

**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
**FAKULTA STAVEBNÍ**

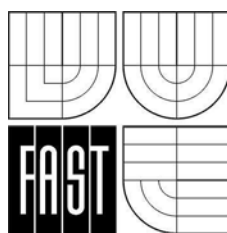
---

**ING. JOSEF PANÁČEK**

# **BETONOVÉ MOSTY I**

**MODUL M03**

**SPODNÍ STAVBA A PŘÍSLUŠENSTVÍ MOSTNÍCH OBJEKTŮ**



**STUDIJNÍ OPORY**  
**PRO STUDIJNÍ PROGRAMY S KOMBINOVANOU FORMOU STUDIA**

---



# OBSAH

<b>1 Úvod</b> .....	<b>7</b>
1.1 Cíle.....	7
1.2 Požadované znalosti.....	7
1.3 Doba potřebná ke studiu.....	7
1.4 Klíčová slova.....	8
<b>2 Spodní stavba mostů</b> .....	<b>9</b>
2.1 Opěry.....	9
2.1.1 Masivní opěry.....	10
2.1.2 Opěry z vyztuženého betonu.....	12
2.1.3 Mostní křídla.....	13
2.1.4 Opěry montované z prefabrikátů.....	15
2.2 Mezilehlé podpěry.....	16
2.2.1 Pilíře.....	16
2.2.2 Sloupové a stěnové podpěry.....	17
2.2.3 Členěné a kombinované podpěry.....	18
2.2.4 Montované podpěry.....	19
2.3 K návrhu vybraných prvků podpěr.....	21
2.3.1 Mostní křídla.....	21
2.3.1.1 Zavěšené křídlo.....	21
2.3.1.2 Dilatované křídlo.....	22
2.3.2 Masivní opěra.....	22
2.3.3 Mostní pilíř.....	23
2.4 Autotest.....	24
<b>3 Mostní svršek</b> .....	<b>25</b>
3.1 Svršek mostů pozemních komunikací.....	25
3.1.1 Vozovkové souvrství.....	25
3.1.2 Kryt vozovky.....	26
3.1.3 Izolační systém.....	26
3.1.3.1 Speciální úprava povrchu mostovky.....	27
3.1.3.2 Izolační vrstva.....	27
3.1.3.3 Ochranná vrstva.....	28
3.1.4 Vyrovňovací vrstva.....	29
3.1.5 Chodníky, odrazné pruhy, obruby a římsy silničních mostů.....	29
3.2 Svršek mostů drážních komunikací.....	31
3.3 Svršek ostatních mostů.....	32
3.4 Autotest.....	32
<b>4 Mostní vybavení</b> .....	<b>33</b>
4.1 Záchytné systémy.....	33
4.1.1 Svodidla.....	33
4.1.1.1 Ocelová svodidla.....	34
4.1.1.2 Betonová svodidla.....	40

4.1.1.3	Lanová svodidla .....	41
4.1.1.4	Kombinovaná svodidla.....	41
4.1.2	Tlumiče nárazů .....	42
4.1.3	Zábradlí .....	43
4.1.3.1	Zábradlí silničních mostů .....	43
4.1.3.2	Zábradlí železničních mostů.....	44
4.2	Odvodnění mostů.....	45
4.2.1	Odvodňovací zařízení.....	46
4.2.1.1	Odpadní zařízení .....	46
4.2.1.2	K návrhu odvodnění .....	48
4.2.1.3	Odvodnění povrchu izolace mostu .....	49
4.2.2	Odvedení vody z dutin nosné konstrukce .....	49
4.2.3	Odvodnění povrchu úložného prahu opěry .....	49
4.2.4	Odvedení vody z rubu opěr a křídel .....	50
4.2.5	Odvodnění železničních mostů .....	51
4.3	Ostatní vybavení .....	51
4.4	Autotest.....	52
<b>5</b>	<b>Mostní závěry .....</b>	<b>53</b>
5.1	Povrchové mostní závěry .....	53
5.1.1	Uzavřené závěry .....	54
5.1.1.1	Závěry s nenosným těsnícím prvkem.....	54
5.1.1.2	Závěry s nosným těsnícím prvkem.....	56
5.1.2	Otevřené závěry.....	57
5.2	Elastické mostní závěry .....	58
5.3	Podpovrchové mostní závěry .....	59
5.4	Závěry pro malé dilatace .....	59
5.5	Zvláštnosti závěrů železničních mostů.....	60
5.6	Návrh mostního závěru.....	60
5.7	Autotest.....	62
<b>6</b>	<b>Uložení mostů .....</b>	<b>63</b>
6.1	Systém uložení mostů.....	63
6.1.1	Charakteristiky ložisek.....	63
6.1.2	Podmínky uložení.....	64
6.2	Uložení mostů malých rozpětí.....	65
6.3	Kovová ložiska .....	65
6.3.1	Desková ložiska.....	65
6.3.2	Vahadlová ložiska .....	65
6.3.3	Válcová a stolicová ložiska .....	66
6.3.3.1	Ložiska z lité oceli a svařovaná.....	66
6.3.3.2	Ložiska z vysokopevnostní oceli.....	67
6.3.4	Kolejnicová ložiska .....	67
6.4	Uložení na betonové klouby .....	68
6.4.1	Vrubové klouby .....	68
6.4.1.1	Klouby s úzkým vrubem .....	69

---

6.4.1.2	Klouby se širokým vrubem .....	69
6.4.2	Pérové klouby .....	69
6.5	Elastomerová ložiska .....	70
6.6	Kombinovaná ložiska.....	73
6.6.1	Hrncová ložiska .....	73
6.6.2	Kalotová a cylindrická ložiska.....	74
6.7	Autotest .....	74
<b>7</b>	<b>Přechodová oblast u mostů .....</b>	<b>75</b>
7.1	Přechody bez přechodových desek .....	76
7.2	Přechody s přechodovými deskami.....	76
7.3	Návrh rozměrů, konstrukční pokyny .....	77
7.4	Autotest .....	78
<b>8</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>79</b>
8.1	Shrnutí .....	79
8.2	Studijní prameny .....	79
8.2.1	Seznam použité literatury .....	79
8.2.2	Seznam doplňkové studijní literatury .....	81
8.2.3	Odkazy na další studijní zdroje a prameny .....	81
8.3	Klíč.....	81
8.4	Poznámky.....	82



# 1 Úvod

## 1.1 Cíle

V modulu CB3 se seznámíme se základními principy konstrukčního řešení a navrhování spodní stavby mostů, zásadami pro návrh přechodové oblasti mezi mostem a širou tratí a s údaji o příslušenství mostů.



U spodní stavby se bude jednat jednak o opěry, jednak mostní křídla a i mezilehlé podpěry a navrhování vybraných prvků. V rámci příslušenství mostů bude cílem seznámit se s možnostmi vytváření svršku mostů (vozovky, chodníků, říms atd.), jejich vybavením (záchytné systémy, odvodnění, osvětlovací zařízení atd.), s informacemi o mostních závěrech a o způsobech zajištění uložení nosné konstrukce mostu na podpěry. Součástí modulu jsou i možnosti při návrhu přechodové oblasti jednak formou bez nebo s přechodovou deskou.

Celý modul navazuje a vychází z látky, která byla uvedena ve skriptech Doc. Ing. Milana Sečkáře, CSc. [5], modernizuje a rozšiřuje ji.

Pro naplnění cílů tohoto modulu bylo také potřeba jej nejen napsat a přepsat, ale také jej vybavit obrázky. Proto na tomto místě je potřeba poděkovat těm, kteří se na tomto podíleli, tj. Ing. Patriku Panáčkovi a paní Jarmile Sumcové. Dále je třeba vyslovit poděkování Ing. Pavlu Kolenčíkovi za pomoc při zajištění některých podkladů.

## 1.2 Požadované znalosti

Látka probíraná v tomto modulu předpokládá znalosti z oblasti zatížení stavebních konstrukcí, mechanicko-fyzikálních vlastností materiálů, vytváření statických modelů prvků a konstrukcí a základních principů navrhování. Dále je potřeba znát základní způsoby výpočtu statických veličin ze stavební mechaniky pro různé typy zatížení a stanovení napjatosti prvků při různých způsobech namáhání z pružnosti a plasticity. Předpokládají se i základní znalosti o parametrech a vybavení pozemních komunikací, železničních a jiných dopravních staveb. Z technické matematiky a fyziky (zde především z mechaniky) jsou zapotřebí běžné znalosti získané již na střední škole nebo v předcházejícím studiu na fakultě stavební.



## 1.3 Doba potřebná ke studiu

Modul zahrnuje z celé problematiky předmětu Betonové mosty I přibližně 1/3 probírané látky, což odpovídá čtyřem týdnům z celého semestru. Doba potřebná k nastudování jednotlivých kapitol a celého textu je především závislá na obtížnosti tématu, předchozích znalostech a schopnostech studenta. Z těchto důvodů se dá pouze odhadnout a může činit asi 15 hodin.



## 1.4 Klíčová slova



Spodní stavba, podpěra, opěra, základ, dřík podpěry, úložný práh, závěrná zeď, křídlo, zavěšené křídlo, dilatované křídlo, pilíř, sloup, stojka, pylon, zhlaví, napjatost, stabilita, příslušenství mostu, svršek, vozovka, kryt, izolace, chodník, římsa, kotvení, šterkové lože, mostní vybavení, svodidlo, zábradelní svodidlo, zábradlí, tlumiče, odvodnění, sběrné plochy, odvodňovací zařízení, odpadní zařízení, odvodňovač, rigolový odvodňovač, obrubníkový odvodňovač, rošt, talíř, odpadní trouba, odvodňovací (odpadní) žlab, skluz, osvětlovací zařízení, revizní zařízení, mostní závěr, dilatační spára, dilatace, uložení mostu, ložisko, přímé uložení, kloub, elastomer, přechodová oblast, přechodový klín, přechodová deska.

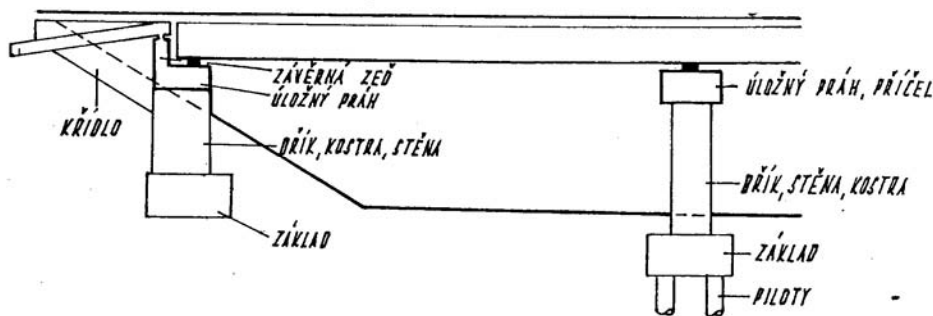


## 2 Spodní stavba mostů

Spodní stavba mostů stejně jako jejich nosná konstrukce patří z funkčního hlediska k důležitým součástem mostního objektu. Přitom vhodné umístění a návrh určitého typu spodní stavby může do značné míry ovlivnit jak finanční náklady, tak i návrh a estetický vzhled celého mostního objektu. Z hlediska použitého materiálu může být provedena především z betonu, dále pak ze zdiva, ze dřeva, z oceli nebo jiných kovů popř. z vyztužené zeminy.



Betonová spodní stavba může být navržena jako masivní, dutá nebo členěná a provedena z monolitu, z prefabrikátů popř. kombinací obou možností. Mezi její hlavní části patří základ, podpěry, kotevní bloky, mostní křídla, závěrné zdi a případně i ledolamy. Za hlavní část lze považovat podpěru, která má za úkol přenášet podporové tlaky nosné konstrukce popř. i přechodové desky na základ mostu. Podle polohy rozlišujeme podpěry krajní (opěry) a vnitřní (mezilehlé). Zobrazení základních částí spodní stavby a částí vlastních podpěr je zřejmé z **obr. 2.1**. Konstrukčně mohou podpěry mít charakter stěn, sloupů, rámu apod.; můžeme tedy hovořit o pilířích, stěnových, sloupových nebo rámových podpěrách, členěných podpěrách, tížních opěrách, pylonech apod. Mohou být provedeny jak monolitické tak i montované z dílců (prefabrikátů) popř. kombinovaným způsobem. V současné době se u nás montované podpěry příliš nepoužívají.



Obr. 2.1 Základní části spodní stavby

Charakteristickými rozměry podpěr jsou délka, tloušťka a výška. Délkou rozumíme vodorovný rozměr ve směru jejího líce, tloušťkou vodorovný rozměr kolmo k líci v polovině délky (vždy v horní úrovni úložného prahu) a výškou svislý rozměr od horního povrchu základu po horní úroveň úložného prahu. Šikmost podpěr je dána úhlem mezi lícem podpěry a osou mostu.

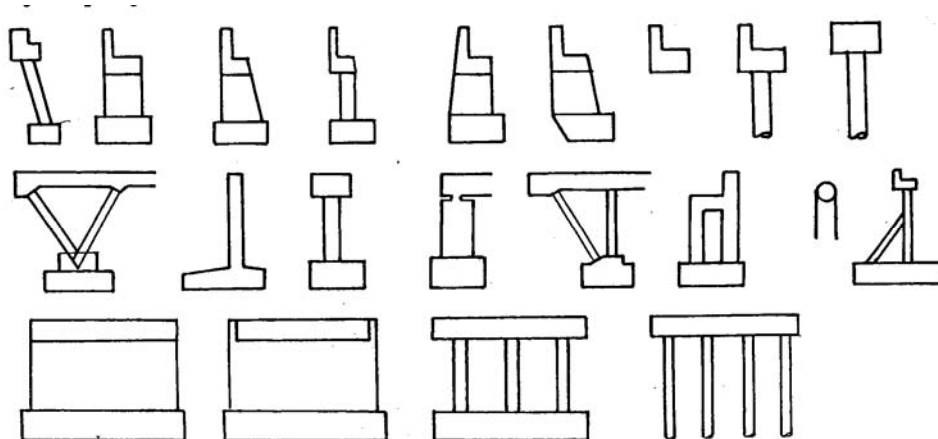
### 2.1 Opěry

Opěry jako krajní podpěry mostu musí plnit několik funkcí:

- převádí vertikální a horizontální podporové tlaky nosné konstrukce do základové spáry,
- zachycují navíc oproti mezilehlé podpoře za svým rubem zemní tlak násypu,
- uzavírají krajní mostní otvor vůči zemnímu tělesu popř. terénu,
- umožňují uložení přechodové desky a spolu s ní vytváří plynulý přechod mezi vozovkou na mostě a na zemním tělese,

- slouží pro vetknutí zavěšených křídel,
- umožňují podélnou dilataci nosné konstrukce.

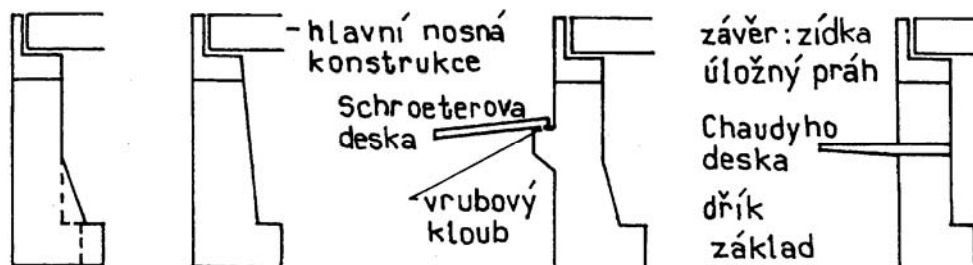
Mezi základní typy betonových opěr patří opěry klasické tízní (masivní), obsypané, skříňové a prosypané (přesypané) členěné. Jejich možné tvary jsou schematicky znázorněny na **obr. 2.2**. Zatímco masivní opěry jsou většinou provedeny z prostého betonu (mimo některých částí), ostatní jsou z vyztuženého betonu.



Obr. 2.2 Základní tvary opěr

### 2.1.1 Masivní opěry

Masivní opěry z betonu bývají většinou provedeny z plných průřezů, v některých případech mohou být vylehčeny dutinami. Jejich konkrétní tvary jsou závislé na místních podmínkách. U lícnicí plochy se dává přednost svislé rovině (u vyšších opěr se pod povrchem terénu může navrhnout náběh). Skloněné viditelné lícnicí plochy se nad terénem navrhují pouze v odůvodněných případech - např. ve městě, když boční opěrné zdi podjezdu v zářezu mají líc ve sklonu. Rubová plocha z hlediska provádění je nejvýhodnější svislá, u vyšších opěr je možné ji navrhnout v mírném sklonu. Na **obr. 2.3** je vlevo uveden základní tvar příčného řezu opěry; další tři jsou vhodné pro odpovídající podmínky s tím, že obě opěry vpravo jsou doplněny Chaudyho a Schroeterovou deskou, které příznivě ovlivňují napětí v základové spáře. V některých případech se mohou použít tzv. rozepřené opěry (kloubově spojené s nosnou konstrukcí), což vede ke snížení spotřeby materiálu, protože v důsledku rozepření vzdoruje účinkům zemního tlaku i nosná konstrukce.



Obr. 2.3 Tvary masivních opěr

Při návrhu základu s ohledem na posun výslednice působících sil v základové spáře vlivem horizontální složky zemního tlaku směrem dovnitř mostu je

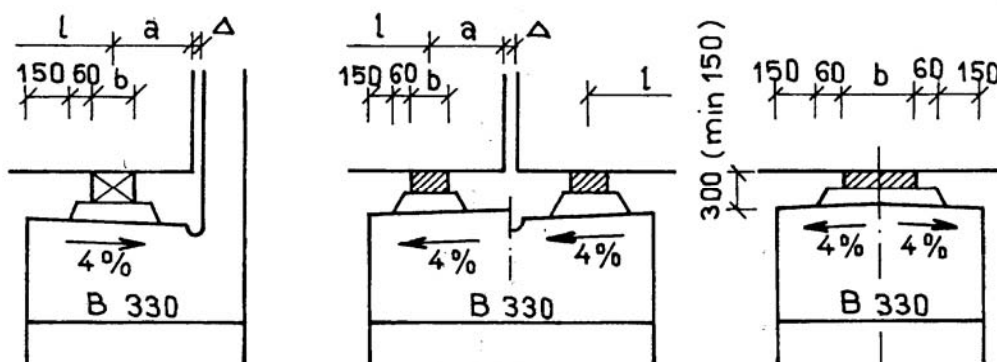
správně navrhnout základ tak, aby působíště svislých sil bylo ze všech zatěžovacích stavů v mezích jádrové úsečky (např. zvětšením základu, jeho posunem dovnitř mostu popř. jeho podseknutím na rubové straně opěry – viz **obr. 2.2**).

Zmenšení výšky masivní obsypané opěry je možné docílit jejím osazením na velkopřůměrové piloty – viz **obr. 2.2**. Může se jednat buď o opěru v násypu (obsypaná opěra) nebo opěru provedenou na pilotové stěně. V některých případech se toto řešení dá použít i bez pilot – např. při dostatečně únosné zemině. Hlavní výhodou této opěry je menší spotřeba materiálu.

Základními součástmi masivní opěry jsou dřík, úložný práh, závěrná zeď (zídka) a v širším slova smyslu i základ. Zatímco základ a dřík bývá běžně proveden z prostého betonu, úložný práh a závěrná zídka se navrhuje ze železobetonu (většinou i z kvalitnějšího betonu). V současné době se však vyztužuje i dřík masivní opěry s ohledem na omezení vlivu smršťování betonu a teplotních vlivů. Vyztužení dříku je také možné u rozepřených podpěr. U obsypané opěry může být dřík popř. i základ vyloučen.

Úložný práh slouží jako nosný prvek přenášející podporové tlaky od nosné konstrukce prostřednictvím na něm osazených ložisek nebo od konstrukce přímo na něm ležící (např. při uložení na lepenku). Výztuž navržená v úložném prahu slouží pro zachycení vodorovných podporových sil, příčných štěpících sil od soustředěného tlaku a pro zachycení tahu od ohybových momentů a smykového napětí od posouvajících sil v podélném směru prahu. Zjednodušeně lze velikost těchto ohybových momentů a posouvajících sil stanovit na nosníku, u něhož je známo zatížení od nosné konstrukce (podporové tlaky pod ložisky) a zatížení od těchto tlaků roznesené na spodní plochu prahu pod úhlem  $45^\circ$ . Přesněji lze řešení provést pro nosník na pružném podkladu nebo jako nedílnou součást celé opěry a nebo v některých případech využít výsledků zjištěných na modelech.

Minimální výška prahu je 0,40 m; délka prahu je rovna šířce opěry. Šířka prahu je závislá na použitém ložisku, nosné konstrukci a na situování prahu. Nejmenší šířka opěry v místě prahu je rovna součtu minimální vzdálenosti okraje uložení, tj. ložiska popř. úložného bloku od vnitřní hrany prahu (min. 0,15 m), poloviny rozměru úložné desky ložiska nebo bloku, přesazení konstrukce za teoretickou podporu, šířky dilatační spáry a tloušťky závěrné zídky (**obr. 2.4**).



Obr 2.4 Stanovení šířky úložného prahu

Minimální šířka úložného prahu na pilíři je pro konstrukci spojitou rovna součtu dvojnásobku ochranné vzdálenosti ložiska ( $2 \times \text{min. } 0,15 \text{ m}$ ) a rozměru úložné plochy, pro konstrukci z prostých polí dvojnásobnému součtu ochranné

vzdálenosti, rozměru úložné plochy, přesazení konstrukce za teoretickou podporu a poloviny šířky dilatační spáry (*obr. 2.4*).

Úložný práh musí být navržen tak, aby bylo zajištěno odvedení prosáklé vody a aby tato voda nenarušovala ložiska. Proto jeho horní povrch musí být ve spádu min. 4 % směrem do pole nebo k závěrné zdi a pod ložisky se umisťují zvýšené podložiskové bloky. Nad prahem musí být také dostatečný prostor pro umožnění prohlídky, údržbu ložisek a pro umístění zařízení k nadzdvihování nosné konstrukce pro výměnu a opravy ložisek – min. 0,15 m (nejlépe 0,30 m popř. i více; pro tento účel mohou být v prahu vytvořeny kapsy) – *obr. 2.4*.

Závěrná zeď (zídka) jako stěna vetknutá do úložného prahu slouží k uzavření zemního tělesa vůči čelu nosné konstrukce. Podélné dilatace konstrukce proto mohou volně probíhat a její konec se může volně pootáčet. Závěrná zeď může také vytvořit dostatečný prostor pro průchod za čelem nosné konstrukce (u větších mostů pro případnou kontrolu mostního závěru, pro kontrolu, dopínání a lepší údržbu popř. pro přístup do nosné konstrukce) – u větších mostů 0,60 až 0,75 m i více. Naopak u malých mostů stačí mezera pouze 0,15 m.

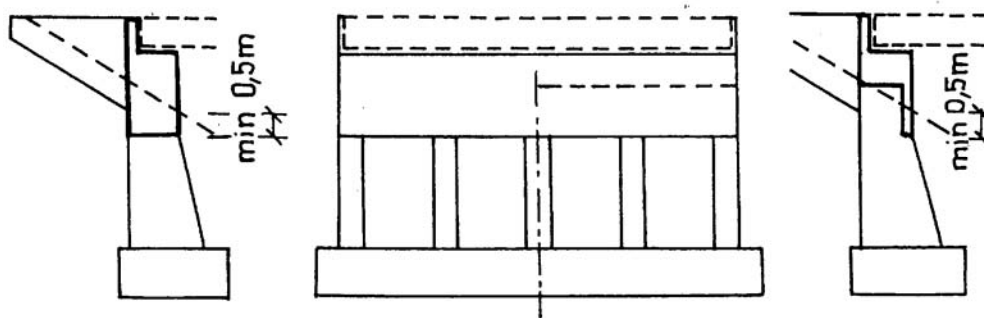
Výška závěrné zdi je dána výškou nosné konstrukce a výškou uložení; tloušťka je závislá na výšce - nejmenší tloušťka se nenavrhuje menší než 0,25 m. V horní části zdi se vynechává kapsa stejně jako na konci nosné konstrukce pro zakotvení mostního závěru. V horní části závěrné zdi, ale na jejím rubu, může být provedena konstrukční úprava pro uložení přechodové desky (krátká konzola nebo vybrání). Závěrná zídka je namáhána zemním tlakem v klidu, účinky dopravních prostředků a při uložení přechodové desky na ní i podporovým tlakem této desky.

Základ slouží k přenesení veškerých účinků z mostní konstrukce do základové půdy. U masivních opěr se navrhuje z prostého betonu. Délka základu se zpravidla rovná šířce opěry (může být i větší); šířku je nutno navrhnout tak, aby napětí v základové spáře nepřekročilo přípustné hodnoty pro danou základovou půdu. Horní povrch základu musí být pro umožnění odtoku vody opět ve spádu 4 %. U základu se výpočtem prokazuje i bezpečnost proti porušení základového výstupku, tj. části, která přečnává před líc opěry. S ohledem na velkou výšku výstupku vzhledem k jeho vyložení neplatí běžné předpoklady pružnosti pro dlouhé nosníky. Podle poměru vyložení  $v$  a výšky výstupku  $h$  se tento podle ČSN 736206 poruší buď hlavním tahem nebo tahem za ohybu. U základu ze železobetonového betonu se výstupek počítá na ohyb i smyk.

## 2.1.2 Opěry z vyztuženého betonu

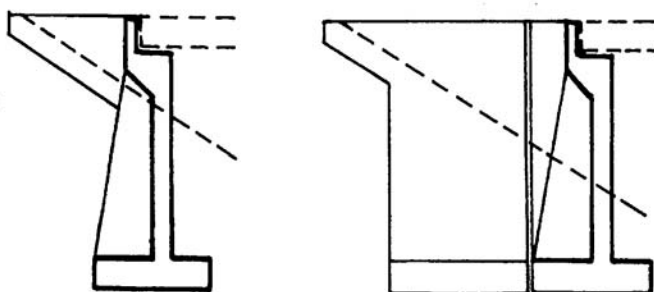
Masivní opěry jsou poměrně těžké a namáhání základové půdy je velké. Na méně únosných nebo stlačitelných půdách, pokud není možné volit založení na velkopřůměrových pilotách, je vhodné navrhnout lehké vyztužené opěry.

Je-li část opěry vyčnívající nad terén nízká, může být dřík podobně jako u mezilehlých členěných podpěr vytvořen z jednotlivých svislých žeber (stěn nebo stojek) osazených na průběžném základu (přesypané členěné opěry). Vrchní část, vytvářející plnou pohledovou plochu a zachycující zeminu za rubem opěry, slouží zároveň jako úložný práh. Do krajních žeber mohou být pak vetknuta (zavěšena) křídla. Zmenšení výšky vrchní plné části je možné docílit vytvořením čelní krycí stěny, náležitě zapuštěné pod povrch svahu (*obr. 2.5*).



Obr. 2.5 Železobetonová přesýpaná členěná opěra

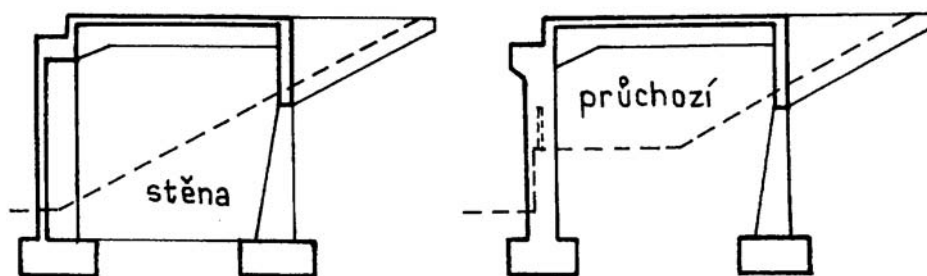
Členěná přesýpaná opěra se směrem kolmo ke své rovině vyšetřuje podobně jako masivní opěra s tím, že zatěžovací šířka stojek vzdorujících účinkům zemního tlaku se uvažuje rovna dvoj až trojnásobku šířky stojky. Ve směru roviny se tato opěra řeší jako rám; příčel je nutno dimenzovat nejen na rámový účinek, ale i na příčné tahy vznikající pod ložisky jako na úložném prahu; stojky je nutno dimenzovat na účinky z obou směrů.



Obr. 2.6 Železobetonová nepřesýpaná opěra

U opěr nepřesýpaných může být dřík vytvořen jako stěna, vyztužená na rubové, případně u vyšších opěr i na lícni straně (pod povrchem terénu - *obr. 2.6*). Křídlo je buď vetknuté, nebo při větší délce dilatované. Pokud bude křídlo vetknuté, základ bude

ve větší ploše pod zeminou za rubovou stranou dříku, což zmenší napětí v základové spáře, a při otevřené rubové ploše opěry, hovoříme o tzv. skříňových opěrách (např. *obr. 2.10*). Pro zvýšení její stability vůči účinkům zemního tlaku se může tato opěra provést s dalšími vodorovnými deskami (tzv. kotevními deskami) vytvářející předělová podlaží.



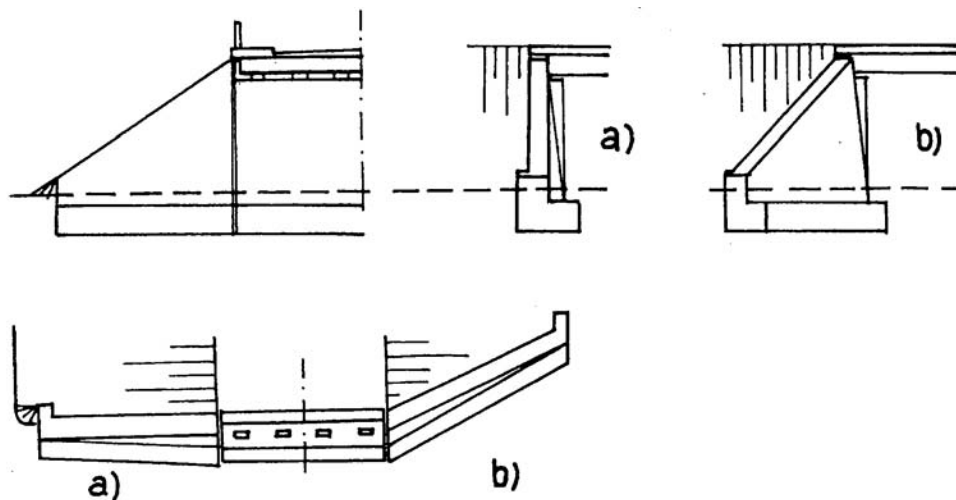
Obr. 2.7 Železobetonová dutá opěra

Zvláštním druhem železobetonových opěr jsou opěry duté, používané ve speciálních případech (*obr. 2.7*).

### 2.1.3 Mostní křídla

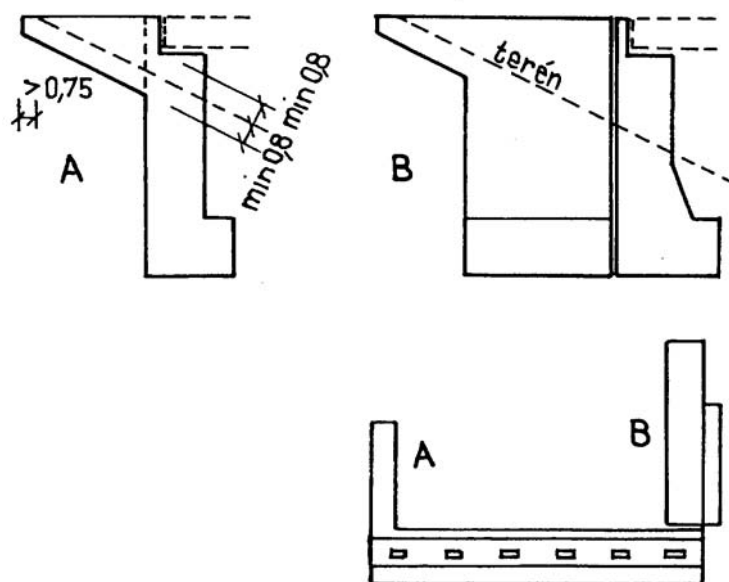
Mostní křídla uzavírají zeminu za rubem opěry po stranách zemního tělesa komunikace. Křídla, konstrukčně provedená jako zeď nebo stěna, navazují na

opěru. Mohou být půdorysně navržena jako křídla svahová v provedení jako kolmá nebo šikmá, nebo jako křídla rovnoběžná s komunikací a nebo jiného tvaru (lomená, zakřivená). Z hlediska napojení na opěru mohou být na ni zavěšena nebo od ní oddilátována. Volba typu křídla je závislá na místních poměrech daných tím zda je most v zářezu nebo násypu, komunikačními poměry v okolí mostu, požadavky na volný prostor apod.



Obr. 2.8 Svahové křídlo: a) kolmé, b) šikmé

Svahová křídla se od opěry vždy oddělují dilatační spárou; jejich horní povrch kopíruje sklon svahu (obr. 2.8 a,b). Rovnoběžná křídla větších rozměrů se navrhují jako dilatovaná, při menších vyloženíh je možné jejich vetknutí do opěry – jedná se o křídla zavěšená (obr. 2.9 a,b). Přitom je však nutné zachovat statické proporce křídla a opěry z hlediska hmotnosti.



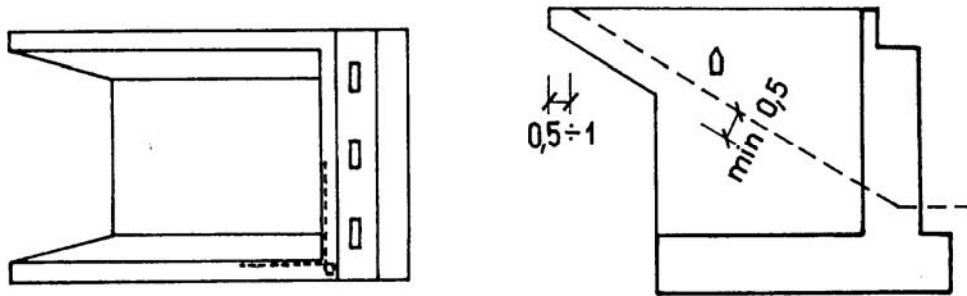
Obr. 2.9 Typy rovnoběžných křídel: a) zavěšené, b) dilatované

kdy zemina za rubem opěry vytvoří protiváhu k horizontální složce zemního tlaku na rub opěry, sníží se napětí v základové spáře (vhodné i pro méně únosné půdy) a křídla jsou méně namáhána. Styk s opěrou se i u konstrukce

Délku křídel je možné zkrátit vytvořením zídek o výšce 1 až 1,50 m kolem paty kužele. Tato úprava je vhodná zvláště u mostů městských, protože se současně zmenšuje šířka zemního tělesa.

U úzkých mostů je výhodné založit opěru a křídla na společnou základovou desku. Jedná se vlastně o skříňovou opěru,

z prostého betonu vyztuží (*obr. 2.10*). Pro zmenšení tloušťky křídel je možné dlouhá křídla vzájemně spojovat obetonovanými táhly. Táhla se dimenzují na tah vyvozený zemním tlakem a na ohyb od vlastní hmotnosti a tíhy zeminy. Pro výpočet zatížení tíhou zeminy se uvažuje trojnásobek šířky táhla.



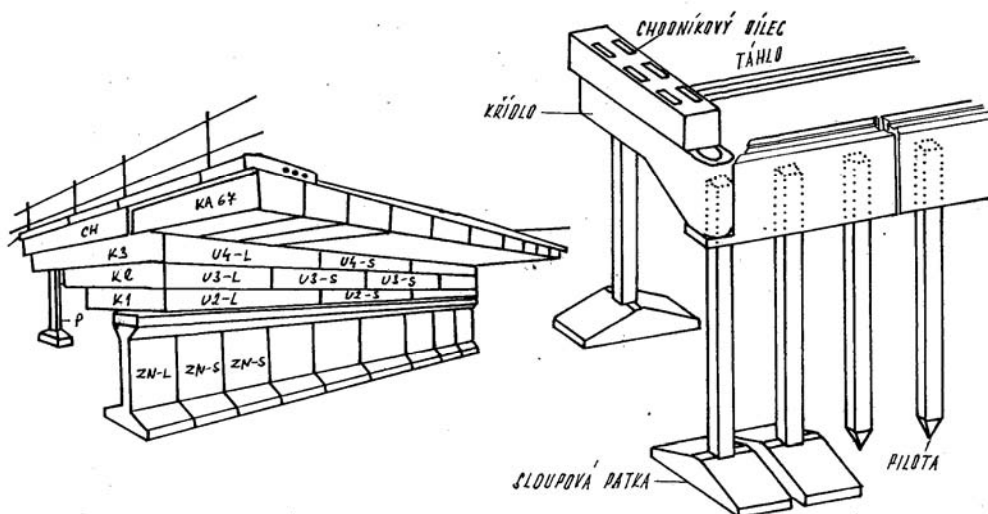
*Obr. 2.10 Křídla úzkých mostů včetně možnosti jejich spojení táhly*

Zavěšené křídlo se může počítat jako konzola působící ve svislém i vodorovném směru při uvažování zemního tlaku v klidu - výztuž se dává symetricky k oběma povrům. Dilatované křídlo se počítá na zemní tlak aktivní podobným způsobem jako masivní opěra. Podrobnosti řešení jsou uvedeny v kapitole 2.3.1.

#### 2.1.4 Opěry montované z prefabrikátů

Opěry montované z prefabrikátů se uplatňovaly především u mostů malých a středních rozpětí. Historicky se nejdříve používaly dílce o menších hmotnostech a později o větších hmotnostech. Postupně se používaly prvky pro masivní opěry a později i pro opěry obsypané či prosypané.

Většinou se uplatňovaly vodorovné prvky (tj. s vodorovnými spárami), z kterých se vytvářel dílek opěry a křídla. Tyto prvky se zmonolitňovaly vkládáním výztuže a jejím zabetonováním do průběžných svislých dutin. Vodorovné prvky se ukládaly přímo na základ nebo zprostředkovaně nejdříve na stěny či piloty a pak případně i na základ (monolitický nebo prefabrikovaný pás nebo prefabrikované patky). Příklady montovaných opěr jsou na *obr. 2.11*.

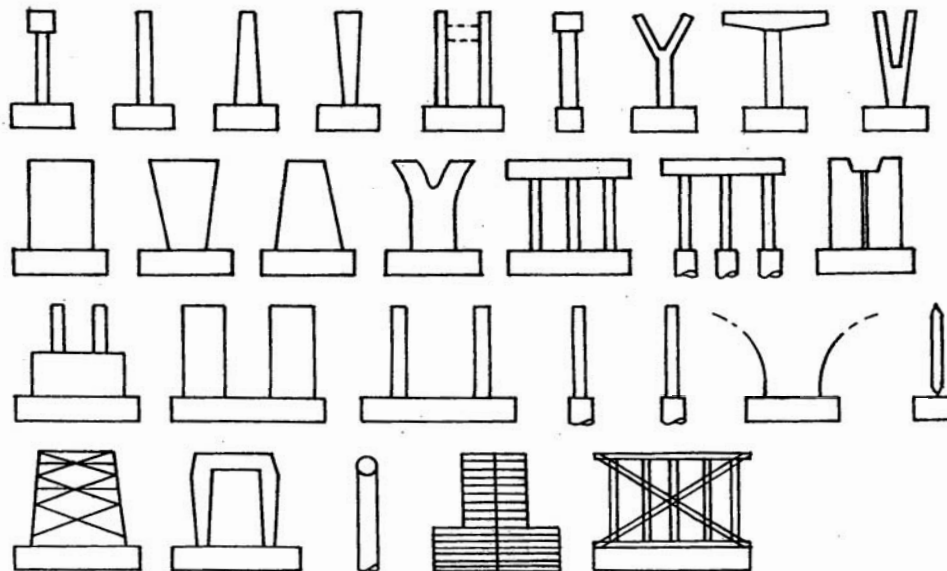


*Obr. 2.11 Typy montovaných opěr*



## 2.2 Mezilehlé podpěry

Mezilehlé podpěry jsou konstrukčně vytvářeny různým způsobem. V podstatě rozeznáváme pilíře a podpěry sloupové, stěnové, jednoduché nebo členěné rámové, popř. kombinované. Některé konkrétní tvary jsou na *obr. 2.12*.



*Obr. 2.12 Základní tvary mezilehlých podpěr*

Pilíř je plná, vylehčená nebo dutá většinou mezilehlá masivní nebo vysoká podpěra, jejíž délka je větší než dvojnásobek její tloušťky. Stěnová podpěra plného průřezu nemá tak masivní charakter jako pilíř; její délka může být výrazněji větší než tloušťka. Sloup může být samostatná podpěra oblého, obdélkového nebo mnohoúhelníkového tvaru o délce rovné nejvíce dvojnásobku její tloušťky, popř. každý svislý prvek členěné podpěry. Členěná podpěra je lehká podpěra tvořená řadou, nejméně však dvěma sloupy, stojkami (stěnový nebo sloupový prvek) nebo prolamovanou stěnou. Podpěra sahající nad mostovku a sloužící k podpírání nebo zakotvení závěsných řetězů, lan nebo kabelů visutých a zavěšených mostů apod. se nazývá pylon.

Podpěry, které nejsou tuze spojeny s nosnou konstrukcí, se mohou uvažovat jako samostatné konstrukce. Podpěry rámových mostů (stěny, stojky, kyvné stojky) se řeší současně s řešením nosné konstrukce jako její nedílná součást.

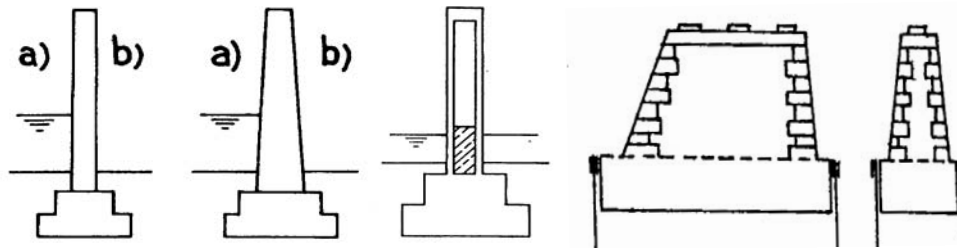
Mezilehlé podpěry jsou na rozdíl od opěry namáhány pouze vertikálními a horizontálními silami od zatížení a ostatními účinky a vlivy, které přenáší do základové spáry. Svislé síly jsou dány účinky svislého zatížení (podporové tlaky, vlastní tíha, účinky vztlačování vody). Vodorovné síly působí na podpěru jednak ve směru osy mostu (např. brzdění a rozjezdové síly, tření v ložiskách) a jednak ve směru kolmém případně šikmém k ose mostu (např. vítr, boční rázy, odstředivé síly, proudový tlak vody, tlak ledu).

### 2.2.1 Pilíře

Pilířem většinou označujeme tuhé konstrukční prvky, nespojené rámově s nosnou konstrukcí, provedené z betonu nebo kamene.



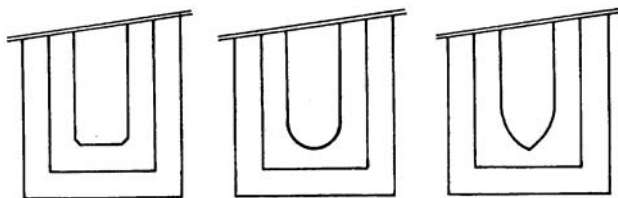
S pilíři se můžeme setkat jak u mostů nad terénem tak i mostů nad vodotečí. Ve vodotečích se navrhují zpravidla jako plné z prostého nebo železového betonu v celé výšce (*obr. 2.13 a*) nebo duté ze železového betonu a s plnou (nebo vyplněnou) ponořenou částí (*obr. 2.13*). V částech obtékaných vodou mohou být obloženy kamenným kvádrovým nebo řádkovým zdivem. Proti poškození ledem se mohou ochraňovat ledolamy. Ve volném terénu se pilíře navrhují obdobně, jen bez zaplnění spodní části případné dutiny (*obr. 2.13 b*).



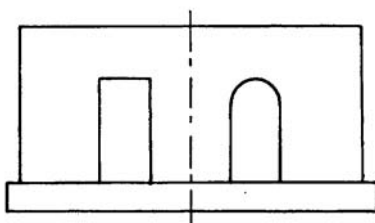
Obr. 2.13 Plné a duté pilíře ve vodotečích a ve volném terénu

Pilíře konstantního průřezu jsou z výrobního hlediska výhodnější, u menších výšek se šířka může zvětšovat k patám ve sklonu 20:1 až 60:1, u větších výšek 60 : 1 až 80 : 1. Za nízké pilíře přitom považujeme pilíře cca do výšky 10 až 15 m (nerozhoduje vliv jejich štíhlosti), jinak můžeme hovořit o vysokých pilířích popř. vysokých štíhlých pilířích (vliv jejich štíhlosti může být významný) s výškou i přes 100 m.

Tyto pilíře se často pro snížení hmotnosti provádějí duté a jsou po výšce vyztuženy diafragmaty, které slouží při výstavbě a nebo při prohlídkách jako podlaha. Větší duté pilíře se totiž mohou využívat k přístupu k ložiskům a do nosné konstrukce (např. pomocí žebříků umístěných v dutině). V hlavě těchto pilířů musí být tuhý úložný blok k uložení ložisek a k přenosu podporových tlaků.



Obr. 2.14 Možné úpravy zhlaví pilířů



Obr. 2.15 Vylehčený pilíř

Tvar čelní plochy (zhlaví) u nezamáčených pilířů může být rovný s případným tvarováním z hlediska architektonického, u pilířů ve vodoteči půlkruhově zaoblený (většinou u poproudního zhlaví pilíře),

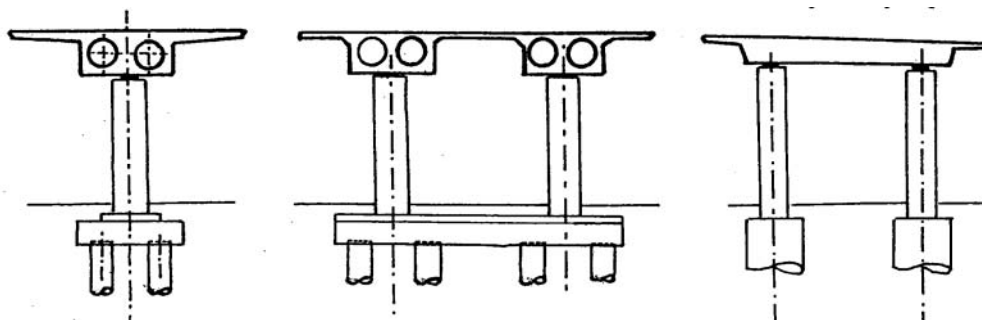
v prudce tekoucí vodě vytvarovaný do špičce z kruhových segmentů, svírajících úhel 75° až 90° (u protiproudního zhlaví pilíře) - *obr. 2.14*. Nejvýhodnější příčný řez pilíře ve vodě by měl mít kapkovitý tvar.

Vylehčení pilířů (pomocí otvorů) je možné navrhnout především v území bez tekoucí vody. Vylehčením se zmenšuje jejich hmotnost a tím i spotřeba materiálu (*obr. 2.15*).

## 2.2.2 Sloupové a stěnové podpěry

Sloupové podpěry jsou tvořeny jedním nebo několika betonovými sloupy nejčastěji kruhového profilu s průměrem řádově 1,5 až 2,0 m. Někdy se vyskytují

podpěry i jiných průřezů jako např. eliptické, čtvercové, obdélníkové a mnohoúhelníkové s případným vybráním či profilací. Nahoře se většinou tuze nespojují s nosnou konstrukcí; dole (v patě) jsou vetknuty do základového pasu nebo jsou vytaženy přímo z pilot (*obr. 2.16*). Podpěry s jedním sloupem (jednobodé uložení) jsou výhodné ve stísněných podmínkách, popř. u půdorysně zakřivených mostů a ve vodotečích. Sloupové podpěry lze použít u deskových mostů popř. u mostů s příčnickem popř. pod každým trámem či komorou. Sloupy mohou být v horní části z rozšířenou hlavou, což může zlepšit estetický dojem a zajistí např. uložení pro dvě ložiska.

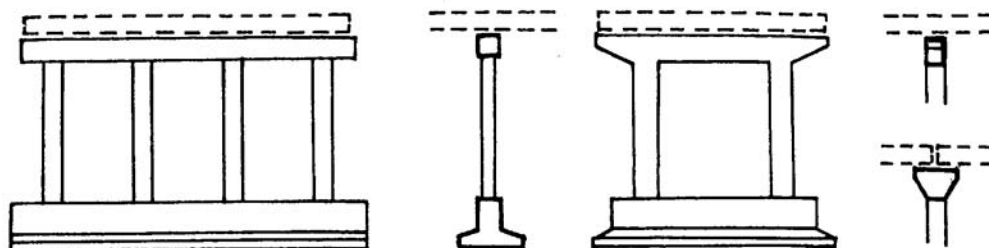


Obr. 2.16 Možné případy sloupových podpěr

Stěnové podpěry se většinou navrhují jako obdélníkové (hrany mohou být zkoseny nebo zaobleny). Mají podobný charakter jako pilíře, ale nejsou tak masivní. Po výšce mají konstantní průřez nebo průřez zmenšující se směrem dolů popř. nahoru. Jejich podepření bývají jak kloubová (ložiska nebo i betonové klouby) tak i vetknutá. Často se setkáváme s kloubovým napojením na základ i nosnou konstrukci – hovoříme obecně o kyvných podpěrách, u stěn o kyvných stojkách; u rámových konstrukcí může stěna fungovat i jako táhlo. Stěnové podpěry lze použít u deskových mostů popř. u mostů s příčnickem. Stěny lze řadit za sebou i v podélném směru mostu a v horní úrovni je propojit vodorovným prvkem.

### 2.2.3 Členěné a kombinované podpěry

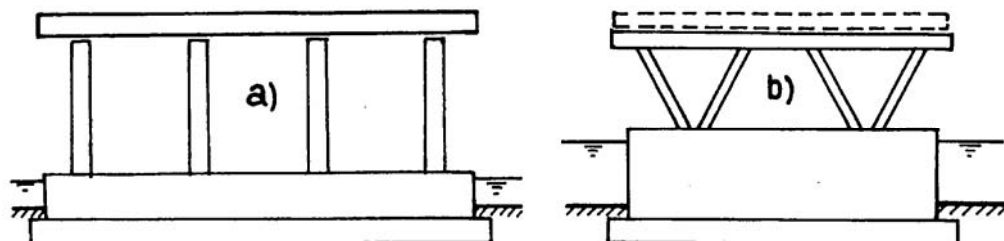
Z členěných podpěr se nejčastěji používají podpěry rámové, které sestávají ze dvou nebo více svislých nebo šikmých stojek (sloupů nebo stěn), osazených většinou na jednom základu a spojených příčlím (*obr. 2.17*), která současně zůstává funkcí úložného prahu. V případě založení na vrtaných pilotách se může jednat až o tzv. bárku, kdy nadbetonované piloty jsou nahoře spojeny tzv. stávkem. Rozměry stojek se často pohybují v rozmezí 0,5 až 1,0 m, jejich vzdálenost bývá asi 2,5 až 4,0 m.



Obr. 2.17 Členěné rámové mezilehlé podpěry

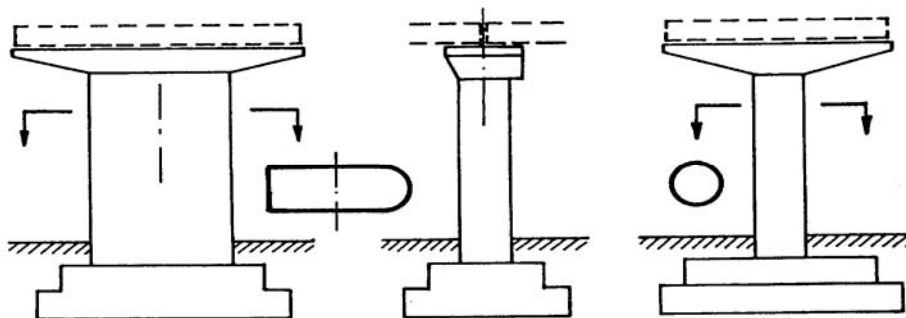
V podélném směru mostu se většinou jedná o konstrukce vetknuté do základu a nahoře kloubově, většinou posuvně, spojené s nosnou konstrukcí. Ložiska pod nosnou konstrukcí mohou někdy být osazena přímo na sloupy členěné podpěry, které jsou spojeny příčlím v nižší úrovni (nemá funkci úložného prahu). V některých případech mohou být hlavy sloupů v příčném směru spojeny přímo nosnou konstrukcí.

Všechny výše uvedené možnosti konstruování podpěr mohou být kombinovány – kombinované podpěry. Např. členěné podpěry je možné použít i ve vodoteči s tím, že členěná část je osazena na zatápěné plné části (*obr. 2.18 a, b*).



*Obr. 2.18 Členěná podpěra na zatápěné plné části*

Jiným druhem mezilehlých mostních podpěr mohou být i pilíře, případně sloupy s oboustranným vyložení úložného prahu (*obr. 2.19*). Tyto podpěry jsou vhodné do vodotečí a zvláště pro mosty městské, kde stejně jako sloupy zabírají minimální prostor pod mostem, který je možné využít pro dopravu nebo pro parkoviště, a kromě toho sloupy s kruhovým nebo podobným průřezem umožňují převést komunikaci při libovolném úhlu křížení bez toho, že by se navrhl most šikmý. Navíc vyložení úložný práh může být výhodný pro další typy nosných konstrukcí, pro které nelze sloupy či pilíře přímo použít – např. konstrukce z řady podélných nosníků.



*Obr. 2.19 Pilíře a sloupy s vyložným úložným prahem*

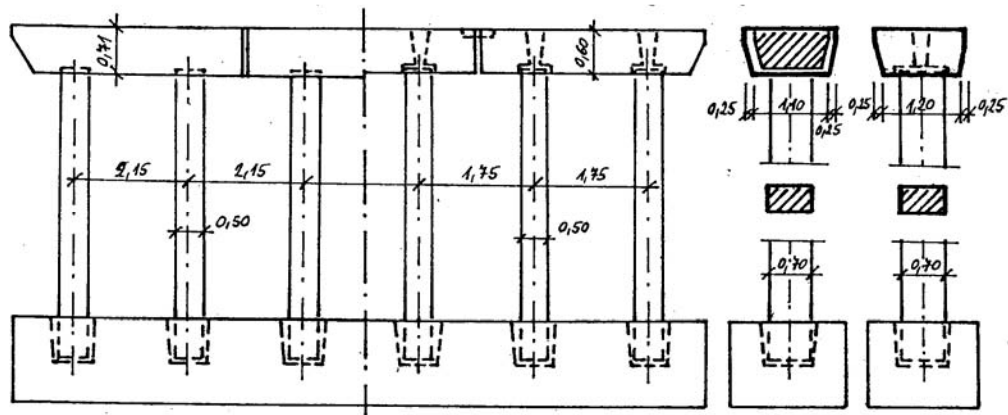
Konkrétně se v mostní praxi můžeme setkat i s dalšími konstrukčními úpravami, hlavně u členěných podpěr a u podpěr velkých mostů.

#### 2.2.4 Montované podpěry

Montované mezilehlé podpěry byly konstruovány ze svislých a vodorovných plných nebo dutých dílců dodatečně zmonolitněných nebo kombinovaných s prvky z monolitického betonu.

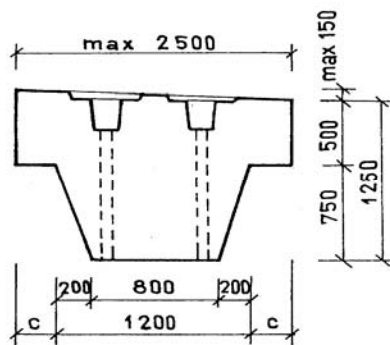
Typickým příkladem je montovaná rámová mezilehlá podpěra, která může být tvořena prefabrikovanou příčlím a stojkami a prefabrikovaným nebo monolitic-

kým základem (*obr. 2.20*).



Obr. 2.20 Příklad montované členěné podpěry

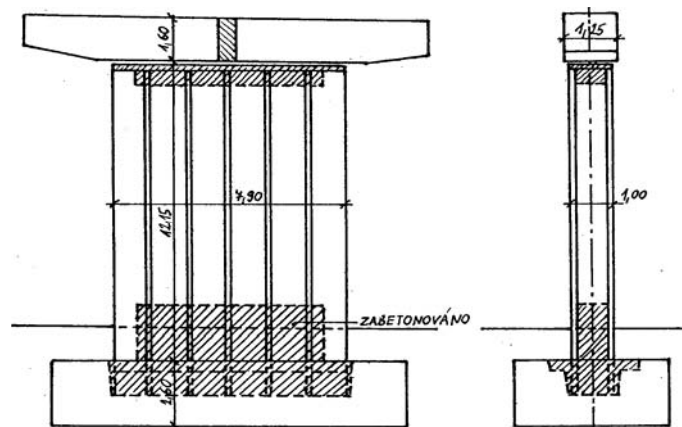
Stojky plného obdélníkového průřezu se osazují do kapes v základu. Na hlavy stojek s vyčnívajícími pruty betonářské výztuže se osadí a upevní části prefabrikované příčle. Při použití vyráběných prvků je možné vytvářet rámy o jednom i více polích.



Obr. 2.21 Příčný řez příčlí

Příčel může být provedena z dílců plného průřezu nebo korýtkového průřezu s dodatečným vyztužením a zabetonováním. Šířku příčle a současně úložného prahu je možné měnit s ohledem na druh použitých prefabrikátů nosné konstrukce a na její šikmost. Horní povrch úložného prahu nosné konstrukce je ve sklonu odpovídajícím sklonu nosné konstrukce. Zapuštění pro osazení ložisek musí mít dosedací plochu pod ložiskem vodorovnou (*obr. 2.21*).

Pilíře popř. stěny podpěr je možné vytvářet z vodorovných nebo i svislých většinou dutých prvků. Zmonolitnění svislých prvků lze provést spojením aspoň dole základem a nahoře úložným prahem nebo pomocí vyztužení a dobetonávky spár mezi prvky. Výhodnější řešení je pomocí prvků bez svislých spár s případnou dobetonávkou dutin aspoň do úrovně terénu. Podpěra z vodorovných prvků se zmonolitní vložení armokošů do svislých dutin a jejich dodatečnou dobetonávkou.



Obr. 2.22 Montovaná podpěra z prefabrikátů I

jech dodatečnou dobetonávkou.

Obdobně jako u opěr lze i u mezilehlých podpěr využít prefabrikátů určených pro hlavní nosnou konstrukci. Jako příklad je možné uvést podpěru mostu, vytvořenou z typizovaných nosníků I (bez předpětí) postavených na výšce (*obr. 2.22*). Tyto prvky

byly dole zapuštěny do monolitického základu a na jejich hlavy byl osazen prefabrikovaný úložný práh.

V některých případech mohou dílce tvořit pohledové bednění pro železobetonové podpěry.

## 2.3 K návrhu vybraných prvků podpěr

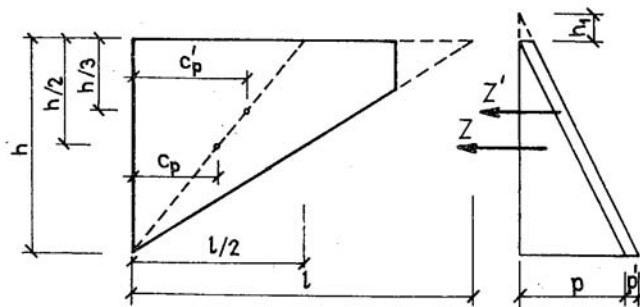
Vlastní návrh prvků podpěr vychází z vlastního konstrukčního uspořádání. Řeší se buď vcelku s nosnou konstrukcí nebo samostatně. Dále jsou uvedeny základní principy možných, většinou zjednodušených, řešení pro vybrané prvky.

### 2.3.1 Mostní křídla

Mostní křídla zachycují zeminu za rubem opěry po stranách zemního tělesa. Proto jsou mimo vlivu vlastní tíhy a dopravních prostředků, také namáhány zemním tlakem.

#### 2.3.1.1 Zavěšené křídlo

Zavěšené křídlo, většinou navrhované jako křídlo rovnoběžné, je namáháno ohybovými momenty ve vodorovné i svislé rovině. Výpočet silových účinků od zemního tlaku je možné provádět přesně nebo zjednodušenou metodou. Na křídlo působí ve vodorovném směru zemní tlak od zeminy a přitížení tíhou vozovky a dopravními prostředky a ve svislém směru mimo vlastní tíhy také tíha římsy a záchytného bezpečnostního zařízení. Přitížení za křídlem lze řešit samostatně nebo jej lze převést na náhradní vrstvu zeminy o výšce  $h_1$  nad povrchem křídla.



Obr. 2.23 Rozdělení zemního tlaku na zavěšené křídlo

Ve zjednodušeném výpočtu podle Schaechterleho se na straně bezpečné může předpokládat křídlo doplněné na tvar trojúhelníka (**obr. 2.23**). Lichoběžníkové zatížení zemním tlakem lze pak rozdělit na obdélníkové a trojúhelníkové s tím, že odpovídající výsledné síly  $Z$  a  $Z'$

působí v těžištích tohoto zatížení. Při známé objemové tíze zeminy  $\gamma_z$ , Poissonova čísla  $m$  a za předpokladu zemního tlaku v klidu lze stanovit

$$p = 1/m \cdot \gamma_z \cdot h, \quad p' = 1/m \cdot \gamma_z \cdot h_1, \quad Z = l \cdot h/2 \cdot p/3, \quad Z' = l \cdot h/2 \cdot p'. \quad (2.1)$$

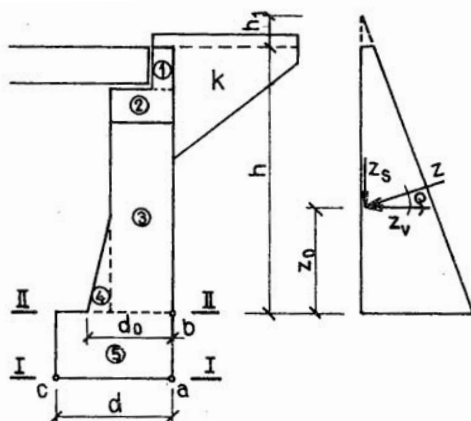
Následně při známé vzdálenosti sil  $Z$  a  $Z'$  od místa vetknutí  $c_p = l/4$  a  $c_p' = l/3$  lze stanovit ohybový moment ve vodorovném směru  $M = Z \cdot c_p + Z' \cdot c_p'$ . Moment ve svislém směru se rovná odpovídající tíze vynásobené vzdáleností těžiště tohoto zatížení od rubu opěry. Na tyto momenty se následně navrhne výztuž s tím, že v tlačené oblasti se může z konstrukčních důvodů dát výztuž stejná.

### 2.3.1.2 Dilatované křídlo

Dilatované křídlo působí podobně jako opěrná zeď. Je to dáno tím, že není konstrukčně spojeno s opěrou (je dilatováno) a že má na rozdíl od křídla zavěšeného samostatný základ. Ve vlastním výpočtu se ověřuje nejen napětí v základové spáře, dřík a základ křídla, ale i stabilita (posunutí, překlopení) – viz např. kapitola 2.3.2.

### 2.3.2 Masivní opěra

Masivní (klasická) opěra z prostého betonu je namáhána nejen vlastní tíhou a podporovými silami (svislými popř. vodorovnými) od nosné konstrukce, ale i aktivním zemním tlakem včetně jeho možného zvětšení od vlivu dopravních prostředků a tíhou křídla, pokud je zavěšené. Je možné ji opět řešit přesněji nebo zjednodušeně. Ve výpočtu se musí uvážit různé kombinace zatížení, které mohou nastat při výstavbě a za provozu. Např. v provozním stavu lze zatížení od dopravních prostředků uvažovat jen na mostě nebo jen před mostem a nebo na i před mostem.



Obr. 2.24 Zemní tlak na opěru pro spáru II-II

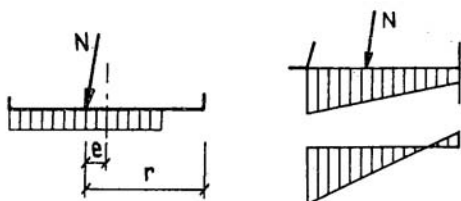
a následně po určení polohy působíště výslednice zemního tlaku v těžišti zatěžovacího lichoběžníku  $z$  vlastní velikost této výslednice  $Z$  (obr. 2.24):

$$\gamma = \gamma_z \cdot (1 + 2 \cdot h_1/h), \quad z = h/3 \cdot (h + 3 \cdot h_1)/(h + 2 \cdot h_1), \quad Z = 0,5 \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot K_a, \quad (2.2)$$

kde je  $K_a = \tan^2(45^\circ - \varphi/2)$  součinitel pro aktivní zemní tlak,

$h$  výška zeminy od posuzované spáry.

Zemní tlak může být v důsledku tření na rubu opěry odkloněn od kolmice k rubové ploše o úhel  $\delta = 0^\circ$  až  $2/3 \varphi$ , kde  $\varphi$  je úhel přirozené sklonitosti zeminy.



Obr. 2.25 Rozdělení napětí ve spárách

Vlastní účinky všech působících sil můžeme stanovit pro posuzovanou spáru obdobně jako na konzole, tzn. musíme v této spáře najít velikost výslednice všech sil a polohu jejího působíště (excentricitu  $e$ ) vůči těžišti spáry a následně provést posouzení napjatosti.

Napětí v základové spáře (I – I)  $\sigma_z$  se od svislé síly  $N$  stanoví za předpokladu jeho rovnoměrného rozdělení a ve spáře v dříku opěry (II – II)  $\sigma_c$  při řešení podle zásad klasické teorie za předpokladu lineárního průběhu (**obr. 2.25**):

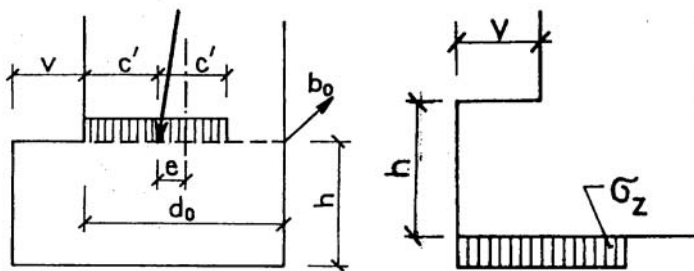
$$\sigma_z = \frac{N}{b \cdot (d - 2 \cdot e)} \quad , \quad \sigma_{c1,2} = N / F \pm M / W = N / F \cdot (1 \pm 6 \cdot e / d_0). \quad (2.3)$$

Spára dříku může být celá tlačena nebo částečně tažena. Za určitých podmínek je nutné tah zachytit tzv. zajišťovací výztuží.

Posouzení základového výstupku z prostého betonu závisí na poměru jeho vyloužení  $v$  a výšky základu  $h$ . Při poměru  $v \leq 0,5 \cdot h$  se vykazuje napětí betonu v hlavním tahu od zatížení, které vyvozuje největší normálové napětí v nadzákladové spáře (**obr. 2.26**). Velikost napětí v hlavním tahu se určí podle vztahu

$$\sigma = 0,15 \cdot N / [b_0 \cdot (d_0 - 2 \cdot e)] \quad (2.4)$$

Při poměru  $v > 0,5 \cdot h$  se výstupek počítá jako konzola namáhaná ohybovým momentem vyvozeným napětím v základové půdě (**obr. 2.26**) a vykazuje se napětí betonu v tahu za ohybu  $\sigma_c = \pm M / W$ , kde  $M = 0,5 \cdot \sigma_z \cdot v^2$ . U vyztuženého základu se postupuje podle pravidel dimenzování těchto prvků na ohyb a smyk.



Obr. 2.26 K řešení základového výstupku z prostého betonu

Opěru je nutno podobně jako opěrnou zeď posoudit z hlediska stability – podle klasické teorie se může jednat o bezpečnost proti posunutí a proti překlopení. Tato

bezpečnost se prokáže jako poměr vodorovných sil (momentů) stabilizujících k vodorovným silám (momentům) destabilizujících s tím, že tento poměr musí být větší než normou stanovená hodnota (2,0 resp. 1,5). Pro tuto bezpečnost lze tedy napsat vztahy

$$s = H_{stab} / H_{dest} \quad , \quad s = M_{stab} / M_{dest} \quad (2.5)$$

kde  $H_{stab} = N \cdot tg \varphi$  ( $tg \varphi$  je součinitel tření v základové spáře; vliv koheze a odporu zeminy před základem lze zanedbat) a momenty se stanovují k bodu c – bod možného otáčení pro překlopení (**obr. 2.24**).

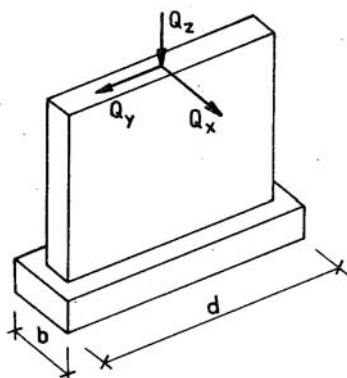
### 2.3.3 Mostní pilíř

Na mostní pilíř jako na každou mezilehlou podpěru působí vertikální i horizontální (podélné a příčné) síly (**obr. 2.27**) od stálého i nahodilého zatížení a ostatní účinky a vlivy (na rozdíl od opěry na něj nepůsobí zemní tlak).

Svislé síly jsou dány účinky svislého zatížení jako jsou podporové tlaky, vlastní tíha, tíha zeminy nad základem, ve vodotečích i účinky vztlaku na ponořenou část podpěry – do ponořené části se počítá i část ve zvodnělé zemině. Pilíře, na které jsou uloženy dva prosté nosníky, je třeba posoudit i na vliv nahodi-



lého zatížení umístěného pouze v jednom přilehlém poli. Ve směru kolmém k ose mostu je nutno také uvážit vliv excentrického umístění nahodilého zatížení, které způsobuje větší přitížení na jedné straně pilíře.



Obr. 2.27 Síly působící na pilíř

Ve vodorovném směru působí na podpěru síly nejen ve směru osy mostu - brzdné a rozjezdové síly, tření v ložiskách, ale i ve směru kolmém případně šikmém k ose mostu - vítr, boční rázy, odstředivé síly, proudový tlak vody, tlak ledu apod. V případě rozepření na dvou sousedních pilířích je nutno tento vliv zahrnout do výpočtu jako další vodorovnou sílu.

Od všech těchto sil je opět možné stanovit napjatost v základové spáře, navrhnout a posoudit rozhodující průřezy vlastního pilíře a jeho základu a prokázat jeho stabilitu. Ve výpočtu je nutno kontrolovat a případně zavést vliv štíhlosti.

### Kontrolní otázky



*Vyjmenujte hlavní části spodní stavby a dílčí části vlastních podpěr.*

*Popište masivní opěry a její hlavní části.*

*Kdy a jak se uplatní opěry z vyztuženého betonu?*

*Popište jednotlivé typy mostních křídel.*

*Na jaké typy se rozdělují mezilehlé podpěry?*

*Charakterizujte základní typy pilířů, sloupových a stěnových podpěr.*

*Popište jednotlivé případy členěných a kombinovaných podpěr.*

*Jaké jsou možnosti uplatnění montovaných opěr a mezilehlých podpěr?*

*Jak lze postupovat při návrhu křídel?*

*Jak se posuzuje masivní opěra?*

*Jak se odlišuje výpočet pilíře oproti opěře?*

## 2.4 Autotest



viz kontrolní otázky



## 3 Mostní svršek

Mostní svršek je část mostu, která se nachází buď na mostovce či na svém nosném podkladu (součást tzv. prvkové mostovky nebo mostovkové desky) nebo přímo na hlavní nosné konstrukci. Slouží především pro pojezd dopravních prostředků a pro ochranu horního povrchu nosné konstrukce. Jeho konstrukční provedení je různé podle druhu převáděné dopravy. Rozeznáváme svršek mostů pozemních komunikací, drážních komunikací a svršek pro jiné typy mostů.



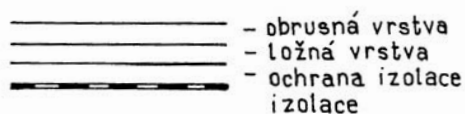
### 3.1 Svršek mostů pozemních komunikací

U těchto mostů má rozhodující význam silniční mostní svršek. Jeho modifikace se uplatní také u lávek pro pěší, pro mosty polních a lesních cest apod. Do tohoto svršku zahrnujeme vozovku, chodníky, cyklistické pruhy, odvodňovací a odrazné proužky, obruby, dělicí pásy, dopravní ostrůvky, izolaci a římsy. Jeho součástí mohou být i výplňové a vyrovnávací vrstvy, přesypávka aj.

#### 3.1.1 Vozovkové souvrství

Vozovka na mostě je vícevrstvá konstrukce umístěná na horním povrchu mostovky. Úkolem vozovky je umožnění plynulé a bezpečné jízdy vozidel, přenesení účinků zatížení od dopravních prostředků na nosnou konstrukci, tlumení nárazů vozidel a ochrana mostovky před klimatickými a chemickými vlivy. Mostní vozovka musí být v dostatečné míře odolná proti účinkům dopravního zatížení, deformace mostovky a teploty; musí být nepropustná, dostatečně trvanlivá, rovná a drsná.

Mostní vozovka se skládá obvykle z krytu a izolačního systému (ochranná vrstva, izolační vrstva a speciální úprava povrchu mostovky). U přesypaných mostů je její složení stejné jako v přilehlé komunikaci. Kryt vozovky se člení na vrstvu vrchní (obrusnou) a spodní (ložnou) - **obr. 3.1**. Podle tuhosti krytu rozlišujeme vozovky tuhé a netuhé.



Obr. 3.1 Skladba vozovky

Některé konstrukční vrstvy vozovky je možné vynechat nebo co do funkce sloučit s jinou vrstvou. Je možné nenavrhnout ložnou vrstvu nebo ji funkčně sloučit s ochrannou vrstvou izolačního systému. Na druhé straně, nemá-li povrch vozovky spád pro

odvodnění nebo je-li povrch mostovky nerovný (rekonstrukce, opravy a výměny vozovky starších mostů), je nutné navrhnout další vrstvu - spádovou a vyrovnávací. Je ale nutno zdůraznit, že obrusná a izolační vrstva se navrhuje vždy. Pouze u lávek pro pěší může funkci krytu (obrusné vrstvy) plnit ochranná vrstva izolace.

Velikost příčného skonu povrchu vozovky na mostě má být min. 2 %. Jsou-li pro odvodnění nutné podélné sklony k odvodňovačům, mohou být tyto sklony pouze v šířce 0,50 m v krajnici u obrubníku (min. 0,5 %). Chodníky a odrazné proužky mají mít příčný sklon min. 2 %. Tloušťka vozovky (včetně izolace) se

navrhuje pro jednovrstvý kryt 80 až 90 mm, pro dvouvrstvý kryt 120 až 140 mm.

### 3.1.2 Kryt vozovky

Kryt vozovky jako vrchní část vozovkového souvrství přichází bezprostředně ke styku s dopravou, s klimatickými a chemickými vlivy a vlivy údržby. Musí proto mít potřebnou únosnost, rovnost, hutnost, drsnost, odolnost proti vyjíždění kolejí, životnost, nepropustnost a musí zabezpečit dobré povrchové odvodnění. Může být proveden z jedné nebo více vrstev jako netuhý – živичný nebo tuhý - cementobetonový, popř. dlážděný nebo z polymerních hmot (dřívě i šterkový).

Kryt netuhé vozovky se navrhuje z asfaltového betonu (AB), asfaltového koberce mastixového (AKM) nebo litého asfaltu (LA).

Tloušťka krytu musí být nejméně u vozovek třídy dopravního zatížení:

- I až III (velmi těžké až polotěžké): 40 mm z AKM a LA a 50 mm z AB,
- IV a V (polotěžké a lehké): 35 mm z AKM a LA a 40 mm z AB
- VI (velmi lehké): 30 mm.

Je-li ochranná vrstva i kryt navržen z LA, nesmí být celková tloušťka souvrství větší než 80 mm. Na ochrannou vrstvu z AB nebo AKM se nesmí provést kryt z LA. Jednotlivé vrstvy krytu se doporučuje provádět u litého asfaltu v tloušťkách nejméně 20 mm, u ostatních živичných směsí nejvíce 50 mm.

V oblasti podpovrchových mostních závěrů nebo v oblasti působení záporných ohybových momentů v nosné konstrukci mostu je vhodné navrhnout vyztužení krytu např. syntetickou tkaninou. Délka kotvení tahem namáhané vložky je dána konkrétní funkcí, kterou má plnit a vlastnostmi výztužné vložky (doporučuje se nejméně 3 m). Navrhne-li se toto vyztužení, musí být tloušťka živичné vrstvy nad výztužnou vložkou nejméně 40 mm.

Kryt tuhé vozovky se většinou navrhuje v jedné vrstvě z prostého betonu v tloušťce 200 až 240 mm, resp. ze železobetonu v tloušťce 80 až 120 mm.

### 3.1.3 Izolační systém

Izolační systém je tvořen souvrstvím z ochranné vrstvy, izolační vrstvy a speciální úpravy povrchu mostovky. U některých systémů může být doplněn adhezním nátěrem popř. expanzní vložkou. Izolační systém zajišťuje odvedení prosáknuté vody přes kryt vozovky a ochraňuje povrch nosné konstrukce před jejím nepříznivým působením na beton a popř. při větším průsaku i na výztuž.

Při vlastním provádění izolačního systému je potřeba důsledně dodržovat příslušné předepsané povětrnostní podmínky (nesmí se provádět za deště, mlhy, při tvorbě rosy, při nízkých teplotách), používat kvalitní dobře skladované a zkouškami ověřené materiály, zajistit dobré celoplošné spojení jednotlivých vrstev a jejich ochranu před mechanickým poškozením.

Před zahájením provádění izolačního systému musí být také zajištěny náležitě technické požadavky na mostovku – její povrch musí být suchý a čistý (u nových mostů se mostovka provádí i v náležitém sklonu), nesmí obsahovat vylouhované cementové mléko, chemické nečistoty, musí být vyzrálý (stáří

min. 21 dnů) a bez lokálních nerovností (trhlin, rýh, důlků) v přípustných tvarových tolerancích. Pokud tyto požadavky nejsou splněny, je nutná povrchová úprava např. otryskáním pískem, ocelovými kuličkami, vysokotlakou vodou, zbrúšením, lokálním vyrovnáním, příp. je nutné provést vyrovnávací vrstvu.

### 3.1.3.1 Speciální úprava povrchu mostovky

Speciální úprava povrchu mostovky slouží k vytvoření optimálních podmínek pro provedení izolační vrstvy a jejího následného kvalitního spojení s mostovkou. Většinou se jedná o závěrečnou přípravu povrchu mostovky ve formě speciálního nátěru, který podle konkrétních podmínek a požadavků je možné provést jako:

- Kotevní impregnační nátěr: Obvykle jednovrstvý nátěr ze speciální viskózní pryskyřice s posypem křemenným pískem frakce 0,2 až 0,7 mm, sloužící k zaplnění pórů povrchu betonové mostovky. Navrhuje se v případech, kdy není vyžadována pečetiví vrstva. Mostovka není parotěsná.
- Pečetiví vrstvu: Je to speciální vodotěsná a parotěsná úprava povrchu betonové mostovky o tloušťce max. 1,0 mm, sloužící jako podklad pod izolační vrstvu. Provádí se nanesením uzavíracího nátěru ze speciální nízkoviskózní epoxidové pryskyřice na kotevní impregnační nátěr na celou plochu mostovky. Pečetiví vrstvu je účelné navrhnout pro mostní vozovky I. až III. třídy dopravního zatížení a na objektech intenzívně ošetřovaných rozmrazovacími látkami.
- Penetrační nátěr: Nátěr betonové mostovky ze speciálních nízkoviskózních ředěných asfaltových hmot za studena zajišťující pouze penetraci betonu bez vytvoření vrstvy.
- Penetrační adhezní nátěr: Nátěr, který se provádí ze speciálních nízkoviskózních modifikovaných asfaltů za studena. Zajišťuje jak penetraci betonu, tak i adhezi k izolační vrstvě. Izolaci je možné provádět až po vyprchání ředidla.
- Adhezní nátěr: Navrhuje se a provádí z modifikovaných izolačních asfaltů. Slouží k přilepení izolačních asfaltových pásů k povrchu mostovky nebo k vytváření izolačního souvrství z výztužných vložek a nátěrů.

Úprava s expanzní vložkou (speciální plošná skelná, polyesterová či kombinovaná textilie uložená na penetračním nátěru) je přípustná výjimečně v případech, kdy není možné zamezit pronikání vlhkosti ze spodu na izolační vrstvu. Vylučuje se u vozovek s dopravním zatížením I. až IV. třídy, v případech intenzivního používání chemických rozmrazovacích látek, při neexistenci celoplošné izolace a při použití předepsané minimální tloušťky vozovky.

### 3.1.3.2 Izolační vrstva

Izolační vrstva je vlastně hlavní vodonepropustná vrstva nebo souvrství izolačního systému ze speciálních izolačních materiálů - izolačních pásů popř. izolačních hmot a výztužných vložek. Podmínkou bezporuchové funkce izolační vrstvy je, aby byla spojena s mostovkou spolehlivě po celé ploše a aby její povrch byl odvodněn v každém stavebním stádiu i po dokončení vozovky.

Vlastní izolaci je možné navrhnout z těchto výrobků a hmot:

- Asfaltový izolační pás: Plošný svinovatelný prvek sestávající z výztužné vložky a krycích povlakových vrstev z modifikované asfaltové hmoty a popř. dalších úprav. Izolace může být navržena jako jednopásová (nataovaná nebo lepená) nebo dvoupásová s tím, že všechny pásy mohou být nataované, nebo spodní pás lepený a další nataovaný. U natavitelných asfaltových izolačních pásů se může používat zkratka NAIP.
- Mastix izolační (MI): Vrstva ze směsi asfaltu, písku, kamenné moučky a modifikačních přísad, která se nanáší za horka v tloušťce 4 až 6 mm na upravený povrch mostovky. Izolační mastixovou vrstvu je vhodné v šířce vozovky navrhout s vyztužením polyesterovou výztužnou vložkou. Povrch MI je nutné opatřit posypem drceného kameniva 2 až 4 mm předobaleného asfaltem.
- Polymerní izolace: Vrstva izolace tvořená jednou nebo dvěma vrstvami polymerní hmoty nanášenými stříkáním nebo formou stěrky v malé tloušťce. Může se jednak např. o nástřík nebo stěrku z polyuretanu nebo epoxidovou stěrku.

Mimo tyto izolace se můžeme setkat i s asfaltovou izolací ve formě nátěrů vyztužených výztužnou vložkou, s izolací ze syntetických vodotěsných fólií a s izolací z metylmetakrylátu.

### 3.1.3.3 Ochranná vrstva

Ochranná vrstva na izolaci slouží k zamezení mechanického poškození izolace účinkem provozu (může plnit i funkci ložné vrstvy krytu).

Pod netuhou mostní vozovkou se ochrana navrhuje pouze ze živičných směsí v minimální tloušťce u asfaltového betonu 30 mm, u litého asfaltu hrubozrnného (LAH) 35 mm, střednězrnného (LAS) 30 mm, jemnozrnného (LAJ) 25 mm a u asfaltového koberce mastixového 25 mm (maximální tloušťka jedné vrstvy může být 50 mm). Jako technologickou ochranu izolace lze použít různými výrobci vyráběné koberce, po nichž je možné pojetí hned po položení. Ochrana izolace z cementové mazaniny nebo hmoty s hydraulickým pojivem se nesmí navrhovat.

Pod tuhou mostní vozovkou se ochrana navrhuje buď stejně jako pod netuhou vozovkou, nebo je možné chránit izolaci vložkou z vyztužených asfaltových pásů celoplošně lepených nebo natavených na podklad. Stejný způsob ochrany lze navrhout pod tramvajovými velkorozměrnými panely a u dlážděné vozovky.

Pod štěrkovým ložem tramvajových tratí musí být ochrana navržena z mrazuvzdorného betonu tloušťky min. 60 mm, vyztuženého sítí min. 1 % u obou povrchů.

Pro ochranu izolačních vrstev pod římsami a chodníky se navrhuje vložka z asfaltových pásů lepených do vrstvy asfaltové modifikované hmoty, nebo natavených na podklad.

U polymerních hmot se jako ochrana většinou používá vrstva z LA.

### 3.1.4 Vyrovnávací vrstva

Vyrovnávací vrstva se navrhuje výjimečně, a to v případech, kdy povrch mostovky není proveden tak, aby vytvořil přímo vhodný podklad pro izolační systém (vodorovný povrch mostovky bez sklonů – rekonstrukce, opravy a výměny vozovky apod.).

Na vyrovnávací vrstvu je nutné použít beton minimální pevnosti podle požadovaného stupně vlivu prostředí v tloušťce aspoň 60 mm, vyztužený ocelovou sítí. Mezi povrchem nosné konstrukce a vyrovnávací vrstvou musí být zabezpečena soudržnost.

Při rekonstrukcích, opravách nebo pro lokální vyrovnání lze použít speciální silikátové hmoty, polymerní betony apod.

Povrch vyrovnávací vrstvy musí být pro umožnění odtoku vody ve výsledném sklonu min. 0,5 %; sklon musí odpovídat sklonu povrchu vozovky, aby byla zajištěna její konstantní tloušťka. Všechny kouty, rohy a styky vyrovnávací vrstvy s mostním svrškem, vybavením a součástmi nosné konstrukce se navrhují se zaoblením min. 50 mm.

### 3.1.5 Chodníky, odrazné pruhy, obruby a římsy silničních mostů

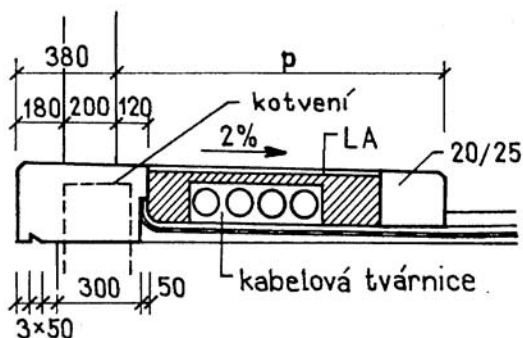
Svršek mostu je na svých okrajích většinou ohraničen zvýšenými obrubami (přejízdnými obrubníky výšky 70 mm nebo odraznými obrubníky výšky 120 až 200 mm), které přechází odrazným pruhem nebo chodníkem do říms.

Římsy jako samostatný prvek nebo část chodníku či odrazného pruhu slouží k uchycení zábradlí nebo svodidla, k vytvoření zvýšené obruby na mostech bez chodníků, k vnějšímu uzavření chodníkové části a k vytvoření okapního nosu nad boční hranou nosné konstrukce. S ohledem na skutečnost, že hrany říms tvoří výrazné linie na bocích mostu, ovlivňuje kvalita jejich provedení celkový estetický vzhled mostu.

Římsy mohou být provedeny jako monolitické, prefabrikované nebo kombinované. V současné době se navrhují pouze římsy monolitické, betonované současně se zvýšenou chodníkovou nebo odraznou částí, nebo kombinované, kde prefabrikát tvoří pohledovou část bočního ukončení mostu.

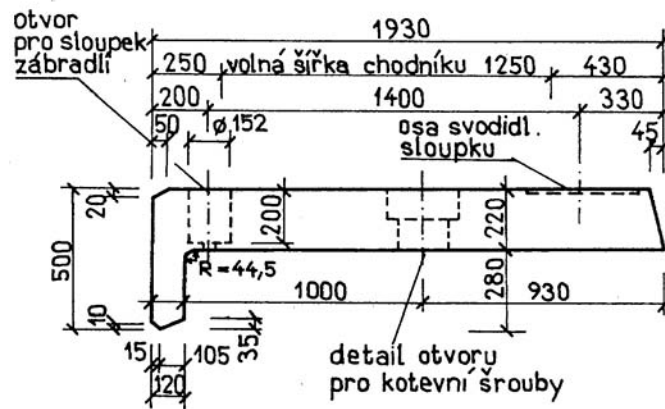
Římsy se provádějí z provzdušeného betonu a ochraňují se nátěry proti účinkům posypových solí. Pro zabezpečení proti bočnímu posunu při nárazu vozidla se římsy resp. chodníková

část kotví do nosné konstrukce.

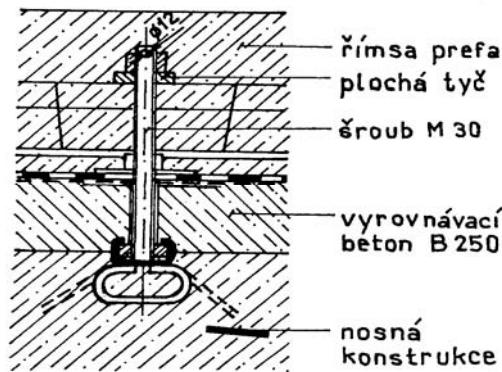


Obr. 3.2 Tradiční provedení monolitické římsy

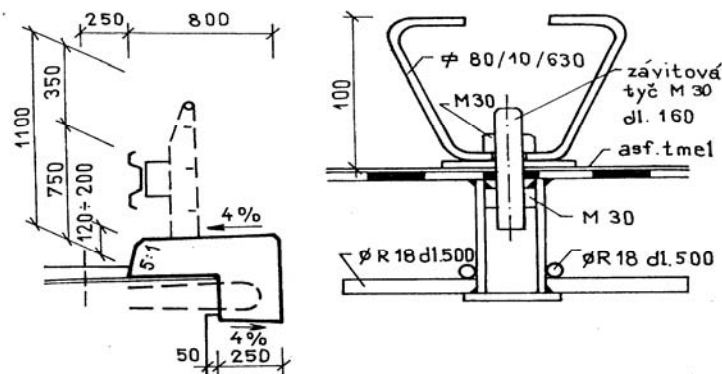
Pro stručný přehled vývoje římsových a chodníkových úprav se dále uvádí několik charakteristických případů. Tradiční monolitická římsa s chodníkem na městských mostech v monolitické úpravě je na **obr. 3.2**. Izolace nepokrývala celý povrch nosné konstrukce. Řím-



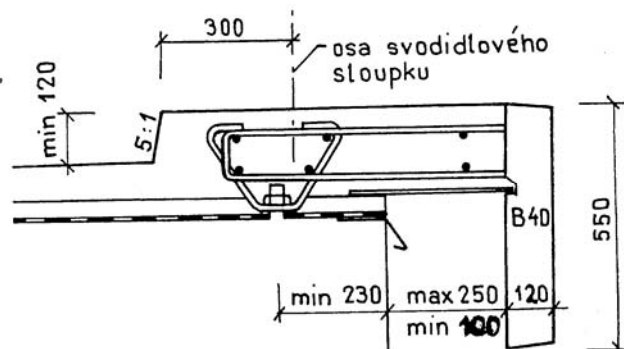
Obr. 3.3 Příklad chodníkového prefabrikátu



Obr. 3.4 Detail kotvení prefabrikátu



Obr. 3.5 Kotvení monolitické římsy a její zvýšené obruby



Obr. 3.6 Kombinovaná římsa s lícním prefabrikátem

sa byla kotvena výztuží vyčnívající z nosné konstrukce.

Celoplošná izolace byla umožněna použitím prefabrikovaných říms a zvýšených chodníkových a odrazných částí. Příklad takového prefabrikátu je na **obr. 3.3**. Prefabrikát byl kotven do nosné konstrukce

šroubem. Detail kotvení je na **obr. 3.4**.

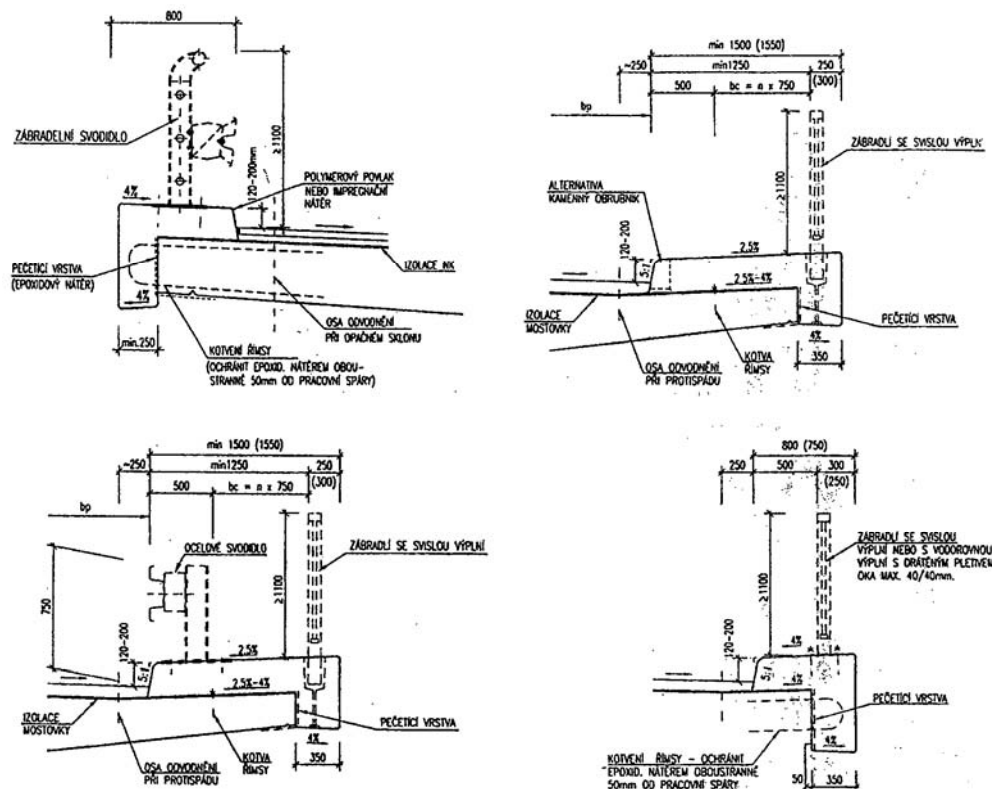
Současné monolitické římsy se betonují současně se zvýšenou chodníkovou částí. Římsa je kotvena oky vyčnívajícími z nosné konstrukce (**obr. 3.5**), zvýšená část nesoucí záchytné bezpečnostní zařízení je kotvena zvlášť – viz detail v **obr. 3.5**.

Další možností je vytváření říms a zvýšených částí kombinací lícního prefabrikátu a monolitického zbytku (**obr. 3.6**).

Prefabrikát s okem z betonářské výztuže se osadí do požadované polohy a fixuje přivařením ke kotvě. Mezera mezi konstrukcí a prefabrikátem se překlene osazením osinkocementové destičky a římsa se vybetonuje. Odsazení prefabrikátu od bočního čela nosné konstrukce může být v mezích 75 až 250 mm.

Sklon povrchu chodníku se navrhuje 2,5 %, sklon povrchu nouzového chodníku 4 % od římsy k vozovce.

Některé další možné dnes používané úpravy zvýšených obrub, říms, odrazných pruhů a chodníků včetně umístění svodidel a zábradlí jsou zřejmé z *obr. 3.7*.



Obr. 3.7 Možné úpravy říms, chodníků, odrazných pruhů a obrub

V některých případech lze využít místo římsy provedení okraje nosné konstrukce ve formě její obruby.

## 3.2 Svršek mostů drážních komunikací

Svršek těchto mostů se konstrukčně odlišuje podle toho zda se jedná o železniční, tramvajový či jiný drážní most a je-li bez nebo s kolejovým ložem. Do tohoto svršku mimo kolejového lože zahrnujeme kolejnice, pražce, upevňovací, různé úhelníky, podlaha a kabelový kanál. Dále se může jednat o přesypávku, výplňové či vyrovnávací vrstvy a izolaci. Při přímém pojezdu nosné konstrukce se používají dřevěné příčné hranoly, tzv. mostiny; na ně se přímo upevňují kolejnice.

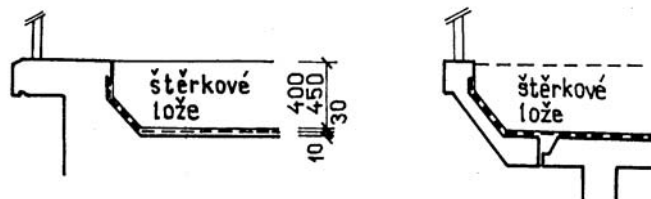
U železničních mostů se zpravidla používá průběžné štěrkové lože, do kterého se ukládají pražce, pouze výjimečně se navrhuje přímý pojezd bez pražců. Tloušťka kolejového lože při použití pražců dřevěných je min. 0,40 m, při použití pražců betonových min. 0,45 m.

Štěrkové lože je po stranách uzavřeno skloněným povrchem nosné konstrukce a monolitickými římsami nebo prefabrikovanými římsovými prvky (*obr. 3.8*).

Proti srážkové vodě je nosná konstrukce chráněna izolací s ochranou např. z cementového potěru tloušťky 30 až 40 mm vyztuženého drátěným pletivem. Izolace může být v tomto případě tvořena natavovanými asfaltovými izolačními pásy, dále pak štěrkovou izolací (epoxidový plastbeton nebo polyuretan),



kteřá nemusí mít ochranu, nebo lepenou pryžovou fólií popř. izolací z těchto možností kombinovanou.



Obr. 3.8 Možné konstrukční úpravy pro šterkové lože

Svršek jiných drážních mostů (např. polní, lesní nebo důlní drážky, lanové dráhy) může mít podobný charakter jako u železničních mostů. Jen u tramvajových mostů se může lišit

povrchovou úpravou a úpravou ukotvení kolejnic. Je to dáno tím zda se jedná o samostatný most nebo sdružený most, na němž je převáděna i jiná doprava. V tomto případě může být kryt např. asfaltový popř. ze speciálních panelů apod.; pro izolační vrstvu a její ochranu lze použít úpravy jako pod tuhou vozovkou popř. pod šterkovým ložem (viz výše).

### 3.3 Svršek ostatních mostů

Úpravy jiných mostů jsou dány účelem mostního objektu. Např. u vodohospodářského mostu tím, že je určený pro převádění přirozeného nebo umělého vodního toku, vodní cesty nebo vodovodního řádu (most průplavní, vodovodní, akvadukt) a u průmyslového mostu tím, že je určen pro převedení dopravního zařízení, potrubního či jiného průmyslového vybavení. Součástí těchto mostů mohou být i výše popisované úpravy svršku pro mosty pozemních a drážních komunikací.

#### Kontrolní otázky



*Charakterizujte vozkovou souvrství.*

*Z jakých materiálů se navrhuje kryt vozovky?*

*Jaké jsou možnosti pro speciální úpravu povrchu mostovky?*

*Popište možné úpravy izolační vrstvy.*

*K čemu slouží ochranná vrstva a čím je tvořena?*

*K čemu se používá a kdy se můžeme u mostů setkat s vyrovnávací vrstvou?*

*Jak jsou provedeny a k čemu slouží a jak jsou kotveny římsy?*

*Uveďte charakteristické úpravy chodníků a říms.*

*Popište možné úpravy svršku pro železniční a ostatní drážní mosty.*

*Jaké jsou možné úpravy svršku mostu u jiných typů mostů než mostů pozemních komunikací a mostů drážních komunikací?*

### 3.4 Autotest



viz kontrolní otázky



## 4 Mostní vybavení

Mostní vybavení je soubor zařízení na mostě, které zvyšuje bezpečnost jeho uživatelů, usnadňuje jeho údržbu, prohlídky a prodlužuje jeho životnost. Mezi tyto zařízení patří prvky záchytného systému (záchytného bezpečnostního systému), systému odvodnění mostu, různé zábrany, ochranné stěny, osvětlovací a revizní zařízení. Může se používat i další vybavení, které však vždy nemusí sloužit k mostním účelům. V tomto případě hovoříme o tzv. cizím zařízení (např. potrubí, různá vedení apod.).



### 4.1 Záchytné systémy

Záchytné systémy slouží k zachování a zvýšení bezpečnosti dopravního provozu. Uplatňují se hlavně na pozemních komunikacích, kde se v určitých úsecích instalují zařízení, která v souhrnu nazýváme silniční záchytné systémy. Tato zařízení zabráňují vjezdu vozidel a vstupu chodců do nebezpečných zón a tím přispívají k jejich ochraně. Požadovaná míra bezpečnosti je např. zajištěna určitou úrovní zadržení vozidel, přesměrováním neovládaných vozidel, vedením chodců nebo jiných uživatelů komunikací (cyklisté, jezdci na koních, zvířata).

Podle účelu rozeznáváme záchytné systémy pro vozidla (zajišťují jistou úroveň zadržení pro neovládané vozidlo) a pro chodce (slouží k ochraně a vedení chodců). Patří do nich ucelené systémy prvků a konstrukčních úprav zahrnujících především svodidla, zábradelní svodidla, tlumiče nárazů, únikové a bezpečnostní zóny a zábradlí (součástí jsou i jejich koncové a přechodové části). Pro jejich navrhování je nutno vzít v úvahu, zda se jedná o zařízení na okraji nebo ve vnitřní části komunikace, a zda se jedná o komunikaci s dovolenou rychlostí větší nebo menší než 60 km/hod.

U drážních mostů je zabezpečení proti účinkům vykolejení zajištěno pomocí pojistných úhelníků. Na těchto mostech se pak může vyskytnout pouze zábradlí.

#### 4.1.1 Svodidla

Svodidla obecně slouží k zamezení sjetí vozidla mimo jízdní dráhu. Zábradelní svodidlo je svodidlo, které má navíc konstrukční úpravu zajišťující ochranu chodců a jiných uživatelů komunikace. Svodidla jsou provedena jako ocelová, betonová, lanová, popř. kombinovaná ze dvou materiálů (i jiných); podle své funkce mohou být jednostranná nebo oboustranná, podle svého působení tuhá a poddajná (deformovatelná).

Z hlediska navrhování a zkoušení se svodidla dělí na „schválená“ a „jiná“. Svodidla schválená jsou výrobky odzkoušené (nárazové zkoušky) a schválené příslušnými orgány. Svodidla jiná jsou individuálně navržená, staticky posouzená podle norem a technických pokynů (TP) pro mostní konstrukce; tyto lze navrhovat v případě povolení opakovaně (po odzkoušení mohou být zařazena mezi svodidla schválená) nebo jen individuálně pro jednu konkrétní stavbu.

Úroveň zadržení na mostech se navrhuje podle požadavku na ochranu jeho okolí a z hlediska nebezpečných míst. Úroveň zadržení je definována jako nej-

větší ověřená velikost bočního nárazu, kterému je schopno svodidlo vzdorovat, aniž by došlo k jeho překonání vozidlem, při zajištění požadované hodnoty prudkosti nárazu, přiměřené deformace svodidla a přijatelného chování vozidla. Pro jednotlivé úrovně zadržení jsou předepsány zkoušky odpovídající určené nárazové rychlosti, hmotnosti vozidla a úhlu nárazu (popř. kinetické energii při nárazu).

Úroveň zadržení svodidel schválených je pro nízké úhlové zadržení označena T1, T2 a T3 (jen pro dočasná svodidla), pro běžné zadržení N1 a N2 (dříve A1 a A2), pro vyšší zadržení H1, H2 a H3 (dříve B1, B2 a C1) a pro velmi vysoké zadržení H4a (dříve C1) a H4b. Úroveň zadržení svodidel jiných je označena A až D podle velikosti působící vodorovné síly 100 až 600 kN (dříve I a II pro sílu 100 resp. 200 kN - odpovídá H1 a H2).

Je-li v okolí mostu zdroj pitné vody I. stupně, souběžná, silně zatížená železniční trať, veřejné prostranství s velkou frekvencí chodců, souběžná, silně zatížená silnice, souvislá obytná nebo občanská zástavba, protihluková stěna neuzpůsobená jako záchytné zařízení, mimořádně nebezpečný objekt (např. s výbušninami a chemikáliemi), musí být úroveň zadržení H2 až H3, v ostatních případech H1 až H2 s tím, že na okraji mostu musí mít svodidlo úroveň zadržení nejméně H2 (H1 jen v případě, že je za ním chodník se zábradlím nebo protihluková stěna). V některých případech je nutno přihlídnout i k dovolené rychlosti (hranice je 80 km/hod.).

Pouze u malých mostů s délkou přemostění do 5-ti m a s výškou nivelety nad terénem nebo dnem vodoteče do 2 m je dovoleno osadit svodidlo s úrovní zadržení jako na přilehlé komunikaci, ale doplněné madlem ve výši nejméně 1,1 m. U vystupujících částí nosné konstrukce popř. podpěr lze uvažovat i úroveň běžného zadržení. Při opravách komunikací lze za určitých podmínek použít i dočasných úspornějších svodidel většinou s dovolenou rychlostí do 50 km/hod. V některých případech lze tato dočasná svodidla (u komunikací menšího významu) nahradit vodícími stěnami s různých materiálů. Tyto stěny se používají i pro oddělení popř. usměrnění dopravy.

#### 4.1.1.1 Ocelová svodidla

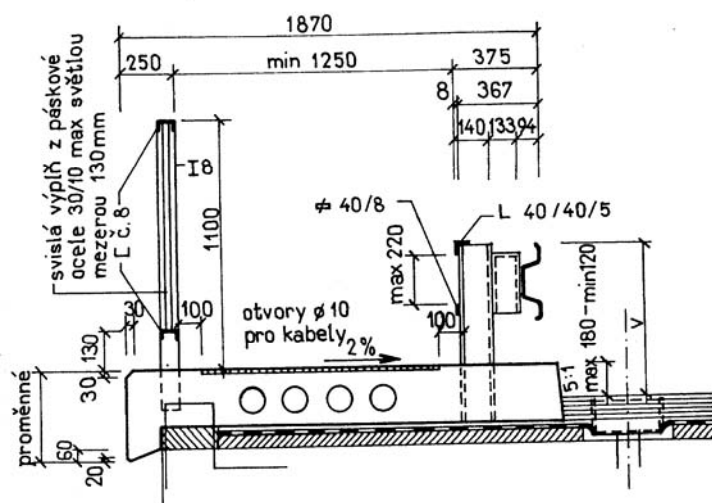
Ocelová svodidla se na komunikacích a tím i mostech vyskytují nejčastěji. Dříve se u nás používala pouze svodidla typu NH, v současné době i od jiných, především zahraničních výrobců, s označením např. „německý typ“ (nebo NH3), Voest-Alpine, Fracasso apod.

Základními částmi ocelových svodidel jsou svodnice, sloupky a jejich spojovací resp. distanční prvek. Dále jsou to další madla (např. u zábradelního svodidla) a výplně (svislé, vodorovné, ze sítí v rámu aj.). Významný je také způsob kotvení – většinou se jedná o ocelovou patní desku, která je součástí sloupku, která se kotví k betonovému nebo ocelovému podkladu (např. pomocí šroubů). Součástí svodidel bývají i různé přechodové a koncové (čelní, zadní) části. Provedení svodidel musí zajistit i jejich dilataci, popř. elektricky izolované styky, napojení na další prvky (stěny, tlumiče, jiné typy svodidel).

Obecné podmínky určující nutnost osazení a umístění svodidel na mostě jsou uvedeny např. v [15] v závislosti na tom, zda se jedná o kraj mostu nebo střední dělicí pruh při různých směrových úpravách (s chodníky, bez chodníků, s přejízdými nebo odraznými obrubníky) a přípustných rychlostech doprav-

ních prostředků (možné úpravy - viz např. [12] nebo dále pro konkrétní typy svodidel). Součástí konkrétního uspořádání je i způsob ukončení mostních svodidel, pokud neprobíhají na komunikaci mimo most (např. pomocí náběhů určité délky) nebo jejich napojení na silniční svodidla (formou přechodového úseku určité délky). Pokud jsou na mostě veřejné chodníky a nepokračují mimo něj, je potřeba provést takovou úpravu, která zajistí požadovanou bezpečnost jak pro chodce, tak i vozidla dle stanovené úrovně zadržení (např. pomocí „průpletu“ – opět viz dále).

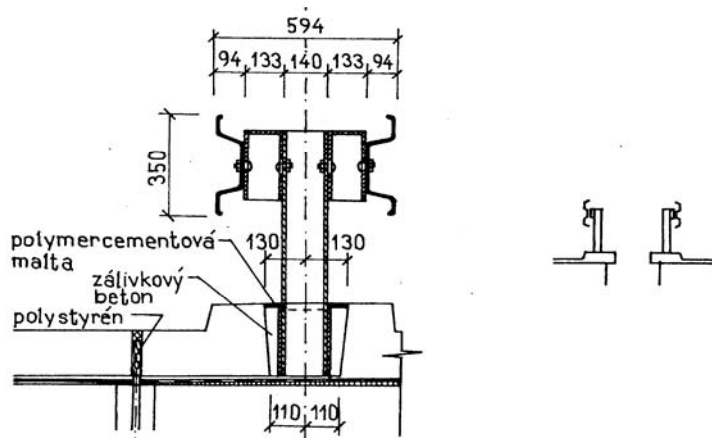
Svodidlo NH se historicky vyrábělo v několika modifikacích; dnes se jeho starší typy včetně typu NH4 (číslo znamená tloušťku plechu svodnice) uvedeného v TP 128 [29] u mostů již nemohou používat. Toto „jiné“ svodidlo sestávalo ze



Obr. 4.1 Umístění staršího typu svodidla NH na chodníku

trati navrhovala 750 mm nad povrchem dělicího pásu nebo krajnice (obr. 4.1), u přejížděného obrubníku 650 mm nad ním.

Svodidlo se ve středním dělicím pásu navrhovalo jako oboustranné (na mostech na dálnicích a směrově dělených komunikacích s překrytou mezerou mezi mosty a na mostech přesypaných – obr. 4.2) nebo rozdělené na dvě jednostranná



Obr. 4.2 Starší typ svodidla NH ve středním dělicím pásu

cím pásu na dálnicích a směrově dělených komunikacích s mezerou mezi římsami větší než 250 mm. Bylo tvořeno nejen svodnicí, ale i madlem ve výšce

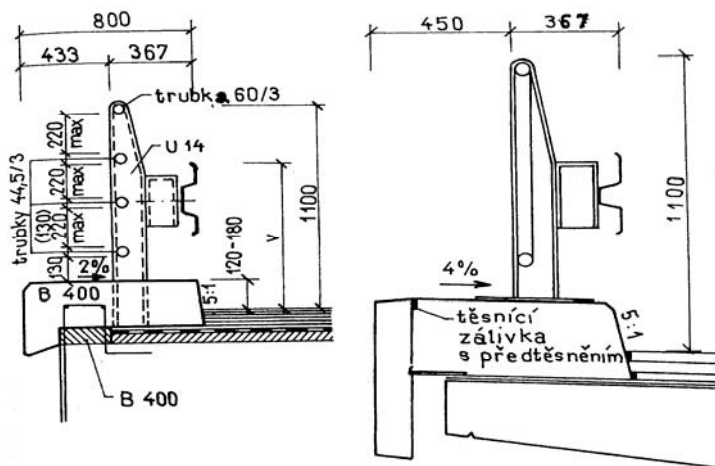
sloupku, válcové spojky a svodnice – viz obr. 4.1. Sloupky na mostě byly navrhovány z profilu U 14 ve vzdálenostech 2,0 m; byly kotveny do římsových, chodníkových nebo středních železobetonových desek - dříve zabetonováním později přišroubováním. Výška svodidel (horní hrana svodnice) se v širé

trati navrhovala 750 mm nad povrchem dělicího pásu nebo krajnice (obr. 4.1), u přejížděného obrubníku 650 mm nad ním.

na mostech na dálnicích a směrově dělených komunikacích s mezerou mezi římsami větší než 250 mm – obr. 4.2).

Zábradelní svodidlo NH se navrhovalo na římsách všech mostů bez přesypávky a bez chodníků a ve středním dělicím

aspoň 1,10 m nad přilehlým povrchem a výplní (*obr. 4.3*). Na komunikaci s neomezeným přístupem se používala svislá výplň s mezerami mezi jednotlivými pruty max. 130 mm, na komunikaci s vyloučeným přístupem chodců vodorovná výplň s mezerami mezi pruty max. 220 mm.

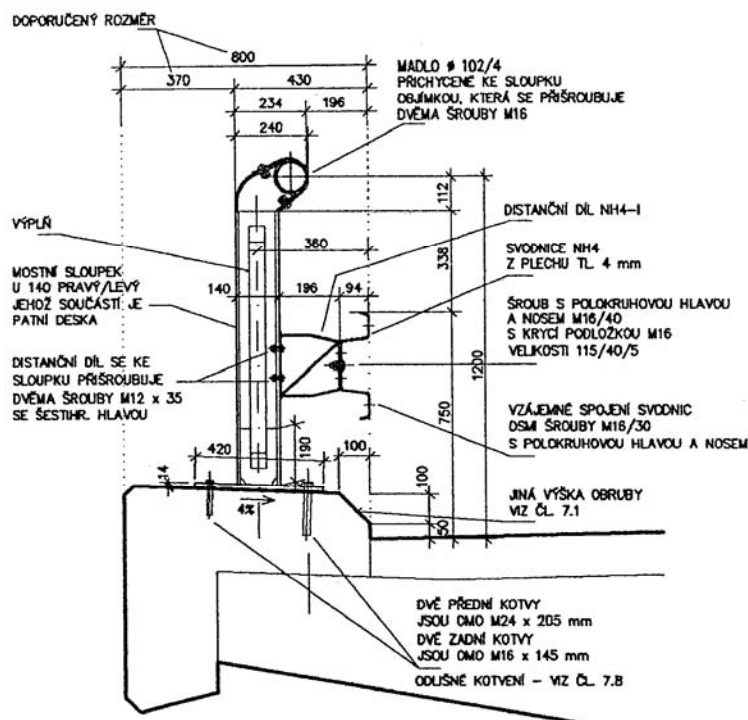


Obr. 4.3 Starší typ zábradelního svodidla NH s výplní

svodidla v úseku mostního objektu se stanovila podle jeho typu, nutném přesahu svodidla před konci mostu, podle typu komunikace a směru jízdy vozidel a délek snížení (výškových náběhů) svodnice do terénu. U směrově nedělených komunikací se svodnice snižovala ve sklonu 1 : 13,5 do terénu před i za mostem, u směrově dělených pouze před mostem. U těchto komunikací se svodnice za mostem přesahovala pouze na délku 4,12 m. Při pokračování svodidla na mostech s veřejnými chodníky resp. nouzovými chodníky (při délce mostu nad

Při šířce mezery ve středním dělicím pásu větším než 250 mm se i při použití zábradelních svodidel musela mezera buď zakrýt (demontovatelně) nebo se zábradelní svodidlo muselo doplnit do výšky 1,60 m drátěným pletivem popř. jinou zábranou proti přelézání.

Nejmenší délka 50 m) i v širé trati, se provádělo na začátku i na konci přesazeného svodidla jeho přerušení na šířku chodníku.



Obr. 4.4 Zábradelní svodidlo ZSNH4/H2, [37]

Dnes novější typ zábradelního svodidla typu NH4 dle TP 167 [37] patří mezi svodidla „schválená“ (navazuje na předchozí podobný typ NH4 – ZSNH4/I nebo ZSNH4/II. který patřil mezi svodidla „jiná“) - *obr. 4.4*; s ohledem na tuto sku-

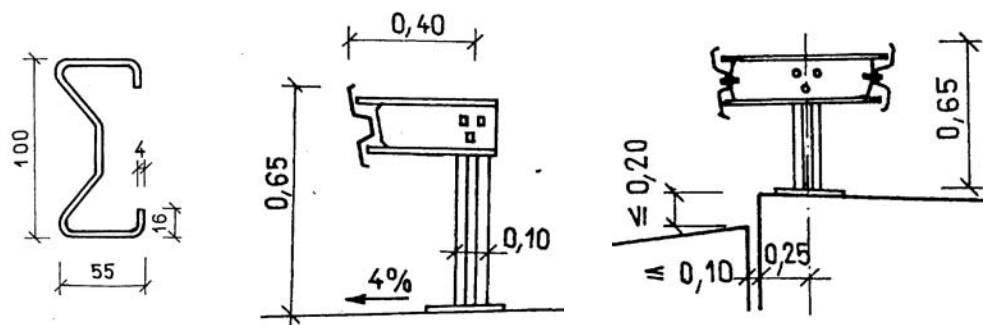
tečnost se doporučuje jeho použití i v případech pokud za ním je chodník. Pro

tento typ platí podobné zásady pro jeho umístění jako pro výše uváděný starší typ NH, jen u neprůběžných svodidel se zakončení děje pomocí výškových náběhů (většinou dlouhých - v délce 12 m nebo v některých případech krátkých - v délce 4 m) a u neprůběžných veřejných chodníků je potřeba dodržovat uspořádání ve formě „průpletu“ při použití odpovídajících ukončení pomocí výškových náběhů.

Tzv. „německý“ typ svodidla (NH3), patří mezi svodidla „jiná“. Na mostech se navrhuje jako jednostranné distanční svodidlo mostní – JDSM, většinou v kombinaci se zábradlím jako s druhou bezpečnostní bariérou a oboustranné distanční svodidlo – ODSM (*obr. 4.5*).

Toto svodidlo se musí navrhnout u všech mostů, které na délce větší než 10 m mají výšku nad terémem min. 5 m s tím, že se doporučuje, aby se používalo i u mostů, které nesplňují tuto podmínku.

Svodidlo sestává ze sloupku (pouze Sigma 100 – *obr. 4.5*), distančního dílu a svodnice (profil B). Na sloupek svodidla je přivařena patní deska tloušťky 10 mm pro sklon římsy 4 %. Kotvení sloupků se realizuje přišroubováním patní desky ke kotevní desce, která je přišroubována k římsě. Kotvení zabetonováním sloupku je nepřípustné. Sloupky se v délce mostu navrhují u jednostranného distančního svodidla (JDSM) ve vzdálenostech 1,33 m. Za svodidlem je buď průchozí prostor a zábradlí s pozinkovaným lanem  $\varnothing$  20 mm v horním madle, nebo nouzový chodník rovněž se zábradlím s lanem v madle.



*Obr. 4.5 Svodidlo JDSM a ODSM „německého typu“ (NH3)*

Použití svodidel ve středním dělicím pásu je závislé na tom, zda je nebo není mostní konstrukce dělená, a u dělené konstrukce na tom, jaká je šířka spáry mezi konstrukcemi, příp. výškový rozdíl mezi sousedícími římsami.

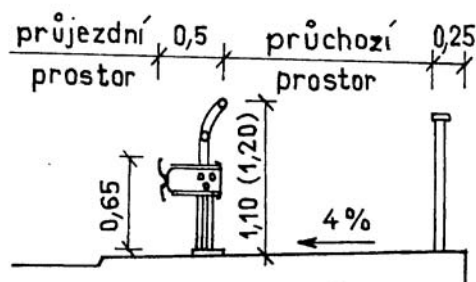
Není-li mostní konstrukce dělená, nebo je dělená s tím, že mezera mezi konstrukcemi je menší než 100 mm a současně výškový rozdíl ve spáře je menší než 200 mm, navrhne se oboustranné distanční svodidlo mostní (ODSM) v ose pásu (*obr. 4.5*). Podélná osa se provede nesymetricky, nebo se podélná spára provede symetricky a nesymetricky se osadí svodidlo.

U dělené konstrukce s mezerou menší než 250 mm a s výškovým rozdílem ve spáře max. rovným 200 mm se navrhnu dvě JDSM. Je-li šířka mezery větší než 250 mm, je nutné osadit rovněž dvě svodidla JDSM; za oběma musí být volná šířka 0,50 m a ocelové zábradlí s lanem v madle se sloupky po 2 m. Zábradlí musí být doplněno zábranou proti přelézání do výšky 1,60 m.

Pokud bude mezera překryta tak, že toto překrytí přenese zatížení kolovou silou 120 kN, je možné zábradlí vynechat. Pokud se mezera překryje pouze proti

pádu chodců, zábradlí zůstane, ale bez zábran proti přelézání. Pokud bude šířka mezery rovna max. 250 mm, ale výškový rozdíl říms větší než 200 mm, osadí se dvě JDSM a zábradlí s lanem na vyšší římsce (bez zábrany).

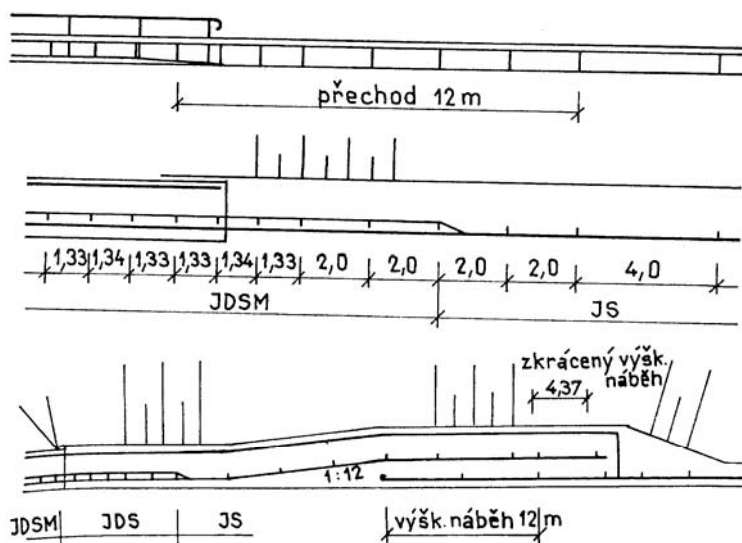
Pro zabránění vstupu chodců a pádu cyklistů do vozovky se u mostů s chodníky nebo cyklistickými stezkami přišroubuje vodící ochrana a osadí zábradelní část na svodidlo. Může být provedeno jako trubková konstrukce se dvěma madly (*obr. 4.6*). Svodidla se běžně kombinují s přejízdými obrubníky výšky 70 mm, které předstupují 0,50 m před líc svodnice (zasahují 0,50 m do volné šířky mostu). U silnic s dovolenou rychlostí do 60 km/hod je možné navrhnout odrazné obrubníky výšky 120 až 200 mm.



Obr. 4.6 Úprava na ochranu chodců

nezapočítává). Přesah se provádí u komunikací směrově dělených i nedělených bez ohledu na to, zda je nebo není na mostě chodník.

Konstrukční úprava svodidla je závislá na tom, jestli svodidlo pokračuje i mimo most a jestli jsou na mostě veřejné nebo nouzové chodníky. Minimální délku svodidla, platnou pro svodidla v širé trati není u mostů nutné dodržet. Před i za mostem ale musí být přechodová část délky 12 m, ve které se mění typ svodidla a vzdálenost sloupků (výškový náběh se do délky



Obr. 4.7 Úpravy přechodu svodidla mimo most

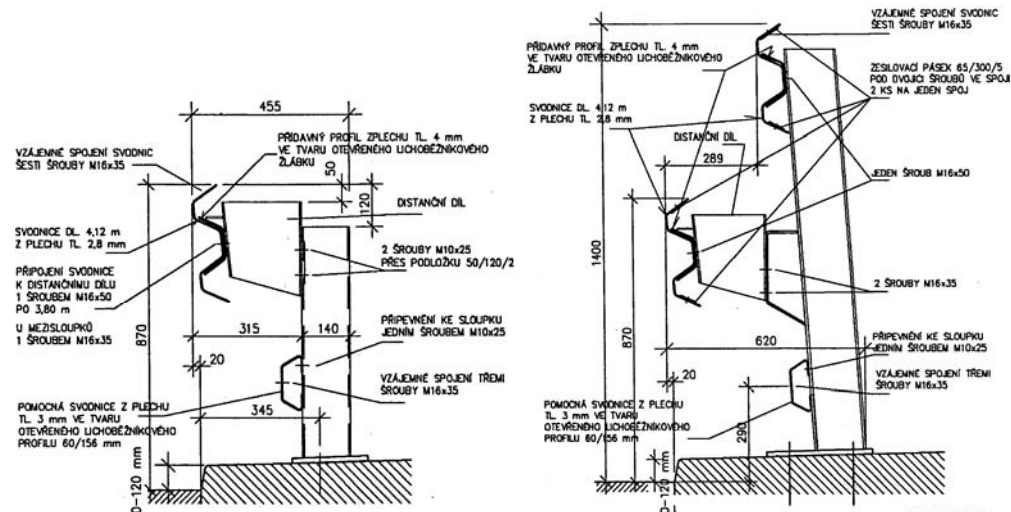
Pokračuje-li svodidlo i na silnici a na mostě jsou jen nouzové chodníky, svodidlo se nepřerušuje. Různé vzdálenosti sloupků a přechod z JDSM na JS (jednostranné silniční svodidlo) se provede v přechodové části 12 m (*obr. 4.7*). Je-li na mostě veřejný chodník, který mimo most nepokračuje a chodci

jsou nuceni pokračovat po krajnici, svodidlo se musí před i za mostem přerušit a uspořádat ve formě „průpletu“ (*obr. 4.7*).

Údaje o dalších dnes používaných „schválených“ typech svodidel (Voest-Alpine, Fracasso) můžeme nalézt v příslušných technických pokynech. Jejich úpravy jsou zřejmé z *obr. 4.8 a obr. 4.9*. Obě svodidla se od předcházejících liší tvarem svodnice, který vytváří tvar dvojité nebo u svodidla Fracasso i trojitě vlny (především pro mostní svodidlo). Oba typy lze v podstatě použít pro výšku obrub do 120 mm.

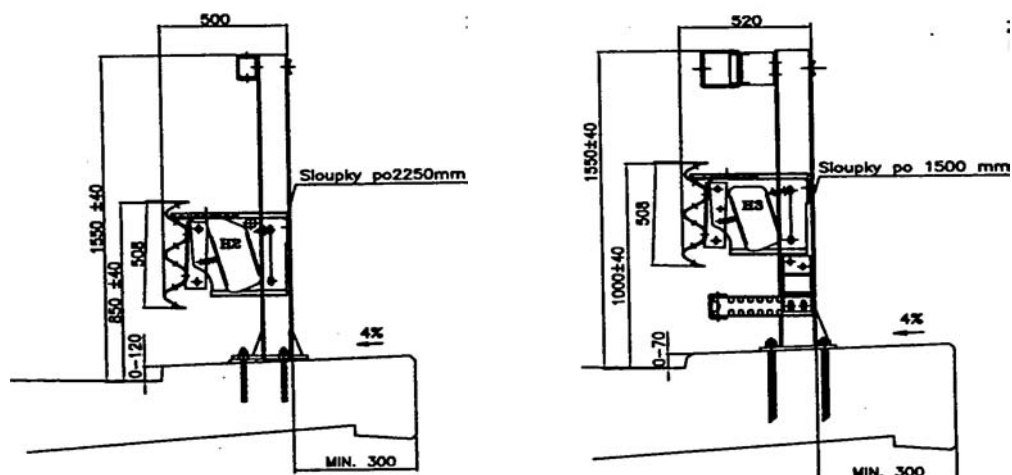


U svodidla Voest-Alpine se dále používají pomocné svodnice (ve tvaru otevřeného lichoběžníkového průřezu) pro zabránění podjetí vozidla např. při pádu motocyklistů a další svodnice v horní úrovni (1,40 m nad vozovkou) pro vyšší úroveň zadržení (H3), která vlastně vytváří i zábradelní svodidlo. Osová vzdálenost sloupků IPE profilu je na mostě 1,267 m.



Obr. 4.8 Konstrukční řešení svodidla Voest-Alpine, [38]

U svodidla Fracasso jsou různé typy pro úroveň zadržení H2, H3 a H4a. U jednostranných svodidel se vlastně jedná pouze o zábradelní svodidlo s horním madlem ve výšce cca 1,55 m nad vozovkou a při úrovni zadržení vyšší než H2 i s dolním madlem spojeným ze sloupkem pomocí deformačního dílu (výška svodnice nad vozovkou se zvětší z 0,85 na 1,00 m). Madla a sloupky jsou provedeny z ohýbaných U profilů různých rozměrů. Vzdálenost sloupů závisí na požadované úrovni zadržení – je 2,25 resp. 1,50 resp. 1,33 m. U oboustranného svodidla odpadá horní madlo a horní část sloupku, svodnice je ve výšce 1,16 m nad přilehlým povrchem. Požadavky našich norem na použití výplně (ochrana chodců) lze řešit pomocí zadní výplně do výšky až 1,975 m.



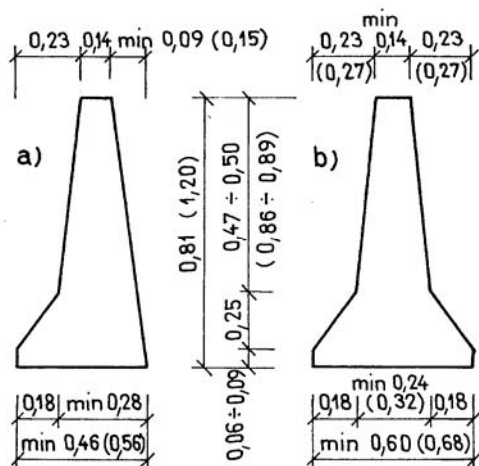
Obr. 4.9 Konstrukční řešení svodidla Fracasso – úroveň zadržení H2 a H3, [36]

Dá se očekávat, že u nás mohou být v dohledné době certifikována i svodidla od jiných zahraničních výrobců.

#### 4.1.1.2 Betonová svodidla

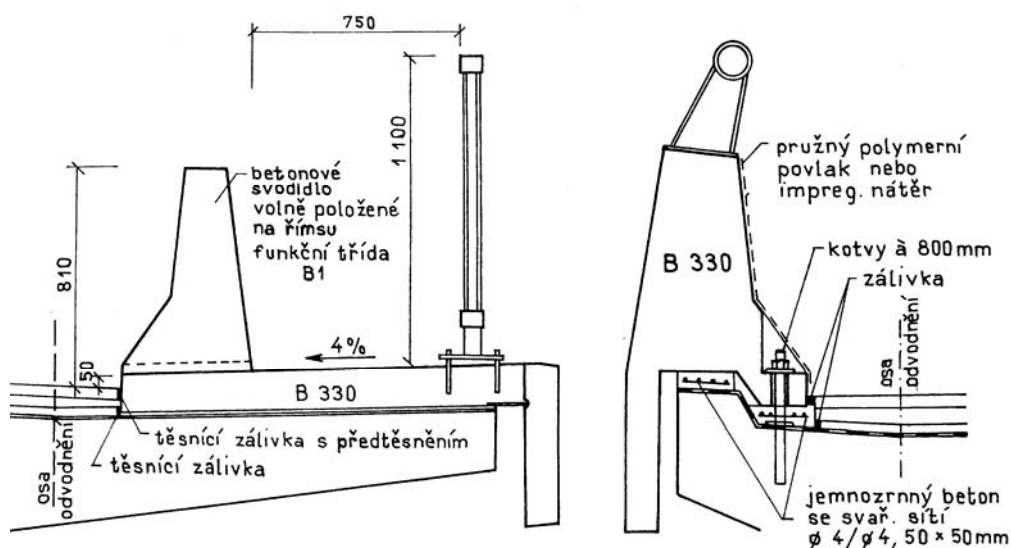
Tento typ svodidel (tvaru New Jersey) patří mezi svodidla „schválená“ i „jiná“. Navrhuje se jako jednostranné, případně oboustranné svodidlo výšky 0,80 až 1,20 m – možné tvary jsou na **obr. 4.10**.

Jednostranné svodidlo výšky min. 0,80 m (doporučená hodnota je 1,00 m) se navrhuje na mostech s chodníky. Na vnějším okraji mostu bez chodníků je pro svodidlo stanovena minimální výška na 1,10 m. Ve středních dělicích pásech se podle šířky zrcadla, popř. vzdálenosti mezi lící svodidel při překrytí zrcadla, volí minimální výška 0,80 až 1,10 m (při vzdálenosti nad 3 m je výška min. 0,80 m, nad 2 m již 1,00 m a do 2 m min. 1,10 m – platí i při zrcadlu do 250 mm; při zrcadlu nad 250 mm je výška min. 1,10 m); u oboustranného svodidla je minimální výška vždy 1,10 m. Obecně o výšce rozhoduje požadovaná úroveň zadržetí.



Obr. 4.10 Příklad betonového svodidla

Svodidlo může být v provedení monolitickém nebo prefabrikovaném, buď jako posuvné (**obr. 4.11 vlevo**) nebo neposuvné – kotvené (**obr. 4.11 vpravo**) nebo monoliticky spojené s nosnou konstrukcí. Svodidlo tuze spojené s nosnou konstrukcí je mimořádně tuhé, přenáší však namáhání do nosné konstrukce a vyvolává problémy s ukončením izolace a s odvodněním. Délka svodidla je daná délkou mostu, tím zda svodidlo pokračuje nebo nepokračuje mimo most a také závisí na konstrukčním provedení svodidla - platí zde podobné úpravy jako u ocelových svodidel. Spojení dílů prefabrikovaného svodidla může být zajištěno sepnutím lanem nebo tyčí nebo zámkem s použitím válcovaného profilu tvaru I.



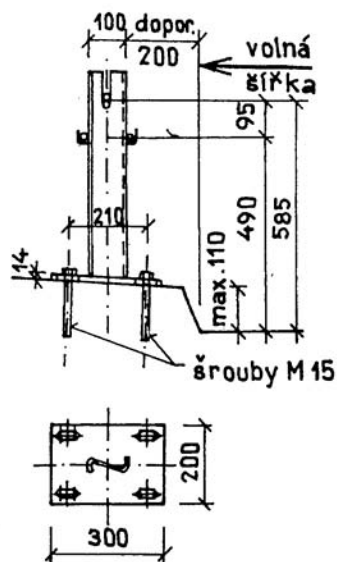
Obr. 4.11 Možné způsoby osazení prefabrikovaných betonových svodidel

Betonové svodidlo může být provedeno i jako kombinované s ocelovým madlem – viz např. úprava v **obr. 4.11 vpravo**.



#### 4.1.1.3 Lanová svodidla

Tento typ, vyráběný v Anglii (Brifan Limited), patří u nás sice mezi svodidla „schválená“, ale s ohledem na prokázanou úroveň zadržení (pouze N2) jej na mostech bez schválení nelze použít. Svodidlo na silnici sestává ze čtyř (tří) napjatých lan  $\varnothing 19$  mm vedených přes sloupky, osazované ve vzdálenostech 2,40 m (i 3,20 m). U tohoto svodidla není rozdíl mezi svodidlem vnitřním a krajním.

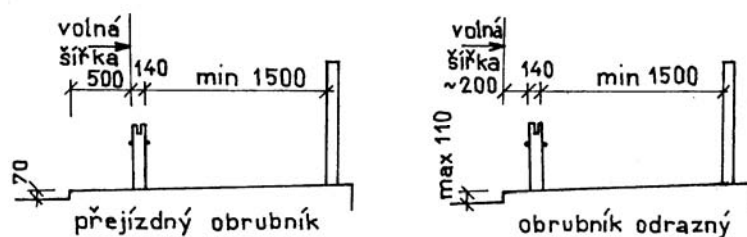


Obr. 4.12 Lanové svodidlo

Ze 4 lan vodorovného prvku svodidla jsou dvě lana vedena rovně v zářezu sloupku ve vzdálenosti 585 mm nad povrchem komunikace a po jednom lanu po stranách sloupku ve vzdálenosti 490 mm nad povrchem komunikace (obr. 4.12). Tato lana probíhají střídavě po levé a pravé straně sloupku (proplétají se mezi sloupky). Lana jsou kotvena v kotveních blocích a napnuta napínacími šrouby na sílu 25 kN (při teplotě 10°C).

Kotvení sloupků může být zabetonováním do kapes, vhodnější je přišroubování ke kotvením šroubům nebo dodatečně na hmoždinky. Lanové svodidlo nelze doplnit nástavcem pro chodce a cyklisty. Nemůže být proto použito jako zábradelní svodidlo na vnějším okraji mostu bez chodníků.

Na mostech vzhledem k velikosti příčné deformace při nárazu vozidla musí být za svodidlem chodník šířky min. 1,50 m, což omezuje jeho použitelnost, a sloupky svodidla po 1,20 m (úroveň zadržení H1). Svodidlo se používá v kombinaci s přejízdným obrubníkem výšky max. 110 mm. Je-li výška obrubníku 70 mm, šířka zvýšení ke svodidlu je 500 mm a volná šířka je až ke svodidlu; při výšce obrubníku 110 mm je zvýšení předsazeno před svodidlo jen 200 mm a volná šířka je mezi zvýšenými obrubami – obr. 4.13.



Obr. 4.13 Umístění lanových svodidel na okraji mostu

Pro osazování svodidel na mostech směrově dělených komunikací je nejvhodnější řešení se svodidlem v ose dělicího pásu (přidáním

druhé svodidla v úseku mostu lze použít i řešení se svodidly na okrajích dělicího pásu). Vzdálenost sloupků záleží na předepsané úrovni zadržení a šířce středního dělicího pásu. Pravidla pro pokračování svodidel mimo most jsou podobná jako pro svodidla ocelová.

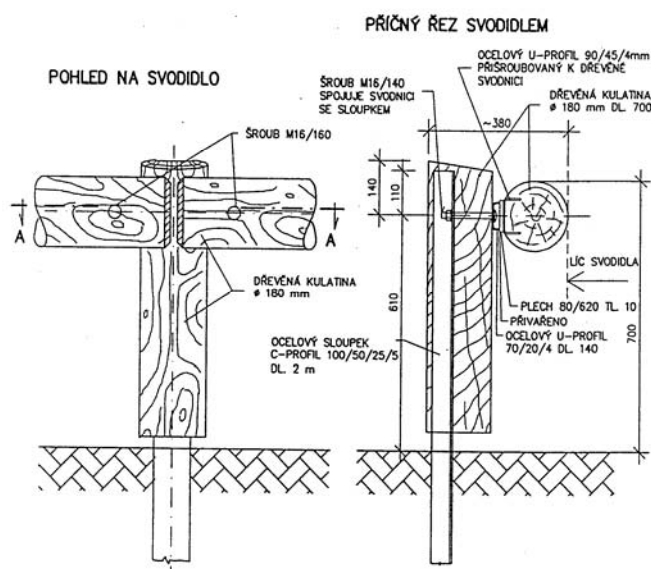
#### 4.1.1.4 Kombinovaná svodidla

Kombinovaná svodidla jsou zpravidla provedena z více materiálů. Mohou vycházet z předcházejících typů nebo mohou být samostatně řešena.

U betonového svodidla se může při výšce betonové části min. 0,80 m použít zakotvený ocelový nástavec např. ve formě ocelového madla - *obr. 4.11*. Z hlediska návrhu (vývoje) i použití kombinovaného svodidla se madlo považuje za součást nosného systému svodidla a jako celek je ho třeba posuzovat a zkoušet. To znamená, že např. svodidlo, které má betonovou část výšky 0,80 m a ocelové madlo ve výšce 1,20 m, se považuje za svodidlo výšky 1,20 m.

Na betonová svodidla je dovoleno osazovat i zábradelní nástavce, které nejsou součástí nosného systému svodidla. Zábradelní nástavce patří mezi zábradlí, nikoliv mezi svodidla a do výšky svodidla se nepočítají. To znamená, že např. svodidlo, které má betonovou část výšky 0,80 m a zábradelní nástavec vysoký 0,30 m, se považuje za svodidlo výšky 0,80 m.

Mezi kombinovaná svodidla patří i dřevoocelová svodidla. Tato se používají na komunikacích především v chráněných krajinných oblastech. Jejich uplatnění u mostů je výjimečné; u nás v současné době není certifikováno. Konstruktivní řešení svodidla a jeho základní rozměry jsou zřejmé z *obr. 4.14*. Při osazování na mostech s veřejnými chodníky se svodidlo neupravuje. Při osazování na



Obr. 4.14 Dřevoocelové svodidlo, [32]

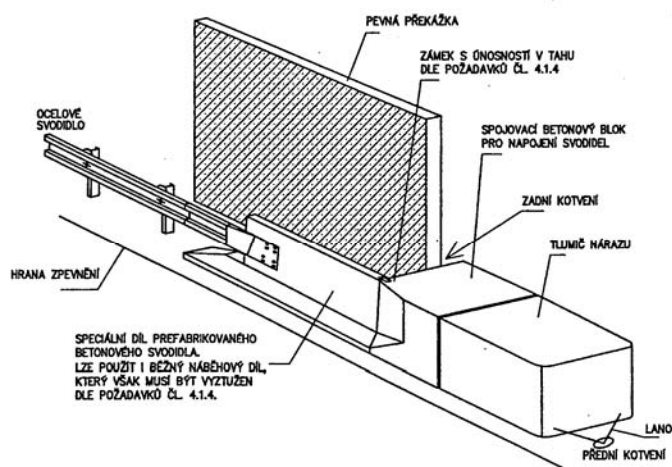
výšce max. 150 mm, který lícuje se svodidlem, nebo přejezdovým obrubníkem, který předstupuje před líc svodidla nejvýše 0,5 m.

## 4.1.2 Tlumiče nárazů

Tlumiče nárazu (*obr. 4.15*) patří mezi silniční záchytné systémy, instalované před pevnou překážkou na pozemních komunikacích, před kterou nelze z prostorových důvodů umístit svodidlo nebo před kterou nelze provoz chránit jiným vhodným způsobem, a jiných místech určených k dopravě, popř. zajišťující ochranu před pádem z mostu a objektů mostům podobných. Jedná se o bezpečnostní dopravní zařízení, jehož účelem je utlumit (nebo snížit) kinetickou energii vozidla (především osobních aut) při zajištění přiměřené bezpečnosti cestujících ve vozidle a jiných uživatelů pozemní komunikace.

Existují vodící a nevodící tlumiče nárazu. Vodící tlumiče nárazu jsou zkoušeny i na boční náraz. Vozidlo nejen zadrží, ale i přesměruje, a to ve směru jízdy

nebo i proti směru jízdy. Nevodící tlumiče nárazu jsou zkoušeny všemi zkouškami jako vodící, s výjimkou bočních nárazů (vozidla zadrží, ale nepřesměruje).



Obr. 4.15 Příklad použití tlumiče nárazu včetně napojení na svodidlo

vými rámy a jsou opřeny o zadní blok z betonu nebo opěru z oceli.

Z hlediska úrovně zadržení se rozdělují na funkční úrovně podle tzv. rychlostní třídy (od 50 do 100 km/hod). Konstrukci tlumičů tvoří přední a zadní kotvení (zamezuje nadzvednutí) a deformační elementy (plechové duté roury, vaky z umělé hmoty), které jsou při nárazu vozidla vedeny lany nebo teleskopickými svodnicemi a ocelo-

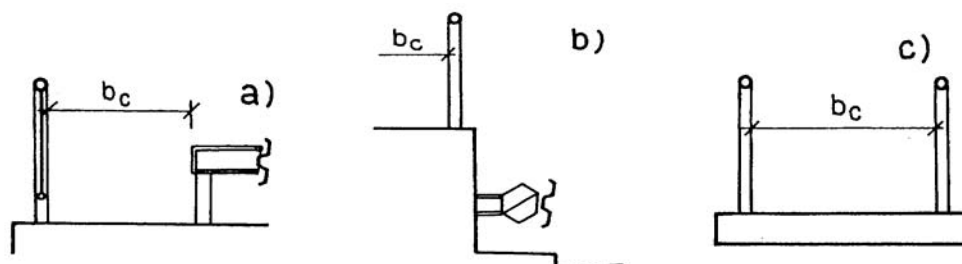
### 4.1.3 Zábradlí

Mostní zábradlí je součástí mostního vybavení, sloužící k ochraně chodců a cyklistů a částečně i k ochraně silničního provozu (mluvíme o ochranném zábradlí; u silnic o dopravně-bezpečnostním zábradlí); používá se také pro ochranu obsluhy při revizi mostu.

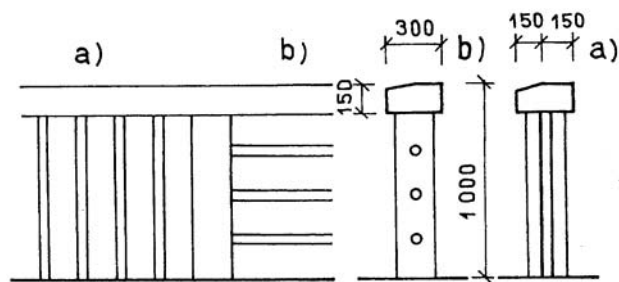
#### 4.1.3.1 Zábradlí silničních mostů

Zábradlí na mostních objektech a v podjezdech se umísťuje:

- na vnější straně veřejných i nouzových chodníků, oddělených nebo neoddělených od provozu na silnici svodidlem (*obr. 4.16a*),
- na koruně opěrných zdí v podjezdech při zvýšených chodnicích (*obr. 4.16b*),
- oboustranně na lávkách pro pěší a cyklisty, na revizních lávkách a plošinách (*obr. 4.16c*),
- po celém obvodu revizních vozíků,
- na římsách přesýpaných mostů s horním povrchem římsy ve výšce větší než 2 m nad přemostěvanou komunikací, terémem nebo dnem vodního toku.

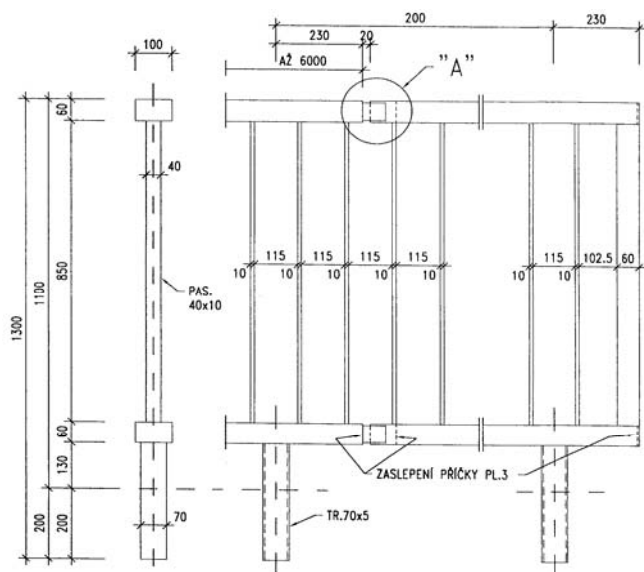


Obr. 4.16 Příklady umístění zábradlí



Obr. 4.17 Příklad betonového zábradlí

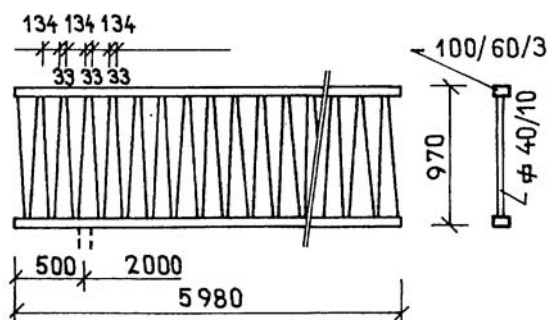
Zábradlí kamenné, litinové nebo betonové (*obr. 4.17*) se navrhuje pouze v případě rekonstrukce historických mostů; běžně se navrhuje zábradlí ocelové, které je lehčí jak z hlediska hmotnosti, tak z hlediska estetického vzhledem ke dnešním štíhlým konstrukcím.



Obr. 4.18 Příklad bezsloupkového ocelového zábradlí

Zábradlí na mostě musí mít madlo ve výšce min. 1100 mm nad přilehlým zpevněním. Vodorovná výplň se nenavrhuje, vyskytuje se pouze u mostů starších (případně by se musela kombinovat s drátěným pletivem). Mezery mezi pruty svislé výplně smí být max. 130 mm, mezera mezi vodorovnou příčlí a povrchem chodníku nesmí být větší než 130 mm. Podle ČSN 736223 [16] musí být zábradlí nad tratěmi

s elektrickou trakcí doplněno protidotykovými zábranami.



Obr. 4.19 Univerzální zábradlí

Příklad ocelového zábradlí se svislou výplní je na *obr. 4.18*; univerzální zábradlí vhodné pro mosty ve sklonu je na *obr. 4.19*.

Na mostních objektech nad rychlostními komunikacemi nebo jinými důležitými plochami může být zábradlí doplněno drátě-

ným pletivem jako zábrana proti pádu. Pokud je zábradlí součástí druhotné ochrany proti pádu vozidel nebo je dovoleno jej navrhnout na okraji chodníku nebo na místních komunikacích bez svodidel, doporučuje se provést zpevnění madla (např. kotveným lanem uvnitř dutiny madla).

#### 4.1.3.2 Zábradlí železničních mostů

Zábradlí musí být umístěno na všech mostních objektech ve stanici, a též v širé trati s povrchem říms ve výšce větší než 2 m nad komunikací, terénem nebo dnem vodního toku kromě mostních objektů s přesypávkou, jejíž výška nad římsami je větší než 6,0 m. Výška zábradlí na okraji mostu musí být minimálně 1100 mm nad povrchem chodníku nebo římsy a musí mít kromě madla dvě

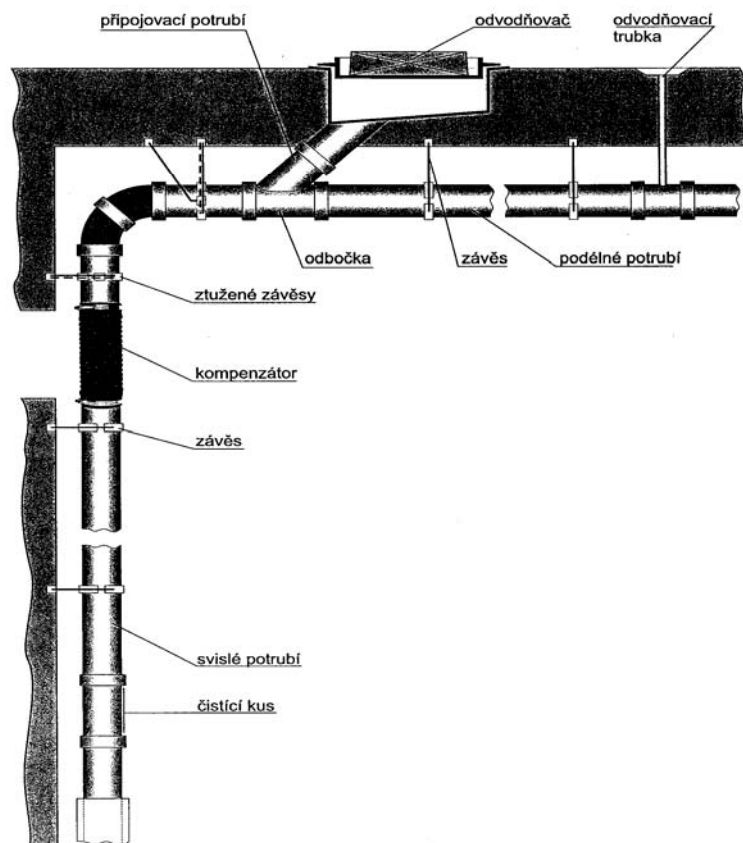
příčle nebo dolní příčli a svislou výplň (parametry výplně viz zábradlí na silničních mostech). Dolní příčle se umísťuje tak, aby její horní hrana byla 100 mm nad povrchem chodníku nebo římsy.

Zábradlí může být funkčně nahrazeno plnostěnným nosníkem s výškou nejméně 900 mm, je-li šířka nosníku aspoň 200 mm. Nižší nosníky musí být doplněny do výšky 1100 mm zábradlím.

Zábradlí oddělující veřejný chodník na mostě od prostoru železničního provozu musí být husté (sít, plech) o výšce aspoň 1,5 m nad povrchem chodníku. Pro zábradlí na druhé straně chodníku platí tytéž podmínky jako u silničních mostů.

## 4.2 Odvodnění mostů

Pro zajištění bezpečného provozu na mostě a pro zabránění škod způsobených vodou na jednotlivých konstrukčních částech mostu je nutné rychle a spolehlivě odvést srážkovou vodu z povrchu mostu (vozovky, krajnic, chodníků) a vodu prosáklou krytem vozovky a odvodnit všechna místa vystavená povětrnostním vlivům – oblast ložisek, mostních závěrů, dutiny a kanály různých vedení, žlaby pro uložení kolejnicového svršku apod. Dále je potřeba zajistit odvodnění dutin a komor v nosné konstrukci, odvedení vody před, za (popř. z konce mostu před jeho závěrem) a pod mostem a odvodnění prostoru za opěrami popř. křídly. Měl by se vyřešit i způsob odvedení vody mimo mostní objekt – např. do příkopů, stávající kanalizační sítě, recipientu nebo retenční nádrže. Z pohledu odvodnění je významná ochrana = izolace všech částí mostu.



Obr. 4.20 Schéma odvodňovacího zařízení, [11]

Systém odvodnění mostů sestává ze sběrných ploch na povrchu mostu, z odpadního zařízení (odvodňovačů = mostních kanalizačních vpustí, popř. odpadních žlabů, odpadního potrubí), drenáží, šachet, skluzů, vývaříšť, těsnění apod. Navrhuje se zpravidla na základě hydrotechnického výpočtu tak, aby při návrhové velikosti srážek a rovnoměrném průtoku proudící voda nepřesáhla do jízdnicových pruhů.

Pro rychlé odvedení vody z povrchu mostu je důležitý jeho příčný a podélný sklon (příčný sklon nejlépe 2,5 %; výsledný sklon 2 %). Tento sklon může u kratších mostů stačit k odvedení vody mimo most. U delších mostů je nutné vodu odvádět také systémem odvodňovačů popř. pomocí žlabu. Minimální podélný sklon z hlediska odtoku vody je 0,5 %; pokud tato podmínka není dodržena je možné kolem obrubníku navrhnout odvodňovací proužky o šířce 0,50 m se střechovitým sklonem 0,5 % k jednotlivým odvodňovačům.

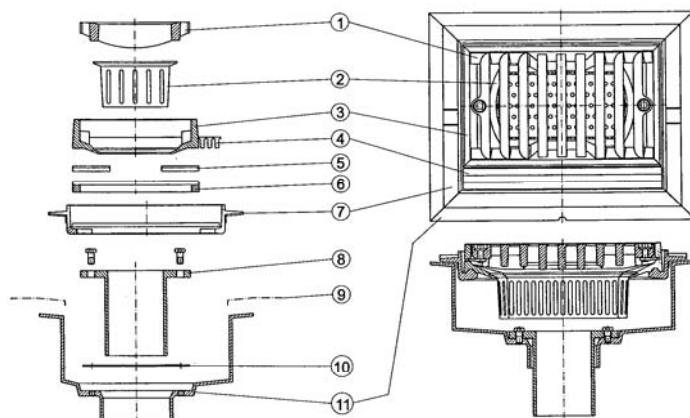
## 4.2.1 Odvodňovací zařízení

Mezi odvodňovací zařízení patří propojený systém odpadního zařízení, odvádějícího povrchovou vodu, se systémem pro odvodnění povrchu izolace mostu, odvádějícího podpovrchovou vodu prosáklou na izolaci, z určité velikosti sběrné plochy (*obr. 4.20*).

Velikost sběrné plochy je dána vzdáleností odvodňovačů a šířkou, ze které stéká voda k odvodňovači. U konstrukcí s jednostranným příčným sklonem jsou odvodňovače umístěny na nižší straně příčného řezu a šířka je rovna šířce mostu, u konstrukcí s oboustrannými příčnými sklony jsou odvodňovače na obou stranách a šířka je dána vzdáleností od hrany lomu sklonů k okraji mostu.

### 4.2.1.1 Odpadní zařízení

Odpadní zařízení je tvořeno částí odvodňovací a částí odtokovou, tj. odvodňovači a odpadním potrubím. Vlastní odvodňovač sestává z vrchní a spodní části. Vrchní část – vtoková – je zabudována v mostním svršku, spodní – výtoková – je zabudována v konstrukci mostu. Podle umístění na mostě se rozlišují odvodňovače rigolové (v krajnici), obrubníkové a zvláštní (podchodníkové, odvodňovací žlaby apod.).



#### Legenda

- ① mříž
- ② lapač nečistot
- ③ rám
- ④ bednicí lišty
- ⑤ rektifikační podložky
- ⑥ rektifikační rám
- ⑦ hrnec
- ⑧ tvarovka F (nebo jiné zakončení - přímý odtok, kloub,...)
- ⑨ izolace
- ⑩ těsnění pod tvarovkou
- ⑪ talíř

Obr. 4.21 Základní části rigolového odvodňovače, [11]

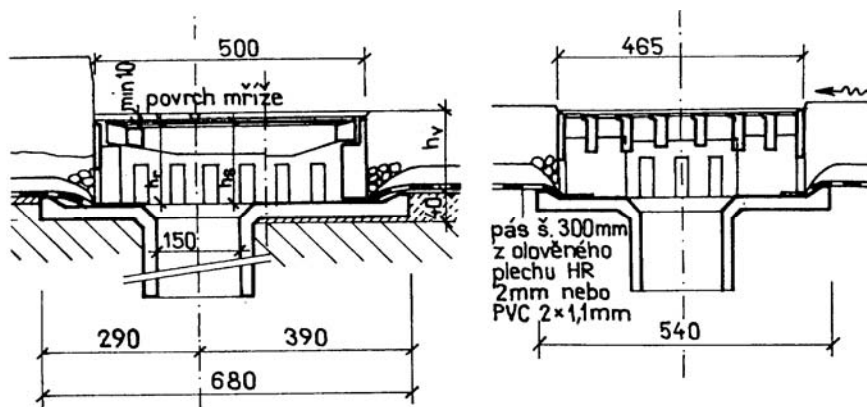
Rigolové odvodňovače (*obr. 4.21*) jsou po stránce hydraulické nejučinnější. Osazují se běžně k obrubníku ve stejném podélném sklonu jako je sklon nivelety. U mostů z prefabrikátů, kde spára mezi nosníky může ležet značně mimo výtokovou troubu odvodňovače, je možné odsadit jej od zvýšené boční obruby. Přitom je ovšem nutné vytvořit příčný spád od obruby k odvodňovači a odvodňo-



vač musí být situován v krajnici.

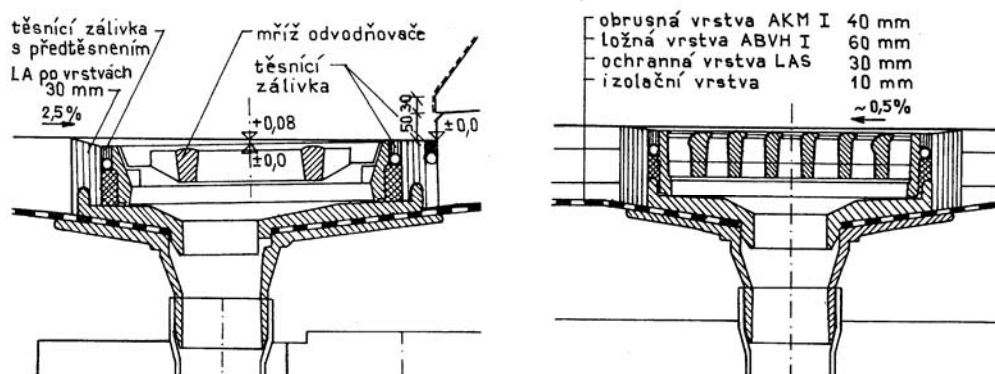
Horní vtoková a pojezdová část odvodňovače se skládá z rámu a mříže, dolní část osazená do mostovky, umožňující uložení horní části, tvoří těleso odvodňovače, které se skládá z hrnce (umožňuje změny v uložení), talíře (pevná dolní část) a bednicích lišt. Součástí bývá i příslušenství jako např. lapač nečistot, vyrovnávací rám, rektifikační podložky. K napojení na odpadní potrubí slouží různé tvarovky. Základní části odvodňovače jsou zobrazeny na **obr. 4.21**.

Příkladem dříve vyráběného rigolového odvodňovače může být odvodňovač půdorysných rozměrů 300/300 a 500/465 mm (**obr. 4.22**). Vtoková část sestávala z rámu a roštu (mříže). Výška rámu byla odstupňována po 10 mm od 90 do 160 mm pro použití při různých tloušťkách vozovky. V bočních stěnách rámu byly otvory pro odtok vody, která prosákla na izolaci. Rošt byl vytvořen jako mříž, její příčle mohly být na povrchu rovné nebo hydraulicky tvarované; situovaly se zásadně kolmo na směr jízdy. Výtoková část byla tvořena obdélníkovým talířem s odpadní troubou. Jeden rozměr talíře byl podstatně větší než rozměr rámu a umístění osy odpadu bylo excentrické, takže bylo možné otočením kolem svislé osy a posunem ve vodorovném směru měnit polohu osy odpadu vzhledem k ose odvodňovače.



Obr. 4.22 Příklad staršího rigolového odvodňovače

Novější odvodňovače jsou sestaveny z více částí (**obr. 4.23**), délku odpadní roury je možné zvětšit přilepením trubky PE.

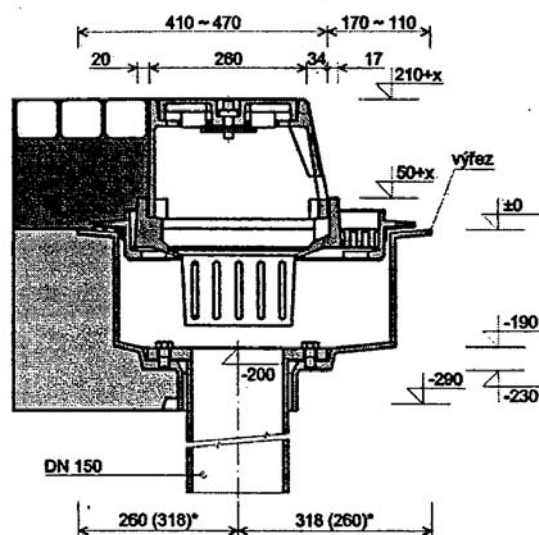


Obr. 4.23 Příklad novějšího typu odvodňovače

Výtoková trouba může mít průřez kruhový nebo obdélníkový. Světlost kruhového profilu nemá být menší než 100 mm, u obdélníkového profilu nemá men-

ší světlost klesnout pod 60 mm. Osa trouby v případě nutnosti může být ve sklonu, ne však menším než 5° (8,8 %). Výtoková trouba může vyústit volně pod konstrukcí s přesahem min. 100 mm pod spodní plochu nosné konstrukce v dostatečné vzdálenosti od podpěr, nebo v případě, že vodu není možné pustit volně (komunikace, zastavěné území, ekologické důvody apod.), se voda odvádí sběrným potrubím nebo žlabem do svislých odpadů. Žlaby musí být přístupné pro čištění, ve sklonu min. 0,5 %.

Obrubníkový odvodňovač se umísťuje do zvýšené obruby po stranách pojezdového povrchu mostu (viz *obr. 4.24*). Po stránce hydraulické jsou tyto odvodňovače s bočním vtokem méně účinné, protože při vyšších rychlostech vody nestačí celý průtok vtéct do odvodňovače a bylo by proto nutné navrhnout větší počet odvodňovačů. Tento druh odvodňovačů se má navrhovat pouze výjimečně, na mostech s podélným sklonem do 1 %, přičemž boční (vtokový) otvor má být aspoň 0,40 m dlouhý, bez mříže. Použití je omezeno jen na zvláštní případy, např. některé mosty ve městech.



Obr. 4.24 Příklad obrubníkového odvodňovače

Odpadní (sběrné) potrubí slouží ke svedení vody z odvodňovačů do přesně lokalizovaných míst. Skládá se z přípojovacího potrubí, které napojuje odpady odvodňovačů, případně i s podélných a svislých svodů s vývodem do vhodného odpadu (*obr. 4.20*). Součástí tohoto potrubí mohou být různé tvarovky, kompenzátory, umožňující dilatační pohyby a změnu směru, čistící kusy a závěsy. Vodorovné odpadní potrubí bývá nečastěji zavěšeno pod nosnou konstrukcí mostu, svislé přikotveno ke spodní stavbě.

Zvláštní způsoby odvodňování přichází v úvahu u mostů, na kterých nelze vystačit s běžnými způsoby odvodnění. Jedná se např. o odvodnění dlouhých mostů, mostů s velkým podélným spádem apod.. Pro tyto případy se navrhuje odvodňovače příp. odvodnění atypické – roštové žlaby v odvodňovacích pružích, kryté odvodňovací žlaby v chodnicích, otevřené žlaby pod římsami apod. Voda je do žlabů dovedena např. pomocí nátoků vedených pod chodníky a ze žlabů je vyvedena do šachty u opěr mostu. Návrh těchto zvláštních způsobů odvodnění je nutné doložit výpočtem. Jejich použití má však více nevýhod, než systémy s odpadním potrubím.

#### 4.2.1.2 K návrhu odvodnění

Pro návrh vzdáleností odvodňovačů zvolené velikosti a tvaru příčlí mříže je nutné vycházet z hltnosti odvodňovače, z šířky plochy, kterou je zapotřebí odvodnit, velikosti podélného sklonu na mostě, drsnosti povrchu a požadavku, aby šířka hladiny vody nepřesáhla 1 m, tj. aby voda nezasahovala do pojezdové šířky komunikace. Postup výpočtu je uveden v literatuře, např. [11].

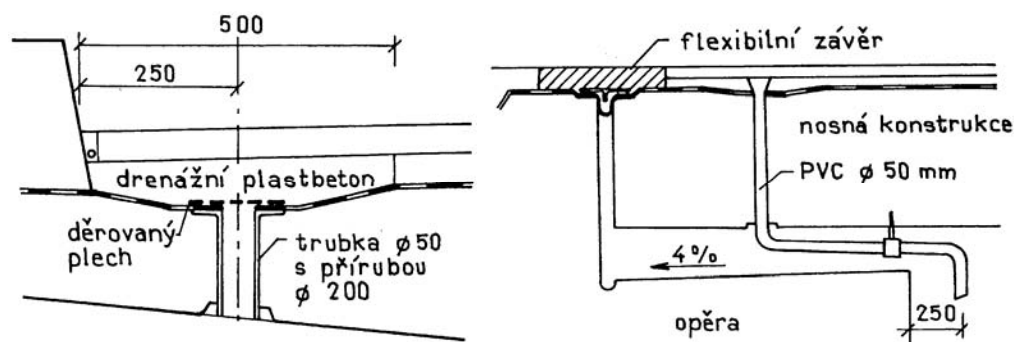


Při návrhu odvodnění mostu je nutné také zajistit, aby se na most nedostávala voda z přilehlých částí komunikace. To je možné splnit např. odvedením vody bočním skluzem před mostem, nebo osazením odvodňovačů v krajnici před opěrou mezi křídly, příp. při velkém přítoku na most (velký spád a délka komunikace v předpolí mostu) umístěním příčného roštového žlabu před mostem.

#### 4.2.1.3 Odvodnění povrchu izolace mostu

Voda, která prosákne přes kryt vozovky na izolaci, musí být odvedena, aby zvláště v zimním období, po jejím zavrznutí, nebyla vrstva krytu nadzvedávána. Je ji možné odvést dvěma způsoby, a to po izolaci drenáží do drenážních otvorů v odvodňovačích nebo do speciálně provedených odvodňovacích trubek.

Vlastní odvedení vody se může realizovat trubkou  $\varnothing 50$  mm z nekorodujícího materiálu, která prochází nosnou konstrukcí a vyústí 100 mm pod její spodní plochou, nebo lícuje se spodní plochou, která je v okolí trubky vybrána a nebo je napojena do sběrného potrubí (viz *obr. 4.20*). Trubka je na horní straně opatřena přírubou pro osazení, otvor trubky je zakryt děrovaným nekorodujícím plechem  $150 \times 150 \times 0,6$  mm, pletivem apod. Nad trubkou v šířce 500 mm a délce min 250 mm se v tloušťce ochranné vrstvy provede vsakovací vrstva z drenážního plastbetonu (*obr. 4.25 vlevo*).



Obr. 4.25 Možné úpravy odvodnění povrchu izolace

Trubka pro odvodnění povrchu izolace by se měla navrhovat vždy před mostním závěrem (*obr. 4.25 vpravo*). Závěr totiž vytváří příčný práh, který brání prosáklé vodě v odtoku, a proto v těchto místech mohou vznikat časté poruchy.

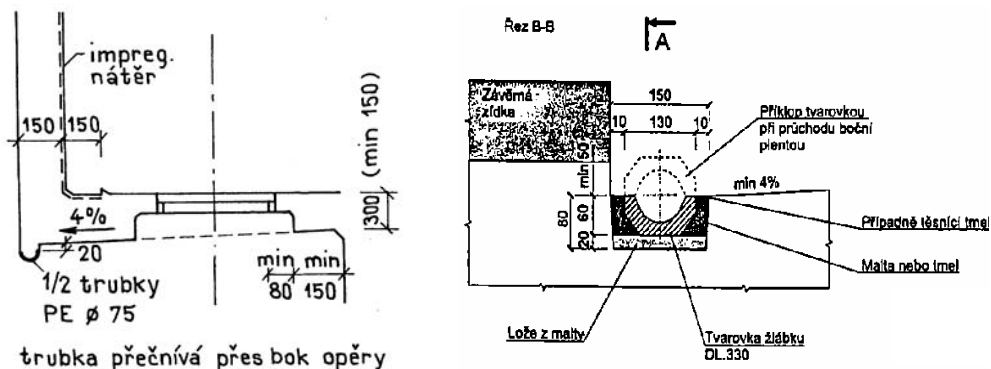
### 4.2.2 Odvedení vody z dutin nosné konstrukce

Vodu prosáklou při porušení izolační vrstvy do dutin truhlíkového nebo komorového nosníku je nutné odvést mimo uzavřený prostor a navíc umožnit cirkulaci vzduchu v dutině. Za tímto účelem je nutné vytvořit při betonáži nebo dodatečně odvrtáním ve spodní desce nosníku otvory min.  $\varnothing 60$  mm v nejnižším a nejvyšším místě ve směru po spádu nosníku. Do těchto otvorů je potřeba vložit trubky s úpravou jejich vyústění podobně jako u trubek pro odvedení prosáklé vody na izolaci.

### 4.2.3 Odvodnění povrchu úložného prahu opěry

Odvedení vody z povrchu úložného prahu se umožňuje sklonem povrchu, přičemž sklon min. 4 % může být proveden směrem k líci opěry nebo k líci zá-

věrné zídky. V prvním případě voda stéká na lícni plochu opěry a zamáčí ji, odstraňování nečistot z horního povrchu prahu je ale jednoduché. V druhém případě je nutné u závěrné zídky vytvořit žlábek, vyspádovaný k bokům opěry. Žlábek může být tvořen uříznutou půlkou trubky PE  $\varnothing$  75 mm, přecházející 50 mm přes boční líc opěry pro odkapávání vody nebo může být proveden z čedičové tvarovky (*obr. 4.26*). Tato úprava klade vyšší nároky na čištění.



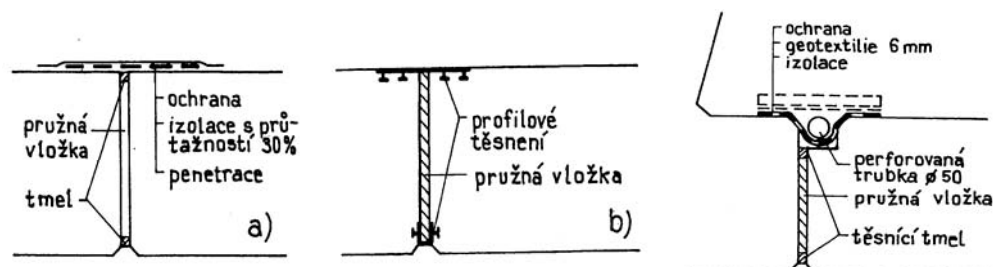
Obr. 4.26 Odvodnění povrchu úložného prahu

#### 4.2.4 Odvedení vody z rubu opěr a křídel

Vlhkost, resp. voda uzavřená v zemním tělese za opěrou mezi křídly prolíná přes beton, vyluhuje vápno a vytváří výkvěty. Pro zamezení znehodnocování betonu je nutné umožnit odvod vody ve vertikálním směru. k tomuto účelu postačí vytvořit na rubovém povrchu opěr a křídel drenážní vrstvu ze dvou geotextilií v tloušťce min. 6 mm, nebo obklad z mezerovitého betonu tloušťky cca 100 mm, překrytý geotextilií s filtrační funkcí.

Součástí systému odvodnění za rubem opěr a křídel může být i znemožnění zatékání vody přes jejich svislé dilatační spáry (pomocí těsnění) a odvedení zadržené vody. Prosáklá příp. protečená voda může vytvářet na lici výkvěty a výluhy a vést ke zhoršení vzhledu mostu.

Možná úprava těsnění dilatační spáry jejím překrytím jako ochrany proti pronikání zemní vlhkosti a stékající vodě (při propustném zemním tělese) a úprava při použití umělohmotného hřebenového těsnění – používaného ve vodním stavitelství – odolného i proti tlakové vodě (při nepropustném zemním tělese) je na *obr. 4.27*.



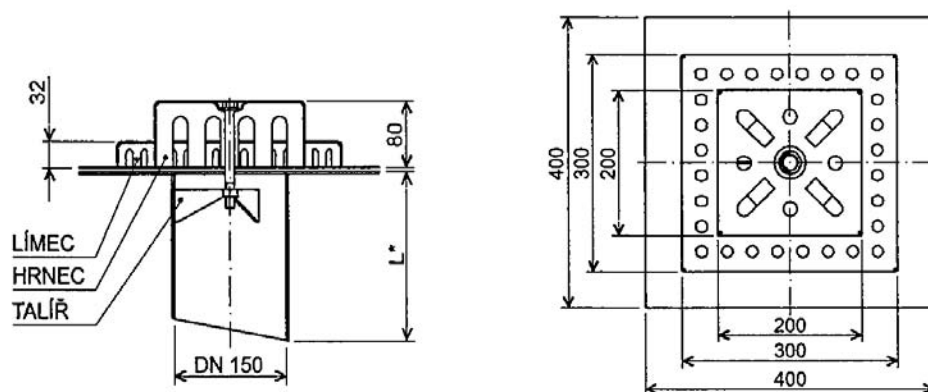
Obr. 4.27 Těsnění a odvodnění dilatačních spár opěry

Při větších vzájemných pohybech, např. na styku opěra – dilatované křídlo, je vhodnější úprava v pravé části *obr. 4.27*, použitelná do výšky max. 6 m.

Součástí systému odvedení vody z prostoru za rubem opěry mohou být i úpravy v přechodové oblasti včetně zajištění odvedení vody soustavou drenážních trubek mimo zemní těleso s příčnou úpravou jejich vyústění.

#### 4.2.5 Odvodnění železničních mostů

U železničních mostů se jedná o odvodnění pod štěrkovým ložem. U krátkých mostů (cca do 15 m) lze vodu odvádět za opěry vyspádováním horního povrchu nosné konstrukcí s izolací směrem k opěrám a odtud drenáží mimo most. U delších mostů se u monolitických konstrukcí navrhuje jednotlivé odvodňovače a k nim se opět provádí vyspádování horního povrchu nosné konstrukce – příčné a podélné spády se volí ve velikosti 2 až 5 %. Odvodňovače bývají různých konstrukcí – viz např. *obr. 4.28*.



Obr. 4.28 Příklad odvodňovače pro železniční mosty, [11]

U montovaných konstrukcí, např. s podélnou spárou mezi dvěma nosníky, se pod tuto spáru může umístit průběžný odvodňovací žlab. U delších mostů je možné navrhnout žlab vně průjezdného průřezu, popř. vně nosné konstrukce; lze výjimečně použít i sběrné potrubí uvnitř komory nosné konstrukce, do kterého jsou zaústěny jednotlivé odvodňovače jako u silničních mostů.

### 4.3 Ostatní vybavení

Mezi ostatní vybavení mostu patří osvětlovací zařízení (svítidla, sloupy veřejného osvětlení včetně jejich kotvení, závěsy, chráničky, elektrické kabely aj.), revizní zařízení (lávky, plošiny, madla, vozíky a jiné zařízení pro prohlídky a údržbu; může být stálé nebo dočasné) a signalizační zařízení.

Dále to mohou být různé zábrany (protidotykové, protikouřové, krycí nebo izolační, protinárazové, proti pádu předmětů), ochranné stěny (např. protihlukové) a portály (pro dopravní značení apod.). Součástí vybavení mostu mohou být i prvky ochrany proti tzv. bludným proudům (vývody, ochranné fólie apod.).

Na mostě jsou vedena i různá cizí zařízení sloužící jiným než mostním účelům, jako např. různá potrubí nebo jiná vedení, chráničky apod. vedená v chodnicích, v dutinách či komorách nosné konstrukce nebo na ní zavěšená. Součástí vybavení může být i tzv. stálé zařízení sloužící pro potřeby armády.

### Kontrolní otázky



*K čemu slouží a jak se rozdělují záchytné systémy?*

*Charakterizujte základní parametry svodidel.*

*Popište možné úpravy ocelových svodidel včetně jejich uplatnění.*

*Popište možnosti provedení a použití betonových svodidel.*

*Charakterizujte lanová svodidla a jejich význam pro mosty.*

*Charakterizujte kombinovaná svodidla.*

*Kde se používá a jak je konstruováno zábradlí silničních a železničních mostů?*

*Charakterizujte základní prvky odvodnění mostů a odvodňovacího zařízení.*

*Popište základní typy a části odpadního zařízení včetně odpadního potrubí.*

*Jak se zajišťuje odvodnění povrchu izolace nosné konstrukce mostu?*

*Popište možnosti odvodnění úložného prahu, dutin nosné konstrukce, rubu opěr a křídel včetně těsnění jejich dilatačních spár.*

*V čem se odlišuje odvodnění železničních mostů?*

*Jaké znáte ostatní vybavení mostů?*

### 4.4 Autotest



viz kontrolní otázky

## 5 Mostní závěry

Mostní závěry jako ukončení nosné konstrukce mostu, popř. její součást, slouží k překrytí dilatačních spár v mostní konstrukci a umožňují pohyby (posuny a pootočení) konstrukce bez omezení plynulého a bezpečného pohybu dopravního proudu. Ukončení nosné konstrukce bez těchto závěrů se provádí u tzv. integrovaných mostů a u rozpěrákových konstrukcí (tj. mostů s pevným spojením nosné konstrukce s podpěrami).



Mostní závěr musí být navržen a proveden tak, aby v požadované míře za normálních provozních podmínek zajistil volný pohyb (dilataci) nosné konstrukce bez vzniku napětí od jejích posunů a dalších deformací, aby měl přiměřenou únosnost a trvanlivost i při značném namáhání a dynamických účincích od dopravy a při přímém vystavení vlivům povětrnosti a aby byl přijatelně nehlukný a vodotěsný. Konstrukce závěrů musí být tedy navržena na nejnepříznivější účinky veškerého zatížení (nejen dopravního) včetně dynamických vlivů s dostatečným ukotvením a s případnou možností odvedení vody. Při provádění je nutné dodržet rovinnost všech částí závěru s dokonalým uložením v plně dosedací ploše, zabezpečit předepsané zakotvení k nosné konstrukci a opěře, navázání izolace na konstrukci závěru a odvedení vody z prostoru závěru. Mostní závěr svojí konstrukcí musí také umožnit jeho kontrolu, údržbu a v případě potřeby i opravy jeho částí popř. i výměnu.

Mostní závěry mohou být provedeny jako povrchové s horní úrovní v úrovni povrchu krytu vozovky nebo chodníku, nebo v daleko menší míře podpovrchové (překryté), uložené pod vozovkou. Jednotlivé typy závěrů se liší konstrukčním řešením vlastního překrytí spáry, roznášecím mechanismem (podporuje a vymezuje prvky překrytí), kotvením apod. Z hlediska zabezpečení vodotěsnosti rozlišujeme netěsněné a těsněné závěry, tzn. závěry, které svojí konstrukcí umožňují nebo neumožňují průnik vody (v případě netěsněného provedení je možné vodu odvést jiným způsobem). Překryvný a těsnící prvek může být proveden samostatně, ale většinou je plně nebo téměř plně totožný. Potom rozeznáváme závěry s těsněním spáry (jednoduchým nebo vícenásobným), s kobercem (jednoduchým nebo s mezilehlými profily), hřebenové (prstové), elastické; dilatační spára může být také volná. Závěry mohou mít také jinou úpravu v úseku vozovky a jinou v úseku chodníku resp. římsy.

Možná konstrukční řešení (zobecněná nebo pro konkrétní závěry) především pro silniční mosty jsou zřejmá z dalších kapitol tohoto modulu.

Při přemostění o více polích s prefabrikovanou nosnou konstrukcí se dříve nad každou mezilehlou podpěrrou používaly tzv. bezdilatační styky, které spojovaly několik polí z prostých nosníků v jeden dilatační celek (např. pomocí vložené desky a táhla v horní úrovni nosníků); v současné době se používá spojení pomocí vybetonované spřažené desky a příčníku nad podpěrami ve výslednou spojitou konstrukci.

### 5.1 Povrchové mostní závěry

Povrchové mostní závěry jsou přímo pojižděné dopravou. Z hlediska provedení jejich horní části rozeznáváme závěry uzavřené (vždy těsněné, kterými voda

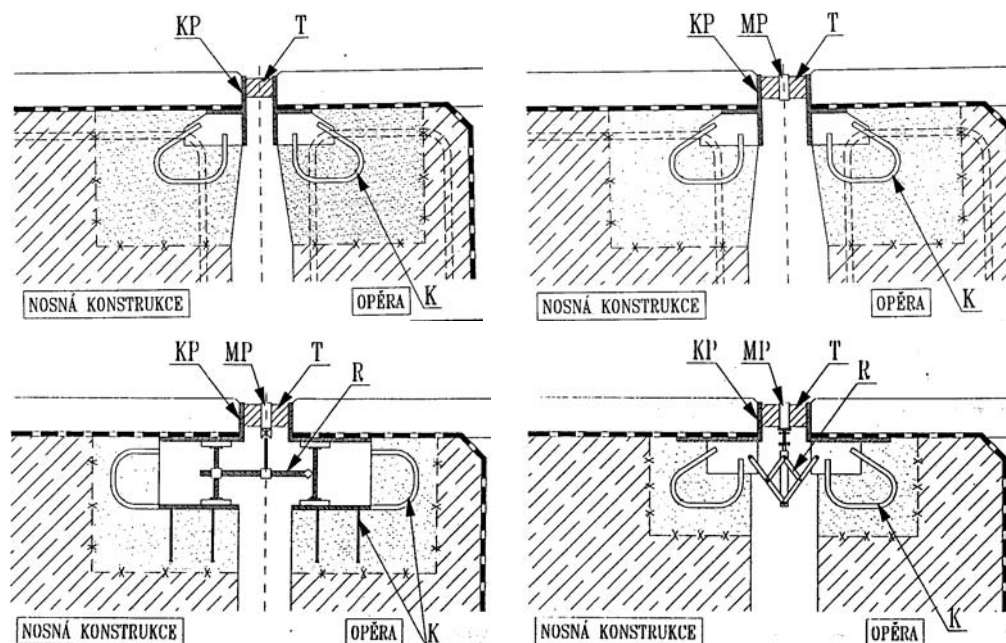
nemůže protékat) nebo otevřené (netěsněné, kterými voda může protékat nebo i těsněné).

### 5.1.1 Uzavřené závěry

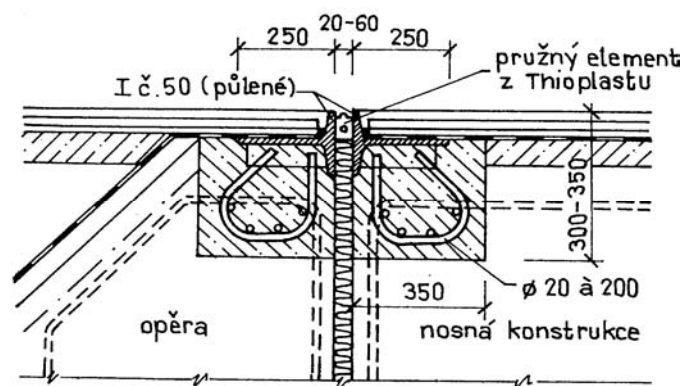
Uzavřené závěry mohou být provedeny s překryvným a zároveň těsnícím (dále jen těsnícím) elastomerovým (gumovým) prvkem nenosným, tj. nepřenášejícím zatížení, nebo s prvkem, který má současně nosnou i těsnící funkci. Uzavřené závěry, které lze použít kdekoliv, jsou vyráběny v řadě variant.

#### 5.1.1.1 Závěry s nenosným těsnícím prvkem

Tyto mostní závěry mohou být obecně konstrukčně řešeny jako závěry s jednoduchým těsněním nebo vícenásobným těsněním (ve variantě bez roznášecího mechanismu nebo s roznášecím mechanismem roštového nebo nůžkového typu) – viz *obr. 5.1*.



Obr. 5.1 Konstrukční řešení uzavřených závěrů s nenosným těsnícím prvkem, [25]



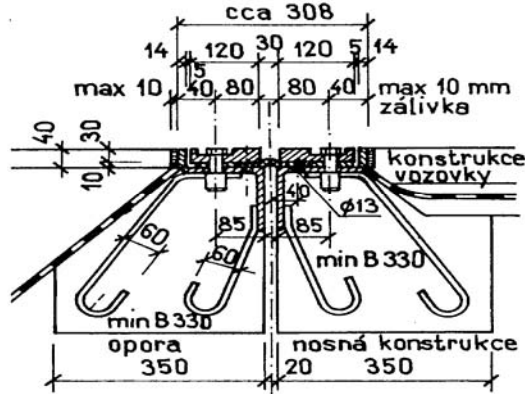
Obr. 5.2 Mostní závěr s jednoduchým těsněním

vlepeno pružné jádro z plastu (Thioplast). Napojení izolace vozovkového souvrství je zajištěno v dostatečné délce 200 mm přímo na stojinu profilu I.

Pro menší a střední mosty s dilatací do 40 mm byl u nás dříve vyvinut a používán mostní závěr s jednoduchým těsněním LDZ – SVB 83 (*obr. 5.2*). Krajní prvek překryvné konstrukce závěru je vytvořen z rozpůleného válcovaného profilu I 50, mezi jehož příruby je

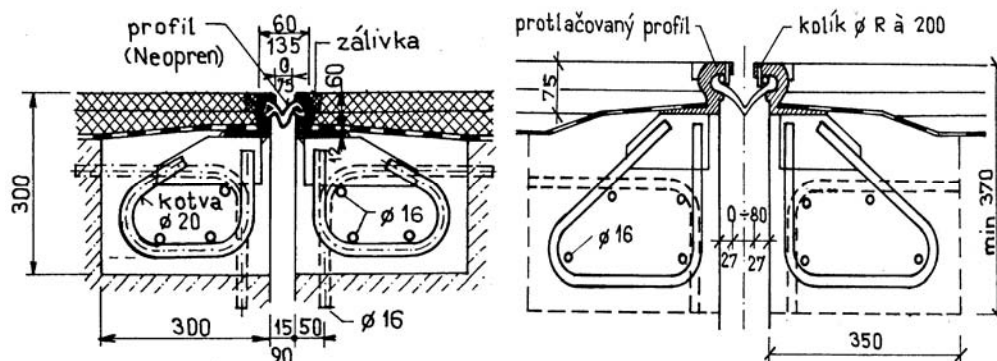


Na řadě mostních objektů byly u nás také použity mostní závěry označené A30 (*obr. 5.3*) nebo A60 (číslo značí velikost možné dilatace). U těchto typů je jako těsnící prvek použita gumová tvarovaná vložka bez nosné funkce, která slouží



Obr. 5.3 Mostní závěr řady A

vy pouze k vodotěsnému překrytí dilatační spáry. Rozdíl mezi typem A30 a A60 je pouze v rozměrech gumové vložky. Pro mosty středních délek je možné použít několik typů závěrů, které jsou konstrukčně podobné. Patří mezi ně např. typ MAURER, typ DS-80 a typ V1 - všechny tyto typy byly již u nás použity. U typu MAURER (*obr. 5.4 vlevo*) je nosným prvkem překrytí ocelový protlačovaný profil, ve kterém je jako těsnění uchycen tvarovaný gumový pás, zabezpečující vodotěsnost dilatační spáry. Gumový pás je uchycen do vybrání ocelových profilů pomocí svěrných lišt a drážkovaných kolíků. Zarážením těchto kolíků do otvorů v ocelových profilech se lišta zatlačí do gumového profilu a klínovým působením zabezpečí jeho rovnoměrné stlačení. Pro správnou funkci musí být gumový profil osazen na celou délku závěru.



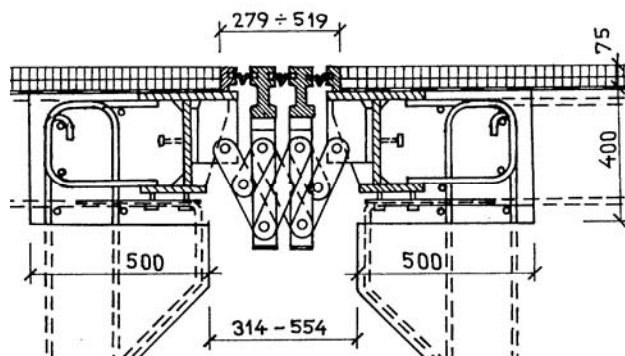
Obr. 5.4 Příklady závěrů s nenosným těsnícím prvkem

U nás byl vyvinut typ závěru DS – 80, konstrukčně vycházející z typu MAURER, s rozsahem dilatace do 80 mm. Nosný prvek překrytí je opět tvořen ocelovými protlačovanými profilemi, kotvenými do nosné konstrukce mostu a opěry. Utěsnění pružného gumového profilu v čelistech ocelových profilů je zajištěno pomocí tyčí kruhového průřezu a zatlučených kolíků (*obr. 5.4 vpravo*).

Mostní závěr označený V – 1 se dříve vyráběl v Německu - je opět obdobou typu MAURER, ale místo protlačovaných profilů byla použita konstrukce ze svařovaných plechů tvaru F. Nedokonale profilovaný gumový pás byl těsněn pouze dodatečně zasunutým drátem mezi dva plechy.

Dalším typem mostních závěrů, které se používaly, jsou závěry typu 3 W. Jejich přednosti jsou vyjádřeny značkou 3W - wasserdicht, wetterfest a wartungsfrei, tj. vodotěsný, odolný proti povětrnosti a nevyžadující údržbu. Závěry mají modulový stavebnicový systém tvořený vícenásobným těsněním a nůžkovým roznášecím mechanismem. Velikost dilatačního pohybu od  $\pm 40$  do  $\pm 360$  mm se docíluje přidáváním středních ocelových a gumových profilů.

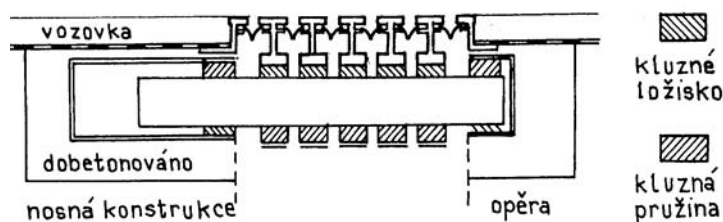
Síly od dopravního zatížení jsou přenášeny ocelovými prvky závěru. Při změně vzdálenosti mezi ocelovými profily v mezích do 80 mm (normální pracovní režim) nejsou části vodotěsného spojení namáhány. Gumový profil je připevněn pod úroveň vozovky, a proto mu nehrozí poškození pluhou při zimní údržbě.



Obr. 5.5 Mostní závěr 3W

Typický nůžkový roznášecí mechanismus závěrů 3W zabezpečuje dostatečnou nosnost, jasný přenos zatížení a vymezení prvků překrytí. Vnější zatížení přenáší dále přes úložné konzoly do kotvení. Při dilatačním pohybu udržuje povrch středních příčných profilů v úrovni povrchu vozovky a ve stejných vzdálenostech od sebe. Příčný řez závěrem ve vozovkové části je znázorněn na **obr. 5.5** (v chodníkové části nejsou použity nůžky).

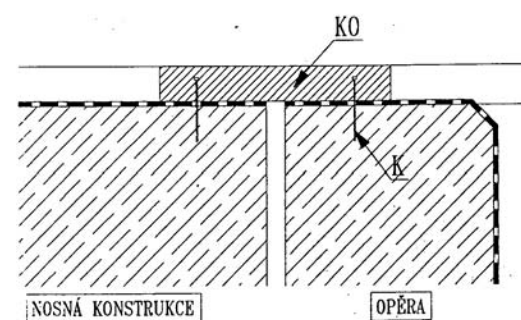
Konstrukčně odlišným typem mostního závěru je závěr Robek firmy MAGEBA (**obr. 5.6**). Ocelové příčné lamely, v nichž jsou ukotveny těsnící gumové profily vícenásobného těsnění, jsou totiž osazeny na podélných trámcích.



Obr. 5.6 Mostní závěr MAGEBA

Toto osazení na kluzný roštový roznášecí mechanismus umožňuje snadný pohyb lamel při délkových změnách nosné konstrukce. Systém navíc umožňuje natočení a posun ve všech třech hlavních rovinách.

#### 5.1.1.2 Závěry s nosným těsnícím prvkem

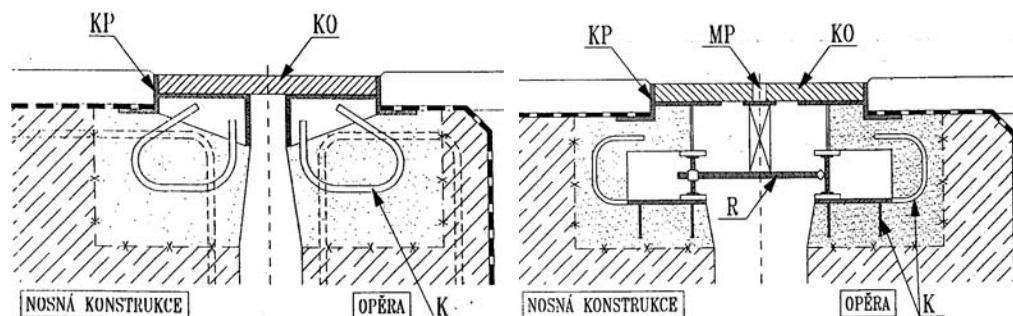


Obr. 5.7 Závěr bez krajního profilu, [25]

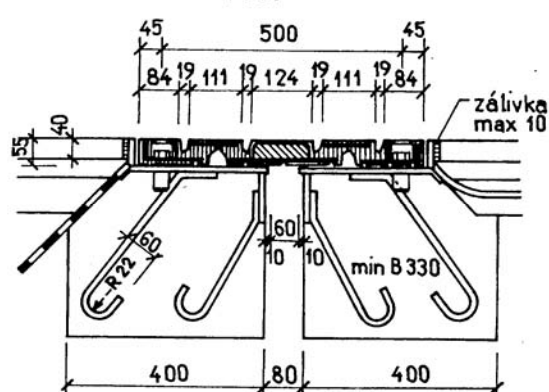
Tyto mostní závěry mohou být obecně konstrukčně řešeny jako kobercové závěry jednoduché nebo s mezilehlými profily. Schéma jednoduchého závěru bez krajního profilu je znázorněno na **obr. 5.7**. Schéma závěrů s krajním profilem jednoduchého provedení nebo v provedení s mezilehlými profily je na **obr. 5.8**. U nás se dříve používal typ T (Transflex), u něhož je pro překrytí dilatační spáry využit gumový koberec s ocelovými vložkami mající jak nosnou i těsnící funkci, protože dilatační spáru uzavírá i vodotěsně (**obr. 5.9**). Přímo pojižděné gumové prvky navíc tlumí i dynamické účinky a snižují hlučnost závěru. Řada závěrů zahrnovala typy T50, T100, T160 a T230 (číslo u označení znamená celkovou deformační kapacitu závěru v mm). Typy T160 a T230 mají navíc střední část koberce pružně ukot-



venou do nosné konstrukce, aby se zamezilo zvedání koberce sáním kol při přejezdu vozidla.



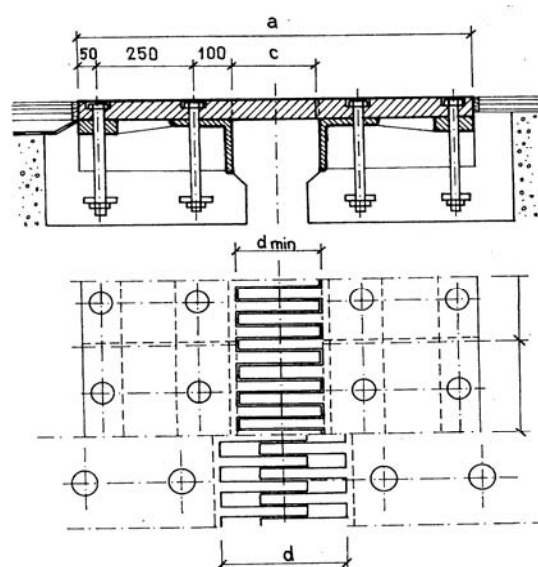
Obr. 5.8 Konstrukční řešení uzavřených závěrů s kobercem a krajním profilem, [25]



Obr. 5.9 Mostní závěr kobercový

ného provedení např. řady M firmy RW ENGINEERING typu M s celkovou kapacitou 20 až 300 mm.

### 5.1.2 Otevřené závěry



Obr. 5.10 Mostní závěr hřebenový

silné kotvení proti vylomení. Navíc, protože závěr není vodotěsný, musí se

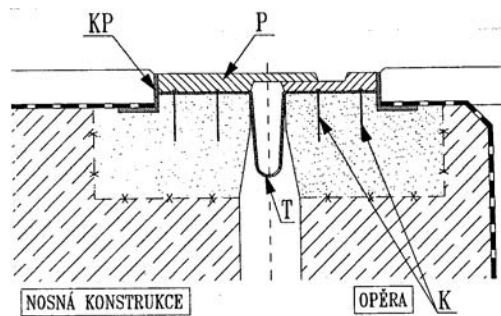
Typy Transflex jsou vhodné i pro rekonstrukce pro výměnu za staré nebo poškozené mostní závěry i jiných typů. Pokud běžně používané kotvení nelze provést, protože oblast, ve které má být závěr kotven je dobetonována až k dilatační spáře, lze závěr zakotvit pomocí kotevnicích šroubů osazených do vyvrtaných otvorů a zalitých plastmaltou.

V současné době se používají kobercové mostní závěry podobného provedení např. řady M firmy RW ENGINEERING typu M s celkovou kapacitou 20 až 300 mm.

Tyto povrchové závěry jsou konstrukčně řešeny tak, že jejich horní část může být provedena s otvory. Z hlediska zajištění vodotěsnosti mohou být závěry netěsněné nebo i těsněné. Těsnění je možné zajistit např. pomocí zvláštní těsnicí membrány pod úrovní horní části závěru.

Obecné schéma otevřeného závěru je znázorněno na **obr. 5.11**.

Mezi otevřené závěry patří závěr hřebenový (prstový). Jeho možné provedení bez těsnění je na **obr. 5.10**. Lze ho použít i pro dilatační pohyby neobvyklých velikostí. U těchto závěrů je nutno navrhnout



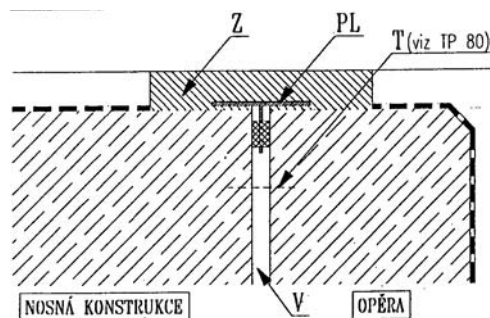
Obr. 5.11 Mostní závěr otevřený, [25]

protečená voda odvádět – např. odpadním žlabem, uchyceným ve spáře mezi závěrnou zídtkou opěry a čelem nosné konstrukce.

Firma RW ENGINEERING vyrábí kompletní řadu těchto závěrů s typovým označením F (podle celkové kapacity závěru s označením F80 až F440).

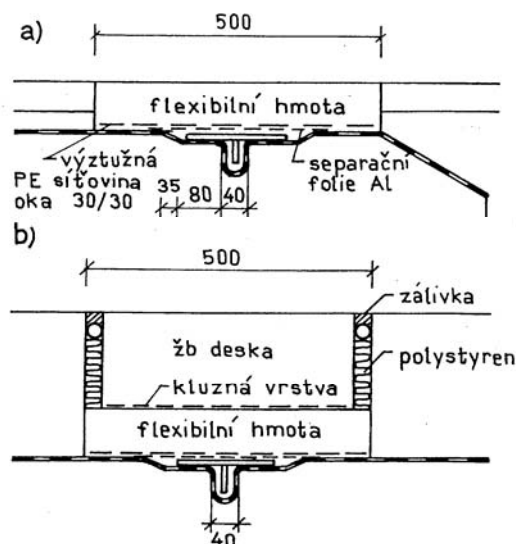
## 5.2 Elastické mostní závěry

Elastické (flexibilní) mostní závěry jsou těsněné speciální povrchové závěry, jejichž konstrukci tvoří krycí pás (plech nebo ochranná membrána) překrývající dilatační spáru a zálivková hmota zpracovávaná na místě (za horka nebo studena) – viz *obr. 5.12*.



Obr. 5.12 Elastický závěr, [25]

Podrobněji mezi jejich základní prvky patří těsnění spáry (vodotěsné - NAIP nebo pryžový profil, proti zatékání hmoty závěru - těsnící provazec)), krycí pás a jeho upevnění, separační fólie, vlastní hmota závěru (*obr. 5.13a*) a popř. krycí železobetonová deska (*obr. 5.13b*) nebo krycí plech v oblasti chodníku a římsy. Podle tvaru příčného řezu rozlišujeme závěry obdélníkové, lichoběžníkové a stupňovité.



Obr. 5.13 Provedení elastického závěru

Z technologického hlediska se vlastně jedná o litý přechod přes dilatační spáru, který se vytváří z výplňové kostry z drceného kameniva a z pojiva na bázi modifikovaných živičných směsí. Tato zálivková hmota přenáší nejen svislé síly od pohyblivého zatížení, ale i vodorovné síly od dilatačních posunů.

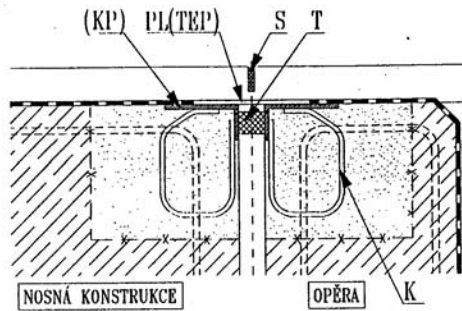
Prostor, ve kterém se má závěr provést, se získá vyřezáním nově položených nebo stávajících vrstev vozovky až k izolaci. Vlastní umožnění dilatace je zajištěno separační vrstvou, která umožňuje od-

dělením hmoty závěru od krycího pásu délkové změny v deformační zóně závěru. Délka této zóny je rovna šířce separační vrstvy plus polovina tloušťky vozovky. Pro svoji správnou funkci musí být zálivková hmota závěru spojena s podkladem (izolací) v tzv. kotevní zóně a vrstvami vozovky ve svislém vymezujícím řezu (pomocí spojovacího nátěru). Délka této zóny je dána vzdáleností

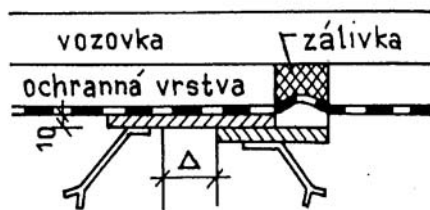
od konce separační vrstvy po svislý řez ve vozovce a tloušťkou vozovky (min. 50 mm).

Elastické mostní závěry se navrhují pro celkové vodorovné dilatace 30 mm, výjimečně 40 mm; jejich šířka se volí od 300 do 700 mm (u větších dilatačních délek i více). Pro případné odvedení vody hromadící se před závěrem se používá drenážní kanálek ve formě perforované trubky nebo drenážní plastbeton.

### 5.3 Podpovrchové mostní závěry



Obr. 5.14 Schéma závěru, [25]



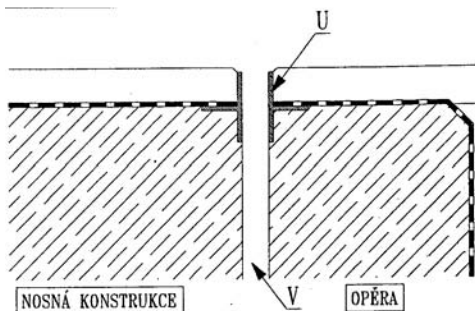
Obr. 5.15 Podpovrchový závěr

Podpovrchové mostní závěry jsou závěry většinou těsněné, skládající se z krycího plechu nebo těsnícího prvku překrývajícího dilatační spáru (přípevněného k případnému krajnímu profilu) a kotvení – viz schéma na *obr. 5.14*. Posuny ve vozovce jsou přeneseny konstrukční úpravou vozovky (zálivkou nebo tenkou spárou).

Nejjednodušším typem tohoto závěru je překrytí spáry dvěma plechy (*obr. 5.15*). Tento závěr se u nových mostů nepoužívá, vyskytuje se jen u starších mostů. Jeho nevýhodou je, že zpravidla protéká, protože izolace probíhající nad ním se při dilatačních pohybech poruší.

Vyvinuty byly i novější typy, od jejich použití se ale upouští.

### 5.4 Závěry pro malé dilatace



Obr. 5.16 Volná dilatační spára, [25]

Mostní závěry pro malé dilatace (u mostů malých dilatačních délek nebo u pevné krajní podpory s dilatacemi cca do 30 mm) je možné vytvořit jednoduchým způsobem bez složitého kotvení do nosné konstrukce a opěry.

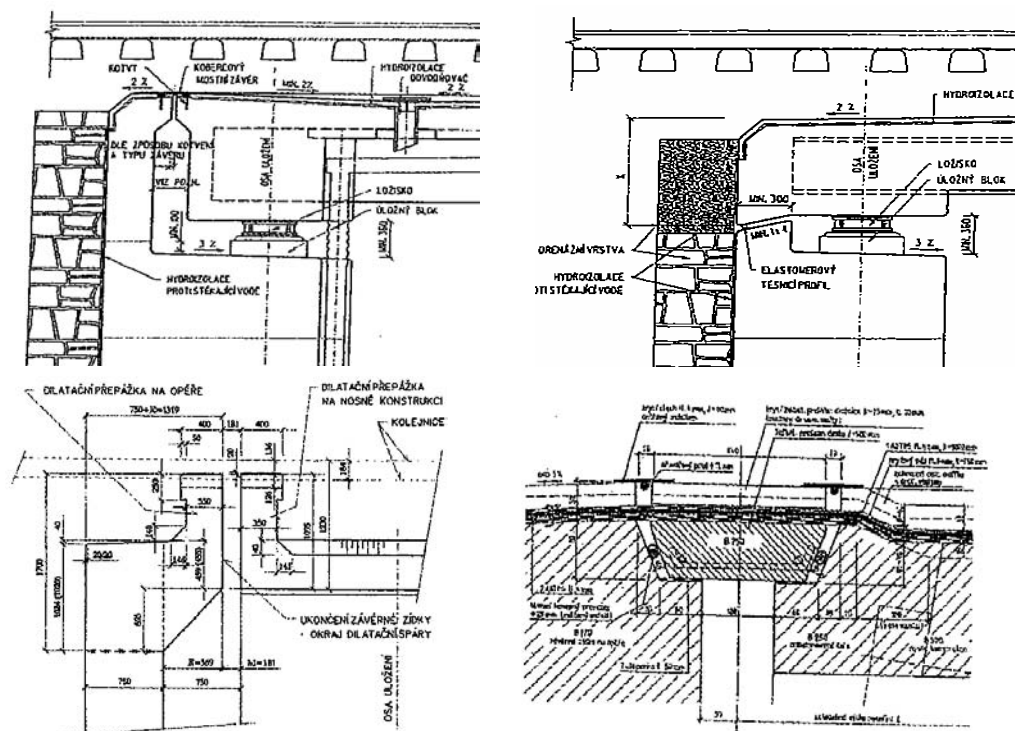
Mezi možná řešení patří i tzv. volná dilatační spára bez mostního závěru (s celkovou dilatací cca do 20 mm), u níž je možné její ukončení provést např.

z ocelového profilu (*obr. 5.16*) nebo upravením konce nosné konstrukce a opěry. Tento způsob řešení lze použít jen u méně významných a dočasných komunikací.

Spára se také může utěsnit vtláčením tvarovaného gumového profilu nebo zálivkou s těsnícím provazcem. Mezi možná řešení patří i použití elastického závěru (výjimečně podpovrchového závěru).

## 5.5 Zvláštnosti závěrů železničních mostů

Zvláštní úpravy mostních závěrů železničních (obecně i drážních) mostů vyplývají z existence šterkového kolejového lože. Smyslem těchto úprav je zabránit proniknutí šterku do konstrukce závěru. Proto, když se použijí stejné typy jako u mostů silničních (např. kobercový), je nutné jejich překrytí např. pomocí krycích plechů apod. Další možná úprava spočívá v ukončení nosné konstrukce obdobně jako u rozepřených mostů, tj. ve vyloučení závěru v důsledku přetažení nosné konstrukce převislým koncem až k rubové straně opěry s náležitým odizolováním a zabezpečením odvedení vody. Je možné také zajistit provedení svislé dilatační přepážky na konci nosné konstrukce a na opěře a spáru mezi nimi překryt plechem nebo betonovou deskou. Jednotlivé konstrukční úpravy jsou postupně znázorněny na *obr. 5.17*.



Obr. 5.17 Konstrukční úpravy závěrů železničních mostů

## 5.6 Návrh mostního závěru

Pod návrhem závěru rozumíme jednak návrh jeho jednotlivých konstrukčních částí včetně kotvení na účinky zatížení a přenesení dilatačních posunů, jednak návrh konstrukčních úprav s ním souvisejících, jak např. způsobu zajištění odvedení vody, napojení izolace k závěru, zakotvení závěru, ochrany proti bludným proudům apod. a jednak z hlediska uživatele použití konkrétního druhu a typu závěru pro pokrytí výpočtem stanovených dilatačních posunů.

Při výpočtu těchto posunů se musí vzít v úvahu poloha závěru vůči výslednému pohybu nosné konstrukce mostu. Podle této polohy lze pak určit velikosti jednotlivých posunů, tzn. z hlediska závěru posunu podélného (kolmo k ose závěru), příčného (rovnoběžně s osou závěru), výsledného (vektorový součet příč-

ného a podélného posunu; je-li stanoven v ose mostu jedná se o hlavní posun) a svislého. Tyto posuny jsou způsobeny změnami teploty, dotvarováním a smršťováním betonu, vodorovnými silami od zatížení a závisí také na velikosti pootočení konce nosné konstrukce od zatížení. Návrhová velikost jednotlivých posunů se má uvažovat 0,75 až 1,30 násobek hodnot vypočtených. V běžných případech stačí, pokud se tyto posuny stanoví v průřezu os nosné konstrukce a závěru.

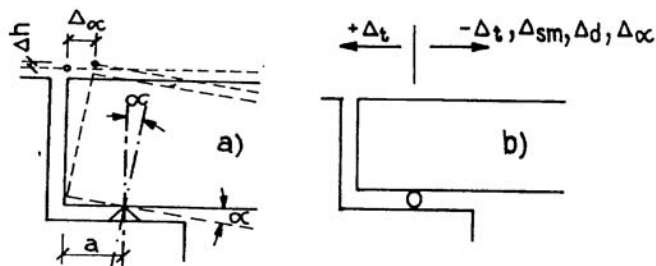
Velikosti posunů v dilatační spáře jsou závislé na tom, jde-li o dilatační spáru u pevného nebo pohyblivého ložiska (obecně uložení):

- dilatace u pevného ložiska:

V místě pevného ložiska vznikají posuny pouze od pootočení v důsledku průhybu hlavní nosné konstrukce od zatížení. Vznikne při zanedbání spádu mostu nejen vodorovný posun  $\Delta_\alpha = (h+v) \cdot \alpha$  (může být kladný i záporný), ale i svislý posun  $\Delta_h = a$  (**obr. 5.18a**). Minimální tloušťka dilatační spáry nosné konstrukce při nedeformované konstrukci se navrhuje zpravidla 20 mm.

- dilatace u pohyblivého ložiska:

V místě pohyblivého ložiska vznikají nejen posuny od pootočení konce nosné konstrukce, ale i posuny od délkových změn konstrukce. Velikost horizontálního posunu  $\Delta_\alpha$  od pootočení je stejná jako u pevného ložiska, velikosti posunů od délkových teplotních změn  $\pm \Delta_t$ , smršťování  $\Delta_{sm}$  a dotvarování  $\Delta_d$  (**obr. 5.18b**) je nutno stanovit navíc. Délková změna vzniklá změnou teplot se vypočte z výrazu  $\Delta_t = \alpha \cdot \Delta T \cdot L$ , kde  $\alpha$  je součinitel tepelné roztažnosti (uvažuje se  $1,2 \cdot 10^{-5}$ ),  $\Delta T$  teplotní interval, pro který se počítá změna délky (od základní nebo montážní teploty) a  $L$  délka dilatačního celku.



Obr. 5.18 Možné posuny konstrukce

Zkrácení konstrukce  $\Delta_{sm}$  od smršťování a  $\Delta_d$  od dotvarování se počítá podle příslušných norem pro navrhování (např. ČSN 736207, EN1992 apod.).

U pohyblivého ložiska a při uložení konstrukce na elastomerová ložiska, při tzv. „plovoucím“ uložení, na obou koncích dilatačního celku, je nutné pro výpočet velikosti posunů zavést do výpočtu i horizontální posuny, vyvozené vnějšími horizontálními silami jak v podélném tak i příčném směru z hlediska závěru (brzdné síly, odstředivé síly, boční rázy, vítr apod.). Při stanovování jednotlivých posunů je nutno uvážit i dobu osazení závěru (posuny před osazením závěru nemají vliv na jeho návrh), dobu nástupu a dobu působení jednotlivých zatížení a vlivů a životnost závěru.

Na základě celkového návrhového dilatačního posunu, stanoveného jako součet absolutních hodnot největšího zkrácení a prodloužení nosné konstrukce (kladného a záporného posunu závěru od výchozí polohy), lze při známé kapacitě závěru, tj. jmenovité hodnotě dilatačního posunu, provést jeho výběr. Celkový návrhový posun musí být menší než kapacita závěru s určitou rezervou. U některých závěrů je rezerva již zajištěna konstrukčně.



Pro každý mostní závěr je nutné stanovit velikost jeho „nastavení“, tj. návrhovou velikost šířky dilatační spáry závěru (měřitelná světlá vzdálenost mezi krajními profily závěru, popř. součet dílčích spár mezi jednotlivými krajními i vnitřními profily; výrobci ale často uvádějí světlost mezi vodorovnými nebo svislými prvky překryvné konstrukce vymezujícími povrch čela nosné konstrukce mostu a závěrné zídky) těsně před jeho zakotvením do nosné konstrukce. Protože velikost spáry je závislá na teplotě a době osazování závěru, je většinou nutné pro stanovenou dobu určit nastavení a možné posuny závěru nejen pro základní teplotu +10° C, ale i pro další možné montážní teploty. Je zřejmé, že při vyšší teplotě bude nastavena menší šířka spáry a že při pozdější době osazování naopak větší šířka spáry. Z toho také vyplývá, že nejmenší skutečná šířka spáry může být v době osazování závěru nebo v době uvedení mostu do provozu a největší na konci životnosti závěru.

Při dodávce závěru bývá provedeno buď tzv. středové nastavení, tj. takové nastavení šířky spáry závěru, které umožňuje stejné kladné i záporné posuny (bývá uváděno i v technických popisech parametrů závěrů) nebo přednastavení na očekávanou šířku spáry závěru. Obě nastavení je však nutno změnit těsně před zakotvením podle skutečných podmínek.

### Kontrolní otázky



*Jaké rozeznáváme mostní závěry?*

*Charakterizujte uzavřené závěry s nenosným těsnícím prvkem s jednoduchým těsněním.*

*Charakterizujte uzavřené závěry s nenosným těsnícím prvkem s vícenásobným těsněním.*

*Charakterizujte uzavřené závěry s nosným těsnícím prvkem.*

*Popište odlišnosti pro otevřené závěry.*

*Charakterizujte konstrukci a využití elastických mostních závěrů.*

*Jaká je konstrukce a význam podpovrchových závěrů?*

*Jak lze provádět jednoduché závěry pro mosty s malými dilatačními délkami?*

*Jaké úpravy mostních závěrů se mohou vyskytnout u železničních mostů ?*

*Jak budete postupovat při návrhu mostního závěru?*

## 5.7 Autotest



viz kontrolní otázky

## 6 Uložení mostů

Uložení mostu je způsob uložení, jímž nosná konstrukce nebo její část nebo součást dosedá pomocí úložného prvku na podpěru popř. na jinou část nebo součást nosné konstrukce. Podle konstrukčního provedení úložného prvku může být buď přímé nebo ložiskové; podle jeho pohybových možností pevné nebo pohyblivé. Uložení musí být navrženo tak, aby splňovalo veškeré statické a kinematické požadavky po dobu své životnosti.



### Poznámka

Z hlediska podpěr mostů, pokud by podpěra zahrnovala i ložisko, můžeme konstatovat, že místo způsobu uložení mostu se jedná o způsob podepření nosné konstrukce mostu.



### 6.1 Systém uložení mostů

Pod systémem uložení mostu rozumíme jeho prostorové uspořádání (většinou uspořádání ložisek), které zajišťuje jeho spolehlivou funkci. Vlastní návrh tohoto systému zahrnuje určení způsobu uložení, jeho geometrie a materiálů, počátečního nastavení, parametry jeho zakotvení, provedení a způsob jeho případné výměny. Způsob uložení se zpětně projeví i při návrhu nosné konstrukce mostu a spodní stavby (např. u přiléhajících částí jako je podporový příčník a úložný práh; vliv tzv. přímého nebo nepřímého uložení).

#### 6.1.1 Charakteristiky ložisek

Mostní ložiska jako součást nosné konstrukce zajišťují spojení hlavní nosné konstrukce se spodní stavbou. Mají za úkol přenést nejen svislé a vodorovné podporové tlaky do spodní stavby, ale musí také umožnit posun a pootočení hlavní nosné konstrukce v jednom nebo více směrech, vyvozené zatížením a různými vlivy jako je změna teploty, smršťování a dotvarování betonu, pokles nebo naklonění podpěr apod.

Podle možností pohybu se ložiska dělí na pevná, umožňující pouze pootočení kolem přímky nebo bodu, a pohyblivá umožňující mimo to i posun v jednom nebo ve více či všech směrech (jednosměrně, dvousměrně, vícesměrně nebo všesměrně pohyblivá). Podle konstrukčního řešení pohybových možností rozeznáváme ložiska kluzná, válcová, kyvná, vahadlová a jiná. Podle použitého materiálu se ložiska dělí na ocelová, betonová, elastomerová a kombinovaná (hrncová, kalotová).

Z hlediska výroby jsou dodávána ložiska sériová (elastomerová, hrncová, válcová, vahadlová, vodící, kalotová a cylindrická) nebo atypická vyráběná individuálně na zakázku. Omezeně se, především pro úzké mosty, používají ocelová ložiska odlévaná nebo svařovaná nebo z oceli vysoké pevnosti (kluzná i válcová). U starších mostů se můžeme setkat i s ložisky deskovými, kyvnými, kolejnicovými apod.

Nejběžnější typy ložisek se dělí do 4 kategorií [21]:

- Kategorie 1: Ložiska umožňující pootočení ve všech směrech.

- Kategorie 2: Ložiska umožňující pootočení kolem jedné osy.
- Kategorie 3: Kalotová a cylindrická ložiska, u kterých je horizontální zatížení přenášeno zakřivenou kluznou plochou.
- Kategorie 4: Všechna ostatní ložiska.

Pro zajištění řádné funkce ložisek po celou dobu jejich životnosti a zabránění jejich poruch popř. poškození konstrukce je nutné dodržet tyto zásady:

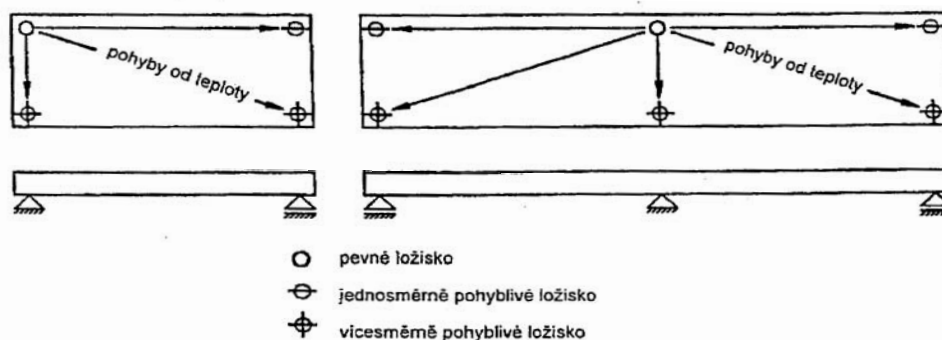
- Ložiska musí být navržena tak, aby přenášela veškeré silové účinky a nebránila požadovaným deformacím nosné konstrukce.
- Ložiska musí být zabudována tak, aby byla přístupná pro kontrolu a údržbu a aby byla možná jejich výměna s co nejmenším omezením či přerušením dopravy na mostě.
- Ložiska musí být náležitě udržována - tzn. především čištěna a mazána. Mazány musí být styčné plochy jejich jednotlivých částí s výjimkou elastomero-  
vých ložisek (ta se nesmí jakýmkoliv prostředkem mazat).
- Jakékoliv závady zjištěné na ložiscích musí být co nejdříve odstraněny.

### 6.1.2 Podmínky uložení

Podmínky uložení na podpěrách z hlediska umístění jednotlivých ložisek na úložné bloky jsou popsány v kap. 2.1.1 a jsou zřejmé z *obr. 2.4*. Minimální manipulační výška 150 mm nemusí být dodržena u uložení mostů malých rozpětí (bezložiskové uložení), u vrubových kloubů a u rozepřených mostů. Tyto bloky je potřeba stejně jako úložný práh náležitě vyztužit. Vlastní uložení na bloky se zajistí uložení ložisek na speciální cementovou maltu nebo plast-beton v tloušťce 10 až 50 mm. Obecně se upřednostňuje vodorovné uložení ložisek.

Při osazování ložisek je nutno uvážit i jejich nastavení z hlediska možných pohybů podobně jak u mostních závěrů. Projektant může toto nastavení předepsat v závislosti na montážní teplotě. Montážní nastavení zajištěné fixačními šrouby je nutné změnit v případě jiných podmínek při osazování ložisek, než bylo v projektu předpokládáno a tím zajistit jejich správnou funkci.

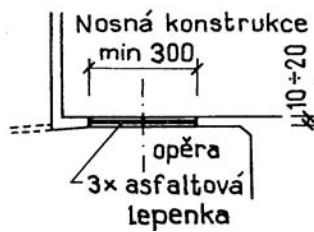
Systém uložení nosné konstrukce musí být proveden tak, aby soustava ložisek umožňovala požadované dilatační pohyby (*obr. 6.1*). Při určování těchto pohybů je nutné počítat i s vlivem pružnosti podpěr. Při volbě ložisek u šikmých mostů je nutné uvážit i možnost nadzvedávání ostrých rohů včetně možnosti jejich případného přikotvení.



Obr. 6.1 Příklady uložení nosné konstrukce na ložiska



## 6.2 Uložení mostů malých rozpětí



Obr. 6.2 Přímé uložení

vláken, korku, elastomeru apod. – tzv. bezložiskové uložení.

Dále uvedená úprava uložení se vyskytovala především u starších mostů. U novějších mostů se s ní můžeme setkat u silničních mostů o jednom poli s nosnou konstrukcí s rozpětím do 10 m, u železničních mostů s rozpětím do 3 m a u provizorií. V těchto případech se může nosná konstrukce na podpěru uložit přímo, tzn. např. na pruh z několika vrstev lepenky, izolačních pásů, azbestu, skelných vláken, korku, elastomeru apod. – tzv. bezložiskové uložení.

Thoušťka uložení je většinou v rozmezí mezi 10 až 20 mm. Šířka úložného pruhu se volí minimálně 1/3 výšky hlavní nosné konstrukce a minimálně 300 mm (obr. 6.2). Z hlediska možností odvedení vody je někdy vhodnější volit provedení opěry bez závěrné zídky a protáhnout úložnou vrstvu až k jejímu rubu.

## 6.3 Kovová ložiska

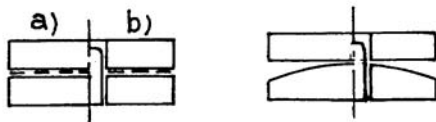
Tato ložiska byla v minulosti oblíbená pro svoji robustnost a životnost. Vlastní ložisko sestává ze dvou základních částí - ze spodního dílu (úložná deska nebo stolice), osazeného na úložný práh a z vrchního dílu (vahadla), na kterém leží hlavní nosná konstrukce. Kromě těchto částí mohou být součástí ložiska (např. u ložisek pro větší dilatace nebo na větší podporové tlaky) i další prvky – valnice, válce, koule apod. Kovová ložiska jsou většinou pevná nebo jednosměrně pohyblivá. Na jejich výrobu se používá litá, kovaná nebo válcovaná ocel.

### 6.3.1 Desková ložiska

Desková ložiska se mohou uplatnit u mostů malých rozpětí - asi do 10 m. Skládají se ze dvou plechů a z mezilehlé poddajné vložky jako je lepenka, azbest apod., umožňující posun a malé pootočení. Neposuvné ložisko vznikne vložením svislého čepu, který prochází oběma deskami (obr. 6.3 vlevo).

### 6.3.2 Vahadlová ložiska

Vahadlová ložiska se skládají z rovinné nebo vyduuté vahadlové desky, kotvené do hlavní nosné konstrukce, a na podpěru umístěného vahadla (úložná deska), které má horní plochu opracovanou do části válcové nebo kulové plochy.



Obr. 6.3 Deskové a přímkové ložisko

U přímkového (tangenciálního) vahadlového ložiska je tato plocha opracovaná do válcové plochy a dotyk těchto dvou částí je teoreticky v přímce (obr. 6.3 vpravo), což umožňuje pootočení v jedné rovině (válcová plocha nemusí být přes celou šířku vahadlové desky). V případě potřeby mohou být vahadlo a vahadlová deska uspořádány obráceně. Pohyblivé ložisko bylo dříve možné, s ohledem na použité materiály (větší tření na styku obou částí, menší korozi-

vzdornost), použit pro menší rozpětí (cca do 15 m); dnes jsou možnosti jeho použití větší. Pevné ložisko se vytvoří vložením mechanického omezujícího prvku (např. svislého smykového trnu), procházejícího vahadlem i vahadlovou deskou. Toto ložisko, umožňující pouze pootočení, je vhodné pro jeho malou výšku. Přímková ložiska se používají pro podporové tlaky od 200 do 3000 kN.

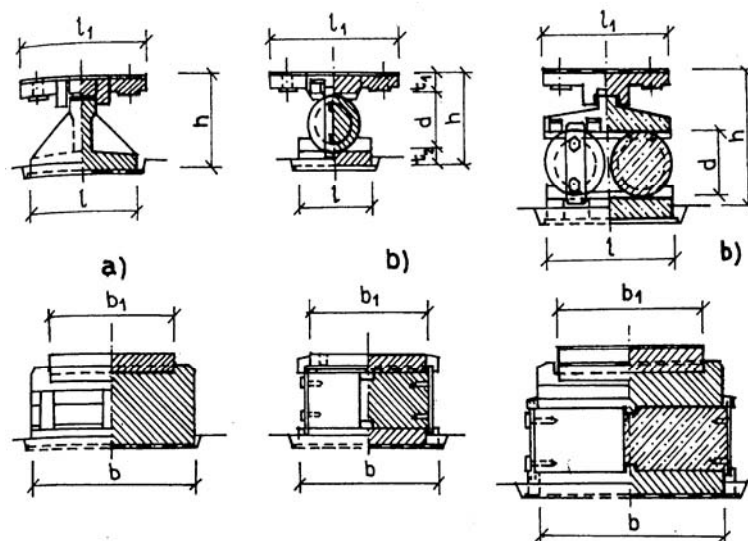
Bodové vahadlové ložisko je tvořeno vypouklou kulovou plochou, odvalující se po rovinné nebo vyduťté kulové ploše o větším poloměru ve vahadlové desce. Tím je umožněno otáčení v libovolné svislé rovině. Zamezení posunu lze provést obdobně jako u lineárního ložiska.

### 6.3.3 Válcová a stolicová ložiska

Pevné ložisko je vytvořeno jako stolice, pohyblivé jako jedno- nebo víceválcové (skupinové) ložisko. Jednoválcové ložisko sestává z odvalovací horní a dolní úložné desky a válce, skupinové z odvalovacích úložných desek, válců, vahadla a horní vahadlové desky.

#### 6.3.3.1 Ložiska z lité oceli a svařovaná

U nás byla vytvořena normalizovaná řada ložisek – viz **obr. 6.5**, zahrnující sedm jednoválcových ložisek 1.V1 až 1.V7 s odpovídajícími ložisky pevnými 1P.1 až 1P.7 a šest ložisek dvouválcových II.V.1 až II.V.6 s odpovídajícími ložisky pevnými II.P.1 až II.P.6. Ložiska byla normalizována pro svislé podporové síly od 400 do 5050 kN při zatížení hlavním. Současně mohla na ložiska působit vodorovná síla kolmá k mostu s tím, že snižovala velikost přípustné svislé síly. Pro velikost této příčné síly byly zpracovány pro jednotlivá ložiska čáry únosnosti. Přípustná velikost podélné vodorovné síly (brzdná, rozjezdová) byla stanovena pro jednotlivé stolice od 60 do 580 kN.



Obr. 6.5 Válcová a stolicová ložiska

Ložiska se osazovala do zapuštění na úložný práh bez kotvení na vyrovnávací vrstvičku z cementové malty nebo plastmalty. Prostor zapuštění kolem úložné desky ložiska bylo nutné zaplnit až do úrovně povrchu úložného prahu, aby se tam nemohla zdržovat voda a

nečistota a nerušeně probíhat koroze.

Určitou nevýhodou těchto ložisek je jejich poměrně velká konstrukční výška a hlavně posun působíště svislé podporové síly při délkové změně nosné konstrukce a s tím související změna průběhu tlakového napětí pod odvalovací úložnou deskou. Protože zkrácení nosné konstrukce (od ochlazení, smršťování

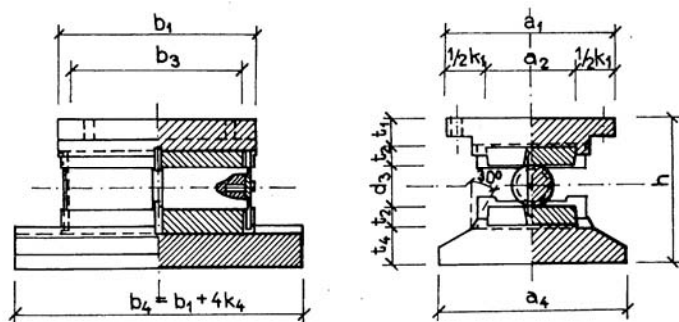
a dotvarování) je větší než její prodloužení (od oteplení), je nutné provést nastavení ložiska, tj. posun válců za osu ložiska a tím vytvoření rezervy pro větší zkrácení. Při případném vyjetí válce mimo úložnou desku je možné provést nové nastavení ložiska, např. přemístěním úložné desky ložiska a následným nastavením válce nebo válců.

Ložiska válcová se navrhovala i jako obrněná. Tento druh ložiska se skládal z ocelové úložné a vahadlové desky a válce, který byl vytvořen ocelovou bezešvou trubkou, vyplněnou betonem s pevností min. 100 MPa. Ložiska tohoto typu se dala použít pro podporové síly až 3000 kN, konstrukční výška se pohybovala v mezích 213 až 434 mm, šířka kolísala od 290 do 1270 mm. Ložiska měla poměrně značnou hmotnost i rozměry, jejich jedinou výhodou byla částečná úspora oceli. U nás se dnes prakticky nepoužívají, vyrábí se pouze na objednávku pro opravy a rekonstrukce starších mostů.

### 6.3.3.2 Ložiska z vysokopevnostní oceli

Snížení konstrukční výšky ocelového ložiska a tedy i jeho hmotnosti, které je žádoucí jak z estetického tak i montážního hlediska, je možné pouze při použití oceli o vyšší pevnosti. Pevnost v soustředěném tlaku je totiž úměrná čtvercům Brinellových tvrdostí a průměr válce je nepřímo úměrný čtverci Hertzovy pevnosti v soustředěném tlaku. Platí tedy nepřímá úměra mezi poloměry válců a čtverci tvrdosti použitých ocelí.

U nás se používala tzv. vysokopevnostní ložiska pro dovolené podporové síly 890 až 12500 kN (návrhové síly se dostanou vynásobením součinitelem 1,4). Válec a vložky, které jsou osazeny na úložné a vahadlové desce, jsou vyrobeny z chromové oceli vysoké pevnosti (2200 MPa) a jejich povrch je na hloubku minimálně 10 mm kalen. Úložná a vahadlová deska je při tloušťce do 100 mm provedena z válcované oceli, při tloušťce přes 100 mm z lité oceli.



Obr. 6.6 Vysokopevnostní ložiska

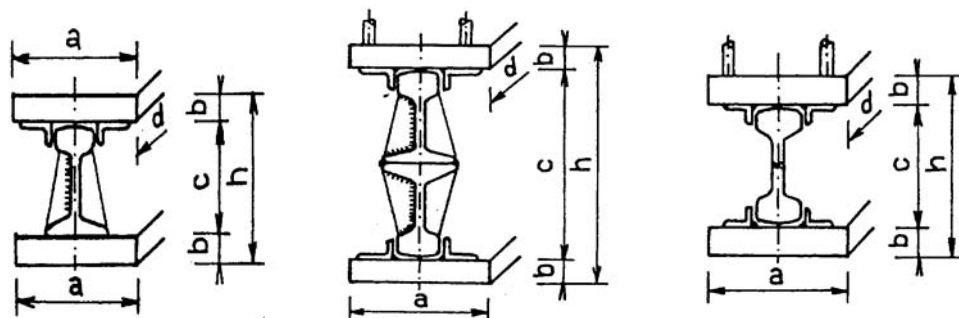
Typizovaná řada VP ložisek – pouze ložiska pohyblivá – zahrnuje 11 ložisek označených VPV1 až VPV11. Tvar ložiska je na obr. 6.6. Základními parametry jsou nejen přípustné svislé podporové tlaky (viz výše), ale i možné dilatace od 60

do 180 mm. Opět existuje graf únosnosti pro velikost svislé síly v závislosti na vodorovné síle kolmé k ose mostu.

### 6.3.4 Kolejnicová ložiska

Při obnově mostů v poválečném období byly na přechodnou dobu s ohledem na zvýšenou potřebu ložisek pro ně používány i výrobky určené pro jiné účely – jednalo se o železniční kolejnice.

Pevné ložisko bylo vytvořeno z kolejnice s patkou nebo roznášecí deskou osazenou na úložný práh (resp. zapuštěnou do úložného prahu) a z ocelové vahadlové desky se zarážkami. Pohyblivé ložisko bylo provedeno jako tzv. kyvná stojka. Tato stojka pozůstávala buď ze dvou kolejnic se vzájemně svařenými patkami nebo byly kolejnicím upáleny patky a stojiny byly svařeny popř. spojeny příložkami a sešroubováním (*obr. 6.4*). Správná funkce byla zajištěna vložením stojky mezi dvě roznášecí desky se zarážkami.



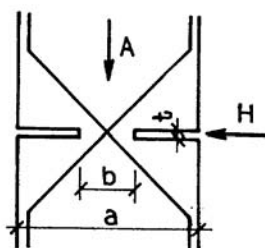
Obr. 6.4 Kolejnicová ložiska pevná a pohyblivá

Tato ložiska (podle autora označovaná jako Hurychova) byla navržena pro podporové tlaky 500, 750 a 1000 kN s odpovídajícími délkami kolejnic 350, 400 a 450 mm.

## 6.4 Uložení na betonové klouby

Pevné uložení v provedení ze železobetonu se navrhuje jako kloub, pohyblivé uložení se může navrhouvat ve formě válců, nízkých kyvných stojek nebo bloků, případně nízkých kyvných stěn. U těchto prvků se také mohou vyskytnout klouby, které mohou být i z prostého betonu. Pohyblivé uložení ze železobetonu se může vyskytnout u starších mostů; v současnosti se prakticky nenavrhuje. V dnešní době se klouby používají pouze jako pevné uložení, u rozepřených konstrukcí (kloub je v hlavě většinou dvou sousedních podpěr; rozepření lze zajistit i pomocí svislých zabetonovaných trnů), u vodorovně poddajných podpěr (kloub je pouze v hlavě) nebo u vyšších kyvných stojek nebo stěn (kloub je v hlavě i patě). Klouby mohou být vrubové nebo pérové.

### 6.4.1 Vrubové klouby



Obr. 6.7 Vrubový kloub

Tyto klouby vznikají např. oslabením průřezu dvěma protilehlými vrubů tak, že zůstane tenká betonová vrstva o šířce rovné maximálně jedné třetině původního rozměru (*obr. 6.7*).

Pevnost betonu v této tenké vrstvě je vlivem sevření mezi tlačnými plochami (vzniká prostorová napjatost) podstatně větší než pevnost krychelná. Např. podle ČSN 73 6206 je dovolené namáhání betonu v soustředěném tlaku

$$\sigma_{cs, dov} = \sigma_{c, dov} \sqrt[3]{F_2 / F_1} \leq 2 \cdot \sigma_{c, dov}, \quad (6.1)$$

kde je  $\sigma_{c, dov}$  dovolené namáhání v dostředném tlaku,

- $F_2$  plocha, do které se zatížení roznáší,  
 $F_1$  plocha betonu kloubu.

#### 6.4.1.1 Klouby s úzkým vrubem

Kloub s úzkým vrubem má tloušťku vrstvy rovnou cca 1/10 její šířky, ale maximálně 20 mm. Vynucené pootočení (při pootočení konstrukce vyvolaném průhybem) se nemůže realizovat bez přetržení této tenké vrstvy, čímž se postupně v místě kloubu vytvoří trhлина ve tvaru válcové plochy.

Kloub musí být navržen tak, že napětí od svislých sil  $\sigma_{cs} = A/F_1 \leq \sigma_{cs,dov}$ . K zachycení vodorovných sil se musí do kloubu vložit výztuž. Protože podíl betonu na zachycení těchto sil nelze přesně stanovit, přisuzuje se na straně bezpečné zachycení celé vodorovné síly pouze výztuži. Do kloubu se vkládají zkřížené pruty betonářské výztuže s odklonem zpravidla o 45° od osy kloubu (**obr. 6.7**), které se dimenzují na sílu  $S_{1,2} = H/2 \cdot \cos \alpha$ . Je možné navrhnout i svislou výztuž v ose kloubu, ale tato výztuž je nepříznivě namáhána na střih.

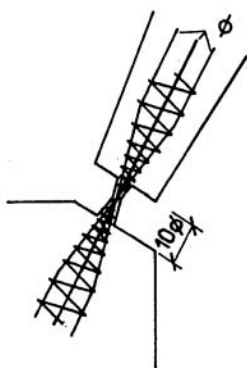
Typizované vrubové klouby byly navrženy pro svislé síly 500, 750, 1000 a 1500 kN s rozměrem ve směru rozpětí 110, 125, 140 a 150 mm a s délkou (kolmo k rozpětí) 400, 500, 600 a 750 mm. Tloušťka vrstvičky byla 20 mm.

#### 6.4.1.2 Klouby se širokým vrubem

Kloub se širokým vrubem má tloušťku vrstvy 1/5 až 1/7 své šířky, minimálně však 20 mm. Při vynuceném pootočení nevznikne trhлина ve tvaru válce jako u úzkého vrubu. Beton se totiž přetváří a vzniká v něm napětí - kloub není dokonalý, vzniká v něm moment. Průběh napětí s ohledem na rozdílné velikosti modulu pružnosti betonu v tlaku a tahu je omezen lomenou přímkou. Tahová napětí lze vykrýt výztuží. Klouby umožňují pootočení  $\varphi = 0,001$  až 0,003.

### 6.4.2 Pérové klouby

Nosným prvkem pérových kloubů jsou pouze pruty betonářské výztuže zkřížené v místě kloubu pod úhlem max. 45° (zpravidla 20 až 30°) – viz **obr. 6.8**.



Obr. 6.8 Pérový kloub

Délka prutů v kloubu musí být taková, aby byla zachována možnost pootočení v kloubu a aby splňovala požadavek spolehlivosti proti vybočení. Těmto protichůdným požadavkům vyhovuje volná délka prutů rovná desetinásobku jejich průměru.

Zkřížené pruty vyvozují značná příčná napětí, proto je nutné navrhnout silnou příčnou výztuž, zpravidla ze spirál, obalujících zkřížené pruty. Protože i u těchto kloubů vzniká namáhání v soustředěném tlaku, je nutné uvažovat oblast na styku s kloubem jako úložný blok a navrhnout odpovídající příčnou výztuž pro zachycení vzniklých tahových sil.

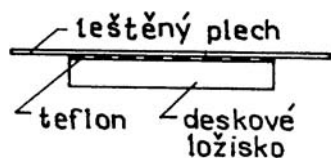
Pruty výztuže kloubu se chrání např. obalením betonem (ale až po odskrutí, tj. po dotlačení v kloubu).

Pérové klouby se dříve navrhovaly hlavně u obloukových konstrukcí s klouby, v současné době jsou nahrazeny klouby ocelovými.

## 6.5 Elastomerová ložiska

Materiálem těchto ložisek je elastický polymer (přírodní nebo polychloroprenová pryž). Tento materiál je pružný, ale prakticky nestlačitelný, tj. nemění objem. Nebrání-li se mu konstrukční úpravou v deformaci, je poddajný ve všech směrech. Je-li uzavřen, chová se při zatížení jako kapalina.

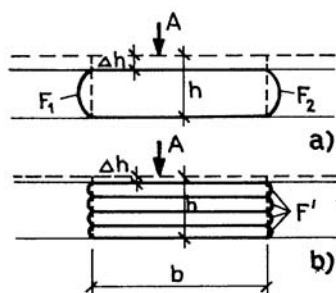
Tato ložiska mohou být vytvořena jako pás nebo blok=deska (obdélníková, kruhová, eliptická, osmiboká). Konstrukčně mohou být provedena jako nevyztužená nebo vyztužená ocelovými plechy (vrstevnatá). Nevyztužená bloková ložiska, tj. bez výztužných plechů se obecně pro mostní konstrukce nepoužívají. Vrstvená ložiska s jedním nebo více výztužnými zavulkanizovanými plechy se v současné době doporučuje používat pouze pro provizorní konstrukce nebo mosty malých rozpětí. Vrstevnatá ložiska se dají použít pouze doplněné vnějšími podkladními nebo kotvenými plechy popř. kluzným prvkem nebo prvky omezujícími jejich působení v jakékoliv směru. Kluzný prvek se dá použít pro požadované větší posuny, kdy např. s ohledem na nízkou výšku elastomeru by



Obr. 6.9 Ložisko s teflonem

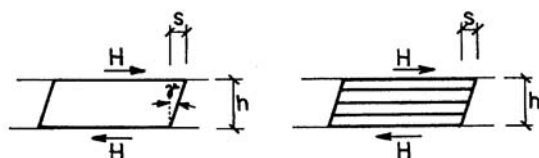
bylo překročeno přípustné vychýlení (jedná se vlastně o pohyblivé ložisko). Na elastomer je v tomto případě nalepena PTFE (teflonová) kluzná vrstva (obr. 6.9), která zajistí, že mezi ní a nadložním plechem uchyceným k hlavní nosné konstrukci se realizuje celý posun.

Na elastomerovou vrstvu působí svislé a vodorovné síly a deformace vyvolané vnějšími vlivy. V závislosti na vnějších silách a účincích vzniká její svislé stlačení, vodorovné vychýlení a vzájemné naklonění její horní a dolní úložné plochy.



Obr. 6.10 Stlačení ložiska

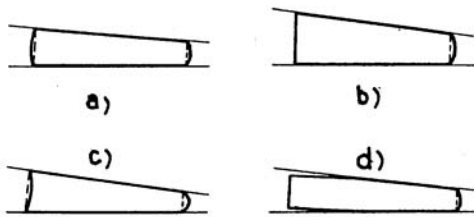
Účinkem svisle působící síly se ložisko stlačí. Stlačení je poměrně velké, odpovídá (při konstantním objemu) plochám bočního vyboulení (obr. 6.10a). Je-li při stejné celkové výšce elastomeru tato výška rozdělena meziplechy na několik vrstev, omezí se velikost plochy bočního vyboulení, svislá tuhost ložiska se několikanásobně zvětší a tím se podstatně zmenší stlačení (obr. 6.10b).



Obr. 6.11 Vychýlení elastomerového ložiska

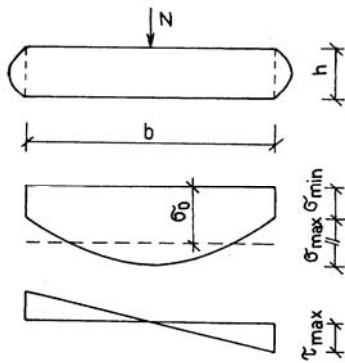
Účinkem vodorovně působící síly se elastomer deformuje – vychýlí ve směru působící síly, tj. horní plocha se vodorovně posune vzhledem k ploše dolní (obr. 6.11). Velikost vychýlení je závislá na výšce elastomeru, velikosti vodorovné síly a modulu pružnosti ve smyku  $G$ ; vložení meziplechů ovlivňuje vychýlení v malé míře a jejich vliv je možné zanedbat.

Účinkem pootočení ve svislé rovině se horní plocha nakloní, po deformaci má tloušťka elastomeru proměnnou velikost. Při různých poměrech tloušťky vrstvy, úhlu pootočení a velikosti svislého tlaku mohou nastat tyto případy a jim odpovídající deformace:



6.12 Vliv naklonění ložiska

- a) celá plocha elastomeru je tlačena (*obr. 6.12a*),  
 b) celá plocha je tlačena, napětí na vnější hraně je rovno nule (*obr. 6.12b*),  
 c) část plochy je tlačena, část tažena (*obr. 6.12c*); možné pouze u přilepeného ložiska,  
 d) část plochy je tlačena, část je bez napětí (rozevřená spára) (*obr. 6.12d*).



Obr. 6.13 Rozdělení napětí

- d) část plochy je tlačena, část je bez napětí (rozevřená spára) (*obr. 6.12d*).

Normálové napětí při působení vertikální síly  $N$  není na úložné ploše ložiska  $A$  rozděleno rovnoměrně. Uvažujeme-li pás značné délky, pak při působení normálové síly bude rozdělení napětí podle *obr. 6.13*, při čemž

$$\sigma_{min} = 4/(4 + n^2) \cdot \sigma_o, \quad (6.2)$$

$$\sigma_{max} = (4 + 1,5n^2)/(4 + n^2) \cdot \sigma_o, \quad (6.3)$$

$$\tau_{max} = 3n/(4 + n^2) \cdot \sigma_o, \quad (6.4)$$

kde  $n = b/h$ ,  $\sigma_o = N/A$ .

Pro navrhování a posuzování elastomerových ložisek se zavádí předpoklad rovnoměrného rozdělení tlakového napětí od svislé síly  $F$ . Tento předpoklad je oprávněný při tlacích v oboru dovolených namáhání, neboť větší napětí v těžišti ložiska je hluboko pod pevností elastomeru. Za tohoto předpokladu musí být půdorysná plocha navržena tak, aby byly splněny podmínky:

$$\sigma_{max} = F_{max}/A < \sigma_{max,dov}, \quad \sigma_{min} = F_{min}/A \geq \sigma_{min,dov} \quad (6.5)$$

Minimální tlakové napětí se udává z toho důvodu, aby byla při současném působení vodorovných sil, případně deformací, zajištěna třením spolehlivost proti posunutí. Pokud nevyhoví podmínka pro  $\sigma_{min}$  je nutné vyvodit v ložisku větší tlak přitížením nebo předeprnutím. Velikost stlačení ložiska se zjišťuje pro dané ložisko z odpovídajícího diagramu.

Vodorovná síla způsobuje vychýlení ložiska ve směru působící síly, deformace ve vodorovném směru (vychýlení) vyvolává v ložisku vratnou sílu. Za předpokladu konstantního  $G$  platí Hookův zákon a můžeme psát

$$\gamma = \tau/G = H/(A \cdot G) = \text{tg } \gamma = s/h, \quad \text{z toho } H = s/h \cdot A \cdot G, \quad (6.6)$$

přičemž musí být splněno  $s/h \leq \text{tg } \gamma_{dov}$ . Velikost modulu pružnosti ve smyku  $G$  stanovují předpisy jako průměrnou hodnotu z experimentálně zjištěných hodnot, zvláště pro zatížení okamžité a krátkodobé s dlouhodobým. Rovněž velikost  $\text{tg } \gamma_{dov}$  je stanovena předpisy pro zatížení okamžité a krátkodobé s dlouhodobým.

Za zatížení a účinky okamžité se uvažují brzdné a odstředivé síly, tlak větru, vliv průhybu konstrukce od nahodilého zatížení, za zatížení a účinky krátko- a dlouhodobé se uvažují změny teploty, smršťování a dotvarování betonu.

Nepůsobí-li vodorovná síla v jedné ze dvou os symetrie ložiska, musí být splněno:



$$s_{x,y} = \sqrt{s_x^2 + s_y^2} \leq \max t g \gamma . h , \quad (6.7)$$

příčměž  $s_x$  a  $s_y$  se vypočtou pro směry obou hlavních os ložiska. Při známé vnější síle  $H$  bude vychýlení ložiska  $s = H.h/(A . G)$ .

Pootočení ve svislé rovině (vyvolané průhybem podporované konstrukce) způsobí naklonění horní plochy ložiska. Elastomer ale není schopen vlastní deformací sledovat libovolně velké naklonění. Při překročení určité hodnoty vzájemného naklonění úložných ploch se styčná spára mezi ložiskem a konstrukcí rozevře. Účinná plocha ložiska se tím zmenší a normálové napětí vzroste. Nebezpečí rozevření spáry závisí na velikosti normálního napětí, na velikosti pootočení, celkové tloušťce elastomeru v ložisku a půdorysném rozměru v rovině pootočení. Velikost pootočení je limitována požadavkem, aby nedošlo k rozevření ložných spár a aby byla dodržena alespoň minimální tlaková rezerva. Hodnota maximálního dovoleného pootočení je dána pro jednotlivá ložiska a směr pootočení např. v literatuře [35].

Elastomerová ložiska vyztužená plechy s označením ELV 1 až 6 se dříve u nás vyráběla pro podporové síly 300, 750 a 1800 kN. Dnes mohou být dodávána různými výrobci a jinými parametry (např. RW pro max. sílu 3000 kN).

Při návrhu a osazování elastomerových ložisek je nutné pro bezporuchovou funkci dodržovat několik zásad:

- ložisko se musí osazovat na vodorovnou plochu,
- úložná plocha (horní i dolní) musí být při osazování suchu, rovná, drsná, zbavená nečistot, prachu a mastnot,
- úložná plocha – horní i dolní – musí být rovnoběžné. Pouze u prefabrikovaných prvků, které mají nadvýšení od přepětí, je možné nerovnoběžnost ploch ponechat, pokud odpovídající pootočení v ložisku nepřesáhne  $\max t g a$ . Při průhybu konstrukce od zatížení a vlivem dotvarování bude toto záporné pootočení zmenšeno, případně eliminováno. U nosných konstrukcí z prefabrikátů s příčným sklonem spodního líce konstrukce se na horní ploše vytvoří klínová vrstva (např.- ocelová klínová podložka, plastmalta).
- Na jedné podpoře smí být použita pouze ložiska stejné půdorysné plochy a stejné výšky, na různých podpěrách mohou být použita ložiska jiných typů, příp. i jiných druhů (betonová, ocelová, kombinovaná). Vrstvení ložisek pro získání větší výšky je nepřijatelné.
- Světlá výška – vzdálenost mezi povrchem úložného prahu a spodní plochy nosné konstrukce musí být (pro možnost případné výměny ložisek) minimálně 150 mm. Protože výšky ložisek jsou menší, je nutné na povrchu úložného prahu vytvořit podložiskový blok; při jeho výšce do 50 mm nemusí být vyztužen, při výšce větší než 50 mm je nutné jej vyztužit.

Elastomerová ložiska mají proti tradičním ložiskům četné výhody. Hlavní výhodou z hlediska statického je umožnění posunu a pootočení ve všech směrech, což se příznivě projevuje hlavně u mostů širokých a půdorysně zakřivených. Ložiska mají schopnost tlumit dynamické účinky způsobené provozem na mostě, takže do podpěr se přenáší jen nepatrná jejich část. To je výhodné zvláště při uložení konstrukce na štíhlé podpěry. S útlumem chvění souvisí též snížení hlučnosti ocelových mostů. Z hlediska provádění je velkou výhodou snadné osazování těchto ložisek, které mají vzhledem k ložiskům tradičním nepatrnou hmotnost. Elastomerová ložiska nemusí (a nesmí) být mazána a kromě

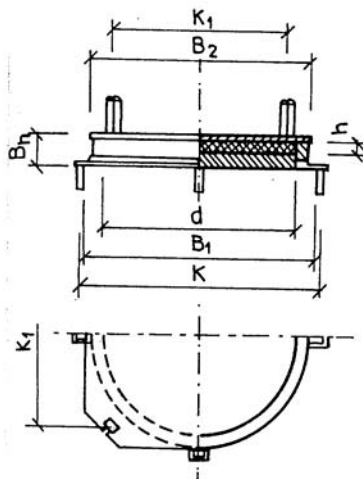


čištění nevyžadují žádné udržovací náklady. V neposlední řadě nízká konstrukční výška ložisek zlepšuje celkový estetický vzhled mostu.

## 6.6 Kombinovaná ložiska

Mezi kombinovaná ložiska patří hrncová, kalotová a cylindrická ložiska.

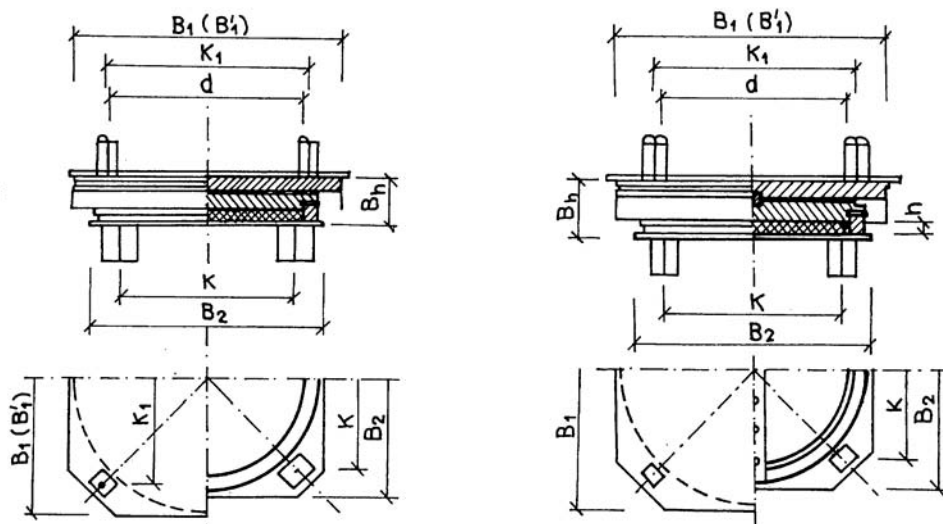
### 6.6.1 Hrncová ložiska



Obr. 6.14 Pevné hrncové ložisko

Elastomerová ložiska nevyhovují pro velká rozpětí a tedy pro velké tlaky a posuny. Pro tyto případy se navrhuje ložiska s elastomerovou vložkou, uzavřenou do ocelového hrnce. Tlaky od zatížení se v elastomeru rozdělují rovnoměrně jako u kapaliny, dovolené namáhání je několikanásobkem dovoleného namáhání elastomerového ložiska.

V základním provedení se jedná o ložisko pevné (N), sestávající z hrnce (může být dole i nahoře), úložné nebo krycí desky a uzavřené elastomerové vložky (obr. 6.14). Vložení kluzné PTFE vrstvy mezi povrch hrnce a nadložní desky vznikne ložisko všesměrně pohyblivé (Nga) - obr. 6.15 vlevo, omezením pohybu v jednom směru (střední vodící lištou nebo bočními vodícími lištami) ložisko jednosměrně pohyblivé (Nge) - obr. 6.15 vpravo.



Obr. 6.15 Hrncové ložisko všesměrně a jednosměrně pohyblivé

U nás se vyráběly všechny tři druhy ložisek pro podporové tlaky 1250 až 10000 kN. Dnes různí výrobci nabízí tato ložiska standardně pro podporové tlaky od 2000 do 20000 kN, jinak až do 80000 kN.

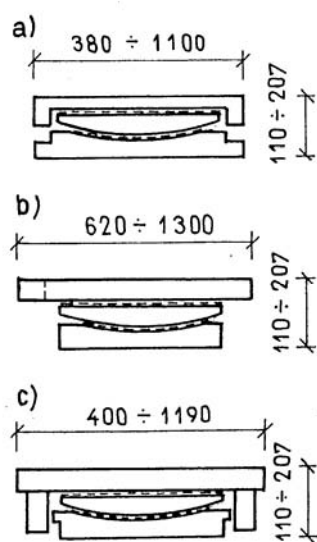
Hrncová ložiska se osazují vodorovně na horní povrch úložného prahu do vrstvy malty tloušťky 20 mm. Monolitická konstrukce se betonuje přímo na osaze-

né ložisko, pro prefabrikáty ve spádu (podélném, příčném nebo obojím) je nutná ocelová klínová podložka nebo vyplnění spáry plastbetonem. Úložná deska musí být přikotvena do úložného prahu, krycí deska do nosné konstrukce.

## 6.6.2 Kalotová a cylindrická ložiska

Kalotová a cylindrická ložiska na rozdíl od hrncových ložisek používají místo hrnce a elastomeru zakřivený prvek s kontaktním materiálem a kluznou vrstvou.

Kalotová ložiska sestávají z horní roznášecí desky-vahadla, které je provedeno jako deska s vypuklým sférickým tvarem (např. kulový vrchlík) z nerezavějící oceli, leštěný, a z úložné vyduté desky, vyložené kluznou vrstvou z polytetrafluoretylenu (PTFE - Teflon). V základním provedení se jedná o ložiska pevná (*obr. 6.16a*).



Obr. 6.16 Kalotová ložiska

Konstrukční úpravou pevného ložiska pomocí dalších rovinných kluzných prvků nebo vodicích prvků se získá ložisko pohyblivé. Všesměrně pohyblivá ložiska mají nad vahadlem ocelovou leštěnou desku a spára mezi deskou a vchodem je vyložena kluznou vrstvou PTFE (*obr. 6.16b*). Jednosměrně pohyblivá ložiska mají na horní desce vodicí lišty, umožňující pohyb pouze v jednom směru (*obr. 6.16c*). Při použití omezovacích prstenců lze i v těchto případech získat pevné ložisko.

Kalotová ložiska se např. vyráběla na Slovensku pro podporové síly 1000 až 12000 kN (dovolené hodnoty). Ložiska umožňovala pootočení v podpoře  $\pm 2\%$ , dovolená velikost vodorovné působící síly na ložisko byla limitována 20-ti % svislé síly.

Cylindrická ložiska se od kalotových ložisek liší jen tím, že u horní roznášecí desky je použita válcová plocha.

### Kontrolní otázky



Charakterizujte systém uložení mostů a jeho podmínky včetně ložisek.

Charakterizujte ocelová ložiska desková, vahadlová a kolejnicová.

Charakterizujte ocelová ložiska stolicová a válcová.

Jak lze provést uložení pomocí betonových kloubů?

Charakterizujte konstrukci a návrh elastomerových ložisek.

Charakterizujte konstrukci hrncových, kalotových a cylindrických ložisek.

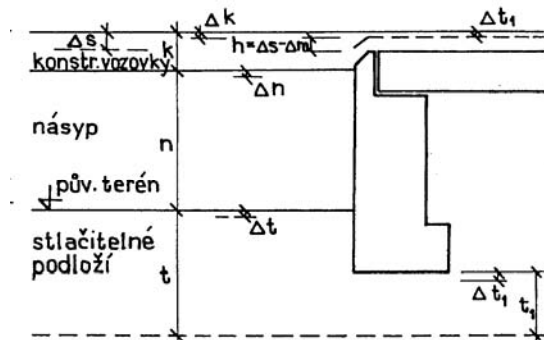
## 6.7 Autotest



viz kontrolní otázky

## 7 Přechodová oblast u mostů

V důsledku nesejnoměrného sedání mostního objektu a přilehlého násypu zemního tělesa pod komunikací vznikají v oblasti na styku opěry a násypu nerovnosti vozovky, které ohrožují bezpečnost a plynulost dopravního provozu a snižují pohodlnost jízdy. Následkem těchto nerovností mohou v této oblasti vzniknout i poruchy vozovky. Aby se těmto poruchám předešlo nebo se alespoň omezily jejich důsledky, je nutné provést návrh přechodu, tj. oblasti, ve které se vyrovná nebo překlene výše uvedená nerovnost.



Obr. 7.1 Schéma vzniku nerovnosti za opěrou

dílu  $h_p$  na styku opěry se zemním tělesem (obr. 7.1), která vzniká rozdílným sedáním mostní konstrukce a násypu v daném časovém intervalu (např. 3 roky). Stanoví se podle vztahu

$$h_p = \Delta_s - \Delta_m \quad \text{při} \quad \Delta_s = \Delta_k + \Delta_n + \Delta_t \quad \text{a} \quad \Delta_m = \Delta_{t1}, \quad (7.1)$$

kde je  $\Delta_s$  celkové sednutí silničního tělesa,

$\Delta_m$  sednutí mostní konstrukce,

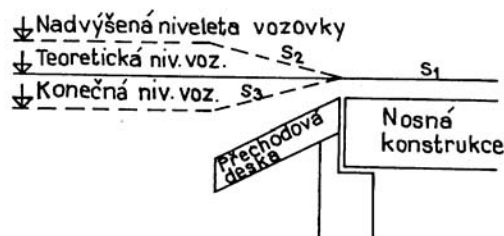
$\Delta_k$  dohutnění konstrukce vozovky,

$\Delta_n$  sednutí násypu,

$\Delta_t$  stlačení zeminy v podloží násypu,

$\Delta_{t1}$  stlačení zeminy pod základem mostu (sednutí opěry).

Hodnoty sednutí se mohou u mostů s nápravovou rychlostí menší než 100 km/hod stanovit z tabulek (empirická hodnota závislá na druhu zeminy, modulu deformace podloží a stupni nasycení zeminy vodou), pro návrhové rychlosti větší nebo rovné 100 km/hod je nutné stanovit je přesněji metodami mechaniky zemin.



Obr. 7.2 Navýšení nivelety vozovky

Pro stanovení délky přechodu  $L_p$  je rozhodující velikost očekávaného rozdílu sednutí a přípustná změna sklonu po skončeném sedání. Změna sklonu nivelety  $s$  se při přechodu na most připouští u dálnic, silnic I. třídy a rychlostních místních komunikací s vozovkou z cementobetonovým krytem

max. 0,2 %, z netuhou vozovkou max. 0,4 % a u mostů na ostatních silnicích a místních komunikacích max. 0,8 %. Přesáhne-li délka přechodu výšku násypu

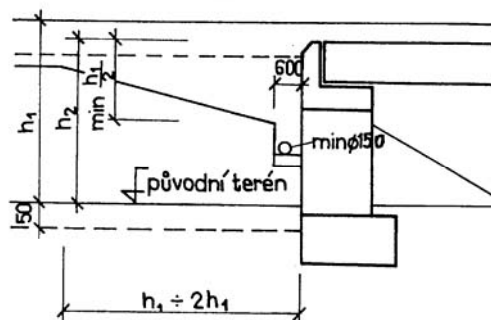
nebo délku 9 m (max. používaná délka přechodové desky  $L_d$ ), připouští se nadvýšení silničního násypu včetně vozovky  $n_p$  u mostu, tj. provedení opačného sklonu (**obr. 7.2**). Délka přechodu (přechodové desky) se pak stanoví podle vztahu

$$L_p = h_p / s \quad , \quad L_d = (h_p - n_p) / s \quad (7.2)$$

Rub opěry je nutné odvodnit příčným drénem šířky 0,60 m s drenážní trubkou min.  $\varnothing$  150 mm se štěrkopískovou zasypávkou nebo přízdívkou z děrovaných cihel nebo tvárnic. Prosáklá voda se odvede ze svahu násypu min. 0,50 m nad hladinou vodoteče odpovídající 10-ti ročnímu průtoku Q10.

## 7.1 Přechody bez přechodových desek

U mostů s násypy do 3 m výšky se přechodové desky nemusí navrhovat. Při násypech větších než 3 m u hospodářských cest se rozhodne podle místních poměrů (**obr. 7.3**).



Obr. 7.3 Přechod bez přechodové desky

Návrh konstrukce bez přechodové desky má vycházet z těchto podmínek:

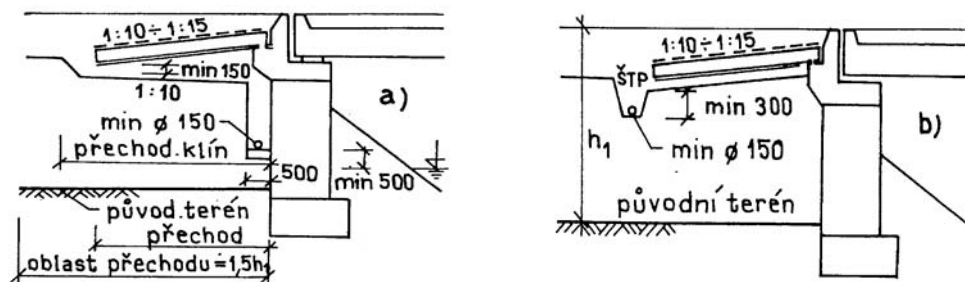
- Stupeň konsolidace podloží v době dokončení vozovky má být min. 80 %.
- Přechodový klín má být minimálně do jedné polovina výšky opěry nad terémem – použít je možné ztuhnutý štěrkopísek, jemnozrnný mezerovitý beton

nebo cementovou stabilizaci.

- Násypová zemina pod přechodovým klínem a podloží do hloubky 0,50 m musí být náležitě ztuhněny.

## 7.2 Přechody s přechodovými deskami

Přechodové desky (**obr. 7.4**) se navrhují délky 3 až 9 m podle velikosti rozdílů poklesů. Návrh konstrukce má vycházet z těchto podmínek:

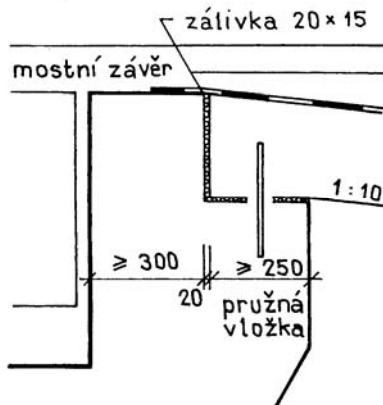


Obr. 7.4 Přechod s přechodovou deskou

- Stupeň konsolidace podloží v době dokončení vozovky min. 80 %.

- Pod přechodovou deskou má být přechodový klín z propustného materiálu ve sklonu min. 1:10.
- Minimální tloušťka vozovky na přechodové desce má být 0,15 m.

Šířka přechodových desek se navrhuje minimálně na šířku vozovky a zpevněné krajnice nebo na šířku mezi zvýšenými obrubami. Desky se navrhují ve sklonu 1:10 až 1:15 směrem od opěry. Úroveň povrchu u mostního závěru má být v úrovni povrchu mostovky.



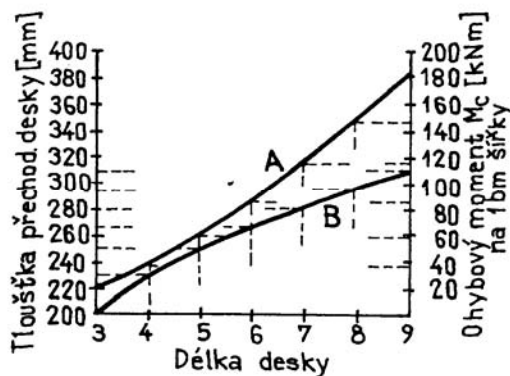
Obr. 7.5 Uložení přechodové desky

Uložení desky na opěře je kloubové (*obr. 7.5*), na volném konci na štěrkopískové vrstvě bez příčného prahu. Pod přechodovou deskou se provádí vrstva podkladního betonu tloušťky min. 50 mm. Při šikmosti mostu 60° až 90° mohou být přechodové desky monolitické nebo prefabrikované s příčným spojením, při větší šikmosti pouze monolitické.

Izolace přechodových desek je tvořena asfaltovým nátěrem dvojnásobným nebo izolačními pásy v jedné vrstvě bez ochranné vrstvy.

### 7.3 Návrh rozměrů, konstrukční pokyny

Tloušťka přechodové desky a celkový ohybový moment ve směru osy komunikace se odečte z diagramu (*graf 7.1*) a následně se deska dimenzuje podle příslušných norem pro dimenzování (např. podle ČSN 736206).



Graf 7.1 Diagram pro dimenzování desky

0,3 %. Tloušťka betonu krycí vrstvy výztuže se určí podle příslušných norem pro dimenzování.

Smyková výztuž se navrhuje z uzavřených třmínků zachycujících smykové napětí 1 MPa v tupém rohu nad uložením na opěře v pruhu šířky 1 m podél osy uložení u desek šikmosti 75° až 90° na délku 1/3 šířky desky a u desek šikmosti 45° až 59° na délku 1/2 šířky desky. Ve zbývajících částech desky a u desek šikmosti 76° až 90° se navrhují spony  $\varnothing$  8 mm ve vzdálenostech max. 0,60 m. Ohyby se navrhují pouze konstrukční.

### Kontrolní otázky



*Charakterizujte přechodovou oblast za opěrou včetně stanovení velikosti rozdílného sednutí.*

*Jak se stanovuje délka přechodu a přechodové desky a případné nadvýšení násypu za opěrou?*

*Popište možnou úpravu přechodu bez přechodové desky.*

*Popište možné úpravy přechodů z přechodovými deskami.*

*Jak lze provést návrh rozměrů přechodové desky.*

*Které konstrukční zásady se uplatní u přechodové desky?*

*Kontrolní otázky či otázky k zamyšlení opět uvést odsazeně, kurzívou, se svislou čarou podél textu otázky. Stačí jim přiřadit styl „Otázka“.*

## 7.4 Autotest



viz kontrolní otázky

## 8 Závěr

### 8.1 Shrnutí

V modulu CB3 byla probrána látka týkající se základních principů konstrukčního řešení a navrhování spodní stavby mostů, zásad pro návrh přechodové oblasti mezi mostem a širokou tratí a údajů o příslušenství mostů.



U spodní stavby se jednalo jednak o opěry, jednak mostní křídla a i mezilehlé podpěry a navrhování vybraných prvků. V rámci příslušenství mostů bylo cílem seznámit posluchače s možnostmi vytváření svršku mostů (vozovky, chodníků, říms atd.), jejich vybavením (záchytné systémy, odvodnění, osvětlovací zařízení atd.), s informacemi o mostních závěrech a o způsobech zajištění uložení nosné konstrukce mostu na podpěry. Součástí modulu je i možnost při návrhu přechodové oblasti jednak formou bez nebo s přechodovou deskou.

### 8.2 Studijní prameny

#### 8.2.1 Seznam použité literatury

- [1] Brühwiler, E., Menn, Ch.: *Stahlbetonbrücken*. Springer-Verlag, Wien, New York, 2003
- [2] Ryall, M. J., Parice, G. A. R., Harding, J. E (ed.): *Manual of Bridge Engineering*. Thomas Telford, London, 2002
- [3] Holst, K. H., Holst, R.: *Brücken aus Stahlbeton und Spannbeton*. Ernst & Sohn, 2004
- [4] Janda, L., Kleisner, Z., Zvara, J.: *Betonové mosty*. SNTL, Praha, 1988
- [5] Sečkář, M.: *Betonové mosty I*. VUT, Brno, 1998
- [6] Sečkář, M.: *Betonové mosty. Vybrané statě*. VUT, Brno, 1989
- [7] Kukaň, V., Šafář, R., Hrdoušek, V.: *Betonové mosty 10*. ČVUT, Praha, 2004
- [8] Hrdoušek, V., Kukaň, V., Šafář, R.: *Betonové mosty 10. Cvičení*. ČVUT, Praha, 2004
- [9] *Beton-Kalender*. Ernst & Sohn, Berlin, 2004
- [10] Panáček, J.: *Spodní stavba mostů. Kandidátské minimum*. Brno, 1983
- [11] Vlček, P. a kol.: *Odvodnění mostních objektů*. VŠB TU, Ostrava, 2005
- [12] *Vzorové listy staveb pozemních komunikací. VL4 – Mosty*. Pontex s.r.o., Praha, 1998
- [13] *Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací*. Prago-projekt a.s, Praha, 1992
- [14] *ČSN 736200 Mostní názvosloví*. ČNI, Praha, 1977





- [15] ČSN 736201 *Projektování mostních objektů*. ČNI, Praha, 1995
- [16] ČSN 736223 *Ochrany proti nebezpečnému dotyku s živými částmi trakčního vedení a proti účinkům výfukových plynů na objektech nad kolejemi celostátních drah a vleček*. ČNI, Praha, 1995
- [17] ČSN 736242 *Navrhování a provádění vozovek na mostech pozemních komunikací*. ČNI, Praha, 1995
- [18] ČSN 736244 *Přechody mostů pozemních komunikací*. ČNI, Praha, 1999
- [19] ČSN 736266 *Protinárazové zábrany mostů přes pozemní komunikace*. ČNI, Praha, 1996
- [20] ČSN EN 1317-1 až 4 *Silniční záchytné systémy*. ČNI, Praha, 1999 až 2003
- [21] ČSN EN 1337-1 až 11 *Stavební ložiska*. ČNI, Praha, 1999 až 2005
- [22] *TP 75 Uložení nosných konstrukcí mostů pozemních komunikací*. Pragoprojekt a.s., 2006
- [23] *TP 63 Ocelová svodidla na pozemních komunikacích*. Dopravoprojekt a.s., Brno, 1994
- [24] *TP 80 Elastický mostní závěr*. ProMo spol. s r.o., Praha, 2003
- [25] *TP 86 Mostní závěry*. ProMo spol. s r.o., Praha, 1997
- [26] *TP 101 Výpočty svodidel*. Dopravoprojekt a.s., Brno, 1997
- [27] *TP 106 Lanová svodidla na pozemních komunikacích*. Dopravoprojekt a.s., Brno, 1998, dodatek č.1, 2001
- [28] *TP 114 Svodidla na pozemních komunikacích*. Dopravoprojekt a.s., Brno, 1998
- [29] *TP 128 Ocelové svodidlo NH4*. Dopravoprojekt a.s., Brno, 1999 (od 1.11.2004 jen informační předpis)
- [30] *TP 129 Zkoušení a schvalování svodidel*. Dopravoprojekt a.s., Brno, 1999
- [31] *TP 139 Betonové svodidlo*. Dopravoprojekt a.s., Brno, 2000
- [32] *TP 140 Dřevoocelové svodidlo*. Dopravoprojekt a.s., Brno, 2000
- [33] *TP 158 Tlumiče nárazů*. ASPK s.r.o., Brno, 2003
- [34] *TP 159 Vodící stěny*. ASPK s.r.o., Brno, 2003
- [35] *TP 160 Mostní elastomerová ložiska*. Pragoprojekt a.s., Praha, 2003
- [36] *TP 166 Ocelové svodidlo Fracasso*. SOK Třebestovice s.r.o., 2004
- [37] *TP 167 Ocelové svodidlo NH4*. Dopravoprojekt a.s., Brno, 2004, dodatek č.1, 2005
- [38] *TP 168 Ocelové svodidlo Voest-Alpine*. Dopravoprojekt a.s., Brno, 2004
- [39] *TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací*. MD ČR, Praha, 2004

## 8.2.2 Seznam doplňkové studijní literatury

- [40] Kukaň, V., Šafář, R., Hrdoušek, V.: *Betonové mosty 10*. ČVUT, Praha, 2004
- [41] Hrdoušek, V., Kukaň, V., Šafář, R.: *Betonové mosty 10. Cvičení*. ČVUT, Praha, 2004

## 8.2.3 Odkazy na další studijní zdroje a prameny

Dalšími zdroji je řada článků v časopisech a příspěvků ve sbornících na odborných konferencích. Odkazy na další studijní zdroje jsou uvedeny i ve výše uvedené literatuře, ne však v elektronické podobě.



## 8.3 Klíč

Klíč k autotestu není potřeba, protože na v textu uváděné kontrolní otázky si posluchač odpoví sám na základě přečtené části tohoto modulu.



## **8.4 Poznámky**