

# DETEKCE TERÉNNÍCH HRAN A HODNOCENÍ JEJICH VLIVŮ NA POHYB VOZIDEL

Filip DOHNAL, Katedra vojenské geografie a meteorologie, Univerzita obrany v Brně (filip.dohnal@unob.cz)

Michaela ŠTURCOVÁ, Katedra vojenské geografie a meteorologie, Univerzita obrany v Brně (michaela.sturcova@unob.cz)

## ÚVOD

Reliéf je jednou ze základních složek krajiny. Členitost reliéfu ovlivňuje lidskou činnost, a proto byl reliéf vždy významným prvkem zaznamenaným na mapách. Moderní způsoby zaznamenávání a zkoumání reliéfu se značně rozšířili i v oblasti geografických informačních systémů. Kromě hlavních terénních tvarů je součástí reliéfu i mikroreliéf. Nová generace digitálních výškových modelů je již dostatečně přesná a umožňuje analyzovat mikroreliéfní prvky. Mnoho takových prvků se v krajině objevuje podél liniových objektů, jako jsou komunikace nebo vodní toky. Tyto terénní překážky mohou ovlivnit do jisté míry možnosti pohybu vozidel. Navržená metoda identifikuje terénní hrany a klasifikuje možnosti jejich překonání vojenskými vozidly.

## ANALÝZA DETEKCE TERÉNNÍCH HRAN PRO VYBRANÉ VOZIDLO

Vzhledem k velikostem mikroreliéfních tvarů a možnostem jejich zachycení ve výškových modelech, je nezbytné pro provádění analýzy využít co nejvíce přesné výškové modely. V tomto případě byl využit Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G). Ověření přesnosti v určení výšky DMR 5G proběhlo měřeními na objektech mikroreliéfu. Při vyhodnocení naměřených dat se potvrdilo, že DMR 5G nadhodnocuje výšky zejména u příkopů a vyhlazuje terén tam, kde se vyskytují ostré zlomy. Tendence shlazovat skutečný terén se projevuje jak na dolních hranách, tak na horních hranách. Deklarovaná přesnost DMR 5G je platná, pro tuto analýzu dostatečná.



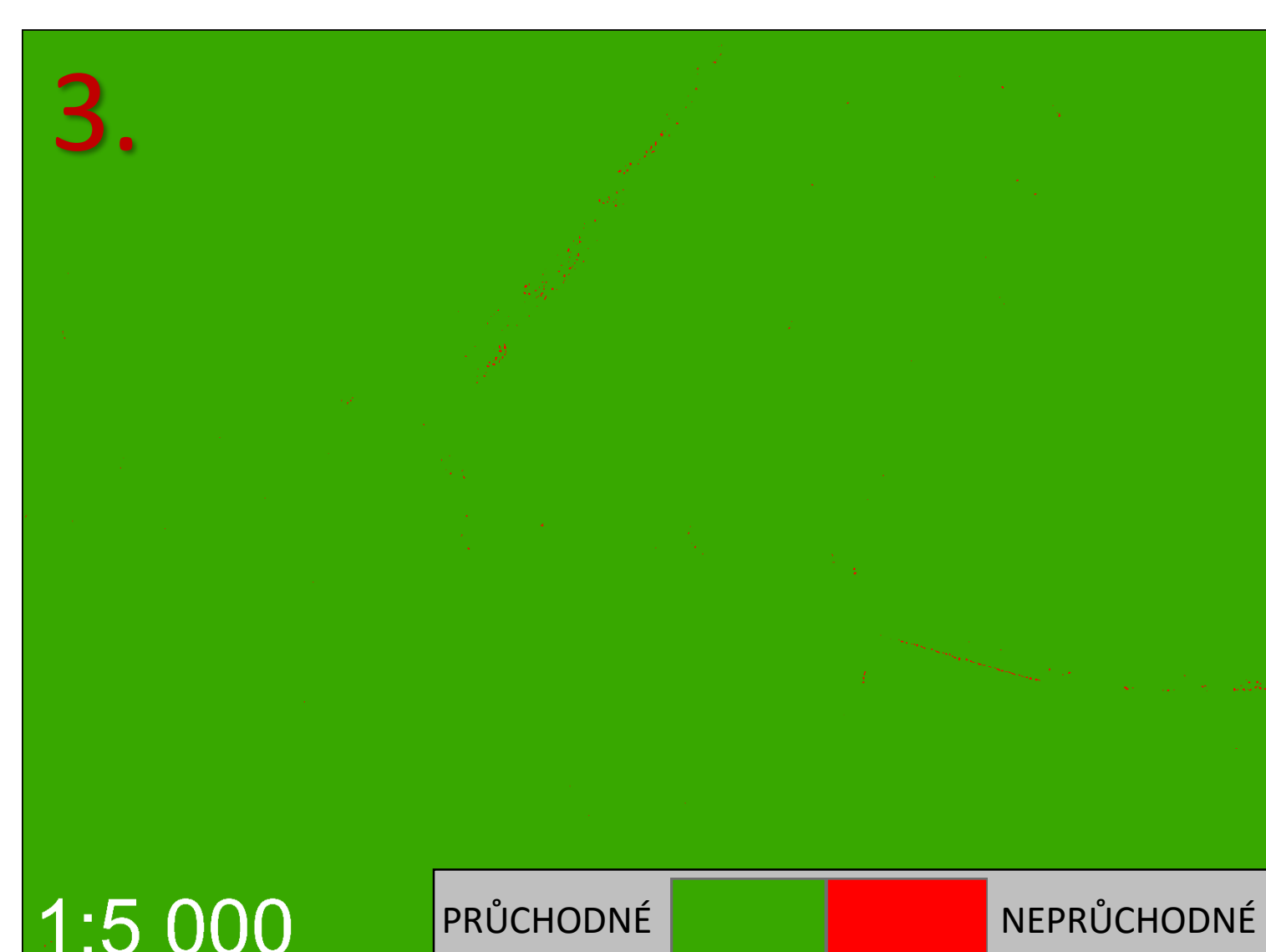
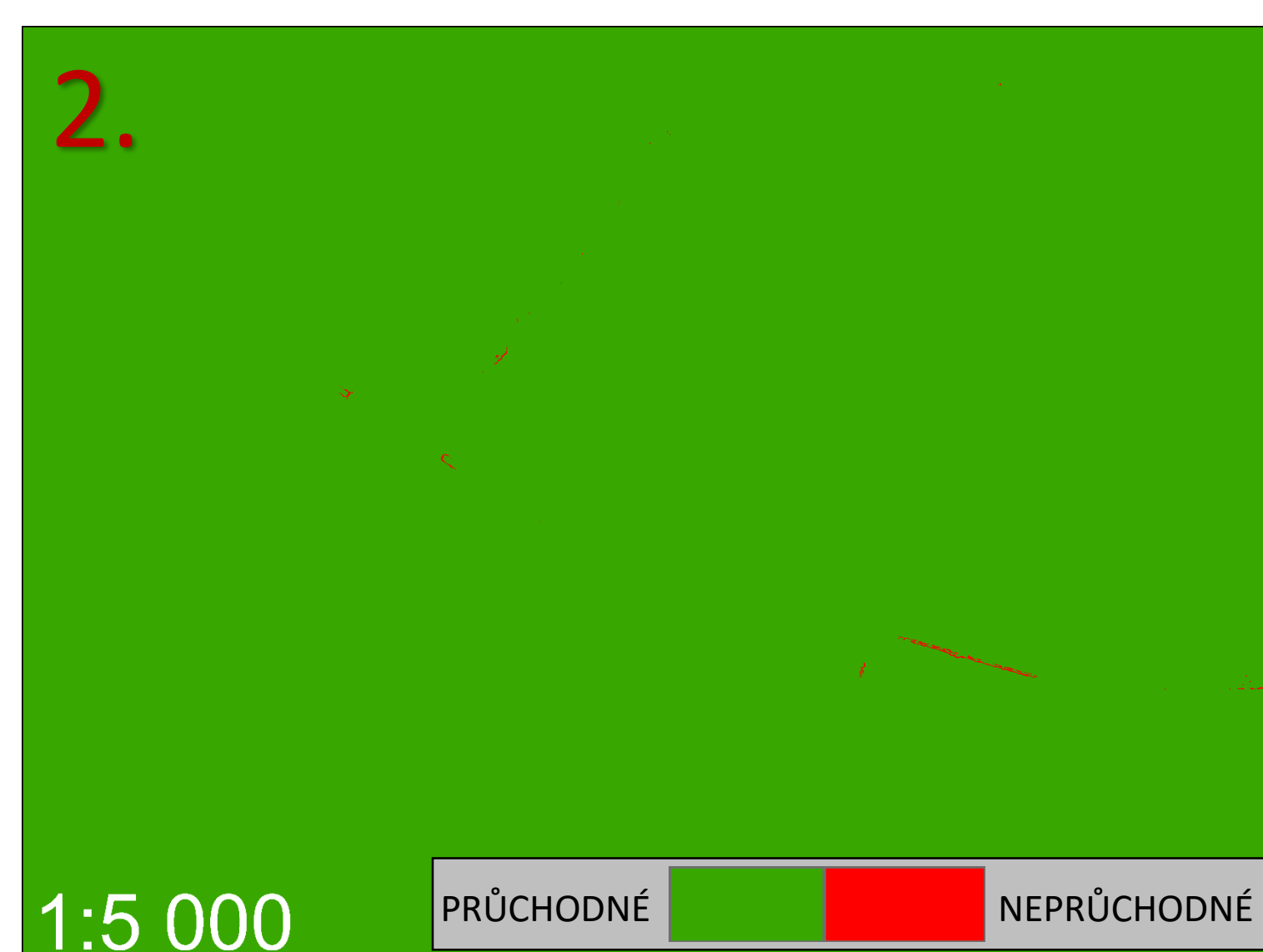
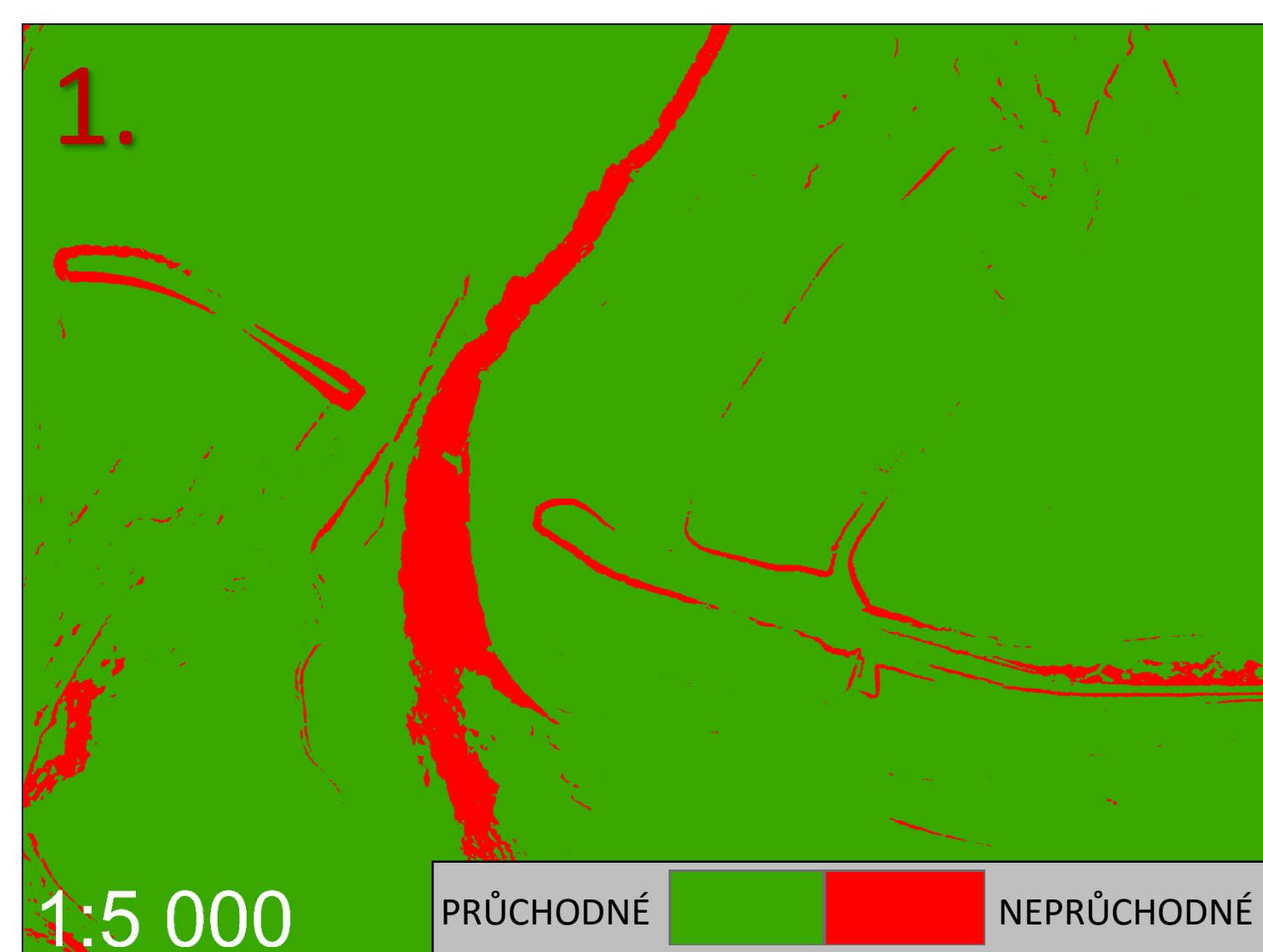
Land Rover 110

## VÝSLEDKY JEDNOTLIVÝCH DÍLČÍCH ANALÝZ

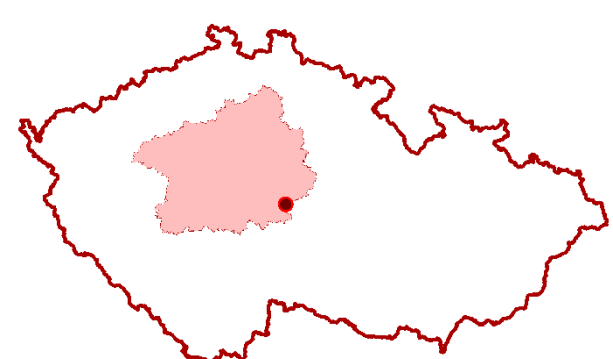


ŽELEZNIČNÍ NÁSEP

VÝKOP PRO ŽELEZNIČNÍ TRÁŤ



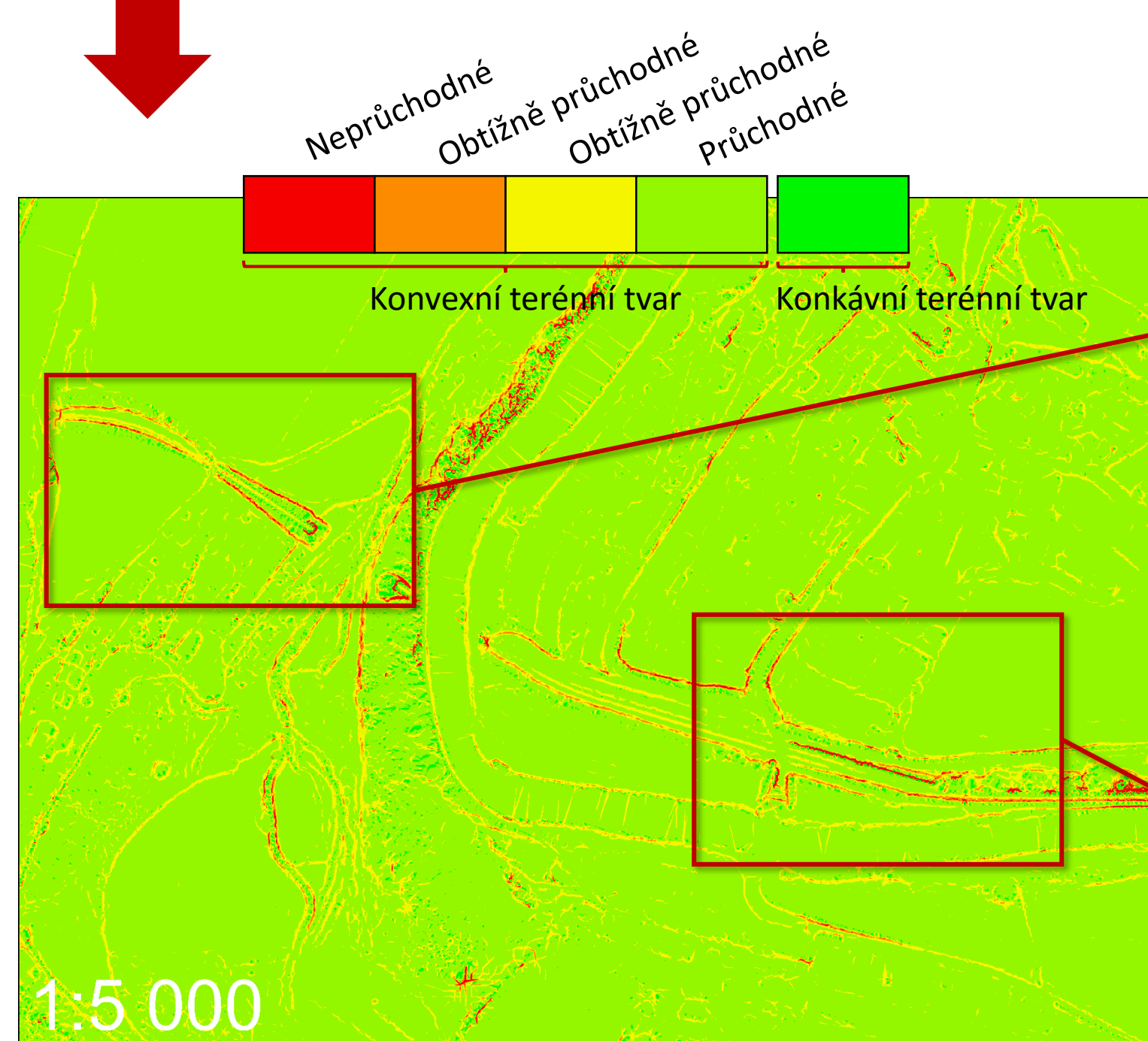
Lokalita  
Vlastějovice  
(Středočeský kraj)



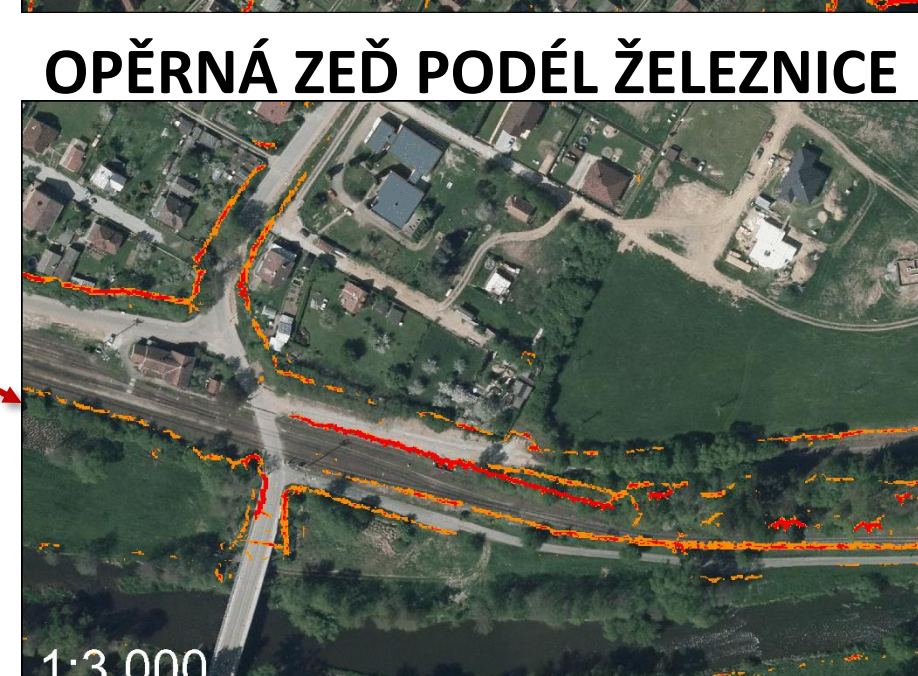
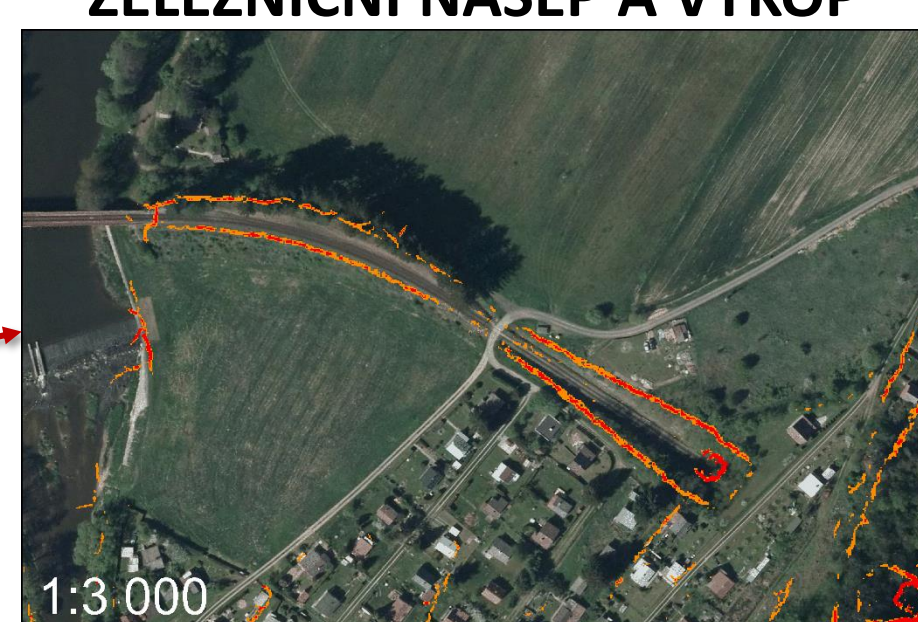
OPĚRNÁ ZEĎ PODÉL ŽELEZNICE



Aktuálně probíhá  
verifikace a  
automatizace 3. dílčí  
analýzy. Obrázky v části  
SHRNUTÍ ukazují možné  
výstupy



ŽELEZNIČNÍ NÁSEP A VÝKOP



## SHRNUTÍ

Mikroreliéfní tvary jsou důležitou součástí reliéfu. Jejich identifikace v digitálních modelech reliéfu (DMR) a analytická práce s nimi nebyla do nedávné doby téměř možná. DMR vzhledem k vzdálenostem mezi body, které dosahovaly až desítek metrů potlačovaly většinu mikroreliéfních tvarů. Nová generace DMR vytvářená pomocí leteckého laserového skenování tyto nedostatky částečně odstraňuje. Identifikaci mikroreliéfních tvarů lze využít při hodnocení možnosti jejich překonávání v rámci řešení průchodnosti terénu pro potřeby složek IZS, zemědělců či lesníků; nebo například při vytváření Digitální katastru nemovitosti (terénní hrana jako linie vlastnické hranice).

## JEDNOTLIVÉ DÍLČÍ ANALÝZY

### SKLON RELIÉFU

#### 1. VS. MAXIMÁLNÍ STOUPAVOST

Vyhodnocení sklonů je provedeno ze spojitěho modelu ve formátu GRID s využitím standardního nástroje **Slope**. Vrstva sklonu je klasifikována na základě hodnoty maximálního stoupání (tabulka níže) a stanovuje tak území, které je pro daný typ vozidla neprůjezdné.

MAXIMÁLNÍ STOUPAVOST	VYBRANÁ VOJENSKÁ TECHNIKA
29°	Tatra 815
30°	Tatra 810, UAZ 469, <b>Land Rover 110</b> , Pandur II, T72M4 CZ
35°	BVP 2

### ZMĚNA SKLONU SVAHU

#### 2. VS. PŘEDNÍ NÁJEZDOVÝ ÚHEL

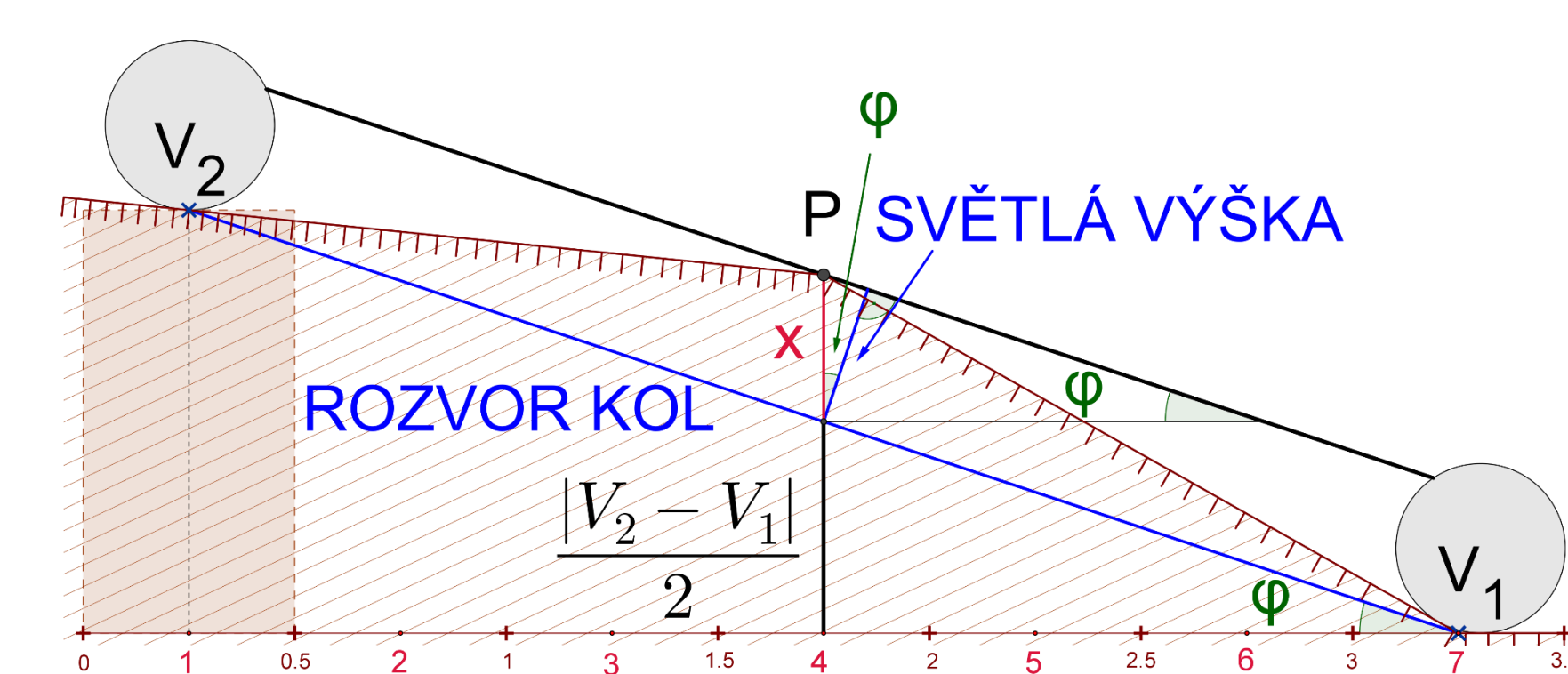
Výpočet změny sklonu svahu je druhým krokem v analýze detekování terénních hran. Nad vytvořenou vrstvou sklonu svahu je s využitím funkce **Focal Statistic** hledán nejvyšší rozdíl hodnot sklonu terénu v rámci zvoleného okna. Nejvyšší hodnota je v novém rastru zapsána do prostředního pixelu. Výpočet nových hodnot rastru byl proveden v sousednosti buněk 3 x 3 pixely, kde hodnota je výsledkem rozdílu maximální a minimální hodnoty sklonu v dané oblasti.

PŘEDNÍ NÁJEZDOVÝ ÚHEL	VYBRANÁ VOJENSKÁ TECHNIKA
29°	BVP 2
32°	Tatra 815
36°	T72M4 CZ
37°	Tatra 810
41°	Iveco M65
43°	Pandur II
48°	UAZ 469
50°	<b>Land Rover 110</b>

### DETEKCE TERÉNNÍCH HRAN

#### 3. (pouze pro kolová vozidla)

Postup se opírá o limitní hodnoty dvou technických parametrů kolových vozidel (světlou výšku a rozvor kol). Při výpočtu se neuvažuje deformace pružin a pneumatik, ani deformace terénu zatížením vozidla. Základním podkladem pro výpočet byla opět rastrová vrstva s nadmořskými výškami. Hlavním smyslem celé analýzy je hledání takových pixelů, jejichž hodnota (nadmořská výška) je vyšší než modelovaná hodnota nadmořské výšky podvozku mezi nápravami.



Pokud je při výpočtu nadmořská výška terénu  $H_t$  v bodě P rovna nebo vyšší než hodnota  $H_p$  stanovená rovnicí níže, nedokáže vozidlo překonat daný mikroreliéfní tvar.

$$H_p = \left| \frac{(V_2 - V_1)}{2} \right| x + V_1$$

$V_1$  – nadmořská výška terénu pod spodní nápravou

$V_2$  – nadmořská výška terénu pod horní nápravou

$x$  – koeficient zohledňující světlou výšku vozidla

$\varphi$  – sklon roviny podvozku

SV – světla výška

RK – rozvor kol

$$x = \frac{SV}{\cos \varphi}$$

$$\varphi = \arctan \frac{|V_2 - V_1|}{RK}$$

Land Rover 110	
SVĚTLÁ VÝŠKA	ROZVOR KOL
0,23 m	2,79 m