

MOSTNÍ OBJEKTY NA DÁLNIČNÍM ÚSEKU D11 1106

Jan Košárek, Jiří Jachan, Tomáš Militký, Stanislav Růžička

Předmětem článku je popis úseku stavby dálnice D11 Hradec Králové – Smiřice, který obsahuje dvacet mostních objektů, z toho jedenáct dálničních mostů a devět nadjezdů. Konceptně je použito tří základních typů mostních konstrukcí: předpjatých spojitých deskových trámů pro estakády s rozpětím do 32 m, integrálních rámových konstrukcí se založením typu pilota-stěna pro dálniční mosty menších rozpětí do 20 m a dvoupolových předpjatých semiintegrálních rámov s rozpětími do 30 m, jimiž je tvořena většina nadjezdů. Pro křídla je u integrálních dálničních mostů stejně jako u nadjezdů použito kotvených gabionových stěn.

BRIDGES ON HIGHWAY D11 SECTION 1106

The section of highway D11 Hradec Králové – Smiřice contains 20 bridges in all, of that 11 highway bridges and 9 overpasses. Conceptually, three basic types of bridge structures are used. Prestressed continuous plate girders for highway flyovers with spans up to 32 m, integral frame structures for highway bridges with smaller spans up to 20 m with a pile-wall foundation system and overpasses are almost solely made up of double-span prestressed semi-integral frames with spans up to 30 m. Anchored gabion walls are used for the wingwalls for integral highway bridges as well as for overpasses.



1

Investor	Ředitelství silnic a dálnic ČR
Projektant PD a výkon AD	Valbek, spol. s r.o.
Projektant RDS a DSPS	V - CON, s r.o.
Realizace	EUROVIA CS, a.s., Metrostav Infrastructure a.s. a SWIETELSKY stavební s.r.o.
Zahájení výstavby	2. října 2018
Zahájení provozu	17. prosince 2021

Stavba D11 úsek 1106 Hradec Králové – Smiřice je součástí trasy dálnice D11 Praha – Hradec Králové – státní hranice ČR/PL. Jedná se o novostavbu směrově rozdělené čtyřpruhové dálnice v délce 15,46 km. Na začátku stavba navazuje na stávající dálnici D11 v MÚK Kukleny na západním okraji města Hradec Králové v dálničním kilometru 90,760, na konci úseku v km 106,220 navazuje na stavbu D11 úsek 1107 Smiřice–Jaro-

měř. Trasa dálnice je vedena v souběhu západně od stávajících silnic I/11 a I/33 převážně rovinným, volným, nezastavěným územím po zemědělsky využívaných pozemcích.

Na úseku D11 1106 bylo navrženo a zhotoveno jedenáct dálničních mostů a devět nadjezdů, celkově tedy dvacet mostních objektů. Realizaci mostních konstrukcí prováděly společnosti Eurovia a Metrostav Infrastructure, které si mostní objekty rozdělily v poměru: 8 ks Eurovia a 12 ks Metrostav Infrastructure.

Konceptně se jedná o jednoduché konstrukce jak z hlediska výstavby, tak i následné údržby. Mostní objekty lze rozdělit podle typu konstrukce do tří skupin. První skupinou jsou dálniční estakády, druhou dálniční rámové mosty a třetí nadjezdy.

Geologie stavby

Úsek D11 1106 se nachází na území se složitými základovými podmínkami. Do hloubky cca 6 až 8 m se vyskytují

jemnozrnné jílovité zeminy, které při stavbě násypů konsolidují. Vzhledem k rovinnému terénu bylo nutné navrhout vysoké násypy zejména v místě MÚK Plotiště, kde dochází ke křížení D11 se současnou I/35 (budoucí D35).

Pro urychlení konsolidace jemnozrnných zemin vyskytujících se v podloží násypů bylo v přechodových oblastech mostních objektů navrženo opatření v podobě štěrkových pilot. Vzhledem k akceleraci výstavby se toto opatření vyplatilo, nicméně však nestačilo eliminovat veškeré problémy s podložím, které se projevily zvýšeným sednutím některých mostních objektů zejména v místě MÚK Plotiště.

Všechny mostní objekty jsou vzhledem ke geologii vyskytující se v zájmovém území založeny hlubinně na velkopřůměrových pilotách ukončených v hrubozrnných štěrkopísčitéch zeminách nebo silně zvětralých slínovcích. Piloty byly vrtány pod ochrannou výpažnicí.



2

Dálniční estakády

Koncepční řešení

Na úseku D11 1106 jsou dvě estakády – dálniční mostní objekty SO 209 a SO 210. Pro přemostění údolí bylo koncepčně použito typické řešení pomocí předpjatých spojitých deskových trámů s rozpětím do 32 m a s počtem polí 13 a 5. Pro každý směr dálnice jsou vybudovány samostatně stojící mostní konstrukce. Začlenění do krajiny bylo provedeno vhodným uspořádáním polí i pomocí subtilnějšího příčného řezu mostní konstrukce.

Založení a spodní stavba

Mosty jsou založeny na vrtaných pilotách Ø 880 mm vetknutých do základů. Spodní stavbu tvoří masivní železobetonové opěry a pilíře. Krajiní opěry se skládají ze základu, úložného prahu s bločky, závěrné zídky a rovnoběžných zavěšených křídel. Pilíře mají obdélníkový průřez 1,2 × 3,2 m se zkosenými hranami a na delších stranách s vybráním pro rozčlenění velké pohledové plochy pilíře. Hlavice pilířů se plynule rozšiřují z šířky 3,2 na 4,5 m a navazují tak na parabolické konzoly nosné konstrukce (obr. 4). Pilíře jsou vetknuty do základů. Výška pilířů je v rozmezí od 7,7 do 13 m. Uložení nosné konstrukce je na všech podpěrách na hrncová ložiska. Na středních podpěrách jsou pevná ložiska, na zbývajících pak ložiska pohyblivá. Všechna ložiska jsou vyměnitelná.

Nosná konstrukce

Nosné konstrukce jsou navrženy jako předpjaté betonové trámy s konzolami. Parabolický náběh konzol plynule navazuje na rozšiřující se hlavice pilířů (obr. 4). Most SO 209 má třináct polí s celkovou délkou nosné konstrukce 395,5 m, most SO 210 má pět polí s celkovou délkou 153,5 m. Příčný řez tvoří trám výšky 1,4 m (v ose) s konzolami, šířka trámu na spodním líci je 5,1 m. Do trámů jsou vetknuty konzoly s parabolickými náběhy. Šířka všech nosných konstrukcí je 14,6 m, nosnou konstrukci ukončují koncové příčníky. Předpětí je realizováno pomocí lan Ø 15,7 – St 1860/1640.

U mostu SO 209 je 16 ks 19lanových kabelů vedených v jedné řadě



3a



3b

1 Mostní objekty v MÚK Plotišť 2 Umístění stavby (zdroj: ŘSD ČR) 3 Provádění šterkových pilot 4 Spodní stavba a nosná konstrukce estakády

1 Bridges in highway junction Plotišť 2 Highway section location (source: Road and Motorway Directorate of the Czech Republic) 3 Realization of aggregate piers 4 Substructure and superstructure of flyover

(Freysinet). V oblasti kotvení na začátku a konci mostu (na příčníku) jsou kotvy ve dvou výškových řadách. V konzolách trámů jsou vedeny dva přímé 7lanové kabely. Kabely jsou vedeny průběžně. Spojkování 19lanových kabelů je po dvou polích, a to vždy střídavě (polovina v předcházející etapě). Kabely jsou kotveny v čelech nosné konstrukce a na konci betonážních etap. Napínání kabelů je jednostranné z konce etapy.

U mostu SO 210 bylo vzhledem k odlišnému postupu výstavby použito 17 ks 19lanových kabelů vedených též v jedné řadě (VSL). V oblasti kotvení na příčníku jsou kotvy ve dvou výškových řadách. Osm kabelů je spojováno (2 + 3 pole), devět kabelů je pak průběžných přes celou nosnou kon-

strukci. První dvě polové etapy byly napínány oboustranně, druhé etapy pak po naspojování dopnuty jednostranně. Průběžné kabely byly napínány oboustranně. Předpínací výztuž je doplněna betonářskou výztuží B500B.

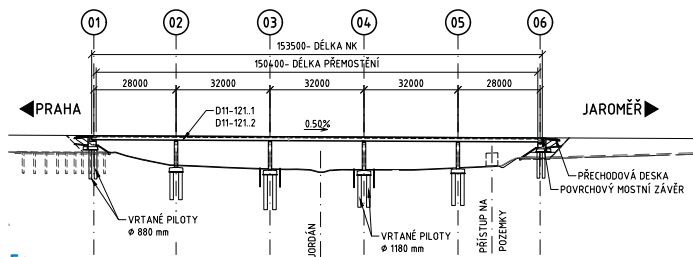
Technologie výstavby

Po úpravách terénu a provedení sáncí násypů u opěr byly odvrtny piloty. Následně byly vzhledem k vysoké hladině spodní vody zřízeny okolo každého základu pilíře štetové jímky, v nichž byly betonovány základy a na ně ve dvou či třech etapách pilíře a opěry.

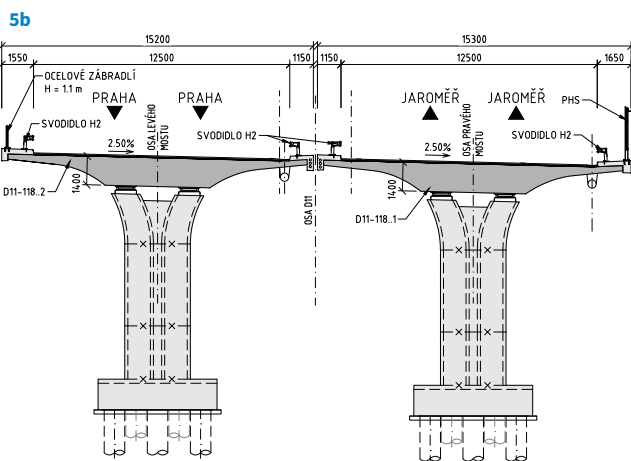
Nosné konstrukce SO 209 byly betonovány na pevné nosíkové skruži po jednotlivých etapách po smě-



4



5a



5b



6



7

ru staničení, etap bylo 13 (obr. 6). Až do doby zmonolitnění s pevnými ložisky na pilíři 07 byla konstrukce dočasně zajištěna k pevnému bodu na OP 01. Jednotlivé etapy byly odkruženy po předepnutí poloviny kabelů. Pro eliminaci nežádoucích deformací a zlomů při napojení etap byl převislý konec etapy připnut pomocí tyčí ke skruži následujícího pole.

Most SO 210 byl budován odlišně, resp. na pevné prostorové skruži ve dvou etapách (obr. 7). Pravý most byl betonován ve směru staničení, levý most pak proti směru. Nejprve byla betonována najednou dvě pole a v druhém taktu pole tři. Po dokončení betonáží nosné konstrukce následovala pokládka izolací, betonáž říms a osazení závěrů, svodidel, zábradlí a vozovkových vrstev.

Dálniční rámové konstrukce

Konceptní řešení

Druhou skupinu tvoří devět dálničních integrálních rámových mostů o jednom poli menšího rozpětí se založením typu pilota-stěna a s kolmými kotvenými gabionovými křídly (obr. 8). Rozpětí mostů jsou do 20 m. Mosty jsou buď přímo pojížděné (7×) (obr. 9), nebo přesypané (2×).

Založení a nosná konstrukce

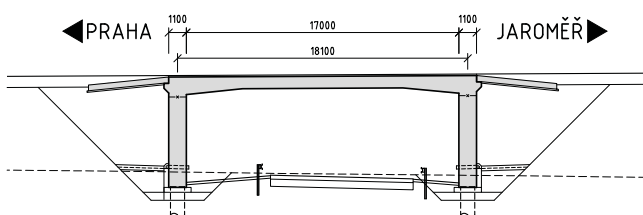
Mosty jsou založeny převážně na jedné řadě velkopřůměrových pilot Ø 880 mm. Piloty jsou vetknuty přímo do rámových stojek tloušťky minimálně 1,1 m. Příčle rámu jsou monolitické s náběhy v podélném směru nebo jsou z prefabrikovaných předpjatých nosníků ve tvaru písmene T, které

byly zmonolitněny pomocí spráhující desky.

Technologie výstavby

Po úpravách terénu byla provedena sanace pod přechodovými oblastmi a štěrkové piloty. Následně byly provedeny vrtané piloty a přímo na piloty byly betonovány stojky rámu. Příčle nosné konstrukce byly budovány na pevné prostorové skruži nebo byly osazeny prefabrikované předpjaté nosníky ve tvaru písmene T, jež byly následně zmonolitněny spráhující deskou. Poté byla budována kolmá kotvená gabionová křídla a zároveň prováděny rovnoměrně zásypy přechodových oblastí. Na nosné konstrukci mezitím následovala pokládka izolací, betonáž říms, osazení svodidel a na závěr pokládka vozovkových vrstev.

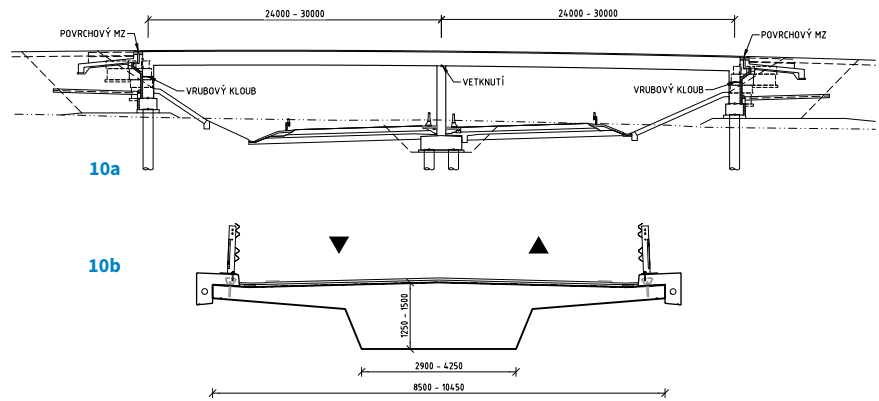
8 9



Nadjezdy

Koncepční řešení

Třetí skupinou jsou nadjezdy, které byly navrženy jako dvoupolové semiintegrované rámy s mostovkou tvořenou předpjatým deskovým trámem s rovnoběžnými kotvenými gabionovými křídly (obr. 10). Rozpětí polí je 24; 26,5; příp. 30 m. Koncepce dvoupolových nadjezdů je vhodným řešením nevyžadujícím umístění stopek v blízkosti vnějších svodidel dálnice a současně poskytujícím možnost pro případné rozšíření dálnice. Při optimálním řešení vedení nivelety převáděné komunikace, vhodné výšce nosné konstrukce a podrobném návrhu předpětí je toto řešení investičně výhodnější variantou oproti jednopólovým nebo třípólovým konstrukcím. V historii projektu byla od přípravných fází snaha o návrh integrálních mostů. Z důvodu v té době chybějící legislativy pro dilatační délky předpjatých konstrukcí až 31 m byla v PDPS zvolena a v RDS následně ponechána varianta semiintegrálních konstrukcí bez ložisek, avšak s mostními závěry.



5 a) Vzorový podélný řez, b) příčný řez estakádou 6 Skruž pro estakádu SO 209 7 Skruž pro estakádu SO 210 8 Podélný řez rámovým mostem 9 Přímopojížděný rámový most 10 a) Podélný řez nadjezdem, b) vzorový příčný řez 11 Pevná prostorová skruž pro nadjezd 12 Pevná nosníková skruž pro nadjezd 13 Spodní stavba a nosná konstrukce nadjezdu 14 Nadjezd

5 a) Longitudinal section, b) sample cross-section of flyover 6 Formwork for flyover SO 209 7 Formwork for flyover SO 210 8 Longitudinal section of frame bridge 9 Frame bridge 10 a) Longitudinal section of overpass, b) sample cross-section 11 Formwork for overpass 12 Formwork for overpass 13 Substructure and superstructure of overpass 14 Overpass



11



12



13

Založení a spodní stavba

Mosty jsou založeny na velkopřůměrových pilotách $\varnothing 880$ mm. Pod krajními opěrami je jedna řada pilot (5 nebo 6 ks), pod středním pilířem jsou řady dvě (6 nebo 8 ks). Piloty jsou navrženy jako plovoucí ukončené v hrubozrnných štěrkopísčitéch zeminách nebo silně zvětralých slínovcích. Spodní stavbu tvoří krajní stojky rámu tloušťky 1 m a středový pilíř. Mosty jsou bez ložisek. Na opěrách je navržený Freyssinetův liniový vrubový kloub. Pilíř půdorysných rozměrů $4,05 \times 0,8$ m nebo $2,7 \times 0,8$ m a výšky 5 až 7 m je vetknutý do nosné konstrukce. Křídla jsou rovnoběžná gabionová kotvená



14



15



16



17

pomocí výztužných geomříží. Gabionová křídla navazují na přechodovou desku s krajními žebry a boky rámové konstrukce. Přídavnou hodnotou gabionových křídel je minimalizace rozsahu bočních pohledových ploch opěr (obr. 14). Za krajními stojkami v přechodové oblasti je navrženo opatření pro snížení působení zemního tlaku na opěru v podobě vyztužené zeminy s obalovanými čely a pružnou vložkou z polystyrenu na rubu opěry.

Nosná konstrukce

Nosnou konstrukci tvoří železobetonový předpjatý deskový trám o dvou polích s konzolami. Výška průřezu je 1,25 nebo 1,5 m, šířka trámu je 2,9 nebo 4,25 m. Čelo nosné konstrukce je opatřeno krátkou konzolou pro kluzné uložení přechodové desky. Mezi příčnick nosné konstrukce a závěrnou zeď přechodové desky je umístěn mostní dilatační závěr s jednoduchým těsněním spáry. Předpětí je realizováno pomocí lan Ø 15,7 – St 1860/1640. Kabely jsou kotveny v čelech mostu. V nosné konstrukci je 8 až 12 ks 19lanových kabelů vedených v jedné řadě. V oblasti kotvení na začátku a na konci mostu jsou kotvy ve dvou výškových řadách, v konzolách trámu jsou vedeny dva přímé 7lanové kabely. Napínání kabelů bylo jednostranné, vždy polovina kabelů z jednoho konce. Předpínací výztuž je doplněna betonářskou výztuží B500B.

Technologie výstavby

Po úpravách terénu a provedení sanace pod násypy byly u většiny nadjezdů

provedeny šterkové piloty. Následně byly odvrtny a vybetonovány piloty podpěr. Po vybetonování základů následovala betonáž pilíře a dřívku opěr po vrubový kloub. Poté se vybednil a vybetonoval vrubový kloub včetně zárodka příčnicku nosné konstrukce. Nosné konstrukce byly betonovány na pevné prostorové skruži (obr. 11) nebo na pevné nosníkové skruži (obr. 12). Betonáž nosné konstrukce probíhala v jedné etapě. Po dokončení betonáží následovalo zbudování přechodových oblastí z vyztužených zemin s přechodovými deskami, pokládka izolací, betonáž říms a osazení závěrů, svodidel, zábradlí a vozovkových vrstev.

Závěr

Úsekem D11 1106 Hradec Králové – Smičice byla dálniční síť v České republice rozšířena o další kilometry. Všechny mostní objekty na daném úseku byly navrženy s ohledem na hospodárnost výstavby i následný provoz. Při návrhu bylo zároveň dbáno na estetickou stránku mostních konstrukcí. Stavba takového rozsahu, jako je úsek D11 1106, zcela jistě zpříjemní cestování po našich komunikacích značné části uživatelů silniční sítě. Jsme přesvědčeni, že mostní objekty nově vybudovaného dálničního úseku budou dlouhodobě a bezpečně sloužit nejen všem motoristům, ale také těm, kterým tento dálniční úsek odebral velkou část dopravního zatížení zpod jejich oken na stávající silnici I/33.

15 Nadjezd SO 229 16 Přesýpaný rám SO 205
17 Estakáda SO 209
15 Overpass SO 229 16 Frame bridge SO 205
17 Flyover SO 209

Literatura:

- [1] *Projektová dokumentace RDS. V - CON, s.r.o., 2018–2020.*
- [2] *ŘSD ČR [online]. Dostupné z: rsd.cz*

Poděkování patří všem, kteří se podíleli na přípravě a realizaci dálničního úseku D11 1106 Hradec Králové – Smičice. Zejména investorovi Ředitelství silnic a dálnic ČR, ale také společnosti Valbek, která připravovala projektové dokumentace od DÚR až po dokumentaci ve stupni PDPS, společnosti V - CON, která připravovala realizační dokumentaci stavby a dokumentaci skutečného provedení, společností Eurovia CS, Metrostav Infrastructure a Swietelsky stavební, které stavbu ve sdružení realizovaly, zvláště pak mostařům společnosti Eurovia CS a Metrostav Infrastructure.

Fotografie: 2 – archiv ŘSD, 1, 3 až 17 – archiv společnosti Valbek



Ing. Jan Košárek
AZ GEO, s.r.o.
jan.kosarek@azgeo.cz



Ing. Jiří Jachan
Valbek, spol. s r.o.
jiri.jachan@valbek.cz



Ing. Tomáš Militký
Valbek, spol. s r.o.
tomas.militky@valbek.cz



Ing. Stanislav Růžička
Valbek, spol. s r.o.
stanislav.ruzicka@valbek.cz