

# PROSTOROVÁ PODPĚRNÁ SKRUŽ VÝŠKY PŘES 23 METRŮ

## OVER 23 METER HIGH MODULAR SHORING SYSTEM

Ivan Máca

Pro zlepšení dopravních podmínek na silnici I/34 byl navržen celkový obchvat obce Česká Bělá. Hlavní konstrukci tvoří sedmpólová estakáda o celkové délce 276 m s nejvyšší částí 26 m nad potokem Bělá. Pro betonáž byla navržena prostorová skruž, která v nejvyšším místě přesahovala 23 m. Vlastní nosná konstrukce mostu byla rozdělena na sedm betonážních taktů. Z důvodu velkého vodorovného zatížení větrem v kombinaci se svislým zatížením od vlastní váhy betonu bylo nutné zpracovat podrobný statický výpočet podpěrné konstrukce. ■ A complete bypass of Ceska Bela village was designed to improve transport conditions on road I/34. The seven span bridge is 276 m long and is the main structure of the bypass. The highest point of the road is 26 m high above the Bela creek. The modular system was designed as a shoring system with the maximum height over 23 m. It was necessary to divide the desk concreting process into seven phases. A detailed static calculation was required because of a vertical loading from concrete and a high horizontal loading from wind.

### POPIS STAVBY

V rámci zkvalitnění dopravních podmínek na silnici I/34 na trase Havlíčkův Brod–Svitavy byl navržen úplný obchvat obce Česká Bělá (obr. 1). Komunikace je zde nevyhovující zejména pro těžkou dopravu z důvodu špatné sjízdnosti v zimních měsících vlivem velkých příčných sklonů přesahujících 10 %. Stejně tak negativně působí na obyvatele obce hluk a vibrace z dopravy nejen u domů přímo sousedících s komunikací.

### Detaily obchvatu

Celý obchvat obce se skládá ze třech částí, a sice ze dvou křižovatek a jedné estakády. První částí je mimoúrovňová křižovatka ve směru od Havlíčkova Brodu. Součástí křižovatky je třípólový nadjezd SO201. Na toto křížení navazuje druhá část obchvatu, kterou tvoří nejzajímavější objekt z pohledu stavby mostů, sedmpólová estakáda o délce 276 m. Poslední částí je úrovnňová křižovatka ve směru od Ždírcce nad Doubravou.

### Výstavba estakády

Navržená estakáda překonává rozsáhlé údolí, jehož nejnižší částí protéká potok Bělá. Ten svojí zvodnatělou částí zasahuje ke spodní části estakády. Souběžně s potokem prochází údolím silniční komunikace II/351 ve směru na Příbrav. Uvedené překážky částečně komplikovaly výstavbu, neboť v okolí vodoteče potoka bylo problematické nejen zakládání skruže, ale bylo nutné i částečně omezit provoz na komunikaci z důvodu zmenšení průjezdné šířky v místě křížení s estakádou.

### Popis konstrukce

Nosná konstrukce mostu byla navržena jako předpjatá železobetonová dvourámová konstrukce, v šířkovém uspořádání se dvěma jízdními pruhy. Celková délka estakády je 276 m, rozpětí polí 2 × 32 m a 5 × 42 m. Šířka mostovky v příčném řezu je 14,06 m a osová vzdálenost trámů 7 m. Výška nosných trámů mostovky je 2,3 m

a nejvyšší pilíř má výšku 23 m. Most je navržen ve směrovém oblouku s proměnným podélným spádem.

Nosná konstrukce mostu byla projektantem rozdělena na sedm dilatačních celků.

### PROSTOROVÁ SKRUŽ

Pro výstavbu nosné konstrukce byla z různých alternativ řešení zvolena prostorová příhradová konstrukce. Pro volbu tohoto řešení byla rozhodující rychlost a efektivnost výstavby a nízká finanční náročnost použitého systému.

### Fázování výstavby

V rámci zrychlení a zefektivnění výstavby bylo nutné být se stavbou skruže o jedno pole napřed oproti aktuálně betonovanému celku. Z toho vyplývala velká náročnost montážních prací ve vazbě na mechanizaci a zdvihací prostředky, a to především při přemontáži skruže mezi jednotlivými etapami výstavby.

Např. v době, kdy byla postavena skruž pod prvním dilatačním celkem a začala příprava bednění mostovky a pokládka výtuzže, musela být zároveň zahájena stavba skruže pod druhým dilatačním celkem. Po první betonáži, kdy byla připravena druhá etapa skruže, začala stavba třetí etapy skruže a ihned po předeptnutí prvního celku nosné konstrukce byla zahájena demontáž první etapy. Celá montáž a demontáž skruže byla navíc komplikovaná nedostatkem místa pro ukládání a přesun materiálu skruže.

Díky kvalitní projektové přípravě skruže a funkční spolupráci lešenářů se zhotovitelem estakády probíhala výstavba ve velice rychlém tempu.

### Technologie podpěrné skruže

Pro podepření mostovky během betonáže byla navržena prostorová podpěrná konstrukce z modulového systému s „rovnou“ pracovní podlahou a s odskokem pro vyrovnání výškových rozdílů podélných trámů mostovky.

Pracovní podlahu tvořily primární a sekundární nosníky (lepené dřevěné nosníky tvaru I výšky 200 mm) uložené v hlavách skruže. Na pracovní podlahu byly ukládány dřevěné ramenáty pro bednění stěn trámů a lehká podpěrná konstrukce pro podepření bednění desky mezi trámy.

Pro přesun ramenátů do dalších dilatačních celků byla sestava uložena



Obr. 1 Situace Česká Bělá, zdroj ŘSD ČR

■ Fig. 1 The plan of nearby Ceska Bela





Obr. 2 Překonání výškového rozdílu u opěry ■ Fig. 2 Overcome of the height difference at the abutment

Obr. 3 Betonáž druhého dilatačního celku ■ Fig. 3 Concreting of the second part of the deck

Obr. 4 Řešení průjezdu skruží na komunikaci druhé třídy ■ Fig. 4 Solution of a passage through scaffolding



na do ocelových U profilů. Tažením za U profily pak byly sestavy ramenátů přesouvány do dalších etap.

Vzhledem k velkému rozdílu tloušťky nosných trámů a mostní desky došlo k soustředění zatížení pod trámy, což bylo vyřešeno rozdílným rastrem rozestavení stojek skruže v podélném směru v částech pod deskou a pod trámy. Toto rozdělení bylo možné díky použití modulového podpěrného lešení. Rast stojek v podélném směru byl zvolen pod trávem po 0,6 m, pod deskou pak vystřídane po 1,2 a 1,8 m. To umožnilo vzájemné propojení všech stojek mezi sebou a vytvoření tuhé prostorové konstrukce.

V podélném směru byla skruž rozdělena na dvacet tři samostatně stojících bárek, a tím bylo docíleno polygonálního půdorysného tvaru skruže, který kopíroval geometrii budoucího mostu.

Založení skruže bylo navrženo převážně jako plošné, zatížení ze stojek bylo přenášeno na terén přes silniční panely uložené do šterkové podloží. Šterková vrstva zajistila odvod srážkové vody, takže nedocházelo k nepříjemnému zvodnění podloží.

#### Dilatační celky

První dilatační celek se skládal ze čtyř polí skruže, kdy první pole bylo tvořeno pouze nosíkovým roštem. Vzhledem ke svahu u opěry bylo nutné překonat výškový rozdíl přes 13 m. To bylo zajištěno pomocí dvou vysoce únosných samostatně stojících bárek ze systému vylehčených stojek, tvořených dvojicí C profilů v kombinaci s prostorovou skruží. První z bárek byla založena na úložném prahu založeném na mikropilotách uprostřed svahu a druhá bárka byla založena plošně v patě svahu.

Další bárky včetně bárek druhého a třetího dilatačního celku byly založeny standardně plošně na silničních panelech. Výškové rozdíly byly řešeny pomocí panelových rovnanin, případně betonáží opěrných prahů, které nahrazovaly rovnaninu.

Přemostění stávající komunikace II/351 bylo řešeno pomocí podpěrných bárek a válcovaných ocelových nosníků uložených na připravené bárky. Na ocelovém roštu pokračovala prostorová skruž výšky 12,5 m (obr. 4).

Nejvyšší část plošně založené skruže z celého objektu se nacházela u pilíře P5, kde výška stojky přesahovala 22 m. Pro takto vysokou skruž byla přijata odpovídající opatření, která zajišťovala dostatečnou prostorovou tuhost




**Literatura:**

- [1] ČSN EN 12812: Podpěrná lešení – Požadavky na provedení a obecný návrh
- [2] ČSN EN 1991-1-6: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-6: Obecná zatížení – Zatížení během provádění
- [3] ČSN EN 1991-1-4: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [3] DIN 1055-4: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 4: Windlasten

Obr. 5 Zakládání skruže na příhradové konstrukci ■ Fig. 5 Foundation of the scaffolding on trusses

Obr. 6 Letecká fotografie ■ Fig. 6 Air photograph

a stabilitu především pro zatížení větrem. Přenos vodorovných sil a stabilita byly řešeny samostatným výpočtem.

V pátém dilatačním celku mezi pilíři P5 a P6 bylo zcela upuštěno od plošného zakládání, neboť v tomto místě protéká potok Bělá a zvodnělé vrstvy podloží neposkytovaly požadovanou únosnost. Bylo však potřeba vyřešit založení pro skruž délky 42 m. Po zvážení různých alternativ byly zřízeny dva úložné železobetonové prahy založené na mikropilotách. Na prahy a na základové patky pilířů byly uloženy části speciální příhradové konstrukce používané pro výsuvnou skruž, které již tvořily plochu pro založení prostorové skruže (obr. 5).

Šestý a sedmý dilatační celek už „pouze“ překonával výškové terénní odskoky, řešené obdobně jako v prvním dilatačním celku, tj. pomocí bárek a nosníkového roštu.

### Zatížení dočasných konstrukcí

Podpěrná konstrukce byla navržena tak, aby byla zajištěna její celková statická rovnováha.

Pro svislá zatížení byla uvažována zatížení vlastní hmotností, čerstvým betonem, pracovní činností a přídatné zatížení čerstvým betonem.

Rozhodující vliv na celkovou stabilitu podpěrné konstrukce však mělo vodorovné zatížení větrem. Proto byla celá skruž vodorovně ztužena, a to v úrovni pod hlavami, a skruž výšky nad 14 m i uprostřed po výšce. Síly z vodorovného ztužení byly přenášeny do spodní stavby rozepřením o pilíře.

Při podrobném výpočtu bylo zjištěno, že vodorovné síly na skruž a bednění mostovky ve výšce přes 15 m nad terénem dosahují takových hodnot, že bylo potřeba přijmout dodatečná stabilizující opatření. Ta spočívala v přichyce-

ní skruže k silničním panelům, na kterých skruž stála, pomocí kotevních trubek a v položení přídatných panelů na spodní patra příčníků. Tím bylo zajištěno dostatečné přitížení pro zatěžovací stav před betonáží.

Další mimořádné opatření bylo provedeno v místě založení na příhradové konstrukci, kde byla skruž přes příhradovou konstrukci přichycena k úložným prahům.

### ZÁVĚR

Montáž prostorové podpěrné konstrukce byla náročná, zejména z hlediska koordinace montážních prací ve vazbě na mechanizaci a zdvihací prostředky, především při demontáži, přesunu a montáži skruže mezi jednotlivými etapami výstavby. Vzhledem k pečlivé projekční přípravě se přímo při výstavbě skruže řešilo minimum komplikací

a i díky tomu byl dodržen požadovaný termín dokončení.

Realizace estakády těchto rozměrů ukazuje možnost nasazení prostorové podpěrné skruže i na další mostní objekty podobného charakteru.

### Identifikační údaje stavby

Investor	ŘSD ČR, správa Jihlava
Projektant	Pragoprojekt, a. s.
Projekt estakády	Pontex, s. r. o.
Zhotovitel	Eurovia CS, a. s.
Výstavba estakády	Sangreen, s. r. o.
Dodavatel podpěrné skruže včetně montáže a projekčního návrhu	Harsco Infrastructure CZ, s. r. o.

Ing. Ivan Máca  
 Harsco Infrastructure CZ, s. r. o.  
 Bečovská 939, 104 00 Praha 10  
 tel.: 737 218 563, fax: 272 101 530  
 e-mail: imaca@harsco.com  
 www.harsco-i.cz

