



V Praze dne 6.4.2023
Č. j. RSD-103127/2022-23

Příloha č. 5

DÍLČÍ OBJEDNÁVKA č.5

Souhrn smluvních dohod: 02PA-000369

Ze dne: 6.9.2019

Objednatel:

Ředitelství silnic a dálnic ČR
se sídlem: Na Pankráci 546/56, 140 00 Praha 4
IČO: 659 93 390
DIČ: CZ65993390

Dodavatel nebo Poskytovatel:

PRAGOPROJEKT, a.s.
Sídlo: K Ryšánce 1668/16, 147 54 Praha 4
IČO: 452 72 387
DIČ: CZ 45272387
jako Správce společnosti „PGP/INSET – D8
0805 Kancelář geotechnického monitoringu“

Tato dílčí objednávka je návrhem na uzavření dílčí smlouvy ve smyslu čl. III uzavřeného Souhrnu smluvních dohod (dále jen „SSD“). Způsob akceptace dílčí objednávky Poskytovatelem (uzavření dílčí smlouvy), obchodní a platební podmínky a další práva a povinnosti smluvních stran touto dílčí dohodou výslovně neupravená stanovuje SSD.

Na základě uzavřeného SSD u Vás objednávané služby „provedení doplnění vybavení vybraných 6-ti mostů s rozšířením o jejich sledování“ v rozsahu Přílohy č. 2 část B) – Soupis služeb s následujícím upřesněním plnění:

Provedení instalace měřicí soustavy a snímačů vybraných 6-ti mostů s následným monitoringem po dobu jednoho roku dle Projektu sledování mostů s vyhodnocením naměřených dat týkající se:

- SO A209 – Dálniční most přes údolí v Ječkách
- SO A225 – Nadjezd polní cesty u Litochovic
- SO B202 – Dálniční most u obce Vchynice v km 49,622-49,852
- SO D208 – Dálniční most přes údolí u Dobkoviček
- SO D224 – Nadjezd na silnici III/24723 Dobkovičky-Litochovice
- SO F211 – Dálniční most mezi tunely v km 58,568-58,689

pro komplexní upřesnění a aktualizaci všech modelových interpretací zájmového území, které jsou nezbytně nutné pro rozhodování a posouzení bezpečnosti užívání dálnice D8 0805 Lovosice – Řehlovice.

Místo dodání: Ředitelství silnic a dálnic ČR – Závod Praha

Termín dodání: od nabytí účinnosti objednávky do 31.5.2024

Kontaktní osoba objednatele:

Kontaktní osoba Poskytovatele:



Celková hodnota objednávky nepřekročí v Kč bez DPH / s DPH: 6 003 900,- / 7 264 719,-

Způsob platby – dílčí plnění po odsouhlasení a převzetí objednatelem v rozsahu:

- za osazení měřicí soustavy
- kvartálně za vyhodnocení monitoringu.

V případě a do té míry, že doplnění vybavení vybraných 6-ti mostů bude vyžadovat změnu veřejné zakázky, žádá Objednatel současně o předložení návrhu změny závazku včetně předběžného ocenění změny a odůvodnění tak, aby Objednatel mohl o změně závazku rozhodnout a zadat ji v souladu se zákonem č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek při naplnění podmínek Směrnice generálního ředitele ŘSD ČR č. 18/2017 v platném znění. Návrh změny závazku bude předložen v souladu se Souhrnem smluvních dohod, jednotlivé položky služeb budou v návrhu poskytovatele označeny shodně s označením činností dle přílohy č. 2 Smlouvy, zařazené v příslušné části či oddílu B) Geotechnický monitoring a průzkumy. Poskytovatel přitom zohlední všechny položky soupisu prací do jejich maximální výše včetně případné rezervy. Využitelné položky budou vždy odečteny z ceny. Poskytovatel dále předloží odůvodnění vzniku změny závazku a odůvodní objednateli případný časový dopad změny.

Přílohy:

Příloha č.1 - Projekt sledování mostů

Příloha č.2 – Oceněný soupis prací

Příloha č.3 – Osazení a četnost

Jméno a příjmení oprávněné osoby objednatele:

Digitálně podepsal

Jméno a příjmení oprávněné osoby dodavatele:

Ředitelství silnic a dálnic ČR
18.04.2023 19:13:57

NA DŮKAZ SVÉHO SOUHLASU S OBSAHEM TÉTO SMLOUVY K NÍ SMLUVNÍ STRANY PŘIPOJILY SVÉ UZNÁVANÉ ELEKTRONICKÉ PODPISY DLE ZÁKONA Č. 297/2016 SB., O SLUŽBÁCH VYTVÁŘEJÍCÍCH DŮVĚRU PRO ELEKTRONICKÉ TRANSAKCE, VE ZNĚNÍ POZDĚJŠÍCH PŘEDPISŮ.

Digitálně
podepsal Ing.

Datum:
2023.04.24
09:43:38 +02'00'



Dálnice D8, Stavba 0805 Lovosice - Řehlovice

SO A209, Dálniční most přes údolí V Ječkách, L a P most

Návrh na realizaci dlouhodobého sledování mostu po uvedení do provozu

Diagnostika metodami statiky stavebních konstrukcí

1. Stručná charakteristika mostu

Dvojice spojitých železobetonových předpjatých dvoutrámových mostů o 2 x 3 polích. Opěry železobetonové monolitické, mezilehlé podpěry tvoří dvojice samostatných železobetonových sloupů. Obě nosné konstrukce jsou uloženy na spodní stavbě pomocí dvojic ložisek (pevné na P2 u obou mostů vpravo).

2. Statické veličiny - sledování výškových pohybů spodní stavby

Měření je určeno ke dlouhodobému sledování svislé složky sedání podpěr. Soustava měřicích bodů bude rozmístěna na všech podpěrách v úrovni terénu vždy na obou jejich bočních lících (2 mosty x 4 podpěry x 2 body, tj. celkem 2 x 8 bodů). Opěry tedy budou osazeny dvojicí měřicích bodů na vnějších bočních stranách, sloupy pak vždy každý jediným bodem na vnější straně vzhledem k ose mostu. Měření bude probíhat s využitím přístrojů a zásad velmi přesné nivelace (VPN). Současně bude kontaktně měřena teplota nad terénem.

Výsledky měření budou zaznamenávány do grafů časového průběhu sedání podpěr v jednotlivých měřicích bodech, přičemž bude sledována dlouhodobá stabilita této veličiny.

Měření budou prováděna 1 x za čtvrt roku (jaro, léto, podzim, zima), přičemž je třeba zaznamenat stav mostu v mezních teplotách (léto, zima; nejde však primárně o zachyt absolutních teplotních extrémů). V případě zaznamenání svahových pohybů v okolí mostu doporučujeme opakovat měření 1 x za měsíc až do uklidnění pohybů iniciovaných pohyby v podloží mostu.

3. Statické veličiny - sledování prostorových pohybů spodní stavby

Měření je určeno ke dlouhodobému sledování prostorového pohybu podpěr (3D). Soustavu měřicích bodů bude tvořit na všech sloupech vnitřních podpěr dvojice měřicích bodů, na opěrách pak jen jediný bod. U sloupů vnitřních podpěr se bude jeden bod nacházet v úrovni terénu, druhý bod bude u všech podpěr (včetně opěr) umístěn na úložném prahu (2 mosty x 4 sloupy vnitřních podpěr x 2 body, 2 mosty x 2 opěry x 1 bod, celkem 2 x 10 bodů). Současně bude kontaktně měřena teplota nad terénem.

Sledování prostorových pohybů měřicích bodů bude vycházet ze základní vytyčovací sítě stavby, přičemž v každé etapě měření budou parametry této sítě vždy protokolárně předány jako výchozí podklad. Z bodů této sítě bude určována poloha sledovaných měřicích bodů na podpěrách měřením úhlů a délek přesnou totální stanicí s využitím měření potřebných kombinací.

Tato metoda měření dává sice ve svislém směru výsledky o jeden řád méně přesné oproti metodě velmi přesné nivelace (viz kap. 2), umožňuje však zachytit významné pohyby v prostorových souvislostech. V úrovni terénu u vnitřních podpěr, resp. úložného prahu u opěr, můžeme proto současně sledovat v řádově shodném měřítku nejen sedání, ale i příčnou a podélnou složku vodorovného pohybu každé podpěry. V úrovni úložného prahu vnitřních podpěr pak lze po odečtení hodnot měřených v úrovni terénu zjistit (v relaci se vzdáleností obou bodů) hodnotu teplotní délkové dilatace a „průměrný“ podélný a příčný náklon. V „průměrných“ náklonech se přitom kombinuje translační a rotační pohyb podpěr v důsledku interakce spodní stavby s podložím a zakřivení v důsledku gradientů nestacionárních teplotních polí vznikajících při teplotním působení okolního prostředí na spodní stavbu.

Výsledky měření budou zaznamenávány do grafů časového průběhu prostorového pohybu podpěr po jednotlivých složkách (vodorovně příčně, vodorovně podélně a svisle) v jednotlivých měřicích bodech (odděleně v úrovni terénu a v úrovni úložného prahu), přičemž bude sledována dlouhodobá stabilita těchto veličin.

Měření budou prováděna 1 x za čtvrt roku (jaro, léto, podzim, zima), přičemž je třeba zaznamenat stav mostu v mezních teplotách (léto, zima; nejde však primárně o záchyt absolutních teplotních extrémů). V případě zaznamenání svahových pohybů v okolí mostu doporučujeme opakovat měření 1 x za měsíc (viz kap. 2 výše).

4. Statické veličiny - sledování náklonů spodní stavby

Geodetická měření prováděná na spodní stavbě je třeba doplnit velmi přesnými měřeními pootočení na všech podpěrách v místech nad terénem (nad základovými konstrukcemi). V dolní části opěr budou do jednoho měřicího místa umístěny dva snímače pro náklonoměrná měření (pro příčný a podélný směr) v polovině jejich délky, v dolní části všech sloupů vnitřních podpěr budou soustředěny vždy opět dva snímače náklonu (pro příčný a podélný směr) do jediného měřicího místa a to na straně sloupů přilehlé k bližší opěře. To umožní měřit příčný i podélný náklon podpěr v úrovni terénu. Takto osazené budou všechny podpěry (2 mosty x 2 opěry x 2 snímače, 2 mosty x 4 sloupy vnitřních podpěr x 2 snímače, celkem 2 x 12 snímačů).

Měření náklonů ve všech instalovaných měřicích bodech bude prováděno pomocí velice citlivých náklonoměrů fungujících na principu fluidních článků (kapacitní inklinometry neboli kapalinové snímače náklonů), jejichž rozlišovací schopnost je v řádu nanometrů na metr.

Tato metoda měření podstatným způsobem doplňuje prováděná geodetická měření. V osazené výškové úrovni přidává ke třem geodeticky zjištěným translačním složkám posunutí hodnoty dvou složek rotačního pohybu, které vznikají (stejně jako u translačních složek) superpozicí interakce spodní stavby s podložím a zakřivení v důsledku gradientů nestacionárních teplotních polí vznikajících při teplotním působení okolního prostředí na spodní stavbu (podpěry). Ze šesti možných pohybových složek chybí pak již jen jediná - pravděpodobně zanedbatelná rotace okolo svislé osy podpěr. To umožňuje získat přehled o sedání a přetvoření vnitřních podpěr s vysokým stupněm relevance.

Výsledky měření budou vyneseny do grafů časového průběhu náklonů v jednotlivých měřicích bodech po jednotlivých složkách (příčný a podélný náklon). Součástí každého grafu pro náklony bude i doprovodný graf průběhu povrchových teplot betonu v příslušných měřicích místech (převzatý z kontaktních měření dle kap. 2). Sledované veličiny budou posuzovány z hlediska jejich dlouhodobé stability a částečně i korelace s průběhem povrchových teplot.

Měření náklonů lze realizovat kontinuálně, vhodným intervalem je 1 hodina (zachytí mj. i denní a noční cyklus). Data budou sbírána a ukládána na instalovaném dataloggeru, příp. přenášena on-line k objednateli.

5. Statické veličiny - sledování výškových pohybů a příčného pootočení NK

Obecně je dlouhodobé měření metodou VPN primárně určeno ke sledování svislých složek posunutí hlavní nosné konstrukce, sekundárně pak lze v příčném směru odvodit i její příčné „pootočení“. Použití této metody na předmětném mostě však postrádá smysl, protože nelze měřit na trámech bez vyloučení provozu na mostě. Nouzové geodetické měření na konzolách v jednotkách realizací za rok je zmatečné (resp. výsledky nelze racionálně interpretovat) vzhledem k permanentnímu pohybu v měřicích bodech v důsledku působení nestacionárních teplotních polí. Tento typ dlouhodobého sledování nosné konstrukce proto **nedoporučujeme provádět**.

6. Statické veličiny - sledování prostorových pohybů nosné konstrukce

Měření je určeno ke dlouhodobému sledování prostorového pohybu hlavní nosné konstrukce (3D). Soustava měřicích bodů bude v podélném směru rozmístěna v příčných řezech, které se nacházejí nad podpěrami v osách uložení a ve středech rozpětí všech polí. V příčných řezech budou měřicí body umístěny na vnějším líci vnějších trámů, těsně nad jejich dolní hranou (2 mosty x 3 řezy x 1 bod ve středech polí a 2 mosty x 4 řezy x 1 bod nad podpěrami, tj. celkem 2 x 7 bodů). Měření v této soustavě měřicích bodů bude probíhat současně s měřením prostorových pohybů spodní stavby (viz kap. 3), tj. při využití shodné metodiky měření.

Sledování prostorových pohybů měřicích bodů bude vycházet ze základní vytyčovací sítě stavby, přičemž v každé etapě měření budou parametry této sítě vždy protokolárně předány jako výchozí podklad. Z bodů této sítě bude určována poloha sledovaných měřicích bodů na nosné konstrukci měřením úhlů a délek přesnou totální stanicí s využitím měření potřebných kombinací.

Tato metoda měření dává sice ve svislém směru výsledky o jeden řád méně přesné oproti metodě velmi přesné nivelace, umožňuje však zachytit významné pohyby v prostorových souvislostech. Na osazených hranách trámů můžeme proto současně sledovat v řádově shodném měřítku nejen svislá posunutí, ale i příčnou a podélnou složku vodorovného pohybu hlavní nosné konstrukce nad všemi podpěrami a ve středech rozpětí všech polí. Z výsledků lze také zaznamenat i vzájemný prostorový pohyb mezi body na trámech a na přilehlých úložných prazích podpěr, tj. lze provázat kinematiku pohybu spodní stavby s pohybem hlavní nosné konstrukce v prostoru.

Výsledky měření budou zaznamenávány do grafů časového průběhu prostorového pohybu nosné konstrukce ve dvou skupinách příčných řezů (odděleně pro řezy nad podpěrami a pro řezy ve středech rozpětí polí), v každé skupině pak po jednotlivých měřicích bodech. Takto budou vytvořeny jednak grafy prostorového pohybu v místech uložení a jednak grafy prostorového pohybu ve středech rozpětí polí. Při hodnocení těchto výsledků bude sledována dlouhodobá stabilita prostorových pohybů a také korelace těchto pohybů s průběhem teplotních polí na hlavní nosné konstrukci. Teplotní pole hlavní nosné konstrukce budou monitorována v rámci subsystému, který je popsán v dalším textu.

Měření budou prováděna 1 x za čtvrt roku (jaro, léto, podzim, zima), přičemž je třeba zaznamenat stav mostu v mezních teplotách (opět nejde primárně o záchyt absolutních teplotních extrémů). I v tomto případě je vhodné synchronizovat postup měření s měřeními na spodní stavbě.

7. Statické veličiny - kontinuální sledování průhybů nosné konstrukce

Výše uvedená geodetická měření (dle kap. 6) podávají přehled o průhybech ve středech rozpětí měřených polí s nižší přesností, přičemž tyto údaje budou k dispozici pouze v diskrétních krocích (4 x do roka, tj. k dispozici nebude ani přibližně spojitý záznam). Proto je třeba doplnit geodetická měření přesnější metodou na elektronické bázi, která by současně umožnila i kontinuální sledování průhybů.

Dlouhodobý vývoj průhybů spojitých nosníků v jednotlivých polích je možno měřit přesněji (v řádu 0,01 mm) pomocí klasické metody založené na relativních měřeních, tj. metodou, při které je sledovaný bod na dolním lici konstrukce spojen se snímačem ve stojanu na terénu pod mostem invarovou strunou a měří se relativní pohyb měřeného bodu vůči terénu. Tento postup dává velmi dobré a přesné výsledky, není však vhodný pro dlouhodobá sledování z hlediska vysoké pravděpodobnosti poškození vandaly a zcizení zloději. Tuto metodu však lze s výhodou využít pro krátkodobá měření, zejména při statických zatěžovacích zkouškách nebo pro kalibrační měření prováděná ke zjišťování korelačních vztahů při použití nepřímých metod.

Velmi efektivní nepřímou metodou pro měření průhybů mostních polí je postup, při kterém je průhyb stanovován z korelačního vztahu mezi pootočením a průhybem. Tato aplikace je z hlediska přesnosti měření umožněna nasazením velice citlivých náklonoměrů fungujících na principu fluidních článků (kapacitní inklinometry neboli kapalinové snímače náklonů), jejichž rozlišovací schopnost je v řádu nanometrů na metr.

Pro kontinuální měření průhybů na předmětném mostě doporučujeme použít právě tyto náklonoměrné snímače a právě tuto nepřímou metodu. Pro umístění náklonoměrů na konstrukci za účelem nepřímého měření průhybů je potřeba zvolit takovou pozici, ve které dochází v korelačním vztahu „náklon osazeného místa X“/„průhyb sledovaného místa Y“ k pokud možno co největšímu pootočení místa osazeného inklinometrem (osazení místa s maximem pootočení není podmínkou, ale pouze výhodou). Výběr místa pro osazení inklinometru přitom můžeme provést dvěma postupy, tj. teoreticky nebo experimentálně.

Teoretický postup je zdánlivě jednodušší, nakonec se ale ukazuje celá řada komplikací. Tou nejmenší je nutnost modelovat konstrukci (model bývá často již k dispozici), tou nejmenší příjemnou je ale nejistota vstupních dat výpočtového modelu (geometrické a materiálové parametry, okrajové podmínky), což může zcela znehodnotit výsledky měřené in situ. Výhodou na druhé straně je, že celý postup lze provést „v kanceláři“.

Mnohem přesnější (resp. zcela přesný) je experimentální postup. Ten je však náročnější, protože vyžaduje krátkodobou instalaci relativních snímačů průhybů do bodů, ve kterých chceme průhyby dlouhodobě měřit (viz druhý odstavec této kapitoly). Po instalaci měřicího řetězce projede po konstrukci (resp. po vozovce) postupně ve stanovených trajektoriích (obvykle nad oběma trámy a nad osou nosné konstrukce) těžké zkušební silniční vozidlo rychlostí do 5 km/hod., vždy cca 3 x tam a 3 x zpět. Mezi jednotlivými přejezdy prováděnými nejlépe v nočních hodinách však může na mostě fungovat běžný provoz. Výsledkem tohoto měření budou dle Maxwella podrobné deformační (ohybové) čáry pro všechny body, ve kterých byly instalovány relativní snímače průhybu. Při dynamickém módu měření se vzorkováním jedna milisekunda se jedná o prakticky spojitě křivky. Vyhodnocení měření se provede okamžitě na místě, přičemž na křivkách budou vytipována místa, kde se pootočení blíží k maximu. Do těchto míst budou instalovány inklinometry pro dlouhodobá měření.

Následně proběhne „kalibrační etapa“ měření s již definitivně instalovanými náklonoměry a stále ještě instalovanou soustavou relativních snímačů. Ve stejných trajektoriích jako v předchozí etapě se realizují další série přejezdů zkušebních vozidel rychlostí do 5 km/hod. 3 x tam a 3 x zpět. Výsledkem těchto měření již budou přesné „kalibrační“ vztahy pro převod náklonů na průhyby po celé délce polí, na kterých budou inklinometry umístěny (dle Maxwella je ohybová čára také příčinkovou čarou a opačně, což platí jak pro konstrukce staticky určité, tak i staticky neurčité). V této etapě lze ale získat i další kalibrační vztahy, např. pro přejezdy vozidel při kraji vozovky. V závěru této krátké etapy jsou relativní snímače deinstalovány a na konstrukci zůstávají již jen náklonoměry pro kontinuální dlouhodobá nepřímá měření průhybů.

Je zřejmé, že měření náklonů i průhybů prováděná při přejezdech vozidel jsou vzhledem ke krátkému času realizace prakticky nezávislá na teplotě. Tento fakt umožňuje opakovat stejná měření v dlouhém časovém odstupu při zachování vysoké míry relevance při interpretaci výsledků.

Teplotní nezávislost je sice výhodou při měření přetvoření v důsledku silového působení, ale pro vyhodnocení dlouhodobého vývoje přetvoření je třeba znát i korelační vztah pro teplotní závislost. Součástí výše uvedeného počátečního měření proto musí být i měření závislosti přetvoření na teplotě. Časový snímek z měření by měl zachytit oba typy přetvoření (pootočení a odpovídající průhyb) alespoň v intervalu zahrnujícím maximum a minimum průhybu v jednom denním cyklu (rozdíl maximálních a minimálních teplot by při tom měl být alespoň 8°C).

Pro měření na předmětném mostě navrhujeme umístit do všech polí po jednom inklinometru do každého řezu. Umístění snímačů přitom musí respektovat statickou soustavu, tj. způsob přetvoření spojitého nosníku jak při silovém působení, tak při zatížení teplotou.

Přestože přesná poloha snímačů bude určena nejlépe podle výše uvedeného experimentálního postupu, lze předem odhadnout, kde by bylo vhodné snímače umístit. Předpokládáme, že v krajních polích a ve vnitřních polích se bude osazení lišit. V krajních polích se jeví jako optimální osazení inklinometrů v podélném směru co nejbližší k ose uložení na opěrách, v příčném řezu pak na trám, na kterém bude prováděno měření prostorových pohybů nosné konstrukce. Ve vnitřních polích by měly být snímače umístěny přibližně ve čtvrtině a ve třech čtvrtinách rozpětí polí, a to opět na stejné straně, jako nad opěrami. Celkový počet náklonoměrů činí v této konfiguraci 2 mosty x 4 kusů. Alternativou je pak přidání dalších náklonoměrů na vnitřní podpěry (shodně s opěrami), počet snímačů je pak 2 mosty x 6 snímačů. Tato soustava je více citlivá jak na účinky teplot, tak i lépe zachytí případný vliv svahových pohybů na nosnou konstrukci. Proto je preferována soustava 2 mosty x 6 snímačů.

Výsledky měření budou vyhodnocovány obdobně jako u geodetických měření, tj. budou zaznamenávány do grafů časového průběhu přetvoření v jednotlivých měřicích bodech, přičemž bude sledována dlouhodobá stabilita přetvoření a zejména teplotní závislost. K tomu budou využívána měření teplot v nejbližších bodech (viz dále). Kromě toho lze v případě zjištění abnormalit v odezvě použít přejezdů těžkých vozidel po mostě v běžném provozu k ověření stability průběhu deformačních čar.

Měření náklonů (a tím i nepřímo průhybů) lze realizovat kontinuálně, vhodným intervalem je 1 hodina (zachytí denní a noční cyklus v závislosti na teplotě). Data budou sbírána a ukládána na instalovaném dataloggeru, příp. přenášena on-line k objednateli. Výhodou je také možnost konfrontace výsledků geodetických měření dle kapitoly 6 s odpovídajícími výsledky měření na inklinometrech převedenými přes kalibrační vztah na průhyby (viz výše).

8. Statické veličiny - sledování teplotních polí nosné konstrukce

Všechny dlouhodobě sledované statické veličiny na hlavní nosné konstrukci jsou významně ovlivňovány rozložením nestacionárních teplotních polí. Soustava teplotních čidel bude proto rozmístěna v příčných řezech, které se nacházejí ve středech rozpětí všech polí hlavní nosné konstrukce mostu. V těchto řezech bude umístěn vždy jediný měřicí bod na trámu osazeném náklonoměry, a to ve výškové úrovni těžišťové osy nosné konstrukce a příčně na straně přilehlé k ose mostu. Celkový počet snímačů v této konfiguraci tedy sestává ze 2 x 3 snímačů (2 mosty x 3 řezy x 1 snímač, celkem 2 x 3 snímače).

Výsledky měření v soustavě teplotních čidel budou zaznamenávány do grafů časového průběhu teplot v jednotlivých měřicích bodech. Zjištěné údaje popisují na rozdíl od ostatních měřených statických veličin stav zatížení konstrukce (teplotními účinky), a proto nemohou být samy o sobě předmětem jakéhokoliv posuzování v souvislosti s hodnocením stavu hlavní nosné konstrukce. Teplotní grafy mají ale nezastupitelnou úlohu při interpretaci výsledků měření u ostatních statických veličin, zejména z hlediska stanovení korelace časového průběhu těchto veličin s teplotou. Teplotní grafy proto nebudou uváděny samostatně, ale vždy jako součást grafů ostatních měřených statických veličin.

Měření teplot lze realizovat kontinuálně, vhodným intervalem je 1 hodina (zachytí denní a noční teplotní cyklus). Data budou sbírána a ukládána na instalovaném dataloggeru, příp. přenášena on-line k objednateli.

Dálnice D8 - stavba 0805, Lovosice - Řehlovice, část A - trasa dálnice

SO A225, Nadjezd polní cesty u Litochovic, L a P tubus

Návrh na realizaci dlouhodobého sledování mostu po uvedení do provozu

Diagnostika metodami statiky stavebních konstrukcí

1. Stručná charakteristika mostu

Dvě samostatné přesýpané tenkostěnné železobetonové konstrukce (tubusy) oddělené zemním tělesem (sousední lince patek vzdálené v půdorysu přes 10 m, výškově vedené s odstupem přes 6 m, drobný posun i ve staničení). Po statické stránce je nosná konstrukce tvořena segmentovými tenkostěnnými dvoukloubovými oblouky vyztuženými dvojicí žeber (L tubus o 4 segmenty kratší než P tubus) s kontaktními válcovými klouby v místech styku se spodní stavbou. Ta sestává z monolitických železobetonových pasů a segmentových opěrových dílců s patkou v dolní části a válcovým vybráním pro kloub v horní části. Konstrukce tubusů spolupůsobí se zeminou uloženou v obsypu. Díky segmentovému členění je konstrukce ve směru osy tubusů hustě dilatována, což ji chrání před následky nerovnoměrného sedání a zmírňuje účinky nestacionárních po délce tubusů nerovnoměrně rozložených teplotních polí.

2. Statické veličiny - sledování výškových pohybů spodní stavby

Měření je určeno ke dlouhodobému sledování svislé složky sedání podpěr (opěrových segmentů). Soustava měřicích bodů bude rozmístěna v každém tubusu ve svislém řezu procházejícím střednicí prostředního segmentu a dále v obdobných dvou řezech procházejících oběma krajními segmenty, tj. u L tubusu se jedná o pátý segment (11,0 m) před a za středovým segmentovým řezem a u P tubusu o sedmý segment (15,4 m) před a za středovým segmentovým řezem. Na všech sledovaných opěrových segmentech budou měřicí body umístěny co nejbližší k úrovni terénu, tj. co nejnižší nad obslužnými chodníky (2 tubusy x 3 řezy x 2 opěrové dílce, tj. celkem 2 x 6 bodů). Měření bude probíhat s využitím přístrojů a zásad velmi přesné nivelace (VPN). Současně bude kontaktně měřena teplota dílců v blízkosti měřicích bodů.

Výsledky měření budou zaznamenávány do grafů časového průběhu sedání podpěr v jednotlivých měřicích bodech, přičemž bude sledována dlouhodobá stabilita této veličiny.

Měření budou prováděna 1 x za čtvrt roku (jaro, léto, podzim, zima), přičemž je třeba zaznamenat stav mostu (tubusů) v mezních teplotách (léto, zima; nejde však primárně o zachyt absolutních teplotních extrémů). V případě zaznamenání svahových pohybů v okolí mostu doporučujeme opakovat měření 1 x za měsíc až do uklidnění pohybů iniciovaných pohyby v podloží mostu.

3. Statické veličiny - sledování prostorových pohybů spodní stavby

Měření je určeno ke dlouhodobému sledování prostorového pohybu opěrových dílců. Soustava měřicích bodů bude rozmístěna v obou tubusech v řezech shodných s řezy pro sledování výškových pohybů spodní stavby (viz kap. 2 výše), tj. ve svislých řezech procházejících střednicí prostředních segmentů a dále v obdobných dvou řezech procházejících oběma krajními segmenty. Na všech sledovaných opěrových segmentech budou měřicí body umístěny do výšky cca 2,0 m nad úrovní dolního líce patek opěrových dílců, což odpovídá výšce cca 3,3 m pod úrovní horní kloubové části dílců (2 tubusy x 3 řezy x 2 opěrové dílce, tj. celkem 2 x 6 bodů). Současně bude kontaktně měřena teplota dílců v blízkosti měřicích bodů.

Sledování prostorových pohybů měřicích bodů bude vycházet ze základní vytyčovací sítě stavby, přičemž v každé etapě měření budou parametry této sítě vždy protokolárně předány jako výchozí podklad. Z bodů této sítě bude určována poloha sledovaných měřicích bodů na opěrových dílcích měřením úhlů a délek přesnou totální stanicí s využitím měření potřebných kombinací.

Tato metoda měření dává sice ve svislém směru výsledky o jeden řád méně přesné oproti metodě velmi přesné nivelace (viz kap. 2), umožňuje však zachytit významné pohyby v prostorových souvislostech. V úrovni dolní části opěrových dílců, můžeme proto současně sledovat v řádově shodném měřítku nejen sedání, ale i příčnou a podélnou složku vodorovného pohybu vybraných dílců.

Výsledky měření budou zaznamenávány do grafů časového průběhu prostorového pohybu opěrových dílců po jednotlivých složkách (vodorovně příčně, vodorovně podélně a svisle) v jednotlivých měřicích bodech, přičemž bude sledována dlouhodobá stabilita těchto veličin.

Měření budou prováděna 1 x za čtvrt roku (jaro, léto, podzim, zima), přičemž je třeba zaznamenat stav mostu v mezních teplotách (léto, zima; nejde však primárně o záchyt absolutních teplotních extrémů). V případě zaznamenání svahových pohybů v okolí mostu doporučujeme opakovat měření 1 x za měsíc (viz kap. 2 výše).

4. Statické veličiny - sledování náklonů spodní stavby

Geodetická měření prováděná na spodní stavbě je třeba doplnit velmi přesnými měřeními pootočení na všech vybraných opěrových dílcích (viz výše). V těsné blízkosti nivelačních značek (tj. co nejbližší nad úrovní obslužného chodníku) budou umístěny měřicí body pro náklonoměrná měření (2 tubusy x 3 řezy x 2 opěrové dílce, tj. celkem 2 x 6 bodů). Snímače zde budou usazeny tak, aby umožnily měřit příčný náklon opěrových dílců v rovině střednicových segmentových řezů. Co nejnižší usazení snímačů je důležité zejména proto, aby výsledky co nejlépe vyjadřovaly natočení patek s co nejmenším vlivem nestacionárních teplotních polí.

Měření náklonů ve všech instalovaných měřicích bodech bude prováděno pomocí velice citlivých náklonoměrů fungujících na principu fluidních článků (kapacitní inklinometry neboli kapalinové snímače náklonů), jejichž rozlišovací schopnost je v řádu nanometrů na metr.

Tato metoda měření podstatným způsobem doplňuje prováděná geodetická měření. V osazených měřicích místech přidává ke čtyřem geodeticky zjištěným translačním složkám posunutí hodnotu rotačního pohybu. To umožňuje získat přehled o chování opěrových dílců s vyšším stupněm relevance. Navíc se jedná o měření elektronické, tj. kontinuální, což umožní zasadit příslušná geodetická měření do kontextu denních a nočních a také ročních teplotních cyklů.

Výsledky měření budou vyneseny do grafů časového průběhu náklonů v jednotlivých měřicích bodech (příčný náklon). Součástí každého grafu pro náklony bude i doprovodný graf průběhu povrchových teplot betonu v příslušných měřicích místech (převzatý z kontaktních měření dle kap. 2). Sledované veličiny budou posuzovány z hlediska jejich dlouhodobé stability a částečně i korelace s průběhem povrchových teplot.

Měření náklonů lze realizovat kontinuálně, vhodným intervalem je 1 hodina (zachytí mj. i denní a noční cyklus). Data budou sbírána a ukládána na instalovaném dataloggeru, příp. přenášena on-line k objednateli.

5. Statické veličiny - sledování prostorových pohybů nosné konstrukce

Měření je určeno k dlouhodobému sledování prostorového pohybu hlavní nosné konstrukce (3D). Soustava měřicích bodů bude v podélném směru rozmístěna v obou tubusech v řezech shodných s řezy pro sledování výškových pohybů spodní stavby (viz kap. 2 výše), tj. ve svislých řezech procházejících střednicí prostředních segmentů a dále v obdobných dvou řezech procházejících oběma krajními segmenty. V těchto řezech budou měřicí body umístěny těsně nad oběma klouby a ve vrcholu obloukového segmentu (2 tubusy x 3 řezy x 3 měřicí místa, tj. celkem 2 x 9 bodů). Měření v této soustavě měřicích bodů bude probíhat současně s měřením prostorových pohybů spodní stavby (viz kap. 3), tj. při využití shodné metodiky měření.

Sledování prostorových pohybů měřicích bodů bude vycházet ze základní vytyčovací sítě stavby, přičemž v každé etapě měření budou parametry této sítě vždy protokolárně předány jako výchozí podklad. Z bodů této sítě bude určována poloha sledovaných měřicích bodů na hlavní nosné konstrukci měřením úhlů a délek přesnou totální stanicí s využitím měření potřebných kombinací.

Tato metoda měření dává sice ve svislém směru výsledky o jeden řád méně přesné oproti metodě velmi přesné nivelace (na NK prakticky nelze realizovat - zdola jen velmi obtížně, shora nad přesypávkou to postrádá smysl), umožňuje však zachytit významné pohyby v prostorových souvislostech. Na osazených místech můžeme proto současně sledovat v řádově shodném měřítku nejen svislá posunutí, ale i příčnou a podélnou složku vodorovného pohybu hlavní nosné konstrukce nad klouby a ve středech rozpětí obloukových segmentů.

Výsledky měření budou zaznamenávány do grafů časového průběhu prostorového pohybu nosné konstrukce. Takto budou vytvořeny jednak grafy prostorového pohybu v místech uložení a současně grafy prostorového pohybu ve středech rozpětí obloukových segmentů. Při hodnocení těchto výsledků bude sledována dlouhodobá stabilita prostorových pohybů a také korelace těchto pohybů s průběhem teplotních polí na hlavní nosné konstrukci. Teplotní pole hlavní nosné konstrukce budou monitorována v rámci subsystému, který je popsán v dalším textu.

Měření budou prováděna 1 x za čtvrt roku (jaro, léto, podzim, zima), přičemž je třeba zaznamenat stav mostu v mezních teplotách (opět nejde primárně o záchyt absolutních teplotních extrémů). I v tomto případě je vhodné synchronizovat postup měření s měřeními na spodní stavbě.

6. Statické veličiny - sledování přetvoření nosné konstrukce

Výše uvedená geodetická měření (dle kap. 5) podávají přehled o prostorových pohybech hlavní nosné konstrukce nad klouby a ve středech rozpětí obloukových segmentů s nižší přesností, přičemž tyto údaje budou k dispozici pouze v diskrétních krocích (4 x do roka, tj. k dispozici nebude ani přibližně spojitý záznam). Proto je třeba doplnit geodetická měření přesnější metodou na elektronické bázi, která by současně umožnila i kontinuální sledování těchto fyzikálních veličin.

Dlouhodobý vývoj průhybů obloukových nosníků je možno měřit přesněji (v řádu 0,01 mm) pomocí klasické metody založené na relativních měřeních, tj. metodou, při které je sledovaný bod na dolním líci konstrukce spojen se snímačem ve stojanu na terénu pod mostem invarovou strunou a měří se relativní pohyb měřeného bodu vůči terénu. Tento postup dává velmi dobré a přesné výsledky, není však vhodný pro dlouhodobá sledování z hlediska vysoké pravděpodobnosti poškození vandaly a zcizení zloději. Tuto metodu však lze s výhodou využít pro krátkodobá měření, zejména při statických zatěžovacích zkouškách nebo pro kalibrační měření prováděná ke zjišťování korelačních vztahů při použití nepřímých metod.

Velmi efektivní nepřímou metodou pro měření průhybů obecně je postup, při kterém je průhyb stanovován z korelačního vztahu mezi pootočením a průhybem. Tato aplikace je z hlediska přesnosti měření umožněna nasazením velice citlivých náklonoměrů fungujících na principu fluidních článků (kapacitní inklinometry neboli kapalínové snímače náklonů), jejichž rozlišovací schopnost je v řádu nanometrů na metr.

Pro kontinuální měření průhybů na předmětném mostě doporučujeme použít právě tyto náklonoměrné snímače a právě tuto nepřímou metodu. Pro umístění náklonoměrů na konstrukci za účelem nepřímého měření průhybů je potřeba zvolit takovou pozici, ve které dochází v korelačním vztahu „náklon osazeného místa X“/„průhyb sledovaného místa Y“ k pokud možno co největšímu pootočení místa osazeného inklinometrem (osazení místa s maximem pootočení není podmínkou, ale pouze výhodou). Výběr místa pro osazení inklinometru je v našem případě analogický k prostému nosníku, u kterého je největší pootočení indikováno v krajních kloubech, ale jelikož se jedná o obloukový segment, může docházet při určité konstelaci zatížení k deformaci v sinusovém či obdobném tvaru, pak je vhodné osadit i střed rozpětí.

Korelační vztah mezi průhybem a pootočením lze stanovit teoreticky, nicméně zde hrají významnou roli charakteristiky nosné konstrukce (materiálové, geometrické, okrajové podmínky), které se mohou od skutečného stavu i značně lišit a získané výsledky následně znehodnotit. Mnohem přesnější (resp. zcela přesný) je experimentální postup. Ten je však náročnější, protože vyžaduje krátkodobou instalaci relativních snímačů průhybů do bodů, ve kterých chceme průhyby dlouhodobě měřit (viz druhý odstavec této kapitoly). Po instalaci měřicího řetězce projede po konstrukci (resp. po vozovce nad přesypávkou) postupně ve stanovených trajektoriích těžké zkušební silniční vozidlo rychlostí do 5 km/hod., vždy cca 3 x tam a 3 x zpět. Mezi jednotlivými přejezdy prováděnými nejlépe v noci může na mostě fungovat běžný provoz, nikoliv však v tubusu, zde jsou relativní snímače. Výsledkem těchto měření budou přesné „kalibrační“ vztahy pro převod náklonů na průhyby pro všechny body, ve kterých byly instalovány relativní snímače průhybu (dle Maxwella je ohybová čára také příčinkovou čarou a opačně, což platí pro konstrukce staticky určité i staticky neurčité). Při dynamickém módu měření se vzorkováním jedna milisekunda se jedná o prakticky spojitě křivky. Vyhodnocení měření se provede okamžitě na místě. V závěru této krátké etapy jsou relativní snímače deinstalovány a na konstrukci zůstávají již jen náklonoměry pro kontinuální dlouhodobá nepřímá měření průhybů.

Je zřejmé, že měření náklonů i průhybů prováděná při přejezdech vozidel jsou vzhledem ke krátkému času realizace prakticky nezávislá na teplotě. Tento fakt umožňuje opakovat stejná měření v dlouhém časovém odstupu při zachování vysoké míry relevance při interpretaci výsledků.

Teplotní nezávislost je sice výhodou při měření přetvoření v důsledku silového působení, ale pro vyhodnocení dlouhodobého vývoje přetvoření je třeba znát i korelační vztah pro teplotní závislost. Součástí výše uvedeného počátečního měření proto musí být i měření závislosti přetvoření na teplotě. Časový snímek z měření by měl zachytit oba typy přetvoření (pootočení a odpovídající průhyb) alespoň v intervalu zahrnujícím maximum a minimum průhybu v jednom denním cyklu (rozdíl maximálních a minimálních teplot by při tom měl být alespoň 8°C).

Pro sledování dlouhodobého stavu nosné konstrukce jsou také velmi důležité informace o chování kloubů. Proto je výhodou osadit kromě náklonoměrů nad klouby (na hlavní nosné konstrukci) i náklonoměry pod klouby (na spodní stavbě). Z porovnání těchto dvojic náklonů pak můžeme usuzovat nejenom na funkčnost a stav kloubů, ale také na statické působení obloukové nosné konstrukce i spodní stavby.

V konečné konstelaci proto navrhneme osadit pouze ve středovém řezu (viz kap. 2 výše, tj. ve svislých řezech procházejících střednicí prostředních segmentů) celkem pět náklonoměrů, a to nad a pod oběma klouby a ve středu rozpětí (2 tubusy x 1 řez x 5 měřicích míst, tj. celkem 2 x 5 bodů). Náklon bude měřen samozřejmě ve střednicové rovině každého obloukového segmentu.

Výsledky měření budou vyhodnocovány obdobně jako u geodetických měření, tj. budou zaznamenávány do grafů časového průběhu přetvoření v jednotlivých měřicích bodech, přičemž bude sledována dlouhodobá stabilita přetvoření a zejména teplotní závislost. K tomu budou využívána měření teplot v nejbližších bodech (viz dále). Kromě toho lze v případě zjištění abnormalit v odezvě použít přejezdů těžkých vozidel po mostě v běžném provozu k ověření stability průběhu deformačních čar.

Měření náklonů (a tím i nepřímo průhybů) a pootočení v kloubech lze realizovat kontinuálně, vhodným intervalem je 1 hodina (zachytí denní a noční cyklus v závislosti na teplotě). Data budou sbírána a ukládána na instalovaném dataloggeru, příp. přenášena on-line k objednateli. Výhodou je také možnost konfrontace výsledků geodetických měření dle kapitoly 5 s odpovídajícími výsledky měření na inklinometrech převedenými přes kalibrační vztahy na přetvoření v měřítku posunutí (viz výše).

7. Statické veličiny - sledování teplot nosné konstrukce

Všechny dlouhodobě sledované statické veličiny jsou významně ovlivňovány rozložením nestacionárních teplotních polí. Kontinuální měření teploty bude přidruženo k měření na kloubech, což vyhovuje jak z hlediska pokrytí konstrukce teplotními snímači, tak i technologii měření (instalace v jednom místě, přenos dat atd.).

Soustava měřicích bodů bude v podélném směru rozmístěna v obou tubusech ve stejných řezech jako pro sledování prostorových pohybů nosné konstrukce u kloubů (viz předchozí kapitoly), tj. ve svislých řezech procházejících střednicí prostředních segmentů a dále v obdobných dvou řezech procházejících oběma krajními segmenty. Teplotní snímače budou soustředěny vždy v jednom místě a to poblíž náklonoměrů umístěných také nad a pod spárou kloubů. Jedná se tedy o 6 míst v každém tubusu. Použito bude tedy 12 teploměrů (2 tubusy x 3 řezy x 2 měřicí místa, tj. celkem 2 x 6 bodů).

Výsledky měření v soustavě teplotních čidel budou zaznamenávány do grafů časového průběhu teplot v jednotlivých měřicích bodech. Zjištěné údaje popisují na rozdíl od ostatních měřených statických veličin stav zatížení konstrukce (teplotními účinky), a proto nemohou být samy o sobě předmětem jakéhokoliv posuzování v souvislosti s hodnocením stavu hlavní nosné konstrukce. Teplotní grafy mají ale nezastupitelnou úlohu při interpretaci výsledků měření u ostatních statických veličin, zejména z hlediska stanovení korelace časového průběhu těchto veličin s teplotou. Teplotní grafy proto nebudou uváděny samostatně, ale vždy jako součást grafů ostatních kontinuálně měřených statických veličin (též viz výše).

Měření teploty lze realizovat kontinuálně, vhodným intervalem je 1 hodina (zachytí denní a noční teplotní cyklus). Data budou sbírána a ukládána na instalovaném dataloggeru, příp. přenášena on-line k objednateli.

Dálnice D8, Stavba 0805 Lovosice - Řehlovice

**SO B202, Dálniční most u obce Vchynice
v km 49,608 - 49,828, L a P most**

**Návrh na realizaci dlouhodobého sledování mostu
po uvedení do provozu**

1. Stručná charakteristika mostu

Dvojice spojených železobetonových mostů z prefabrikovaných předpjatých „I“ nosníků typu „Petra“ spřažených se železobetonovou deskou o 2 x 6 polích shodného rozpětí v přímé. Opěry železobetonové monolitické, mezilehlé podpěry tvoří železobetonové pilíře s lokálně proměnným průřezem v příčném směru (s rozšířením v oblasti úložného prahu). Obě nosné konstrukce jsou uloženy na spodní stavbě v oblasti opěr na 7 hrcových ložiskách (pod každým nosníkem), na vnitřních podpěrách pak vždy na dvojici ložisek (cca pod 3. a 5. nosníkem). Na obou mostech je zkraje umístěna ocelová konstrukce protihlukové stěny, která dále přechází do ocelové konstrukce protihlukového tubusu (výplň tvoří sklo Pyropane).

2. Statické veličiny - sledování výškových pohybů spodní stavby

Měření je určeno ke dlouhodobému sledování svislé složky sedání podpěr. Soustava měřicích bodů bude rozmístěna v místech již instalovaných nivelačních značek, tj. v úrovni terénu, přičemž na opěrách se budou měřicí body nacházet na krajích jejich bočních líců (pod krajními nosníky), na všech vnitřních podpěrách pak vždy na obou bočních stranách vzhledem k ose mostu (2 mosty x 7 podpěr x 2 body, tj. celkem 2 x 14 bodů). Měření bude probíhat s využitím přístrojů a zásad velmi přesné nivelace (VPN). Současně bude kontaktně měřena teplota nad terénem.

Výsledky měření budou zaznamenávány do grafů časového průběhu sedání podpěr v jednotlivých měřicích bodech, přičemž bude sledována dlouhodobá stabilita této veličiny.

Měření budou prováděna 1 x za půl roku, přičemž je třeba zaznamenat stav mostu v mezních teplotách (léto, zima; nejde však primárně o zachyt absolutních teplotních extrémů). V případě zaznamenání svahových pohybů v okolí mostu doporučujeme opakovat měření 1 x za měsíc až do uklidnění pohybů iniciovaných pohyby v podloží mostu.

3. Statické veličiny - sledování prostorových pohybů spodní stavby

Měření je určeno ke dlouhodobému sledování prostorového pohybu podpěr (3D). Část měřicích bodů bude u obou mostů umístěna v úrovni terénu, přičemž na opěrách se budou měřicí body nacházet na krajích jejich bočních líců (pod krajními nosníky každého z obou mostů), na všech vnitřních podpěrách pak vždy na obou bočních stranách vzhledem k ose mostu. U všech podpěr bude také jeden bod umístěn v úrovni úložného prahu a to pouze na jedné straně podpěr, tj. u L mostu vždy na vnější straně vlevo vzhledem k ose mostu, u P mostu vždy na vnější straně vpravo vzhledem k ose mostu (2 mosty x 7 podpěr x 2 body u terénu, 2 mosty x 7 podpěr x 1 bod na úložném prahu, tj. celkem 2 x 21 bodů). Současně bude kontaktně měřena teplota nad terénem.

Sledování prostorových pohybů měřicích bodů bude vycházet ze základní vytyčovací sítě stavby, přičemž v každé etapě měření budou parametry této sítě vždy protokolárně předány jako výchozí podklad. Z bodů této sítě bude určována poloha sledovaných měřicích bodů na podpěrách měření úhlů a délek přesnou totální stanicí s využitím měření potřebných kombinací.

Tato metoda měření dává sice ve svislém směru výsledky o jeden řád méně přesné oproti metodě velmi přesné nivelace (viz kap. 2), umožňuje však zachytit významné pohyby v prostorových souvislostech. V úrovni terénu, resp. úložného prahu, můžeme proto současně sledovat v řádově shodném měřítku nejen sedání, ale i příčnou a podélnou složku vodorovného pohybu každé podpěry. V úrovni úložného prahu pak lze po odečtení hodnot měřených v úrovni terénu zjistit (v relaci se vzdáleností obou bodů) hodnotu teplotní délkové dilatace a „průměrný“ podélný a příčný náklon. V „průměrných“ náklonech se přitom kombinuje translační a rotační pohyb podpěr v důsledku interakce spodní stavby s podložím a zakřivení v důsledku gradientů nestacionárních teplotních polí vznikajících při teplotním působení okolního prostředí na spodní stavbu.

Výsledky měření budou zaznamenávány do grafů časového průběhu prostorového pohybu podpěr po jednotlivých složkách (vodorovně příčně, vodorovně podélně a svisle) v jednotlivých měřicích bodech (odděleně v úrovni terénu a v úrovni úložného prahu), přičemž bude sledována dlouhodobá stabilita těchto veličin.

Měření budou prováděna 1 x za půl roku, přičemž je třeba zaznamenat stav mostu v mezních teplotách (léto, zima; nejde však primárně o záchyt absolutních teplotních extrémů). V případě zaznamenání svahových pohybů v okolí mostu doporučíme opakovat měření 1 x za měsíc (viz kap. 2 výše).

SO D208, Dálniční most přes údolí u Dobkoviček, L a P most

Návrh na realizaci dlouhodobého sledování mostu po uvedení do provozu

1. Stručná charakteristika mostu

Dvojice spojitých železobetonových předpjatých komorových mostů o 2 x 10 polích v přímé. Opěry železobetonové monolitické, mezilehlé podpěry tvoří železobetonové pilíře s lokálně proměnným průřezem v příčném směru (s rozšířením v oblasti úložného prahu). Obě nosné konstrukce jsou uloženy na své spodní stavbě pomocí dvojic ložisek.

2. Statické veličiny - sledování výškových pohybů spodní stavby

Měření je určeno ke dlouhodobému sledování svislé složky sedání podpěr. Soustava měřicích bodů bude rozmístěna v místech již instalovaných nivelačních značek, tj. na všech podpěrách (včetně opěr) vždy dva měřicí body v úrovni terénu (2 mosty x 11 podpěr x 2 body, tj. celkem 2 x 22 bodů). Měření bude probíhat s využitím přístrojů a zásad velmi přesné nivelace (VPN). Současně bude kontaktně měřena teplota nad terénem.

Výsledky měření budou zaznamenávány do grafů časového průběhu sedání podpěr v jednotlivých měřicích bodech, přičemž bude sledována dlouhodobá stabilita této veličiny.

Měření budou prováděna 1 x za půl roku, přičemž je třeba zaznamenat stav mostu v mezních teplotách (léto, zima; nejde však primárně o zachyt absolutních teplotních extrémů). V případě zaznamenání svahových pohybů v okolí mostu doporučujeme opakovat měření 1 x za měsíc až do uklidnění pohybů iniciovaných pohyby v podloží mostu.

3. Statické veličiny - sledování prostorových pohybů spodní stavby

Měření je určeno ke dlouhodobému sledování prostorového pohybu podpěr (3D). Část měřicích bodů bude u obou mostů umístěna v úrovni terénu v místech již instalovaných nivelačních značek, tj. na všech podpěrách (včetně opěr) vždy dva měřicí body. U všech podpěr bude také jeden bod umístěn v úrovni úložného prahu a to pouze na jedné straně podpěr, tj. u L mostu vždy na vnější straně vlevo vzhledem k ose mostu, u P mostu vždy na vnější straně vpravo vzhledem k ose mostu (2 mosty x 11 podpěr x 2 body u terénu, 2 mosty x 11 podpěr x 1 bod na úložném prahu, tj. celkem 2 x 33 bodů). Současně bude kontaktně měřena teplota nad terénem.

Sledování prostorových pohybů měřicích bodů bude vycházet ze základní vytyčovací sítě stavby, přičemž v každé etapě měření budou parametry této sítě vždy protokolárně předány jako výchozí podklad. Z bodů této sítě bude určována poloha sledovaných měřicích bodů na podpěrách měřením úhlů a délek přesnou totální stanicí s využitím měření potřebných kombinací.

Tato metoda měření dává sice ve svislém směru výsledky o jeden řád méně přesné oproti metodě velmi přesné nivelace (viz kap. 2), umožňuje však zachytit významné pohyby v prostorových souvislostech. V úrovni terénu, resp. úložného prahu, můžeme proto současně sledovat v řádově shodném měřítku nejen sedání, ale i příčnou a podélnou složku vodorovného pohybu každé podpěry. V úrovni úložného prahu pak lze po odečtení hodnot měřených v úrovni terénu zjistit (v relaci se vzdáleností obou bodů) hodnotu teplotní délkové dilatace a „průměrný“ podélný a příčný náklon. V „průměrných“ náklonech se přitom kombinuje translační a rotační pohyb podpěr v důsledku interakce spodní stavby s podložím a zakřivení v důsledku gradientů nestacionárních teplotních polí vznikajících při teplotním působení okolního prostředí na spodní stavbu.

Výsledky měření budou zaznamenávány do grafů časového průběhu prostorového pohybu podpěr po jednotlivých složkách (vodorovně příčně, vodorovně podélně a svisle) v jednotlivých měřicích bodech (odděleně v úrovni terénu a v úrovni úložného prahu), přičemž bude sledována dlouhodobá stabilita těchto veličin.

Měření budou prováděna 1 x za půl roku, přičemž je třeba zaznamenat stav mostu v mezních teplotách (léto, zima; nejde však primárně o zachyt absolutních teplotních extrémů). V případě zaznamenání svahových pohybů v okolí mostu doporučíme opakovat měření 1 x za měsíc (viz kap. 2 výše).

Dálnice D8, Stavba 0805 Lovosice - Řehlovice

**SO D224, Nadjezd na silnici III/24723
Dobkovičky-Litochovice**

**Návrh na realizaci dlouhodobého sledování mostu
po uvedení do provozu**

1. Stručná charakteristika mostu

Nosná konstrukce mostu je tvořena rámovou konstrukcí o třech polích, kde příčel je železobetonový trojpolový dvoutrám s náběhy a nesymetrickými konzolami (pravá je značně vyložena), rámové stojky (vzpěry) obdélníkového průřezu jsou šikmé, zdvojené (pro každý trám samostatně) a společně s trámem tvoří v krajních polích uzavřené trojúhelníkové rámy. Vnitřní vzpěry podírající střední pole jsou vetknuty do trámů, vnější vzpěry kopírující terén ve svazích krajních polí jsou vetknuty těsně pod trámy do opěrových příčníků na koncích mostu. Spodní stavba mostu se omezuje prakticky pouze na plošné základy (patky) pod styčníky vnitřních a vnějších vzpěr v úrovni terénu, funkci opěr de facto přebírají opěrové příčníky (spocívající jen na podkladovém betonu), které takto fungují kumulovaně jako spodní stavba (současně základová konstrukce i opěra) i nosná konstrukce (nadpodporový příčník). Konstrukce nemá ani ložiska ani dilatační spáru na konci mostu.

Vzhledem k popsanému konstrukčnímu uspořádání postrádá smysl při popisu soustavy pro dlouhodobé sledování rozlišovat mezi spodní stavbou a nosnou konstrukcí. Proto je popis proveden pouze ve členění podle měřených fyzikálních veličin.

2. Statické veličiny - sledování výškových pohybů spodní stavby

Měření je určeno ke dlouhodobému sledování svislých složek sedání prvků nesoucích charakter spodní stavby (viz kap. 1). Soustava měřicích bodů bude rozmístěna v místech již instalovaných nivelačních značek, tj. na obou vnějších stranách říms nad oběma opěrovými příčníky a dále nad základovými patkami na vnitřních vzpěrách cca 40 cm nad terénem na vnější straně každé vzpěry (2 opěrové příčníky x 2 body a 4 vnitřní vzpěry x 1 bod, tj. celkem 8 bodů). Měření bude probíhat s využitím přístrojů a zásad velmi přesné nivelace (VPN), současně bude v měřicích bodech kontaktně měřena i teplota betonu.

Výsledky měření budou zaznamenávány do grafů časového průběhu svislých posunutí v jednotlivých měřicích bodech, přičemž bude sledována dlouhodobá stabilita této veličiny.

Měření budou prováděna 1 x za půl roku, přičemž je třeba zaznamenat stav mostu v mezních teplotách (léto, zima; nejde však primárně o záchyt absolutních teplotních extrémů). V případě zaznamenání svahových pohybů v okolí mostu doporučujeme opakovat měření 1 x za měsíc až do uklidnění pohybů iniciovaných pohyby v podloží mostu.

3. Statické veličiny - sledování prostorových pohybů konstrukce

Měření je určeno ke dlouhodobému sledování prostorového pohybu mostu (3D). Soustava měřicích bodů bude rozmístěna na obou vnějších stranách opěrových příčníků, trámů a vzpěr. Měřicí body na opěrových příčnících budou umístěny na obou jejich vnějších stranách pod nivelační značkou a cca ve výškové úrovni dolního líce trámu v místě jeho vetknutí. Měřicí body nad základovými patkami budou umístěny opět co nejbližší ke zde instalovaným nivelačním značkám (tj. na vnitřních vzpěrách cca 40 cm nad terénem na vnější straně každé vzpěry). Měřicí body na dvoutrámu budou situovány vždy ke vnějšímu svislému líci při dolní hraně každého z obou trámů. Tyto dvojice bodů budou umístěny do středu rozpětí prvního a druhého (hlavního) mostního pole a dále do všech styčníků s vnitřními vzpěrami. Celkem se bude jednat o 16 měřicích bodů (2 opěrové příčníky x 2 body, 4 vnitřní vzpěry x 1 bod nad základovou patkou, 4 vnitřní vzpěry x 1 bod ve styčniku s trámem a 2 trámy x 2 body ve středu rozpětí pole 1 a 2). Současně bude kontaktně měřena teplota nad terénem.

Sledování prostorových pohybů měřicích bodů bude vycházet ze základní vytyčovací sítě stavby, přičemž v každé etapě měření budou parametry této sítě vždy protokolárně předány jako výchozí podklad. Z bodů této sítě bude určována poloha sledovaných měřicích bodů měřením úhlů a délek přesnou totální stanicí s využitím měření potřebných kombinací.

Tato metoda měření dává sice ve svislém směru výsledky o jeden řád méně přesné oproti metodě velmi přesné nivelace (viz kap. 2), umožňuje však zachytit významné pohyby v prostorových souvislostech. V měřených bodech můžeme proto současně sledovat v řádově shodném měřítku nejen svislou, ale i příčnou a podélnou složku vodorovného pohybu každé osazené části mostu. Z výsledků lze také zaznamenat i vzájemný prostorový pohyb mezi body na trámech a v místech uložení, tj. lze provázat kinematiku pohybu spodní stavby s pohybem hlavní nosné konstrukce v prostoru, které se navzájem ovlivňují (jde o rámovou konstrukci).

Výsledky měření budou zaznamenávány do grafů časového průběhu prostorového pohybu mostu po jednotlivých složkách (vodorovně příčně, vodorovně podélně a svisle) v jednotlivých měřicích bodech (odděleně v úrovni terénu a v úrovni hlavní nosné konstrukce). Při hodnocení těchto výsledků bude sledována dlouhodobá stabilita prostorových pohybů a také korelace těchto pohybů s průběhem kontaktně měřených teplot na konstrukci.

Měření budou prováděna 1 x za půl roku, přičemž je třeba zaznamenat stav mostu v mezních teplotách (léto, zima; nejde však primárně o záchyt absolutních teplotních extrémů). V případě zaznamenání svahových pohybů v okolí mostu doporučujeme opakovat měření 1 x za měsíc (viz kap. 2 výše).

SO F211, Dálniční most mezi tunely, L a P most

Návrh na realizaci dlouhodobého sledování mostu po uvedení do provozu

1. Stručná charakteristika mostu

Dvojice spojitých spřažených ocelobetonových dvoutrámových mostů o 2 x 3 polích. Opěry železobetonové monolitické, mezilehlé podpěry tvoří dvojice samostatných železobetonových sloupů. Obě nosné konstrukce jsou uloženy na spodní stavbě pomocí dvojic ložisek (na všech vnitřních podpěrách všechna ložiska pevná, na opěrách všechna ložiska posuvná: vlevo ve směru staničení jednosměrně vždy podélně posuvné, vpravo vždy všesměrně posuvné).

2. Statické veličiny - sledování výškových pohybů spodní stavby

Měření je určeno ke dlouhodobému sledování svislé složky sedání podpěr. Soustava měřicích bodů bude rozmístěna v místech již instalovaných nivelačních značek, tj. na všech podpěrách (včetně opěr) vždy dva měřicí body v úrovni terénu, přičemž u vnitřních podpěr je tato dvojice rozdělena po jednom bodu na každý z obou sloupů (2 mosty x 4 podpěry x 2 body, tj. celkem 2 x 8 bodů). Měření bude probíhat s využitím přístrojů a zásad velmi přesné nivelace (VPN). Současně bude kontaktně měřena teplota nad terénem.

Výsledky měření budou zaznamenávány do grafů časového průběhu sedání podpěr v jednotlivých měřicích bodech, přičemž bude sledována dlouhodobá stabilita této veličiny.

Měření budou prováděna 1 x za půl roku, přičemž je třeba zaznamenat stav mostu v mezních teplotách (léto, zima; nejde však primárně o zachyt absolutních teplotních extrémů). V případě zaznamenání svahových pohybů v okolí mostu doporučujeme opakovat měření 1 x za měsíc až do uklidnění pohybů iniciovaných pohyby v podloží mostu.

3. Statické veličiny - sledování prostorových pohybů spodní stavby

Měření je určeno ke dlouhodobému sledování prostorového pohybu podpěr (3D). Část měřicích bodů bude u obou mostů umístěna v úrovni terénu v místech již instalovaných nivelačních značek, tj. na všech podpěrách (včetně opěr) vždy dva měřicí body (viz kap. 2). U všech vnitřních sloupů bude také jeden bod umístěn v úrovni úložného prahu na jejich vnější straně vzhledem k ose mostu. Měřicí body v úrovni úložného prahu na opěrách budou vzhledem k jejich malé výšce měřeny pouze vždy u vyšší z obou opěr a to na obou jejich vnějších stranách vzhledem k ose mostu. Celkem bude tedy měřeno ve 14 bodech (2 mosty x 4 sloupy vnitřních podpěr x 2 body, 2 mosty x 2 opěry x 2 body u terénu, 2 mosty x 1 opěra x 2 body na úložném prahu, celkem 2 x 14 bodů). Současně bude kontaktně měřena teplota nad terénem.

Sledování prostorových pohybů měřicích bodů bude vycházet ze základní vytyčovací sítě stavby, přičemž v každé etapě měření budou parametry této sítě vždy protokolárně předány jako výchozí podklad. Z bodů této sítě bude určována poloha sledovaných měřicích bodů na podpěrách měřením úhlů a délek přesnou totální stanicí s využitím měření potřebných kombinací.

Tato metoda měření dává sice ve svislém směru výsledky o jeden řád méně přesné oproti metodě velmi přesné nivelace (viz kap. 2), umožňuje však zachytit významné pohyby v prostorových souvislostech. V úrovni terénu, resp. úložného prahu, můžeme proto současně sledovat v řádově shodném měřítku nejen sedání, ale i příčnou a podélnou složku vodorovného pohybu každé podpěry. V úrovni úložného prahu vnitřních podpěr pak lze po odečtení hodnot měřených v úrovni terénu zjistit (v relaci se vzdáleností obou bodů) hodnotu teplotní délkové dilatace a „průměrný“ podélný a příčný náklon. V „průměrných“ náklonech se přitom kombinuje translační a rotační pohyb podpěr v důsledku interakce spodní stavby s podložím a zakřivení v důsledku gradientů nestacionárních teplotních polí vznikajících při teplotním působení okolního prostředí na spodní stavbu.

Výsledky měření budou zaznamenávány do grafů časového průběhu prostorového pohybu podpěr po jednotlivých složkách (vodorovně příčně, vodorovně podélně a svisle) v jednotlivých měřicích bodech (odděleně v úrovni terénu a v úrovni úložného prahu), přičemž bude sledována dlouhodobá stabilita těchto veličin.

Měření budou prováděna 1 x za půl roku, přičemž je třeba zaznamenat stav mostu v mezních teplotách (léto, zima; nejde však primárně o zachyt absolutních teplotních extrémů). V případě zaznamenání svahových pohybů v okolí mostu doporučujeme opakovat měření 1 x za měsíc (viz kap. 2 výše).

Příloha č.2: Oceněný soupis prací

Položka	Činnost	Měrná jednotka	Počet jednotek	Jednotková cena	Cena celkem v Kč
1	Dodávka a stabilizace 1 nivelačního bodů na terénu	bod			
2	3D zaměření bodů na konstrukci a terénu	bod			
3	Nákup a osazení tiltmetrů	ks			
4	Datalogger pro dilatometry	ks			
5	Nivelace výchozích bodů	bod			
6	Geodetické měření 3D	bod			
7	Měření náklonů tiltmetry - denní automatické měření	měsíc			
8	Provoz informačního systému	měsíc			

Celkem bez DPH

6 003 900 Kč

Položka		Popis	MOST					
Most	Osazení		SO 209		SO A225			
			levý	pravý	levý	pravý		
		1	Dodávka a stabilizace 1 nivelačního bodů na terénu		8	8	6	6
		2	3D zaměření bodů na konstrukci a terénu		17	17	15	15
		3	Nákup a osazení tiltmetrů		18	18	11	11
		4	Datalogger pro tiltmetry		18	18	11	11
Měření		5	Nivelace výchozích bodů		32	32	24	24
		6	Geodetické měření 3D		68	68	60	60
		7	Měření náklonů tiltmetry - denní automatické měření		216	216	132	132
		8	Provoz informačního systému		516	516	384	384

JC

Celkem za položku

SO B202		SO D208		SO D224	SO F211	
levý	pravý	levý	pravý	jde jen o 1 most	levý	pravý
0	0	0	0	0	0	0
21	21	33	33	16	14	14
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
28	28	44	44	16	16	16
42	42	66	66	32	28	28
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Celkem za osazení a měření

6 003 900 Kč