

ANALYSIS OF STRESS - STRAIN RELATIONSHIP AT SOLUTION OF
STABILITY OF EARTH STRUCTURE

ANALÝZA NAPĚTÍ A DEFORMACE PŘI ŘEŠENÍ STABILITY ZEMNÍCH TĚLES

Dočkalová, I.

The construction of the tie subgrade was permanently overstresses, this leading to the degradation of the railway track permanent way state, and thus to the decay of the geometric track location. The article deals with the solution of some stability problems of earth structure of railway network, taking in account the variability of the strength parameters on the value of the safety factor.

Zvyšování rychlostí na tratích ČD (České dráhy), zejména v souvislosti s výstavbou vysokorychlostních tratí (VRT) a jejich začleněním do evropské železniční sítě, klade velké požadavky na konstrukci železničního tělesa. Růst provozního zatížení železniční sítě a jeho vlivy na geometrickou polohu koleje byly převážně kompenzovány zvýšenou pozorností konstrukčnímu uspořádání železničního svršku. Železničnímu spodku se dlouhou dobu prakticky nevěnovala větší pozornost, což vedlo k postupnému zhoršování jeho stavu a tím zhoršování stavu železničního svršku a tedy k rozpadu geometrické polohy koleje.

Železniční spodek je z převážné části tvořen zemním tělesem. Nutnou podmínkou plynulého a hospodárného provozu železnic je dobrý stav trati, zejména zemního tělesa se stabilními svahy, protože poruchy svahů železničního tělesa mohou podstatně snížit bezpečnost železničního provozu.

Při prověřování bezpečnosti zemních těles se v současné době používají jednak klasické metody řešení stability, které se postupně vyvíjely a zdokonalovaly až do současné úrovně,

a metody mechaniky kontinua, které využívají teorie pružnosti, plasticity, vazkoplasticity, creepu apod. Účelem statického řešení stability svahů je nalezení minimálního stupně bezpečnosti.

Spolehlivost řešení železničního tělesa je závislá na matematickém modelu a na kvalitě vstupních údajů. Vlastnosti zemín nelze dostatečně přesně popsat materiálovými charakteristikami, které mají charakter konstant. Tuto skutečnost částečně odrážejí normy (např. ČSN 73 0035 určuje pro stanovení objemové tíhy γ koeficient $n = 0,9 \sim 1,1$), běžně prováděná řešení však nikoliv.

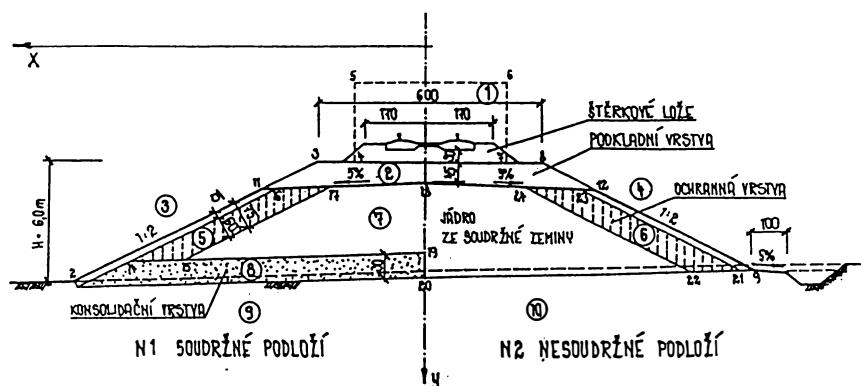
Jako příklad lze uvést parametry materiálových vlastností např. vrstvy šterkového lože. Znečištění šterkového lože vlivem provozu snižuje jeho kvalitu tak, že je třeba ve velmi krátkých časových intervalech provádět jeho čištění, tzn. uvedení do předepsaného stavu. Vlivem znečištění šterkového lože dochází ke zvyšování pórovitosti a tím ke snižování objemové hmotnosti a úhlu vnitřního tření. Uvažujeme-li rozmezí pórovitosti pro šterk 37,5% do 44%, pak při měrné hmotnosti kameniva šterkového lože $2\,600 - 2\,650 \text{ kg.m}^{-3}$, je rozmezí objemové hmotnosti cca od $1\,650 \text{ kg.m}^{-3}$ do $1\,800 \text{ kg.m}^{-3}$. Velikost úhlu vnitřního tření se pohybuje u šterků cca v rozmezí $40^\circ - 53^\circ$.

Vliv parametrů pevnosti na hodnotu součinitele bezpečnosti a polohu kritické smykové plochy byl zkoumán v parametrické studii, ve které byl řešen 6 m vysoký železniční násep, geometrie dle vzorového listu pro železniční spodek, standardních materiálových vlastností dle ČSN 73 1001, jak je uveden na obr.1 a v tab.1.

Byly řešeny dva případy :

- N1 ... násep na soudržném podloží,
- N2 ... násep na nesoudržném podloží.

Vlastní výpočet byl proveden klasickou metodou řešení stability svahů na osobním počítači PC/AT pro rozptyl parametrů podle tab.2. Pro různé materiálové kombinace, tzn. změna všech tří parametrů pevnosti (γ, c, φ), změna pouze parametru c nebo parametru φ , se pak zjišťoval vliv změny parametrů na hodnotu součinitele bezpečnosti a polohu kritické smykové plochy.



Obr.1 Železniční násep - geometrie a materiálové oblasti

Tab.1 Vlastnosti materiálových oblastí 1 až 10

číslo	Materiálová oblast			
	μ [kNm ⁻³]	c' [kPa]	ψ' [°]	E_{def} [MPa]
1	20	0	40	120
2 8 10	20	0	36	60
3 4	18	8	24	-
5 6	20	0	36	40
7 9	19	20	30	15 - 30

Pro případ N1 (soudržné podloží) nebyla poloha kritické smykové plochy citlivá na změny parametrů pevnosti, hodnota součinitele bezpečnosti se lišila od střední o $\pm 12\%$.

V případě N2 (nesoudržné podloží) byly rozdíly v hodnotách součinitelů bezpečnosti větší a byly dotčeny i polohy kritických smykových ploch. Při změně všech tří parametrů

Tab.2 Rozptyl parametrů pevnosti

		Parametry pevnosti								
	Mat.obl.	-50%	-10%	-5%	ABS	+5%	+10%	+100%		
δ	1 2 5		18	19	20	21	22		kN m^{-3}	
	6 8 10									
	7 9		17	18	19	20	21			
	3 4		16	17	18	19	20			
c'	7 9	10	-25%				+50%		kPa	
			15		20		30	40		
			-25%				+50%			
	3 4	4	6		8		12	16		
φ'	1		36	38	40	42	44		$^{\circ}$	
	2 5 6		32,4	34,2	36	37,8	39,6			
	8 10									
	7 9		27	28,5	30	31,5	33			
	3 4		21,6	22,8	24	25,2	26,4			

pevnosti (δ , c , φ) o -10% poklesla hodnota součinitele bezpečnosti o -20%. K ještě většímu poklesu hodnoty součinitele bezpečnosti došlo při změně pouze úhlu vnitřního tření -30%. Vliv změny soudržnosti byl podstatně menší (+6,7%, -15%).

Výsledky parametrické studie ukázaly, že rozdíly v hodnotách součinitele bezpečnosti (pro zcela reálné změny parametrů pevnosti) jsou značné, větší ve směru poklesu bezpečnosti, přičemž nejvýraznější vliv vykazuje parametr φ .

Literatura :

- [1] Dočkalová, I. : Řešení stabilitních problémů při interakci železničního svršku a spodku. Kandidátská disertační práce, VUT fakulta stavební, Brno 1992.
- [2] Nazari, F., Dočkalová, I. a kol. : Grant č.14 "Interakce konstrukcí s horninou v extrémních podmínkách". Seminář VUT fakulta stavební, Brno 1992.

Dočkalová Iva, Ing., ÚVAR Brno a.s., 658 80 Brno, Šumavská 33, tel. 05 / 7112 / 306, fax 05 / 74 74 75.