

DIAGNOSTIKA TERÉNU Z HLEDISKA JEHO PRŮJEZDNOSTI

Kaplan Věroslav¹, Maňas Pavel², Sobotková Šárka³

ABSTRAKT

Článok informuje o nových metódach diagnostiky terénu z hľadiska jeho prejazdnosti kolesovú technikou, najmä o aplikáciu poľného manuálu 5-430-00-1.

Kľúčové slová:

Průjezdnost, kuželový index terénu, kuželový index vozidla

ABSTRACT

This article informs about new methods measurements of terrain trafficability of vehicles particularly on the application field manual 5-430-00-1.

Key words:

Trafficability, Rating Cone Index, Vehicle Cone Index

1 ÚVOD

Během mimořádných událostí se nezdá, že dochází k poškození stávající sítě pozemních komunikací. Zabezpečení pohybu, jakož to i průzkum a včasná diagnostika potřebná pro zajištění náhradních tras pohybu byla vždy doménou ženijního vojska. Ženijní vojsko mělo a má pro tento účel zpracovanou metodiku diagnostiky terénu pro stanovení míry průjezdnosti kolové techniky.

Míra průjezdnosti je výsledkem interakce mezi únosností daného terénu (zeminy) a zatížením, způsobené odvalujícím se kolem. Je to víceparametrový vztah, obtížně matematicky modelovaný. V praxi se proto používají empirické vztahy,

¹ Věroslav KAPLAN, doc. Ing. CSc., Fakulta vojenských technologií, Univerzita obrany Brno, Kounicova 65, 662 10 Brno, Česká republika, veroslav.kaplan@unob.cz

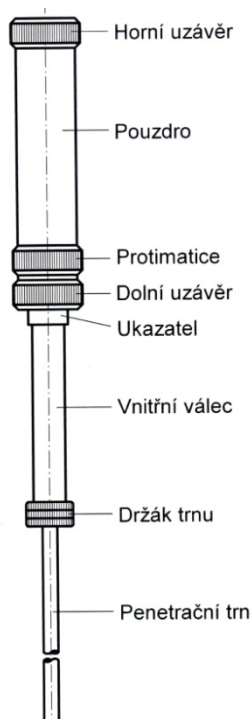
² Pavel MAŇAS, plk. doc. Ing. Ph.D., Fakulta vojenských technologií, Univerzita obrany Brno, Kounicova 65, 662 10 Brno, Česká republika, pavel.manas@unob.cz

³ Šárka SOBOTKOVÁ, doc. Ing. CSc. Fakulta vojenských technologií, Univerzita obrany Brno, Kounicova 65, 662 10 Brno, Česká republika, sarka.sobotkova@unob.cz

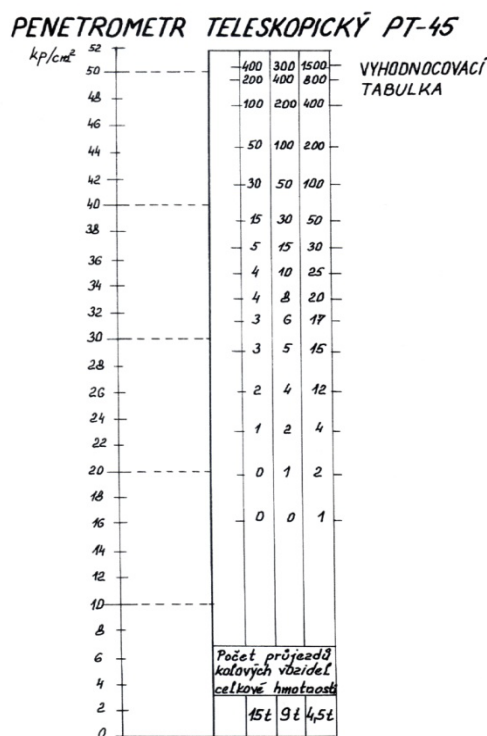
odvozené na základě měření a jejich následného statistického vyhodnocení. Po dlouhou dobu byl v ženijním vojsku armády ČR používán teleskopický penetrometr PT 45.

2 STANOVENÍ PRŮJEZDNOSTI POMOCÍ TELESKOPICKÉHO PENETROMETRU

Vyhodnocování průjezdnosti kolové techniky v málo únosných terénech bylo založeno na vztahu mezi penetračním odporem zeminy (zjišťované pomocí teleskopického penetrometru PT 45) a tzv. vyhodnocovací tabulkou (obr. č. 1 a 2), která udávala počet vozidel určité nosnosti bezpečně projedoucí měřeným terénem v téže stopě. Vyhodnocovací tabulka byla převzata z vojenských předpisů tehdejší armády bývalého Sovětského svazu. [1]



Obrázek 1 Teleskopický penetrometr PT45.



Obrázek 2 Vyhodnocovací tabulka.

Bohužel nebylo známo, na jakém principu byla vyhodnocovací tabulka vytvořena. Testováním věrohodnosti vyhodnocovací tabulky se zabývala po dobu asi 5 let Katedra ženijních technologií. Na základě experimentálních měření v terénu (obr. č. 3) bylo nadavší pochybnost prokázáno, že neexistuje relevantní výsledek ve vztahu k penetračnímu odporu.

Ve všech měřeních, která byla prováděna během jara, léta a podzimu testovacími vozidly Tatra VVN a Land Rover v málo únosných terénech ve vojenském prostoru Bechyně bylo zjištěno, že zatím co dle vyhodnocovací tabulky na základě naměřených penetračních odporů penetrometrem PT 45, by daným terénem nemělo projet žádné vozidlo, projela všechna vozidla a navíc opakovaně. (tabulka č. 1)[2].



Obrázek 3 Měření v terénu

Tabulka 1 Výsledek průjezdů měřenými terény

MĚŘENÍ			PT-45
OBDOBÍ	MÍSTO	VOZIDLO	VÝPOČET SE SKUTEČNOSTÍ
jaro	CESTA I.	Tatra VVN	nesouhlasí
	CESTA II.	Tatra VVN	nesouhlasí
	LOUKA	Tatra VVN	nesouhlasí
léto	CESTA I.	Tatra VVN	nesouhlasí
	CESTA II.	Tatra VVN	nesouhlasí
	LOUKA	Tatra VVN	nesouhlasí
	CESTA I.	Land Rover	nesouhlasí
	CESTA II.	Land Rover	nesouhlasí
	LOUKA	Land Rover	nesouhlasí
podzim	CESTA I.	Tatra VT	nesouhlasí
	CESTA II.	Tatra VT	nesouhlasí
	LOUKA	Tatra VT	nesouhlasí

Z těchto důvodů bylo přistoupeno k hledání jiného způsobu řešení. Byly testovány různé měřicí přístroje např. smykový vrtulkový přístroj, které se zdál být vhodnějším než přístroje penetrační, neboť výsledkem měření byla vrtulková smyková pevnost, tzn. parametr, který měl dostatečně potřebnou vypovídací schopnost o únosnosti diagnostikovaného terénu. Bohužel se ale nepodařilo najít vztah mezi touto hodnotou a počtem projedoucích vozidel.[1]

3 VYHODNOCOVÁNÍ PRŮJEZDNOSTI POMOCÍ KUŽELOVÉHO PENETROMETRU

Abychom se nedopustili stejné chyby, kdy metoda vyhodnocování průjezdnosti terénu pomocí penetrometrického přístroje PT 45 a vyhodnocovací tabulky byla bez ověření přejata a uzákoněna v ženijním předpise, bylo přistoupeno k testování metodiky Field Manual 5-430-00-1 Planning and design of roads, airfields, and heliports in the theater of operations – road design.

Ve výše uvedené metodice je průjezdnost terénu kolovým vozidly definována na základě vztahu dvou parametrů:

1. RCI – kuželový index terénu
2. VCI – kuželový index vozidla

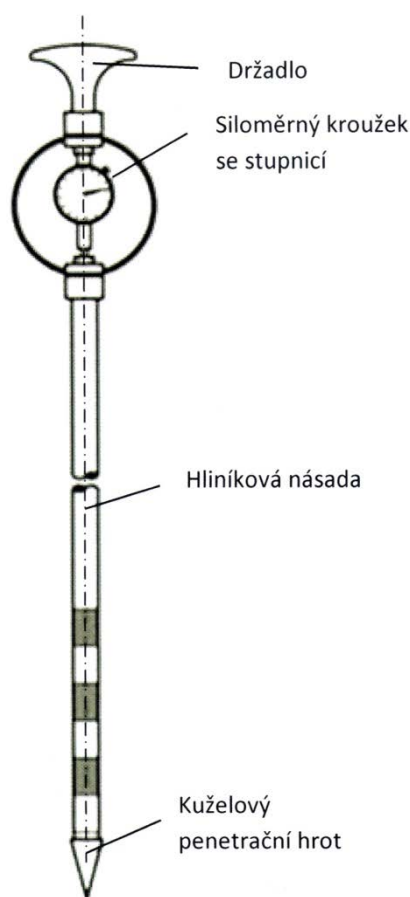
Terén je průjezdný, platí-li nerovnost, že:

$$RCI > VCI \quad (1)$$

Velmi zjednodušeně řečeno, je-li únosnost terénu větší než jsou účinky vyvolané zatížením odvalujícího se kola, je terén průjezdný.

3.1 KUŽELOVÝ INDEX TERÉNU RCI

Kuželový index terénu [RCI] je obecným vyjádřením pevnosti zeminy. Jeho základ tvoří hodnota penetrační pevnosti zeminy terénu – kuželový index [CI] měřená kuželovým penetrometrem (obr. 4).



Obrázek 4 Kuželový penetrometr

Smyková pevnost zeminy, která má rozhodující vliv na průjezdnost terénu, jakož i ostatní mechanicko-fyzikální vlastnosti zeminy, není hodnota konstantní, nýbrž proměnlivá v čase a navíc ovlivněná celou řadou faktorů, zejména vlhkostí a granulometrickým složením.

Velkou výhodou metodiky FM 5-430-00-1 je skutečnost, že se snaží tyto základní faktory postihnout a implementovat do stanovení kuželového indexu zatížitelnosti [RCI] prostřednictvím dalších parametrů:

1. RI – indexu přetvoření,
2. zavedením kritické vrstvy.

Index přetvoření [RI] odráží vliv vlhkosti a jejich projevů na pevnost jemnozrnných zemín, (u hrubozrnných se nezjišťuje).

Kritická vrstva je hloubkový interval, ve kterém je zjištění hodnoty kuželového indexu [CI] směrodatné. Její hloubka je různá v závislosti na typu zeminy, půdním profilu, typu a hmotnosti vozidla a počtu požadovaných pojezdů.

Výsledný parametr pevnosti zeminy měřeného terénu, kuželový index terénu [RCI], se následně stanoví jakou součin hodnot penetrační pevnosti zeminy [CI] a indexu přetvoření zeminy [RI] pro příslušnou kritickou vrstvu,

$$RCI = CI * RI \quad (2)$$

3.2 KUŽELOVÝ INDEX VOZIDLA VCI

Kuželový index vozidla [VCI] je hodnota charakterizující účinky projíždějícího vozidla na diagnostikovaný terén. Pro každé vozidlo se určují dvě hodnoty kuželového indexu vozidla VCI a to pro jeden pojezd a padesát pojezdů. Pro vozidla používaná v české armádě je třeba hodnotu VCI pro každé vozidlo odhadnout, na rozdíl od vozidel užívaných například armádou Spojených států, kde jsou hodnoty kuželového indexu vozidel tabelarizovány. Pokud se jedná o vozidlo, jehož hodnota [RCI] není známa, slouží pro odhad hodnoty kuželového indexu vozidla [VCI] index mobility [MI], který se dá pro každé vozidlo vypočítat. Výpočet hodnoty indexu mobility [MI] vychází z dotykového tlaku, charakteru pneumatik, hmotnosti vozidla, zatížení náprav a světlé výšky, a liší se podle typu vozidla (vozidla pásová s vlastním pohonem, kolová s vlastním pohonem, pásová vlečená a kolová vlečená) [2],[5].

Obecně je možno index mobility MI uvést jako následující vztah:

$$MI = \left[\frac{\text{faktor dotykového tlaku}}{\text{faktor pneumatiky}} \times \frac{\text{hmotnostní faktor}}{\text{faktor řetězí}} + \text{faktor zatížení kola} - \text{faktor světlé výšky} \right] \times \text{faktor motoru} \times \text{faktor převodovky} \quad (3)$$

Na základě takto stanoveného indexu mobility MI lze pomocí příslušného grafu (obr. 6) určit kuželový index vozidla VCI. Pro potřeby srovnávacích měření, byly vypočteny hodnoty kuželového indexu vozidel v AČR pro jeden VCI1 a 50 pojezdů VCI50 [4], viz tabulka 2.

Tabulka 2 Index VCI pro některá vozidla AČR

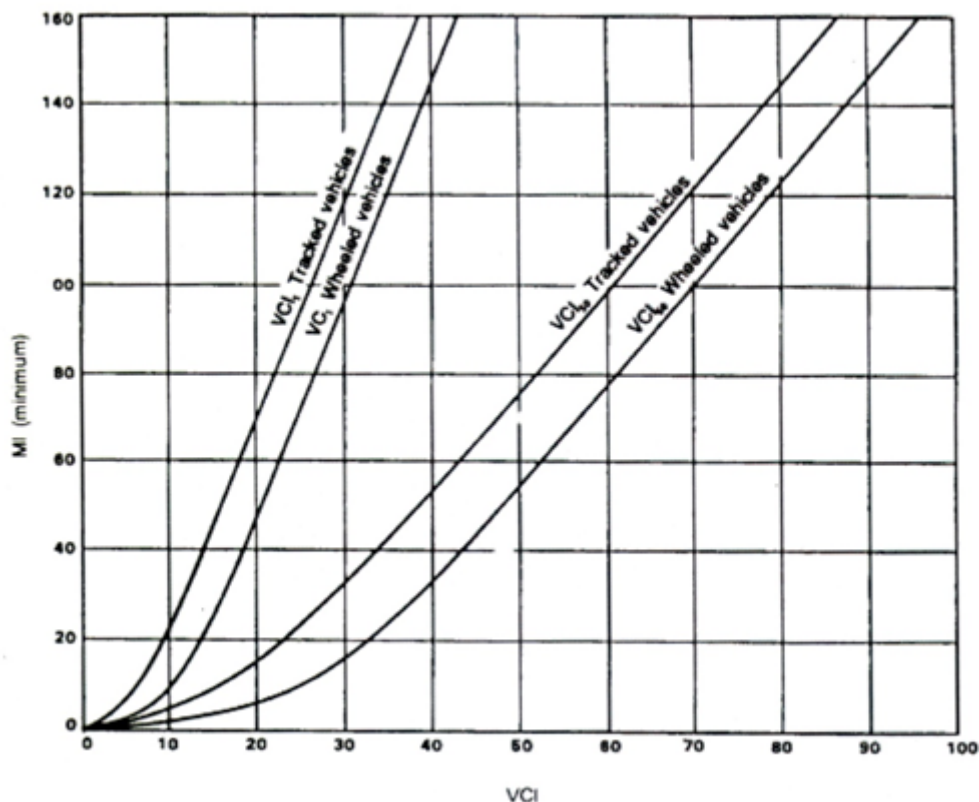
Druh vozidla	VCI pro jeden pojezd	VCI pro 50 pojezdů
Tatra 815 8x8 VVN	34	77
Land Rover 130	36	82
Land Rover Defender 110	32	74
UAZ 469B	25	59

4 ZÁVĚR

Je zřejmé, že metodika měření průjezdnosti terénu 5-430-00-1 Planning and Design of Roads, Airfields, and Heliports in the Theater of Operations – Road Design [5] je propracovanější, než metodika používaná ženijním vojskem AČR. Jejím hlavním přínosem je skutečnost, že zohledňuje procesy, které se vlivem zatížení odvalujícím se kolem odehrávají v různých typech zeminy různě, že se zabývá se možností zhutnění zeminy po opakujících se přejezdech a je možno ji používat pro různé typy vozidel.

Katedra ženijních technologií provedla celou řadu ověřovacích měření, na jejichž základě byla zpracována nová metodika diagnostiky terénu pro určení míry průjezdnosti terénu, jejíž hlavní základ tvoří implementace Field Manual 5-430-00-1 do podmínek AČR. Byly stanoveny kuželové indexy vozidel vozového parku AČR. V současné době probíhá stanovení kuželových indexů vozidel pro vybrané vozidla HZS, neboť se domníváme, že nová metodika měření průjezdnosti terénu je využitelná

nejen pro AČR, ale i pro ostatní složky IZS, zejména pro HZS během mimořádných událostí.



Obrázek 6 Stanovení kuželového indexu vozidla

LITERATURA

- [1] SOBOTKOVÁ, Š. Průjezdnost vozidel terénem. [habilitační práce], VA Brno, 2002.
- [2] CIBULOVÁ, K. Diagnostika terénu z hlediska průjezdnosti. [dizertační práce], UO Brno, 2007
- [3] <http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/5-430-00-1/index.html>.
- [4] SOBOTKOVÁ, Šárka, CIBULOVÁ, Klára. The Results of Terrain -Trafficability Measurements Carried out with Penetrometers. In International conference on military technologies - ICMT 07. Česká republika, 2007, č. 1-2, s. 118-123. ISBN 987-80-7231-238-2.
- [5] Sobotková Šárka, Průjezdnost vozidel z hlediska jeho únosnosti, Vojenské rozhledy 4/2010, ISSN 1210-3292

Článek recenzoval:
doc. Ing. Miroslav Tomek, PhD.