

Činnosť geodeta pri výstavbe obj. 205 na stavbe: Jánovce – Jablonov, I. úsek

Technológia postupného vysúvania nosnej konštrukcie

Ing. Marek Matiaš
Ing. Miroslav Garaj
Ing. Ladislav Karch

Abstrakt:

Výstavba mostov je náročná stavebná činnosť. Možnosti budovania sú dané dobou, v ktorej dielo realizujeme. Tá dnešná prináša progresívne technológie, umožňujúce využiť ľudské poznanie a um na kvalitnejšiu, rýchlejšiu a ekonomickejšiu realizáciu stavebného diela. Jednou z takýchto technológií je aj metóda postupného vysúvania nosnej konštrukcie (ďalej len NK) . V príspevku sa zaoberáme samotnou metódou, jej výhodami, technickými prvkami a pomocnými konštrukciami v nadväznosti na geodetické činnosti.

Geometrickým základom všetkých prác je vytyčovací sieť ako základ, na ktorý sa viažu všetky geodetické činnosti, ako vybudovanie spodnej stavby, geodetické práce pred, počas a po samotnom výsuve nosnej konštrukcie a geodetický monitoring počas výstavby. Toto sú hlavné časti z náplne činnosti geodeta. Pri týchto prácach je nutná istá dávka skúseností s obdobnými dielami a úzka kooperácia v trojuholníku projektant – stavbár – geodet pri príprave a samotnom výsuve NK.



Obr. č. 1 pohľad na obj. 205 vo výstavbe

Úvod

V septembri 2011 sa začalo s výstavbou mostného obj. 205 na úseku diaľnice D1 Jánovce – Jablonov I. úsek. Objekt, ktorý premostňuje Iľiašovský potok s celkovou dĺžkou vyše 400 m realizuje spoločnosť Bögl a Krýsl, k.s. Geodetické činnosti zabezpečuje GEFOS SLOVAKIA, s.r.o.

Mosty a ich nosné konštrukcie sa budujú rôznymi technológiami. Jednou z nich je metóda postupného vysúvania.

Pri tejto metóde je nosná konštrukcia mostu vyrábaná po častiach v tzv. výrobni, ktorá je umiestnená v priestore za jednou z opôr. V priebehu výstavby je NK vysúvaná cez všetky pevné opory resp. piliere spodnej stavby.

Jej hlavnou výhodou je koncentrácia stavebnej činnosti počas zhotovenia debnenia, výstuže a betonáže do jedného pomerne malého priestoru – výroby. Tým je uvoľnený celý priestor pod budúcim mostom počas výstavby. Toto pozitívum umožňuje využívať technológiu vysúvania NK hlavne v neprístupnom teréne alebo v exponovaných miestach z hľadiska ochrany prírodného prostredia. Vysúvanie je výhodné iba za určitých podmienok, ktoré ovplyvňuje jej použiteľnosť a taktiež aj ekonomické parametre výstavby, pretože je v dnešnej dobe prvoradá cena diela.

Základným predpokladom pre úspešnú realizáciu tejto technológie je dodržanie vysokej presnosti všetkých geometrických parametrov dráhy výsuvu a výroby. Toto kladie vysoké nároky na činnosť geodeta pri výstavbe, t.j. od prípravy a štúdia projektu cez návrh a realizáciu vytyčovacej siete, meračské práce pri budovaní výroby, osadení klzných dosiek, práce pri samotnom výsuvu (navádzanie) až po porealizačné zameranie a geodetický monitoring počas výstavby mosta.

IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE MOSTA

Stavba

Názov stavby: Diaľnica D1 Jánovce - Jablonov

Objekt stavby: 205-00 Most na diaľnici nad Iľiašovským potokom v km 5,006 D1

Miesto: Prešovský kraj – okres Spišská Nová Ves

Katastrálne územie: Iľiašovce

Druh stavby: novostavba

Stupeň dokumentácie: Dokumentácia na realizáciu stavby

Stavebník

Názov stavebníka: Národná diaľničná spoločnosť, a.s.,

Projektant

Názov a adresa: Združenie Jánovce – Jablonov

Vedúci člen združenia: Geoconsult s.r.o.

Člen združenia: Valbek s. r. o.

Člen združenia: HBH Projekt, s. r. o.

2.1. Lokálna vytyčovací sieť

Potreba lokálnych vytyčovacích sietí (ďalej LVS) pri výstavbe mostov je zrejmá z hľadiska dodržania kvalitatívnych parametrov geometrie mostných objektov. Predmetom prác bolo určenie súradníc a výšok bodov LVS. Geodetické, meračské a výpočtové práce boli realizované v štátnom polohovom súradnicovom systéme **jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej (S-JTSK)** - lokálnom a výškovom systéme **Baltskom po vyrovnaní (Bpv)**.

Rozmiestnenie bodov LVS bolo navrhnuté tak, aby konfigurácia vyhovovala potrebám výstavby mostného objektu t.j. tak, aby bola zabezpečená vzájomná viditeľnosť a signalizácia aj po vybudovaní spodnej či hornej stavby mosta a aby bola zabezpečená ich stabilita a ochrana počas a po výstavbe. V rámci optimalizácie nákladov na vybudovanie bodov LVS sme využili aj body základnej vytyčovacej siete, ktorých umiestnenie je vhodné na realizáciu prác na mostnom objekte.



Obr. č. 3 rozmiestnenie bodov LVS 205

Stabilizácia bola prevedená oceľovými rúrami vyplnenými betónom a obetónovanými o celkovej dĺžke 3m (cca 1,7 m pod úroveň terénu a hlava piliera cca 1,3 m nad terénom) s vyvrtaným otvorom pre upevnenie odrazného hranola resp. prístroja a v spodnej časti s čapovou nivelačnou značkou.

Určenie súradníc môžeme rozdeliť do troch etáp:

1. určenie približných súradníc bodov LVS – spočíva v pripojení merania na body základnej vytyčovacej siete . V našom prípade to boli body číslo 682-16 a 683-17.
2. terestrické meranie smerov a dĺžok – v tejto etape sme vykonali merania smerov a dĺžok v nadbytočnom počte
3. spracovanie resp. vyrovnanie – po vyrovnaní smerov a dĺžok, nasledovalo vyrovnanie metódou MNS ako voľnej siete Helmertovou transformáciou. Charakteristiky presnosti v tabuľke vyjadrujú vnútornú presnosť danej LVS.

Tabuľka č. 1 vyrovnané súradnice bodov LVS a charakteristiky presnosti

Číslo bodu LVS	S-JTSK lokálny		Bpv	Stredné chyby určenia súradníc a výšok bodov				Poznámka
	Y	X	Z	my	mx	mxy	mz	
	[m]	[m]	[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
205.1	315 760.794	1 205 517.227	573.0104	0.80	0.82	0.81	0.5	pilier-novovovobybudovaný
205.2	315 671.451	1 205 578.555	572.0268	0.56	0.53	0.54	0.5	pilier-novovovobybudovaný
205.3	315 485.995	1 205 580.475	574.0275	0.65	0.49	0.58	0.4	pilier-novovovobybudovaný
205.4	315 814.167	1 205 726.050	587.8786	0.58	0.46	0.52	0.1	pilier/bod ZVS 683-017
205.5	315 682.230	1 205 755.858	576.3303	0.45	0.37	0.41	0.3	pilier-novovovobybudovaný
205.6	315 564.420	1 205 793.176	564.0351	0.62	0.49	0.56	0.5	pilier-novovovobybudovaný
205.7	315 409.389	1 205 592.373	585.2320	0.90	0.92	0.91	0.5	pilier-novovovobybudovaný

Pre určenie výšok nivelačných značiek, ktoré spĺňajú požiadavky STN, sme zvolili metódu presnej nivelácie (PN). Použili sme nivelačný prístroj Leica DNA 003 a dvojicu kódových nivelačných lát. Vzťahnými výškami boli výšky bodov základnej vytyčovacej siete. Pri meraní boli dodržané všetky podmienky pre metódu presnej nivelácie. Merania tam-späť a uzavreté nivelačné ťahy.

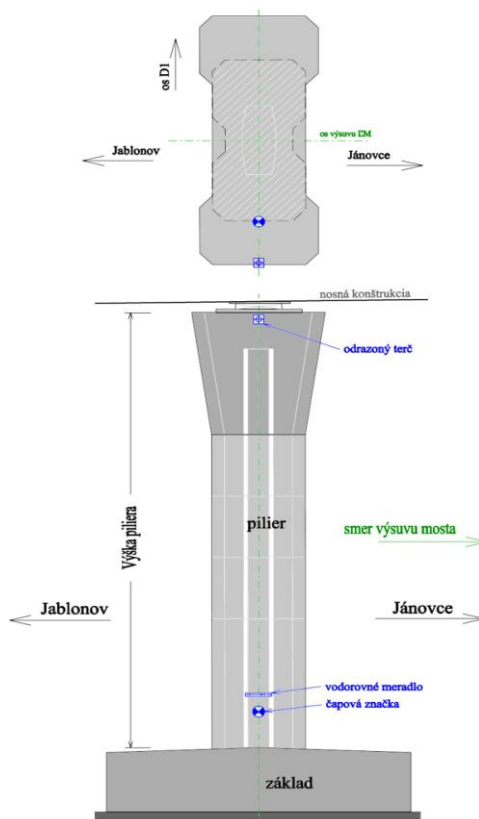
2.2. Projekt merania posunov a deformácií počas výstavby

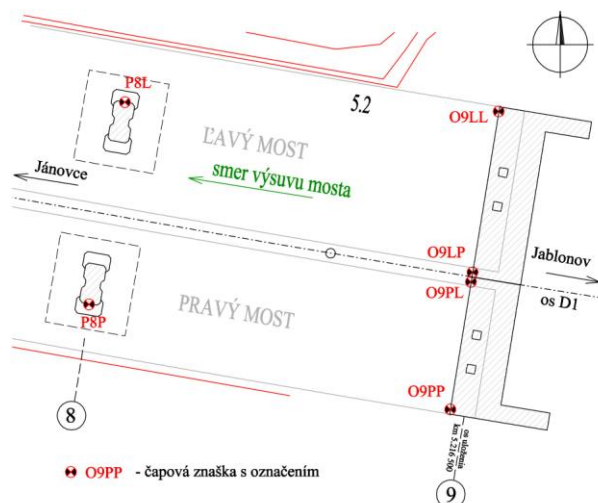
Účelom merania posunov a deformácií na mostných objektoch je overovať správnosť nameraných a očakávaných hodnôt prípadných posunov alebo deformácií. V druhom rade je to aj sledovanie stavu stavby z hľadiska funkcie a bezpečnosti. Časové a technické rozvrhnutie geodetických meraní posunov a deformácií mostných objektov je potrebné riešiť v koordinácii hlavného geodeta stavby, geodeta zhotoviteľa, zodpovedného projektanta mosta a zhotoviteľa stavby.

V projekte monitoringu sa zadefinujú tieto skutočnosti:

- Predmet monitoringu - horizontálne posuny, vertikálne posuny, deformácie.
- Rozmiestnenie pozorovaných bodov, meračské metódy, vzťahná sieť (body LVS).
- Etapy merania – na základe požiadaviek projektanta a STN 73 0405 sa stanoví ich počet vzhľadom na stav a čas výstavby mosta, tzn. v ktorých etapách vlastnej výstavby sa merania vykonávajú resp. v akých časových intervaloch.
- Požadovaná presnosť merania – očakávané a kritické/medzné hodnoty prípadných posunov a deformácií.
- Interpretácia dosiahnutých výsledkov – grafické, tabuľkové znázornenie nameraných hodnôt.
- Spôsob/forma predávania výsledkov – projektant, dozor, stavba...

Obr. č. 4 rozmiestnenie pozorovaných bodov – spodná stavba





Obr. č. 5 rozmiestnenie pozorovaných bodov – spodná stavba

3. Výstavba spodnej stavby

Pre realizáciu samotného výsuvu NK musí byť splnených niekoľko požiadaviek. V prvom rade musí byť hotová spodná stavba (ďalej SS) v dostatočnom predstihu, aby bolo možné zrealizovať všetky pomocné konštrukcie výsuvnej technológie (to znamená minimálne opora, od ktorej sa začína samotný výsuv a tri celé podpory), aby bola zachovaná kontinuita etapovitosti jednotlivých výsuvov. Zároveň s budovaním SS stavby sa buduje aj výrobňa.

Spodná stavba je založená na veľkopriemerových pilotách a mikropilotách. Potom sa postupne buduje SS po častiach - podkladový betón, základ, dříek a hlava piliera. Samotný dříek sa kvôli výške (20 – 30m) betónuje po etapách /taktach/. Debnenie každého taktu je pred betonážou zrekifikované a kontrolne zamerané. Následne sa dobetónuje hlava piliera, ktorá svojim tvarom umožňuje využitie budovania NK výsuvnou technológiou. Najčastejšie používanou meračskou metódou pre geodetické činnosti pri výstavbe SS je metóda prechodného stanoviska s následným vytýčením alebo zameraním podrobných bodov.



Obr. č. 6 3D model zrealizovanej časti spodnej stavby

4. Výstavba, výsuv NK mosta

Z dôvodu kontaktu nosnej konštrukcie s podperami behom jej výsuvu je potreba, aby krivosť bola v celom vysúvanom úseku konštantná. Túto podmienku spĺňa buď priamka alebo kružnica, čo je aj náš prípad výsuvu po kružnici s polomerom 5 675 m.

Geodetické činnosti počas výsuvu môžeme rozdeliť do troch etáp:

1. pred samotným výsuvom (výrobňa, klzné ložiská)
2. počas samotného výsuvu (smerové a výškové riadenie NK, posuny a deformácie)
3. po výsuve (zameranie kontrolných bodov na NK, posuny a deformácie)

4.1. Práce pred samotným výsuvom

Pred výsuvom sa vo výrobni zabetónuje časť NK, tzv. lamela. Geodet sa podieľa svojou činnosťou pri budovaní výroby, pri osadení klzných ložísk na piliere, pri montáži a nastavovaní debnenia vo výrobni a následne pri porealizačnom zameraní zabetónovanej lamely.

Lamela sa betónuje v dvoch etapách:

1. spodná doska a bočné steny vid'. obr. č.7
2. horná doska nosnej konštrukcie – mostovka

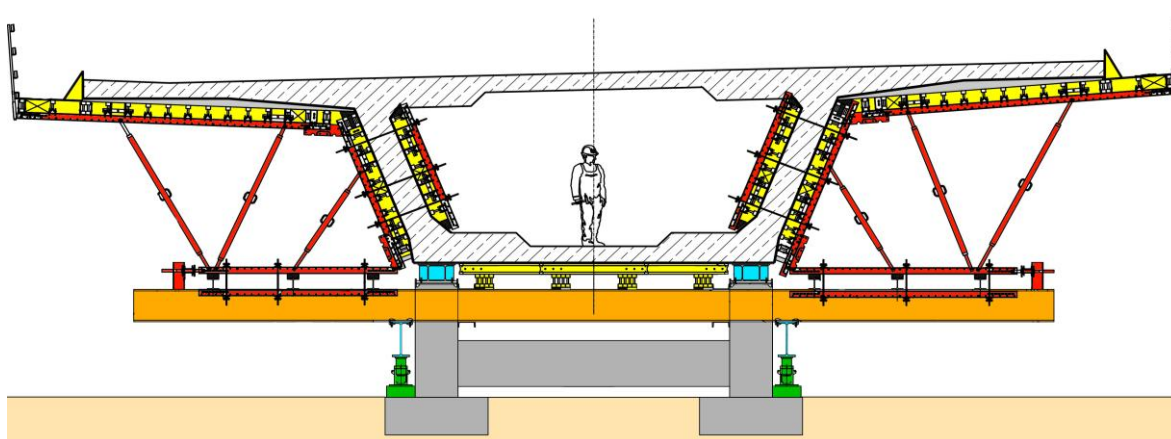
4.1.1. Výrobňa

Nosná konštrukcia mosta je vyrábaná po častiach tzv. lamelách vo výrobni. Dĺžka lamely je navrhovaná na cca $\frac{1}{2}$ rozpätia vnútorného poľa. Styky lamiel sú situované v definitívnej polohe do $\frac{1}{4}$ poľa.



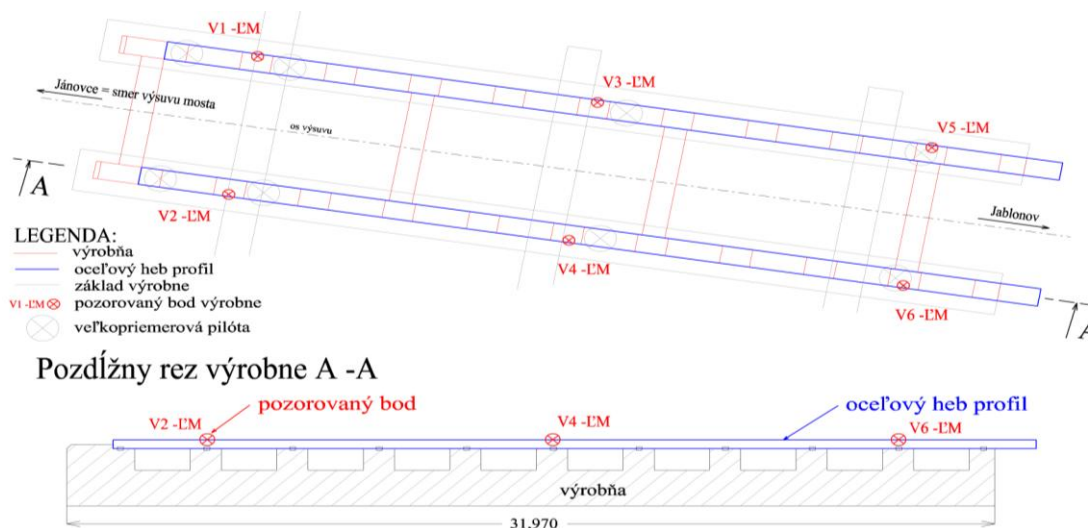
Obr. č. 7 foto výroby po betonáži 1.časti lamely

1. Kontrola stability výroby – sadanie
2. Nastavenie a kontrola debnenia pred betonážou 1.a 2. časti lamely
3. Porealizačné zameranie lamely v charakteristických bodoch NK v rezoch po 3m
ako doklad kvality realizácie lamely vo výrobni



Obr. č. 8 priechový rez NK vo výrobni

Výrobňa je hĺbkovo založená na veľkopriemerových pilotách, na ktorých sú zhotovené betónové základy a samotný betónový objekt výrobne. Nasleduje osadenie hydraulických zdvižných lisov a pozdĺžnych oceľových hebových profilov, po ktorých sa bude samotné teleso NK vysúvať. Ich osadenie sa realizuje s relatívnou výškovou presnosťou $\pm 1\text{mm}$. Ďalším krokom je zhotovenie samotného debnenia celkového profilu. Vysoké nároky sa kladú na presnosť tvaru a priestorového zhotovenia debnenia. Vo vysokej miere ovplyvňuje tvar celej NK a prípadné deformácie by komplikovali samotný priebeh výsuvu, až by ho znemožnili. Výrobňa musí byť počas celého budovania mosta polohovo aj výškovo nemenná. Jej deformácie, poklesy sú preto počas výstavby sledované. Prípadné sadanie by ovplyvňovalo tvar klznej plochy NK, čomu je treba predísť.



Obr. č. 9 rozmiestnenie pozorovaných bodov výrobne

4.1.2. Klízne ložiská

Predstavujú na pilieroch dvojice oceľovo-elastomerových klzných ložísk s integrovaným postranným vedením a silikónom namastených PTFE (teflónových) klzných doskách. Pri výsuvu sa nosná konštrukcia posúva po podperách umiestnených vo výrobni a na spodnej stavbe. K tomuto účelu sú usporiadané oceľové konštrukcie s presným sklonom klznej plochy. Tá je ošetrená lešteným nerezovým plechom, na ktorý sa vkladajú klzné dosky z teflónu. Správne vedenie konštrukcie v priestore je zabezpečené smerovým vedením, ktoré sa zaisťuje

špeciálnymi konštrukciami pre bočné vedenie s analogickým princípom pomocou teflonových dosiek.

- Geodetické činnosti:
1. Vytýčenie osi výsuvu a výšky na jednotlivé piliere
 2. Kontrola uloženia klzných blokov/ložísk - poloha/výška



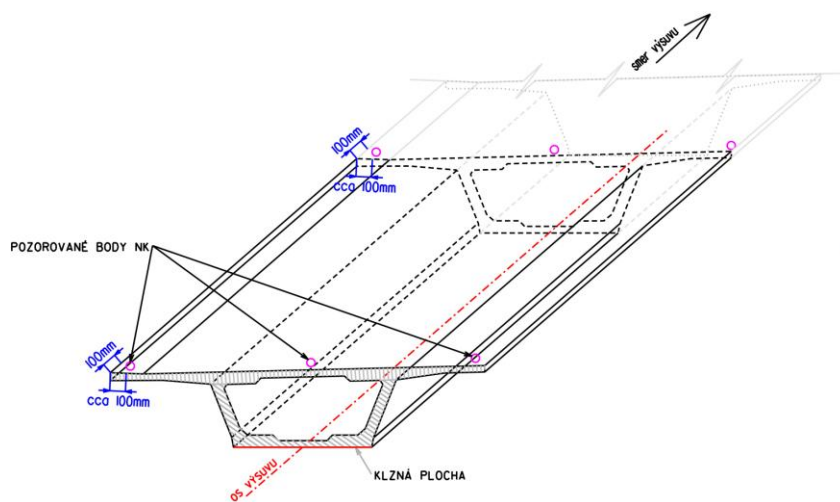
Obr. č. 10 dočasné ložiská/klzne bloky

4.2. Práce počas jednej etapy výsuvu

Počas výsuvu pracujú na stavbe dve meračské skupiny.

Meračská skupina č.1.: Kontrola polohy NK počas vysúvania v kontrolných bodoch = smerové vedenie. Sledovanie navádzacieho oceľového nosa pred nábehom na klzné ložisko na pilieri.

Meračská skupina č.2.: Monitoring počas jednej etapy výsuvu – náklony pilierov



Obr. č. 11 rozmiestnenie kontrolných bodov na lamele



Obr. č. 12 signalizácia

4.2.1. Kontrola polohy NK resp. navádzanie NK

Činnosť prvej meračskej skupiny spočíva v zameriavaní kontrolných bodov na NK (kontr. body = pozorované body v rámci lamely, viď. obr. č.11-12). Postup merania z prechodného stanoviska zvoleného tak, aby bola zabezpečená viditeľnosť a prístupnosť kontr. bodov, ktoré sa nachádzajú na hornej ploche lamely, v konštantnej vzdialenosti od osi lamely. Tieto body reprezentujú okamžitý tvar a polohu vysúvanej časti mosta a sú

stabilizované meračskými klincami. Spojenie je zabezpečené vysieľačkami a komunikácia prebieha medzi geodetom – meračom a vedúcim pracovníkom výsuvu. Geodet sleduje priečne vedenie NK a hlási namerané hodnoty. Druhou významnou úlohou je operatívne sledovanie a navádzanie nosu pred nábehom na pilier/dočasné ložisko. Podstatou je určenie priehybu oceľového nosu a následne sa montéri vedia pripraviť na práce s hydraulickým zariadením, ktoré dostane NK do požadovanej výšky.

Výsuvné zariadenie: Pri výsuve je nosná konštrukcia mostu buď tlačaná alebo spúšťaná. V našom prípade to je tlačenie pomocou výsuvného zariadenia s malým krokom 25 cm. Krok je závislý na použitej technike.



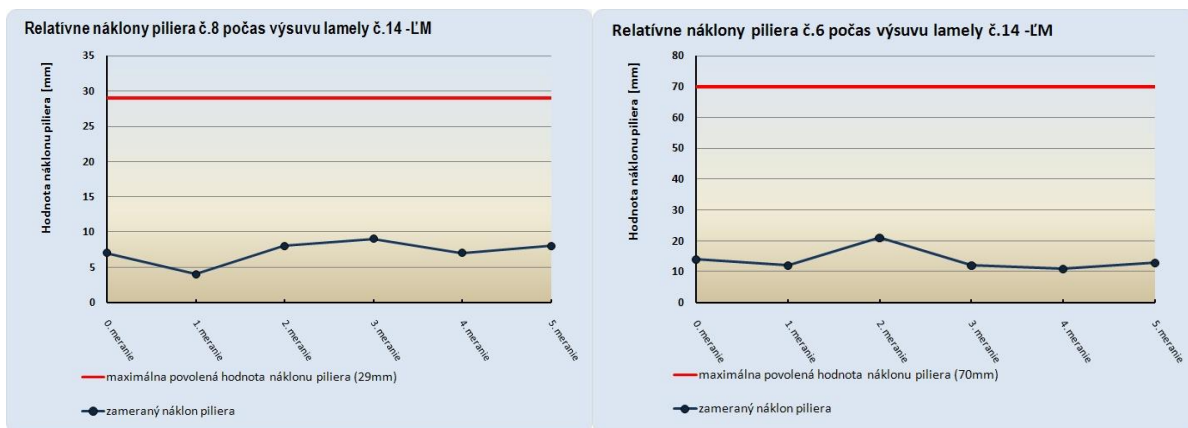
Obr. č. 13 výsuvné hydraulické zariadenie



Obr. č. 14 obslužné zariadenie

4.2.2. monitoring počas výsuvu jednej etapy výsuvu

Činnosť druhej meračskej skupiny môžeme charakterizovať ako sledovanie náklonov pilierov počas jednej etapy výsuvu. Pred výsuvom určíme nultú etapu a porovnáme so stavom po ostatnom výsuve. K nulte etape vzťahujeme merania počas výsuvu na opore č.9 a všetkých pilieroch. Podstatné je informovať vedúceho výsuvu o náklonoch vo vzťahu ku kritickým/medzným hodnotám. Tie dodáva projektant, ku každému pilieru je určená jeho kritická hodnota.



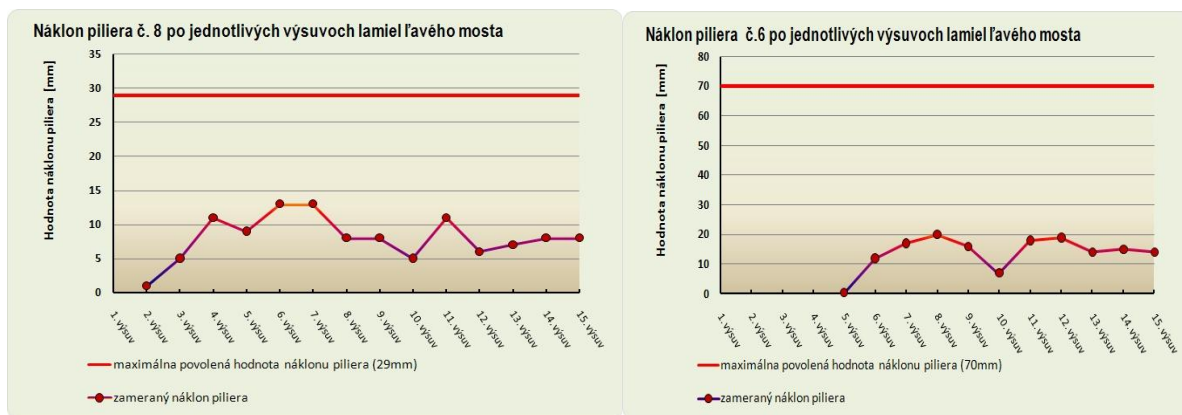
Obr. č. 15 znázornenie vývoja hodnôt náklonov počas výsuvu 14. lamely na pilieroch č.6 a 8

4.3. Činnosti po výsuvu

- Zameranie všetkých dostupných kontrolných bodov na NK – určenie súraníc x,y,z s vyhodnotením stavu NK po výsuvu, výsledkom je geodetický protokol.
- Sleduje sa stav pilierov (náklony - viď. tab.č.2) a určia sa výšky nivelačných značiek pilierov (sadanie) s doplnením hodnôt do geodetického protokolu – monitoringu počas výsuvu NK.

Tabuľka č. 2 monitoring pilierov - náklony

Číslo Piliera	Výška piliera h	Krajná hodnota náklonu	0.meranie Nezaťažený pilier	12.etapa merania 7.1.2013		13.etapa merania 13.1.2013		14.etapa merania 6.2.2013		15.etapa merania 22.2.2013	
				náklon	Rozdiel etáp 12. - 0.	náklon	Rozdiel etáp 13. - 0.	náklon	Rozdiel etáp 14. - 0.	náklon	Rozdiel etáp 15. - 0.
	[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
8- EM	16,331	29	97	91	-6	90	-7	89,0	-8	90	-7
7- EM	23,095	70	106	85	-21	83	-23	83,0	-23	84	-22
6- EM	23,165	70	101	82	-19	87	-14	86,0	-15	87	-14
5- EM	19,880	51	112	103	-9	101	-11	98,0	-14	99	-13
4- EM	20,550	51	87	79	-8	76	-11	74,0	-13	73	-14
3- EM	22,925	70	116	116	0	113	-3	93,0	-23	92	-24
2- EM	18,235	39	111	—	—	—	—	104,0	-7	97	-14



Obr. č. 16 Grafické znázornenie vývoja náklonov pilierov č.6 a 8 počas celkového výsuvu

Protokoly sa flexibilne posielajú na posúdenie projektantovi, dozorovi a zhotoviteľovi stavby. Na základe našich meraní vieme vyhodnotiť kvalitu resp. smerové a výškové pomery umiestnenia NK voči projektu v danom čase a posúdenie predpokladov/výpočtov so skutočnými hodnotami sadania a náklonov spodnej stavby. Tieto protokoly slúžia aj ako podklad ku fakturácii.

5. Záver

Výstavba mostov vysúvaním je metóda, ktorá je závislá na množstve pomocných oceľových konštrukcií, ktoré umožňujú jej výrobu a vysunutie do definitívnej polohy. Na

posuv mostnej konštrukcie po dráhe je potrebné dosiahnuť pri jej výstavbe vysokú presnosť. To platí aj o polohe jednotlivých podpier/pilierov, ale i tvaru podhl'adu nosnej konštrukcie, po ktorej dochádza k jej posunu. Počas výstavby sa často pracuje v ťažkých klimatických podmienkach a vo veľkých výškach. Preto netreba zabúdať na vplyv teploty ovzdušia a samotnej konštrukcie na výsledky meraní. Práce vo výškach vyžadujú školenia BOZP a vlastný zmysel pre opatrnosť pri výkone všetkých činností. Predpokladom úspechu je dokonale zohraný tím zložený zo skúsených pracovníkov zhotoviteľa mostu, zhotoviteľa výsuvu NK mostu, projektanta a geodeta mostu. Pri samotnom výsuve je potrebné postupovať obozretné, pretože zariadenie pracuje vzhľadom k veľkej hmotnosti nosnej konštrukcie s veľkými silami.

Môžeme skonštatovať, že táto metóda, ktorá je často používaná v zahraničí, nachádza vďaka odbornosti a skúsenosti firiem, pôsobiacich na našom trhu, uplatnenie aj na Slovensku a svojou efektívnou technológiou prispieva ku elegantnému riešeniu stavieb v náročných terénnych podmienkach.

LITERATÚRA:

- [1] materiál BaK – Technologický postup výsuvu...
- [2] Postrehy a názory projektanta Ing. Milan Šístek
- [3] STN 730405

Lektoroval: Ing. Václav Šanda