



SLOVAKIA

## KONFERENCIA „BETÓN NA SLOVENSKU 2014– 2018“

### INOVÁCIA MOSTNÝCH PREFABRIKÁTOV FIRMY VÁHOSTAV-SK

*Milan Chandoga<sup>1</sup>*

*Jozef Dugel<sup>2</sup>- Andrej Prítula<sup>3</sup>- Peter Paulik<sup>4</sup>- Ladislav Čerňanský<sup>5</sup>- Ľubomír Hrnčiar<sup>6</sup>-*

#### ABSTRAKT

*V nasledovnom príspevku je zhrnutá viac ako 8 ročná projekčno- vývojová práca tímu autorov zameraná na inováciu produkcie mostných prefabrikátov v spoločnosti VÁHOSTAV-SK-PREFA, s.r.o. Výsledkom tejto práce je realizačná dokumentácia – katalógy, pokrývajúce široký sortiment predpätých prefabrikátov výrobných dĺžok 9- 42m. Ostatné 4 roky sa vývojové práce orientovali na znižovanie ekonomickej náročnosti a prácnosti firmy pri výstavbe mostov z týchto prefabrikátov. Ako príklad možno uviesť: vývoj vlákno betónových debniacich dosiek s výstužou GFRP; redukciu počtu prefabrikátov v priečnom reze mosta; certifikáciu 5-lanového kotevného systému PROJSTAR CH-5, ktorý nahrádza 4 lanový a pod.*

#### 1 ÚVOD

Spoločnosť VÁHOSTAV-SK-PREFA,s.r.o. bola založená v roku 2001 ako dcérska spoločnosť firmy VÁHOSTAV-SK,a.s. Výroba betónových a železobetónových prefabrikátov a transport betónu na prevádzke v Hornom Hričove má však dlhoročnú tradíciu, ktorá siaha až do roku 1964. V roku 2007 došlo k podstatnému rozšíreniu sortimentu výroby prefabrikátov o vopred a dodatočne predpäté nosníky pre občianske a dopravné stavby prefabrikované mosty. Bola postavená nová hala s dvomi linkami vybavená kompletnou technológiou firmy PAUL pre výrobu vopred predpätých prefabrikátov. V nasledujúcom roku bola na týchto linkách spustená výroba mostných nosníkov s typovým označením MDP 38, (obr.1). Nosníky boli určené pre výstavbu II. dilatáčného celku mostného objektu SO 207 na stavbe diaľnice D1, Sverepec – Vrtižer. V nosníkoch bolo použité kombinované predpätie. V dolnej a hornej prírube bolo umiestnených 30 vopred predpätých lán (z toho 2 ks v hornej prírube) . Dodatočné súdržné predpätie bolo realizované tromi 4-lanovými káblami, ktoré sú zakotvené v kotvách PROJSTAR CH-4/2S. Na nosníku bola urobená zaťažovacia skúška [1].

<sup>1</sup> Doc. Ing. PhD., PROJSTAR-PK,s.r.o., Nad ostrovom 2, 84104 Bratislava, e-mail: projstar@projstar.sk

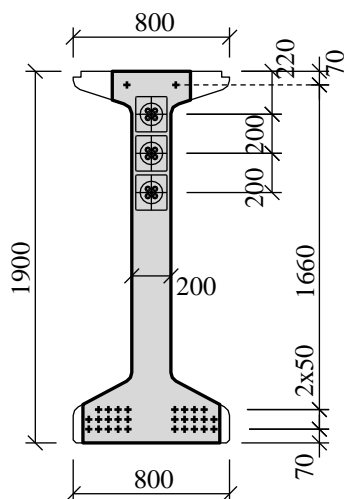
<sup>2</sup> Ing., Váhostav-SK-Prefa,s.r.o., Horný hričov 234, 01342 H.Hričov e-mail: info@vph.sk

<sup>3</sup> Ing. PhD., CS&B, s.r.o., Nejedlého 11, 84102 Bratislava, e-mail: andrej.pritula@gmail.com

<sup>4</sup> Doc.Ing. PhD., ProPonti,s.r.o., Pomlejská 60/A, 93101 Šamorín, peter.paulik@stuba.sk

<sup>5</sup> Ing.,VÁHOSTAV-SK, a.s., Priemyslená 6, 821 09 Bratislava 3, email: ladislav.cernansky@vahostav-sk

<sup>6</sup> Ing.,VÁHOSTAV-SK, a.s., Priemyslená 6, 821 09 Bratislava 3, email: lubomir.hrnciar@vahostav-sk



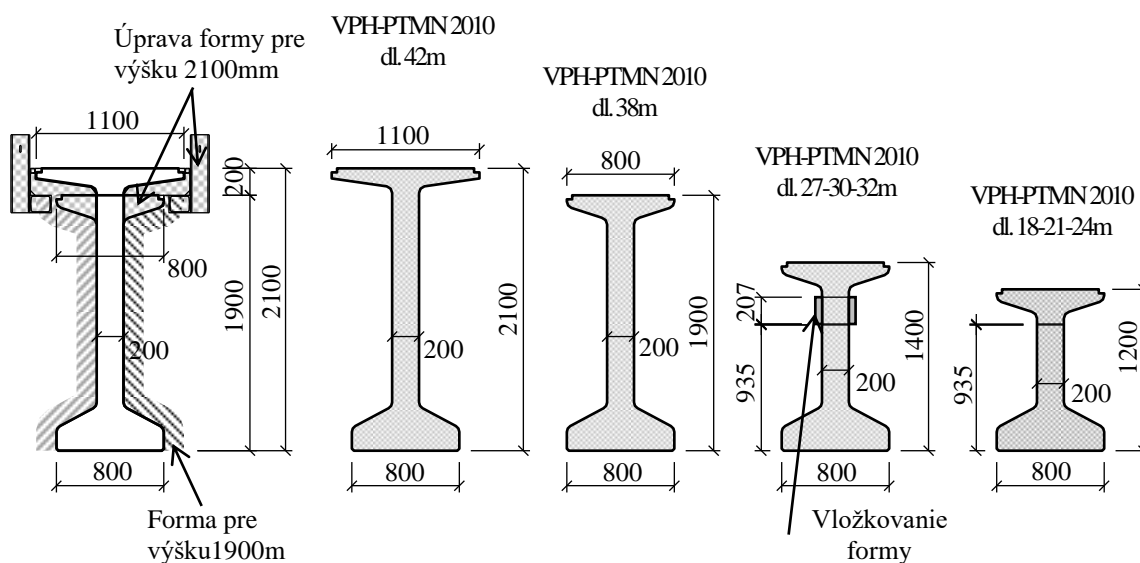
Obr.1 Nosník MDP 38m

V roku 2010 bol do výroby uvedený sortiment vopred a vopred-dodatočne predpätých nosníkov s typovým označením VPH-PTMN 2010 [2]. Od roku 2014 sa realizuje vo firme VÁHOSTAV-SK,a.s. projekt inovácie mostných prefabrikátov VPH-PTMN 2010, ktorý pokračuje aj v tomto roku. V rámci tohto projektu boli postupne riešené nasledovné úlohy:

- aplikácia VHB pre vybrané typy mostných prefabrikátov (r.2014-15) [3],
- prefabrikáty zo zníženou výškou (v rokoch 2016-17) [4],
- redukcia počtu prefabrikátov v priečnom reze mosta (r.2017- 2018) [5],
- debniace dosky s GFRP výstužou pre dĺžky 40-180cm (r.2016 – 2018) [6].

## 2 NOSNÍKY TYPOVÉHO RADU VPH-PTMN 2010 [2]

V roku 2010 bol uvedený do výroby nový typový rad mostných nosníkov VPH-PTMN 2010[3]. Aby sa minimalizovali náklady na úpravu oceľových foriem bol pri návrhu nových nosníkov rešpektovaný tvar dolnej príruby nosníkov MDP38, pozri obr.1.



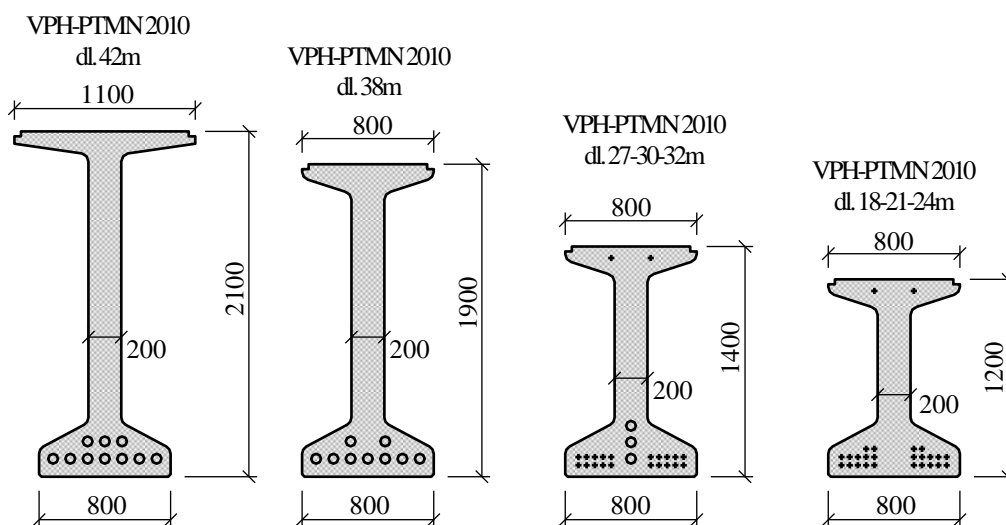
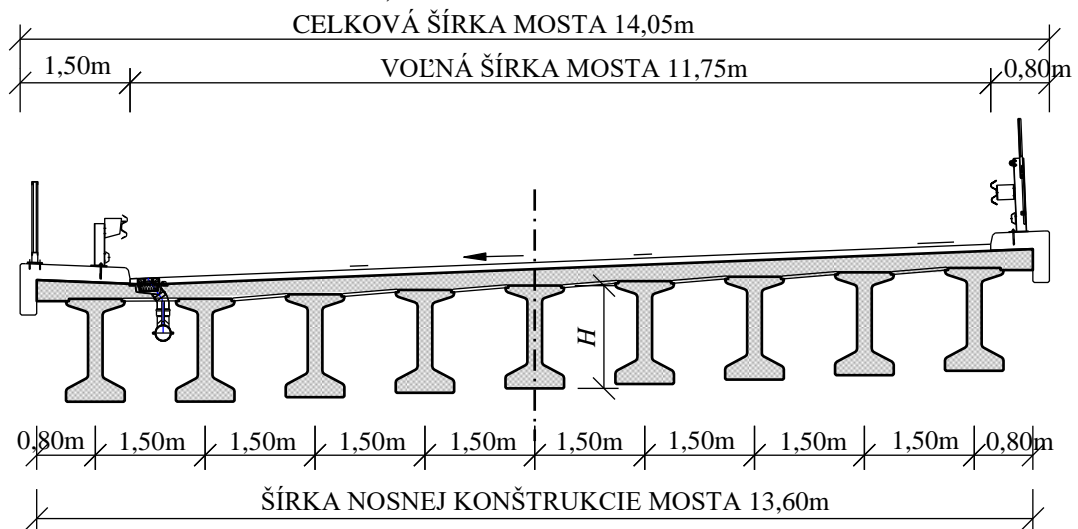
Obr.2 Úprava foriem pre výrobu nosníkov VPH-PTMN 2010

Na jednej z predpínacích liniek sa upravila forma tak, aby bolo možné vyrábať nosníky max. výšky 1,4m. Odobraním 200mm stenovej vložky je možné vyrábať nosníky výšky 1,2m. V druhej linke sa realizovali úpravy, ktoré umožnili vyrábať nosníky 42m dĺžky, výšky 2,1m vložení 200mm stenovej vložky, pozri obr.2.

Katalógy nosníkov VPH-PTMN 2010 pokrývajú prefabrikáty dĺžky 18-42m sú rozdelené do typov podľa ich výrobnéj výšky, (obr.3):

- Katalóg „I“ nosníkov dĺžky 18 -21-24m s výškou 1,2m (vopred predpätý)
- Katalóg „I“ nosníkov dĺžky 27-30-32m s výškou 1,4m (variant vopred resp. vopred/dodatočne predpätý)
- Katalóg „I“ nosníkov dĺžky 38m s výškou 1,9m (dodatočne predpätý segmentový)
- Katalóg „I“ nosníkov dĺžky 42m s výškou 2,1m (dodatočne predpätý segmentový)

### VZOROVÝ PRIEČNY REZ - D26,5



Obr.3 Nosníky VPH-PTMN 2010 pre dĺžku 24 – 32 - 38 – 42m

### 3 NOSNÍKY TYPOVÉHO RADU VPH-PTMN 2010 Z VHB [3]

V rámci úlohy „Aplikácia VHB pri výrobe mostných prefabrikátov“, bol primárne riešený problém vhodnej receptúry betónovej zmesi a jej spracovania vo formách pre výrobu „I“ nosníkov VPH-PTMN 2010, výšky 1,4m. Počas štandardnej výroby nosníkov boli vo forme vybetónované aj segmenty z VHB dĺžky 1,0m z betónu C80/95 podľa receptúry č.R10/Váh. Pri počiatočných skúškach betónovej zmesi boli dosiahnuté po dvoch dňoch priemerné hodnoty pevnosti a modulu pružnosti 48,5MPa/31,5GP a po 28 dňoch 94,0MPa/42,0GPa.

V segmentoch bola osadená identická vystuž a rúrky káblových kanálikov ako vo vyrábanom nosníku. Touto skúškou sme overovali kvality povrchu nosníka (dutínovosť) pri štandardnom postupe ukladania betónovej zmesi a jej zhuťovania systémom príložených vibrátorov osadených na existujúcej forme. Výsledky tejto práce boli publikované v [2]. Staticko - ekonomická analýza na nosníkoch dĺžky 32m a doplnená o nosníky dĺžky 42m pri riešení úlohy v kap.5 preukázala, že úspory vyplývajúce z redukcie počtu nosníkov v priečnom reze mosta (cca o 1 až 2 ks) ich transportu a montáže neprevyšujú výrazne náklady na výrobu VHB betónu.

### 4 NOSNÍKY TYPOVÉHO RADU VPH-PTMN 2016 [4]

Typový rad nosníkov **VPH-PTMN 2016** bol vypracovaný s cieľom doplniť sortiment vopred predpätých nosníkov pre krátke rozpätia a výškovo obmedzené prekážky.

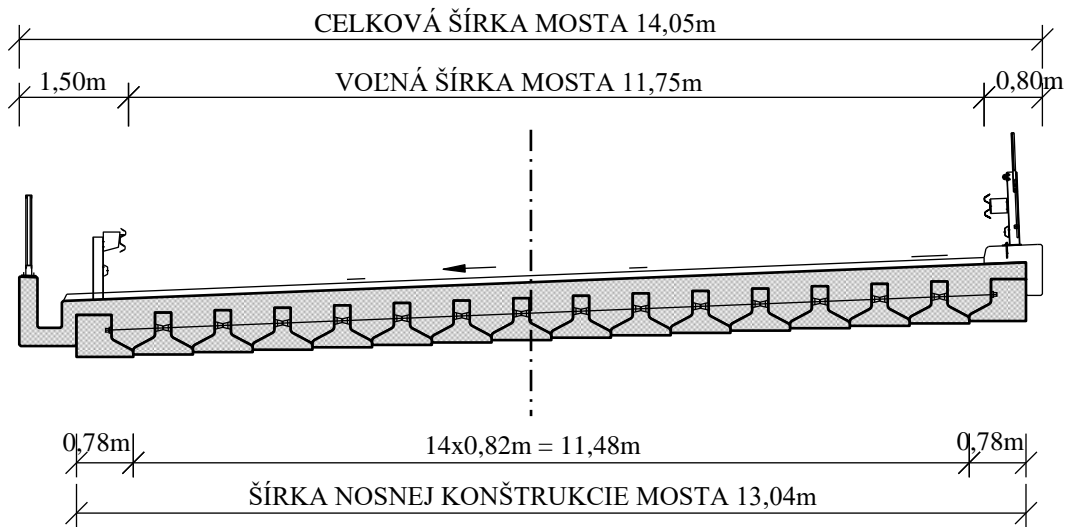
V sortimente nosníkov z r. 2010 chýbal sortiment mostných prefabrikátov pre krátke rozpätia 9 až 15m. Pre tieto rozpätia možno použiť atypické nosníky tvaru obráteného „T“ spriahnutých s monolitickou železobetónovou doskou. Na návrh riešiteľa bola táto kategória nosníkov doplnená o systém tzv. doskovej konštrukcie zostavenej z vopred predpätých nosníkov tvaru obráteného „T“, ktoré sa po doplnení spriahajúcej výstuže zabetónujú in situ bez použitia podperného debnenia (obr.3). Toto riešenie umožňuje realizovať malé mosty veľmi rýchle a vysoko ekonomický. Základné typy prefabrikátov spolu s dobetónovanou železobetónovou doskou sú uvedené v katalógu:

- Katalóg nosníkov tvaru obráteného „T“ dĺžky 11,13,15m (VPH-PTMN 2016 - PM) pre doskové mosty

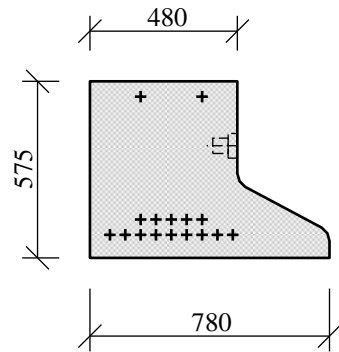
Tab.1 Výrobný sortiment nosníkov VPH-PTMN 2016 - PM

Dĺžka nosníka (m)	Výška (mm)	Celková výška NK po dobetónávke (mm)	Tiaž nosníka (ton)	
			stredný	krajný
11	400	525	5,1	6,6
13	500	625	6,8	9,4
15	575	700	8,5	12,2

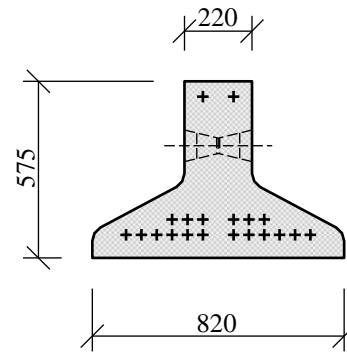
## VZOROVÝ PRIEČNY REZ - D26,5



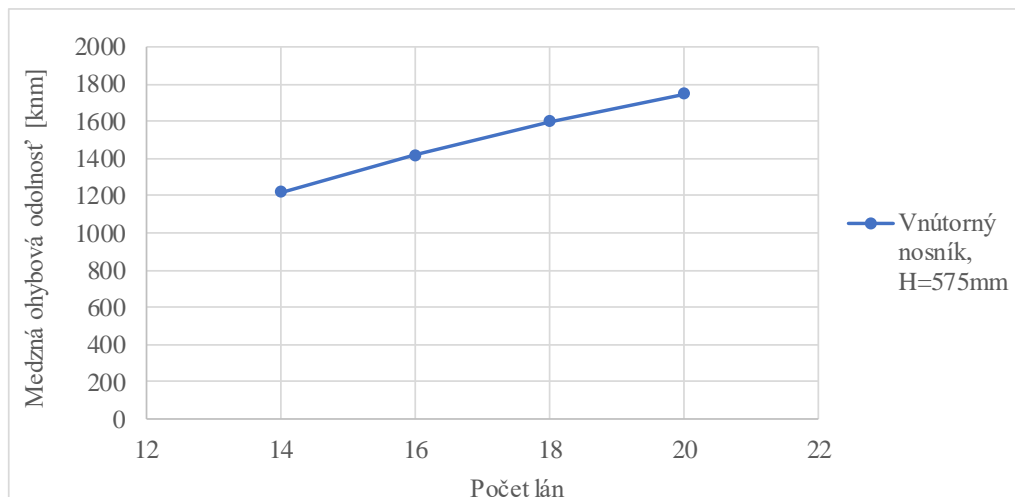
VPH-PTMN 2016 – PM dl. 15m,  
 tvar krajného prefabrikátu „K“



VPH-PTMN 2016 – PM dl. 15m,  
 tvar medziľahlého prefabrikátu „M“



Obr.4 Nosníky VPH-PTMN 2016 – PM pre dĺžku 15m



Obr.5 Ohybová odolnosť vnútorného nosníka „M“ v závislosti od počtu predpínacích jednotiek

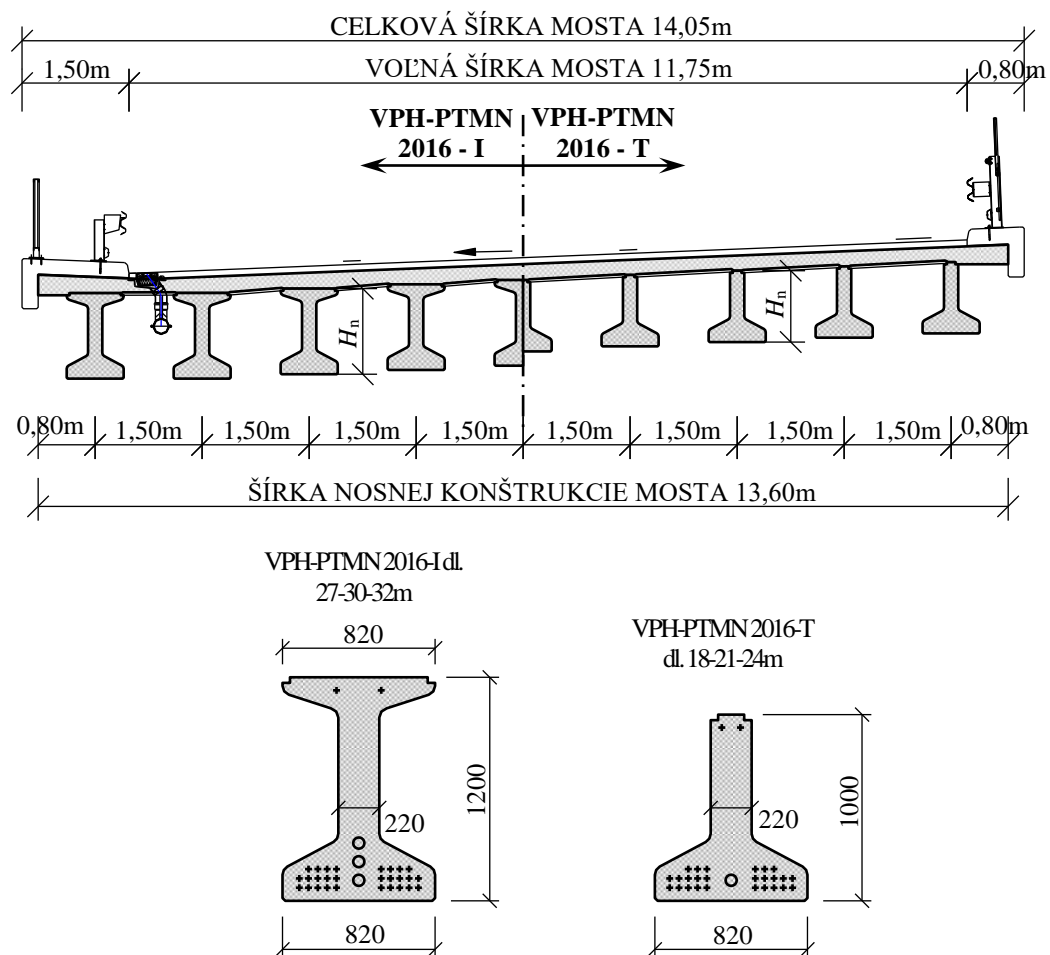
Aby bolo možné optimalizovať výrobu nosníkov VPH-PTMN 2016 - PM pre všetky nosníky uvedené v tab.1, boli vypracované grafy závislosti ohybovej odolnosti nosníka na veľkosti použitého predpätia.

Pre mosty na križeniach dopravných komunikácií, kde sú limitované výšky zdola prejazdovým gabaritom a zhora niveletou komunikácie, bolo potrebné vypracovať katalógy s minimalizovanou výškou nosnej konštrukcie pre rozpätia 18 až 32m :

- Katalóg nosníkov tvaru obráteného „T“ dĺžky 18,21,24m so zníženou výškou 1,0m (VPH-PTMN 2016-T)
- Katalóg „I“ nosníkov dĺžky 27-30-32m so zníženou výškou 1,2m (VPH-PTMN 2016-I)

Rozhodli sme sa riešiť túto úlohu znížením výšky typových „I“ nosníkov VPH-PTMN 2010 o 200mm, obr.6. Pri nosníkoch dĺžky 18-24m, výšky 1,0m, bolo potrebné vynechať hornú prírubu a použiť nosníky tvaru obráteného „T“. Aby sme dokázali udržať deformácie nosnej konštrukcie v požadovaných limitoch, bolo potrebné zväčšiť plochu nosníka rozšírením formy o 20mm.

#### VZOROVÝ PRIEČNY REZ - D26,5



Obr.6 Nosníky VPH-PTMN 2016-I a VPH-PTMN 2016-T pre dĺžky 18 až 32m

## 5 NOSNÍKY TYPOVÉHO RADU VPH-PTMN 2018 [5]

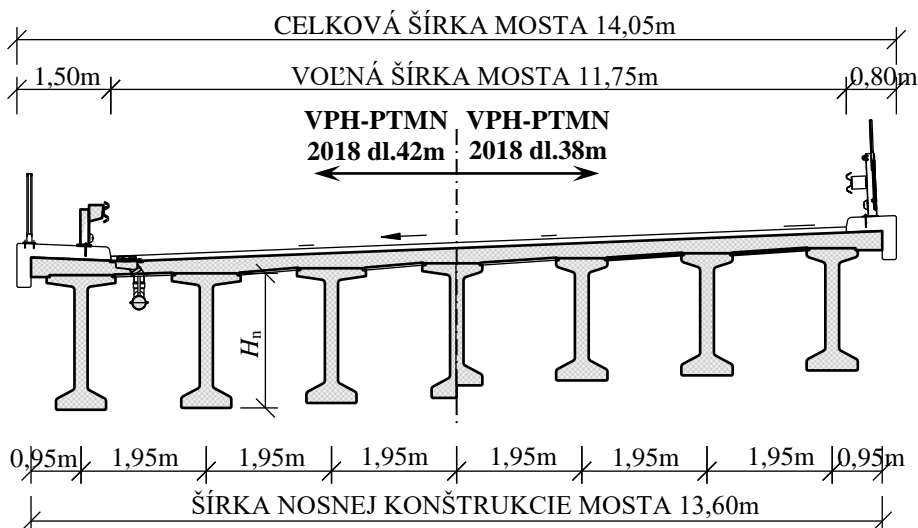
V minulom roku boli rozpracované kritéria pre zadania vývojovej úlohy „Redukcia počtu prefabrikátov v priečnom reze mosta“. Úspešnosť riešenia tejto úlohy je spätá s vývojovou úlohou „Vlákno betónové debniace dosky s výstužou GFRP“. Sortiment debniacich dosiek prešiel výrobnými a zaťažovacími skúškami v prefe Horný Hričov a pokrýva rozpätia od 500 – 1800mm. V súčasnosti sa pripravuje ich certifikácia. Paralelne so statickou analýzou prebehla aj ekonomická, zahrňujúca materiálové, dopravné a montážne náklady. Zo statickej analýzy vyplynula možnosť redukcie počtu nosníkov z 9ks na 7ks pri prostých poliach a na 6ks pri spojitých poliach mostoch na komunikáciách D26,5. Pri komunikáciách C7,5 bude priečný rez mosta zostavený z 5, resp. 4 ks prefabrikátov. V riešení sú nasledovné katalógy :

- Katalóg „I“ nosníkov dĺžky 38m s výškou 1,95m (prosté polia – spojitá polia)
- Katalóg „I“ nosníkov dĺžky 42m s výškou 2,15m (prosté polia – spojitá polia)

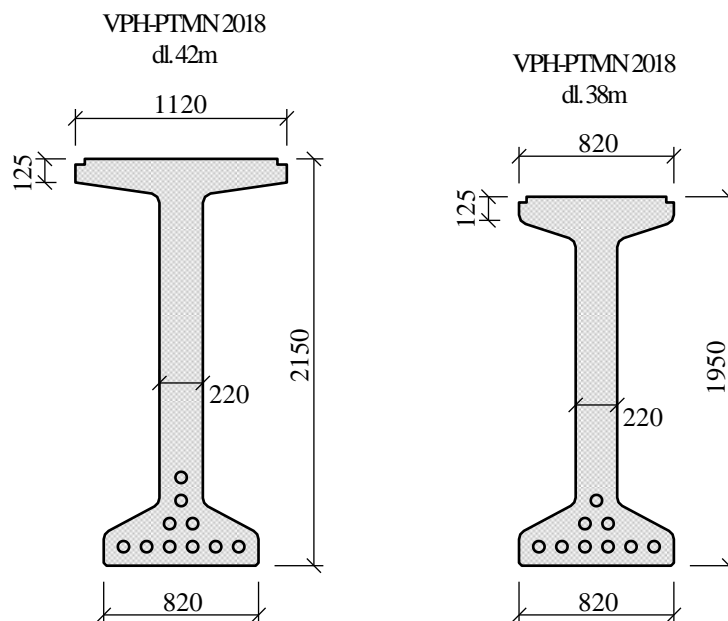
Tento typový rad nosníkov (obr.7,8) sa bude líšiť od radu 2010 (obr.2) hrubšou stenou o 20mm – vyplynulo to z použitia väčších 5 lanových predpínacích jednotiek PROJSTAR CH-5/2S. O 50mm sa zväčší horná prírubica, ktorá musí byť vystužená mäkkou výstužou, aby preniesla väčšiu tiaž čerstvého betónu v podopretí debniacej dosky.

V zadaní riešenia sa objavila aj striktná požiadavka na hodnotu modulu pružnosti betónu v čase vnesenia predpätia. Pre betón triedy C55/67 požadujeme modul pružnosti  $E_b = 34\text{--}36\text{GPa}$ . Je všeobecne známe, že sa pri návrhu predpätých prefabrikátov sleduje len aktuálna pevnosť betónu. Už menej sa sleduje modul pružnosti a prakticky sa zanedbávajú reologické vlastnosti, ako sú zmršťovanie a dotvarovanie. Pri veľkorozponových prefabrikátoch nadmerné vzopätie vyrába problém parazitného betónu v oblastiach uloženia. S touto hmotou treba rátať v materiálových nákladoch, ako aj v zaťažení spodnej stavby.

### VZOROVÝ PRIEČNY REZ - D26,5



Obr.7 Nosníky VPH-PTMN 2018 pre dĺžky 38 až 42m



Obr.8 Priečne rezy nosníkov VPH-PTMN 2018

## 1 ZÁVERY

V tomto príspevku sme zosumarizovali viac ako 4 ročné obdobie veľmi aktívnej vývojovej práce firmy Váhostav-SK,a.s. v oblasti mostnej prefabrikácie. Napriek problémom, ktoré v nedávnej dobe firmu postihli, nový management sa rozhodol investovať do budúcnosti. Predstavený široký sortiment mostných prefabrikátov umožňuje firme veľmi rýchle a fundovane reagovať na požiadavky objednávateľov a projektantov.

## Literatúra

- [1] M. Moravčík, M.Chandoga, A.Jaroševič a kol. : Zaťažovacia skúška nosníka DMP 38m. Správa zo zaťažovacej skúšky, Žilina, júl 2008
- [2] Katalógy nosníkov VPH-PTMN 2010 pre rozpätia 18-42m. Spracovateľ Projstar-PK,s.r.o., M.Chandoga – zod.proj, A. Prítula, J. Sedlák, M. Moravčík
- [3] Prefabrikovaná lávka z VHB. M.Chandoga, a kol., Národná správa SNK pre 4.kongres fib v Mumbaj. Inžinierske stavby 06/2013
- [4] Katalógy nosníkov VPH-PTMN 2016 pre rozpätia 9 - 32m. Spracovateľ Projstar-PK,s.r.o., M.Chandoga – zod.proj, A. Prítula, P.Paulík
- [5] Katalógy nosníkov VPH-PTMN 2018 pre rozpätia 38-42m. Prípravná analýza. Spracovateľ Projstar-PK,s.r.o.- M.Chandoga – zod.proj, A. Prítula. Bratislava 12/2017