

Měření a zpracování dat pro aktualizaci ZPS DTM

Ing. Ondřej Váňa,
katedra geomatiky,
Fakulta stavební ČVUT v Praze

Abstrakt

Článek se zabývá testováním a porovnáváním měřických technologií, jako jsou totální stanice, globální navigační družicové systémy (GNSS) a laserové skenování, při vyhotovení dokumentace pro aktualizaci digitální technické mapy kraje. Cílem článku je identifikovat nejefektivnější technologii a software pro zpracování dat z hlediska časových a ekonomických aspektů. Testovací měření byla provedena na konkrétní stavbě, kde byly všechny tři technologie využity. Výsledky poskytují přehled o přesnosti, rychlosti a nákladech jednotlivých metod. Součástí článku je také dotazník mezi geodety z praxe, který přináší pohled na praktické zkušenosti a preference odborníků v této oblasti umožňující doporučení vhodné technologie a softwaru pro různé typy projektů a podmínek. Závěry článku mohou být použity k plánování a realizaci geodetických prací, což přispívá ke správě a údržbě map.

Measurement and Data Processing for Updating ZPS DTM

Abstract

This article focuses on testing and comparing surveying technologies such as total stations, global navigation satellite systems (GNSS) and laser scanning when preparing documentation for updating the digital technical map of the region. The goal of the study is to identify the most efficient technology and software for data processing in terms of time and cost. Test measurements were conducted on a specific construction site, where all three technologies were used. The results provide an overview of the accuracy, speed, and costs of each method. The study also includes a survey among practicing surveyors, offering insights into their practical experiences and preferences in this field, enabling recommendations for suitable technology and software for different types of projects and conditions. The conclusions of the study can be used for planning and implementing surveying work, contributing to the management and maintenance of maps.

Keywords: GNSS, Digital technical map, total station, mobile laser scanning, survey

1. Úvod

Digitální technické mapy (DTM) kraje představují základní nástroj pro moderní správu území a plánování infrastruktury, včetně její budoucí ochrany.

Pojem „digitální technická mapa“ vymezuje zákon č. 200/94 Sb. o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením v platném znění [1], jako „databázový soubor obsahující údaje o dopravní a technické infrastruktuře a vybraných přírodních, stavebních a technických objektech a zařízeních, které zobrazují a popisují jejich skutečný stav, a údaje o záměrech na provedení změn dopravní a technické infrastruktury“. Stejný právní předpis pak zavádí pojem „digitální technická mapa kraje“ a dále vymezuje užití DTM kraje. Strukturu, obsah, charakteristiky přesnosti a další parametry DTM kraje pak podrobně upravuje prováděcí Vyhláška ČÚZK č. 393/2020 Sb., o digitální technické mapě, ve znění pozdějších předpisů [2]. Diplomová práce autora článku, která se věnuje primárně novému mapování pro pořízení dat pro DTM kraje, mimo jiné ve svém závěru říká, že DTM kraje dává obrovskou možnost geodetickým firmám využít nejmodernější technologie napříč geodézií a je jen na geodetech, jak tyto možnosti využijí a aplikují v praxi [3]. V posledních letech došlo k významnému pokroku v technologiích měření a zpracování geodetických dat, což umožňuje provádět měřickou dokumentaci s vyšší přesností a efektivitou. Podobné téma již řešili také kolegové z polské univerzity (Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie), kteří se věnovali technologiím pro katastrální mapování [4], přičemž přesnosti a technologie pro měření

v DTM v České republice jsou dosti obdobné. Charakteristiky přesnosti údajů o poloze a výšce upravuje příloha č. 2 vyhlášky č. 393/2020 Sb. [2]. Autoři analyzovali, jak moderní technologie zlepšují efektivitu a přesnost při modernizaci katastrálních dat v Polsku a jak tyto technologie ovlivňují pracovní podmínky a přijetí širokou veřejností. Z práce autora [3] bylo zjištěno, že nejvhodnější metodou pro samotný sběr dat pro nové mapování DTM kraje je použití technologií, které využívají laserové skenování plus metody GNSS pro georeferencování. Vhodné je také využití totálních stanic.

Totální stanice jsou tradiční nástroje používané v geodézii pro měření horizontálních a vertikálních úhlů, respektive vzdáleností. Jejich přesnost a spolehlivost jsou dobře zdokumentovány např. v [5]. Zatímco technologie GNSS umožňují rychlé a přesné určení polohy pomocí družicových signálů, což je činí stále populárnějšími pro poskytování geodetických dat v reálném čase [6], laserové skenování, označované také jako LiDAR (Light Detection and Ranging), využívá laserové paprsky k vytváření detailních 3D modelů terénu a staveb. Jeho použití pro DTM krajů bylo zkoumáno jak v práci [3], tak např. v článku [7], který se primárně zaměřil na klasifikaci dat pomocí LiDAR.

Krajské DTM obsahově evidují dvě hlavní oblasti, a to základní prostorovou situaci (ZPS) a dopravní a technickou infrastrukturu (DTI). Tento článek se věnuje měřickým metodám pro vyhotovení dokumentace pro aktualizaci ZPS DTM. Údaje vedené o objektech a zařízeních, které jsou obsahem DTM, jsou uvedeny v příloze č. 1 prováděcí vyhlášky [2], potřebné informace a postupy zaměřování

základní prostorové situace DTM kraje pak popisuje metodika určená pro geodetickou veřejnost [8].

Při tvorbě tematických map je potřeba obecně dodržovat kartografické zásady, jak je uvedeno např. v [9].

Pro územní plánování a řízení urbanizace jsou také velmi významné databázové aplikace GIS [10], neboť prostřednictvím GIS aplikací využívají data DTM například obce či města pro plánování či územní rozvoj. Cílem tohoto článku je proto testovat a porovnávat různé měřické technologie a software pro vyhotovení dokumentace výsledků zeměměřických činností pro aktualizaci ZPS v DTM kraje. Testovací měření byla provedena na konkrétní stavbě, v rámci které byly využity pro získání podrobných dat tři již zmíněné technologie: totální stanice, GNSS a laserové skenování. Výsledky poskytují podrobný přehled o přesnosti, rychlosti a nákladech spojených s jednotlivými metodami, což umožňuje doporučení optimální technologie a softwaru pro různé typy projektů a různé podmínky. Na projektu spolupracovali studenti oboru geomatika Fakulty stavební (FSv) Českého vysokého učení technického (ČVUT) v Praze v rámci předmětu Mapování.

2. Použité metody a řešená lokalita

2.1 Měřické metody

V projektu byly použity následující typy přístrojů: totální stanice Sokkia iX1203, GNSS Nivel Point 3 a mobilní laserový skener Faro Orbis.

Totální stanice (Sokkia iX 1203)

Japonská značka Sokkia, která působí na trhu více než 100 let, je od roku 2008 součástí společnosti Topcon. Přesto si zachovává svou identitu a inovativní přístup k výrobě totálních stanic, včetně těch robotických. Nejnovější řada iX 1200 je důkazem jejich technické excelence, kde poslední číslo v názvu modelu označuje úhlovou přesnost. Pro účely tohoto projektu byla použita totální stanice Sokkia iX 1203 (**obr. 1**), která nabízí úhlovou přesnost 3" a vysoce přesný dálkoměr s přesností 1 + 2 ppm [11].

GNSS (Nivel Point 3)

V první polovině roku 2024 představila společnost 3gon Positioning nový přijímač GNSS (**obr. 2**), který je vybaven inerciální měřicí jednotkou (IMU) umožňující práci bez výrazných omezení sklonu. Tento vysoce výkonný přijímač dokáže zaměřit až 95 % celého objektu a přijímat až 1 408 satelitních signálů, což výrazně zvyšuje přesnost a spolehlivost měření. Přestože software tohoto zařízení je stále ve fázi vývoje, klíčové funkce, jako je měření, vytyčování a různé výpočty, jsou již plně aktivní a funkční [12]. Pokrok v technologii GNSS představuje významný krok vpřed v oblasti geodézie a kartografie, ačkoliv dokončení softwarového vybavení je stále předmětem dalších úprav a vylepšení.

Mobilní laserový skener (FARO Orbis)

Hybridní měření statického a mobilního režimu umožňuje laserový skener FARO Orbis (**obr. 3**). Tento skener je pokračováním řady skenerů od již zaniklé společnosti GeoSLAM, kterou v roce 2022 zakoupila společnost FARO [13]. Moderní skenery vynikají svou přesností a funkcionalitou, což z nich činí nepostradatelné nástroje pro geodetické práce. Jeden z těchto skenerů nabízí technickou přesnost až



Obr. 1 Totální stanice iX Sokkia (zdroj: 3gon)



Obr. 2 GNSS Nivel Point 3 (zdroj: 3gon)

5 mm, což může být pro některé aplikace v DTM až příliš přesné, avšak velmi praktické pro různé specializované měřicí úkoly. FARO Orbis je schopen mapovat území v rozsahu až 120 metrů od měřicí hlavy a je vybaven 360° panoramatickou kamerou, která umožňuje obarvit mračno bodů pro lepší vizualizaci dat. Skener rovněž umožňuje kontrolu nahrubo zaměřených dat přímo v terénu prostřednictvím připojeného mobilního telefonu, což zvyšuje efektivitu a přesnost měření [14].

2.2 Řešená lokalita

Byla vybrána lokalita přímo před FSv ČVUT v Praze, a to objekt Air House v parku I. Gándhiové. Jedná se o velmi atypickou budovu, na které bylo cvičně provedeno měření jak pro účely katastru nemovitostí, tak i pro zpracování geodetické aktualizací dokumentace (GAD, pozn.: oficiálně geodetický podklad pro vedení DTM), tj. měřické dokumentace pro aktualizaci ZPS DTM. Objekt je na **obr. 4** znázorněn červeným čtverečkem.



Obr. 3 FARO Orbis (zdroj: 3gon)



Obr. 5 Air House před objektem FSv ČVUT (zdroj: ČVUT)

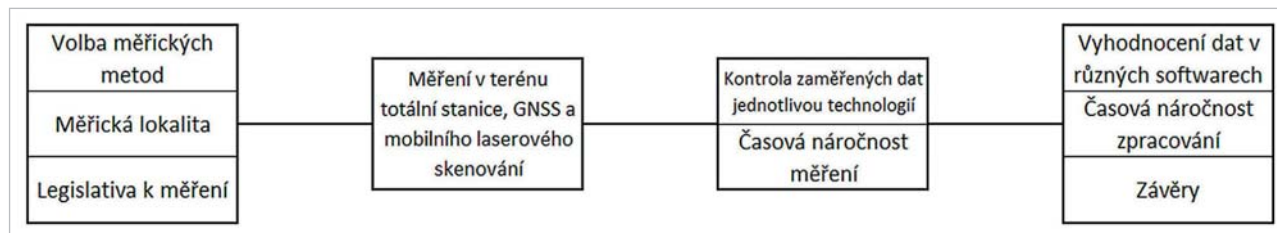
Air House (obr. 5) je soutěžní prototyp energeticky soběstačného domu navržený a postavený pro mezinárodní studentskou soutěž Solar Decathlon 2013. Od roku 2014 do roku 2022 byl informačním centrem ČVUT [15].

3. Měření a zpracování dat

Tato část je rozdělena na dvě části popisující postup měření, i samotného zpracování a vyhotovení měřické dokumentace pro aktualizaci ZPS v DTM. Měření i zpracování probíhalo na podzim roku 2024. S tím souvisí i použití v té době aktuální verze softwarů, firmwary měřických technologií a metodika (obr. 6).



Obr. 4 Snímek z IS DMVS s vyznačeným objektem Air House (zdroj: IS DMVS)

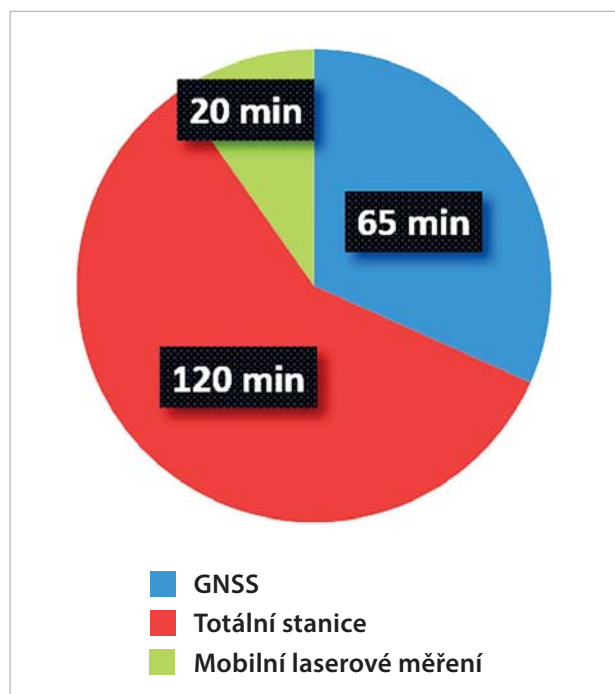


Obr. 6 Myšlenková mapa celého projektu

3.1 Měření

V rámci měření a zpracování dokumentace byli studenti rozděleni do tří skupin podle používané technologie měření. Osm studentů provádělo měření pomocí technologie GNSS, šest studentů měření totální stanicí a čtyři studenti měření pomocí mobilního laserového skenování. Studenti zaměřili samotnou stavbu a její okolí v souladu s uvedenými právními předpisy [1], [16] a [2]. Příprava zakázky, včetně vysvětlení požadovaných měření, trvala přibližně 1-2 hodiny a není zahrnuta v celkovém čase měření.

Graf na obr. 7 ilustruje průměrný čas potřebný k zaměření jednotlivých lokalit pomocí již uvedených technologií.



Obr. 7 Průměrný čas na měření lokality pro jednotlivou technologii (zdroj: vlastní měření)

Z výsledků vyplývá, že nejrychlejší metodou bylo měření pomocí mobilního laserového skenování s georeferencováním na vlícovací body. Druhou nejrychlejší metodou bylo měření pomocí GNSS, zatímco měření totální stanicí bylo nejpomalejší. Toto zjištění je předpokládané, protože pro zaměření objektu tohoto typu je potřeba minimálně postavení na dvou stanoviskách, aby byla dosažena požadovaná přesnost pro DTM.

Charakteristikou přesnosti údajů o poloze a výšce jsou třídy přesnosti 1-5, které upravuje příloha č. 2 vyhlášky [2]. Základní střední souřadnicová chyba třídy přesnosti 3 je v poloze $m_{xy} = 14$ cm a základní střední výšková chyba $m_H = 12$ cm.

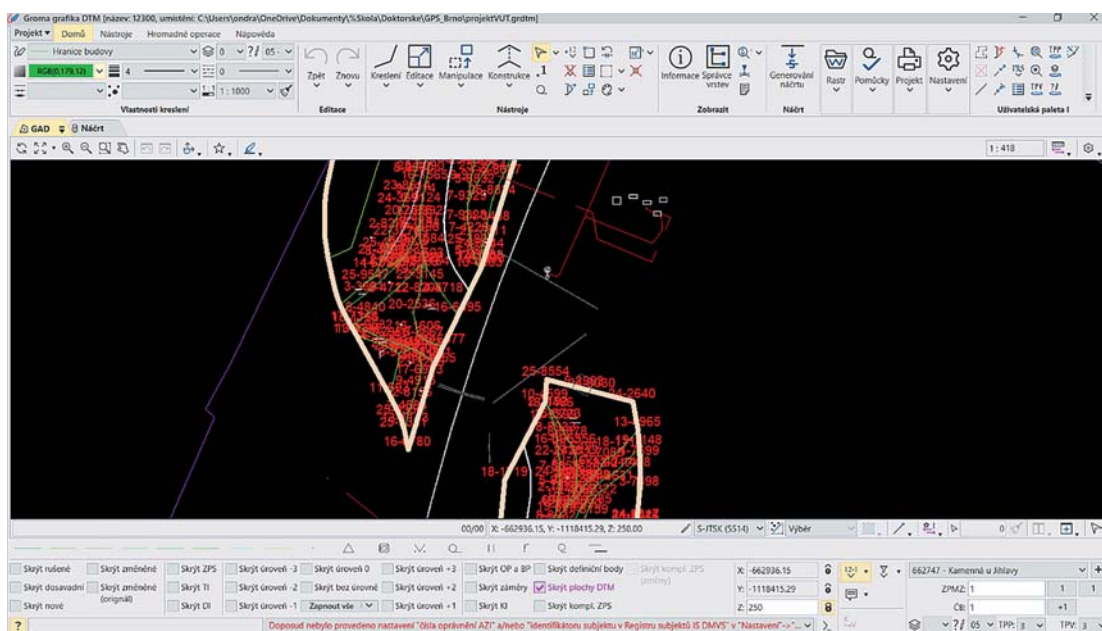
Měření pomocí GNSS technologie trvalo více než 60 minut, protože bylo nutné, aby byl dodržen hodinový rozestup pro dvojí nezávislé měření nových bodů, což prodloužilo celkový čas potřebný k dokončení měření. Tyto výsledky ukazují, že laserové skenování je nejen nejrychlejší metodou pro zaměření objektů, ale také poskytuje potřebnou přesnost pro tvorbu DTM. Měření pomocí technologií GNSS je rovněž efektivní, avšak časově náročnější kvůli nutnosti dodržování určitých postupů. Totální stanice, ačkoli je nejpomalejší, zůstává klíčovou metodou díky své vysoké přesnosti a spolehlivosti v specifických aplikacích. Je však nezbytné vzít v úvahu potřebu provádění jejích pravidelných kalibrací. Výrobci doporučují kalibraci mobilního laserového skenování jednou za 1-2 roky. U totálních stanic je interval kalibrace 2-3 roky, zatímco u technologií GNSS není kalibrace prakticky vyžadována. To naznačuje, že GNSS může být ekonomicky a prakticky výhodnější metodou. Nevýhodou GNSS jsou místa se zákrytem obzoru, místa s nedostupností korekcí GNSS (poskytovanými přes internet, rádiové vlny – UHF, LoRa, ...) a případně špatné počasí. U totálních stanic jsou problematické především výrobní chyby, které je nutné vždy identifikovat a korigovat matematicky nebo fyzicky. Důležitým faktorem při sběru dat je také rozhodnutí, zda bude v terénu zvažováno, co má být zaměřeno, nebo zda bude zaměřena celá oblast a následně data zpracována v kanceláři. Obr. 8 ilustruje nejčastější problémy při práci s danou technologií a na obr. 9 je ukázka měřických dat z laserového skenování.

GNSS	TOTÁLNÍ STANICE	MOBILNÍ LASEROVÉ SKENOVÁNÍ
Rušení signálu (husté lesy, vysoké objekty, jiné překážky)	Refrakce a zakřivení země	Zhoršení přesnosti měření (lesklé, průsvitné plochy, absorpce paprsku)
Atmosférické vlivy	Nesprávná kalibrace	Počasí (hlavně déšť, mlha)
Slabý korekční signál	Omezený dosah měření délek	Omezený dosah měření
Nedostatečný počet satelitů	Počasí (vítr, déšť, přímé slunce)	Velké množství dat i na zpracování
	Překážky v záměrné přímce	

Obr. 8 Nejčastější problémy při práci s danou technologií



Obr. 9 Měřická data z laserového skenování FARO Orbis (zdroj: samotné měření)



Obr. 10 Obecná ukázka práce v Gromě v DTM

3.2 Zpracování dat

Data byla zpracována pomocí čtyř různých softwarových nástrojů, u nichž dochází stále k vývoji jejich nástavby pro DTM, avšak již nyní poskytují funkcionalitu pro zpracování naměřených dat z GNSS, totální stanice, nebo zpracování mračna bodů z laserového skenování. Tyto nástroje se liší především v primárním účelu svého použití. Pro zpracovatele byla organizována vstupní školení, aby měli všichni stejné informace a dovednosti.

a) Groma

Jde o komplexní geodetický systém pracující v prostředí Windows, který je určen ke zpracování geodetických dat od surových údajů přenesených z totální stanice až po výsledné seznamy souřadnic, výpočetní protokoly a kontrolní kresby (obr. 10). Nová nástavba DTM umožňuje kompletní zpracování geodetických dat pro tvorbu DTM. Grafický modul DTM obsahuje nástroje pro kontroly DTM, manažer chyb a modul pro přímou komunikaci se službami digitální mapy veřejné správy (DMVS). Tento modul pod-

poruje základní práci s DTM, jako jsou importy a exporty do jednotného výměnného formátu digitální technické mapy (JVF DTM), editace, tisky a generování náčrtů. Výhodou je rychlost práce s daty, která není ovlivněna velikostí projektů [17].

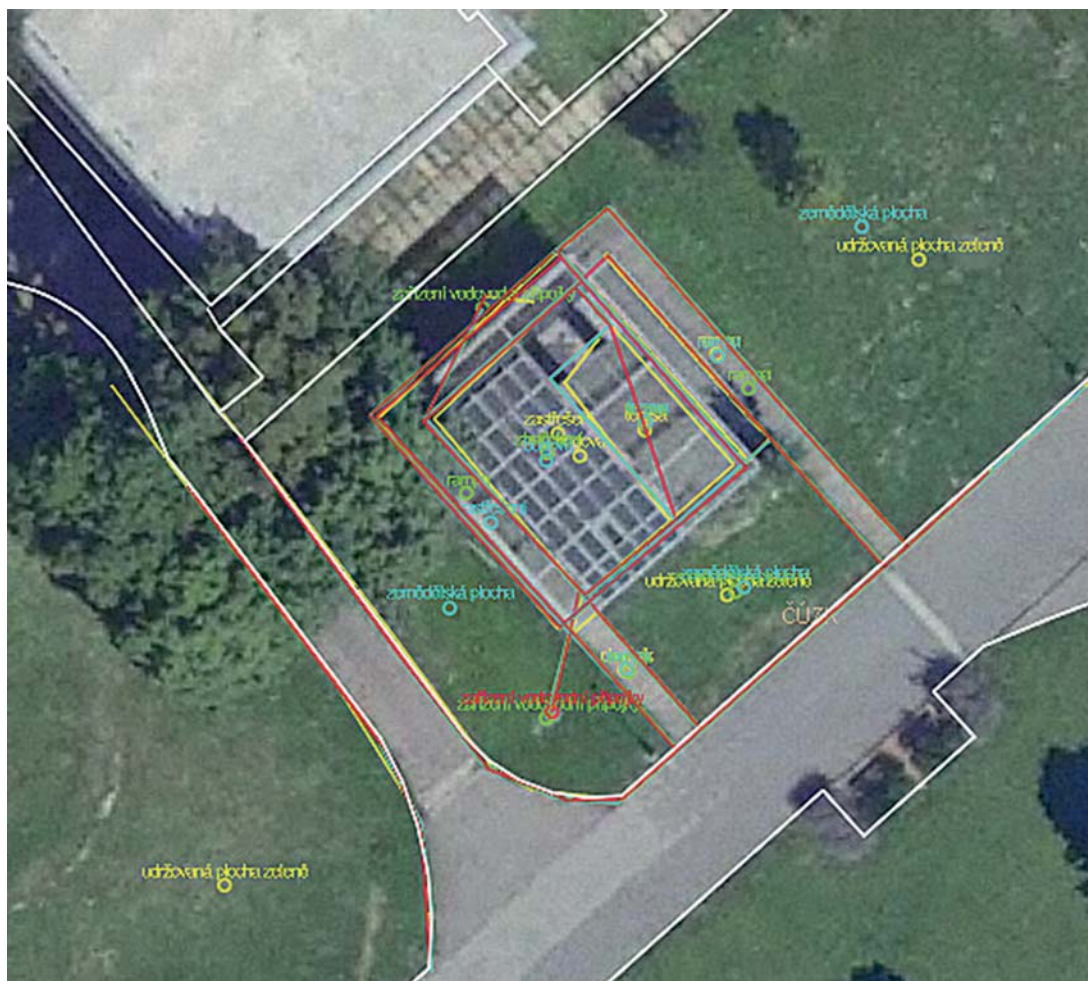
Groma je schopna importovat a exportovat soubory ve formátu *.jvfdtm a pracovat s nimi, včetně vytváření náčrtu. V době zpracování dat software neumožňoval provádění žádných topologických kontrol či kontrol ploch. Rovněž neumožňoval vytvoření technické zprávy. Software je schopen zpracovávat pouze souřadnicová data, která musí mít předem přiřazenou třídu přesnosti a musí být převedena do speciálního formátu souřadnicového seznamu obsahujícího informace o způsobu vzniku dat. Ideálně by také měla být uvedena úroveň zaznamenání dat. Průměrná doba zpracování tohoto objektu se u studentů pohybovala v rozmezí 5-6 hodin, což je ovlivněno tím, že se jednalo o jejich první pokus o zpracování dat pro DTM a práci s tímto softwarem po základním zaškolení. Dále musíme přičíst další 2-3 hodiny pro vyhotovení technické zprávy a kompletování veškerých dat dle vyhlášky [2]. Celkový čas zpracování v softwaru Groma je pro první úspěšné zpracování ZPS DTM až 9 hodin.

V softwaru Groma zpracovávalo ZPS celkem 6 studentů. Obr. 11 ukazuje jejich výsledky. Měření probíhalo jak s přijímačem GNSS tak i pomocí totální stanice. Barvy odpovídají jednotlivým zpracovatelům nikoliv barvám dle potřeb DTM. Bíle je znázorněn dosavadní stav DTM.

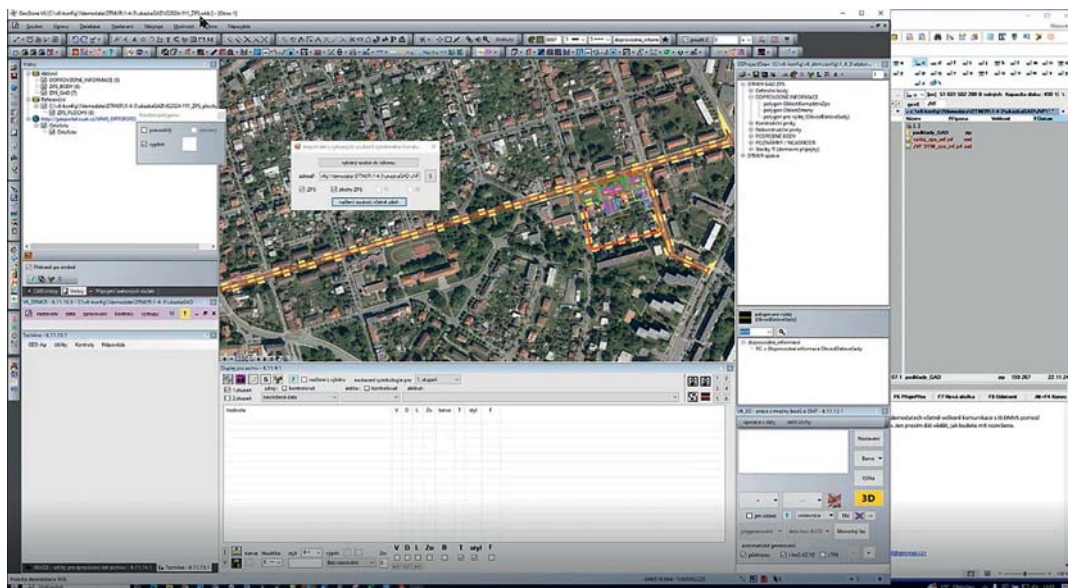
b) GeoStore

Jde o pokročilý desktopový geodetický systém, který je dle zhotovitele software navržen pro pořizování a aktualizaci ZPS, dopravní infrastruktury (DI) a technické infrastruktury (TI) v rámci 3D státního mapového díla DTM (obr. 12). GeoStore umožňuje import a export dat ve formátu JVF DTM, kompletní tvorbu a aktualizaci 3D dat, a také provádí různé kontrolní funkce, jako jsou kontrola topologie, kontrola plochovatelnosti a kontrola negrafických atributů. Díky rozšiřovacím modulům umožňuje GeoStore také převod 2D dat do 3D, kreslení po měřených bodech a mapování z mračen bodů [18].

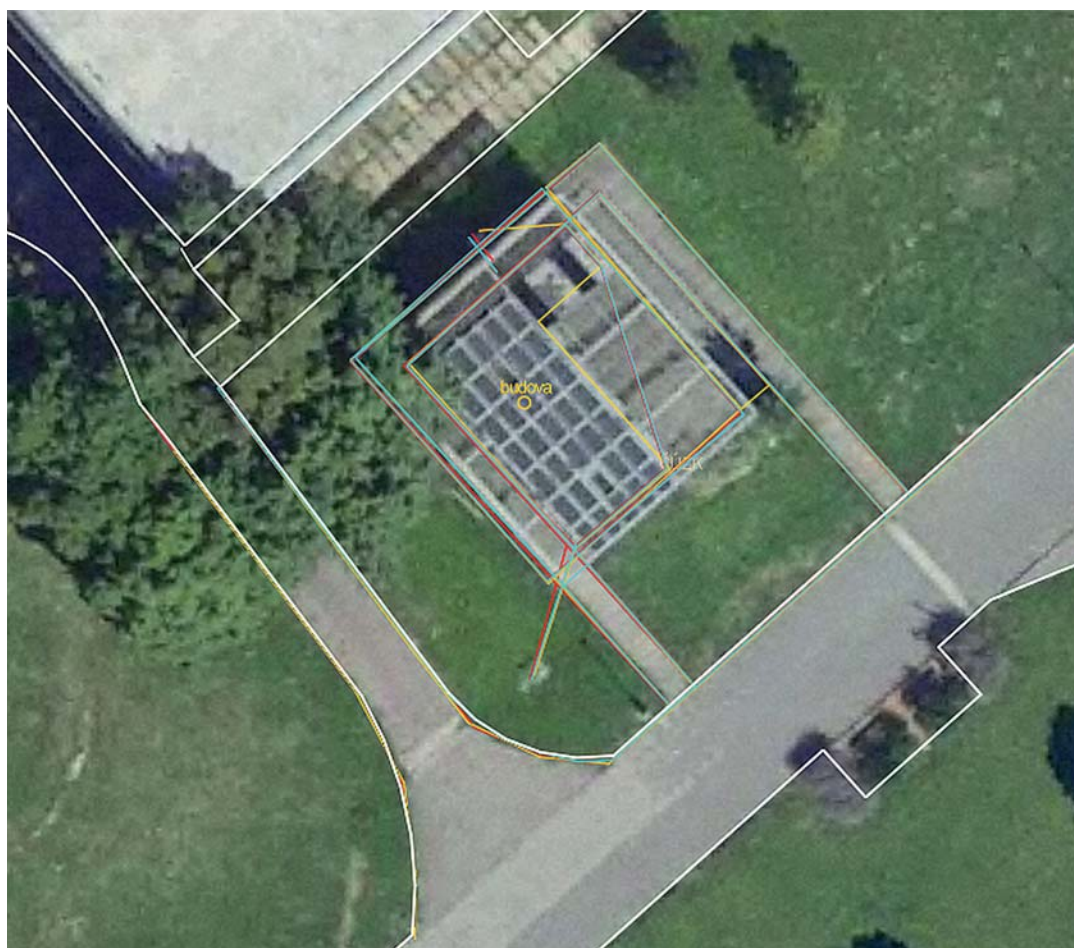
Software umožňuje import a export souborů ve formátu *.jvfdtm a jejich zpracování, včetně vytváření náčrtů. V době zpracování dat měl software všechny potřebné funkce k dispozici, včetně exportu všech předepsaných příloh k DTM. Software přijímá jak souřadnice, tak i mračen bodů. Poskytuje automatické vykreslení DTM dle nastavených kódů, což může být komplikované v případě, že již má uživatel předem nastavené vlastní kódy. Nicméně software umožňuje poměrně efektivní práci ve 3D. Je patrné, že vývoj software pro práci s DTM probíhal po delší dobu. Průměrná doba zpracování tohoto objektu se u studentů pohybovala mezi 6–7 hodinami, což bylo opět ovlivněno tím, že šlo o jejich první pokus o zpracování dat pro DTM a práci s tímto softwarem po základním zaškolení. Celkový čas zpracování v software GeoStore pro první úspěšné zpracování DTM dosahoval až 7 hodin.



Obr. 11 Náčrt vyhotovení aktualizací ZPS studenty v softwaru Groma



Obr. 12 Obecná ukázka práce v GeoStore v DTM

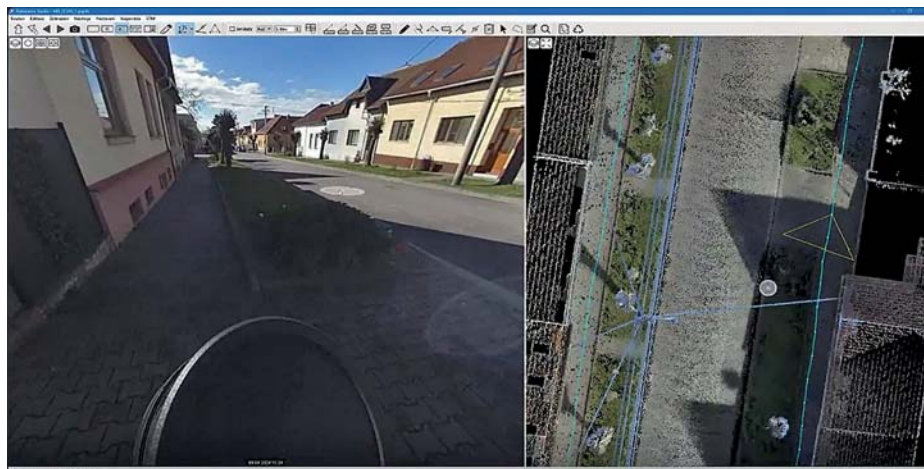


Obr. 13 Náčrt vyhotovení aktualizací ZPS studenty v software Geostore

GeoStore používalo pro zpracování ZPS celkem 6 studentů. Na [obr. 13](#) je zobrazen jejich výsledek. Měření probíhalo jak pomocí GNSS, tak i totální stanice. Barvy odpovídají jednotlivým zpracovatelům, nikoliv barvám dle potřeb DTM. Bíle je opět znázorněn dosavadní stav DTM.

c) Panorama

Panorama je pokročilý geodetický systém, který je navržen pro tvorbu a údržbu map ve 3D/2D prostoru ([obr. 14](#)). Software podporuje práci s panoramatickými snímky, WMS, bodovými mračky a vektorovými daty. Panorama Editor



Obr. 14 Obecná ukázka práce v Panorama v DTM



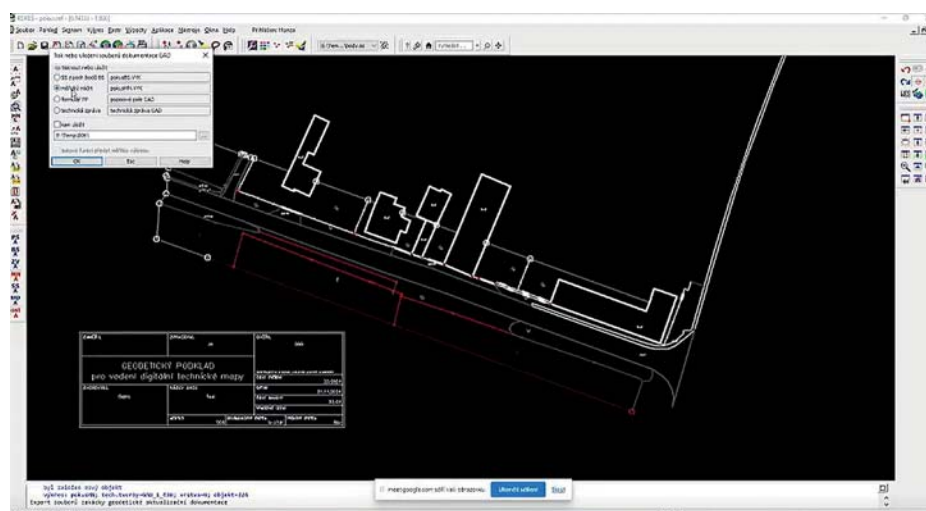
Obr. 15 Náčrt vyhotovení aktualizací ZPS studenty v software Panorama

a Panorama Studio jsou klíčové komponenty tohoto systému, které umožňují import a export dat v JVF DTM, kompletní tvorbu a aktualizaci 3D dat a provádění různých kontrolních funkcí. Panorama je ideální pro geodety, pracovníky veřejné správy a správce technické infrastruktury, kteří potřebují efektivně spravovat a aktualizovat geodetická data. Díky rozšiřovacím modulům umožňuje Panorama také převod 2D dat na 3D, kreslení po měřených bodech a mapování z bodových mračen [19].

Software umožňuje import a export souborů ve formátu *.jvfdtm a jejich zpracování. V době zpracování dat software umožňuje jednoduché vyhotovení ZPS z panoramatických fotografií laserového skenování nebo ze seznamu souřadnic, ale neumožňuje žádné další funkce. Dodavatel software Panorama současně nabízí software MGEO. Prů-

měrná doba zpracování projektu v softwaru Panorama se u studentů pohybovala mezi 2–3 hodinami, což bylo ovlivněno tím, že šlo o jejich první pokus o zpracování dat pro DTM a práci s tímto softwarem po základním zaškolení. Dalších 7–8 hodin studenti strávili vytvářením tabulek pro ověření homogenity dat (včetně exportu dat z mračen bodů), sestavováním technické zprávy, tvorbou náčrtu (software umožňuje export do formátu *.dxf a následně lze náčrt vyhotovit v softwaru CAD) a dalších potřebných příloh pro vyhotovení DTM. Celkový čas zpracování v software GeoStore pro první úspěšné zpracování DTM tak dosahoval až 11 hodin.

Panoramu používali pro zpracování ZPS celkem 4 studenti. Na obr. 15 je zobrazen jejich výsledek. Měření probíhalo pomocí mobilního laserového skenování. Barvy od-



Obr. 16 Obecná ukázka práce v softwaru Kokeš v DTM



Obr. 17 Náčrt vyhotovení aktualizací ZPS studenty v softwaru Kokeš

povídají jednotlivým zpracovatelům, nikoliv barvám dle potřeb DTM. Bíle je znázorněn dosavadní stav DTM.

d) Kokeš

Kokeš je komplexní geodetický systém, který je určen pro běžné geodetické práce a tvorbu a údržbu mapových děl (**obr. 16**). S nastavbou DTM umožňuje Kokeš kompletní zpracování geodetických dat pro tvorbu DTM. Systém podporuje import a export dat ve formátu JVF DTM, kompletní tvorbu a aktualizaci 3D dat a provádí různé kontrolní funkce, jako jsou kontrola topologie, kontrola plochovatel-
nosti a kontrola negrafických atributů. Díky rozšiřovacím modulům umožňuje Kokeš také převod 2D dat na 3D, kreslení po měřených bodech a mapování z bodových mračen [20].

Software Kokeš umožňuje import a export souborů ve formátu *.jvfdtm a jejich zpracování, včetně vytváření

náčrtů. V době zpracování dat měl software k dispozici všechny potřebné funkce, včetně exportu všech předepsaných příloh kDTM dle vyhlášky. Software přijímá jak přímo měřené souřadnice, tak i surová měření, která následně zpracuje. Vývojáři softwaru Kokeš se současně věnovali správe geodát prostřednictvím geoportálu a softwaru MISYS měst a samospráv. Průměrná doba zpracování projektu v softwaru Kokeš se u studentů pohybovala mezi 5-6 hodinami, což je ovlivněno tím, že šlo o jejich první pokus o zpracování dat pro DTM a práci s tímto softwarem pro základní zaškolení. Celkový čas zpracování v softwaru Kokeš pro první úspěšné zpracování DTM dosahoval až 6 hodin.

Koše používaly pro zpracování ZPS celkem 6 studentů. Na **obr. 17** je zobrazen jejich výsledek. Měření probíhalo pomocí GNSS a totální stanice. Barvy odpovídají jednotlivým zpracovatelům, nikoliv barvám dle potřeb DTM. Bílou barvou je zobrazen dosavadní stav DTM.

4. Cena technologií a software

Tab. 1 poskytuje informace o cenách jednotlivých technologií z praktického hlediska. Uvedené částky jsou orientační a nemusí odpovídat reálné poptávce. Ceny jsou čerpány z internetových stránek výrobců a z ústních dotazů u prodejců. Upozorňujeme, že tyto ceny se nevztahují přímo na výše zmíněné technologie, ale obecně na podobné technologie napříč různými značkami. Jedná se o ceny orientační, jsou uvedeny bez DPH 21 %.

V **tab. 2** jsou uvedeny ceny použitých softwarů pro zpracování dat DTM kraje. Předpokládá se, že vstupními informacemi jsou souřadnice bodů, surová data pro zpracování (úhly a délky) nebo zpracovaná georeferencovaná mračna bodů.

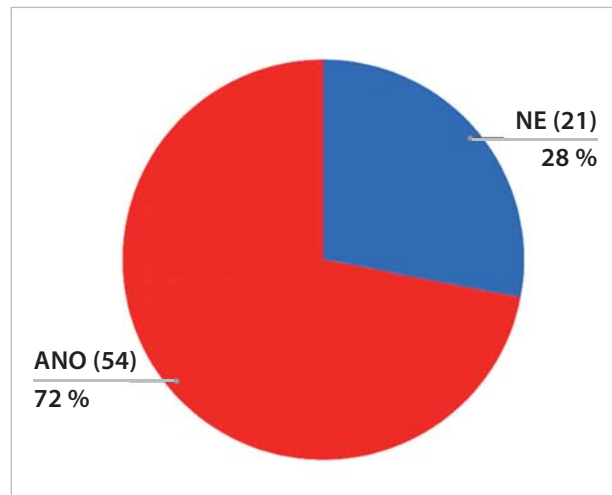
Orientační ceny jsou aktuální k počátku roku 2025.

5. Dotazník

V období od 28. 10. 2024 do 10. 12. 2024 byl mezi geodety distribuován anonymní dotazník zaměřený na téma DTM a jejího vlivu na jejich pracovní zatížení po účinnosti nové vyhlášky [2]. Cílem dotazníku bylo získat podrobné informace o zkušenostech geodetů a identifikovat případné problémy spojené s implementací nových předpisů. Dotaz-

níku se zúčastnilo 75 respondentů, kteří poskytli cenné vhledy do aktuálních výzev a efektivitu současných pracovních procesů v oblasti geodézie.

Na **obr. 18** jsou zachyceny odpovědi 75 respondentů, z nichž 21 (28 %) se nevěnovalo problematice DTM kraje,



*Obr. 18 Dotazník – věnujete se DTM?
(zdroj: vlastní dotazník)*

Tab. 1 Orientační ceník technologií

Technologie	Minimální cena	Maximální cena
Totální stanice (Cena zahrnuje GNSS, software pro ovládání GNSS a TS a příslušenství.)	500 000 Kč	950 000 Kč
GNSS (Cena zahrnuje přijímač s IMU, software a příslušenství.)	89 000 Kč	650 000 Kč
Mobilní laserový skener (Cena zahrnuje software na vyhodnocení mračna bodů a příslušenství.)	1 200 000 Kč	1 890 000 Kč

Tab. 2 Orientační ceník software k DTM

Software	Minimální cena	Maximální cena
Groma – 1 licence (Cena se může lišit v závislosti na potřebě modulů pro DTM, GP, vyrovnání dat a dalších specifikacích.)	25 000 Kč	49 000 Kč
Kokeš – 1 licence (Cena závisí na potřebě modulů pro grafiku, GP, DTM, převodníky a další specifické požadavky.)	12 000 Kč	67 200 Kč
Geostore – 1 licence (Cena závisí na nastavení modulů pro GP, DTM a další specifikace.)	32 000 Kč	82 000 Kč
Panorama (Cena se vztahuje pouze na zpracování a vyhotovení formátu *.jvf.dtm.)	37 000 Kč	75 500 Kč

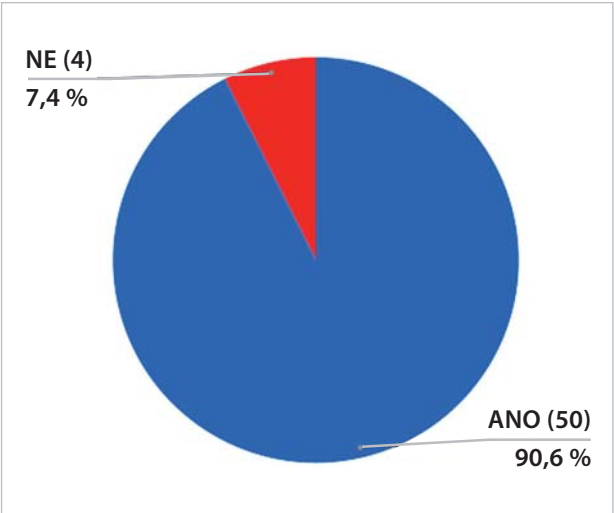
zatímco zbývajících 54 (72 %) se DTM zabývalo v rámci své pracovní činnosti.

Respondenti byli převážně osoby samostatně výdělečně činné (OSVČ), konkrétně 38 (50 %) z nich. Dalších 29 (38 %) respondentů pracovalo jako zaměstnanci firem, 3 (4 %) byli státní zaměstnanci (Český úřad zeměměřický a katastrální, Ředitelství silnic a dálnic, Správa železnic) a ostatní pracovali buď jako zaměstnanci samospráv, nebo byli majiteli firem.

Dotazník se také zabýval geografickým rozsahem, ve kterém respondenti vykonávali zeměměřické činnosti či práce související s DTM. Nejčastěji uváděným krajem byl Středočeský kraj s 25 respondenty, následovaný Jihomoravským krajem (19), Hlavním městem Prahou (16) a krajem Vysočina (13). Respondenti mohli uvést více krajů, ve kterých vykonávají svou činnost, což poskytuje komplexní přehled o jejich geografickém působení. Další podrobnosti lze nalézt na [obr. 19](#).

Z 54 respondentů, kteří se věnovali DTM, uvedlo 48 (88,9 %), že provádí měření ZPS, přičemž zpracování ZPS provádělo 43 (79,6 %). Zajímavostí je, že měření dopravní a technické infrastruktury (DTI) se věnovalo pouze 15 osob (27,8 %), zatímco zpracování DTI provádělo 16 osob (29,6 %). K tomu je nyní nutné podotknout, že respondentů vyhotovujících GAD bylo mnohem více, než těch, kteří prováděli měřické aktualizace pro DTI. Zajímavým zjištěním je také skutečnost, že z 54 respondentů se 50 (92,6 %) zabývalo i činnostmi v katastru nemovitostí. Prakticky se jedná o všechny, kteří prováděli měření a zpracovávali dokumentaci pro DTM, nikoliv editory DTM, což dává smysl vzhledem k jejich pracovní náplni. Podrobnosti lze nalézt na [obr. 20](#).

Respondenti, kteří uvedli, že provádějí činnosti jak pro DTM kraje, tak i pro KN, byli dále dotazováni, zda a o kolik se průměrně od účinnosti nové vyhlášky zvedla jejich fakturovaná částka. Obě činnosti vykonává 50 respondentů z 54, což představuje 93 %. Nejčastější odpovědí bylo, že jejich fakturace se zvýšila průměrně o 2 501 až 3 500 Kč. Druhou nejčastější odpovědí bylo, že geodeti zatím nijak nepropočítávali zakázky. Další podrobnosti lze nalézt na [obr. 21](#).

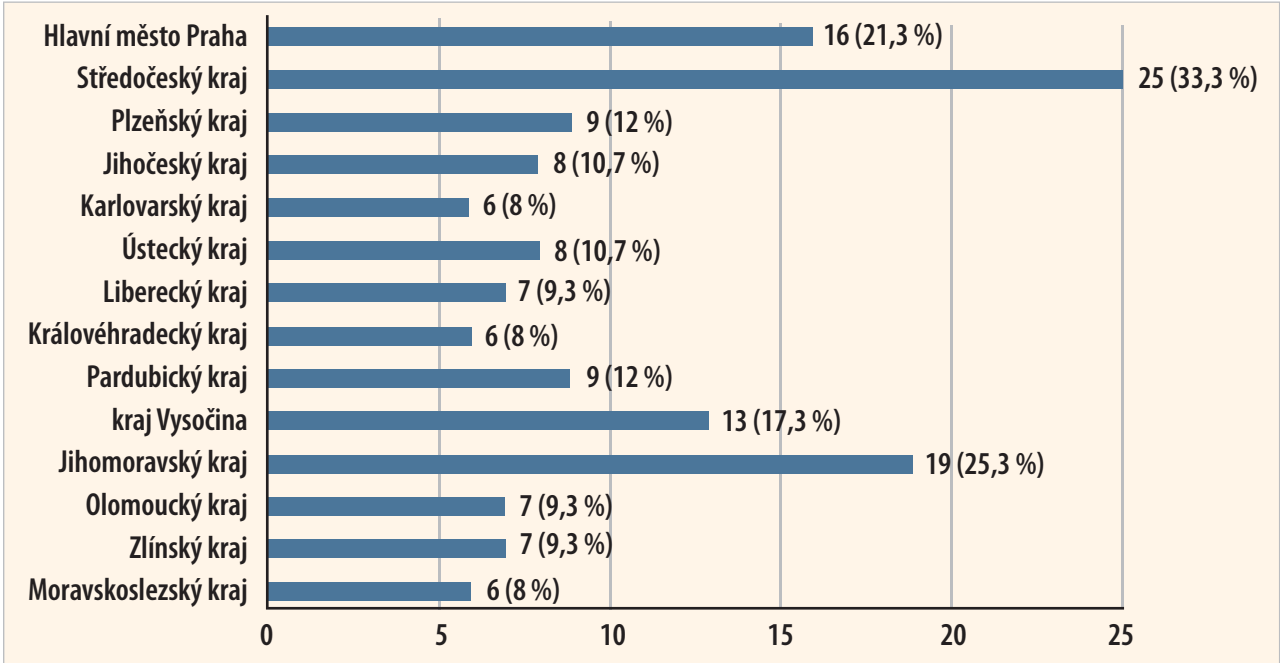


Obr. 20 Dotazník – pracujete pro KN?
(zdroj: vlastní dotazník)

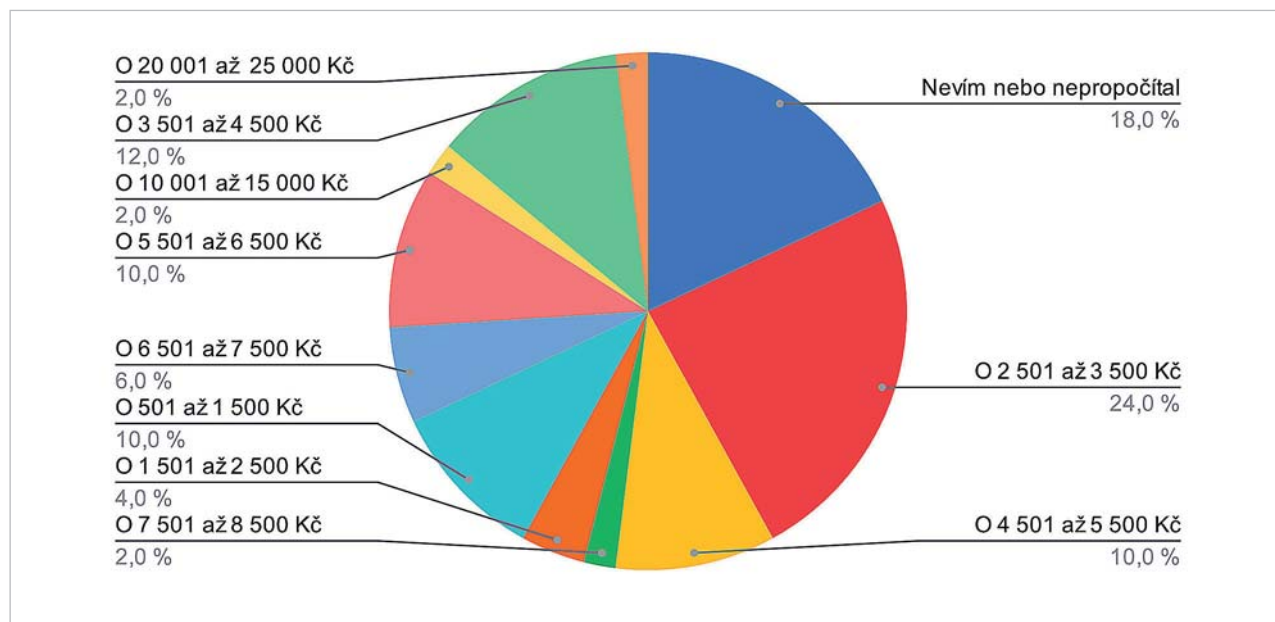
Z 50 respondentů, kteří se zabývají DTM kraje a KN, uvedlo 35 (70 %), že si kvůli DTM museli pořídit novou technologii. Nejčastěji zmiňovali software pro zpracování DTM (50 %), GNSS (40 %), laserový skener nebo dron (10 %).

Respondenti byli také dotazováni na změny v časové zátěži způsobené novelou zákona. Jak sám autor článku uvádí, zaměření a zpracování DTM vyžaduje velký důraz na dodržování specifikací uvedených ve vyhlášce, zvláště v jejich přílohách. Nejčastější odpovědí bylo zvýšení časové zátěže o 3 a více hodin. Je důležité si uvědomit, že nejenom samotné zaměření je náročnější než v případě KN, ale i zpracování dat je složitější. Zajímavostí je, že jeden respondent uvedl, že mu zaměření DTM a GP nezpůsobilo výrazné časové vytížení. Další podrobnosti lze nalézt na [obr. 22](#).

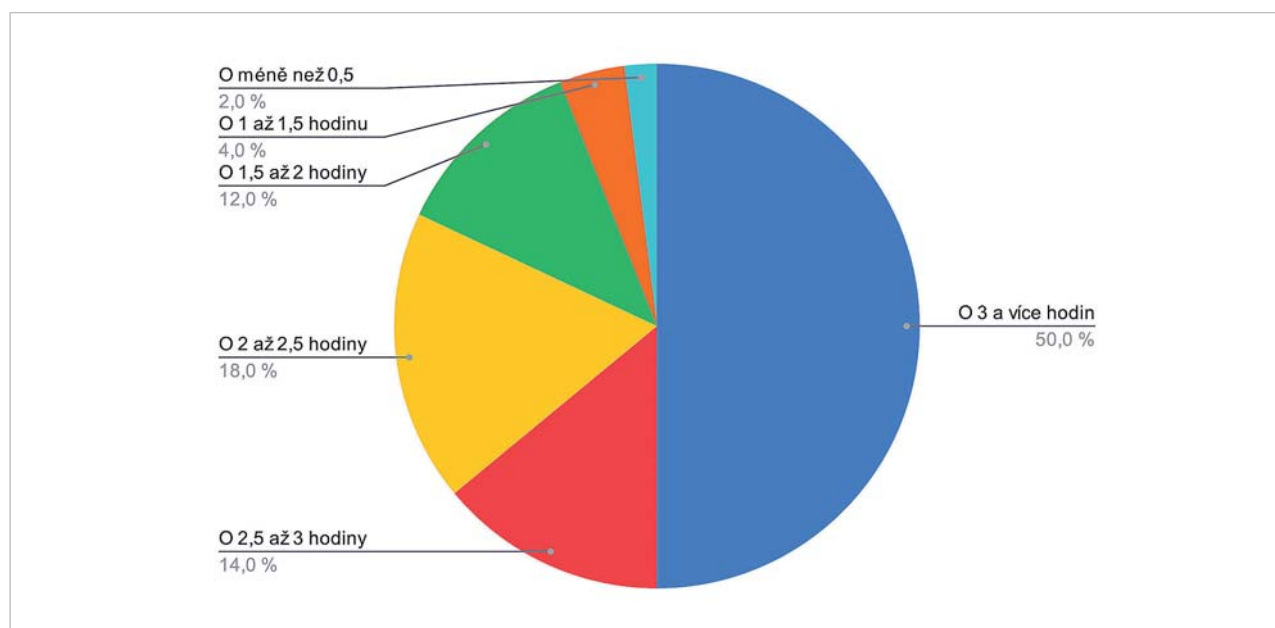
Dotazník obsahoval i praktický dotaz, ve kterém byli geodeti požádáni, aby nacenili modelovou zakázku. Tento pří-



Obr. 19 Dotazník – kraje ČR (zdroj: vlastní dotazník)



Obr. 21 Dotazník – o kolik se zvedla fakturace (zdroj: vlastní dotazník)



Obr. 22 Dotazník – časová zátěž (zdroj: vlastní dotazník)

klad, přestože slouží jako ilustrace, potřebuje další upřesnění, jako je typ objektu a další specifika. Nicméně pro účely dotazníku byly tyto detaily považovány za méně podstatné. Tímto dotazem byla snaha zjistit, jakým způsobem geodeti přistupují k nacenění svých služeb v praxi a získat tak přehled o cenové politice v oblasti geodetických prací.

„Klient Vám zavolá a řekne, že si uprostřed pozemku postavil domeček o velikosti 8 x 6 m. Nyní potřebuje zaměřit pro stavební úřad GP a GAD ZPS. Lokalita je od Vás 60 min autem, volně přístupná. Jsou viditelné přípojky i stávající objekty pro ověření kvality KN (oblast je převážně KK3) a prvky pro ověření homogenity DTM.“

Odpovědi na otázku týkající se nacenění modelové zakázky se pohybovaly v rozmezí od 4 000 Kč až do 35 000 Kč,

přičemž někteří respondenti neměli dostatek informací pro přesné nacenění. Průměrná částka byla stanovena na 12 159 Kč, s mediánem 12 000 Kč. Autor článku odhaduje nacenění zakázky na 15 000 Kč. Všechny uvedené částky jsou bez DPH ve výši 21 %.

Na závěr dotazníku byla položena otázka týkající se nejčastějších problémů s vyhotovením GAD ZPS DTM. Nejčastějším problémem podle respondentů je nedostatečná informovanost o celé problematice. V některých krajích není GAD zatím vyžadován jako součást ke stavebnímu řízení. Dalšími problémy jsou chybné podklady nebo stávající data, která jsou považována za identická nebo jsou v dané lokalitě aktualizována. Respondenti se shodli, že je potřeba ještě čas na vyladění jejich počátečních chyb a na

získání rutiny v práci s DTM, podobně jako je tomu v případě měření pro účely KN.

6. Závěr

V rámci projektu bylo ukázáno, že při měření dat pro vyhotovení podkladů pro aktualizaci ZPS DTM je klíčové vybrat správnou technologii a software. Bylo porovnáno několik měřických technologií, konkrétně totální stanice, GNSS a mobilní laserové skenování. Byly poskytnuty cenné poznatky o jejich efektivitě, nákladech a přesnosti. Bylo zjištěno, že každá z těchto technologií má své silné stránky a může být optimálně využita pro specifické projekty i v oblasti vyhotovení měřické dokumentace pro aktualizaci ZPS DTM. Totální stanice byla označena jako velmi přesná, avšak časově náročná technologie pro měření a následné vyhodnocení surových dat do souřadnic v závazných geodetických referenčních systémech: Souřadnicovém systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK) a výškovém systému baltském – po vyrovnání (Bpv). GNSS technologie poskytuje rychlejší a levnější měření, avšak za cenu nižší spolehlivosti v oblastech s méně kvalitním určením polohy a výšky (blízké velké objekty, listí na stromech, přesahy střech, ...), či v obdobích nestabilní atmosféry. Naproti tomu mobilní laserové skenování nabízí vysokou rychlost sběru komplexních dat a přesnost, avšak za vyšší finanční náklady. Zakoupení totální stanice s GNSS technologií jako balíčku bylo označeno za ekonomicky až o polovinu výhodnější variantu než kombinace mobilního laserového skenování a příslušného softwaru. Jako nejvýhodnější řešení byla v projektu identifikována technologie GNSS s IMU, a to díky poměru kvality sběru dat a přesnosti pro DTM. Z pohledu softwaru bylo zjištěno, že z finančního hlediska i hlediska celkového času zpracování lze pro daný projekt považovat za nejvýhodnější software Kokeš. Bylo však poznamenáno, že tento software je stále ve vývoji, např. oproti testovanému softwaru GeoStore, který se tématu technických map věnuje mnohem déle a umožňuje například vstup mračna bodů či kontrolu ve 3D. U dalších dvou softwarových produktů bylo shledáno, že jim chybí některé kontroly či přílohy dle vyhlášky.

Výsledky dotazníku mezi geodety z praxe doplnily technickou analýzu o praktické zkušenosti a preference odborníků v terénu. Nové vyhlášky a předpisy byly identifikovány jako klíčové faktory, které zvyšují časovou náročnost geodetických prací. Bylo také zjištěno, že většina respondentů zaznamenala zvýšení fakturovaných částek v důsledku nových předpisů, a mnoho z nich si muselo pořídit nejen novou měřickou technologii, ale i software pro zpracování DTM (resp. příslušný modul daného software). Dotazník také nahlédl na oceňování zeměměřických činností a ukázal rozdílné částky a přístupy k vyhotovení GP a GAD.

Závěrem bylo zjištěno, že investice do moderních technologií a softwaru může být dlouhodobě výhodná, a to i přes vysoké počáteční náklady. Je doporučeno, aby závěry tohoto článku byly využity k plánování a realizaci geodetických prací, což by mohlo přispět ke zvýšení efektivit a kvality technických map. Důležitým faktorem, který byl v tomto článku zdůrazněn, je také oceňování zeměměřických činností, jež by mohlo výrazně ovlivnit činnosti při měření DTM. Na závěr je zdůrazněna potřeba podpory dalšího výzkumu a vývoje v oblasti moderních technologií a softwaru, za účelem dosažení dalších zlepšení v oblasti geodetických prací a správy technických map.

LITERATURA:

- [1] Zákon č. 200/1994 Sb. o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, v platném znění. [online]. Dostupné z: <https://www.e-sbírka.cz/sb/1994/200>.
- [2] Vyhláška č. 393/2020 Sb. o digitální technické mapě kraje, v platném znění. [online]. Dostupné z: <https://www.e-sbírka.cz/sb/2020/393>.
- [3] VÁŇA, O.: Zaměření a vyhotovení digitální technické mapy. Diplomová práce, 2023.
- [4] GRZELKA, W.-BERA, K. K.: Impact of Modern Technologies on the Organization of the Cadastral Data Modernization Process. [online]. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/24/16649>, 2. 1. 2025.
- [5] BRAUNOVÁ, H.-SKOŘEPA, Z.: Automatické cílení totálních stanic z pohledu analýzy oprav měření. Geodetický a kartografický obzor, 67/109, 2021, č. 6, s. 105-111.
- [6] VOYTEK, D.: Faktory ovlivňující přesnost GNSS měření. VŠB - Technická univerzita Ostrava, Institut geoinformatiky, 2021.
- [7] LIU, B. and others: Tree Species Classification Using Ground-Based LiDAR Data by Various Point Cloud Deep Learning Methods. Remote Sensing, 14, 2022, p. 22.
- [8] ČÚZK: Metodika pro geodetické zaměřování základní prostorové situace DTM kraje a pro práci s dokumentací. [online]. Dostupné z: https://cuzk.gov.cz/DMVS/Metodika/Metodika_pro_geodety_k_aktualizaci_DTM_v2-2_final.aspx, 2025.
- [9] KOVARIK, V.-TALHOFFER, V.: General Procedure of Thematic Map Production Using GIS Technology. University of Defence, Faculty of Military Technology, 2013.
- [10] HALOUNOVÁ, L.: Mapping Services in the Czech Republic. ISPRS WG IV/2 Global Geospatial Information, 2013.
- [11] 3gon Positioning s.r.o.: Sokkia iX Série. [online]. Dostupné z: <https://cz.3gon.eu/produkt/sokkia-ix-nov-serie>, 4. 1. 2025.
- [12] 3gon Positioning s.r.o.: GNSS přijímač Nivel System Point 3. [online]. Dostupné z: <https://www.3gonshop.cz/gnss-prijimac-nivel-system-point-3/>, 4. 1. 2025.
- [13] GeoSLAM Migration. [online]. Dostupné z: <https://www.faro.com/en/LP/Geoslam-migration>, 4. 1. 2025.
- [14] 3gon Positioning s.r.o.: FARO Orbis. [online]. Dostupné z: <https://www.3gonshop.cz/faro-orbis/>, 29. 12. 2024.
- [15] AIR House | 1:1 LAB. [online]. Dostupné z: <https://1-1lab.cz/projekty-air-house/>, 4. 1. 2025.
- [16] Vyhláška ČÚZK č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, v platném znění. [online]. Dostupné z: <https://www.e-sbírka.cz/sb/1995/31>.
- [17] Groma: Geodetický software. [online]. Dostupné z: <http://groma.cz/cz/>, 12. 1. 2025.
- [18] GEOVAP, spol. s r. o.: GeoStore V6. [online]. Dostupné z: <https://www.geovap.com/cs/geostore-v6>, 12. 1. 2025.
- [19] GISOFT, v.o.s.: Zpracování dat pro DTM ČR, DTMŽ a DTM ŘSD. [online]. Dostupné z: <http://www.gisoft.cz/DTMCR/DTMCR>, 12. 1. 2025.
- [20] GEPRO spol. s r.o.: DTM. [online]. Dostupné z: <https://dtm.gepro.cz/>, 12. 1. 2025.

Do redakce došlo: 20. 1. 2025

Lektoroval:
Ing. Jiří Formánek,
Český úřad zeměměřický
a katastrální



Pro příští GaKO připravujeme:

PACINA, J. a kol.: Komplexní rekonstrukce předpřehradní krajiny v údolí Vltavy s využitím pokročilých geoinformatických metod