

PREFABRIKOVANÉ NOSNÉ KONSTRUKCE DÁLNIČNÍCH MOSTŮ

■ PRECAST SUPERSTRUCTURES FOR MOTORWAY BRIDGES

Milan Kalný, Jan Komanec,
Václav Kvasnička

Nosné konstrukce využívající prefabrikované předpjaté nosníky se spřaženou monolitickou deskou patří mezi klasické metody pro výstavbu mostů o rozpětích do 40 m. Jejich výhodnost se projeví zejména tam, kde je požadována rychlá výstavba přes provozované komunikace a překážky. Pokud se během projektu a vlastní stavby věnuje dostatečná pozornost kvalitnímu provedení všech detailů, získáme konstrukce s velmi dobrou trvanlivostí, bezproblémovým provozem, snadnou údržbou a rozumnými investičními náklady. V článku jsou popsány dva nové dálniční prefabrikované mosty, Vchynice na D8 a Černovický potok na D3. ■ Bridge superstructures of precast concrete prestressed beams with composite in-situ deck belong among the classical methods of bridge construction for spans up to 40 m. Their advantages show mainly in places where fast execution across roads in use and obstacles is requested. If there is sufficient concern for proper detailing both at the design and implementation stage, we get structures with good durability, trouble free service, easy maintenance and reasonable costs. Two newly built precast concrete motorway bridges at Vchynice on the D8 and Černovický potok on the D3 are presented in this article.

MOST VCHYNICE NA DÁLNICI D8

Most Vchynice na stavbě 0805 dálnice D8 přes České středohoří je prvním významným mostem na posledním nedostavěném úseku D8 a převádí dálniční těleso okrajem obce Vchynice. Trasa dálnice v tomto místě sleduje trasu bývalé silnice I/8; osa dálnice je vedena na hraně pravé krajnice původní I/8. Výškově je v konstantním podélném spádu +4,5 % stoupajícím směrem se niveleta dálnice nalézá ve výšce cca 10 až 15 m nad okolním terénem. Obec je trasou původní komunikace a nyní i dálnice rozdělena na dvě části. Aby byly alespoň částečně zmírněny dopady dálničního provozu na obec, jsou na mostě realizována protihluková opatření v podobě uzavřeného protihlukového tubusu, který významně ovlivnil návrh nosné konstrukce mostu.

Změna koncepce mostu

Před zahájením stavebních prací na výstavbě mostu bylo nutno přeložit provoz ze stávající silnice I/8 na objízdnu trasu. Kvůli opožděnému získání stavebního povolení pro objízdnu trasu bylo na konci roku 2008 rozhodnuto o změně koncepce mostu, aby bylo možno současné s výstavbou mostu

co nejdéle zachovat provoz na původní silnici I/8. Nová mostní konstrukce byla navržena jako spřažená z podélných prefabrikovaných nosníků tvaru „T“ a betonové desky. Nosníky z vysokopevnostního betonu mají vylehčenou profilovanou stěnu. Spřahující deska průměrné tloušťky 220 mm zajišťuje příčné spolupůsobení nosníků a tvoří dokonalý podklad pro izolaci, který svojí kvalitou odpovídá monolitickým konstrukcím. Podélně je most uspořádán jako spojený nosník o šesti polích s nepřímým uložením nosníků pomocí nadpodporových příčníků. Příčnický jsou částečně prefabrikované a jsou také vyrobeny z vysokopevnostního betonu.

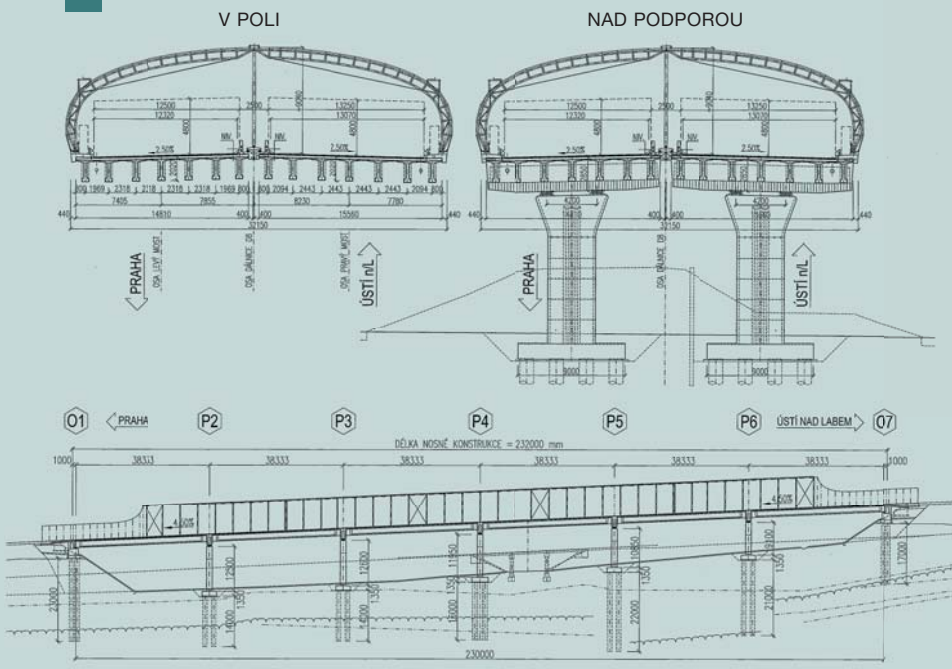
Požadavky pro návrh konstrukce

Při návrhu nové nosné konstrukce byly zohledněny následující důležité požadavky, které výrazným způsobem ovlivnily návrh konstrukce.

Základním předpokladem bylo rozdělení nosné konstrukce mostu na dvě samostatné části – vždy jednu konstrukci pro každou polovinu dálnice. Tato podmínka umožňuje splnění základního požadavku na současné budování poloviny mostu za provozu na stávající I/8, byť v omezeném počtu pruhů. Navržené uspořádání je výhodné i pro budou-



2



ciho správce mostu, kterému umožní provádění údržby či eventuální opravy mostu při úplném uzavření jedné poloviny mostu. Druhá konstrukce umožní provoz v uspořádání 2 + 2 pruhy. Jediná nosná konstrukce pro oba směry dálnice se v případě opravy za současné neexistence objízdné trasy stává obtížně řešitelným problémem.

Montáž konstrukce je samostatnou technologickou záležitostí, která vychází především z možností zhotovitelů a dostupnosti vhodné techniky. V tomto případě se ukázal jako limitující předpoklad požadavek na pomocné montážní konstrukce. Vzhledem k situaci na trhu v době zahájení realizace nosné konstrukce nebylo možno zajistit, že skruž pro provizorní podpěry bude k dispozici v požadovaném množství a termínu. Bylo proto rozhodnuto, že konstrukce bude navržena jako samonosná, tj.

3



4



5



Obr. 1 Dokončená nosná konstrukce mostu Vchynice ■ Fig. 1 Completed superstructure of the Vchynice bridge

Obr. 2 Příčný a podélný řez mostu Vchynice ■ Fig. 2 Cross and longitudinal sections

Obr. 3 Prefabrikovaný příčník ■ Fig. 3 Precast cross beam

Obr. 4 Pohled na rozestavěný most ■ Fig. 4 View of the bridge under construction

Obr. 5 Montáž prvního pole ■ Fig. 5 Erection of the first span

Obr. 6 Detail dočasného a trvalého uložení na opoře ■ Fig. 6 Detail of the temporary and permanent support at abutment

6





montovaná bez pomocných montážních věží. V hlavách pilířů byly osazeny na speciální montážní klínové stoličky s regulovatelnými klíny prefabrikované části stativ (obr. 6). Stativa pak umožňovala následnou montáž nosníků přímo na jejich spodní příčel.

Posledním limitujícím požadavkem, který zásadním způsobem ovlivnil návrh nosné konstrukce mostu, je protihlukový tubus (PHT) (obr. 8 a 9). Při návrhu PHT musely být respektovány zásady z návrhu předchozího stupně dokumentace a současně musely být splněny dodatečné požadavky orgánů státní správy, které byly uplatněny ve stavebním povolení. Především to byl požadavek na vyšší požární odolnost konstrukce PHT, který znamenal použití jiného typu skleněných výplní, které více zatěžují konstrukci PHT, a tím i most. Větší zatížení výplní a požadovaná požární odolnost vedly k výraznému nárůstu tíhy ocelové konstrukce PHT.

Nosná konstrukce

Nosnou konstrukci mostu tvoří spojitý nosník o šesti polích s rozpětím $6 \times 38,33$ m s dilatačními závěry nad oběma opěrami. Konstrukce je navržena jako spřažená betonová z dodatečně předpjatých nosníků PETRA tvaru širokopřírubového T. Konstrukce je spojitá pro přenášení ostatního stálého a nahodilého zatížení. Spojitost je nad vnitřními pilíři zajištěna předpínacími kabely v každém nosníkovém žebru a betonářskou výztuží ve spřažené desce. V příčném řezu je mostovka každého mostu tvořena sedmi nosníky, které jsou v oblasti nad vnitřními podporami osazeny na prefabrikované příčnický a následně jsou zmonolitněny do jediného celku. Nosníky mají výšku 1 800 mm, šířku žebra 250 mm a šířku horních přírub 1 600 mm (u krajních nosníků), resp. 1 700 mm (u vnitř-

ních nosníků). Oproti standardnímu řešení bylo nutno konstrukci zesílit s ohledem na významné přitížení protihlukovým tubusem; především se jedná o zesílené předpětí krajních nosníků a příčné předpětí jak v prefabrikované, tak i v monolitické části vnitřních příčnicků. Nosníky a příčnický jsou vyrobeny z betonu C55/67-XF2. Mezery mezi horními přírubami jsou bedněny vložením ztraceného

bednění z desek Cetris do ozubů v koncích konzol. Na nosnících je vybetonována spřažená železobetonová deska průměrné tloušťky 220 mm. Spřahující deska a monolitické části vnitřních příčnicků jsou z betonu C30/37–XF2 a koncové příčnický z betonu C30/37–XF4.

Střední příčnický konstrukce, do kterých jsou vetknuty nosníky, jsou podporovány sloupem bez stativa s rozšířenou hlavici. Příčnický jsou uloženy přímo přes nálitky na vodorovně uložená hrcová ložiska na pilířích. Příčnický jsou navrženy ve spodní části jako předpjaté prefabrikáty tvaru obráceného T tvořící podporu pro uložení nosníků. Dobetonováním monolitických částí příčnicků došlo k propojení prefabrikovaných nosníků, příčnicků a spřažené desky do jediného celku. Na opěrách jsou nosníky uloženy přímo tak, že každý nosník je podporován vlastním hrcovým ložiskem s klínovou deskou.

Z důvodu organizace postupu výstavby se nejprve zmonolitnila čtyři vnitřní mostní pole a následně se namontovala a připnula obě krajní pole mostu.



10

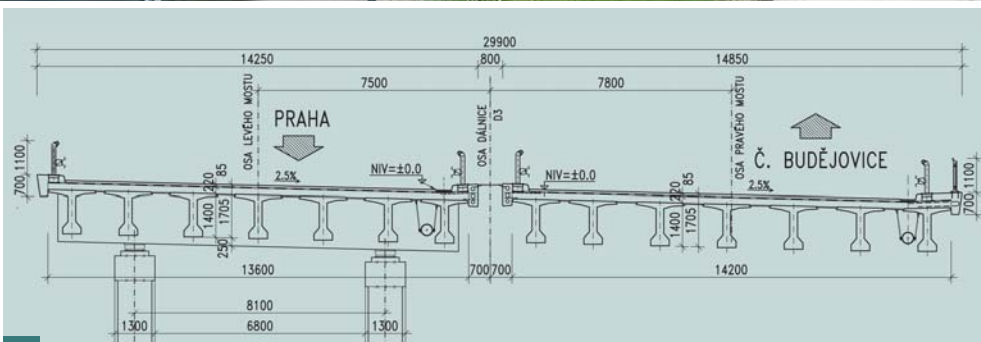


MOST PŘES ČERNOVICKÝ POTOK NA DÁLNICI D3 U SOBĚSLAVI

Stavba D3 0307C je součástí dálnice D3 mezi Tábořem a Veselím nad Lužnicí. Mostní konstrukce řeší převedení trasy dálnice přes rozlehlé ploché údolí Černovického potoka, které je významným biokoridorem (obr. 10).

Základní uspořádání konstrukce

Nosnou konstrukci mostu, o celkové délce 751,4 m, tvoří spřažená spojitá konstrukce z betonových předpjatých nosníků (obr. 11). Most je rozdělen na dva dilatační celky, které jsou nad opěrami a sdruženým pilířem opatřeny povrchovými mostními závěry. První dilatační celek má třináct polí o rozpětí 30 m, druhý dilatační celek má dvanáct polí o rozpětí 30 m (délka je měřena v ose dálnice). Nosná konstrukce je tvořena v příčném řezu u obou mostů vždy sedmi nosníky tvaru širokopřírubového „T“ (Skanska T), které jsou spřaže-



11



12

ny s betonovou deskou. Výška nosníků je 1,4 m. V příčném řezu má levý most šířku mostovky 13,6 m a pravý most má šířku 14,2 m. Průměrná tloušťka spřažené desky je 0,23 m. Nad podpěrami je konstrukce opatřena nadpodporovými monolitickými příčnicími.

Založení a spodní stavba

Krajní opěry jsou navrženy ve tvaru úložných prahů s nízkým dříkem se zavěšenými křídly. Opěra č. 1 je založena plošně v horninách třídy R3/R4, opěra č. 26 je založena hlubinně na dvou řadách velkopřůměrových pilot o průměru 880 mm. Střední pilíře mají dva sloupy s dříky ve tvaru obdélníka s vlysy a zaoblenými čelními plochami, opsaný vnější rozměr je 1,5 x 1,3 m u standardních pilířů a 2,1 x 1,3 m u pev-

ných pilířů. Výška sloupů je proměnná od 3,5 do 10,6 m. Standardní a sdružený pilíř jsou založeny na obdélníkovém základovém bloku tloušťky 1,35 m o rozměrech 5,1 x 3,9 m, pevné pilíře mají rozměr 5,8 x 4,9 m. Standardní pilíře a sdružený pilíř jsou podporovány pěti pilotami, pevné pilíře jsou podporovány sedmi pilotami. Délka pilot je proměnná od 4,5 do 15 m. Na opěrách i pilířích je konstrukce uložena na hrncová mostní ložiska ve standardním mostním uspořádání. Základové bloky pilířů jsou z betonu C25/30-XA2+XF3. Vyšší pilíře jsou z betonu C35/45-XF3, standardní pilíře z betonu C30/37-XF3. Sloupy podél silnice III. třídy jsou z betonu s odolností SAP XF4, aby byl eliminován nepříznivý účinek posypových materiálů při zimní údržbě.

Obr. 7 Zvedání nosníku dvěma jeřáby
Fig. 7 Lifting of the girder by two cranes

Obr. 8 Provoz na mostě
Fig. 8 Traffic on the bridge

Obr. 9 Most Vchynice s protihlukovým tubusem
Fig. 9 Vchynice Bridge with noise tube shield

Obr. 10 Dokončený most přes Černovický potok
Fig. 10 Completed bridge over the Černovický creek

Obr. 11 Vzorový příčný řez mostu přes Černovický potok
Fig. 11 Typical cross section of the bridge over the Černovický creek

Obr. 12 Pohled na stavbu
Fig. 12 Overview of the construction site

T nosníky

Nosná konstrukce je navržena jako spřažená betonová s využitím dodatečně předpjatých nosníků Skanska-T (nosníky mají profilovanou stěnu pro snížení hmotnosti). Nosná konstrukce je spojitá pro přenášení ostatního stálého a nahodilého zatížení. Spojitost je nad vnitřními pilíři zajištěna kabely spojitosti procházejícími v každém nosníkovém žebru napříč nadpodporovými příčnickými a betonářskou výztuží ve spřažené desce.

V příčném řezu je mostovka tvořena sedmi nosníky, které jsou v oblasti nad vnitřními podporami podporovány dodatečně betonovanými monolitickými příčnickými spojeními se spřaženou deskou. Nosníky mají výšku 1 400 mm, šířku žebra 250 mm a šířka horních přírub je 1 550 mm, šířka spodní příruby je 600 mm. Nosníky jsou vyrobeny z betonu C45/55-XF2, XC4, XD1(CZ)-Cl 0,2-Dmax = 22 mm.

Nosníky jsou napínány dvěma typy kabelů. Ve výrobě byly v každém nosníku napínány vždy dva kabely po devíti lanech. Tyto kabely mají na jedné straně aktivní kotvu a na straně druhé je umístěna mrtvá kotva. Dále jsou v nosnicích osazeny kabelové kanálky pro kabely spojitosti, které jsou tvořeny z jedenácti nebo dvanácti lan. Tyto kabely byly napínány až na stavbě při postupné výstavbě jednotlivých dilatačních celků nosné konstrukce.

Monolitická část nosné konstrukce

Monolitická část nosné konstrukce sestává ze spřažené desky, monolitických vnitřních a koncových příčníků. Bednění spřažené desky mezi nosníky bylo provedeno deskami Cetris. Spřahující deska a příčnický nad pilíři jsou z betonu C30/37-XF2, koncové příčnický jsou z betonu C30/37-XF4. Všechny kabely spojitosti jsou kotveny v čelech prefabrikovaných nosníků s výjimkou koncových příčnicků nad opěrami a nad sdruženým pilířem č. 14. Zde jsou kotvy kabelů spojitosti zabetonovány až v monolitických příčnicích.

Po dokončení spodní stavby výstavba pokračovala namontováním čtyř středních polí každého dilatačního celku. Nosníky byly osazeny na pomocné skruže umístěné 1,9 m od osy pilířů. Po zabetonování monolitických částí nosné konstrukce (deska a příčnický) byly předepnuty kabely spojitosti v každém nosníkovém žeburu. Výstavba pokračovala montáží nosníků následujících etap.



Obr. 13 Uložené nosníky bez spřažené desky

■ Fig. 13 Girders without deck slab

Tab. 1 Spotřeby materiálu a hlavní účastníci výstavby ■

Tab. 1 Consumption of materials and main participants

	Most Vchynice	Most přes Černovický potok
Plocha nosných konstrukcí	7 030,66 m ²	20 873 m ²
Prefabrikovaný beton C55/67	0,389 m ³ /m ²	0,320 m ³ /m ²
Monolitický beton C30/37	0,281 m ³ /m ²	0,308 m ³ /m ²
Předpínací výztuž	26,9 kg/m ²	17,8 kg/m ²
Betonářská výztuž	108,6 kg/m ²	113 kg/m ²
Investor	Ředitelství silnic a dálnic ČR	
Generální projektant	Pragoprojekt, a. s.	Valbek, s. r. o.
Projektant nosné konstrukce	Pontex, s. r. o.	
Zhotovitel stavby	Eurovia, a. s.	Skanska, a. s.

U každého dilatačního celku byla v rámci těchto etap namontována k již hotové části z každé strany dvě navazující mostní pole, která po zabetonování a ztuhnutí betonu byla připnutá k hotové části. Tento postup se opakoval až do dokončení výstavby každého dilatačního celku.

ZÁVĚR

Spřažená nosná konstrukce mostu u obce Vchynice velmi dobře vyřešila problémy vzniklé během výstavby. Most byl smontován z dílců s hmotností do 75 t a montáž bylo možno provádět po etapách dle podmínek na stavbě. Konstrukce nevyžadovala montážní skruže ani složité podbedňování. Rozložení materiálu v nosném průřezu je optimální vzhledem k účinkům zatížení na konstrukci. Během postupující montáže probíhalo pouze dopínání instalovaných předpínacích kabelů prefabrikovaných příčnicků. Sestavená konstrukce vytvořila ideální podklad pro betonáž monolitických spřahujících částí. Tab. 1 ukazuje spotřeby základních materiálů. Hodnoty jsou příznivé i přes významné přitížení konstrukce protihlukovým tubusem, který značně zvyšuje spotřebu materiálu oproti standardním nosníkovým konstrukcím.

Most přes Černovický potok je svou délkou a plochou největší prefabrikovanou mostní konstrukcí, která byla vybu-

dována v České republice po roce 1989. Svými parametry dokazuje, že vhodně navržená spřažená mostní konstrukce je rovnocenným partnerem ostatním typům konstrukcí a v některých parametrech je i převyšuje. Zajímavá je především spotřeba materiálu, neboť ten je v konstrukci optimálně rozložen, a rychlost výstavby. Zvolený postup montáže umožňuje výstavbu až 120 m mostu za čtrnáct dní při zachování plné funkčnosti (spojitá konstrukce s minimálním počtem mostních závěrů). Rovněž vzhledově působí konstrukce příznivým dojmem.

O efektivnosti a výhodnosti využívání prefabrikovaných konstrukcí svědčí i jejich používání v mnoha bohatých státech západní Evropy a v Severní Americe.

Ing. Milan Kalný
e-mail: kalny@pontex.cz



Ing. Jan Komanec
e-mail: jkm@pontex.cz



Ing. Václav Kvasnička
e-mail: kvasnicka@pontex.cz



všichni: Pontex, s. r. o.
Bezová 1658, 147 14 Praha 4
tel.: 244 462 231, 244 062 243