



## TESTOVÁNÍ PERSPEKTIVNÍCH MATERIÁLŮ PRO PŘEKONÁVÁNÍ MÁLO ÚNOSNÉHO TERÉNU

**Klára Cibulová<sup>1)</sup>, Jan Sobotka<sup>2)</sup>**

### **ABSTRAKT**

Článek se zabývá možnostmi překonávání málo únosného terénu v krizových situacích. Jsou zde popsány způsoby určování průchodnosti terénu a jejich vyhodnocování. Hlavním tématem článku jsou možnosti překonávání neúnosného terénu pomocí perspektivních materiálů. Během terénních měření byly tyto materiály zkoušeny v krajně nepříznivých podmínkách. Závěrem je zde uvedeno hodnocení vybraných materiálů.

### **Klíčová slova:**

průchodnost terénu, penetrometr, rohož, krizová situace, mobilita

### **ABSTRACT**

The article deals with the possibilities of overcoming a little bearable terrain in crisis situations. There are described methods for terrain determining flotation and evaluation. The main topic of the article is the possibilities of overcoming unbearable field through using advanced materials. Materials were tested during field measurements under extremely adverse conditions. At the end of the article, there is evaluation of selected materials.

### **Key words:**

Flotation, penetrometer, mat, crisis situation, mobility

## **ÚVOD**

Článek se zabývá možnostmi překonávání málo únosného terénu během krizových stavů. Velmi často je do těchto situací zapojena armáda. Jedním

---

<sup>1)</sup> Klára, Cibulová, Ing. Ph.D., Univerzita obrany v Brně, Kounicova 65, Brno, Czech republic, tel.: +420 973 442 932, mail: [klara.cibulova@unob.cz](mailto:klara.cibulova@unob.cz)

<sup>2)</sup> Jan, Sobotka, Ing. Ph.D., Univerzita obrany v Brně, Konicova 65, Brno, Czech republic, tel.: +420 973 443 807, mail: [jan.sobotka@unob.cz](mailto:jan.sobotka@unob.cz)

z nejdůležitějších a rozhodujících předpokladů pro plnění těchto úkolů je mobilita vojska. A právě mobilita a schopnost pohybovat se i mimo danou dopravní síť, zvláště v neúnosném terénu, je tématem tohto článku.

Zabezpečení mobility je jedním z úkolů ženijního vojska v rámci ženijního průzkumu a v rámci pomoci obyvatelstvu. Během ženijního průzkumu se vyhodnocuje 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.

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, kde obejití není možné nebo velice složité, dovoz materiálu na výstavbu v místě poškození apod. A právě k tomu je potřeba spolehlivě posoudit průjezdnost terénem. Je tedy podstatné umět spolehlivě a rychle vyhodnotit, zda je terén průjezdný či nikoliv. V případě, že není možné terén překonat – byl vyhodnocen jako neprůjezdný pro určitý typ a počet vozidel, musí se přistoupit k opatřením, která zajistí jeho překonání.



*Obrázek 1 Zaboření vozidla Tatra v oblasti Rybník.*

V rámci Armády České republiky (dále AČR) se pro překonání využívají různé druhy pomocných vozovek. Tyto vozovky dělíme na stále a provizorní. Mezi stále vozovky patří například zemní vozovky, vozovky vystavené za pomoci geotextilií, haťové vozovky, vozovky z kulatin, apod. Mezi provizorní náleží vozovky z dřevěných rohoží, vozovky z dřevěných štítů, kovové vozovky. V posledních letech se stále více začíná zvažovat použití nových perspektivních materiálů.

Na základě těchto trendů byl na Katedře zabezpečení boje Univerzity obrany v Brně proveden specifický výzkum na toto téma. [1] Na základě multikriteriálního hodnocení byly jako nejvhodnější prostředek pro překonávání málo únosného terénu

vybrány plastové rohože. V rámci výše zmíněného projektu [1] nebylo možné tyto plastové rohože otestovat na území České republiky. Proto bylo, po dohodě naší Katedry ženijních technologií s Katedrou zabezpečení boje, přistoupeno k uskutečnění experimentu s odpovídajícím vozovým parkem a v podmínkách vyhovujících požadavku málo únosného terénu.

Zatím bylo možné provést dílčí testy s vybranými vzorky plastových rohoží. Vzhledem ke stále probíhajícímu jednání o dalším testování, zde nejsou uvedeny názvy těchto rohoží. Jedná se o variantu těžké lehké únosnosti. Rozměry byly následující: lehká únosnost - dvě role šířky 0,8m a délky 8,0m, těžká únosnost šířky 2,1m a délky 5,0m.

## 1 EXPERIMENT

### 1.1 CÍL EXPERIMENTU

Cílem experimentu bylo ověřit použitelnost plastových rohoží pro překonávání málo únosného terénu vybraných vozidel AČR na území ČR. Parametry průjezdnosti terénu ve vytipované lokalitě byly stanoveny na základě penetrometrických měření. Pro objektivnost byl použit teleskopický penetrometr PT-45 používaný v AČR a kuželový penetrometr používaný v některých členských zemích NATO. Pro testování byly vybrány dvě lokality se silně podmáčeným terénem a s velkou pravděpodobností zapadnutí techniky.

Plastové rohože nejsou ve výbavě jednotek AČR a doposud nebyly testovány na území ČR v podmínkách AČR. Plastové rohože v roce 2010 testovaly Ozbrojené síly Slovenské republiky pro stavbu mobilních heliportů. Testy probíhaly v oblasti Zahorie na Slovensku, které je specifické písčitou zeminou. Jde tedy o zcela jiné použití, vzhledem k účelu pokládky, geotechnickým podmínkám i zkušené technice.



Obrázek 2 Zaboření vozidla UAZ v oblasti Rybník.

Pro experiment byly vybrány dvě oblasti „Rybník“ a „Louka“, ležící v oblasti SST Žďár. Oblast „Rybník“ byl částečně vypuštěný rybník, vhodně splňující podmínky pro zkoumání průjezdnosti. Byla zde vybrána trasa v délce 28m. V druhé lokalitě „Louka“ byla vybrána trasa v délce 18 m. Měření probíhalo následovně. Na vytipovaných lokalitách byla změřena a vyhodnocena průjezdnost pomocí teleskopického a kuželového penetrometru a to v celé délce trasy vždy po vzdálenosti 1m. Dále byla změřena vlhkost a odebrány vzorky pro následovné zatřídění v laboratoři zemin Katedry ženíjných technologií. Po vyhodnocení terénu následovaly pojezdy automobilů bez rohože a s rohoží.

## 1.2 VYHODNOCENÍ ÚNOSNOSTI TERÉNU TELESKOPICKÝM PENETROMETREM

Jak již bylo uvedeno výše, k vyhodnocení byl použit teleskopický penetrometr zavedený v AČR a pro objektivnost i kuželový penetrometr používaný v armádách NATO.

Měření teleskopickým penetrometrem – viz. obr. 3 - je následující. Přístroj 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.

Počet vozidel, která projedou daným úsekem terénu, se určí z vyhodnocovacího protokolu o průjezdnosti terénu. Po výpočtu průměrných hodnot ze tří vrstev se bere jako základ pro stanovení počtu vozidel, která projedou měřeným místem, minimální hodnota průměru. [2] Poté se dle vyhodnocovací tabulky teleskopického penetrometru [3] zjistí počet průjezdů kolových vozidel podle jejich celkové hmotnosti.



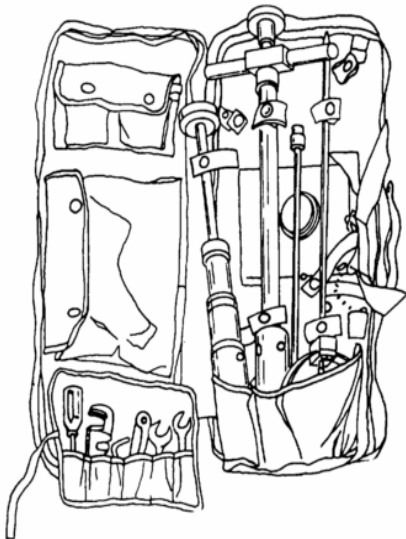
Obrázek 3 Teleskopický penetrometr [2]. Měření teleskopickým penetrometrem.

### 1.3 VYHODNOCENÍ ÚNOSNOSTI TERÉNU KUŽELOVÝM PENETROMETREM

Měření kuželovým penetrometrem se provádí následovně. Průjezdnost je vyhodnocována na základě porovnání dvou indexů – kuželového indexu zatížitelnosti RCI (index půdy) a kuželového indexu vozidla VCI. Kuželový index půdy v sobě zahrnuje určité charakteristiky terénu. Je určován přístroji obsaženými v sadě pro měření průjezdnosti a závisí na hloubce kritické vrstvy. [4] Kuželový index vozidla se získá výpočtem. Výpočty se provádí pro jeden nebo padesát pojezdů. Vzhledem k podmínkám experimentu jsou výpočty vztaženy pouze k jednomu pojezdu.

Index půdy je nazýván kuželový index zatížitelnosti RCI a je to součin dvou indexů – kuželového indexu CI a indexu formování RI. Kuželový index CI se získá měřením odporu terénu proti vnikání trnu penetrometru v jeho rostlém stavu. Je-li penetrometr zatlačen do země, prstenec ukáže hodnotu potřebnou pro zatlačení a pomocí ní získáme hodnotu CI. Hodnoty naměřené v různých kritických vrstvách se zaznamenávají do formuláře pro vyhodnocení průjezdnosti. [4] Jak již bylo zmíněno dříve, index formování RI ukazuje hodnoty před a po deformaci zeminy pádem beranu.

Index vozidla VCI lze vypočítat pro jakékoliv vozidlo na základě následujících charakteristik – celková hmotnost, šířka pneumatik, vnější průměr pneumatik, počet pneumatik, počet náprav, počet kol, světlá výška vozidla, výkon motoru, typ převodovky.



Obrázek 4 Kuželový penetrometr [4]. Měření kuželovým penetrometrem.

### 1.4 VYHODNOCENÍ VLHKOSTI

Vlhkost byla měřena nepřímou metodou (vysokofrekvenční elektrický impuls mezi jehlami sondy zapíchnuté do půdy v místě měření) přístrojem Vlhkoměr HH150

meter (AT Delta-T Devices), zemní vlhkostní senzor SM150 (přesnost +/- 3.0%). Každé dva metry byla provedena tři měření v jednom místě po celé délce trasy. V obou měřených oblastech byla vlhkost zeminy velmi vysoká. Místy dosahovala 100%.

## 1.5 ZATŘÍDĚNÍ ZEMIN

V každé oblasti bylo odebráno několik vzorků v různých vzdálenostech od začátku úseku a v různých hloubkách. Vzorky byly odebrány za pomoci hloubkových vrtáků a poté převezeny do Brna, kde byly vyhodnoceny v Laboratoři zemin na Katedře ženíjných technologií. V oblasti “Rybník” se nacházel písek jílovitý (SC) a v oblasti “Louka” písek hlinitý (SM).



*Obrázek 5 Odebírání vzorků zeminy.*

## 1.6 POJEZDY TECHNIKY

Pro experiment byla vybrána vozidla Tatra 810, Tatra 815 a UAZ. Tato vozidla jsou vhodnými zástupci současně používaného automobilového parku AČR.. Cílem experimentu bylo otestování perspektivních materiálů pro překonávání málo únosného terénu, proto bylo po pojezdech bez rohoží přistoupeno k pojezdům s plastovými rohožemi. Měření probíhalo následovně. První den probíhala rekognoskace terénu a vytipování nejvhodnějších lokalit vyhovujících zadání experimentu. Druhý den se v lokalitě „Rybník“ určila délka a směr testované trasy. Trasa byla vyhodnocena z hlediska průjezdnosti a dle výše uvedených postupů byl terén vyhodnocen jako neprůjezdný pro danou techniku. Následovaly pojezdy techniky, kde se ověřilo, že je terén neprůjezdný, což se ověřilo při pojezdech a vozidla ve všech případech zapadla. Poté se přistoupeno k rozbalení rohoží a vozidla pomocí nich překonávala terén. Viz

obr. 6. Celý postup se aplikoval vždy na jeden typ vozidla bez rohože a s rohoží, tak aby časový odstup a vypovídající hodnota byly co nejaktuálnější. Druhý den měření probíhala v oblasti „Louka“ ve stejném pořadí. Poslední den bylo potřeba provést očištění použitých plastových rohoží, a tím získat další možné informace o náročnosti manipulace, o možnostech uskladnění, o počtech osob a vybavení k této činnosti.

## 1.7 VYHODNOCENÍ EXPERIMENTU

Na základě penetrometrických měření a výše uvedených postupů byl terén vyhodnocen jako neprůjezdný pro danou techniku. To se potvrdilo během samotných pojezdů techniky. Z výsledků je patrné, že terén vyhodnocený jako neprůjezdný je možné s využitím plastových rohoží (jednoduchými a časově nenáročnými prostředky) přeměnit na průjezdný. Technika po najetí na rohože alespoň jednou nápravou byla schopná pokračovat dále v překonávání překážky. Bohužel nebylo možné rohožemi pokrýt celou překážku tak, aby hodnocení bylo naprosto průkazné. Proto by bylo vhodné pokračovat v testování i nadále, ale zajistit větší rozměry plastových rohoží a různé druhy únosnosti a také rozšířit druhy zkoušených vozidel.

Současné doktrinální materiály ani vojenské předpisy neuvádí konkrétní požadavky na ženijní vojsko a jeho prostředky v rámci ženijní podpory mobility jednotek AČR. Doposud plněné úkoly jednotek ženijního vojska v této oblasti, včetně požadavků na jejich plnění, byly definovány až na základě vzniklých potřeb podporovaných jednotek. Lze však předpokládat, že požadavky na prostředky k zabezpečení pohybu vojsk jsou: nízká hmotnost, jednoduchá přepravitelnost a manipulace, odolnost na tlak, více násobné použití prostředku, odolnost proti UV záření a chemickým látkám, životnost prostředku, rychlost výstavby, cena prostředku. [5] Všechny tyto požadavky testované plastové rohože splňují a jde je tedy jednoznačně považovat za perspektivní prostředek ke zpevnování málo únosného terénu v podmínkách AČR.



*Obrázek 6 Pojezdy vozidla Tatra s rohoží.*

## **ZÁVĚR**

V současné době se v AČR používá pro zpevňování terénu dřevěných nebo ocelových konstrukčních prvků různých parametrů, které vyžadují velké množství materiálu, techniky a pracovních sil. Tyto prostředky jsou technicky zastaralé a mnohdy i nefunkční. Nahrazení těchto prostředků za moderní a v armádách NATO běžně používané, přispěje k urychlení a zjednodušení plněných úkolů ženijními, ale i jinými druhy vojsk AČR. Je zřejmé, že nahrazení stávajících prostředků ke zpevňování málo únosného terénu je nevyhnutelné.

Na základě specifického výzkumu Katedry zabezpečení boje Univerzity obrany v Brně, byly pro zpevňování málo únosného terénu zvoleny plastové rohože, které byly vybrány jako nejvhodnější materiál. Cílem experimentu bylo ověřit použitelnost plastových rohoží pro překonávání málo únosného terénu vybraných vozidel AČR na území ČR. Pro testování byly vybrány extrémní podmínky tak, aby prověřily deklarované schopnosti plastových rohoží. Na základě provedených měření lze jednoznačně říci, že testované rohože výrazně pomáhají při překonávání málo únosného terénu. Bylo by však vhodné v testování ještě pokračovat tak, aby bylo možné prokázat jejich schopnosti i po vícenásobném průjezdu a za jiných povětrnostních podmínek, například sněh. Dále bude vhodné testovat rohože větších rozměrů a různých únosností pro větší průkaznost testů. V neposlední řadě bude vhodné rozšířit druhy testovaných vozidel.



## LITERATURA

- [1] KYJOVSKÝ, J.: Závěrečná zpráva specifického výzkumu Katedry zabezpečení boje Univerzity obrany. Brno: Univerzita obrany v Brně. 2011. 34 s.
- [2] Žen 2-16 Vojenské silnice a cesty. Praha: Ministerstvo národní obrany. 1987. 87 s.
- [3] CIBULOVÁ, K.: Diagnostika průjezdnosti terénu kolovými vozidly pro potřebu AČR. Disertační práce. Brno: Univerzita obrany v Brně, Fakulta vojenských technologií. 2007. 90 s. Vedoucí disertační práce doc. Ing. Šárka Sobotková, CSc.
- [4] FM 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]. Dostupný z WWW: <<http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm>.
- [5] KYJOVSKÝ, J.: Možnosti vojsk při zpevnování terénu průmyslově vyráběnými prostředky. Disertační práce. Brno: Univerzita obrany v Brně, Fakulta ekonomiky a managementu. 2012. 184 s. Vedoucí disertační práce plk. Ing. Lubomír Kroupa, CSc.