

**ZNALECKÉ POSOUZENÍ (STAVU KONSTRUKCÍ) PŘI STAVBĚ
KRÁLOVOPOLSKÉHO TUNELU**

**AN EXPERT ASSESSMENT OF THE CONSTRUCTION CONDITIONS DURING
THE EXCAVATION OF KRÁLOVOPOLSKÝ TUNNEL**

Rostislav Kostka³⁸

ABSTRAKT:

Vlivem ražby Královopolského tunelu pod ulicemi Dobrovského a Veleslavínova došlo k poklesům a naklonění stávajících domů. V článku se zabýváme průběhy deformací na vybraných objektech a zaznamenáváním dlouhodobého sledování trhlin v časových závislostech. Poruchy jsou sledovány v období roku 2001 - 2006 po ražbě kontrolních štol tunelu a dále při ražbě tunelu roku 2006 - 2007 až dodnes. Záznamy sledování jsou v časové závislosti pravidelně zanášeny do tabulek a z nich byly zpracovány grafické závislosti.

Na základě projektové dokumentace „Statické zajištění stávající povrchové zástavby“ bylo navrženo a posléze již provedeno statické zajištění většiny objektů.

ABSTRACT:

As a result of the excavation of Královopolský tunnel, situated under Dobrovského and Veleslavínova streets in Brno, some depressions and inclinations of existing buildings have happened. In the article we are dealing with the time flow of deformations on representative buildings and the process of long-term registering of cracks in the time-dependency. The malfunctions were monitored after the excavation of check tunnels in the 2001 – 2006 period and again during the excavation in 2006 – 2007; they are monitored till nowadays. The monitoring records have been entered into the tables in the time-dependency and these dependencies were graphically presented.

On the basis of "Static ensuring of the existing surface building" project documentation the static ensuring was projected and lastly implemented in most of the objects.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Ražba, omítka, trhliny a náklony, statické zajištění objektu.

KEYWORDS:

Excavation, parget, cracks and inclinations, static ensuring of the object.

1 ÚVOD

Následující článek posuzuje znalecké posouzení stavu objektu před a po ražbě Královopolského tunelu, pod ulicí Dobrovského v Brně.

³⁸⁾ Rostislav Kostka, Ing., Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Údolní 244/53 budova U14, 602 00 Brno, kostka@email.cz

2 ZNALECKÉ POSUDKY PŘED A V PRŮBĚHU MONITOROVÁNÍ STAVBY

Před zahájením stavby tunelu byly zpracovány stavebně technické průzkumy na zjištění a zdokumentování stavebně technických stavů nadzemních objektů, situovaných uvnitř předpokládané poklesové kotliny tunelů, které byly již byť jen částečně ovlivněny ražbou průzkumných štol pro potřeby stavby „Silnice I/42 Brno, VMO Dobrovského B“. Taktéž byly vypracovány znalecké posudky.



Obr. 1 – Objekt Dobrovského 1.

Fig. 1 – Object Dobrovského 1.

2.1 Popis objektu Dobrovského 1

Vybraný objekt byl postaven před rokem 1900 – pravděpodobně v roce 1896. Byl zařazen do státního seznamu kulturních památek Jihomoravského kraje svým uličním průčelím. Rekonstrukce a stavební úpravy byly prováděny podle potřeby vlastníků v roce 1978 a další modernizace v roce 2006. V tomto roce bylo provedeno také statické zajištění objektu.

2.1.1 Popis konstrukcí

Před zahájením prací byly zjištěny tyto konstrukce [1]:

- Základová konstrukce se předpokládají cihelné nebo betonové pásy bez svislé izolace proti zemní vlhkosti a tlakové vodě. Stupeň opotřebení nelze stanovit,
- svislé nosné konstrukce - cihelné zdivo do tloušťky 600 mm, stupeň opotřebení: 2 – lehká rozrušení (trhliny do tloušťky 5 mm), vlhkost a opadávání omítek,

-
- vodorovné nosné konstrukce - nad 1. PP je stropní konstrukce tvořena cihelnou klenbou, nad 1. NP až 5. NP je dřevěná trámová konstrukce s rovným podhledem, stupeň opotřebení: 2 – lehká rozrušení (trhliny do tloušťky 5 mm), vlhkost v 1. PP objektu, opadávání omítek,
 - střešní konstrukce - střecha je sedlového tvaru s dřevěným krovem, stupeň opotřebení: 1 – první známky poškození,
 - omítky - vnitřní omítka je vápenná hlazená, štuková, stupeň opotřebení: 2 – lehká rozrušení (trhliny do tloušťky.5mm), vlhkost a opadávání omítek,
 - podlahové konstrukce - v 1. PP jsou podlahy z betonové mazaniny, v dalších podlažích je hlavně keramická dlažba a dřevěné podlahy, na schodištích je teracová dlažba.

2.2 Práce provedené před ražbou tunelu

- Výchozí pasportizace objektu v letech 2000 až 2003, zpracovala INSET s.r.o. Brno. (protokoly jsou přiloženy jako příloha tohoto posudku), [1]
- stavebně technické průzkumy vybraných nosných konstrukcí, zpracovala SG-Geotechnika,a.s. Praha, v letech 2003 až 2004,
- dokumentace „Silnice I/42 Brno, VMO Dobrovského B, objekt C 617 Podchycení stávající zástavby“, zpracovalo Inženýrské sdružení VMO Dobrovského, v roce 2006,
- protokoly o prohlídkách a výsledky sledování vybraných objektů během a po ukončení ražby průzkumných štol, zpracovala Geotest Brno,a.s. a SG-Geotechnika,a.s. v roce 2003 až 2006, viz „Závěrečná zpráva monitoringu nadzemních objektů po ukončení provozu průzkumných štol před zahájením výstavby tunelů VMO Dobrovského“, z roku 2006 (technická zpráva je přiložena jako příloha tohoto posudku),
- dokumentace „Poklesová kotlina, Prognóza poklesových kotlin ražených tunelových úseků pro stavbu Silnice I/42 Brno, VMO Dobrovského B, stav.část, C 600 Tunely a podzemní stavby“, vypracovala Amberg Engineering, a.s.Brno, v roce 2004,
- dokumentace statického zajištění stávající povrchové zástavby nad tunelem „Silnice I/42 Brno, VMO Dobrovského B, SO 617.78 Dobrovského 1“, zpracovala SG-Geotechnika,a.s. v roce 2006 (technická zpráva je přiložena jako příloha tohoto posudku).
-

2.3 Celkové zhodnocení stavu objektu

Objekt se nachází v dobrém stavebně technickém stavu, je udržován, nejsou na něm viditelné žádné závažné poruchy. Pouze dilatační spáry mezi sousedními objekty Palackého tř.7a – Dobrovského 1 a Dobrovského 3, je narušena svislou trhlinou do tloušťky 10 mm. Stavebně technický stav: 2 - lehká rozrušení s malými škodami. Stávající porušení neovlivňuje statiku objektu, či jeho část [2].

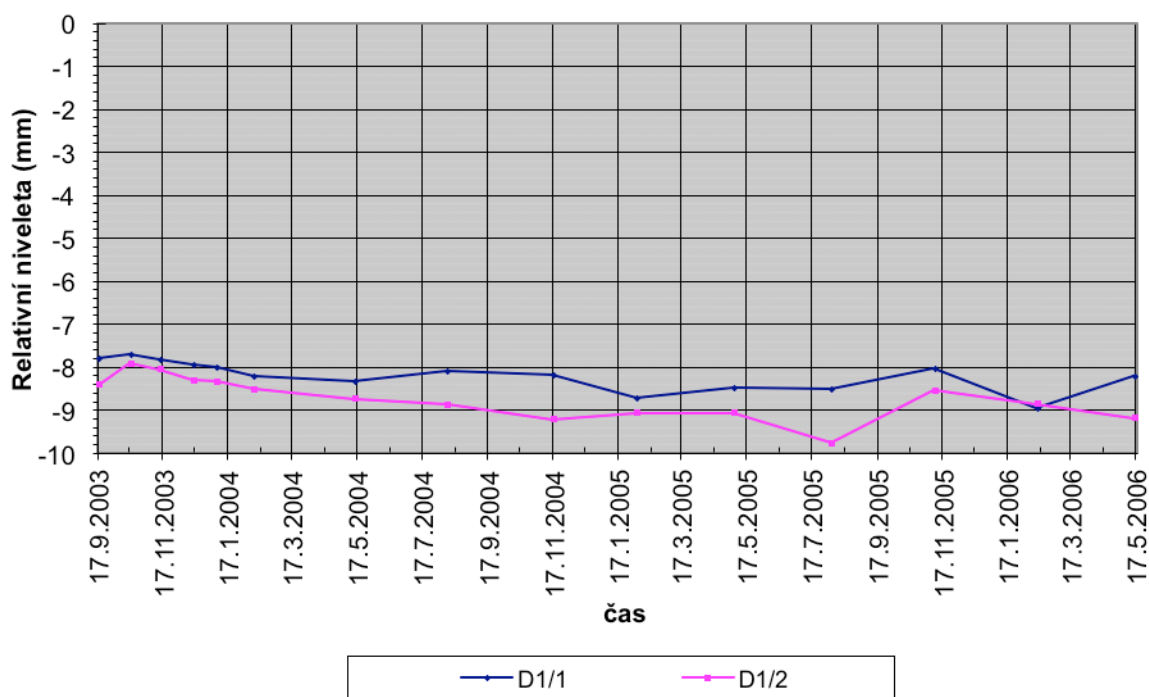
2.4 Statické zhodnocení objektu

2.4.1 Deformační odolnost objektu.

Vzhledem ke skutečnostem zjištěným v průběhu místního šetření, k uvedeným nejistotám a rizikům, byly doporučeny následující opatření:

Maximální hodnota konečného celkového sednutí a nerovnoměrného sednutí pro daný typ stavební konstrukce je v souladu s požadavkem mezního stavu použitelnosti stavební konstrukce předepsána v tabulce č. 19, ČSN 73 1001. Konečné celkové sednutí je v této tabulce předepsáno hodnotou max. 80 mm, nerovnoměrné sednutí je definováno jako 0,0015 násobek délky posuzovaného objektu [2].

Deformace na časové ose - D1



Obr. 2 – Časový průběh sedání.

Fig. 2 – A time course of subsidence.

Tyto mezní hodnoty je však možno v plné hodnotě používat pro posouzení mezního stavu v případě novostavby. Část povolených mezních hodnot sednutí objektu již byla nepochybně vyčerpána v průběhu životnosti posuzovaného objektu, stejně jako část odolnosti jeho nosné konstrukce vůči vynuceným napětím vlivem nerovnoměrného sedání základů. Tato skutečnost je zohledněna u deformační odolnosti objektu.

Deformační odolnost objektu je vyčerpána ze 30%. Tato hodnota byla stanovena znalcem kvalifikovaným odhadem a to na základě objektivního stavu objektu.

2.4.2 Seismická odolnost objektu (podle ČSN 73 0040)

Níže uvedené hodnoty v tabulce jsou stanoveny na základě tabulkových hodnot uvedených v ČSN 73 0040.

Tab. 1 – Zatížení stavebních objektů technickou seizmicitou a jejich odezva.

Tab. 1 – Load of construction objects caused by technical seismicity and their response.

Třída odolnosti objektu (Tabulka 9)	C		
Doporučený max. stupeň poškození objektu (Tabulka 13)	2		
Druh základové půdy podle ČSN 73 1001 (odst.5.5.3.1.)	B		
Procento vyčerpání seismické odolnosti.(odhad)	40 %		
Max. přípustné rychlosti kmitání pro jednotlivé obory frekvencí.			
	f < 10 Hz	10Hz < f < 50Hz	f > 50 Hz
Tabulkové hodnoty	30 - 50	50 - 100	100 - 150
Doporučené hodnoty	18 - 30	30 - 60	60 - 90
Důvody snížení seismické odolnosti	Stáří a stav objektu, charakter lokality		

V případě maximálních objektivních hodnot se jedná o zohlednění stávajícího stavu objektu. V praxi se tyto hodnoty z bezpečnostních důvodů zpravidla snižují. V případě stavby tunelu VMO Dobrovského A, B se na základě výsledků průzkumných prací („Silnice I/42 Brno, Dobrovského A - ražba průzkumných štol“) nepředpokládá potřeba nasazení trhacích prací ani významnější negativní účinky staveništní dopravy (tj. silniční doprava vázaná bezprostředně na výstavbu tunelu) na povrchových komunikacích. Oba tyto vlivy jsou v textu zmiňovány pouze pro charakterizování posuzovaného objektu, v případě silniční dopravy i pro poznání negativních vlivů dlouhodobě provozované silniční, popř. tramvajové dopravy na ulici Palackého třída, na ulici Dobrovského, které se stavbou tunelu nesouvisejí. Pokud by v průběhu stavby vyvstala potřeba jejich nasazení, budou tyto povoleny SBS a to v samostatném řízení, přičemž musí být splněny následující zásady a musí se vycházet z následujících skutečností, připouští se poškození objektu v důsledku trhacích prací max. do stupně 1 (trhlina do 1 mm) třída podloží byla vyhodnocena jako Třída „b“, tj. hlíny jílovitého charakteru, pro zaručení vzniku poškození objektu max. do stupně 1, při frekvencích otřesu 5 až 70 Hz, se musí rychlost kmitání pohybovat v intervalu pod 50% maximálních objektivních hodnot uvedených v tabulce.

2.5 Místní šetření

Místní šetření proběhlo ve dne 22. 05. 2007 za přítomnosti zástupce majitele objektu. V průběhu místního šetření byl sledován stav vnějších i vnitřních stěn vč. stropních konstrukcí objektu. Stávající stav stavebních konstrukcí byl při místním šetření dokumentován pomocí schématických zákresů poruch (trhlin, plošných poškození omítky apod.) s uvedením délky a šířky trhliny, či odhadem velikosti poškozené plochy. Tato grafická dokumentace je doplněna verbálním popisem stavu objektu, odhadovaných či zjištěných příčin poruch a stupně jejich závažnosti uvedenými v textové části posudku.

2.5.1 Zjištěné poruchy

- Reakce objektu na provedenou ražbu štol doposud doznívá, o čemž svědčí nová drobná poškození stěn, stropní a podlahové konstrukce (jedná se jen o drobná poškození),
- nebyl zjištěn ani jeden případ závažnějšího statického poškození nosných prvků.
-

2.5.2. Zhodnocení místního šetření

Zjištěné poruchy jsou jen lokálního charakteru, jedná se zejména o:

- Trhliny v nenosných příčkách, trhliny v nosném zdivu objektu (trhliny tl. vlasová až 3 mm), trhliny ve stávajících stropních k-cích (trhliny tl. vlasová až 2 mm),
- trhliny ve stávající podlahové konstrukci (trhliny tl. až 2 mm),
- trhliny ve fasádních stěnách, střešní římsy či v omítkách objektu tl. vlasová až 2 mm, trhliny v prostoru dilatačních spár mezi budovami tl. až 10mm (po celé výšce objektu), plošné opadávání fasádních omítek (anebo jejich osekání-otlučení),
- plošná vlhkost nosného zdiva objektu, zejména v 1.PP a v 1.NP objektu.

Podle charakteristických rysů poruch zjištěných v objektu lze tyto klasifikovat ve třídě 0 – III, z desetistupňové hodnotící stupnice pro tento účel v SG-Geotechnika, a.s., tj. poruchy neovlivňující statiku objektu. Objekt se nepodařilo zpřístupnit v plném rozsahu.

Rozsah prohlídky objektu považujeme za dostatečný, veškerá porušení byla zjišťována vizuálně.

Veškeré nejistoty a rizika zejména ve vstupních podkladech jsou promítnuta do aktuální seismické a deformační odolnosti objektu.

2.6 Statické zajištění objektu

Statické zajištění objektu bylo navrženo a již provedeno podle projektové dokumentace „Statické zajištění stávající povrchové zástavby nad tunelem Silnice I/42 Brno, VMO Dobrovského B“, SO 617.78 Dobrovského 1“, v níže uvedeném rozsahu: v 1. PP objektu byly osazeny ocelové rámy v oslabených průřezích nosných stěn včetně osazení ocelových táhel pod stropy. V objektu bude dodatečně osazena dřevěná výdřeva (podepření) za účelem podchycení stropních valených kleneb v objektu [2].

3 ZÁVĚR

V průběhu let 2000 až 2003 byla prováděna pasportizace objektu Dobrovského 1 společností INSET s.r.o. Brno, kde byl zjištěn rozsah poškození konstrukcí objektu jak v exteriéru (fasády objektu), tak v interiéru (vnitřní konstrukce objektu). Stavební konstrukce byly poškozeny nejen trhlinami, ale také vlhkostí obvodových stěn objektu. V letech 2004 až 2005 byly zjištěny trhliny ve stěnách i ve stropních k-cích (trhliny tloušťky vlasová až 3 mm), trhliny v obvodovém fasádním zdivu (trhliny tloušťky vlasová až 3 mm), trhliny v prostoru dilatačních spár (mezi budovami) až tloušťky 10 mm. V období let 2005 až 2006 již nedocházelo k rozvoji poruch, přírůstek nových poruch v uplynulém období je minimální. Stav objektu z pohledu vývoje jeho poškození v letech 2005 až 2006 považovat v současné době za stabilizovaný.

Doporučení: V rámci průběžného monitoringu objektů stavby „Silnice I/42 Brno, VMO Dobrovského B“ budou prováděna měření nivelací i náklonů objektu. Náklonoměrné body budou umístěny tak, aby bylo možné odečíst náklon jak v podélném, tak v příčném směru (vzhledem k ose tunelu). Deformetrická měření (měření šířky trhliny) lze provádět na již vzniklých trhlinách, podle vývoje deformací (lze použít technologii, jež nevyžaduje zásah do stávajících omítek, například posuvný měřicí proužek) [2].

4 LITERATURA

- [1] RYCHTECKÝ, Martin. *Závěrečná zpráva pro zahájení oprav škod po průchodu Královopolského tunelu-stavba „Silnice I/42 Brno, VMO Dobrovského - Veleslavínova 1199/12. Brno, září 2010. 21s.*
- [2] RŮŽIČKA, Jiří. *Závěrečná zpráva. Soudně znalecká dokumentace-Královopolského tunelu-stavba „Silnice I/42 Brno, VMO Dobrovského“.* Brno, duben 2007. 8s.
- [3] BRADÁČ, Albert a kol. *Soudní inženýrství.* Brno: CERM Akademické nakladatelství, s.r.o.. 1999. 725 s. ISBN 80-7204-133-9.