

## MOŽNOSTI VYHODNOCOVÁNÍ PRŮJEZDNOSTI TERÉNU V KRIZOVÝCH SITUACÍCH

Klára Cibulová <sup>1</sup>, Šárka Sobotková <sup>2</sup>

### ABSTRAKT

Článek se zabývá přístroji určenými k vyhodnocování průjezdnosti terénu v krizových situacích a možnostech překonávání málo únosného terénu pomocí nich. Jsou zde publikovány výsledky srovnávacích terénních měření, která byla uskutečněna v různých typech půd a za různých klimatických podmínek a určena k porovnání přístrojů určených k posouzení průjezdnosti terénu.

### Klíčové slová:

průjezdnost terénu, teleskopický penetrometr PT-45, kuželový penetrometr

### ABSTRACT

The article evaluates the instruments designed to assess trafficability of terrain in crisis situations and the options of overcoming an area of low carrying capacity with them. There are published results of field measurements that were carried out in different soil types and under different climatic conditions. These measurements were determined to compare the instruments used to assess the trafficability of field.

### Key words:

trafficability of terrain, telescopic penetrometer PT-45, cone penetrometer

## 1 ÚVOD

Úkoly ženijního vojska jsou ženijní podpora vojsk a pomoc obyvatelstvu. Mezi ženijní podporu vojsk lze zařadit ženijní zabezpečení úkolových uskupení (ženijní průzkum, zabezpečení překonávání překážek, apod.), dále pak odstraňování a likvidování nevybuchlé munice a zabezpečení vojsk v misích. Pomoc obyvatelstvu se

---

<sup>1</sup> kpt. Ing. Klára, Cibulová, Ph.D., Univerzita obrany, Kounicova 65, Brno, Česká republika, tel.+420973442932, mail: [klara.cibulova@unob.cz](mailto:klara.cibulova@unob.cz)

<sup>2</sup> doc. Ing. Šárka, Sobotková, CSc., Univerzita obrany, Kounicova 65, Brno, Česká republika, tel. +420973442875, mail: [sarka.sobotkova@unob.cz](mailto:sarka.sobotkova@unob.cz)

skládá z plnění humanitárních úkolů civilní ochrany, záchranné, vyprošťovací a další neodkladné práce při pohromách, nebo při jiných závažných situacích ohrožujících životy, zdraví, značné majetkové hodnoty nebo životní prostředí (požáry, povodně, hromadná neštěstí, průmyslové havárie). [4]

Během ženižního průzkumu se mimo jiné vyhodnocuje i průjezdnost terénu. Vojska při přesunech využívají nejenom silnice, ale i polní a lesní cesty a v určitých případech i terény, které se pro normální provoz běžně nepoužívají. Avšak vlivem klimatických podmínek (tání sněhu, dlouhodobý déšť apod.) a vlivem typu terénu se pohyb v těchto místech může stát nemožný, čímž dojde k zapadnutí a zastavení vojsk. Proto je nutné již předem učinit opatření, která by této situaci zabránila. Aby bylo možné správně učinit toto rozhodnutí, je potřeba znát hodnotu průjezdnosti terénu, tzn. předpoklad, kolik a jakých vozidel projede daným terénem, aniž by bylo zapotřebí jakýchkoliv úprav. V naší armádě se při posuzování únosnosti terénu vychází z předpisu Žen 2-16 Vojenské silnice a cesty [2]. V něm je popsán přístroj teleskopický penetrometr PT-45. Bohužel názory na tento přístroj se velmi různí. Stále častěji se objevuje názor, že vyhodnocování pomocí něj není spolehlivé a již nevyhovuje současným požadavkům AČR. Při špatném posouzení průjezdnosti terénu se však může stát, že vozidla zapadnou a znemožní tím další pohyb vojsk. Proto je důležité umět spolehlivě určit hodnoty průjezdnosti terénem.

Také při plnění humanitárních úkolů civilní ochrany se provádí diagnostika terénu z hlediska průjezdnosti tak, aby bylo možné urychlit záchranné práce. I tady se může stát, že následkem různých vlivů, např. živelných katastrof, budou některé úseky komunikací nepoužitelné. Může se jednat o úsek silnice nebo cesty, který spojuje různé části a například obejítí není možné nebo velice složité. Pak je potřeba určit, zda je náhradní úsek terénem průjezdný či nikoliv. Dále například může jít o poškození určitého objektu v terénu. K tomuto je potřeba se dopravit a provést opravu. Poslední variantou může být kombinace těchto dvou případů, např. poškozený úsek silnice včetně poškozeného objektu. Opravy silnice a následné opravy objektu by znamenaly časovou ztrátu, a proto je lepší vyhodnotit průjezdnost terénem k poškozenému objektu a provádět opravy současně. A právě k tomu je potřeba spolehlivě určit průjezdnost terénem.

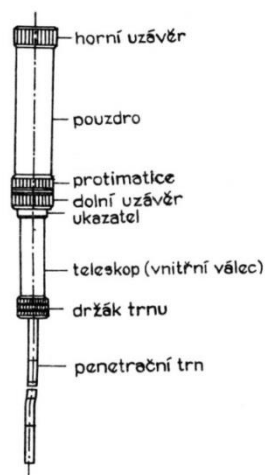
Na základě těchto zkušeností byla provedena terénní měření, která vedla k posouzení přístrojů určených k vyhodnocování průjezdnosti terénu. Těmito přístroji jsou teleskopický penetrometr PT-45, používaný v AČR a kuželový penetrometr, používaný v některých armádách NATO. Vyhodnocení těchto přístrojů, jejich předností i nevýhod jsou popsány v tomto článku.

## 2. PŘÍSTROJE

### 2.1 TELESKOPICKÝ PENETROMETR PT-45

Podle předpisu Žen 2-16 [2] lze průjezdnost terénu určit několika způsoby. Jedním z nich je teleskopický penetrometr PT-45. Je založen na principu zjišťování odporu zeminy v penetraci nebo-li odporu zeminy proti vnikání trnu.

Teleskopický penetrometr je opatřen penetračním trnem, který se zatlačuje tlakem na zhlaví penetrometru (na horní uzávěr pouzdra). Na stupnici se odečítají údaje označené polohou unášejícího kroužku. Po jeho vrácení do výchozí nulové polohy se zjišťuje tlak v MPa, potřebný pro zatlačení trnu do hloubky 5, 10, 15, 20, 25 a 30 cm v tomtéž místě. Každé měření se provádí třikrát do vzdálenosti 1 metru.



Obrázek 1 Teleskopický penetrometr PT- 45 [2]

Počet vozidel, která projedou daným úsekem terénu, se určí z vyhodnocovacího protokolu o průjezdnosti terénu. Do sloupce zjištěná penetrační únosnost v MPa se zapisují desetinné podíly číselných hodnot přečtených na stupnici penetrometru bezprostředně u unášejícího kroužku po zatlačení trnu do předepsané hloubky (tzn., že číslo zjištěné unášecím kroužkem se dělí deseti).

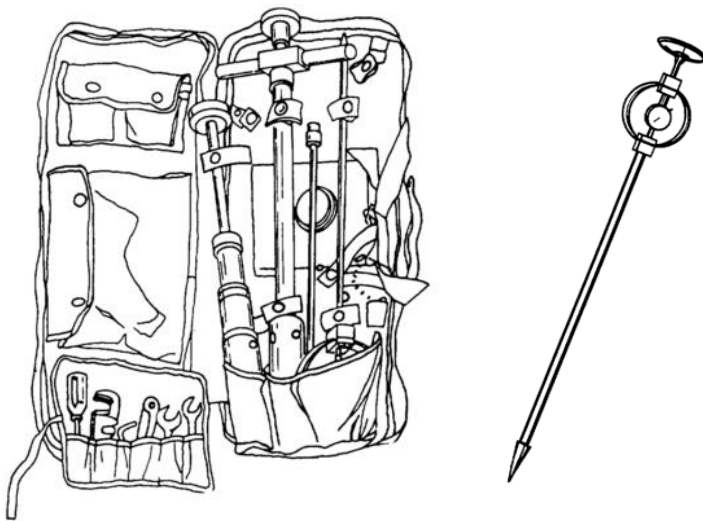
Po výpočtu průměrných hodnot ze tří vrstev se bere jako základ pro stanovení počtu vozidel, která projedou měřeným místem, minimální hodnota průměru z níž se ve vyhodnocovací tabulce teleskopického penetrometru zjistí počet průjezdů kolových vozidel podle jejich celkové hmotnosti.

### 2.2 KUŽELOVÝ PENETROMETR

Kuželový penetrometr je součástí Soupravy pro měření průjezdnosti. Ta se skládá z následujících položek: plachtové přepravní pouzdro, kuželový penetrometr se dvěma různými kuželovými hroty, odběrný válec, formovací sada (zahrnující ocelovou tyč a kužel, beran, násadu, válec s podložkou a svorkou) a sáček ručního nářadí (kombinace klíčů, šroubováky, hasáky...). Celková hmotnost celé sady

je 8,618 kg. Správné uložení jednotlivých částí sady v pouzdře je vyobrazeno na obr. č. 2.

Základním nástrojem pro měření průjezdnosti je kuželový penetrometr. Skládá se z kužele s úhlem  $30^\circ$ , hliníkové tyče, dlouhé 48,26 cm, siloměrného kroužku, mikrometrického číselníku a rukojeti. Jestliže je penetrometr zatlačen do země, siloměrný kroužek je posunut do pozice dle použité síly. Hodnota síly, která byla potřebak zatlačení do požadované hloubky, se ukáže na číselníku. Tato hodnota je pak považována za kuželový index půdy CI. Rozmezí na číselníku je 0 – 300, hodnota 300 se rovná 68 kg.



Obrázek 2 Souprava pro měření průjezdnosti, kuželový penetrometr. [3]

Další důležitou součástí je sada pro formování. Tato sada se skládá z odběrného válce, do kterého se nabere vzorek zeminy. Ten je pak přesunut do formovacího válce zakončeného podložkou se svorkou, kde se penetrometrem změří hodnota kuželového indexu. Poté se provede simulace pojezdů, kterou zde představují pády beranu na zeminu ve válci. Tím získáme hodnotu indexu formování RI.

Součin dvou indexů – kuželového indexu CI a indexu formování RI – je kuželový index zatížitelnosti RCI. Tento index se porovná s indexem vozidla VCI, které má daný terén překonat. Je-li index půdy větší než index vozidla je terén průjezdný a naopak.

### 3. POROVNÁNÍ PŘÍSTROJŮ

#### 3.1 VÝHODY A NEVÝHODY TELESKOPICKÉHO PENETROMETRU PT-45

Během terénních měření bylo zjištěno následující. Při posuzování výhod a nevýhod je nutné brát v potaz dvě rozdílná hlediska. Za prvé posouzení přístroje samotného, jak přesně měří, je-li spolehlivý, jak se s ním zachází, jak je náročný na údržbu apod. Druhé hledisko je zaměřeno na vyhodnocení a interpretaci výsledků

naměřených přístrojem. Obě tato hlediska jsou důležitá, s výborným přístrojem nelze bez správného vyhodnocení posoudit průjezdnost, stejně tak jako s přesnými vyhodnocovacími metodami na základě klamných výsledků naměřených špatným přístrojem.

#### VÝHODY:

- hmotnost (1,2 kg), délka (složeného přístroje 21 cm, sestaveného přístroje 30 cm),
- skládá se pouze ze dvou částí, díky tomu snadný transport,
- rychlá a snadná příprava (1 minuta) – vyšroubováním vnitřní části a opětovným našroubováním je přístroj připraven k použití,
- jednoduché používání – při zatlačení na zhlaví penetrometru se přečtou hodnoty v jednotlivých hloubkách,
- měření se skládá pouze z naměření odporu v šesti hloubkách, díky tomu je toto měření velmi rychlé.

#### NEVÝHODY:

- vyhodnocovací protokol určuje nespolehlivě a nepřesně hodnoty průjezdnosti terénu,
- nejsou známy zdroje výpočtů, nelze přistoupit k úpravám, dle skutečného stavu,
- použití různých jednotek během vyhodnocování, může vést k chybám, někdy dokonce k nedokončení a nemožnosti vyhodnotit průjezdnost,
- zohledňuje pouze jednu vlastnost vozidla, jeho hmotnost,
- vyhodnocovací tabulka v předpise obsahuje chyby.

### 3.1 VÝHODY A NEVÝHODY KUŽELOVÉHO PENETROMETRU

Druhým posuzovaným přístrojem je kuželový penetrometr, respektive Souprava pro měření průjezdnosti.

#### VÝHODY:

- během měření jsou zohledňovány změny, které nastávají vlivem poježdění – je zde simulováno zhutnění pomocí beranu,
- během vyhodnocování je zohledněno více vlastností vozidel (hmotnost, světlá výška, motor, pneumatiky, apod.),
- sada obsahuje více přístrojů, pro různé druhy půd,
- přepravní pouzdro obsahuje i nástroje pro přípravu, eventuálně opravu různých částí a vše je přehledně uspořádáno,
- měření s penetrometrem je jednoduché a snadné, hodnoty lze snadno přečíst z číselníku,
- přístroj je používán více zeměmi NATO, možnost vzájemné spolupráce jednotek,
- přehledný a snadno vyplnitelný vyhodnocovací formulář.

## NEVÝHODY:

- celá sada se skládá z více částí, které jsou přepravovány v plachtovém pouzdru pro určenou pro transport na zádech, a právě rozměry a hmotnost pouzdra mohou patřit mezi nevýhody (cca 8,5 kg),
- ačkoliv je třeba provést měření v méně hloubkách, musí se provádět formovací testy, což vede k časové ztrátě během měření,
- formovací testy jsou náročné na přesné provedení (neporušení vzorku), sílu (odebrání vzorku) a čas,
- v předpise není uvedeno, že je potřebné mít v sadě olej, pro očištění a údržbu přístrojů, bez potřebného promazání, není možné odebírat vzorky,
- aby bylo možné rychle vyhodnotit průjezdnost, je třeba znát hodnoty kuželového indexu vozidla,
- je důležité uchovávat sadu v čistotě, zejména válce určené pro vzorky zeminy.

## 4. ZÁVĚR

Hlavní výhody a nevýhody obou přístrojů jsou tyto. U teleskopického penetrometru je snadné a jednoduché měření, není náročný na údržbu. Měření s ním je spolehlivé a přesné. Slabou stránkou tohoto přístroje je vyhodnocovací tabulka, kde je nutné převést výsledky do jiných jednotek. Dále pak to, že se zde posuzuje pouze hmotnost vozidla, jako jeho jediná vlastnost. Nejsou známy zdroje, jak byla získána vyhodnocovací tabulka, nelze tedy provádět potřebné úpravy dle reálného stavu (například upravit výsledné hodnoty dle nerovností terénu). Největší problém ovšem je nepřesné vyhodnocení, které neodpovídalo ani v jednom případě skutečnému stavu pojezdů.

Mezi výhody sady pro měření průjezdnosti lze uvést, že lépe vystihuje vlastnosti půdy i vozidla, které porovnává pomocí jejich indexů. U půdy se měří odpor nejenom v rostlém stavu, ale i ve ztuhlém, což napodobuje změny, ke kterým dojde během pojezdů. Také u indexu vozidla se bere v potaz nejenom hmotnost, ale i ostatní charakteristiky. Během vyhodnocování nenastaly žádné problémy. Výsledky, kromě dvou případů, odpovídaly naměřeným hodnotám.

## LITERATURA

- [1] Cibulová, K. Diagnostika průjezdnosti terénu kolovými vozidly pro potřebu AČR. Disertační práce. Brno: Univerzita Obrany, 2007.
- [2] Žen 2-16 Vojenské silnice a cesty. Praha: Ministerstvo národní obrany, 1987.
- [3] Field Manual 5-430-00-1 Planning and design of roads, airfields, and heliports in the theater of operations – road design. [online]. 2006 [cit. 2006-09-12].
- [4] Hlavní úkoly 15. ženijní záchranné brigády [online]. 2007. [cit. 2007-05-04].

Článek recenzovali dva nezávislí recenzenti.