



▲ Obr. 1 Pohled na lávku, stoupání k vyhlídkové věži, v pozadí Radhošť (foto: Tomáš Malý)

Visutá lávka Stezky Valaška



Ing. Jiří Lahodný, Ph.D.
Absolvent Fakulty stavební ČVUT v Praze, oboru konstrukce a dopravní stavby. Od roku 2001 působí ve společnosti EXCON, a.s. Specializuje se na projekty dynamicky namáhaných konstrukcí, zejména vetknutých a kotvených stožárů, které byly tématem jeho doktorské práce.
E-mail: lahodny@excon.cz

Spoluautoři:
Ing. Vladimír Janata, CSc.
E-mail: janata@excon.cz
Ing. Jindřich Syrovátka
E-mail: syrovatka@excon.cz

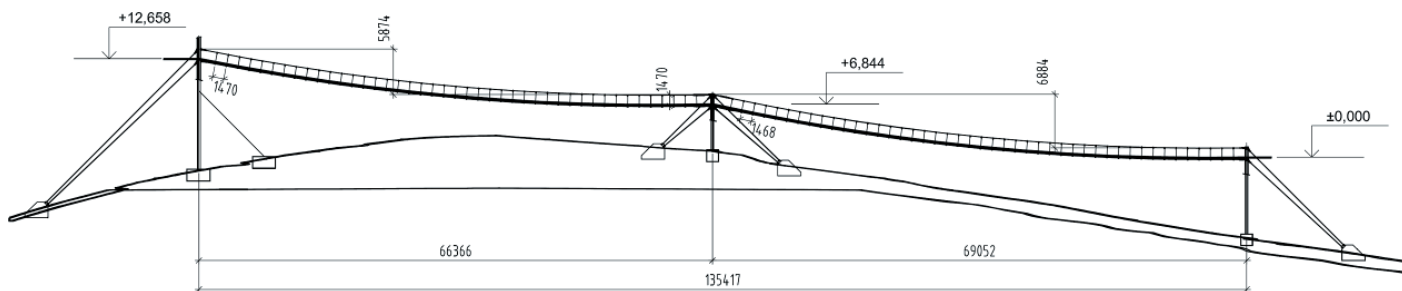
V lednu tohoto roku byla na hřebeni Beskyd nedaleko Pusteven otevřena stezka v korunách stromů zvaná Stezka Valaška. Stezka je dlouhá 390 m a je zakončena 22 m vysokou vyhlídkovou věží kaskádovitého tvaru. Součástí stezky je lehká visutá lávka.

Lávka má co nejvěrněji připomínat lávky, se kterými se lze setkat například na himálajských chodnicích, a přechod přes ni má zanechat podobný zážitek. Lávka má živě reagovat na každý návštěvníkův krok. Samozřejmě musí být zároveň bezpečná a splňovat požadavky platných norem a předpisů.

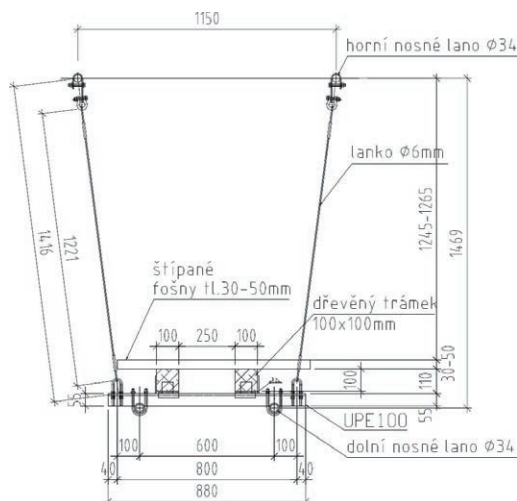
Technické řešení lávky

Statickým schématem lávky je jednoduchý visutý most. Nosnou konstrukci jsme navrhli ze čtyřech souběžných ocelových lan. Na dolní dvojici lan je uložena mostovka. Horní dvojice lan je s dolní dvojicí propojena ocelovými lankami. Horní lana tak přenášejí přibližně polovinu svislého zatížení a zároveň slouží jako madlo zábradlí. Lávka není nikterak ztužena ve vodorovném směru. Přenos vodorovných zatížení zajišťuje čtyřice nosných lan vykloněním roviny průřezu do směru výslednice zatížení.

Lávka celkové délky 135 m je složena ze dvou visutých polí o rozpětích 66 m a 69 m (obr. 2). Půdorysně je lávka přímá, výškově klesá na délce 135 m o 12,6 m. Průřez nosných lan byl zvolen s ohledem na maximální sklon lávky a vazby na okolní konstrukce hodnotou 1,85 m pro kratší, resp. 2,0 m pro delší lávku. Maximální sklon lávky je 12,3°, tj. 21,7 % (obr. 1). Výška mostovky nad terénem se pohybuje od 4,7 m do 15,5 m. Vzájemná rozteč horních lan je 1150 mm, dolních 600 mm (obr. 3). Konstrukční výška (svislá vzdálenost os horních a dolních lan) je konstantně 1470 mm. Lana jsou kotvena do ocelových sloupů stabilizovaných šikmými ocelovými předepnutými táhly, která přenášejí



▲ Obr. 2 Schéma konstrukce – pohled



▲ Obr. 3 Schéma konstrukce – příčný řez

vodorovné síly nosných lan lávky do základů. Ocelové sloupky jsou součástí konstrukcí věže, resp. stezky ve stromech (obr. 4, 5, 6). Nosná šestipramenná vinutá lana průměru 34 mm jsou zakončena očnicemi. U středové podpory jsou mezi očníci lana a ocelovým sloupem instalována napínací zařízení. Šikmá táhla jsou z oceli S460, typu Macalloy, s dimenzí závitů M48 a jsou opatřena napínacími maticemi. Na dvojici dolních lan jsou každých 1,5 m uloženy ocelové příčníky profilu UPE 100, na kterých je uložena dřevěná mostovka tvořená podélnými dřevěnými trámkami (obr. 9). Přípoj jednoho konce trámku je posuvný, aby se do trámku nepřenášely osově síly při protahování hlavních lan. Pochozí plocha je z dřevěných příčně kladených štípaných fošen tloušťky 30–50 mm. Fošny jsou různě dlouhé, průměrně okolo 950 mm, a nahodile přesahují kraje lávky. Výplň zábradlí je tvořena nekovovou sítí, která je napnutá šikmo od horního lana k okraji dřevěné pochozí plochy (obr. 7).

Deformace a kmitání lávky

Zajímavým a nestandardním zadáním byl požadavek na poměrně velkou dynamickou odezvu lávky při průchodu osob. Kritéria mezního stavu použitelnosti byla proto zvolena odlišně a výrazně mírnější v porovnání s hodnotami doporučenými příslušnými normami pro standardní lávky pro pěší. Po dokončení lávky byla provedena dynamická zkouška, jejímž cílem bylo ověření teoretického výpočtu a zejména bezpečnosti pohybu osob po lávce.

Dynamická zkouška

Dynamickou zkoušku jsme provedli ve spolupráci s ÚTAM AV ČR, v.v.i. Lávka byla osazena snímači výchylek a zrychlení. Vzhledem



▲ Obr. 4 Napojení lávky na vyhlídkovou věž, šikmá táhla přenášející reakce lávky do základů (foto: Tomáš Malý)

▼ Obr. 5 Středová podpora lávky, kotvení šikmými předepnutými táhly (foto: Tomáš Malý)





▲ Obr. 6 Zakotvení nosných lan lávky do ocelových sloupů stezky v korunách

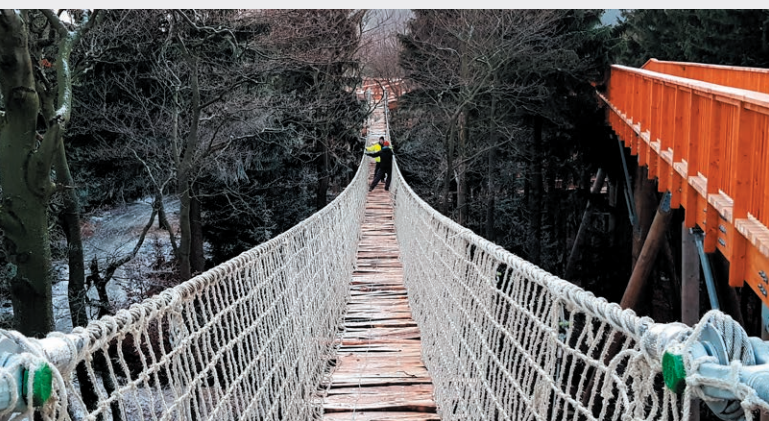


▲ Obr. 7 Síť zábradlí (foto: Tomáš Malý)

k předpokládaným hodnotám odezvy byly zvoleny lankové potencio-
metrické snímače, které byly osazeny v polovině a ve třetině rozpětí
lávky a měřily posunutí mostovky ve svislém i vodorovném směru.
V místě s menšími amplitudami, tj. blíže podporám, byly umístěny
snímače zrychlení. Byla měřena odezva konstrukce na průchod
různého počtu osob. Dále byl simulován vandalismus, tedy úmyslné
rozhoupávání lávky s cílem dosáhnout co největších amplitud kmitání
a nalezení potenciálních nebezpečných způsobů rozkmitávání. Lávky
byly rozhoupávány ve svislém i vodorovném směru (obr. 8). Bylo
buzeno také torzní kmitání i kmitání samotných horních lan. Bylo
dosaženo maximální amplitudy 235 mm ve svislém směru (graf na
obr. 11 vlevo), resp. 82 mm ve směru horizontálním.

Dynamická zkouška visuté lávky prokázala její velkou flexibilitu
a citlivost na zatížení chodci. Při simulovaných přechodech ne-
bylo zaznamenáno výrazné omezení pohybu krácejících osob po
mostovce. Naproti tomu při úmyslném rozhoupávání lávky je mož-
né docílit rezonance o značných amplitudách přemístění, přičemž
chůze ostatních osob po mostovce tím může být částečně či zcela
omezena, ovšem bez jejich ohrožení ani ohrožení stability lávky. Po

▼ Obr. 8 Rozhoupávání lávky ve vodorovném směru



▲ Obr. 9 Ocelové příčníky s dřevěnou mostovkou (foto: Tomáš Malý)

ukončení buzení došlo vždy k poměrně rychlému utlumení kmitání.
Závěry dynamické zkoušky byly zohledněny v provozním řádu lávky.

Montáž, předpínání lan a táhel

Visutá lávka je kotvena do konstrukce vyhlídkové věže a konstrukcí
stezky v korunách. Ocelové sloupy jsou v místě přípojů nosných lan
zakotveny ocelovými táhly vedenými šikmo do základových patek.
Táhla byla namontována před montáží visuté lávky s předepsaným
napětím. Táhla krajních podpor byla v této fázi vyvěšena pomocnými
lankami tak, aby síly v táhlech byly co nejmenší.

Postupně byla natažena nosná lana lávky. Po osazení všech osmi lan
byla lana a současně šikmá táhla napnutá na hodnoty sil požadované
pro tento krok montáže. Síly byly zvoleny tak, aby po přitížení ostat-
ním stálým zatížením konstrukce dospěla přibližně do projektovaného
finálního stavu s nutností pouze malých úprav napětí a průvěsů při
závěrečné rektifikaci. Spolu s kontrolou sil tenzometry v konfiguraci
plného můstku jsme měřili a případně upravovali geometrii lan
(průvěsy) a svislost sloupů. Tenzometry byly nalepeny na všech
šikmých táhlech a napínacích zařízeních lan. Všechny síly tak mohly
být současně monitorovány ve všech fázích montáže přes ústřednu.
Vzhledem ke skutečnosti, že sloupy jsou součástí jiných konstrukcí,
bylo důležité poměrně přesné vyrovnaní vodorovných sil v přípoích
táhel z jedné strany a lan z druhé strany sloupů tak, aby byl minimali-
zován přenos vodorovných účinků lávky do konstrukcí věže a stezky.
Po montáži nosných lan následovala montáž ocelových nosníků
mostovky, lanek propojujících dolní a horní lana (obr. 12), dřevěných
prvků mostovky a sítě zábradlí (obr. 13). Na závěr byly zkontrolovány

síly v lanech a táhel, geometrie lan a svislost sloupů a bylo provedeno jejich závěrečné doladění na hodnoty předepsané návrhem.

Závěr

Lávku se podařilo vyprojektovat, vyrobit a namontovat ve velmi krátkém čase podle tvarových a materiálových představ investora. Finální koncepce lávky a zadání projektu vznikla v září 2018. Ocelová konstrukce lávky byla předána pro montáž dřevěné mostovky a sítě na konci října 2018. Závěrečná rektifikace byla provedena na konci listopadu a dynamická zkouška na začátku prosince 2018.

Autoři návrhu: Ing. Jiří Lahodný, Ph.D., Ing. Vladimír Janata, CSc., EXCON, a.s. ■

english synopsis

The Suspended Footbridge on the Valaška Path

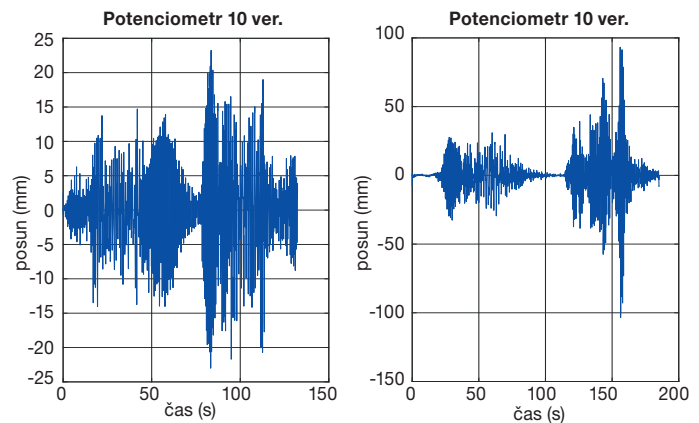
The treetop path known as the Valaška Path was opened in January this year on a ridge in the Beskid Mountains near Pustevny. The path is 390 metres long and ends with a cascade-shaped observation tower 22 metres high. A light suspended footbridge is also part of the path.

klíčová slova:

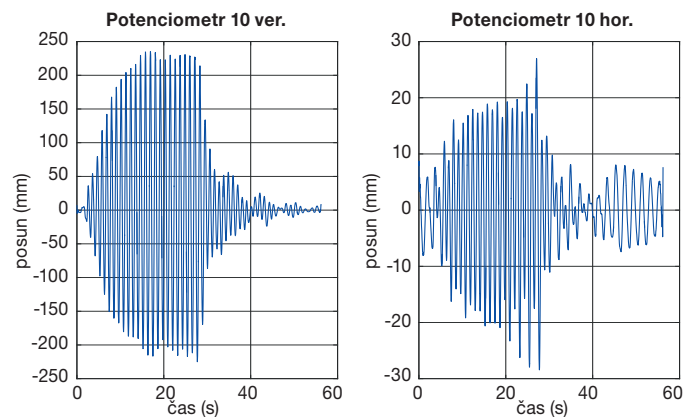
visutá lávka Stezky Valaška, ocelové sloupy, nosná lana lávky, ocelová táhla, základové patky

keywords:

suspended footbridge on the Valaška Path, steel columns, the footbridge's load-bearing cables, steel rods, foundation base



▲ Obr. 10 Časové průběhy svislých posunutí v polovině rozpětí při přechodu jedné osoby od středu na konec lávky a zpět (vlevo) a při přechodu pěti osob od středu na konec lávky a zpět poskokem (vpravo)



▲ Obr. 11 Časové průběhy posunu ve svislém (vlevo) a vodorovném směru (vpravo) při úmyslném rozkmitání lávky třemi osobami ve vertikálním směru v polovině rozpětí

▼ Obr. 12 Lávka po dokončení montáže ocelových prvků



▼ Obr. 13 Pohled na lávku z vyhlídkové věže (foto: Tomáš Malý)

