

Ověřená technologie digitalizace globů

Klára Ambrožová, Milan Talich, Ondřej Böhm

Realizováno z programového projektu DF11P01OVV021: Program aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity financovaného MK ČR v rámci projektu

„Kartografické zdroje jako kulturní dědictví. Výzkum nových metodik a technologií digitalizace, zpřístupnění a využití starých map, plánů, atlasů a globů.“

Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
září 2014

Obsah

1. Předmět ověřené technologie	3
2. Struktura ověřené technologie.....	4
3. Pořízení digitálních dat.....	5
3.1 Příprava na snímkování	5
3.2 Digitalizační zařízení.....	5
3.3 Způsob pořizování digitálních dat	6
4. Georeferencování pořízených rastrových dat	7
5. Vizualizace	8
5.1 Převod snímků do ekvidistantního válcového zobrazení	8
5.2 Úprava transformovaných snímků.....	8
5.3 Zobrazení povrchu glóbu.....	8
6. Zpřístupnění glóbů.....	9
7. Vytvoření digitálního modelu glóbu Willema Janszoona Blaeua.....	10
8. Závěr	13
9. Seznam použitých zdrojů	14

1. Předmět ověřené technologie

Zemské a nebeské glóby jsou nedílnou součástí kulturního dědictví každého státu stejně tak, jako jiná stará kartografická díla. Jelikož však zabírají jen malou část fondů paměťových institucí a manipulace s nimi bývá mnohdy obtížná, není jim věnována taková pozornost jako například mapám nebo atlasům. V dnešní době kdy je maximální snahou převádět veškeré jedinečné archiválie zvláštního významu do digitální podoby a následně je zpřístupňovat veřejnosti on-line prostřednictvím sítě internet, je nastolena otázka digitalizace a zpřístupnění i těchto kartografických děl. Účel je zřejmý. V první řadě je potřeba zamezit poškození originálů a přitom umožnit veřejnosti jejich studium, aniž by bylo třeba vážit cestu do příslušné sbírky, archivu, muzea či knihovny, kde jsou originály uloženy. Vytvořené modely poskytují odborníkům také možnost virtuální obnovy již poškozených glóbů.

I přesto, že se jedná o kartografická díla a je nutno při jejich digitalizaci plně respektovat jejich kartografické vlastnosti, není možné pro glóby použít běžné technologie a metodiky jako pro digitalizaci starých map a atlasů. Je tedy zapotřebí vytvořit nové speciální technologie digitalizace starých glóbů včetně příslušných metodik a tyto uvést v praxi.

Předkládaná technologie obsahuje postupy, kterými je možno glóby převést do digitální podoby a online zpřístupnit veřejnosti. Přitom využívá metodiky digitalizace glóbů, kterou autoři vytvořili v roce 2013 [9]. Jedná se tedy o zavedení vytvořené metodiky do praxe formou ověřeného technologického postupu. Ověření technologie bylo provedeno na zemském glóbu Willema Janszooona Blaeua z roku 1630, který je ve sbírkách knihovny Královské kanonie premonstrátů na Strahově.

2. Struktura ověřené technologie

Technologie je rozdělena do čtyř hlavních oblastí, kterými jsou:

- pořízení digitálních dat: uvedení podmínek nutných k získání kvalitních digitálních dat a představení digitalizačního zařízení,
- georeferencování pořízených digitálních dat,
- vizualizace: popis zpracování georeferencovaných digitálních dat vedoucí k vytvoření virtuálního modelu glóbu,
- zpřístupnění: představení možnosti online zpřístupnění virtuálních glóbů odborné i laické veřejnosti,
- ověření technologie digitalizace glóbů vytvořením digitálního modelu glóbu Willema Janszooona Blaeua.

3. Pořízení digitálních dat

V následující kapitole bude nejprve popsán postup přípravy na snímkování glóbu, následně bude představeno digitalizační zařízení a závěr pak bude věnován způsobu pořizování digitálních dat pomocí tohoto digitalizačního zařízení.

3.1 Příprava na snímkování

Pro potřeby snímkování je potřeba zajistit temnou místnost nejlépe bez oken, čímž se vyloučí nežádoucí venkovní osvětlení snímaného objektu. Pokud tuto místnost není možné zajistit lze použít zatemňovací stan. Pro nasvícení snímaného objektu je vhodné použít profesionální fotografické studiové osvětlení se studeným světlem a difuzní mřížkou. Osvětlení umístíme do vhodné vzdálenosti od snímaného objektu a velký důraz klademe i na správné nastavení výšky osvětlení. Všechny tyto faktory mají totiž vliv na výslednou kvalitu snímků a rovnoměrné osvětlení je velmi důležité pro docílení barevného souladu jednotlivých snímků.

Před vlastním snímkováním je dále potřeba ručně nastavit parametry fotoaparátu, jelikož snímkování je provádělo v plně manuálním režimu fotoaparátu. Pro správné nastavení fotoaparátu a osvětlení je pořízeno několik zkušebních snímků, během jejichž pořizování jsou tyto parametry nastaveny.

Při snímkování je nutné zajistit neměnnou pozici glóbu, současně však musí být glóbu umožněno rotovat kolem svých os. Stejně tak pozice fotoaparátu musí být zafixována. Splnění těchto podmínek zajišťuje speciální zhotovené digitalizační zařízení.

3.2 Digitalizační zařízení

Pro potřeby digitalizace glóbů bylo na základě předem definovaných technických požadavků vyvinuto ve spolupráci se specializovanou firmou zcela nové speciální mobilní zařízení, které umožňuje šetrné, bezpečné a přesné digitalizování glóbů. Toto zařízení zajišťuje neměnné podmínky během snímkování a podílí se tak na získávání velmi kvalitních a přesných dat. Jelikož lze zařízení velmi jednoduše přestavovat je možné digitalizovat glóby o průměru od 5 cm do 120 cm.



Obr. 1: Digitalizační zařízení pro snímkování glóbů

Díky šroubovým spojům, kterých je využito v celém zařízení, je možné toto zařízení velmi lehce rozložit na jednotlivé díly. Tyto díly lze následně uložit do transportních kufrů a obalů, které zajišťují jejich ochranu během převozu na místo digitalizace. Snímkování glóbu tedy není pevně svázáno s jedním místem, ale je možné se zařízením přijet na místo, kde je glóbus uložen a tam ho také nafotit.

3.3 Způsob pořizování digitálních dat

Před usazením glóbu do zařízení je potřeba toto zařízení přizpůsobit jeho velikosti. Důležité je také usazení fotoaparátu. Fotoaparát musí být umístěn ve vhodné vzdálenosti od snímaného povrchu a optická osa fotoaparátu musí mířit do středu glóbu a být kolmá k jeho povrchu.

Proces snímkování probíhá tak, že nejprve se při otáčení glóbu o konstantní úhel kolem jeho svislé osy pořídí série snímků pokrývající oblast poledníkového pásu. Poté se pootočí glóbus o konstantní úhel tentokrát kolem své vodorovné osy a pořídí se další pás snímků. Tento postup se opakuje, dokud není nasnímán celý povrch glóbu. Velkou výhodou tohoto zařízení je, že není nutné se glóbu jakkoli dotýkat během snímkování. Velikost snímkových oblastí je závislá na parametrech snímaného objektu a na požadavcích objednatele, pro kterého je model zhotovován.

4. Georeferencování pořízených rastrových dat

Dalším důležitým úkolem při vytváření digitálního modelu glóbu je georeferencování pořízených rastrových dat.

Důležité pro proces georeferencování je definování přesného kartografického zobrazení snímků a určení vlíčovacích bodů. Při určování kartografického zobrazení snímků je na snímkování glóbu fotoaparátem pohlíženo jako na snímkování zemského povrchu z vesmíru. Je-li tedy zajištěno, že optická osa fotoaparátu prochází středem glóbu a je specifikována vzdálenost snímkování, jedná se o zobrazení Vertical Near-Side Perspective. Vertical Near-Side Perspective je azimutální projekce, která je definovaná přímkami konvergujícími v libovolném bodě ležícím na přímce procházející středem glóbu a kolmé k projekční rovině. Definičními parametry jsou výška bodu perspektivy H a zeměpisné souřadnice projekčního centra φ_c, λ_c (Snyder 1987). Vlícovací body mohou být voleny v průsečících zeměpisné sítě nebo jimi mohou být jakékoliv jiné body o známých zeměpisných souřadnicích.

Proces transformace rastrových dat nezbytný pro jejich georeferencování se skládá z několika dílčích kroků. Jako první jsou přibližně určeny definiční parametry zobrazení. Výška bodu perspektivy H je získána přímým měřením a zeměpisné souřadnice projekčního centra φ_c, λ_c jsou určeny kvalifikovaným odhadem s využitím přibližného středu snímku a známých zeměpisných souřadnic vlíčovacích bodů φ_i, λ_i . Dále jsou ze snímku odečteny obrazové souřadnice v pixelech vlíčovacích bodů \bar{x}_i, \bar{y}_i v souřadnicovém systému snímku.

Druhým krokem transformace je výpočet pravoúhlých souřadnic vlíčovacích bodů x_i, y_i v rovině projekce.

Z vypočtených souřadnic vlíčovacích bodů x_i, y_i v rovině projekce a získaných obrazových souřadnic těchto vlíčovacích bodů \bar{x}_i, \bar{y}_i v souřadnicovém systému snímku jsou na základě vyrovnání metodou nejmenších čtverců určeny transformační parametry Helmertovy podobnostní transformace. Těmito parametry jsou měřítko q , úhel stočení ω a vzájemný posun počátků (translace) t_x, t_y souřadnicových systémů.

Pomocí výše určených transformačních parametrů se s využitím rovnic podobnostní transformace vypočítají ze souřadnic všech obrazových bodů \bar{x}_j, \bar{y}_j v souřadnicovém systému snímku jejich pravoúhlé souřadnice x_j, y_j v rovině projekce.

Dále se pomocí inverzních rovnic k rovnicím pro výpočet pravoúhlých souřadnic v rovině projekce vypočítají zeměpisné souřadnice všech obrazových bodů φ_j, λ_j . Veškeré potřebné matematické vztahy jsou uvedeny v [9].

5. Vizualizace

Pro vytvoření bežešvého digitálního modelu glóbu je potřeba nejprve snímky transformovat do ekvidistantního válcového zobrazení. Tyto snímky lze pak jednoduše dále zpracovávat v některém z grafických programů a vytvořit z nich virtuální prezentaci snímaného glóbu.

5.1 Převod snímků do ekvidistantního válcového zobrazení

Transformaci snímků do ekvidistantního válcového zobrazení je nutno provést z důvodu následné vizualizace modelu v aplikaci Google Earth, která pracuje se snímky v podobě čtyřúhelníků. Tyto čtyřúhelníky jsou do aplikace umísťovány na základě zeměpisných souřadnic severní, jižní, východní a západní hrany čtyřúhelníka.

U ekvidistantního válcového zobrazení dochází k převedení zobrazení povrchu glóbu na plášť válce, který se poté rozvine do roviny. Jelikož se jedná o zobrazení ekvidistantní, tedy délkojevné, nezkrslují se vzdálenosti podél určitého systému čar. Zobrazovací válec u použitého zobrazení je v normální poloze, což znamená, že osa válce je totožná s osou glóbu. Obrazem zeměpisné sítě je tedy soustava vzájemně ortogonálních přímek, kdy obrazy poledníků a rovnoběžek jsou od sebe stejně vzdálené.

Aby byla provedena transformace všech obrazových bodů do ekvidistantního válcového zobrazení, dosadí se výše určené zeměpisné souřadnice φ_j , λ_j do zobrazovacích rovnic ekvidistantního válcového zobrazení (viz například [9]).

5.2 Úprava transformovaných snímků

Výsledné transformované snímky následně prochází úpravami v grafickém editoru. Nejprve jsou snímky vhodně ořezány na požadované oblasti, a pokud je to nutné i barevně upraveny. Náročnost následných barevných úprav snímků je závislá na pečlivosti při nastavování osvětlení a parametrů fotoaparátu a na dodržení počátečních podmínek. Je-li tedy na počátku vše řádně nastaveno, nejsou žádné barevné úpravy zapotřebí. Ve výsledku jsou získány barevně shodné výřezy snímků, u kterých po jejich spojení nejsou patrná místa jejich styků.

Problémem při zpřístupňování glóbů je značná velikost výsledného modelu, kdy trvá i několik minut, než se celý model glóbu zobrazí. Je tedy výhodné před vlastní vizualizací vytvořit také náhledy s menším rozlišením, které urychlí zpracovávání obrazových dat webovou aplikací. Snímky jsou tedy rozděleny na menší části tzv. dlaždice, které jsou vytvářeny pro různé úrovně zvětšení obrazu obvykle tak, že jedna dlaždice na určité úrovni přiblížení odpovídá čtyřem dlaždicím na úrovni následující.

5.3 Zobrazení povrchu glóbu

Z takto zpracovaných snímků je vytvořena vrstva v datovém formátu KML (Keyhole Markup Language). Výsledným produktem celého zpracování pořízených snímků jsou tedy dlaždice pokrývající celou plochu glóbu a KML soubor, který popisuje polohu těchto dlaždic ve virtuálním modelu. Kromě souboru KML může být ještě vytvořen soubor KMZ, což není nic jiného než dlaždice a KML soubor zkomprimované do jednoho společného souboru. Tato data se dají jednoduše zobrazit v desktopové aplikaci Google Earth, což je virtuální glóbus složený z družicových snímků, který umožňuje prohlížet si jak satelitní snímky, tak i mapy, terén, 3D budovy a další. Použití KML jazyka pro vizualizaci glóbu bylo vybráno z důvodu jeho jednoduché struktury a také díky schopnosti aplikace Google Earth pracovat s velkým množstvím dat s vysokým rozlišením.

6. Zpřístupnění glóbů

Zpřístupnění digitálních kopií snímaných objektů je logickým vyústěním celého procesu digitalizace. A právě tato část z celého procesu je tím, co koncový uživatel nejvíce ocení.

Zpřístupnění virtuálních modelů glóbů široké veřejnosti je realizováno on-line prostřednictvím sítě internet s využitím pluginu Google Earth pro webové prohlížeče. Tento plugin umožňuje zobrazení 3D modelu Země, obdobně jako Google Earth aplikace, přímo v okně prohlížeče. K modelu pak lze připojovat vlastní vrstvy pomocí API poskytovaného společností Google. Plugin je poskytován bezplatně a je kompatibilní se všemi hlavními webovými prohlížeči.

Zpřístupňování digitálních kopií je úzce spojeno s otázkou archivace digitálních dat. Pro uchovávání digitálních dat je vhodné využít systém, který zajistí nejenom jejich uložení ale také jejich dlouhodobou ochranu.

7. Vytvoření digitálního modelu glóbu Willema Janszoona Blaeua

Pro ověření výše popsané technologie byl vytvořen digitální model zemského glóbu Willema Janszoona Blaeua, který je součástí sbírky Královské kanonie premonstrátů na Strahově a je vystaven v Teologickém sále Strahovské knihovny. Jedná se o glóbus z roku 1630 o průměru 67 cm, který je upevněn v dobovém dřevěném podstavci barevně pojatém jako imitace slonové kosti.

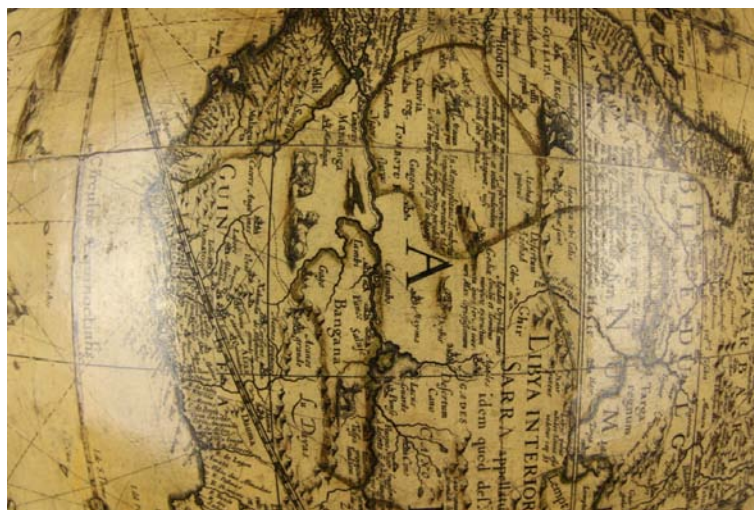


Obr. 2: Zemský glóbus Willema Janszoona Blaeua

Glóbus byl převezen na dobu nezbytně nutnou pro jeho nasnímání do Výzkumného ústavu geodetického, topografického a kartografického v.v.i., kde byla následně provedena i jeho kompletní digitalizace. Z důvodu umístění do digitalizačního zařízení bylo potřeba vyjmout glóbovou kouli z dřevěného stojanu, v němž byla upevněna. Vyjmutí bylo odborně provedeno restaurátorkou.

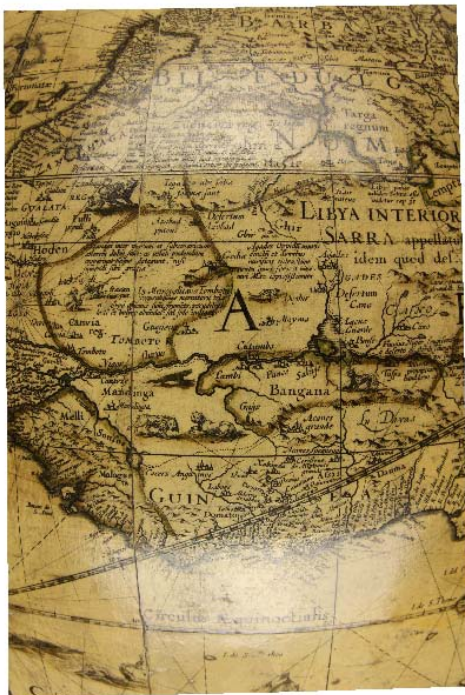
Na následujících obrázcích bude demonstrován postup digitalizace tohoto glóbu po jednotlivých krocích.

Krok 1: Snímkování glóbu po oblastech 10° zeměpisné délky x 10° zeměpisné šířky vymezených probíhající zeměpisnou sítí.



Obr. 3: Pořízený snímek

Krok 2: Georeferencování snímků s identickými body volenými v průsečících zeměpisné sítě.



Obr. 4: Georeferencovaný snímek v rovině projekce

Krok 3: Transformace snímků do ekvidistantního válcového zobrazení.



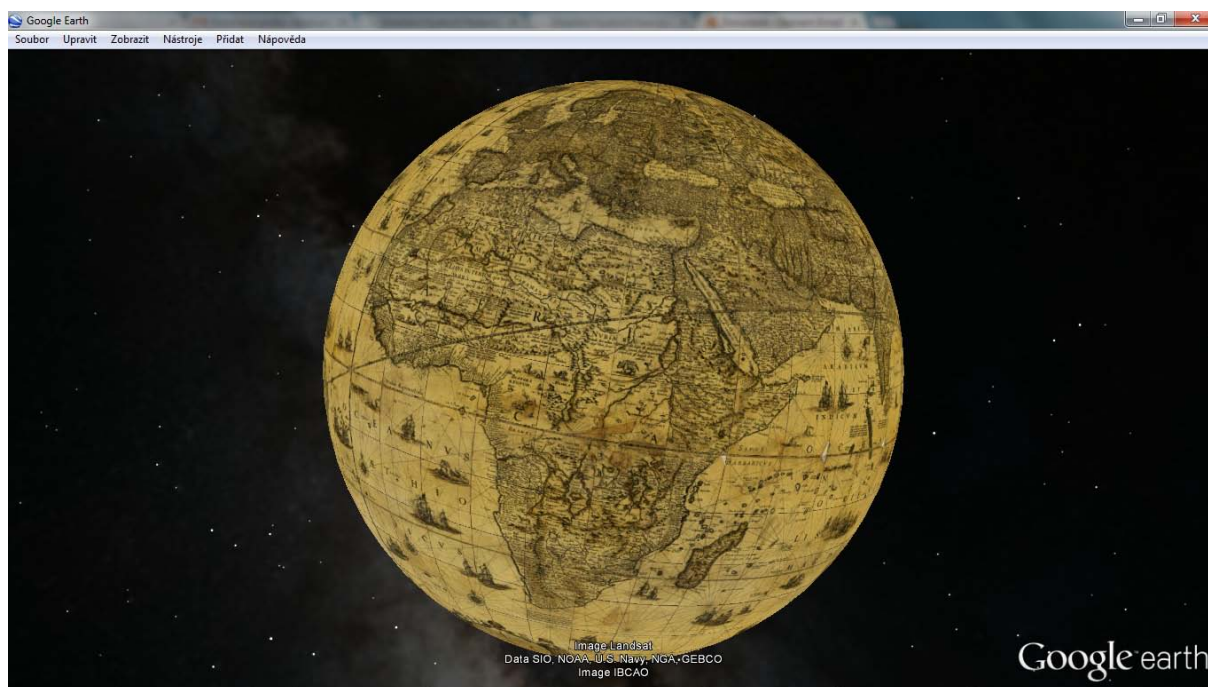
Obr. 5: Výsledný transformovaný snímek

Krok 4: Ořezání snímků na oblasti 10° zeměpisné délky x 10° zeměpisné šířky.



Obr. 6: Výřez snímku

Krok 5: Vytvoření vrstvy v datovém formátu KML a její zobrazení v programu Google Earth.



Obr. 7: Digitální model zemského glóbu Willema Janszooona Blaeua

Krok 6: Vystavení výsledného digitálního modelu prostřednictvím Internetu na webových stránkách virtuální mapové sbírky Výzkumného ústavu geodetického, topografického a kartografického v.v.i..

Výsledný digitální model se nachází na adrese: <http://chartae-antiquae.cz/cs/globes/25477>

8. Závěr

Výše popsaným postupem vytvoření digitálního modelu zemského glóbu Willema Janszoon a Blaeua byla ověřena funkčnost vyvinuté technologie digitalizace starých glóbů. Technologie byla ověřena na glóbu ze sbírky Královské kanonie premonstrátů na Strahově, se kterou byla uzavřena ve smyslu ustanovení § 11 odst. 1 písm. a) zákona č. 130/2002 Sb., o podpoře výzkumu, experimentálního vývoje a inovací zveřejněných prostředků a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o podpoře výzkumu a vývoje), smlouva o využití výsledků.

9. Seznam použitých zdrojů

- [1] BUCHAR, P. *Matematická kartografie*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. 197 s. ISBN 978-80-01-03765-2.
- [2] GEDE, M. Publishing globes on the Internet. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*. 2009, vol. 4, no. 1, s. 141-148. ISSN 1217-8977.
- [3] GEDE, M. The use of the Nelder-Mead Method in estimating projection parameters for globe photographs. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*. 2010, vol. 45, no. 1, s. 17-23. ISSN 1217-8977.
- [4] GEDE, M.; MÁRTON, M. Globes on the Web – The Technical Background and the First Items of the Virtual Globes Museum. In GARTNER, G.; ORTAG, F., eds. *Cartography in Central and Eastern Europe*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2009, s. 279-290. ISBN 3-642-03293-1.
- [5] *Google Developers: KML Reference* [online]. Google, 2013. Dostupné z: <<https://developers.google.com/kml/documentation/kmlreference>>.
- [6] *Google Earth: Plugin Google Earth* [online]. Google. Dostupné z: <<http://www.google.com/earth/explore/products/plugin.html>>.
- [7] PAVELKA, K. *Fotogrammetrie 1*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2009. 200 s. ISBN 978-80-01-04249-6.
- [8] SNYDER, J. P. *Map Projection – A Working Manual*. U.S. Geological Survey Professional Paper: 1395. Washington, 1987, s. 173-176.
- [9] AMBROŽOVÁ, K., TALICH, M., BÖHM, O.: *Metodika digitalizace globů*. Zdíby, VÚGTK, 2013, 20 s., Dostupné z: <http://naki.vugtk.cz/media/doc/metodika-digitalizace_globu.pdf>.



Královská kanonie premonstrátů na Strahově

Strahovské nádvoří 1/132, 118 00 Praha 1

IČ: 00415090

PROTOKOL

o ověření technologie

Název technologie: Ověřená technologie digitalizace glóbulů

Řešitel: Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
(VÚGTK, v. v. i.)
Ústecká 98
250 66 Zdiby
IČ: 00025615

Výše uvedená technologie je předmětem Smlouvy o využití výsledků dosažených při řešení projektu výzkumu a vývoje uzavřené mezi řešitelem VÚGTK, v. v. i. a uživatelem Královská kanonie premonstrátů na Strahově (KKP) dne 10. 10. 2014 pod č. VÚGTK 23 - 1245/2014. Technologie byla ověřena a byla prokázána její realizovatelnost a uplatnitelnost v oblasti působnosti KKP.

Osoba odpovědná za správnost protokolu:

Dne: 10. října 2014

Evermod Gejza Šidlovský, O. Praem.

ředitel