Z E M Ě M Ě Ř I C K Ý Ú Ř A D
V O J E N S K Ý G E O G R A F I C K Ý
A H Y D R O M E T E O R O L O G I C K Ý Ú Ř A D

TECHNICKÁ ZPRÁVA
K
DIGITÁLNÍMU MODELU RELIÉFU 4. GENERACE
A
DIGITÁLNÍMU MODELU RELIÉFU 5. GENERACE

DMR4G
A
DMR 5G

ZÁŘÍ 2025

Název dokumentu: Technická zpráva k digitálnímu modelu reliéfu 5. generace (DMR 5G)

Zodpovědný zpracovatel: Ing. Josef Knapík
Zeměměřický úřad, Čechovo nábřeží 1791, 530 86 Pardubice
Telefon: 466 023 425
E-mail: josef.knapik@cuzk.gov.cz

Zodpovědný správce: Mgr. Petr Dušánek
Zeměměřický úřad, Čechovo nábřeží 1791, 53086 Pardubice
Telefon: 466 023 429
E-mail: petr.dusanek@cuzk.gov.cz

Zpracovali: RNDr. Luboš Bělka, Ph.D. (VGHMÚř, Dobruška)
Mgr. Petr Dušánek (ZÚ, Pardubice)
Ing. Radek Fiala, Ph.D. (ZČU v Plzni)
Mgr. Jakub Gamrát (ZÚ, Pardubice)
Ing. Oldřich Kafka (ZÚ, Pardubice)
Ing. Josef Peichl (ZÚ, Pardubice)
doc. Ing. Jiří Šíma, CSc.

Datum vydání: 30. září 2025

Správce dokumentu: ředitel Zeměměřického odboru Pardubice Zeměměřického úřadu

Dokument uložen:
http://geoportal.cuzk.cz/Dokumenty/TECHNICKA_ZPRAVA_DMR_5G.pdf

Aktualizace:

Datum	Obsah změny
17. 7. 2015	Aktualizace v návaznosti na zpracování dat
27. 11. 2015	Aktualizace v návaznosti na zpracování dat
22. 12.2016	Revize, aktualizace stavu pokrytí
22. 11.2022	Sloučení dokumentů TS k DMR 4G a DMR 5G. Revize, aktualizace postupů zpracování.
30. 9. 2025	Revize textu. Odstranění obrázku 1, nahrazení odkazem na Geoportál ČÚZK. Oprava odkazů.

Úvod

Tato technická zpráva je určena pro uživatele digitálního modelu reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G) a jeho interpolované podoby, tedy digitálního modelu reliéfu České republiky 4. generace (DMR 4G). Jejím cílem je popsat postupy zpracování výškopisných dat z leteckého laserového skenování a definovat základní charakteristiky tohoto modelu.
DMR 5G a DMR 4G jsou výstupy společného projektu Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK), Ministerstva obrany (MO) a Ministerstva zemědělství (MZe) České republiky s názvem „Projekt tvorby nového výškopisu České republiky“ (Praha: Zeměměřický úřad 2008). Metodickým a procesním východiskem pro zpracování dat byl „Realizační projekt zpracování výškopisných dat“ (Praha: Zeměměřický úřad 2009).

1 Technologie zpracování leteckých laserových dat

1.1 Letecké laserové skenování

Období 2010-2013
Celoplošné leteckého laserového skenování (LLS) v období 2010–2013 bylo realizováno systémem LiteMapper 6800 firmy IGI mbH s využitím leteckého laserového skeneru RIEGL LMS – Q680 s příslušenstvím pro autonomní určování polohy skeneru GNSS (Global Navigation Satellite System) a IMU (Intertial Measurement Unit). Popis základních parametrů jednotlivých zařízení je uveden v Realizačním projektu zpracování výškopisných dat, kapitola 8. Nosičem leteckého laserového skeneru je speciální letoun MO typu L 410 FG. Vlastní skenování se uskutečnilo z průměrné výšky 1 200 m nebo 1 400 m nad střední rovinou terénu v jednotlivých blocích dle realizačního projektu a v závislosti na vzrůstu vegetace, přičemž bloky (převážně o šířce 10 km) s podobnou členitostí a v určitém rozmezí nadmořských výšek se pro realizaci LLS byly spojeny do bloků s maximální délkou 60 km.

Období 2016+
Od roku 2016 probíhá letecké laserové skenování pro aktualizaci DMR 5G a DMR 4G. Skenování je prováděno v místech, kde původní skenování bylo provedeno v nevhodnou vegetační dobu a v místech kde došlo k podstatným změnám rostlého terénu, především v okolí dopravních staveb. Od roku 2016 je využíván letecký laserový skener Leica ALS80-CM. Letecké laserové skenování je opět prováděno převážně z výšek okolo 1300 m nad střední rovinou terénu.

1.2 Předzpracování leteckých laserových dat
Účelem tohoto procesu je provedení zpřesnění trajektorie letu pomocí diferencí opravy GNSS a opravy dat IMU, extrakce mračna bodů a vyrovnání měřických pásů.

Období 2010–2013
Pro řešení byly použity následující softwarové aplikace:
- AEROoffice Software
- GrafNav GPS Postprocessing Software
- RiPROCESS + RiWORLD + RiANALYZE.

Trajektorie zaznamenaná spolu s daty LLS byla nahrána do SW AEROoffice, kde byly zadány tzv. lever arms (LA), tedy vzdálenost GNSS antény a vysílače/přijímače laserového paprsku od středu IMU. Takto zpracovaná trajektorie byla vyexportována a následně nahrána do SW GrafNav, kde došlo k diferenční opravě dat GNSS za použití pozemních stanic sítě CZEPOS.

Opravená poloha trajektorie byla zpět nahrána do SW AEROoffice, kde došlo ke spojení polohy a úhlů náklonů zaznamenaných IMU. Výsledná trajektore byla vyexportována do nativního formátu skenerů RIEGL.
V balíku SW RIEGL (RiPROCESS, RiWORLD a RiANALYEZE) došlo k vyrovnání, extrakci a georeferencování mračen bodů. Tato data byla v souřadnicovém systém ETRS89-TM33 vztažená k elipsoidické výšce GRS80.
Veškeré následné zpracování dat se po dohodě s MO uskutečnilo v souřadnicovém referenčním systému UTM (E, N) na elipsoidu WGS 84-G873 a ve výškovém referenčním systému Bpv.
Pro transformace rovinných souřadnic ze systému UTM/GRS 80 do UTM/WGS 84-G873 byly použity transformační klíče VGHMÚř, verze 2010. Přesnost této transformace je charakterizována úplnými středními chybami souřadnic $m_E = m_N = 0{,}02$ m.
Pro transformace výškových údajů elipsoidických výšek vztažených ke GRS 80 do výškového referenčního systému Bpv byly použity údaje kvazigeoidu CZ-2005 Výzkumného ústavu geodetického, topografického a kartografického (VÚGTK) autorů Ing. Ivana Peška, CSc. a prof. Ing. Jana Kosteleckého, DrSc., verze 2010. Přesnost transformace je charakterizována střední chybou $m_H = 0{,}06$ m.

Období 2016+
S použitím leteckého laserového skeneru ALS80 bylo nutno přistoupit k jinému postupu předzpracování dat.

Pro řešení jsou používány následující softwarové aplikace:

- NovAtel Inertial Explorer
- Leica CloudPro
- TerrasSan+TerraMatch.

Trajektorie zaznamenaná spolu s daty LLS je nahrána do SW Inertial Explorer, kde jsou zadány tzv. lever arms (LA), tedy vzdálenost GNSS antény a vysílače/přijímače laserového paprsku od středu IMU. V SW Inertial Explored dojde jak k opravě dat IMU tak diferenční opravě dat GNSS za použití dat ze sítě permanentních stanic CZEPOS.
Z SW Leica CLaudPro jsou vyexportována mračna bodů v souřadnicovém systému ETRS89-TM33 vztažená k elipsoidické výšce GRS80. Tato data nejsou vyrovnána, vyrovnání měřických pásů je provedeno v SW TerraScan+TerraMatch od finské společnosti TerraSolid.

1.3 Automatická filtrace a klasifikace LLS dat

Cílem automatické filtrace a klasifikace LLS dat je separovat body, ve kterých dopadl laserový paprsek na terén (včetně skal), vegetaci, stavby a výškové překážky leteckého provozu (dále kategorie) a přitom identifikovat chybná měření (např. letící pták). Úspěšnost automatizovaných postupů správné klasifikace výškových bodů značně závisí na ročním období, ve kterém byla data pořízena, tj. na stupni rozvinutí vegetace

Období 2010–2013

Pro automatickou filtraci a klasifikace LLS dat byl použit software SCOP++ firmy INPHO GmbH. Výsledkem tohoto procesu byly samostatné soubory dat (kategorie) roztříděné podle dopadu paprsku na vyjmenované druhy půdního krytu a objekty na zemském povrchu.

Období 2016+

Vzhledem k zastaralosti, složitému ovládání, pomalým výpočtům a celkové změně koncepce zpracování dat LLS bylo přistoupeno ke změně SW pro automatickou filtraci a klasifikaci LLS dat. V současnosti je pro tyto postupy používána kombinace SW z balíku LAStools od firmy rapidlasso GmbH. Konkrétně se jedná o sekvenci nástrojů lasground, lasheight a lasclassify.

1.4 Manuální kontrola a výsledků automatického zpracování

K eliminaci chyb, vzniklých v místech nespolehlivé robustní filtrace, je prováděna následná interaktivní vizuální kontrola dat. Cílem je odhalit a přeřadit chybně zařazené body do odpovídajících kategorií. Zde je používán software DT Master firmy INPHO GmbH.

Období 2010–2013

Výsledkem tohoto procesu byly samostatné soubory výškových bodů ležících skutečně na terénu, vegetaci, stavbách a body reprezentující možnou výškovou překážku.

Období 2016+

Výsledkem jsou soubory klasifikované soubory las. Soubory mohou obsahovat třídy, neklasifikované, terén, vegetace, budovy, nízký šum, vysoký šum, mostovky a klíčové body DMR 5G (viz následující podkapitola).

1.5 Ředění mračna bodů třídy terén, tvorba DMR 5G

Vzhledem ke skutečnosti, že model je po předcházejících úpravách velmi detailní a jednotlivé body mohou být zatíženy drobnými chybami v důsledku nízké vegetace, je dále prováděno ředění bodů reliéfu.

Období 2010–2013

Pro ředění mračna bodů byla použita metoda „hoblování“ vyvinutá firmou Atlas, spol. s.r.o. Výsledkem popsaného procesu byla redukovaná množina nerovnoměrně rozložených výškových bodů reliéfu se skutečně měřenou polohou a výškou modifikovanou v limitě přesnosti požadované pro kvalitu DMR 5G.

Období 2016+

Vzhledem k zastaralosti, složitému ovládání, pomalým výpočtům a celkové změně koncepce zpracování dat LLS bylo přistoupeno ke změně SW pro ředění mračna bodů. V současnosti je používán nástroj lasthin z balíku SW LAStools od firmy rapidlasso GmbH. Výsledkem popsaného procesu je soubor las, kde jsou reprezentativní body DMR 5G označeny třídou klíčové body modelu.

2 Interpolace bodů DMR 5G a tvorba DMR 4G

Cílem interpolace výškového modelu v síti 5×5 m je interpolovat z nepravidelné sítě uzlových bodů model DMR 4G v pravidelné čtvercové síti bodů o rozměrech 5×5 m.

Období 2010–2013
Pro řešení je použita interpolační funkce programového systému SCOP++ s využitím metody adaptabilní lineární predikce. Jedná se o programovou modifikaci lineární predikce, kdy pro interpolaci výškového modelu jsou používány různé velikosti výpočetních jednotek v závislosti na analýze distribuce vstupních bodů v lokálních oblastech. Podrobnější informace o metodě lze získat v manuálu programového systému SCOP++, str. 168–183 a 311–327.

Období 2016+
Vzhledem k zastaralosti, složitému ovládání, pomalým výpočtům a celkové změně koncepce zpracování dat LLS bylo přistoupeno ke změně SW pro interpolaci DMR 4G. V současnosti je používán nástroj las2dem z balíku SW LAStools od firmy rapidlasso GmbH. Výška bodů pravidelní mříže DMR 4G je odečtena z výšky nepravidelné trojúhelníkové sítě sestavené z uzlových bodů DMR 5G.

3 Struktura dat

3.1 Mračno bodů LLS

Samotné mračno bodů je uloženo v souborovém systému, kdy každý jeden soubor představuje jeden letový pás. Data LLS jsou primárně zpracovávána a uložena v souřadnicovém systém ETRS89-TM33 (EPSG 3045) s elipsoidickou výškou GRS80, pro snazší manipulaci a výdej dat jsou transformována do dalších souřadnicových systému S-JTSK (EPSG 5514) s nadmořskou výškou BPV (EPSG 5705), WGS84/UTM33 (EPSG 32633) s nadmořskou výškou BPV a do ETRS89-TM33 (ESG 3045) s nadmořskou výškou EVRS (EPSG 1274). Data jsou uložena v binárním formátu las, případně komprimovaném bezztrátovém formátu laz.

3.2 DMR 5G

DMR 5G je uložen v souborovém systému, kdy je každý jeden soubor pravidelně vymezené území. DMR 5G v souřadnicovém systému S-JTSK+BPV je uložen v kladu listů SM5, v souřadnicových systémech ETRS89+GRS80, ETRS89-TM33+EVRS a WGS84/UTM33+BPV jsou uloženy v pravidelných dlaždicích o rozměru 2x2 km. Data jsou uložena v binárním formátu las, případně komprimovaném bezztrátovém formátu laz.

3.3 DMR 4G

DMR 4G je uložen v souborovém systému, kdy je každý jeden soubor pravidelně vymezené území. DMR 4G v souřadnicovém systému S-JTSK+BPV je uložen v kladu listů SM5, v souřadnicových systémech ETRS89+GRS80, ETRS89-TM33+EVRS a WGS84/UTM33+BPV jsou uloženy v pravidelných dlaždicích o rozměru 2x2 km. Data jsou uložena v binárním formátu las, případně komprimovaném bezztrátovém formátu laz.

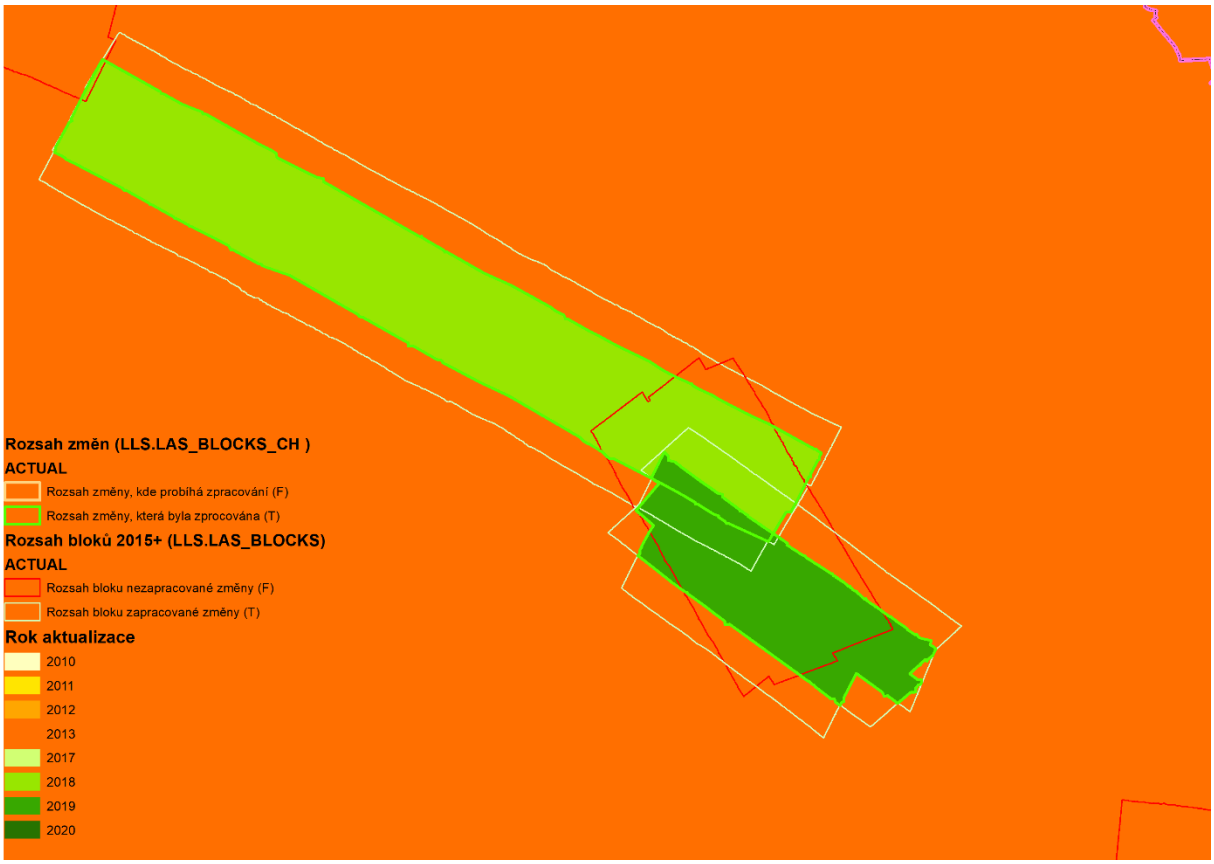
3.4 Dostupnost produktů DMR 4G a DMR 5G

Datové sady DMR 4G a DMR 5G jsou poskytovány formou otevřených dat několika způsoby a v několika formátech, bližší informace jsou uvedeny na Geoportálu ČÚZK Formy_poskytovani_dat_ZU.pdf.

4 Aktualizace DMR 4G a DMR 5G

Od roku 2016 probíhá postupně skenování území ČR pro účely aktualizace DMR 4G a DMR 5G. Letecké laserové skenování je prováděno jednak plošně, v místech kde bylo původní skenování provedeno v letním období, další část skenování je prováděna v okolí nově zbudovaných liniových staveb. Stav aktualizace DMR 4G a DMR 5G je dostupný on-line https://ags.cuzk.gov.cz/geoprohlizec/?m=20.

Aktuální verze DMR 4G a DMR 5G je sestavována automaticky na základě dat LLS uložených v souborovém systému a na základě metadat uložených v relační databázi. Každý letový pás má v databázi uloženou geometrii svého pokrytí (vytvořeno aplikací lasboundary). Měřické pásy se spojují do letových bloků, které mají svou geometrii vzniklou průnikem geometrií pásů, která patří do letového bloku. Pro spojování dat do aktuální verze DMR 4G a DMR 5G je vytvořena ještě jedna geometrie (změny), která je zpravidla menší než geometrie bloku vzniklá sloučením geometrií pásů. Při sestavování aktuální verze digitálního modelu, jsou stará data v geometrii nového pásu odmazána a nahrazena daty z nového skenování. Princip skládání aktuální verze digitálních modelů je patrný z Obrázku 1.



Obrázek 1: Princip aktualizace DMR 4G a DMR 5G

5 Charakteristiky přesnosti DMR 4G a DMR 5G

K ověření a definování charakteristik přesnosti a kvality dat DMR 5G byly využity tři zdroje referenčních dat:

1) soubory kontrolních bodů na komparačních základnách,
2) výšky vybraných bodů základního polohového bodového pole (trigonometrických a zhušťovacích bodů),
3) kontrolní geodetická měření realizovaná lokálně pro ověření přesnosti DMR 5G na plochách s různým typem terénu a vegetačního krytu.

5.1 Ověření přesnosti na komparačních základnách

Pro účely ověření přesnosti DMR 4G a DMR 5G byly kontrolní výškové body komparačních základen transformovány do souřadnicového referenčního sytému S-JTSK a výškového referenčního systému Bpv. Pro každý geodeticky zaměřený bod o souřadnicích X, Y, H_{GEO} (S-JTSK, Bpv) byla pomocí bilineární interpolace vypočítána odpovídající výška H_{4G}, resp. H_{5G} z DMR 4G, resp. DMR 5G a výškový rozdíl ΔH_{4G}, resp. ΔH_{5G}.

$$\Delta H_{4G} = H_{4G} - H_{GEO}$$
$$\Delta H_{5G} = H_{5G} - H_{GEO}$$

Statistickým zpracováním byly stanoveny následující parametry přesnosti DMR 5G a DMR 4G:

Systematická chyba podle vzorce:

$$c_H = \frac{\sum_{i=1}^{n} \Delta H_i}{n}$$

Úplná střední chyba podle vzorce:

$$m_H = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \Delta H_i^2}{n}},$$

kde n je počet geodeticky zaměřených bodů komparační základny a ΔH_i rozdíl výšky interpolované z DMR 4G, resp. DMR 5G a geodeticky zaměřené na i-tém kontrolním bodě komparační základny.

Výše uvedené parametry přesnosti DMR 4G byly postupně vypočítány na 240 (DMR 4G), resp. 152 (DMR 5G) komparačních základnách v pásmu „Střed“ (36 % území ČR). Výsledky ověření přesnosti jsou uvedeny v Tabulce 1. Při ověřování přesnosti dat DMR 5G v pásmu „Západ“ nebyly nalezeny zásadní odchylky. Publikované informace jsou reprezentativní pro data DMR z celé České republiky.

Tabulka 1: Vyhodnocení přesnosti DMR 4G a DMR 5G na komparačních základnách

	Počet komparačních základen	C_H	M_H
DMR 4G	240	-0,12	0,14
DMR 5G	152	0,02	0,06

V případě DMR 4G byla detekována relativně veliká systematická složka úplné střední chyby, která byla způsobena komplexním působením několika zdrojů chyb různých operací, jež jsou

součástí technologie leteckého laserového skenování a tvorby mřížového modelu DMR 4G, zejména:

- systematickou chybou měření délky prostorového rajonu mezi skenerem a měřeným bodem,
- systematickou chybou aparatury GPS při určení výšky skeneru (skokovou) o velikosti až 0,15 m, odlišnou v sousedních zčásti se překrývajících pásech LLS,
- způsobem dosavadního vyrovnání výšek v bloku 14 překrývajících se pásů,
- způsobem výběru uzlových bodů ve čtvercích 5 x 5 m (body s nejmenší výškou).

V souladu s prokazatelně homogenními výsledky zjištění parametrů výškové přesnosti na komparačních základnách byly výšky všech bodů DMR 4G opraveny o střední hodnotu systematické chyby přičtením konstanty +0,12 m, a to pro všechny bloky. Po odstranění systematické chyby u DMR 4G dosahují kvalitativní parametry těchto hodnot **c_H= +0,01m, m_H = 0,08 m**.

5.2 Ověření výškové přesnosti DMR 4G a DMR 5G na vybraných bodech základního geodetického bodového pole

Cílem řešení bylo ověřit výškovou přesnost DMR 4G, resp. DMR 5G na rozsáhlém území a případně odhalit výrazné nehomogenity obou modelu.
Pro toto šetření bylo podle místopisů geodetických bodů vybrány trigonometrické a zhušťovacích bodů rovnoměrně rozložených po celém území pásma „Střed“. Body byly vybírány tak, aby pokud možno ležely v rovině nebo v mírně sklonitém terénu bez lokální členitosti reliéfu a mimo lesní oblasti. V úvahu však je nutné vzít, že místopisy jsou často i třicet let staré, a že výškové poměry v blízkosti vybraného bodu se mohly výrazně změnit. Provádět fyzickou kontrolu bodů v terénu však bylo kapacitně a finančně nereálné.
Pro každý takto vybraný bod o souřadnicích x, y, H_{GEO} (S-JTSK, Bpv) byla opět vypočítána odpovídající H_{4G}, resp. H_{5G} z DMR 4G, resp. DMR 5G a výškový rozdíl ΔH_{4G}, resp. ΔH_{5G}.
Následně pak byly pomocí dříve uvedených vzorců vypočítány parametry přesnosti, výsledky jsou uvedeny v Tabulce 2.

Tabulka 2: Vyhodnocení přesnosti DMR 4G a DMR 5G na trigonometrických bodech

	Počet trigonometrických bodů	C_H	M_H
DMR 4G	1453	-0,15	0,25
DMR 5G	1026	-0,09	0,20

Dosažené výsledky vypovídají, že DMR 4G i DMR 5G se zdají být položeny systematicky o 0,15 resp. 0,09 m pod úrovní horní plochy kamene trigonometrických bodů při úplné střední chybě 0,25, resp. 0,20 m. Dosažené hodnoty korespondují s logickým vysvětlením, že geodetické body jsou zpravidla osazeny kamennými mezníky, jejichž horní ploška je často 10–15 cm nad zemí a dále, že jsou zpravidla umístěny na lokální vyvýšenině terénu. Cílem ověření však nebylo ověření absolutní přesnosti DMR 4G, resp. DMR 5G, nýbrž homogenity přesnosti obou modelů na celém kontrolovaném území. Při kontrole prostorového rozložení kontrolních bodů nebyly zjištěny žádné lokální anomálie a bylo dosaženo v zásadě homogenní úrovně přesnosti obou modelů.

5.3 Ověření přesnosti kontrolním geodetickým měřením v terénu

Cílem tohoto postupu bylo alespoň na menších vzorcích dat dokumentovat přesnost DMR 4G, resp. DMR 5G v terénu s různým sklonem, členitostí, vegetačním krytem, zástavbou, nebo s častým výskytem terénních tvarů s hranami v území přetvořeném lidskou činností.

Při měření výšek kontrolních bodů v terénu byla využita metoda trigonometrické nivelace pomocí totálních stanic Leica TC 1010 a Nicon DTM 310. Z blízkých bodů základního polohového bodového pole (výškově ověřených metodou GNSS) nebo z dočasných stanovišť nově zaměřených metodou RTK GNSSS bylo zaměřeno celkem 3014 podrobných bodů v 21 lokalitách.

Současně byla u jednotlivých bodů zaznamenána charakteristika povrchu a půdního krytu v době LLS. Povrchy byly rozděleny do pěti kategorií:

- terénní hrany (zpravidla u cest, silnic a železnic),
- zpevněné plochy,
- orná půda,
- louky a pastviny,
- křoviny, stromořadí a lesy.

Pro každý geodeticky zaměřený bod o souřadnicích x, y, H_{GEO} (S-JTSK, Bpv) byla vypočítána odpovídající H_{4G}, resp. H_{5G} z DMR 4G, resp. DMR 5G a výškový rozdíl ΔH_{4G}, resp. ΔH_{5G}. Výsledky ověření přesnosti DMR 4G a DMR 5G v závislosti na různých kategoriích zemského povrchu jsou uvedeny v Tabulce 3.

Tabulka 2: Vyhodnocení přesnosti DMR 4G a DMR 5G na geodeticky zaměřených bodech

Kategorie povrchu a půdního krytu	**DMR 4G (970 bodů 25 lokalit)**			**DMR 5G (3014 bodů 21 lokalit)**		
	C_H	M_H	$max\ \Delta H$	C_H	M_H	$max\ \Delta H$
terénní hrany u komunikací	-0,25	0,34	0,77	-0,11	0,18	0,66
zpevněné plochy	-0,01	0,07	0,26	-0,09	0,13	0,37
orná půda	-0,01	0,13	0,66	-0,07	0,14	0,56
louky a pastviny	-0,09	0,18	0,85	-0,03	0,21	0,42
křoviny. stromořadí a lesy	-0,02	0,13	0,85	-0,06	0,13	0,46

Z Tabulky 2 je patrné, že DMR 5G dosahuje vyšší přesnosti než DMR 4G, to je dáno především tím, že pravidelná mříž 5×5 m nemůže dokonale vystihnout tvary terénu. Tento jev je nevýraznější u kategorie „terénní hrany u komunikací“. Je tomu tak zjevně v důsledku generalizace výškopisu do čtvercové sítě o velikosti ok 5 x 5 m, kdy zejména u komunikací užších než 10 m dochází v důsledku vyhlazení modelu k zanedbání hran koruny tělesa, pat náspů, dna příkopů apod. V DMR 5G je překročena deklarovaná úplná střední chyba (0,18 m) u kategorie „louky a pastviny“. Tato skutečnost je dána zjevně tím, že nebyla nalezena vhodná metoda pro odstranění (přeřazení) bodů (paprsků), které dopadly na nízkou vegetaci a trávy do kategorie vegetace. Naopak bodů (paprsků), které pronikly nízkou hustou vegetací až k rostlému terénu je v těchto oblastech velmi málo.

6 Závěry a doporučení

Ověřovací zkoušky parametrů přesnosti DMR 5G, resp. DMR 4G potvrzují, že garantovaná úplná střední chyba výšky tohoto generalizovaného modelu georeliéfu (0,18 m, resp. 0,30 m v terénu bez souvislé vegetace a zástavby a 0,30 m, resp. 1,00 m v terénech pokrytých hustou vegetací) je dosažena.

Řešitelé projektu jsou si však vědomi, že množství použitých kontrolních dat bylo pro ověření přesnosti omezené, a že se mohou v obou modelech vyskytnout lokální chyby, které by však podle teorie normálního rozdělení statistických veličin neměly překročit dvojnásobek úplné střední chyby v jednotlivých kategoriích terénu v 95 % případů a trojnásobek úplné střední chyby v 99,7 % případů.

Při užívání DMR 4G je nutné vždy brát zřetel na možnosti a omezení generalizované reprezentace terénního reliéfu pomocí čtvercové sítě bodů (GRID), která pochopitelně nemůže vystihnout lokální terénní anomálie a hrany. Jeho hlavním účelem je být zdrojem informací o terénním reliéfu pro účely ortogonalizace leteckých měřických snímků (tvorbu ortofotografického zobrazení celého území ČR). Lze jej využít pro řadu dalších úloh, které v regionálním a celostátním měřítku řeší např. obory meteorologie, hydrologie, vojenství, letectví, lesní hospodářství, krizové řízení a další.

Pro účely pasportizace komunikací, projektování pozemních, dopravních a vodohospodářských staveb, zobrazování výškopisu ve velkých měřítkách, pasportizace vodních toků a staveb a tvorbu územně analytických podkladů a v povrchovém důlním hospodářství je vhodnější používat DMR 5G, ve tvaru nepravidelné trojúhelníkové sítě (TIN), které zobrazují výstižněji i lokální terénní anomálie.

Při užívání DMR 5G, resp. DMR 4G je nutné vzít v úvahu skutečnost, že se reliéf terénu mohl v období od provedeného LLS změnit, ať již v důsledku přírodních jevů nebo lidské činnosti. Minimalizovat důsledky takových změn při použití obou modelů v konkrétních aplikacích uživatelů lze jednak vyžadováním nových verzí DMR 5G, resp. DMR 4G v Zeměměřickém úřadu (ZÚ), který zajišťuje průběžnou aktualizaci výškopisných databází ČR, a důslednou rekognoskací skutečného stavu v terénu v době rozhodné pro řešení aplikační úlohy. Pro tuto rekognoskaci je optimálním podkladem stínované zobrazení reliéfu, které lze buď generovat z dat obou modelů vhodným aplikačním softwarem, nebo vyžádat aplikaci „Analýzy výškopisu“ https://ags.cuzk.gov.cz/av/. Při použití DMR 5G k projektování staveb se doporučuje provést důslednou rekognoskaci terénu zeměměřičem a případně doměřit polohy a výšky bodů a hran charakterizujících nově nastalé místní změny reliéfu geodetickými metodami.

V případě nalezení chyb v datech DMR 4G, resp. DMR 5G zašlete laskavě informaci o chybě do Zeměměřického úřadu. Pro hlášení použijte aplikaci „Hlášení chyb v datech“ Geoportálu ČÚZK (https://geoportal.cuzk.gov.cz).