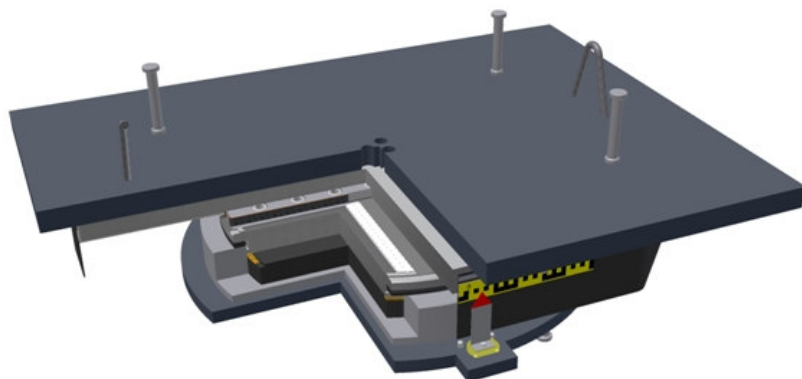


UPEVNŮVACÍ KONSTRUKCE

- Omezení pohybu ložiska



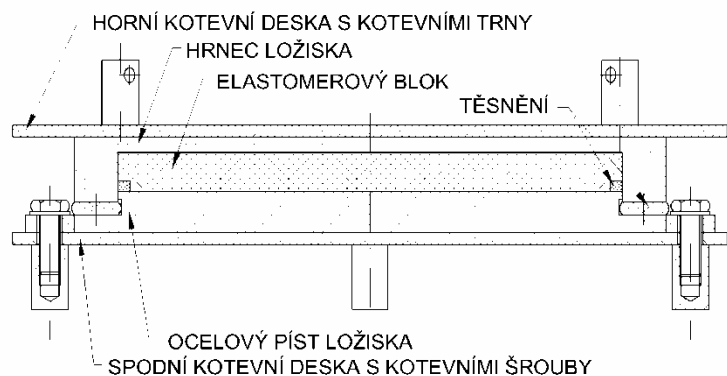
ÚPRAVA PRO VELKÉ POSUNY



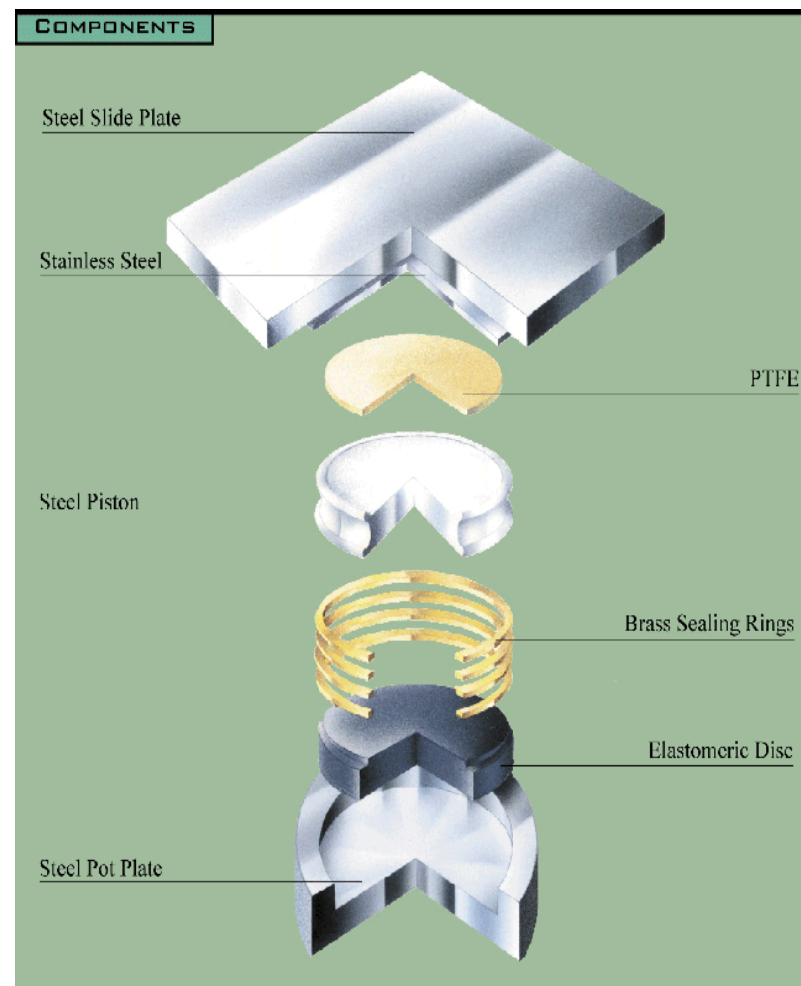
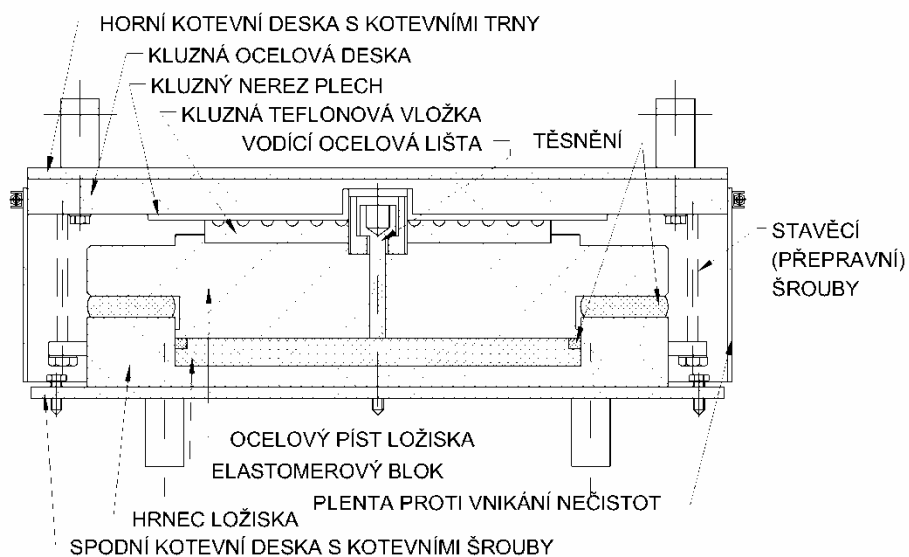
HRNCOVÁ LOŽISKA

- Založeny na přetvárných vlastnostech tlacené elastické hmoty uzavřené v nádobě

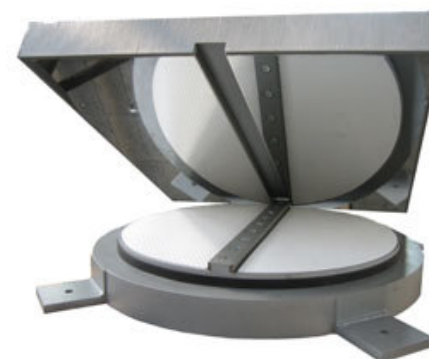
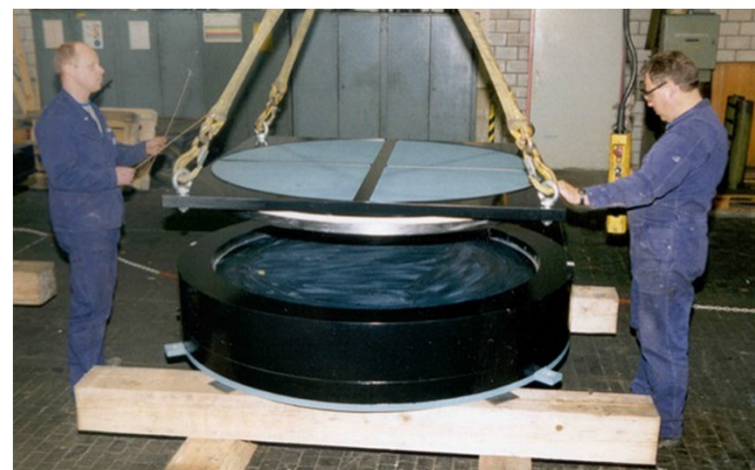
Pevné



Posuvné



VÝROBA



OSAZENÍ V KONSTRUKCI





Navrhování ložisek

- Základní návrhové parametry
 - Silové účinky (svislé + vodorovné síly)
 - Posuny v ložisku (příčné + podélné)
- Návrhový posun v ložisku

$$\Delta L = \Delta T \cdot \alpha_T \cdot L$$

ΔL – posun v ložisku

ΔT – celková změna teploty (viz ČSN EN 1991-1-5)

α_T – součinitel teplotní roztažnosti (pro beton cca $1 \cdot 10^{-5}$)

L – Celková dilatující délka konstrukce

- Při návrhu posunů je nutno uvažovat rezervy plynoucí z:
 - Nejistot ohledně teploty osazení NK na ložiska
 - Polohy pevného bodu
 - Obvykle v rozmezí 10 až 20°C

Děkuji za pozornost ...

