

Metodika návrhu integrovaných mostů

Metodický základ TP Integrované mosty

Michal Drahorád, Marek Foglar
ČVUT v Praze, Fakulta stavební

Uznáno Ministerstvem dopravy ČR
dne 21. 9. 2015 pod č.j. 66/2015-710-VV/1

Obsah

Obsah	2
1 Úvod.....	3
2 Názvosloví.....	4
3 Koncepce návrhu integrovaného mostu	6
3.1 Základní kritéria návrhu	6
3.2 Obecná metodika pro volbu přechodu mostu na těleso komunikace	7
3.3 Zjednodušený postup	10
4 Koncepční návrh konstrukce mostu s ohledem na respektování metodiky	14
4.1 Koncepce uložení a zajištění dilatačních pohybů mostu	14
4.2 Specifika návrhu integrovaných mostů	14
4.2.1 Obecně	14
4.2.2 Přímé a mírně zakřivené mosty	15
4.2.3 Významně zakřivené mosty.....	15
4.2.4 Šikmé mosty	16
4.2.5 Sledování a údržba integrovaných mostů.....	17
5 Uspořádání přechodu integrovaného mostu na těleso komunikace	18
5.1 Všeobecně	18
5.2 Vozovka v přechodové oblasti.....	19
5.3 Přechodové desky.....	19
5.4 Plně integrované mosty s poddajnými opěrami	19
5.5 Plně integrované mosty s tuhými opěrami	21
5.6 Semi-integrované mosty.....	21
6 Dedikace	23
7 Reference a souvisící literatura	24
8 Kopie osvědčení o uznání uplatnění certifikované metodiky	25

1 Úvod

Cílem překládané metodiky je maximální snížení nákladů na celý životní cyklus mostní konstrukce prostřednictvím návrhu integrovaného nebo semi-integrovaného mostu.

Pojem integrovaný most, semi-integrovaný most a neintegrováný (dilatovaný) most jsou vymezeny v části 2 této metodiky.

Zásadní rozdíly integrovaných mostů oproti běžným (neintegrovaným) mostům jsou zejména tyto:

- Odstranění nejvíce poruchových detailů nosné konstrukce, tj. mostních závěrů a v menší míře i ložisek mostu. Nižší životnost a poruchy těchto částí nosné konstrukce mostu vedou k jejich častějším výměnám a tím i ke zvyšování celkových nákladů na údržbu.
- Náklady na údržbu integrovaného mostu v průběhu jeho životnosti závisí především na kvalitě provedení přechodových oblastí, resp. na míře a rozsahu znehodnocení jízdního komfortu případnými poklesy a trhlinami ve vozovce v této oblasti. Požadavky na provedení přechodových oblastí a výše nákladů nutných na opravy těchto oblastí jsou přímo závislé na dopravním významu převáděné komunikace (výkonové třídě komunikace - viz kapitola 2).
- Opravy krytu komunikace (plošné trhliny, pokles vozovky) je obvykle možno dlouhodobě plánovat, na rozdíl od oprav mostních závěrů, jejichž opravy vyžadují okamžitý zásah. Z tohoto důvodu mohou být opravy prováděny v období s menší intenzitou dopravy.

Na základě tohoto metodického pokynu by všechny mosty, u kterých nejsou opodstatněné důvody návrhu jako neintegrované mosty (dilatované mosty), např. velké dilatační pohyby, nerovnoměrné sedání apod., měly být navrhovány jako mosty integrované či semi-integrované, čímž dojde ke snížení nákladů investičních i nákladů na údržbu konstrukce.

Při návrhu mostu má být vždy projektantem vyvinuto maximální úsilí pro návrh integrované konstrukce (konstrukční řešení opěr, volba vhodné šikmosti, apod.).

Při návrhu nového mostu nebo obnovy mostu stávajícího se má vždy vycházet z předpokladu, že konstrukce bude plně integrovaná se spodní stavbou, zejména u mostů s délkou nosné konstrukce do 60 m. U mostů větších délek má být vždy vyvinuto maximální úsilí při minimalizaci počet ložisek a mostních závěrů.

Tato metodika vychází z rozsáhlé rešerše zahraničních zkušeností a předpisů týkajících se problematiky integrovaných mostů, zejména předpisů států se stejnými nebo velmi podobnými klimatickými podmínkami jako panují v ČR (zejména Švýcarska, Německa a Rakouska). Obecně lze konstatovat, že tuzemské i zahraniční zkušenosti s tímto typem mostů nashromážděné za posledních 50 let jsou v oblasti konstrukcí celkové délky do 60 m velmi dobré. Problémy tohoto typu konstrukcí se objevují zejména v místech (detailech) napojení na spodní stavbu a zemní těleso. Zásadám řešení této problematiky je proto v metodice věnována zvláštní pozornost, detailnímu technickému řešení pak budou věnovány navazující Technické podmínky (TP MD).

Současně byly při zpracování této metodiky zohledněny specifické požadavky národních norem a dalších předpisů platných v ČR, stejně jako tuzemské historické zkušenosti s výstavbou integrovaných mostů, jejichž historie je u nás také dlouhá.

2 Názvosloví

Integrovaný most (dále jen IM) je v ČSN 76 6200 definován jako most, jehož hlavní nosná konstrukce působí společně se spodní stavbou a je ovlivněna zemním tělesem přechodové oblasti. Pro účel této metodiky je definice upravena následovně: IM je most, jehož nosná konstrukce je neposuvně spojena se spodní stavbou a v důsledku toho nejsou na mostě provedena ložiska a mostní závěry.

Semi-integrovaný most (dále jen SIM) je pro účely této metodiky definován jako integrovaný most, jehož opěry jsou buď provedeny s ložisky a bez mostních závěrů, nebo bez ložisek a s mostními závěry.

Neintegrovaný (dilatovaný) most (dále jen NIM) je pro účely této metodiky definován jako běžná mostní konstrukce navržená podle ČSN 73 6201, která má spodní stavbu oddělenou od nosné konstrukce pomocí ložisek a mostních závěrů.

Tabulka 1 - Základní definice typů mostu z hlediska jeho integrace se spodní stavbou

Provedení nosné konstrukce		Spojení nosné konstrukce a spodní stavby		Nosná konstrukce dilatovaná
		Pilíře neposuvně spojeny s NK nebo žádné pilíře	Pilíře s ložisky	(dilatace u opěr a/nebo nad pilíři, klouby v NK)
Provedení konců mostu	Oba konce mostu integrované	Plně integrovaný most (IM)	Semi-integrovaný most (SIM)	Neintegrovaný / běžný dilatovaný most (NIM)
	Jeden nebo oba konce mostu semi-integrované			

Integrovaná podpěra je podpěra (opěra nebo pilíř), která je neposuvně spojena s nosnou konstrukcí (kloub nebo vetknutí).

Výkonová třída komunikace (dále jen VT) je pro účely této metodiky zavedena jako ukazatel dopravního významu a zatížení převáděné komunikace. Z hlediska návrhu integrovaných mostů se rozeznávají dvě výkonové třídy (VT1 a VT2) podle následující tabulky:

Tabulka 2 - Výkonové třídy komunikace (VT)

Výkonová třída komunikace	Popis	Třída dopravního zatížení podle ČSN 73 6114 ¹⁾	Návrhová úroveň porušení vozovky podle TP 170
VT1	Dálnice, rychlostní komunikace, rychlostní místní komunikace a silnice 1. třídy	I a II (výjimečně III)	D0
VT2	Ostatní komunikace (nezařazené do VT1)	III až VI	D1 a D2

¹⁾V případě nových mostů očekávaná třída dopravního zatížení

Typ integrovaného mostu určuje pro účely této metodiky základní způsob řešení přechodové oblasti mostu, resp. způsob zachycení vodorovných posunů konce mostu Δ_h . V rámci této metodiky jsou zavedeny typy IM1 až IM5 - podrobně viz kapitola 5.

Typ semi-integrovaného mostu určuje pro účely této metodiky základní způsob řešení opěr mostu, resp. způsob zachycení vodorovných posunů konce mostu Δ_h . V rámci této metodiky jsou zavedeny typy SIM1 a SIM2 - podrobně viz kapitola 5. **Posun konce mostu** (Δ_h) je maximální vodorovný posun nosné konstrukce v místě konce mostu bez uvažování přechodové desky způsobený všemi zatíženími a vlivy působícími na konstrukci.

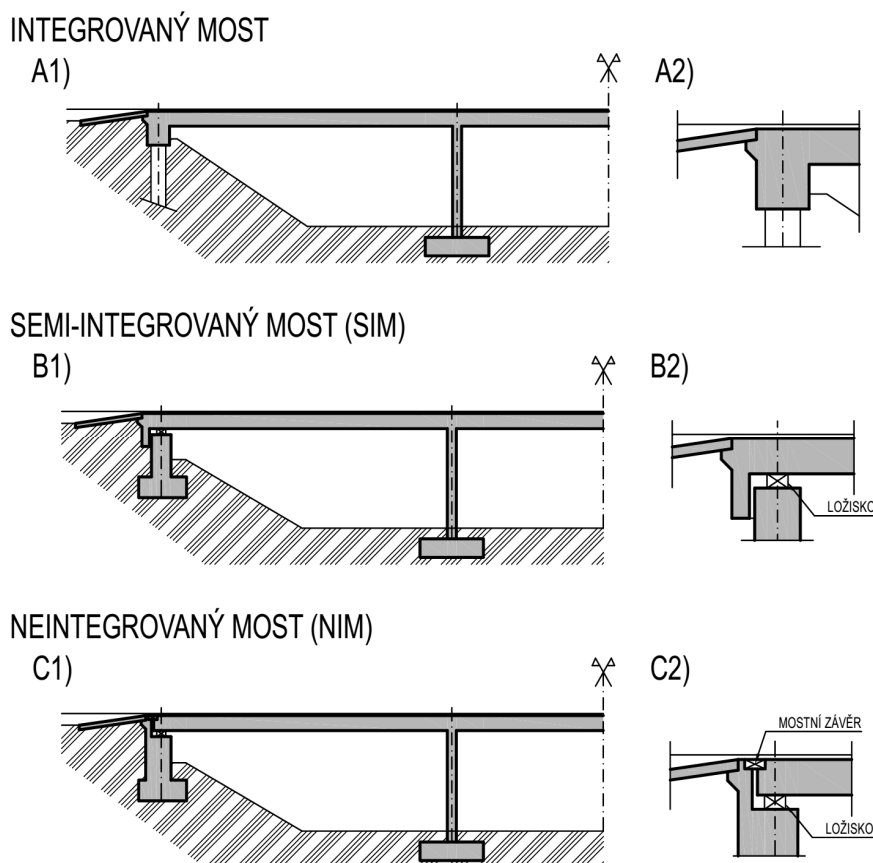
Maximální přípustný posun konce mostu ($\Delta_{h,adm}$) je maximální hodnota posunu konce mostu závislá na použitém typu integrovaného mostu a výkonové třídě komunikace - viz 3.1.

Pevný bod je bod na nosné konstrukci integrovaného nebo semi-integrovaného mostu, jehož vodorovný posun od všech stálých a proměnných nedopravních zatížení a vlivů je nulový. U neintegrovaných mostů je zpravidla pevný bod definován pevným ložiskem.

Dilatující délka (L_{BE}) je vzdálenost mezi pevným bodem a koncem nosné konstrukce (viz také Obr. 4).

Maximální přípustná dilatující délka ($L_{BE,adm}$) je maximální dilatující délka stanovená na základě kritéria maximálního přípustného posunu konce mostu.

Ostatní terminologie je převzata z ČSN 73 6200.



Obr. 1 - Základní typy mostů z hlediska koncepce uložení a zachycení dilatačních pohybů: A1 integrovaný most, A2 typický detail opěry integrovaného mostu, B1 semi-integrovaný most, B2 typický detail opěry semi-integrovaného mostu, C1 neintegrováný (dilatovaný) most, C2 typický detail opěry neintegrovaného mostu

3 Koncepce návrhu integrovaného mostu

3.1 Základní kritéria návrhu

Z obecného hlediska musí navržená konstrukce splňovat následující požadavky:

- Spolehlivost
- Použitelnost (zajištění jízdního komfortu a omezení deformací)
- Trvanlivost
- Hospodárnost (v rámci celého životního cyklu)
- Estetika

Z hlediska návrhu integrovaného mostu je v první řadě nutno rozhodnout o možnosti provedení mostu jako integrovaného. V souvislosti s tím je nutno zajistit, že navržená konstrukce bude schopna ve všech návrhových situacích splnit výše uvedené požadavky.

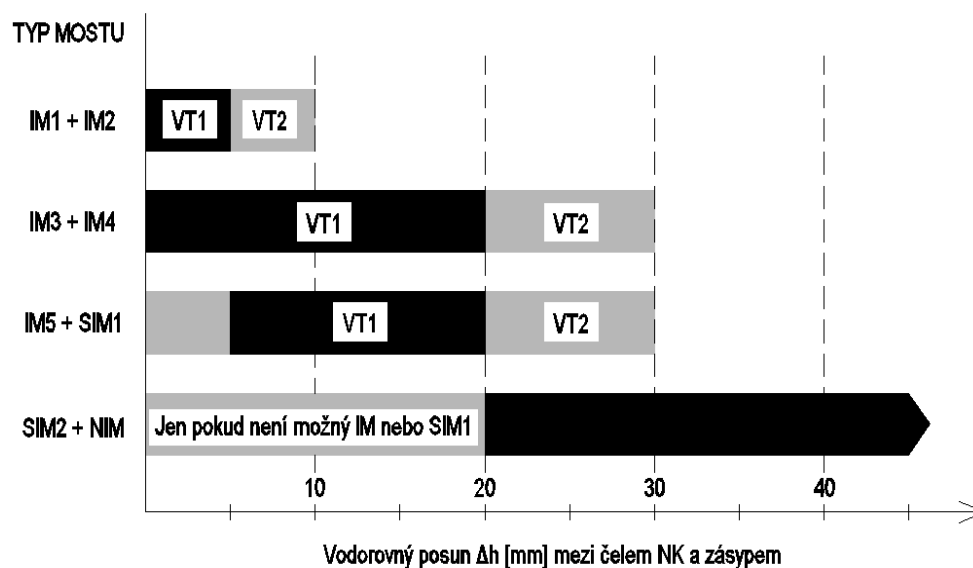
Jako základní podklad pro posouzení možnosti provedení konstrukce jako integrované nebo semi-integrované slouží geometrie mostu a prostorové uspořádání na mostě a pod ním. Na základě požadavků na prostorové uspořádání na mostě a pod ním (převáděná komunikace a přemostovaná překážka), umístění podpěr, tloušťku a provedení nosné konstrukce se navrhne vyhovující provedení (spojitý nosník, oblouk, apod.) a materiál (ocel, beton, atd.) nosné konstrukce. Takto navržená nosná konstrukce se následně podle této Metodiky prověřuje z hlediska možnosti integrovaného nebo semi-integrovaného provedení či minimalizace počtu ložisek a mostních závěrů.

Projektant má upřednostňovat taková řešení, která povedou na návrh IM či SIM, i za cenu úpravy směrového řešení méně významných (polních a lesních) cest a méně významných vodních toků. Splnění kritérií pro IM či SIM může být také dosaženo provedením strmých násypových těles opěr z vyztužené zeminy.

Pokud konstrukční systém mostu umožňuje přenos podélných namáhání (vodorovných sil a deformací), je pro volbu typu provedení mostu rozhodující velikost vodorovného posunu Δ_h mezi čelem mostu a tělesem komunikace. Velikost vodorovného posunu Δ_h je nejvíce ovlivněna těmito parametry:

- Půdorysný tvar mostu (šikmost, poloměr zakřivení, atd.)
- Dilatující délka (L_{BE})
- Typ a tvar nosného systému mostu (vodorovné posuny od zatížení dopravou)
- Materiál nosné konstrukce (železobeton, předpjatý beton, spřažené konstrukce ocel-beton, beton-beton)
- Provedení a tuhost spodní stavby mostu a přechodových oblastí
- Tuhost založení (podloží)
- Postup výstavby (omezení deformací při výstavbě, smršťování a dotvarování betonu)
- Příčná ohybová tuhost (u půdorysně zakřivených mostů)

Maximální přípustná velikost vodorovného posunu konce mostu $\Delta_{h,adm}$ se stanoví na základě použitého typu integrovaného mostu (viz kapitola 5), resp. navrženého způsobu přechodu mostu na těleso komunikace. Doporučené meze použitelnosti jednotlivých typů integrovaných mostů jsou definovány na Obr. 2, a to v závislosti na maximálním přípustném vodorovném posunu konce mostu $\Delta_{h,adm}$.



Obr. 2 - Doporučené meze použitelnosti jednotlivých typů integrovaných mostů v závislosti na maximálním přípustném vodorovném posunu konce mostu $\Delta_{h,adm}$

V případě velkých rozdílů sedání mezi pilíři a opěrami je nutno volit typy SIM nebo NIM s úpravou ložisek umožňující následnou rektifikaci. Použití hodnot $\Delta_{h,adm} > 20$ mm (viz Obr. 2) je podmíněno souhlasem investora nebo objednatele, stejně jako použití speciálních hmot v oblasti přechodu vozovky z mostu na zemní těleso (např. elastické asfaltové hmoty, vyztužení vozovky geosyntetiky, apod.).

3.2 Obecná metodika pro volbu přechodu mostu na těleso komunikace

Obecná metodika volby typu mostu je použitelná pro ty mosty, u nichž není možnost integrovaného nebo semi-integrovaného provedení vyloučena okolnostmi podle kapitoly 4.1. Schéma obecné metodiky je uvedeno na Obr. 3, poznámky k jednotlivým krokům jsou uvedeny v následujícím textu.

Základní podmínkou pro návrh integrovaného nebo semi-integrovaného mostu je splnění maximálních přípustných hodnot vodorovných posunů obou konců mostu podle Obr. 2.

Poznámka: U významně zakřivených nebo šikmých mostů se velikost vodorovného posunu Δ_h stanoví s ohledem na celkové chování konstrukce (viz 4.2.3 a 4.2.4).

Rozhodující velikost vodorovného posunu Δ_h se pro integrované a semi-integrované mosty bez mostních závěrů (tj. mimo typu SIM2) stanoví jako větší z následujících hodnot:

- a) **velikost monotónního (jednosměrného) vodorovného posunu od okamžiku provedení (dokončení) vozovky v občasné kombinaci zatížení**, zahrnující:
 - Vodorovný posun konce nosné konstrukce vlivem stálých zatížení a reologických vlastností materiálu (předpětí, dotvarování, smršťování)
 - Vodorovný posun konce nosné konstrukce od proměnných nedopravních zatížení (zejména zatížení teplotou - zpravidla ochlazení konstrukce)

$$\Delta_h = \Delta_{h,G+P} + \Delta_{h,C+S} + \Delta_{h,T}$$

Poznámka: Součinitel kombinace pro stanovení občasné hodnoty zatížení teplotou $\psi_{1,infq,T}$ se uvažuje hodnotou $\psi_{1,infq,T} = 0,8$.

- b) **amplituda cyklických pohybů v časté kombinaci zatížení**, zahrnující:

- Celkový vodorovný posun konce nosné konstrukce od proměnného nedopravního zatížení (zejména zatížení teplotou)

$$\Delta_{h,T} = |\Delta_{h,T,max}| + |\Delta_{h,T,min}|$$

- Vodorovné posuny konců nosné konstrukce od proměnného zatížení

$$\Delta_h = \Delta_{h,T} + \Delta_{h,Q}$$

Při návrhu semi-integrovaného mostu typu SIM2 se návrhové hodnoty posunů konce nosné konstrukce stanoví stejně jako v případě neintegrováných mostů (typ NIM). Hodnoty vodorovných posunů opěry mostu vzhledem k zemnímu tělesu se potom stanoví v závislosti na vodorovné tuhosti připojení nosné konstrukce k opěře mostu.

Při stanovení vodorovných posunů od proměnného zatížení lze obvykle zanedbat vodorovné účinky zatížení dopravou (brzděné a rozjezdové síly), protože jejich účinek a vyvolané deformace jsou zpravidla malé. Výjimkou jsou nosné systémy, kde vznikají vlivem svislého zatížení dopravou významné vodorovné deformace, které jsou vodorovnými silami ještě zvětšovány, např. štíhlé konstrukce s vysokými podpěrami. V řadě případů je tedy aproximace maximální amplitudy Δ_h stanovená pouze na základě účinků zatížení teplotou dobrou aproximací skutečných posunů.

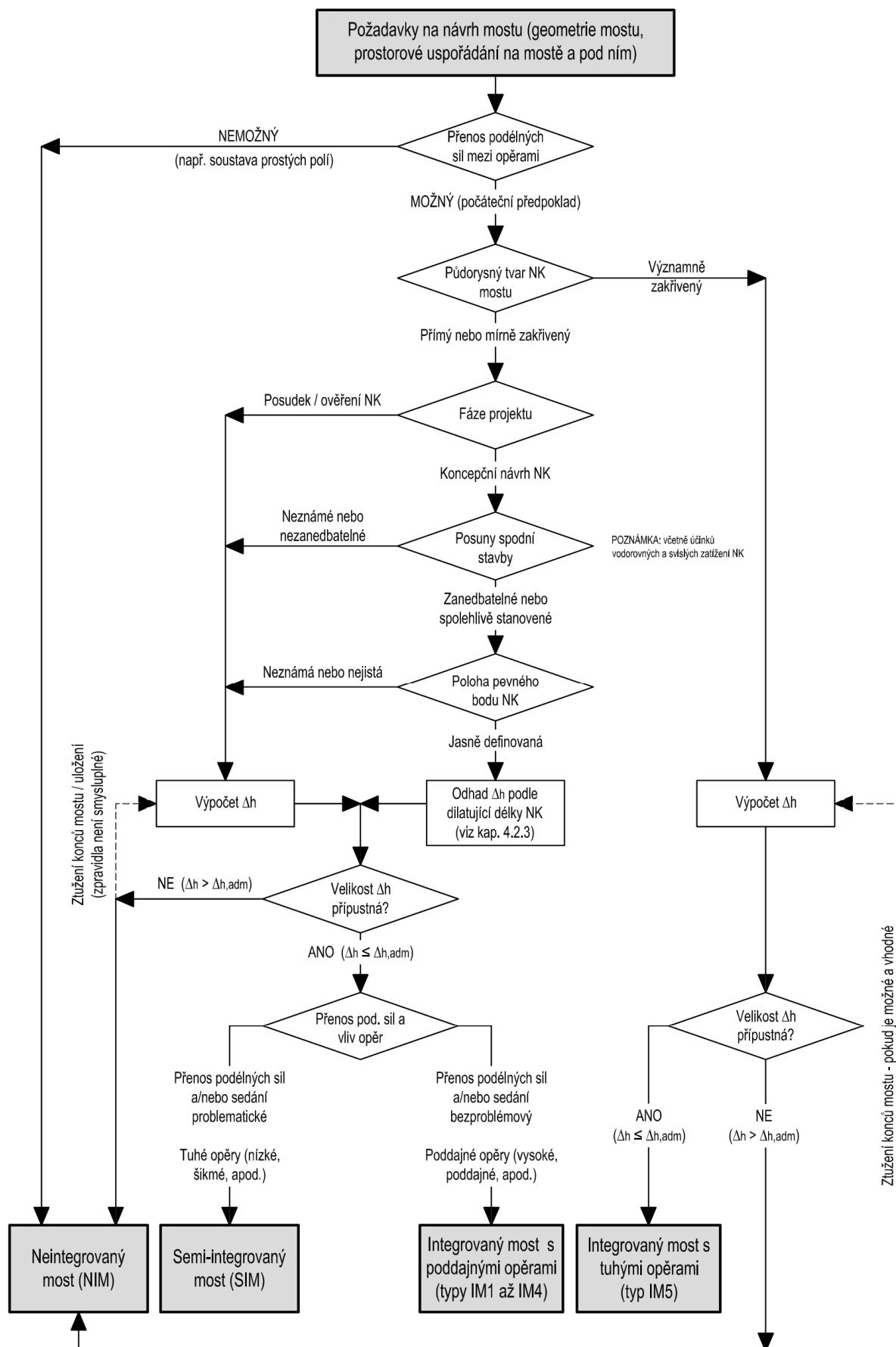
Předpětí, dotvarování a smršťování betonu se považují z hlediska stanovení vodorovných posunů Δ_h za stálá zatížení. Charakteristiky materiálu (součinitel tepelné roztažnosti, modul pružnosti, atd.) se uvažují charakteristickými hodnotami podle příslušných předpisů (viz ČSN EN 1992, 1993 a 1994). Extrémní návrhové teploty nosné konstrukce se stanoví v souladu s ČSN EN 1991-1-5. Základní teplotu při osazení konstrukce je nutno uvažovat co nejvýstižněji, v případě nedostatku informací se doporučuje použít hodnotu $T_0 = +10^\circ\text{C}$.

Při stanovení vodorovných posunů Δ_h se musí uvážit skutečná tuhost spodní stavby (opěr, pilířů a založení), včetně vlivu jejich jednotlivých částí (např. křídel, plent apod.). Tato tuhost je přímo závislá na zvoleném provedení opěr a pilířů a na způsobu jejich napojení na nosnou konstrukci. V případě velkých vodorovných posunů lze volbou tužší spodní stavby dosáhnout jejich zmenšení. To je však zpravidla možné pouze v případě významně půdorysně zakřivených mostů, kde je část vodorovného posunu zachycena prostorovým chováním konstrukce. U přímých mostů je zpravidla příspěvek tužší spodní stavby na vodorovné deformace zanedbatelný.

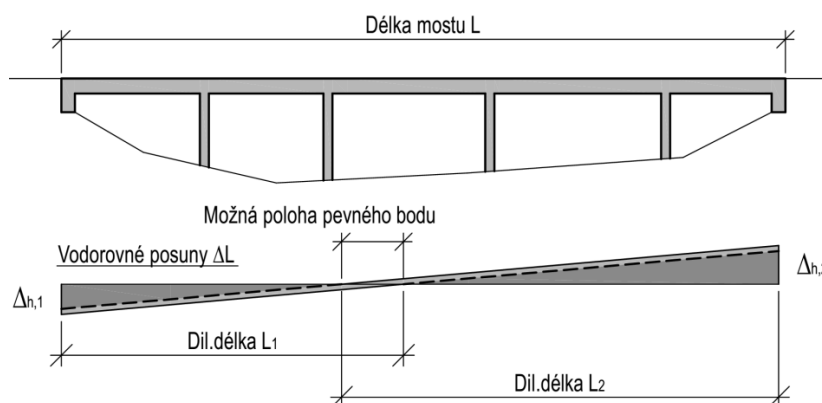
Stanovení skutečné tuhosti spodní stavby vyžaduje použití odpovídajících metod analýzy, které zohledňují skutečné vlastnosti konstrukce a jejích částí, např. vliv trhlin v opěrách a pilířích na tuhost spodní stavby. Pro stanovení interakce konstrukce se základovou půdou a/nebo zásypem se použijí vhodné geotechnické modely. Pro omezení zemních tlaků v přechodové oblasti a zajištění požadovaných přetvárných vlastností ve vodorovném směru je možné použít kombinací vyztužených zemin se svislými přetvárnými vrstvami (geotextilie či jiné stlačitelné vrstvy umístěné na rubu opěr).

Stanovení vlastností základové půdy je zatíženo velkými nejistotami a v jejich důsledku i velkým rozptylem hodnot tuhosti založení. Z tohoto důvodu se, zejména při stanovení polohy pevného bodu konstrukce (bodů, od kterého konstrukce dilatuje), doporučuje provedení citlivostní analýzy konstrukce na základě očekávaného rozsahu hodnot vlastností základové půdy. Při stanovení vodorovných posunů konců mostu Δ_h se potom použije méně příznivá poloha pevného bodu (viz Obr. 4).

Pokud jsou splněny podmínky pro návrh integrovaného (IM) nebo semi-integrovaného (SIM) mostu, tj. vodorovné posuny Δ_h jsou menší než přípustné hodnoty $\Delta_{h,adm}$, závisí podrobná volba typu integrované konstrukce (IM / SIM) na vodorovné tuhosti spodní stavby, resp. opěr. Pro poddajnou spodní stavbu (např. vysoké opěry s tenkými stojkami, nízké opěry na jedné řadě pilot, apod.) je vhodná integrovaná konstrukce, pro tuhou spodní stavbu (např. nízké a/nebo šikmé opěry, tuhé založení) nebo v případě očekávaných velkého sedání je naopak vhodná semi-integrovaná konstrukce.



Obr. 3 - Schéma obecné metodiky volby / ověření typu mostu



Obr. 4 - Schéma posunů spodní stavby a konců mostu v důsledku změny délky nosné konstrukce

O provedení přechodové desky u typů IM1 a IM2 rozhodují zejména požadované provozní vlastnosti v návaznosti na očekávaný rozdíl svislých deformací (sedání) mezi nosnou konstrukcí a tělesem komunikace (viz ČSN 73 6244).

U krátkých mostů je vhodné provádět na mostě průběžné vozovkové souvrství (typ IM2 a IM4), protože přináší vyšší komfort provádění, údržby a provozu. U mostů větších rozpětí je toto řešení neefektivní, protože přináší zvýšení stálého zatížení.

3.3 Zjednodušený postup

Postup uvedený v kapitole 3.2 vyžaduje rozsáhlé výpočty vodorovného posunutí konce mostu Δ_h zahrnujícího komplexní odezvu celého nosného systému mostu, vč. spolupůsobení se spodní stavbou a okolní zeminou. Ve fázi koncepčního návrhu mostu (zpravidla v úrovni studie nebo dokumentace pro ÚR) však nebývají k dispozici data a informace v takových podrobnostech, aby bylo možné výše uvedenou analýzu provést.

Pro koncepční návrh integrovaných a semi-integrovaných mostů bez mostních závěrů (tj. mimo typu SIM2) je možné použít dále uvedenou zjednodušenou metodiku, a to při splnění následujících předpokladů (viz také 3.2 a Obr. 3):

- most je přímý nebo mírně zakřivený,
- poloha pevného bodu je jasně definovaná,
- vodorovné posuny konců mostu v důsledku svislých a vodorovných zatížení nosné konstrukce jsou zanedbatelné.

Protože zvýšení vodorovné tuhosti integrovaného mostu vlivem spolupůsobení spodní stavby, zásypu přechodových oblastí a založení mostu jen málo ovlivňuje velikost vodorovných posunů konců mostu Δ_h , lze tyto posuny přibližně uvažovat stejné jako v případě neintegrovaných mostů, tj. bez zohlednění vlivu integrované spodní stavby. Pro integrované a semi-integrované mosty lze zjednodušeně stanovit maximální přípustnou dilatující délku $L_{BE,adm}$ na základě předpokládaných (odhadnutých) poměrných přetvoření nosné konstrukce mostu ε z Obr. 5. Poměrné přetvoření nosné konstrukce ε se stanoví ze vztahu:

$$\varepsilon = \frac{|\Delta L_{BE}|}{L_{BE}},$$

kde je $|\Delta L_{BE}|$ celková změna dilatující délky vlivem zatížení,
 L_{BE} dilatující délka.

Návrhové poměrné přetvoření ε , resp. hodnota $|\Delta L_{BE}|$, se stanoví jako větší z následujících hodnot (viz také stanovení Δ_h v kapitole 3.2):

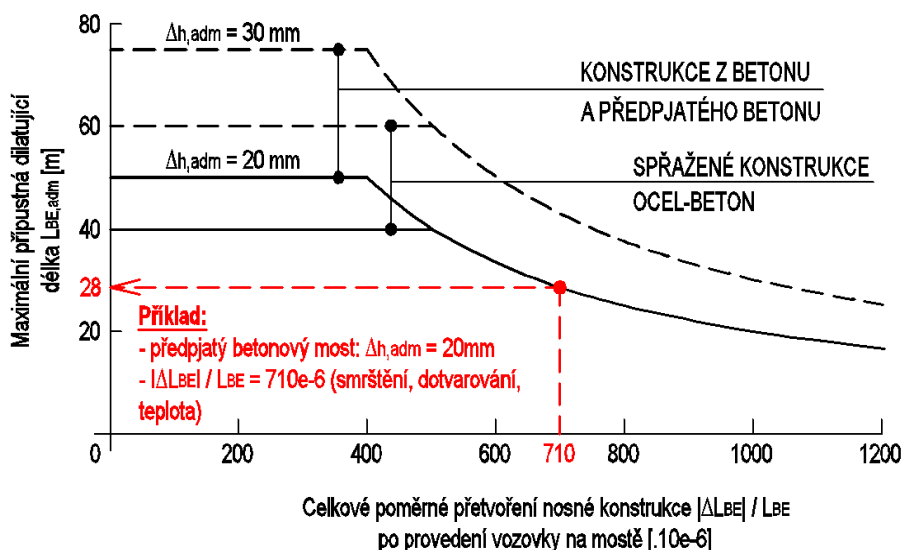
- maximální absolutní velikost poměrného přetvoření od stálých a proměnných nedopravních zatížení a reologických změn materiálu nosné konstrukce (teplota, předpětí, dotvarování, smršťování) od okamžiku provedení (dokončení) vozovky do konce životnosti mostu - občasná kombinace,
- celková amplituda cyklických poměrných přetvoření od zatížení teplotou v časté kombinaci zatížení ($\varepsilon_{\max} - \varepsilon_{\min}$).

Poznámka: Součinitel kombinace pro stanovení občasné hodnoty zatížení teplotou $\psi_{1,\text{infq},T}$ se uvažuje hodnotou $\psi_{1,\text{infq},T} = 0,8$.

Vodorovné reakce od zatížení (např. zatížení větrem, brzdné a rozjezdové síly) se v celkovém působení mostu projeví obvykle pouze mírným zvětšením zemního tlaku na rubu opěr a mají tak pouze malý vliv na velikost posunů konců mostu Δ_h . Z tohoto důvodu jsou vodorovné posuny od zatížení při koncepčním (zjednodušeném) návrhu mostu zanedbány.

Z hlediska působení svislých proměnných zatížení a jejich vlivu na vodorovné posuny konců mostu Δ_h je nutno zohlednit celkovou tuhost systému. Pro nosné konstrukce s vysokými štíhlými opěrami, v nichž vznikají v důsledku svislého zatížení významné posuny konců mostu Δ_h , je nutno tyto posuny zohlednit a příslušně upravit maximální přípustnou dilatující délku $L_{BE,\text{adm}}$.

V případě, že jsou známy vodorovné posuny konců mostu od svislého a vodorovného proměnného zatížení $\Delta_{h,\text{prom}}$ (např. zatížení dopravou) je možné využít zjednodušený postup v modifikované podobě. Ta spočívá ve zvětšení celkového poměrného přetvoření nosné konstrukce po provedení vozovky ε (viz výše) o vliv známých vodorovných posunů $\Delta_{h,\text{prom}}$ na příslušné dilatující délce L_{BE} . Z hlediska Obr. 5 se jedná o opačný postup, než jaký je na obrázku naznačen, tedy o předběžné stanovení (ověření) dostatečné rezervy pro posuny způsobené nesilovými zatíženími a dlouhodobým chováním materiálu nosné konstrukce. Tento postup je navíc iterativní, protože vodorovné posuny jsou, stejně jako celkové přetvoření od nesilových zatížení, závislé na dilatující délce L_{BE} .



Obr. 5 - Graf pro zjednodušené stanovení maximální přípustné dilatující délky $L_{BE,\text{adm}}$ integrovaného nebo semi-integrovaného mostu

Střední hodnoty dílčích poměrných přetvoření pro stanovení celkového poměrného přetvoření nosné konstrukce $|\Delta L_{BE}|$ pro betonové, předpjaté a spřažené mosty jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 3 - Střední hodnoty přetvoření konstrukce

Účinek	Poměrné přetvoření konstrukce		
	Betonová monolitická konstrukce ¹⁾	Spřažená konstrukce beton-beton ^{1) 2)}	Spřažená konstrukce ocel-beton ¹⁾
Smrštění od hydratace (beton)	- 0,10 ‰	- 0,10 ‰ · k_{CC} ⁴⁾	- 0,10 ‰ · k_{SC} ⁵⁾
Autogenní smršťování (beton)	- 0,08 ‰	- 0,08 ‰ · k_{CC}	- 0,08 ‰ · k_{SC}
Smrštění od vysychání (beton)	- 0,30 ‰	- 0,30 ‰ · k_{CC}	- 0,30 ‰ · k_{SC}
Předpětí betonu ($\sigma_c = 4$ MPa)	- 0,11 ‰	-	-
Dotvarování předpjatého betonu	- 0,20 ‰	³⁾ - 0,10 ‰ · k_{CC}	-
Oteplení konstrukce	+ 0,01 ‰ / K		
Ochlazení konstrukce	- 0,01 ‰ / K		

Poznámky:

¹⁾ Přetvoření konstrukce jsou uvedena pro konstrukce betonované v jednom taktu v časovém intervalu od betonáže do konce životnosti mostu. Uvedená přetvoření je vhodné upravit s ohledem na zvolený postup výstavby mostu (např. spojení se spodní stavbou až po předepnutí konstrukce).

²⁾ Předpokládá se použití prefabrikovaných prvků spřažených s dodatečně betonovanou deskou.

³⁾ Odhad dotvarování je proveden pro čas spřažení konstrukce 30 dní po betonáži, resp. 14 dní po předepnutí spřahované části průřezu. Pro jiné okrajové podmínky je vhodné hodnoty upravit.

⁴⁾ Součinitel k_{CC} vyjadřuje vliv spřažení konstrukce typu beton-beton a je dán vztahem:

$$k_{CC} = \frac{A_{C,2} \cdot E_{C,2}}{0,75 \cdot A_{C,1} \cdot E_{C,1} + A_{C,2} \cdot E_{C,2}},$$

kde je $A_{C,1}$ plocha betonu spřahované části průřezu (prefabrikovaný nosník),

$A_{C,2}$ plocha betonu spřahující části průřezu (dodatečně betonovaná deska nebo část průřezu),

$E_{C,1}$ dlouhodobý modul pružnosti spřahované části průřezu,

$E_{C,2}$ dlouhodobý modul pružnosti spřahující části průřezu.

⁵⁾ Součinitel k_{SC} vyjadřuje vliv spřažení konstrukce typu ocel-beton a je dán vztahem:

$$k_{SC} = \frac{A_C \cdot E_C}{A_S \cdot E_S + A_C \cdot E_C},$$

kde je A_S plocha oceli spřahované části průřezu (ocelový nosník),

A_C plocha betonu spřahující části průřezu (dodatečně betonovaná deska nebo část průřezu),

E_S modul pružnosti spřahované části průřezu - konstrukční oceli,

E_C dlouhodobý modul pružnosti spřahující části průřezu (betonu).

V rámci návrhu spřažených konstrukcí je současně nutno provést podrobnou analýzu napjatosti vznikající v důsledku omezení přetvoření betonu na úrovni průřezu.

Příklad stanovení celkového přetvoření pro předpjatý integrovaný most (viz Obr. 5):

S ohledem na zvolený postup výstavby (předpínání konstrukce ve stáří 21 dní, před spojením s opěrami) se pro kombinaci a) uvažuje pouze část smrštění od vysychání, dotvarování betonu. Vliv rovnoměrné změny teploty se uvažuje hodnotou -32°C pro ochlazení a +26°C pro oteplení:

$$\text{Kombinace a): } |\Delta L_{BE}| / L_{BE} = 0,25 + 0,20 + 0,8 \cdot 32 \cdot 0,01 = \underline{\underline{0,71\%}}$$

$$\text{Kombinace b): } |\Delta L_{BE}| / L_{BE} = 0,6 \cdot (32 + 26) \cdot 0,01 = \underline{\underline{0,35\%}}$$

Pro šikmé mosty je nutno zohlednit vliv šikmosti na velikost posunů v místě konce mostu. Vliv šikmosti mostu je zjednodušeně možné vyjádřit zmenšením maximální přípustné dilatující délky $L_{BE,adm}$ stanovené podle Obr. 5 pro kolmý most součinitelem vlivu šikmosti a (viz Tabulka 4), tedy:

$$L_{BE,adm,sk} = \frac{L_{BE,adm}}{a}$$

Tabulka 4 - Hodnoty součinitele vlivu šikmosti a pro úpravu maximální přípustné dilatující délky $L_{BE,adm}$ pro šikmé mosty

Rozsah platnosti		Šikmost mostu podle ČSN 73 6201	Součinitel vlivu šikmosti a
VT1	VT2	90°	1.00
		80°	1.02
		70°	1.06
		65°	1.10
		60°	1.15
		55°	1.22
		50°	1.31
		45°	1.41

4 Koncepční návrh konstrukce mostu s ohledem na respektování metodiky

4.1 Koncepce uložení a zajištění dilatačních pohybů mostu

Koncepce uložení a zajištění dilatačních pohybů nosné konstrukce mostu se vzájemně významně ovlivňují, a proto je nutno je vždy navrhovat a posuzovat společně.

Koncepční návrh uložení a dilatace mostu, vč. volby způsobu jejich provedení, jsou rozhodující z hlediska celkové životnosti mostu. Z tohoto důvodu je koncepci uložení a zachycení dilatačních pohybů věnovat odpovídající pozornost již při koncepčním návrhu mostu, tedy již ve fázi dokumentace pro územní rozhodnutí. Při výběru provedení konců mostu a přechodových oblastí musí být dodržena kritéria uvedená v kapitole 3.

Při návrhu koncepce uložení mostu a zajištění dilatačních pohybů se musí přihlídnout k základovým poměrům, objemovým změnám nosné konstrukce (teplota, dotvarování, smršťování) a k velikosti vodorovných účinků zatížení. V případě, že svislé zatížení vyvolává nebo významně ovlivňuje vodorovné pohyby konců mostu (vysoké měkké opěry, šikmé rámové mosty apod.), je nutno tuto skutečnost při návrhu koncepce mostu uvážit.

Kde je to možné, musí být v rámci novostavby mostu navržena nosná konstrukce bez mostních závěrů a ložisek. U **rekonstrukcí a oprav mostů týkajících se nosné konstrukce se vždy posoudí možnost změny koncepce uložení** a zajištění dilatačních pohybů mostu s ohledem na efektivitu vynaložených nákladů. Při tom se přihlédne k výhodám vyloučení mostních závěrů a ložisek, a k možným větším přípustným dilatujícím délkám $L_{BE,adm}$ vlivem již realizované části dlouhodobých přetvoření nosné konstrukce.

Kromě plně integrovaných mostů je možno také přistoupit pouze k vypuštění mostních závěrů. Takováto úprava konce mostu umožňuje snížit napjatost v místě napojení nosné konstrukce a opěr mostu a současně i namáhání spodní stavby a založení mostu. Výhodou takovýchto semi-integrovaných mostů oproti běžným mostům neintegrováním (s mostními závěry) je vyšší životnost. Vliv ložisek na životnost mostu lze totiž považovat za výrazně menší než vliv mostních závěrů (vyšší životnost, snadnější výměna).

Pokud není možné most navrhnout jako integrovaný nebo semi-integrovaný, provede se konstrukce podle zavedených zásad dilatovaných (neintegrováných) mostů. Mezi tyto okolnosti se řadí zejména:

- Maximální vodorovné posuny konce mostu mimo rozsah použití IM nebo SIM (viz Obr. 2)
- Významně rozdílné očekávané sedání jednotlivých podpor mostu
- Tvarově složité konstrukce (rampy s rozplety, velmi šikmé mosty, apod.)

Koncepce způsobu uložení a zajištění dilatačních pohybů dilatovaného mostu se navrhne podle obecně platných zásad tak, aby vlivem objemových změn materiálu nosné konstrukce nedocházelo ke vzniku přídatných namáhání a v konstrukci a zároveň byly zachyceny vodorovné účinky od proměnných silových zatížení (doprava, vítr, atd.).

4.2 Specifika návrhu integrovaných mostů

4.2.1 Obecně

Vypuštění mostních závěrů a ložisek přináší kromě výše zmíněných výhod i řadu speciálních problémů, které musejí být při návrhu integrovaného nebo semi-integrovaného mostu zohledněny.

- **Zvýšení namáhání nosné konstrukce vlivem interakce se zemínou**

Vlivem částečného omezení dilatačních pohybů mostu, které je způsobeno opřením konců mostu o zásyp přechodové oblasti, vznikají v důsledku zatížení (zejména zatížení teplotou) v nosné konstrukci přídatná napětí, která mohou mít nezanedbatelný vliv z

hlediska stanovení spolehlivosti mostu. Tato přídavná namáhání proto musí být uvážena při návrhu konstrukce.

▪ **Omezení posunů konců mostu**

Vlivem konečné tuhosti spodní stavby, resp. založení mostu, dochází vlivem zatížení nosné konstrukce k dilatačním pohybům konců mostu. Tyto pohyby mohou vést až k poškození přechodové oblasti mostu, resp. ke vzniku trhlin v místě napojení mostu na vozovku na předpolí. Velikost těchto pohybů lze rozdělit na monotónní část vznikající v důsledku dlouhodobého chování základního materiálu (zejména dotvarování a smršťování betonu) a část cyklickou, vznikající v důsledku proměnného zatížení mostu (teplota, doprava, apod.).

Omezení posunů konců mostu, resp. zajištění dlouhodobé spolehlivé funkce přechodové oblasti, je proto základním předpokladem pro zajištění požadované životnosti integrovaného nebo semi-integrovaného mostu. Výběr vhodného provedení přechodové oblasti z hlediska spolehlivého přenesení dilatačních pohybů je uveden v kapitole 5.

▪ **Dlouhodobé dohutňování zásypu přechodové oblasti a zvyšování zemního tlaku**

Vlivem cyklických změn dilatující délky v dlouhodobém časovém období, zejména mezi ročními obdobími (léto x zima), a v kombinaci s dopravním zatížením převáděné komunikace může také docházet k dohutňování přechodových oblastí a postupnému nárůstu zemního tlaku i nad hodnoty klidové. Tento vliv je významný zejména u vyšších opěr mostů bez přechodových desek.

4.2.2 Přímé a mírně zakřivené mosty

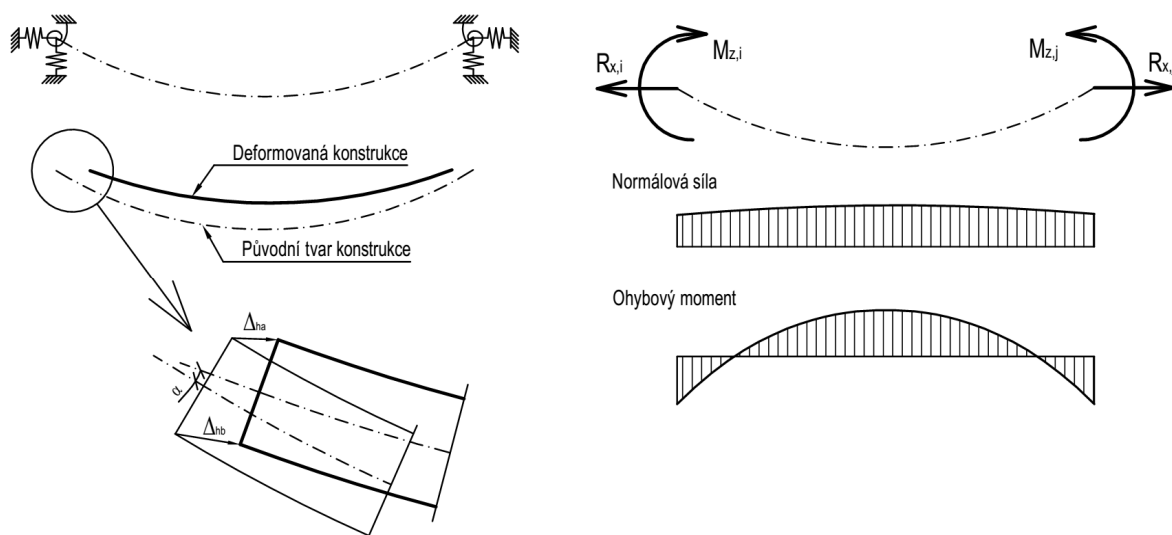
Axiální tuhost přímých a mírně zakřivených nosných konstrukcí mostů je zpravidla natolik velká, že posuny konců mostu jsou jen málo ovlivněny integrací nosné konstrukce a spodní stavby. Velikost posunů konců mostu Δ_n se proto zpravidla uvažuje stejná jako v případě neintegrovaných konců mostu.

Obecně platí, že pokud je vliv zvýšení napjatosti v nosné konstrukci v důsledku integrace se spodní stavbou významný a omezuje návrh nosné konstrukce, navrhne se mostní závěry, resp. neintegrovaný most. Zvýšená napjatost v konstrukci však zpravidla ve skutečnosti dosahuje nižších hodnot, než byly stanoveny výpočtem, a to z důvodu poddajnosti opěr a jejich založení v kombinaci s vysokou osovou tuhostí nosné konstrukce. V případě, že je integrací nosné konstrukce a opěr dosaženo kritického nárůstu napjatosti v podélném směru (např. nízké opěry na skalním podloží) ale podélné posuny jsou dostatečné pro návrh konstrukce bez mostních závěrů, navrhne se semi-integrovaná konstrukce.

V případě semi-integrovaných mostů prakticky nejsou dilatační pohyby konců mostu omezeny. Vliv dohutňování přechodových oblastí a následného nárůstu zemních tlaků je však zpravidla eliminován malou stykovou plochou mezi mostem a zásypem (pouze koncový příčník a přechodová deska).

4.2.3 Významně zakřivené mosty

Zatímco u přímých mostů dochází vlivem omezení dilatačních pohybů pouze k nárůstu podélných (normálových) sil a napětí, u významně zakřivených mostů dochází vlivem jejich tvaru současně ke vzniku příčných ohybových momentů a poklesu podélné síly (viz Obr. 6). Velikost vznikajících sil je odvislá od tvaru konstrukce, poloměru zakřivení a dilatující délky. Z uvedeného principu chování zakřivené konstrukce vyplývá, že vlivem zakřivení se, na úkor příčné deformace a souvisejících přídavných namáhání, redukuje posuny konců mostu, čehož lze v některých případech využít pro zvětšení (často i významné) přípustných hodnot dilatujících délek oproti integrovaným mostům v přímé.



Obr. 6 - Chování půdorysně významně zakřivených integrovaných mostů (schéma konstrukce bez vnitřních integrovaných podpěr - pilířů): deformace (vlevo), reakce a vznikající přidavné vnitřní síly (vpravo)

Rozhodující vliv na chování významně zakřivených integrovaných a semi-integrovaných mostů mají jejich geometrické parametry a tuhost, zejména potom:

- Úhel os uložení mostu v jednotlivých polích, resp. poměr rozpětí polí a poloměru jejich zakřivení
- Tuhost a štíhlost nosné konstrukce v podélném i příčném směru a jejich poměr
- Příčná a podélná tuhost spodní stavby (opěr a pilířů), vč. vlivu tuhosti založení

V souvislosti se zakřivením nosné konstrukce je nutno dodat, že na koncích takovýchto mostů se kromě posunutí ve směru osy mostu vyskytují i pootočení kolem svislé osy. Maximálního posunu nosné konstrukce Δ_h , který je nutno z hlediska provedení přechodové oblasti posoudit, je potom dosaženo na okraji nosné konstrukce mostu (viz Obr. 6 vlevo dole) a jeho velikost je dána vektorovým součtem podélného a příčného posunu v kombinaci s natočením.

V případech, kdy není zakřivení mostu dostatečné a/nebo poměry tuhostí konstrukce jsou nepříznivé, je z důvodu omezení deformací nutno navrhnout dostatečně tuhé podpěry mostu. Náklady na tuhé podpěry mohou být značné a jejich návrhu, resp. zdůvodnění návrhu neintegrovaného mostu, je proto nutno věnovat odpovídající pozornost (a cenu odhadnout) již v rané fázi projektu (DÚR).

Jak plyne z předchozího textu, o tuhosti podpor zásadním způsobem spolurozhoduje tuhost základové půdy. Tu je tedy nutno v dostatečné podrobnosti znát v případě návrhu zakřivených integrovaných mostů již v raných fázích zpracování projektové dokumentace (optimálně v DÚR).

4.2.4 Šikmé mosty

Šikmost mostu významným způsobem zvyšuje podélnou tuhost spodní stavby, zejména opěr, což významně ovlivňuje provedení integrovaných konců mostu.

U šikmých rámových mostů je nutno při návrhu uvážit i skutečný směr vznikajících vodorovných posunů vznikajících v důsledku proměnného svislého zatížení nosné konstrukce. Maximální vodorovné deformace konců mostu vznikají, stejně jako v případě zakřivených mostů, na okrajích mostu a rozhodují o návrhu provedení přechodových oblastí. Z hlediska návrhu typu integrovaného mostu s ohledem na řešení přechodové oblasti je rozhodující vodorovný posun Δ_h ve směru kolmém na rub integrované opěry.

4.2.5 Sledování a údržba integrovaných mostů

Pro každý integrovaný most musí být v závislosti na výkonové třídě komunikace, typu integrované konstrukce a jejím rozměru zpracován plán sledování mostu během výstavby a provozu a plán údržby.

Oproti běžným (neintegrovaným) konstrukcím je navíc požadováno zejména sledování deformací nosné konstrukce, které vznikají působením zemních tlaků a reologických změn betonu, a deformace v přechodových oblastech. U významných či atypických konstrukcí mají být během výstavby sledovány i velikosti působících zemních tlaků.

U mostů větších rozpětí (zpravidla více než 25 m) a konstrukcí citlivých na deformace (např. integrované mosty s vysokými poddajnými stěnovými opěrami) se požaduje dlouhodobé sledování deformací mostu, vč. přechodových oblastí. Pro významné mosty a mosty ve složitých geotechnických podmínkách se současně požaduje geotechnický monitoring přechodových oblastí.

V plánu údržby se uvedou specifické požadavky na údržbu příslušného integrovaného mostu, vč. opatření při výskytu nadměrných deformací a dalších možných poruch.

5 Uspořádání přechodu integrovaného mostu na těleso komunikace

5.1 Všeobecně

V této kapitole jsou uvedeny možné způsoby provedení přechodu mostu na těleso komunikace. Volba typu provedení přechodu mostu na těleso komunikace přímo souvisí s chováním mostu při zatížení a s maximálními přípustnými vodorovnými posuny konce mostu $\Delta_{h,adm}$ (viz Obr. 2). Pro jednotlivé uvedené typy přitom musí být dodrženy zásady uvedené v kapitole 4.

Z hlediska provedení přechodu integrovaného mostu na těleso komunikace se pro účely této metodiky rozlišují tyto typy:

- Integrované konce mostu pro přímé nebo mírně zakřivené mosty
(Typy IM1 až IM4 - poddajná spodní stavba bez mostních závěrů a ložisek)
- Integrované konce mostu pro významně zakřivené mosty
(Typ IM5 - tuhá spodní stavba bez mostních závěrů a ložisek)
- Semi-integrované konce mostu
(Typ SIM s ložisky ale bez mostních závěrů)
- Neintegrované (dilatované) konce mostu
(Typ NIM s mostními závěry a ložisky)

Tabulka 5 – Přehled způsobů provedení přechodu mostu na těleso komunikace

Typ integrovaného mostu		Charakteristika přechodu				Uplatnění a poznámky
		Konstrukce kompletní skladby vozovky přechází přes most	Přechodová deska	Mostní závěr	Ložiska	
Integrované mosty s poddajnými opěrami (přímé, mírně zakřivené a rámové)	IM1	NE	NE	NE	NE	Krátké mosty s nízkými opěrami, pro D a R nutno ověřit vliv sedání
	IM2	ANO	NE	NE	NE	
	IM3	NE	ANO	NE	NE	Běžné přímé integrované mosty
	IM4	ANO	ANO	NE	NE	Krátké mosty
Integrované mosty s tuhými opěrami (významně zakřivené)	IM5	NE	ANO	NE	NE	Silně půdorysně zakřivené mosty s tuhými opěrami
Semi-integrované mosty	SIM1	NE	ANO	NE	ANO	Mosty s nízkými opěrami a/nebo tuhým podložím
	SIM2 ¹⁾	NE	ANO	ANO	ANO	Výjimečné případy - atypické mosty
Neintegrované (dilatované) mosty	NIM	NE	ANO	ANO	ANO	Dlouhé mosty

¹⁾ Tento typ je z hlediska trvanlivosti nevhodný, doporučuje se používat jen ve výjimečných případech.

Z hlediska provedení přechodu nosné konstrukce integrovaného nebo semi-integrovaného mostu na těleso komunikace se v dalším textu uvažují pouze uspořádání pro železobetonové a předpjaté betonové konstrukce. To je dáno skutečností, že čistě ocelové nosné konstrukce mostů jsou pro účely integrovaných konstrukcí nevhodné. V případě spřažených ocelobetonových mostů lze vždy přechod mostu na zemní těleso uspořádat stejně jako v případě mostů železobetonových. Volba typu integrovaného mostu, resp. uspořádání přechodu mostu na těleso komunikace, je součástí návrhu mostu a vychází z ustanovení kapitoly 3.1 a Obr. 2.

5.2 Vozovka v přechodové oblasti

Součástí návrhu integrovaného mostu je i návrh řešení konstrukce vozovky v místě přechodu z tělesa komunikace na nosnou konstrukci. V tomto místě je nutno zajistit dostatečnou odolnost krytu komunikace proti tvorbě trhlin, které mohou vznikat v důsledku lokalizovaných poklesů a cyklických deformací nosné konstrukce a/nebo přechodové oblasti. Tato problematika se týká zejména přímo pojížděných integrovaných a semi-integrovaných mostů (např. typy IM1 a IM3 - viz 5.3).

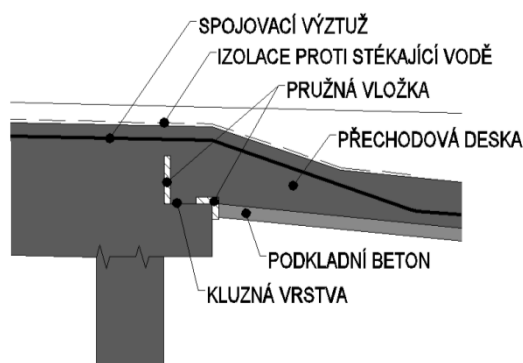
V souvislosti se zapojením přechodových oblastí do chování nosné konstrukce mostu a vyloučením mostních závěrů je nutno provádět návrh vozovky v přechodové oblasti v rámci návrhu přechodových oblastí mostu.

5.3 Přechodové desky

Přechodová deska je velmi často používanou částí spodní stavby integrovaných mostů, zejména v případě mostů délek nad 20 m, kdy umožňuje přenesení významně větších posunů konců mostu Δ_n (viz Obr. 2).

Provedení přechodové desky na integrovaných mostech se přitom významně liší od přechodových desek běžných (dilatovaných) mostů - typ NIM. Na integrovaných mostech je přechodová deska vlečena nosnou konstrukcí a tomu je nutno uzpůsobit její provedení. Spojovací výztuž přechodové desky musí být navržena zásadně jako tažená, resp. tlačенá, a musí proto procházet z nosné konstrukce přímo do přechodové desky.

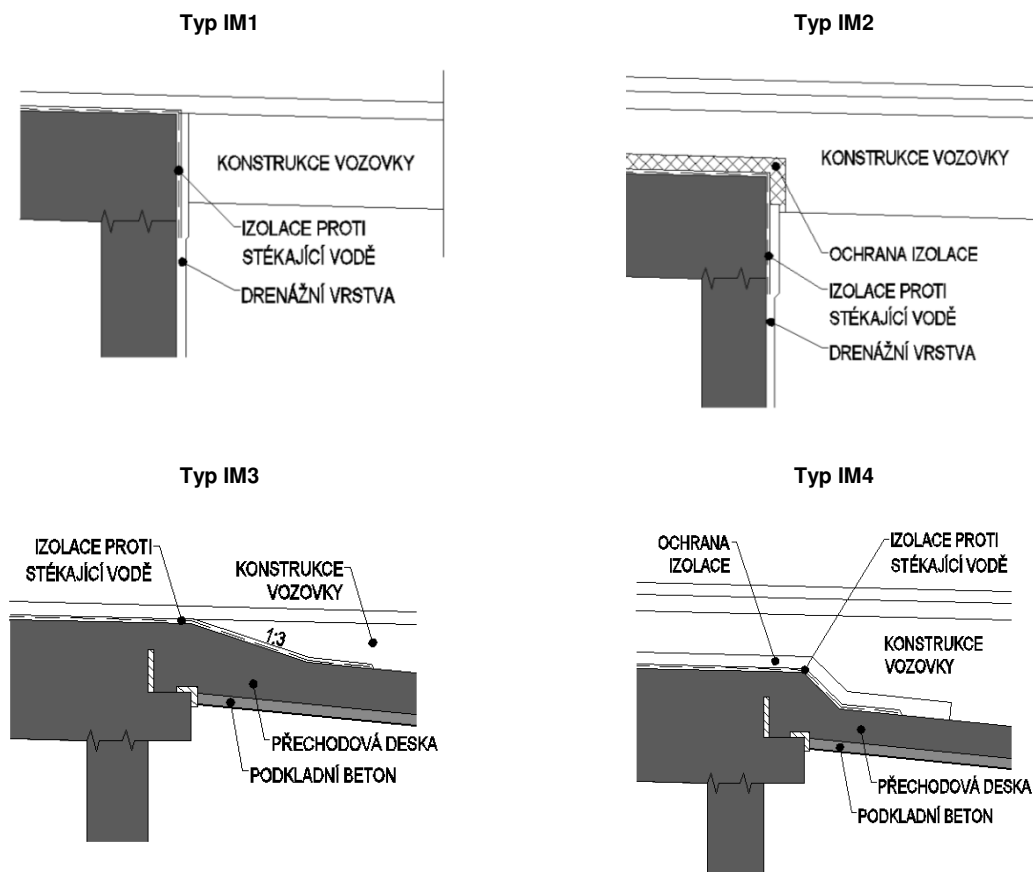
Toto řešení vyžaduje proto odlišné provedení než klasické trnové napojení přechodové desky podle zavedených Vzorových listů mostů PK. Možné řešení detailu napojení vlečené přechodové desky je uvedeno na Obr. 7. Vrubový kloub je vytvořen pomocí pružné vložky vložené do bednění, svislá únosnost kloubu je zajištěna přímým uložením desky na kluznou vrstvu. Spojovací výztuž přechodové desky musí být přitom vhodným způsobem ochráněna proti korozi.



Obr. 7 - Detail provedení napojení vlečené přechodové desky

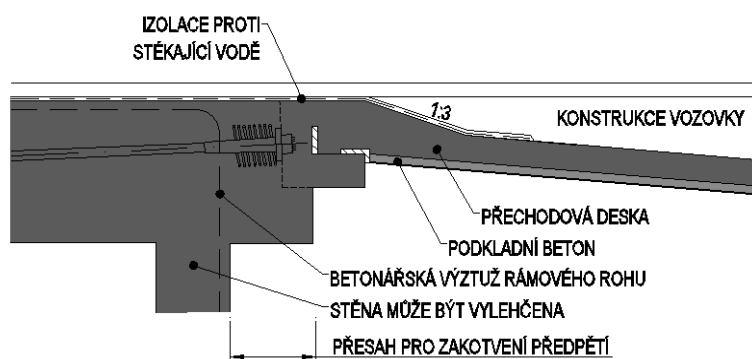
5.4 Plně integrované mosty s poddajnými opěrami

Na Obr. 8 jsou uvedena možná uspořádání přechodu mostu na těleso komunikace pro plně integrované mosty (typy IM1 až IM4). Přechody plně integrovaných mostů typů IM1 až IM4 jsou primárně určeny pro půdorysně přímé nebo mírně zakřivené mosty.

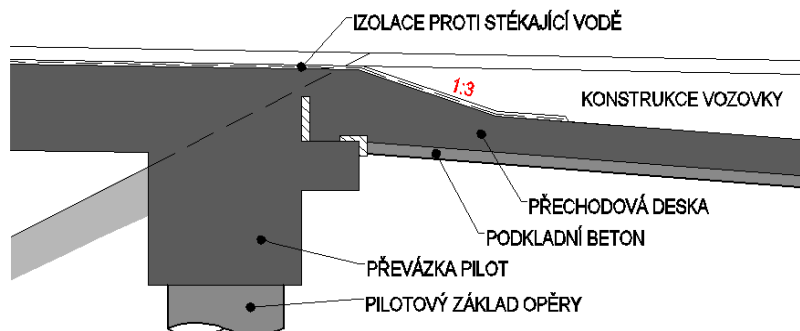


Obr. 8 – Typy uspořádání přechodu mostu na těleso komunikace IM1 až IM4 pro plně integrované mosty s poddajnými opěrami

Jednotlivé způsoby provedení je nutno přizpůsobit místním podmínkám a provedení konstrukce. Příklad upraveného přechodu typu IM3 pro dodatečně předpjatou monolitickou konstrukci je uveden na Obr. 9, pro konstrukci s nízkými koncovými příčnicí založenou na pilotách potom na Obr. 10.



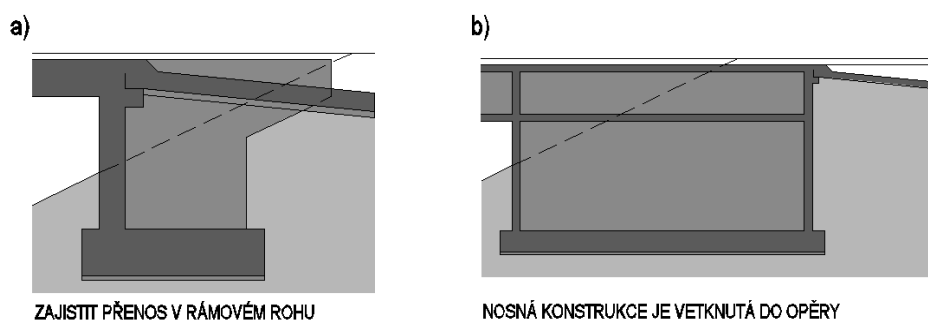
Obr. 9 – Příklad úpravy přechodu mostu na těleso komunikace typu IM3 pro dodatečně předpjatou konstrukci



Obr. 10 – Příklad úpravy přechodu na těleso komunikace typu IM3 pro pilotové založení

5.5 Plně integrované mosty s tuhými opěrami

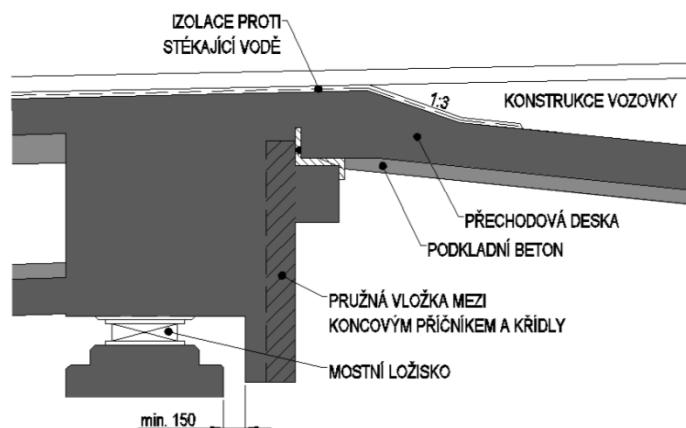
V případě významně zakřivených mostů je obvykle výhodné vytvoření tuhých opěr. Dvě základní varianty provedení opěr významně zakřivených integrovaných mostů jsou uvedeny na Obr. 11. Výběr provedení závisí na požadované tuhosti opěry z hlediska pootočení konce mostu. Varianta b) dle Obr. 10 aktivně zabraňuje i půdorysnému pootočení konce mostu kolem svislé osy. Současně je v důsledku tuhého vetknutí nosné konstrukce do opěry ve vodorovném i svislém směru umožněno větší rozpětí krajního pole mostu.



Obr. 11 – Základní varianty provedení tuhé opěry významně zakřivených integrovaných mostů – typ IM5

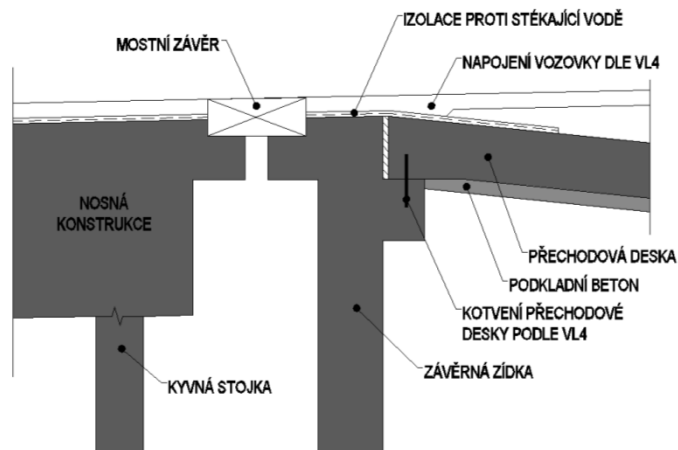
5.6 Semi-integrované mosty

Na Obr. 12 je znázorněn přechod semi-integrovaného mostu typu SIM1 na těleso komunikace. Konstrukce je uložena na ložiska, ale mostní závěry nejsou použity. Při tomto provedení je nutno řešit zajištění materiálu přechodové oblasti tak, aby se nedostával na úložný práh a zároveň byly umožněny dilatační pohyby nosné konstrukce vzhledem k opěře mostu.



Obr. 12 – Přechod semi-integrovaného mostu na těleso komunikace - typ SIM1

U mostů větších dilatačních délek, resp. s většími vodorovnými posuny (viz kapitola 3), je nutno pro přechod nosné konstrukce na těleso komunikace použít klasické řešení zahrnující mostní závěry a/nebo ložiska. Možné uspořádání semi-integrovaného mostu s mostním závěrem (bez ložisek) typu SIM2 je uvedeno na Obr. 13. Tento typ přechodu mostu se však doporučuje používat pouze ve výjimečných případech, a to s ohledem na jeho problematické působení a trvanlivost odvíjející se od trvanlivosti osazeného mostního závěru.



Obr. 13 – Přechod semi-integrovaného mostu na těleso komunikace (typ SIM2)

6 Dedikace

Tato metodika byla zpracována za finanční podpory poskytnuté ze státních prostředků prostřednictvím Technologické agentury České republiky. Registrační číslo projektu je TA03031099.

7 Reference a souvisící literatura

ASTRA 12 004 - Konstruktive Einzelheiten von Brücken, Kapitel 3 - Brückenenden, ASTRA 2011

RE-ING, Entwurf 2011, Richtlinien für den Entwurf und die Ausbildung von Ingenieurbauten, TeilIngenieurbau, Abschnitt Integrale Bauwerke, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2011

BA 42/96 AmendmentNo.1 - The Design of Integral Bridges, The Highway Agency, UK, 2003
England, G. L., Tsang, N. C. M., Bush, D. I., Integral Bridges, A Fundamental Approach to the Time-temperature Loading Problem, Thomas Telford, 2000

Burke, M. P., Integral and Semi-integral Bridges, Wiley-Blackwel, 2009

Integral concrete bridges to Eurocode 2, Commentary and a worked example of a two span bridge, The Concrete Society, Surrey, UK, June 2010

Foglar, M.,Goringer, J., Influence of the Structural Arrangement of Bridges on the Noise Induced by Traffic, Engineering Structures, str. 642 - 655, Elsevier Ltd., Oxford, 2013

Soubry, M. et al., CIRIA C543 - Bridge detailing guide, CIRIA, London, 2001

Lock, R. J., Integral Bridge Abutment, CUED/D-SOILS/TR320 (June 2002) M.Eng. Project Report, London, 2002

Juirnarongrit, T., Ashford, A. A., Effect of Pile Diameter on the Modulus of Sub-Grade Reaction, Final Report Submitted to Caltrans under Contract No. 59A0051, University of California, San Diego, 2005

Pruška, L., Vliv hutnění na vodorovné tlaky násypů ze sybkých materiálů, ČSAV - ÚTAM, Praha 1977

Křížek, J., Integrované mosty, Disertační práce, ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Praha 2009

Drahorád, M., Svislá napětí od hutnění v zásypu a jejich vliv na chování zasypané konstrukce, Sborník12. Mezinárodní konference Modelování v mechanice 2014, VŠB Ostrava, Ostrava 2014

Strauss, A., Reiterer, M., Monitoringbasierte Analyse der Integralen Brücke S33.24, Forschungsjahr 2, RED Bernard GmbH & Universität für Bodenkultur, Department für Bautechnik und Naturgefahren, Wien, 2011

Ditrich, S., Foglar, M., Zíka, P., Martínek, T., Porovnání různých přístupů k uvažování interakce zeminy s konstrukcí u betonových integrovaných mostů, Sborník konference 20. Betonářské dny 2013, str. 419 - 424, Česká betonářská společnost, Hradec Králové, 2013

Foglar, M., Drahorád, M., Martínek, T., The Measurement of Soil-structure Interaction of Buried Structure during Construction, Proceeding of 14th SGEM GeoConference on Science and Technologies In Geology, díl II, str. 267-272, Albena, Bulharsko, 2014

Šafář, R., Vývoj konstrukčních detailů pro spolehlivou a dlouhodobou funkci mostů, Závěrečná zpráva CESTI, Praha, 2013

Kolínský, V., Foglar, M., BABAN - Buried Arch Bridge Analysis, autorizovaný software, ČVUT v Praze, Fakulta stavební, 2013

8 Kopie osvědčení o uznání uplatnění certifikované metodiky



Ministerstvo dopravy

nábřeží Ludvíka Svobody 1222/12
PO BOX 9, 110 15 Praha 1

Praha 21. září 2015
Č. j.: 66/2015-710-VV/1

v y d á v á

OSVĚDČENÍ

o uznání uplatněné certifikované metodiky
v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“

„Metodika návrhu integrovaných mostů – Metodický základ TP Integrované mosty“

ŘEŠITEL

ČVUT v Praze, Stavební fakulta

Autor

Michal Drahorád

Marek Foglar

Dedikace:

Vypracované v rámci výzkumného projektu č. TA03031099 řešeného v rámci programu ALFA za podpory TA ČR.

Zpracovatelé 2 nezávislých oponentních posudků:

- Ing. Jan Hromádko, GŘ ŘSD, Provozní úsek
- Ing. Milan Kalný, Pontex, s.r.o.

JUDr. Václav Kobera
ředitel

Odbor ITS, kosmických aktivit a VaVal

