

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra hospodářské úpravy lesů

Diplomová práce

**Odhad přírůstu hlavních hospodářských
dřevin pomocí moderních materiálů DPZ**

Vedoucí DP: doc. Ing. Peter Surový, Ph.D.

Vypracoval: Bc. Marek Hrdina

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Marek Hrdina

Lesní inženýrství

Lesní inženýrství

Název práce

Odhad přírůstu hlavních hospodářských dřevin pomocí moderních materiálů DPZ

Název anglicky

Estimation of increment of main production species using modern remote sensed data

Cíle práce

Cílem práce je zhodnotit možnosti, správnost a přesnost automatické klasifikace důležitých hospodářských dřevin (zejména smrk a buk) pomocí moderních dat z leteckého dálkového průzkumu.

Metodika

Práce bude vykonána na území školského lesního podniku Kostelec nad Černými lesy. Práce bude postupovat následnými kroky:

- zajištění digitalizace historických leteckých snímků (1999). Popsat postup zvolenou technikou a prostorové rozlišení skenu, a vliv těchto faktorů na finální výsledky odhadu růstu.

- zajištění fotogrammetrických a laserových dat skenování 2019. Vytvoření GISového projektu a kontrola překrytu jednotlivých vrstev.

- zajištění dat pozemního šetření a informace LHP

- určení přírůstu a jeho validace pomocí LHP a z pozemního šetření. Podle potřeby určit dodatečné měření například dendrochronologickým měřením.

- určení přírůstu kombinací foto – foto, a foto – laser. Zhodnocení přesnosti, správnosti, vyvodit doporučení pro praxi.

Doporučený rozsah práce

60 stran včetně grafů tabulek a obrázků

Klíčová slova

dálkový průzkum Země, fotogrametrie

Doporučené zdroje informací

- ABDOLLAHNEJAD, A. – SUROVÝ, P. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA. *Detection and modeling of forest attributes in forest with different density using remote sensing and auxiliary data : doctoral dissertation*. Disertační práce. Praha: 2018.
- Gobakken, T.; Bollandsås, O.M.; Næsset, E. Comparing biophysical forest characteristics estimated from photogrammetric matching of aerial images and airborne laser scanning data. *Scand. J. For. Res.* 2015, 30, 73–86.
- KUŽELKA, K. *Měření lesa : moderní metody sběru a zpracování dat*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, 2014. ISBN 978-80-213-2498-5.
- KUŽELKA, K. – SUROVÝ, P. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA. *Statistika v R : zpracování dat závěrečných prací pro lesnické obory*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2018. ISBN 978-80-213-2921-8.
- KUŽELKA, K. – SUROVÝ, P. *Systém operativního leteckého snímkování pro doplňování ortofotografií po hospodářských zásazích nebo po kalamitách : metodika*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2017. ISBN 978-80-213-2811-2.
- Puliti, S.; Gobakken, T.; Ørka, H.O.; Næsset, E. Assessing 3D point clouds from aerial photographs for species-specific forest inventories. *Scand. J. For. Res.* 2017, 32, 68–79.
- Surový, P.; Kuželka, K. (2019) Acquisition of Forest Attributes for Decision Support at the Forest Enterprise Level Using Remote-Sensing Techniques—A Review. *Forests* 2019, 10, 273.
- Tompalski, P.; Coops, N.C.; Marshall, P.L.; White, J.C.; Wulder, M.A.; Bailey, T. Combining multi-date airborne laser scanning and digital aerial photogrammetric data for forest growth and yield modelling. *Remote Sens.* 2018, 10, 347
- White, J.C.; Wulder, M.A.; Vastaranta, M.; Coops, N.C.; Pitt, D.; Woods, M. The utility of image-based point clouds for forest inventory: A comparison with airborne laser scanning. *Forests* 2013, 4, 518–536.
-

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Peter Surový, PhD.

Garantující pracoviště

Katedra hospodářské úpravy lesů

Elektronicky schváleno dne 28. 2. 2020

Ing. Peter Surový, PhD.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 14. 3. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 06. 02. 2021

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Odhad přírůstu hlavních hospodářských dřevin pomocí moderních materiálů DPZ vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Petera Surového, Ph. D., a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Praha, dne 20. 4. 2021

.....

Bc. Marek Hrdina

Poděkování:

Děkuji doc. Ing. Peterovi Surovému, Ph. D., za vedení při zpracování diplomové práce a mým blízkým za podporu během celého studia.

Souhrn:

Dálkový průzkum Země je stále více používanou a ověřovanou metodou zjišťování stavu lesa a jeho inventarizace. Protože si právě DPZ nachází cestu do inventarizace lesa a hospodářské úpravy lesa, kde nahrazuje tradiční způsoby přímého měření, zabývá se tato práce tím, jakými pracovními postupy lze z analogových leteckých fotografií z roku 1999 vytvořit digitální modely průběhu terénu, povrchu a výšky korunového zápoje, které mohou, v porovnání s novějšími modely z let 2019 a 2020, posloužit k výpočtu výškového přírůstu lesních porostů za období 21 let.

Práce se zabývá pracovními postupy vytváření digitálních modelů v počítačovém programu Agisoft Metashape a vyhodnocením rozdílů mezi modely v programu ArcMap 10.7.1.

V rámci práce bylo použito dva způsoby zjištění změn výšky lesních dřevin, které vypovídají rozdílné výsledky o výškovém přírůstu, a to jak při porovnání fotogrammetrických výstupů ($p=1,11 \cdot 10^{-44}$), tak laserových výstupů ($p=1,79 \cdot 10^{-44}$), přestože vstupní data jsou shodná. Tato rozdílnost se, na základě ANOVA, vytrácí při vypočtení průměrných změn výšky hlavních hospodářských dřevin ($p=0,398$).

Přesto ale bylo zjištěno, že v obou případech asi dvě třetiny údajů o přírůstech porostních skupin odpovídají skutečně dosažitelným hodnotám, kdy výškový přírůst za 21 let nepřesahuje 10 m.

Při porovnání výsledků z modelů výšek korunových zápojů vzniklých ve stejném roce, ale buď na základě fotografického nebo laserového snímání, se došlo k závěru, že RMSE mezi modely je pro rok 2019 rovna 2,7 m a pro rok 2020 1,9 m. Také bylo prokázáno, že laserové modely nabývají hodnot zpravidla vyšších než fotogrammetrické modely.

Při zjišťování toho, jestli rozdíl fotogrammetrie oproti LiDAR není vázán na konkrétní dřevinu se došlo k výsledku, že jediný, ač mírný, rozdíl mezi oběma metodami nastává jen v případě dubu. Dále se, na nesmíšených lesních porostech, prokázalo, že využití fotogrammetrických dat v porovnání s daty z LiDAR, nevykazuje významně odlišné výsledky ani v případě přírůstů, ani v případě poklesů výšek porostů, přestože poklesy výšek ($p_{\text{foto}}=0,19$; $p_{\text{laser}}=0,12$), zjištěné oběma metodami, jsou výrazně shodnější a snáze zjištělné, než přírůsty ($p_{\text{foto}}=0,07$; $p_{\text{laser}}=0,07$).

Klíčová slova:

DPZ, fotogrammetrie, LiDAR, výškový přírůst lesa, model výšky korunového zápoje

Abstract:

As time passes by, remote sensing surely gains its influence in forest inventory and takes its part in replacing classical forest mensuration methods, that require a large amount of manual labour. Due to this fact, this work aims to describe the workflow, of transforming analogue aerial photographs, taken in 1999, into digital terrain model, surface model and canopy height model. These outcomes, in comparison with newer ones based on data from 2019 and 2020, shall reveal the potential of remote sensing analysis of forest height increment estimation for 21 years long period.

This work describes the workflow used for the creation of digital models in a computer software named Agisoft Metashape and the estimation of differences among models using ArcMap 10.7.1 software.

During this process, two methods of height change estimation were used, which both imply statistical difference while comparing both photogrammetric ($p= 1,11 \cdot 10^{-44}$) and LiDAR ($p= 1,79 \cdot 10^{-44}$) outcomes, even though inputs are the same. These differences do disappear after calculating average height changes of main production species ($p= 0,398$) during the study period.

Yet, there shows up a result, saying that 2/3 of stand height increments scores, correspond with achievable values, where increment in 21 years doesn't exceed 10 meters limit.

While comparing two CHM's for both years 2019 and 2020, one based on photogrammetric data, second on LiDAR data, there was found that the difference between models made for the year 2019 reaches $RMSE = 2,7$ m, and for the year 2020 $RMSE$ equals 1,9 m. There was found out, that laser-based models do show higher stand height values than photogrammetric models.

During testing, whether height estimation difference depends on tree species, only one slight statistical difference by oaks was found. Similarly, by testing differences in estimated height changes, there was no significant difference in the accuracy of photogrammetry and laser scanning while looking only for height increments ($p_{foto}=0,07$; $p_{laser}=0,07$) and height declines ($p_{foto}=0,19$; $p_{laser}=0,12$).

Keywords:

Remote sensing, photogrammetry, LiDAR, forest height increment, canopy height model

Obsah

Seznam obrázků	13
Seznam grafů	14
Seznam tabulek	14
Seznam použitých zkratk	15
1 Úvod	16
1.1 Cíle práce	16
2 Teoretická část	16
2.1 Tradiční metody inventarizace lesa	16
2.2 Zjišťování stromových charakteristik přímým měřením	17
2.2.1 Měření tloušťky	17
2.2.2 Měření výšky	18
2.3 Porostní charakteristiky	20
2.3.1 Struktura porostu	20
2.3.2 Tloušťková struktura	20
2.3.2.1 Střední tloušťka	21
2.3.2.2 Horní tloušťka porostu	22
2.3.3 Výšková struktura	23
2.3.3.1 Výšková křivka	23
2.3.3.2 Střední výška	25
2.3.3.3 Horní výška	25
2.3.4 Charakteristiky hustoty a složení porostu	25
2.3.4.1 Patrovitost	26
2.3.4.2 Stupeň korunového zápoje porostu	26
2.3.4.3 Redukovaná plocha	26
2.3.4.4 Zakmenění	27
2.3.4.5 Druhové zastoupení	27

2.3.5	Určení zásoby porostu	27
2.3.5.1	Metoda objemových tabulek	27
2.3.5.2	Metoda jednotných hmotových křivek	28
2.3.5.3	Metoda ČŠOT	28
2.4	Pozemní sběr dat	28
2.4.1	Kruhové zkusné plochy	29
2.5	Metody DPZ.....	31
2.5.1	Nosiče	31
2.5.1.1	Bezpilotní prostředky	32
2.5.1.2	Letadla	33
2.5.1.3	Vesmírné družice	34
2.5.2	Snímače.....	34
2.5.2.1	Elektromagnetické spektrum	35
2.5.2.2	Fotoaparát	35
2.5.2.2.1	Vady optických soustav	36
2.5.2.2.2	Parametry fotografie	38
2.5.2.2.3	Citlivost snímače ISO	41
2.5.2.2.4	Parametry leteckého snímání	42
2.5.2.3	Multispektrální snímač	43
2.5.2.4	Hyperspektrální snímač	44
2.5.2.5	Laserový snímač	44
2.5.2.6	Radar.....	45
2.5.3	Zpracování obrazových dat.....	45
2.5.3.1	Rektifikace a restaurace obrazu	45
2.5.3.1.1	Opravy ze změny ozáření	46
2.5.3.1.2	Oprava vlivu atmosféry	46
2.5.3.1.3	Zvýraznění obrazu	47
2.5.3.2	Klasifikace	47
2.5.3.3	Postklasifikační úpravy	48

2.5.3.4	Georeferencování	48
2.5.4	Fotogrammetrie.....	48
2.5.4.1	3D modely povrchu Země	50
2.5.4.2	Structure from Motion.....	51
2.5.4.3	Semi-Global Matching	52
2.5.4.4	Agisoft Metashape.....	53
2.5.4.5	Detekce jednotlivých stromů.....	54
2.5.4.6	Určení druhu dřeviny.....	55
2.5.4.7	Měření výšky stromů z digitálních dat	55
2.5.4.8	Vztah výšky a zásoby	57
2.6	Statistické metody	57
2.6.1	Studentův párový t-test	57
2.6.2	Hodnota p.....	58
2.6.3	ANOVA	58
2.6.4	RMSE.....	58
2.7	Zkoumaná oblast	59
2.7.1	Všeobecné údaje	59
2.7.2	Geologické a pedologické údaje	59
2.7.3	Klimatické podmínky	60
2.7.4	Lesní porosty.....	60
3	Praktická část.....	61
3.1	Pozemní sběr dat	61
3.1.1	Použité nástroje.....	61
3.1.1.1	Průměrka Haglöf	61
3.1.1.2	Výškoměr Vertex III.....	61
3.1.1.3	Laserový výškoměr Vertex VL 400	62
3.1.2	Měření v porostu	62

3.1.3	Výstup z terénních měření	64
3.2	Data z dálkového průzkumu Země	64
3.2.1	Digitalizace fotografií	64
3.2.2	Propojení snímků (Align cameras)	65
3.2.3	Tvorba hustého bodového mračna (Dense cloud)	67
3.2.4	Vlícování bodového mračna	68
3.2.5	Tvorba digitálního modelu nadmořské výšky (DEM)	68
3.2.6	Tvorba ortofotomozaiky (Orthomosaic)	69
3.2.7	Klasifikace pozemních bodů (Classify ground points)	69
3.2.8	Georeferencování s ortofotomozaikou z roku 2020	70
3.2.9	Tvorba CHM pro rok 1999	72
3.2.9.1	CHM z fotogrammetrických dat	72
3.2.9.2	CHM z kombinace fotogrammetrických a laserových dat	73
3.2.10	Vyhledání změn ve výšce porostů napříč časem pomocí materiálů DPZ	75
3.2.10.1	Volba ověřovaných území	75
3.2.10.2	Porovnání CHM z let 1999 a 2020	75
3.2.10.3	Průměrný přírůst v jednotlivých porostních skupinách	78
3.2.10.4	Porovnání dalších CHM s CHM 1999	79
3.2.11	Výpočet výšky porostu v daném roce pomocí materiálů DPZ	80
3.2.11.1	Výběr porovnávaných JPRL pro výpočet výšky porostu	80
3.2.11.2	Výpočet výšky porostní skupiny v daném období z CHM	81
3.2.11.3	Výpočet výšky porostní skupiny v daném období z LHP	82
3.2.11.4	Změny výšek porostů napříč časem	83
3.2.12	Porovnání přesnosti fotogrammetrických vůči laserovým datům	83
3.2.13	Porovnání přesnosti digitálních modelů terénu	85
3.2.13.1	Použité části DTM	85
3.2.13.2	Rozdíly v DTM	85

3.3	Výsledky zpracování dat z DPZ.....	86
3.3.1	Modely z dat pro rok 1999.....	86
3.3.1.1	Fotogrammetrické modely.....	87
3.3.1.2	Kombinace laserového a fotogrammetrického modelu pro rok 1999	87
3.3.2	Modely z dat pro rok 2020.....	89
3.3.2.1	Kombinace laserového a fotogrammetrického modelu pro rok 2020	89
3.3.2.2	Laserové modely	89
3.3.3	Modely z dat pro rok 2019.....	90
3.3.3.1	Kombinace laserového a fotogrammetrického modelu pro rok 2019	90
3.3.4	Porovnání výsledků dat z DPZ napříč roky	90
3.3.4.1	Kvantitativní změny	91
3.3.4.2	Vyhodnocení rozdílů v přesnosti laserových a fotogrammetrických modelů	96
4	Diskuse	98
5	Závěr.....	102
6	Reference	104
7	Přílohy	112
7.1	Příloha 1 – Údaje o zjištěných výškách a změnách výšky.....	112

Seznam obrázků

Obrázek 1– Výška při kládání průměrky v různých situacích (ÚHÚL, 2003).....	18
Obrázek 2 – Určení délky koruny stromu (ÚHÚL, 2003).....	19
Obrázek 3 – Graf tloušťkové struktury.....	20
Obrázek 4 – Histogram rozdělení tloušťek.....	21
Obrázek 5 – Výšková křivka.....	23
Obrázek 6 – Moaré; https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2014/06/Aliasing_illustration	40
Obrázek 7 – Polohy zkusných ploch v ŠLP (Mapy Google).....	62
Obrázek 8 – Sken fotografie s ukázkou prachu a otisku prstu (zdroj: KHÚL).....	65
Obrázek 9 – Sken leteckého snímku č. 127.....	66
Obrázek 10 – Maska pro analýzu v Agisoft Metashape.....	66
Obrázek 11 – Husté bodové mračno ze snímků s nedostatečným překryvem.....	67
Obrázek 12 – Fotogrammetrické modely (1999), zleva: Ortofotomozaika, DMT (interpolovaný), DSM (bez interpolace).....	72
Obrázek 13 – CHM vzniklý z fotogrammetrických dat z roku 1999, hodnoty barev jsou uvedeny v metrech.....	72
Obrázek 14 – Zleva: DMR 5. generace (ČUZK); DSM – fotogrammetrický (1999); DMR 5 g. slícovaný s DSM (1999).....	73
Obrázek 15 – CHM z kombinace fotogrammetrických a laserových dat (DMR 5. g.), Hodnoty barev odpovídají metrům.....	73
Obrázek 16 – CHM vzniklý z DSM 1999 a DTM 2020, hodnoty barev odpovídají metrům.....	74
Obrázek 17 – CHM z fotogrammetrických dat s béžovými polygony, značícími území vhodná k dalšímu zpracování.	75
Obrázek 18 – Postup hromadného zpracování polygonů v Model Builder. Nahoře první krok, dole druhý krok.....	76
Obrázek 19 – Barevná vrstva zobrazující rozdíly mezi CHM 2020 a CHM 1999.....	77
Obrázek 20 – Výsledek ze Zonal Statistics. Vlevo na podkladu ortofoto 2020, vpravo ortofoto 1999. Údaje v legendě jsou uvedeny v metrech.	79
Obrázek 21 – Rozdíly v DTM, zleva: DMR-DTM99; DTM99-DTM20; DMR-DTM20	85

Obrázek 22– Rozdíl plně fotogrammetrického CHM 1999 vůči CHM 1999 vzniklého za použití laserového DTM 2020.	88
Obrázek 23 – Vzájemný posun dvou CHM. Tmavý objekt je z CHM 2019, světlý objekt je z CHM 1999.....	90

Seznam grafů

Graf 1 – Rozdíl chyb mezi fotogrammetricky a laserově zjištěnou výškou vztažený k jednotlivým dřevinám.	84
Graf 2 – Hodnoty výšek porostních skupin dopočtené z různých materiálů DPZ pro rok 2019.	96
Graf 3 – Hodnoty výšek porostních skupin dopočtené z různých materiálů DPZ pro rok 2020.	96
Graf 4 – Rozdíly ve výškách vypočtených odečtením výšek CHM 1999 od výšek z laserového či fotogrammetrického CHM pro rok 2020.....	97

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Počty porostních skupin s jedinou zastoupenou dřevinou.	91
Tabulka 2 – Údaje představují změny výšek mezi dvěma obdobími. Číselné hodnoty představují výškové metry. Průměr je počítán jak z kladných, tak záporných záznamů, zatímco Průměrný přírůst pouze ze záznamů větších než nula a Průměrný pokles ze záznamů menších než nula.	92
Tabulka 3 – Hodnoty p z výpočtu pravděpodobnosti toho, že hodnoty z porovnávaných výsledků o změnách výšek porostů se neliší.	92
Tabulka 4 – ANOVA čtyř způsobů zjištění přírůstu lesních porostů mezi roky 1999 a 2020.	93
Tabulka 5 – Maxima a minima změn výšek v porostních skupinách dle dřevin. Hodnoty „0“ nabývají takové výsledky, pro než neexistuje dostupný záznam.	93
Tabulka 6 – Porovnání přírůstů dřevin podle DPZ s taxačními tabulkami. Dvojitě podtržení řádku značí maximální dosažitelný přírůst podle taxačních tabulek.	95
Tabulka 7 – Podíl přírůstů, které překračují hodnoty dosažitelné podle taxačních tabulek.....	95

Seznam použitých zkratk

DEM – Digital Elevation Model neboli digitální model (nadmořské) výšky. Lze chápat jako nadřazený pojem pro DTM, DSM a CHM.

DTM – Digital Terrain Model neboli digitální model terénu.

DSM – Digital Surface Model neboli digitální model povrchu.

CHM – Canopy Height Model neboli model výšky korunového zápoje.

DMR – Digitální model reliéfu

DPZ – Dálkový průzkum Země

LiDAR – Light Detection and Ranging neboli laserové snímání

KZP – Kruhová zkusná plocha/-y

LHP – Lesní hospodářský plán

JPRL – Jednotka/-y prostorového rozdělení lesa

ŠLP – Školní lesní podnik v Kostelci nad Černými lesy

RMSE – Root-mean-square error neboli odmocnina čtverců průměrných hodnot chyb.

ANOVA – Analysis of variance

m – značení délkové jednotky metr

1 Úvod

S rozvojem technologií se k využití v lesnictví nabízí moderní technologie, které by postupem času potenciálně mohly nahradit, nebo při nejmenším doplnit, tradiční metody zjišťování porostních charakteristik a inventarizace lesa obecně.

Dosud používané způsoby se se změnou přírodních podmínek a upřednostňováním, i jiných než jen produkčních, funkcí lesa jeví jako čím dál méně přesné i efektivní, a tak přichází v úvahu využití metod dálkového průzkumu Země (DPZ). Jedná se o využití leteckých a družicových snímků či snímků z bezpilotních prostředků, kterými jsou např. drony. To vše buď ve viditelném spektru barev nebo v neviditelném spektru, jakým je například infračervené světlo, či dokonce za využití radarového nebo laserového snímání. Využití těchto možností pro inventarizaci lesa by umožnilo rychlejší a možná i přesnější evidenci zásoby a struktury lesů než doposavad využívané metody.

1.1 Cíle práce

Cílem této diplomové práce bude objasnit principy výpočtu výškových přírůstu porostů ze souborů snímků vzniklých v jiných letech a tím umožnit nejen vypočítat výšku porostů, ale přispět i k snadnějšímu zjišťování přírůstu zásoby dříví pomocí metod dálkového průzkumu Země, zejména ale letecké fotografie, popřípadě i v kombinaci s laserovým snímáním.

Porovnávána bude přesnost výpočtu výšky a výškového přírůstu za použití fotogrammetrie a laserových dat, která budou zároveň považována za velmi přesný zdroj informací, s nímž budou výstupy srovnávány. Tato laserová data byla zpřesňována metodami přímého zjišťování porostních veličin na pozemcích ŠLP v Kostelci nad Černými lesy.

2 Teoretická část

2.1 Tradiční metody inventarizace lesa

Od počátků lesnictví v 18. století se používaly k inventarizaci lesa pásma, průměrky, lesnický dendrometr a jiné nástroje, které se postupem času vyvinuly k průměrkám s počítačem, ultrazvukovým i laserovým výškoměrům, relaskopům a dalším více či méně sofistikovaným nástrojům, které mají ale za úkol stále to samé. Měřit tloušťku nebo výšku stromu, jen s vyšší přesností a menším úsilím pracovníka a tím pádem i s menší spotřebou času.

Tyto metody jsou navzdory rychlému vývoji technologií stále hojně používané a lidé se mohou pouze dohadovat o tom, jestli budou v budoucnosti nahrazeny jinými, moderními pracovními postupy, které by ještě více zjednodušily práci, resp. námahu spojenou s měřením stromových veličin přímo v lesních porostech. Rozhodně lze ale říci, že zvýšení efektivity inventarizace lesa je potřebné i z důvodu, že technologie v oborech navazujících na lesnictví se vyvíjí rychle, zatímco lesnictví zaostává. (1)

2.2 Zjišťování stromových charakteristik přímým měřením

Pro porovnání tradičních způsobů měření porostních veličin a moderního přístupu zde budou popsány dnes standartně používané metody přímého měření. Pozdější kapitoly se budou zabývat metodami DPZ.

Metody přímého měření jsou v této práci používány k ověřování přesnosti a správnosti výsledků zjišťování porostních veličin metodami DPZ, tudíž i tento fakt opodstatňuje popis dále uváděných témat.

2.2.1 Měření tloušťky

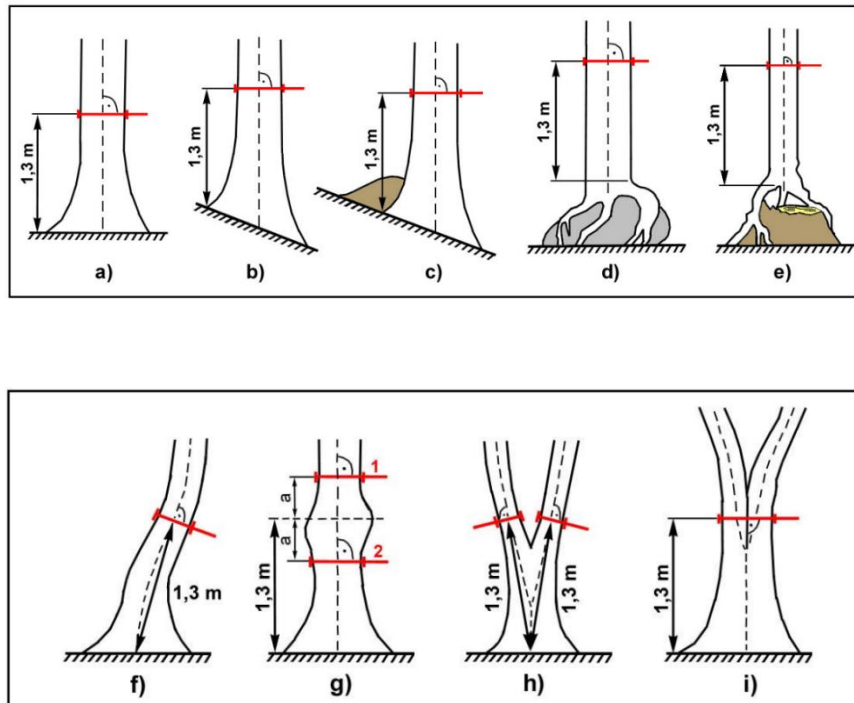
Měření tlouštěk tradičně probíhá použitím průměrky či obvodového pásma, jež se přikládá kolmo k ose kmene do prsní čili výčetní výšky, která odpovídá výšce 1,3 m. Pro různé účely je možno tloušťku měřit i v jiných výškách, např. u paty kmene, v jedné desetíně výšky kmene, v polovině výšky kmene atp. V běžné lesnické praxi se u stojících stromů tloušťka měří v 1,3 metrech. To ve svém důsledku vede k tomu, že je objem dříví počítán z modelové hodnoty pro naměřenou tloušťku a nebere se více ohledu na to, jaký tvar, či morfologickou křivku kmen doopravdy má. Tímto způsobem vzniká větší či menší nepřesnost ve výsledku výpočtu a krom dendrometrů neexistuje jiná nedestruktivní a zároveň praktická možnost, jak změřit tloušťky na více místech kmene. (1)

Přesnost měření tlouštěk průměrkou lze zvýšit ještě měřením kmene z vícera, běžně ze dvou, směrů a zprůměrováním změřených hodnot. Tím se alespoň částečně podaří zpřesnit údaj o tloušťce kmene, zvláště pokud je kmen v nějakém směru zploštělý, což nebývá vzácné.

Ve specifických situacích nemusí být na první pohled jasné, ve kterém místě na povrchu kmene se zmíněných 130 cm měří. Tyto situace přehledně znázorňuje obrázek 1.

Průměrky a pásma tloušťku měří s přesností na milimetry, často se ale tloušťky rozdělují do tloušťkových tříd, tedy předem stanovených intervalů. Tehdy dochází

k zaokrouhlování přesného údaje na údaj reprezentující tloušťkový stupeň. Zaokrouhlování probíhá ale nahoru i dolů, tudíž se chyba z velké části vyruší a přesnost měření tím nějak zásadně neklesá. (2)



Obrázek 1– Výška příkládání průměrky v různých situacích (ÚHÚL, 2003)

2.2.2 Měření výšky

K výpočtu objemu kmene je pro přesné výsledky potřebné znát i jeho výšku.

Neměří se výška všech stromů v porostu, nýbrž jen výška reprezentativního vzorku stromů. To proto, že výška stromů v rámci jednoho porostu a jedné dřeviny není natolik variabilní, jako tloušťka. Lze proto říci, že v jednom porostu se najde více stromů se stejnou výškou než stromů se stejnou tloušťkou.

V současné lesnické praxi se používají výškoměry založené na ultrazvukovém či laserovém měření vzdálenosti. Ty s sebou přinášejí různé výhody a nevýhody. Např. laserový výškoměr nelze použít v podrostu, který je tak hustý, že není vidět na potřebná místa na kmeni měřeného stromu. Ultrazvukový zase vyžaduje umístění odrazky na kmen stromu a nefunguje dobře při dešti nebo na loukách kde cvrliká hmyz, tedy obecně v šumivém prostředí.

Přístroj změří vzdálenost ke stromu včetně úhlu, pod kterým je při měření vzdálenosti nakloněn, a úhly při míření na další body kmene jako např. patu kmene, špičku stromu atp. Na základě těchto údajů lze vypočítat výšku podle pravidel pro pravoúhlé trojúhelníky, tedy podle Pythagorovy věty a goniometrických funkcí.

I měření výšek se podobně, jako měření tloušťek, řídí jistými zásadami, které vedou k získání správných výsledků.

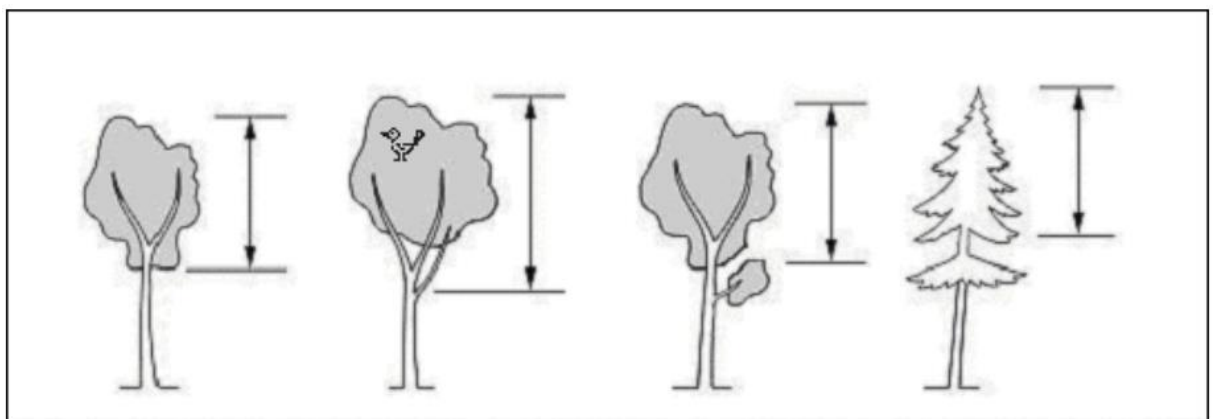
Vždy je potřeba stát od měřeného stromu alespoň na vzdálenost rovnou jeho výšce. Tím se eliminuje riziko, že bude výška počítána z takového úhlu, kdy i jen jeho malá změna znamená velký rozdíl ve výsledku výpočtu výšky.

Vždy měřič stojí tak, aby zároveň viděl na patu i špici stromu a je ideální stát ve svahu nad měřeným stromem, čímž se snižuje úhel, pod kterým se musí přístroj naklánět při zaměřování špičky stromu.

Měří-li se nasazení výšky koruny, postupuje se tak, že za místo nasazení koruny se považuje u jehličnanů ten přeslen, který má alespoň dvě živé větve a není zřetelně oddělen od zbytku koruny. U listnatých stromů je za spodní okraj živé koruny považováno místo prvního rozdělení osy kmene nebo místo, kde začíná souvislá koruna.

Osamocené větve ani vlky nejsou považovány za součást koruny.

To je znázorněno přehledně na obrázku 2. (3)



Obrázek 2 – Určení délky koruny stromu (ÚHÚL, 2003)

2.3 Porostní charakteristiky

2.3.1 Struktura porostu

Pro objektivní popis struktury lesa se provádí kvantifikace neboli převod vzhledu a parametrů porostu do číselných hodnot. Pomocí těchto parametrů může získat povědomí o struktuře lesa i člověk, který ho ve skutečnosti nikdy nenavštívil.

Struktura lesa vzniká za přispění mnoha procesů a jevů, které častokrát nemusí být lidem ani známy a které za společného učinění mohou pracovat zcela jinak než samostatně. K takovým činitelům lze zařadit konkurenci, symbiózu, stres, přírodní podmínky aj. (4) Struktura lesa má nepopiratelný vliv na produktivitu lesních porostů. Na produkci působí mimo jiné strukturní různorodost porostu, přičemž v mladém věku má velká rozrůzněnost negativní vliv na přírůst, zatím co ve starším porostu je vliv pozitivní (5).

V několika posledních letech má na vývoj struktury lesů u nás dopad také sucho, a jiné změny růstových podmínek, způsobující stres (6).

2.3.2 Tloušťková struktura

Počet stromů s podobnou tloušťkou je zaznamenán do tloušťkových stupňů, jejichž rozpětí lze zvolit libovolně, v závislosti na požadované podrobnosti a přehlednosti výsledného histogramu rozdělení tlouštěk. Běžně se provádí rozdělování do tloušťkových stupňů o rozsahu 4 cm. Např. stupeň s označením 10 zahrnuje stromy o tloušťkách 8 až 11,99 cm.

To, jak moc jsou stromy v tloušťkových stupních zastoupeny je ovlivněno věkovou strukturou porostu.

S věkem a tloušťkou je v pozitivní korelaci i výška stromu. Význam pro tyto parametry má i dřevinná skladba, hustota porostu, bonita a s tím spojená konkurence mezi stromy. Čím hustší porost je, tím výraznější je i tato alometrie mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů (7).

Graf tloušťkové struktury stejnověkého porostu, má pouze jeden vrchol a odpovídá svým tvarem zhruba Gaussově křivce. V různověkých porostech je křivka jednostranně klesající, přičemž největší počet jedinců se vyskytuje v tenkých tloušťkových stupních (8).

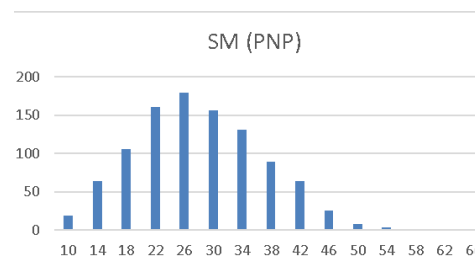


Obrázek 3 – Graf tloušťkové struktury

2.3.2.1 Střední tloušťka

Střední tloušťku je možno odvodit z vícera parametrů, kterými je kruhová základna, objem, pomocí Weiseho procenta nebo jako aritmetický či vážený průměr.

Pro všechny tyto metody ale platí, že se nejprve musí vytvořit histogram rozdělení tlouštěk.



Obrázek 4 – Histogram rozdělení tlouštěk

Střední tloušťka je parametr citlivý na výchovné zásahy provedené při výchově lesa, a proto se místo ní používá v hospodářské úpravě horní výška porostu.

Aritmetický průměr se pro výpočet střední tloušťky nepovažuje za vhodný. Může vypovídat o porostu hodnotou tloušťky, která se v něm ve skutečnosti ani nevyskytuje. Protože se se střední tloušťkou dále pracuje i při výpočtu zásoby, je lepší její hodnotu získávat z veličiny, která má s cílovými veličinami větší souvislost a omezit tím vzniklý rozdíl ve výsledku. Proto není aritmetický průměr vhodným způsobem výpočtu střední tloušťky. (9).

Výpočtem střední tloušťky z kruhové základny se získá tloušťka imaginárního stromu, který má pro daný porost průměrnou kruhovou základnu kmene. Pro tento výpočet je nutné spočítat kruhové základny všech stromů ve výšce měření tloušťky. Z těchto hodnot se vypočte aritmetický průměr, čímž je získána střední kruhová základna. Z té se určí tloušťka středního kmene dle vzorce 1 (2).

$$D_g = \sqrt{\frac{4 * G}{\pi}} \quad (\text{Vzorec 1})$$

Střední tloušťka z objemu se stanovuje podobně, z počtu stromů a celkového objemu dříví v tloušťkových stupních, do kterých náleží strom s průměrným objemem.

Potřebným parametrem je i znalost intervalu mezi tloušťkovými stupni, což bývají běžně čtyři centimetry.

$$\bar{v} = \frac{V}{N} \quad D_v = D_n + i * \frac{\bar{v} - v_n}{v_{n+1} - v_n} \quad (\text{Vzorec 2})$$

Objem je získán na základě vypočítané tloušťky metodou JOK, ÚLT nebo z výtvarnicové výšky.

Jako další alternativu pro určení střední tloušťky lze využít empirického Weiseho pravidla.

To říká, že střední tloušťce odpovídá ten strom, který se nachází směrem od nejmenších tlouštěk v šedesátiprocentní vzdálenosti z celkem uvažované množiny stromů (2). Tato metoda je dobře použitelná, i když je třeba zjistit střední tloušťku ještě před samotným výpočtem zásoby porostu (10).

Weiseho pravidlo lze snadno použít při měření tlouštěk s přesností na milimetry. Většinou se ale stromy zaznamenávají do tloušťkových stupňů, což vede k nutnosti dopočítat kmen podle Weiseho zpětně.

K tomu je zapotřebí vytvoření histogramu rozdělení tlouštěk, tedy i zprůměrování porostu a určení tvaru křivky rozdělení tlouštěk stromů.

Podle tvaru histogramu rozdělení tlouštěk se určí buď pravostranné, symetrické, levostranné nebo klesající rozdělení tloušťkové struktury a na jeho základě se k dalšímu výpočtu použije příslušná hodnota Weiseho procenta. Tím je nalezen tloušťkový stupeň, do něž příslušný kmen patří.

Ve stejnověkových porostech je tvar křivky rozdělení tlouštěk zpravidla levostranný a má jeden vrchol. V porostech různověkových je křivka klesající (10). Rozhodnutí o rozdělení tlouštěk stromů je subjektivní a může proto vzniknout chyba.

Závěrečnou fází výpočtu střední tloušťky podle Weiseho procenta je dopočet střední tloušťky pomocí lineární interpolace ze vzorce

$$D_w = D_{st} - \frac{i}{2} + \left(\frac{X_w - N_{př}}{N_w} \right) * 4 \quad (\text{Vzorec 3})$$

Správnost výpočtu tlouštěk pomocí různých parametrů lze ověřit porovnáním hodnot mezi sebou. Platí, že tloušťka z aritmetického průměru je menší než podle kruhové základny. Ta je menší než tloušťka podle objemu. Tloušťka podle Weiseho procenta se pohybuje v hodnotách podobných střední tloušťce z objemu (2).

2.3.2.2 Horní tloušťka porostu

Reprezentuje tloušťkovou strukturu zvoleného počtu nejtlustších stromů v porostu, např. nejtlustších 10 % či 100 jedinců.

Výhodou oproti střední tloušťce porostu je, že na ní lze pozorovat vývoj v delším časovém odstupě, protože není tak zásadně ovlivněna výchovnými zásahy. Může však

podávat zkrácený obraz o tloušťkové struktuře lesa, protože se počítá pouze pro nejtlustší stromy.

Její výpočet probíhá obdobně jako výpočet střední tloušťky porostu. Buď z kruhové základny, zásoby nebo aritmetického průměru údajů o nejtlustších stromech.

2.3.3 Výšková struktura

Výšky stromů se měří jen u reprezentativního vzorku stromů, nikoliv u tak vysokého počtu stromů jako tloušťky při zjišťování tloušťkové struktury. Výšky stromů mohou být, stejně jako u tlouštěk, rozřazovány do výškových stupňů. Také je vhodné výšku rovnou přiřazovat k tloušťkovému stupni do něž náleží měřený strom.

K změření jsou vybrány takové stromy, které jsou pro daný porost reprezentativní, tudíž nejsou oproti ostatním stromům zvýhodněny či znevýhodněny svými růstovými podmínkami, které jsou jiné např. na kraji porostu, ve světlinách nebo u cesty. Dále se z měření vynechávají stromy poškozené, např. se zlomenou špicí. (8)

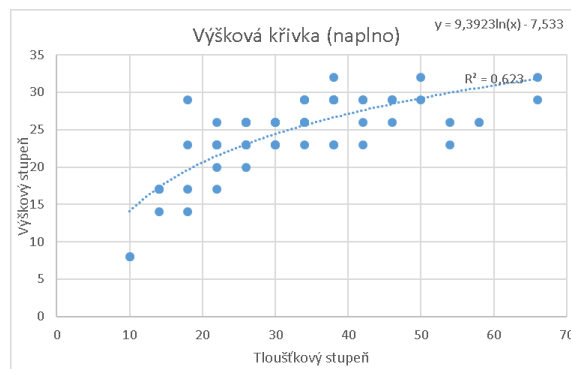
Výška stromu je ukazatel, který dobře indikuje produktivitu stanoviště.

2.3.3.1 Výšková křivka

Tato křivka zobrazuje vztah mezi výškou a tloušťkou v určitém stádiu, věku, jednoho druhu dřeviny.

Zanesením bodů vyjadřujících výšky ve vztahu k tloušťce do osy souřadnic vznikne síť bodů, která se řídí určitým trendem a ten lze zobrazit právě výškovou křivkou.

Aby se určily nejpravděpodobnější hodnoty výšek stromů v libovolné tloušťce, provádí se vyrovnání výškové křivky.



Obrázek 5 – Výšková křivka

K tomuto účelu se používají dvě metody. Buď graficko-počtářská, nebo matematická.

Graficko-počtářské vyrovnání výškové křivky spočívá ve výpočtu aritmetického průměru pro každý výškový stupeň a optický odhad průběhu spojnicové křivky podle principu nejmenších čtverců a s tím spojených výpočtů.

Matematické vyrovnání se provádí za pomoci regresní rovnice a vhodného typu vyrovnávací funkce. Vznikne výběrová výšková křivka. Tato metoda je sice pracnější než graficko-počtářské vyrovnání, ale za to je objektivní (10).

Díky běžné dostupnosti počítačů a softwarů, které dokážou požadovanou křivku vytvořit, už není časový faktor takovou otázkou, jako dříve. Křivka na obrázku 5 je vytvořená v programu MS Excel.

Počet stromů, které se musí pro vytvoření výškové křivky změřit, se pohybuje většinou mezi 30-100 stromy, což je asi mezi 5-15 % ze základního souboru. Rozsah měření je závislý na variabilitě výšek stromů a na požadované přesnosti. Obecné pravidlo je, že se více tloušťek stromů měří v prostředních tloušťkových stupních (5-7 měření), protože je v nich uloženo zhruba 60 % zásoby dřeva. V krajních tloušťkových stupních se provádí 2-4 měření, zaměřená primárně na tlustší jedince (2).

Kdyby byla výška měřena u rovnoměrného počtu stromů napříč celým spektrem tloušťek, vedlo by to buď ke zvýšení časové náročnosti anebo ke snížení přesnosti výsledků pro tloušťky, v nichž je zastoupena většina zásoby. Tím by byla do značné míry ohrožena přesnost výpočtu zásoby. Chyba ve výšce okrajových tloušťkových stupňů nemá takový význam, protože zásoba v nich obsažená je pouze malou částí z celkové zásoby porostu.

Zpřesnění výsledků závislých na změřených výškách je možné měřením více tloušťek, ale rozdíly v přesnosti se pohybují v řádu nižších jednotek procent a vezme-li se v úvahu, jaká je spotřeba času na tuto činnost, nejeví se měření velkého počtu stromů jako rentabilní. (11)

Neopomenuta musí být i skutečnost, že výškovou křivku je potřeba sestojit zvlášť pro každou dřevinu, jejíž zásoba má být počítána.

Systematický výběr náhodných stromů v porostu pravděpodobně nezajistí dostatečný počet změřených výšek pro všechny hledané dřeviny. V tuto chvíli je eventuálně nutné ustoupit od systematického výběru a vybrat stromy chybějící do nutného počtu změřených výšek, potřebného pro splnění účelu, tedy vytvoření použitelné výškové křivky. Pro vytvoření důvěryhodné křivky bude zapotřebí změřit nejméně pět výšek stromů daného druhu, není-li jich v porostu méně, než je tento počet.

Může se přihodit, že změřené výšky tlustších stromů budou nižší než stromů slabších. Tehdy by byla výšková křivka klesající, což je nesprávné a nepoužitelné pro zpětné dopočítávání výšky k dané tloušťce. Mohlo by dojít k tomu, že by vycházela výška pro tenčí stromy vyšší než pro tlusté. (11)

Za předpokladu, že má být vypočítána zásoba podle systému jednotných výškových křivek, může tvorbu výškového grafikonu nahradit použití modelové křivky, která je pro každou dřevinu k nalezení v tabulkách JHK.

K tomu je ale opět zapotřebí vypočítat pro každou dřevinu střední tloušťku a střední výšku, což znamená, že měření výšek neodpadá zcela, nýbrž jen částečně (8).

2.3.3.2 Střední výška

Střední výška je parametr nezbytně důležitý pro výpočet zásoby, nicméně citlivý k podúrovňovým zásahům a je proto nevhodný k dlouhodobým pozorováním. K tomu je vhodná horní výška porostu, popsána v další kapitole.

Údaj o střední výšce se získává jako aritmetický průměr ze souboru změřených výšek, vyčtením z výškové křivky anebo výpočtem z její regresní rovnice. Regresní odhady jsou oproti průměru z výšek preferovanější. Výška takto odvozeného stromu odpovídá kmeni se střední tloušťkou porostu podle aritmetického průměru, kruhové základny, objemu nebo Weiseho procenta (9).

2.3.3.3 Horní výška

Horní výška je uznávána jako vhodný parametr používaný k predikcím růstu, spíše než ke zjišťování zásoby.

Obdobně jako horní tloušťka porostu, se i horní výška určuje ze souboru absolutního či relativního počtu nejsilnějších stromů v porostu a vyjadřuje jejich průměrnou výšku.

Je možno ji získat také regresní rovnicí a nepřímým výpočtem (9).

Měří se výška 10-15 stromů s tloušťkou patřící mezi 10 % nejtlustších stromů, nebo absolutní počet běžně 100 nejtlustších stromů na hektar na různých místech v porostu (10).

2.3.4 Charakteristiky hustoty a složení porostu

Samotné údaje o výškách a tloušťkách nedokáží poskytnout úplnou představu o porostu. Jde sice rámcově poznat, jak jsou stromy v porostu tlusté a vysoké, nicméně představu o jejich prostorovém rozmístění to neposkytuje.

K zevrubnému popisu těchto parametrů, týkajících se vzájemného vztahu mezi jednotlivými stromy, se používají mimo jiné i veličiny popsané dále.

2.3.4.1 Patrovitost

Jedná se o parametr popisující vertikální strukturu porostu.

Udává, jestli se v porostu vyskytuje více etáží neboli pater stromů, které zpravidla jsou jiného stáří než vyšší či nižší stupně.

Samostatná etáž, se vylišuje teprve, zaujímají-li její korunové projekce přes 30 % výměry porostu.

Porost může být jednoetážový, dvouetážový nebo stupňovitý, kdy se jedná o více pater, která jsou od sebe neodlišitelná a přechází v takzvaný vertikální zápoj (12).

2.3.4.2 Stupeň korunového zápoje porostu

Jako zápoj se označuje podíl plochy porostu, která je překryta projekcí stromových korun na zem. Buďto se určuje okulárním odhadem nebo za použití leteckých snímků.

Spíše než kvantitativně, se zápoj dá určit kvalitativně – slovním ohodnocením, které zohledňuje vztahy mezi jednotlivými stromy, ale je tím pádem i subjektivní. Takové rozdělení může být například následující:

Omezený – koruny se vzájemně negativně ovlivňují a deformují.

Uzavřený/úplný – koruny jsou dobře rozvinuty a omezují se jen málo či vůbec.

Volný – pravidelné rozmístění po ploše, vměstnání dalších korun by bylo možné.

Mezernatý – mezi korunami jsou velké mezery, vměstnání vícero korun by bylo možné. (12).

2.3.4.3 Redukovaná plocha

Protože skutečná plocha porostu nebývá vždy využita stoprocentně k produkci dřeva, ale vznikají v ní mezery, počítá se redukovaná plocha.

V podstatě jde o plochu, do níž by se daly vměstnat veškeré stromy porostu tak, aby jejich zápoj byl úplný.

Opakem je redukovaná holina, která naopak vyjadřuje rozlohu všech mezer mezi projekcemi korun na zem, kdyby byly spojeny v jednu (13).

Výpočet redukované plochy probíhá jako podíl změřené hodnoty daného parametru, například zásoby a normované tabulkové hodnoty daného parametru, kdy tabulková hodnota z taxačních tabulek vyjadřuje hodnoty při plném využití plochy.

2.3.4.4 Zakmenění

Vyjadřuje, do jaké míry je využit nadzemní prostor stromy stejné etáže.

Vypočítat ji lze snadno vydělením hodnoty redukované plochy plochou skutečnou.

Míra zakmenění se vyjadřuje v desetínách (0,0-1,0) v praxi ale také celými čísly od 1 do 10.

Pokud je zakmenění rovno 1,0 nebo 10, jde o plné zakmenění. Nemusí to ale znamenat maximální dosažitelnou hodnotu tohoto ukazatele. U přehoustlých porostů může zakmenění nabývat i vyšších hodnot.

Nejsou-li údaje potřebné pro matematický výpočet zakmenění získány průměrkováním nebo jinou metodou zjišťování porostní zásoby, může být proveden odhad z alespoň pěti systematicky rozmístěných ploch po celém porostu a z nich vypočten průměr. (13)

2.3.4.5 Druhové zastoupení

Vyjadřuje podíl výměry porostu zaujatý jednotlivými zastoupenými dřevinami.

Lze jej určit vícerymi způsoby, které ale mohou vykazovat různé výpovědní hodnoty.

Určení na základě počtu jedinců daného druhu se může lišit od zastoupení počítaného na základě zásoby dříví jednotlivých dřevin, kruhové základny, redukované plochy aj.

Správně se zastoupení určuje jako procentuální podíl, jímž se dřevina svou redukovanou plochou podílí na celkové redukované ploše porostu.

2.3.5 Určení zásoby porostu

Jakmile jsou známy údaje o výškách a tloušťkách stromů, následuje určení objemu dříví.

Běžně se používá metoda objemových tabulek ÚLT nebo metoda jednotných hmotových křivek. Poměrně pohodlnou metodou, zejména při použití MS Excel je metoda československých objemových tabulek ČSOT.

2.3.5.1 Metoda objemových tabulek

Tato metoda je vhodná pro použití jak ve stejnověkových, tak různověkových lesních porostech.

Pro každou zohledňovanou dřevinu je potřeba sestavit výškovou křivku a z její regresní rovnice dopočítat vyrovnanou výšku pro každý tloušťkový stupeň. (8)

Na základě znalosti vyrovnané výšky a tloušťkového stupně se z objemových tabulek vyčte hodnota, představující objem dříví jednoho příslušného kmene. Tato hodnota po

vynásobení počtem stromů v tloušťkovém stupni představuje zásobu dříví v něm. Takto se pokračuje pro všechny tloušťkové stupně a jejich součtem se získá zásoba dříví v porostu. (14)

Protože je potřeba vytvořit výškový grafikon, měří se, při použití této metody, více výšek stromů. To je sice časově náročnější, ale výsledná zásoba je přesnější než u metody jednotných hmotových křivek. (15)

2.3.5.2 Metoda jednotných hmotových křivek

Na rozdíl od metody objemových tabulek lze JHK použít pouze u stejnověkých porostů, které nenabývají extrémních hodnot vzrůstu a kde nejsou odebrány některé tloušťkové stupně. Jejich výhoda spočívá v tom, že nevzniká potřeba měřit tolik výšek stromů. Stačí zhruba poloviční počet, než v případě objemových tabulek a ani není potřeba vytvářet výškovou křivku. I samotný proces čtení hodnot objemů z tabulek je rychlejší než u ÚLT. (15) (13)

Pro zvolení správné hmotové křivky je zapotřebí znát střední výšku a tloušťku stromů. Po nalezení příslušné křivky se čtou z tabulky hodnoty objemů stromů v jednotlivých tloušťkových stupních, které se opět násobí počtem příslušných stromů. Po sečtení hodnot pro všechny stupně je výsledkem zásoba porostu. (16)

2.3.5.3 Metoda ČŠOT

Užitečnou, a za určitých okolností, rychlou metodou výpočtu zásoby je použití rovnic ze soustavy československých objemových tabulek dřevin. Do rovnice pro danou dřevinu se dosadí hodnoty tlouštěk a výšek a výsledkem je objem dříví v jednom, konkrétním, stromu. (17)

Pro tyto účely lze používat snadno i data změřená s přesností na milimetry, ale pokud není používán tabulkový kalkulátor, je tato metoda pracná.

2.4 Pozemní sběr dat

Protože jsou v rámci této práce výsledky z dat získaných pomocí dálkového průzkumu Země ověřovány přímým měřením, popíše tato podkapitola na, základě jakých metod byla kontrolní data z pozemního šetření získávána.

2.4.1 Kruhové zkusné plochy

Zřejmě nejpoužívanější formou sběru dat o lesních porostech je jejich měření na kruhových zkusných plochách.

Je to reprezentativní metoda, která sice neposkytuje stejně přesné výsledky jako průměrkování naplno, ale na rozdíl od jiných tvarů zkusných ploch má své výhody a samozřejmě i nevýhody. KZP mají menší obvod než jiné tvary zkusných ploch, čímž se snižuje počet hraničních stromů, jejichž objem je v dalších výpočtech zásoby půlen. Oproti tomu ale nastává problém při vytyčování plochy v prudkém svahu, kdy je složité určit přesně vodorovnou vzdálenost poloměru od středu. V takovýchto případech se přednostně užívají pásové plochy, které ale také neposkytují přesné výsledky, jsou-li malé výměry. (11) Také může být problematické vytyčení kruhové plochy ve velmi hustém porostu (15). Tyto obtíže lze do jisté míry odstranit využitím například ultrazvukového dálkoměru s transpondérem. Takovéto nástroje jsou schopny překonat i překážející vegetaci. To souvisí s nespornou výhodou kruhových ploch, kterou je ta vlastnost, že jejich vytyčení v prostředí bez příliš hustého podrostu za pomoci moderních přístrojů je poměrně pohodlné a rychlé (9).

Velikost jednotlivých kruhů je nezbytným vytyčovacím údajem.

V našich podmínkách se zpravidla pohybuje v rozmezí 1-10 arů v závislosti na hustotě porostu. Průměrně se do jedné kruhové plochy zahrnuje 15-25 stromů, z čehož vyplývá, že v mladém hustém porostu bude mít kruhová zkusná plocha menší poloměr než v porostu starém.

Je tomu tak proto, že rozrůzněnost zkoumané veličiny se s větší rozlohou zkusné plochy zmenšuje, čímž se snižuje požadovaná velikost zkusné plochy potřebná pro zachování výsledné přesnosti.

Mimoto velká rozloha zkusných ploch zvyšuje dobu potřebnou ke změření zaujatých stromů a dobu přecházení mezi jednotlivými plochami. Proto je potřeba zvolit optimální rozložení ploch po porostu tak, aby bylo dosaženo kompromisu mezi požadovanou přesností a pracností.

Velikost ploch je odvislá také od druhového zastoupení dřevin v lese. Pro stejnorodé plantáže postačují menší plochy než pro les různorodý (9).

Dále se určí počet ploch. Ten je výsledkem výpočtu zahrnujícím míru rozrůzněnosti variačního koeficientu zásoby (σ_x), požadované přesnosti (Δ_x) a míry spolehlivosti (t_{α}^2) (15).

Tento vzorec je nezávislý na rozloze porostu, jen úměrně roste s rozrůzněností umístění zásoby po ploše porostu a s požadovanou přesností výsledku (8).

$$n = \frac{t_{\alpha}^2 * \sigma_x \%^2}{\Delta_x \%^2} \quad (\text{Vzorec 4})$$

Odstupová vzdálenost mezi kruhy je závislá na ploše porostu a počtu ploch. Musí být zvolena tak, aby plochy nezasahovaly částí své výměry do cest nebo mimo porost. V případě, že k tomu dojde se dá postupovat tak, že část plochy, která zasahuje mimo porost, se pomyslně zrcadlí zpět do porostlé části plochy, což vede k tomu, že některé stromy na zkusné ploše budou změřeny dvakrát. Tento postup nevytváří žádnou chybu (9).

Posledním vytyčovacím údajem je intenzita výběru, která by neměla přesáhnout 30 %, neboť v takovém případě už není použití zkusných ploch výhodné (10), a bylo by lepší se v takové situaci uchýlit k celoplošnému průměrkování. To by v dané situaci zabralo zhruba stejně času jako práce spojené se zakládáním KZP a měřením, jen přesnost by byla podstatně vyšší.

Parametr se vypočte jako podíl rozlohy zkusných ploch a výměry celého porostu (13).

Samotné vytyčení ploch začne určením taxační linie, po níž se v daném směru postupuje, a v pravidelném intervalu se vytyčují plochy, které nesmí být subjektivně posunuty z taxační linie. Mírné náhodné posunutí na škodu není, protože se jím odstraní eventuální chyba z případně se opakujícího trendu v rozprostření zásoby v porostu.

Ze středu každé plochy se dálkoměrem, nebo pásmem vytyčí kruh a všechny stromy, které do kruhu spadají se náležitě změří. Zaznamenávají se i hraniční stromy, tedy stromy stojící na hranici zkusné plochy alespoň polovinou své kruhové plochy.

Výšky se měří stejným způsobem jako při celoplošném průměrkování. Tzn. pouze u reprezentativního vzorku, který může být tvořen menším vzorkem náhodně vybraných stromů na každé zkusné ploše (15).

2.5 Metody DPZ

Oproti tradičním metodám zjišťování porostních veličin stojí metody, využívající možnosti dálkového průzkumu Země. Tyto způsoby jsou relativně nové a do lesnictví se dostávají velmi pozvolna, což je ale nejspíše podmíněno tím, že lesnictví je okrajový obor, a navíc se zabývá prostředím tak specifickým a rozmanitým, že jej lze jen těžko přirovnat např. ke stavebnictví a tuto novou technologii používat stejně efektivně.

Věří se, že metody DPZ dokážou postupem času snížit ceny inventarizace lesa a poskytnout přesná data o lese, přičemž vznikne mimo jiné i časová řada dobře demonstrující vývoj lesa v čase. (18)

2.5.1 Nosiče

Prostředky, které obvykle nosí snímače, jimiž se zkoumá povrch Země jsou běžně známé. Jedná se o stroje, které jsou jinak používány k dopravě lidí, materiálů i k plnění technických funkcí třeba v telekomunikacích.

Výšku snímání a tím i jeho efektivitu lze ovlivnit zvoleným prostředkem, ovšem za cenu přesnosti. Z čím větší výšky je snímání prováděno, tím větší území se snímkem zabere, ale za to s menší přesností neboli prostorovým rozlišením.

Požadované prostorové rozlišení neboli schopnost rozlišovat jednotlivé objekty, (19) se volí podle účelu, pro něž jsou získaná data použita. Ve většině případů není nutné, aby byl povrch Země zachycen do nejmenšího detailu. (20)

Volba nosiče je tudíž důležitá i z finančního hlediska. Nasnímání např. 50 ha je levnější provést letadlem než dronem. V opačném případě, třeba při snímání 5 hektarů, je zase výhodnější dron. Cena družicového snímání v takovémto měřítku zůstává konstantní. (20)

Vedle prostorového rozlišení existuje i rozlišení časové. To říká, jak často je možno dané území nasnímat znovu. Družice to dělá při každém průletu nad danou lokalitou. Letadlo pouze pokud je to žádáno. (21) Můžeme tedy rozlišovat časové rozlišení mono-temporální, kdy je území snímáno pouze jednou, a multi-temporální, kdy je území snímáno opakovaně. (22).

Dále v této kapitole budou obecně popsány některé z prostředků používaných pro nesení snímačů povrchu Země.

2.5.1.1 Bezpilotní prostředky

Jsou to přístroje, připomínající zmenšená letadla či vrtulníky, obecně známé pod pojmem drony. Jejich let je řízen dálkově pomocí vysílačky nebo probíhá částečně autonomně přes nastavení trasy a jiných letových parametrů v mobilní aplikaci. (1)

Rozdělit drony lze do kategorií koptéra neboli multirotor a křídlo.

Koptéra je v podstatě malý vrtulník, často s vícero rotorů (multirotor, rotary-wing), který umožňuje vzlet a přistání ve stísněných podmínkách a dokáže stát ve vzduchu na místě či velmi pomalu letět i nízko nad vegetací. Limitem tohoto prostředku je nízká výdrž baterie, která se snižuje při zvýšení hmotnosti nákladu. Oproti tomu disponuje schopností dosáhnout vyššího prostorového rozlišení než křídlo.

Vývoj bezpilotních prostředků jde ale kvapným tempem dopředu, což vede k stále větší výdrži baterií i nosnosti a snižování ceny.

Křídlo (fixed-wing) je zmenšené letadlo, které pro svůj vzlet, a především přistání vyžaduje dostatečně velkou přistávací plochu. Ve vzduchu nedovede zastavit, ani ostře změnit směr letu, jako multirotor. Oproti tomu má menší spotřebu energie baterie, rychlejší let a vydrží ve vzduchu déle. Také má větší nosnost než koptéra. (23)

Velice běžně jsou na drony připevňovány fotoaparáty, někdy i laserové snímače. Použití fotoaparátu a technik fotogrammetrie vede ke snadnému získávání prostorových dat i bez použití drahého vybavení, jako tomu bylo dříve.

Díky relativně snadnému ovládní, vlastnostem dronů a bezpečnosti je jejich výhodou, že dokáží snadno nasnímat do detailu i území, která by byla pro letadla nepřístupná. Takovým územím jsou například hory. (24)

Optimální velikost území, které se drony snímá by se měla pohybovat do velikosti 10 hektarů. (22)

Území, které má být nasnímáno lze relativně snadno označit v mobilní aplikaci a ta sama dle zadaných parametrů určí trasu, kterou dron autonomně poletí. V tuto chvíli je bezpilotní prostředek samostatný a jeho operátor nemusí prakticky nic dělat, jen neustále vizuálně kontrolovat, nenastane-li nějaká nečekaná událost a případně na ni reagovat.

Při použití bezpilotních leteckých prostředků je nezbytné dbát na legislativu, která vyžaduje mimo jiné, registraci dronu, pojištění dronu, udržování neustálého vizuálního

kontaktem s prostředkem aj. To omezuje využití v lese a také vzdálenost, na níž může prostředek odletět od operátora.

Obecně se dá říci, že provoz bezpilotních leteckých prostředků je možný do výšky 120 metrů, a tím pádem je i jejich prostorové rozlišení detailní. Je třeba dbát na omezení přiblížení k zastavěným oblastem a osobám nezúčastněným provozu dronu. To je závislé od kategorie dronu, lze se ale držet pravidla, že k zastavěným oblastem se smí dron přiblížit na 150 m a k lidem na 30 m. (25)

Je důležité vědět, že existují zóny, kde se s drony nesmí létat, nebo smí jen za specifických podmínek. K určení toho, zda daná lokalita bude pro létání přístupná slouží oficiální webová aplikace DronView, v níž se lze dočíst jaká maximální či minimální výška letu je ve zvolené zóně povolena k příslušnému datu. (26)

S detailním zněním legislativy spjaté s bezpilotními prostředky, platné od 1.1.2021 se lze seznámit v nařízení (EU) 2019/947 v platném znění, upraveném prováděcím nařízením Komise (EU) 2020/639 a 2020/746 nebo také na internetových stránkách Úřadu pro civilní letectví.

2.5.1.2 Letadla

Letadla poskytují snímání s nižším prostorovým rozlišením než bezpilotní prostředky, ale jsou hojně používána kvůli schopnosti nést rozmanité přístroje a přítomnost posádky letadla dovoluje měnit nastavení snímače v průběhu letu.

Letecké snímání představuje dobrý kompromis mezi prostorovým rozlišením dat a náklady na provoz. Jeví se jako výhodné pro snímání území o velikosti od 10 hektarů do 1000 km². (22)

Běžně se letadla pro snímání pohybují ve výškách mezi 300 až 8 000 metry. Čím níže letí, tím spíše jsou zachyceny detaily, protože velikost objektu je stejná nebo větší než jeden pixel na snímku. Nízký let je ale problematický v horách, a to i proto, že lze při pozdějším zpracování obtížně překrývat nasnímané obrazy pro tvorbu ortofotomozaiky. (27)

Obdobně jako u dronů není možné, aby letadlo letělo neustále v konstantní výšce nad povrchem Země. To proto, že na ně působí povětrnostní podmínky a povrch Země není dokonale rovný. Letadlo je tedy snášeno ze své trasy větrem a pro potřeby opravy takto vzniklých chyb je důležité, aby letadlo neslo přesné navigační zařízení. (28)

Tuto skutečnost lze u fotografování, nikoliv však u laserového skenování, eliminovat pomocí procesu Structure from Motion, při kterém se poloha zařízení v okamžiku snímání dopočítává zpětně, na základě identických bodů na snímcích. (29)

2.5.1.3 Vesmírné družice

Družice mají nejmenší prostorové rozlišení, ale za to zabírají široké území v pravidelných intervalech, takže oproti letadlům snímají větší území, rychleji a opakovaně.

Pokud to oblačnost dovolí, poskytují nové snímky každých pár týdnů, ba dokonce i hodin. Například Landsat snímá tutéž lokalitu jednou za šestnáct dní. Poskytuje tedy dlouhou časovou řadu, která je ale na neštěstí často znehodnocena oblaky. Proto se v některých případech jeví jako vhodné řešení kombinace použití satelitů a letadel. (21)

Obláčnost lze ale vyloučit opakovaným přelétáváním družice přes zkoumanou lokalitu.

Na rozdíl od letadel a bezpilotních vzdušných prostředků má družice výhodu ještě v tom, že udržuje stále konstantní vzdálenost od povrchu Země a rychlost, což zpřesňuje výsledky výpočtů z takových dat.

Výška letu družic nad povrchem Země se pohybuje v rozmezí 300-800 kilometrů. (19)

Protože jsou data z družic okamžitě přenášena do pozemních stanic, poskytují možnost pracovat s daty takřka okamžitě po jejich pořízení. (28) Měření porostních charakteristik z družicových fotografií se ale jeví jako značně nepřesné. (30)

2.5.2 Snímače

Pro různé účely se volí rozmanité typy snímačů, které jsou vhodné vždy pro získání jiného typu dat. Nejobyčejnějším snímačem je prostý fotoaparát, ale existují i laserové či ultrazvukové snímače, sbírající data o objektech, které nemusí být skrz oblaka, vegetaci nebo tmu vidět. To znamená, že na některé snímače nemá v jistém ohledu vliv počasí nebo atmosféra.

Na základě nosiče, který má snímač nést, se lze rozhodovat pro to, jaký snímač se použije či jaký použít nelze. U družic po jejich vyslání není možné senzor vyměnit, a tak se o něm musí rozhodnout včas dopředu. (20)

U letadel ale tento problém není, protože lze snímač snadno vyměnit za jiný.

Protože všechny objekty emitují různými způsoby záření, tak lze podle spektrální křivky určit o jakou látku se jedná ba i to, v jakém stavu se objekt nachází. Např. je možné

rozeznat les od okolí a k tomu i to, je-li tento les ve stresu, není-li mokrá po dešti atp. (28)

2.5.2.1 Elektromagnetické spektrum

V elektromagnetickém spektru se nachází veškerá záření všech možných vlnových délek. Zahrnuje mikrovlnné záření o vlnách délky 10 cm až 1 mm, infračervené záření s vlnami o délce 1 mm až 750 nm, viditelné spektrum o délkách 380 až 760 nm, ultrafialové záření s délkou 380 až 10 nm, rentgenové záření s 10 až 0,1 nm a gama záření.

Při průchodu či odražení elektromagnetického záření od látky, dochází k pohlcení některých částí spektra, zatímco zbytek se odrazí. Toto pohlcování částí elektromagnetického spektra je specifické pro různé látky a díky znalostem o odrazivosti látek lze použít tento jev v dálkovém průzkumu Země. (31)

Pro lesnictví je velmi užitečná odrazivost v blízkém infračerveném spektru, protože souvisí s fyziologickými procesy v rostlinách. (24)

2.5.2.2 Fotoaparát

Nejstarším a nejběžnějším snímačem, který bývá používán je fotoaparát neboli RGB snímač, zachytávající viditelné spektrum světla. Ten se řadí mezi pasivní systémy, protože nevysílá žádné záření. Pouze přijímá a zpracovává světlo odražené od povrchu. Zachycený světelný signál může být ukládán v jednom kanálu nebo ve třech kanálech. V prvním případě jde o panchromatický snímek, který je černobílý, ve druhém případě jde v samé podstatě o multispektrální obraz v okem viditelných barvách, tzv. zobrazení v pravých barvách.

Nemusí se jednat o žádný speciální fotoaparát, ba může být použito i fotoaparátů na mobilních telefonech. Od toho jsou ale odvislé kvality výsledného obrazu.

Multispektrální snímače nemusí být pouze RGB. Jedná se v podstatě o veškeré snímače, které ukládají informace o vlnových délkách zhruba do počtu deseti kanálů. (27)

Bonusem je, když se k fotografiím přiřazují rovnou GPS souřadnice, čímž se ulehčí následná práce s daty. (1)

Ačkoliv se může zdát, že použití fotoaparátu je ve srovnání s jiným, např. laserovým skenováním méně přesné, není tomu tak. Ukazuje se, že bodová mračna vycházející z těchto dvou metod jsou ve výsledku velmi podobná a přesná. Bohužel ale data z

běžných fotografií ani z fotogrammetrie nevypovídají o terénu a porostních vrstvách pod vrchní vrstvou korun stromů. (32)

Úskalím této technologie je volba objektivu na fotoaparát. Ne všechny objektivy totiž přenášejí obraz na senzor fotoaparátu nezkresleně. Může dojít například k roztažení obrazu u okrajů snímku a k deformaci skutečného tvaru. Zpravidla je proto vhodné použití objektivu s vyšší a neměnnou ohniskovou vzdáleností. To na jednu stranu zmenšuje zkreslení, na druhou stranu ale snižuje světelnost, tedy množství světla, které je schopné proniknout skrz objektiv na senzor. Takový objektiv dokáže zabrat menší plochu než širokoúhlý objektiv s nízkou ohniskovou vzdáleností, což znamená, že musí být stejná výměra focena buď z větší dálky nebo se vyžaduje více přeletů nad územím při zachování stejné výšky. Protože se ale snímky v letecké fotografii hodně překrývají, lze zkreslení u jejich okrajů částečně opomenout.

V souvislosti s tím je dobré připomenout, že světlo pro širokoúhlé snímky, zejména jejich části vzdálenější od středu fotografie, musí procházet déle atmosférou než světlo pro části ve středu snímku, čímž vzniká více šumu a s tím souvisejících nepřesností při zpracování. Totéž nastává při rostoucí výšce letu. (33)

Na základě výšky letu se používají objektivy s různými fixními ohniskovými vzdálenostmi, konkrétně 80, 100, 120 a 210 mm. (27)

Jako podmnožinu fotoaparátu lze považovat digitální letecké kamery, které běžně snímají v panchromatickém pásmu, viditelném spektru a blízkém infračerveném pásmu, a to nejen zvlášť, ale např. panchromaticky i multispektrálně zároveň, čímž lze po spojení obou obrazů dosáhnout velmi kvalitního barevného obrazu. Jedná se o tzv. pansharpening.

2.5.2.2.1 Vady optických soustav

Protože existuje mnoho druhů objektivů různé kvality, je nutno počítat i s jinými vadami než jen s výše zmíněnou distorzí po okrajích snímku. Vad optických soustav existuje celá řada, a protože v této práci budou vyhodnocována data snímaná fotoaparátem, má jistě význam se jimi zabírat více v následující kapitole.

Vady objektivů, mají často vliv na výslednou fotografii a mohou pozměňovat tvary a barvy, či úplně znemožnit použití fotografie.

2.5.2.2.1.1 Monochromatické vady čočky

Jsou to vady, které mají vliv na ostrost obrazu, jejich výskyt tedy neovlivňuje vlnová délka průchozího světla a týkají se proto jakéhokoliv světla. (34)

2.5.2.2.1.1.1 Sférická vada čočky

Tato vada je způsobena protínáním, respektive neprotnutím paprsků světla v jednom ohnisku. Paprsky světla dopadající na čočku v různé vzdálenosti od optické osy (linie spojující objekt a jeho projekci, tzv. ohnisko) by se protnuly v různých ohniscích, a tak na čip fotoaparátu dopadají paprsky dříve, než se protnou nebo poté, co už se protnuly a vytváří neostrý obraz. Jako když člověk při fotografování špatně zaostří na cíl.

Tuto vadu lze odstranit zamezením dopadu paprsků procházejících čočkou daleko od optické osy na senzor, například clonou. To má pak vliv na světelnost optické soustavy a na hloubku ostrosti.

Druhou možností je použití čoček, jejichž vada se v optické soustavě vykompenzuje. Jde o spojení rozptylných a spojných čoček. (34) (35)

2.5.2.2.1.1.2 Koma

Tato vada se vyskytuje u objektivů s velkou sférickou vadou (viz. výše). Projevuje se tvořením „komet“ nebo „véček“ z bodů na okraji snímku.

Vzniká při zobrazování objektu mimo optickou osu, když paprsky světla do čočky vnikají nerovnoběžně s optickou osou. Paprsky z okrajů čočky se pak protínají v různých vzdálenostech, buď před nebo za senzorem. (34) (35)

2.5.2.2.1.1.3 Astigmatická vada

Tato vada čočky způsobuje rozmazání obrazu bodu vzdáleného od optické osy. Je způsobena tím, že body kolmé k ose čočky, tedy horizontální i vertikální se spojují buď před nebo za ohniskem vlivem nepravidelného zakřivení čočky nebo při snímání předmětu pod velkým zorným úhlem. (34) (36)

2.5.2.2.1.1.4 Zkreslení obrazu

Tato vada objektivu je způsobena různým zvětšením obrazu ve středu a na okraji zorného pole. Rovné linie jsou pokřiveny a obraz tak vypadá nepřirozeně. Hovoří se o soudkovitém či poduškovitém zkreslení. (35)

Rozlišuje se i třetí typ této deformace, tedy distorze a sice vlnovité zkreslení (výskyt poduškovité a soudkové distorze zároveň). (1)

2.5.2.2.1.1.5 Zklenutí

Zklenutí neboli Petzvalovo zklenutí se opět vyskytuje při zobrazování bodů mimo optickou osu. Tyto body jsou sice kolmé k optické ose, ale zobrazují se na kulovité ohniskové ploše, která je specifická pro Petzvalův objektiv. Vznikne obraz, který je ostrý pouze ve středu a jeho blízkosti, zatímco vzdálenější místa, která nejsou přímo na optické ose jsou neostrá a ani nelze docílit jejich ostrosti jinak než použitím zakřiveného snímáče. (34) (35)

2.5.2.2.1.1.6 Vinětace

Tato vada vzniká tím, že u okrajů objektivu prochází méně světla než jeho středem a výsledná fotografie se jeví s černým nebo tmavším rámečkem po okrajích. (35)

2.5.2.2.1.2 Chromatické vady čočky

Jsou to takové vady, které odvisí od vlnové délky světla. Je při nich deformováno barevné složení obrazu. (34)

2.5.2.2.1.2.1 Chromatická aberace

Tuto vadu lze pozorovat zejména při fotografování ostrých přechodů mezi světlými a tmavými plochami. Například fotografování stromu proti nebi.

Různé vlnové délky světla se při průchodu průsvitnou vrstvou lámou rozdílně a na snímku vzniká fialové nebo zelenavé lemování tmavého objektu.

2.5.2.2.1.3 Perspektivní zkreslení

Tento jev není zapříčiněn vadou čočky, nýbrž se jedná o zkreslení způsobené vzdáleností objektu od pozorovatele.

To má vliv na velikost zachycené plochy na jeden pixel fotografie. Při větší vzdálenosti fotoaparátu od objektu zabírá pixel větší plochu na objektu, než když jsou si blíží.

Odstranit jej lze matematicky. (1)

2.5.2.2.2 Parametry fotografie

Pro správné použití fotoaparátu a nastavení fotoaparátu tak, aby výsledná fotografie vyhovovala představám je potřeba pochopit základní parametry fotografie, které ovlivňují světlost, šum, hloubku ostrosti a jiné jevy na fotografii.

2.5.2.2.2.1 Rozlišení

Obecně známým parametrem fotografie je její rozlišení. To se uvádí v megapixelech (Mpx) a udává z kolika bodů neboli pixelů, sestává snímek. Jeden Mpx odpovídá milionu bodů a čím více jich je, tím spíše lze zachytit detaily. Při příliš velkém rozlišení na malém čipu dojde ale k tomu, že je zachytáván nežádoucí šum, který kvalitu fotografie snižuje a aby byl odstraněn, vyžaduje úpravu, která drobné detaily může zakrýt.

Zmiňovaný šum je výsledkem umístění velkého množství světlo citlivých jednotek na příliš malou plochu. Takto malá jednotka zachytí pouze malé množství světla, tudíž je uměle zesvětlena a tím ubývá obrazu na kvalitě. Z toho vyplývá, že počet pixelů není směrodatný, dokud není známa i velikost senzoru. Malý senzor umožňuje snadno dosáhnout velké hloubky ostrosti ovšem za cenu výše zmíněného negativa. Celý snímek nebo jeho velká část je v tomto případě, z hlediska hloubky ostrosti, ostrá. To je případ fotoaparátů na mobilních telefonech. Velký senzor oproti tomu způsobuje výraznou hloubku ostrosti, což se ale reguluje použitím clony objektivu. (24)

Optimální rozlišení pro fotogrammetrii by se mělo pohybovat mezi 8 a 20 Mpx. (1)

Pokud nás zajímá, jakou minimální velikost pixelu potřebujeme k zachycení a interpretaci objektů, mluví se o prostorovém rozlišení. Tedy chceme-li, aby byl z letecké fotografie rozpoznat strom, je potřeba vyššího rozlišení než při zachycování budov. Dále je prostorovým rozlišením ovlivněno, do jaké míry lze obraz zvětšit, tedy jaké nastavit měřítko, aby nebyly okem rozpoznávány jednotlivé pixely, a výsledek se nejevil jako „rozkostičkovaný“. (27)

S tímto tématem souvisí i problematika Nyquistova – Shannonova teorému, který říká, že pro zachování informačního obsahu analogového signálu musí být vzorkovací frekvence alespoň dvojnásobkem maximální frekvence analogového signálu. (27)

Toto v praxi znamená, že pokud je fotografováno z výšky např. pole a dokonale rovné brázdy v něm, které pro jednoduchost nahradíme čarami, musí být fotografováno z takové dálky, aby šířka jedné čáry nebyla menší než šířka, kterou zaberou dva pixely. Např. jeden pixel zabere plochu 10 cm a čára má šířku 20 cm. Pokud by nastala situace, že čáry mají tloušťku 5 cm a jsou blízko u sebe, docházelo by kvůli porušení nyquistova teorému k aliasingu. Ten se projeví tak, že jednotlivé čáry nebudou dobře zřetelné a přes celou plochu fotografie s hustými čarami budou probíhat nepravidelné barevné čáry, tzv. moaré (37), které je k vidění na obrázku 6.



Obrázek 6 – Moaré;
https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2014/06/Aliasing_

2.5.2.2.2.2 Čas expozice

Jedná se o dobu, po níž působí světlo na světlo citlivou vrstvu. U běžných zrcadlových fotoaparátů se tato hodnota pohybuje v rozmezí 30 vteřin až 1/8000 vteřiny.

Světlo citlivou vrstvou je v jednoduchosti objekt, který za přístupu světla změní svou barvu, čímž vzniká obraz. Můžeme za ni považovat i např. papír, který při ponechání na světle mění svou barvu nebo i barevnou tkaninu, jejíž barva vyšisuje. Pokud by byla část takové látky překryta jiným předmětem, zůstane zakrytá část v původní barvě, nedostalo se k ní světlo, zatímco okolí za přístupu světla barvu změní a vznikne tím obraz. Světlo citlivé vrstvy pro účely analogové fotografie ale mění svou barvu vlivem světla ve zlomku vteřiny.

Delší čas expozice tedy znamená průchod většího množství světla a na velmi dlouhý čas lze obstojně vyfotografovat i nehybný objekt ve tmě. Nevýhodou použití dlouhého času je to, že pohyblivý objekt by se zobrazil jako rozmazaný, protože při svém pohybu odráží světlo na jiná místa senzoru po různou dobu. Např. strom by byl zobrazen tak, že by relativně nehybný kmen byl na fotografii ostrý, ale jeho kymácející se větve ne.

Proto je vhodné použití kratšího času např. 1/250 vteřiny. Samozřejmě v závislosti na foceném prostředí. Čas 1/250 vteřiny je dostatečně krátký, aby zachytil ostře větve v mírném větru, ale pro zachycení ostrého obrazu běžící zvěře je příliš dlouhý.

Nutno ovšem myslet na to, že pokud fotografujeme za pohybu, je potřeba použít ještě kratší čas, což je limitováno citlivostí snímáče ISO.

K tomuto parametru lze přiřadit výhodnou vlastnost bezpilotních multirotorů. Ty mohou letět velmi pomalu či stát a tím umožňují fotografovat na delší čas, aniž by se objekt rozmazal. To je výhodné ve tmavším prostředí, tj. v šeru nebo stínu.

2.5.2.2.2.3 *Clona*

Clona představuje velikost otvoru v objektivu, kterým prochází světlo. Je-li clonové číslo nízké, např. 2,8, prochází světlo do fotoaparátu velkým otvorem a stačí proto kratší čas expozice k tomu, aby vniklo na senzor tolik světla jako při vyšším clonovém čísle, a tedy menším otvorem v objektivu.

Tedy by se jevilo jako nejlepší používat jen a pouze nízké clonové číslo. To s sebou ale nese ještě další aspekt, kterým je hloubka ostrosti, tedy prostor, který bude na výsledné fotografii zobrazen jako ostrý a který už ne. Představme si to jako fotografii koruny stromu z ptačí perspektivy. Pokud bude clonové číslo nízké, bude ostře vidět jen vrchol koruny stromu, na nějž ostříme a vše pod a nad tímto místem bude rozmazané. Pokud bude nastaveno vysoké clonové číslo, bude ostré vše, tedy koruna stromu, povrch země i např. stromy které zaostřený strom převyšují.

Hodnoty clonového čísla se pohybují běžně od 1,7 do 40. Při velmi nízkém clonovém čísle je obtížné udržet fotoaparát tak, aby byl požadovaný předmět ostrý tam, kde si fotograf přeje. Při vysokém clonovém čísle je to snadné i bez stativu ale v extrémních případech, např. při použití clony 40, může dojít k tomu, že se kvalita fotografie zhoršuje zachytáváním přemíry šumu, což souvisí s tím, že při vysokém čísle clony proniká na senzor málo světla, tudíž je potřeba použít dlouhý expoziční čas. Při dlouhém snímání se CMOS senzor ve fotoaparátu zahřívá a tím vzniká šum, rušící ve výsledné fotografii.

2.5.2.2.3 *Citlivost snímáče ISO*

Citlivost snímáče neboli ISO označuje to, jak intenzivně reaguje světlo citlivá vrstva na přístup světla.

Hodnoty ISO se pohybují obvykle od 100 výše, přičemž každá další hodnota je dvojnásobek té předchozí, tzn. 100,200,400,800,1600,3200 atd. Pokud je ale používán na fotoaparátu automatický či poloautomatický režim, může citlivost ISO nabývat i jiných hodnot, např. 260. To souvisí s praktickým použitím a nastavováním fotoaparátu v manuálním režimu.

Tedy se používá jako pomůcka tzv. expozičních stupňů (ES). Pokud se zvýší čas závěrky o jednu hodnotu, změní se ES o plus jedna. Když se zvýší clonové číslo, změní se ES o minus jedna. Výsledný ES, počítaný expozimetrem ve fotoaparátu říká, zdali výsledná fotografie bude světlá, tmavá či akorát. ISO v tomto systému ES má takový vliv, že pokud se zvýší citlivost ISO dvojnásobně, sníží se čas, potřebný pro zachycení stejně

osvětleného snímku, o polovinu. Vezměme např. snímky foceně za a) na čas 1/80, clonu 6,0 a ISO 100 a za b) na čas 1/160, clonu 6 a ISO 200. Ačkoliv mají odlišné parametry, jejich výsledný ES je shodný.

Z toho vyplývá, že čím vyšší číslo ISO je, tím více vrstva reaguje na světlo, takže pokud chceme zachovat čas expozice i clonu a zvýšit světlost obrazu, zvýší se ISO. Takto lze např. fotografovat na krátký čas v šeru.

Nevýhodou vysokého ISO je vznik šumu na fotografii a zhoršení kvality barev snímku, zatímco nízké ISO může vyžadovat dlouhý čas expozice pro vznik dobře zřetelné fotografie. Přesto se ale obecně dá říci, že fotografovat se vždy fotograf snaží s co nejmenší hodnotou ISO.

2.5.2.2.4 Parametry leteckého snímkování

Snímky letecké fotografie se pořizují převážně z výšky do 8 kilometrů. Pokud se podaří snímat v rozptýleném světle, tedy když je slunce pod mrakem, jsou výsledné fotografie uspokojivější, neboť na nich nedochází k tak ostrým kontrastům ani přepalům (místa bílé barvy, na nichž byla světlo citlivá vrstva maximálně změněna vlivem světla), takže jsou světlá místa lépe čitelná než v opačném případě. (27)

Na výšce letu při snímání a použitém vybavení, zejména jeho rozlišení, je závislé to, jakou plochu země bude reprezentovat jeden pixel na snímku, a tudíž i to, jak velké objekty budou na snímku identifikovatelné.

Výška letu, velikost senzoru a ohnisková vzdálenost fotoaparátu mají vliv i na zorné pole, tedy na to, jak velké území lze snímkem zachytit. Z těchto všech údajů lze mimo jiné i vypočítat skutečnou velikost objektu na snímku. (24)

Snímání probíhá v rovnoběžných liniích a za sebou následující snímky se překrývají alespoň 60 % zatímco řady snímků se překrývají o 20-40 %. To mimo jiné poskytuje možnost vyhodnocovat dva sousední snímky stereoskopicky a získat informace o výškách objektů apod.

V závislosti na tom, jestli má být mapován terén, stavby nebo vegetace se snímkování provádí v jiných ročních obdobích. Pokud se mapuje povrch Země pod vegetací, je samozřejmě vhodné provést let mimo vegetační období. (27)

2.5.2.3 Multispektrální snímač

Na rozdíl od fotoaparátu, mohou další multispektrální snímače získávat údaje i o jiných pásmech elektromagnetického spektra než jen o jeho viditelné části, nejčastěji o blízkém infračerveném záření, které se používá při vyhodnocování zdravotního stavu vegetace.

(1)

Nemusí se ale jednat pouze o viditelné a blízké infračervené světlo. Obecně jde říci, že multispektrální snímač měří údaje z vícera intervalů vlnových délek, běžně do deseti. (27)

Pokud by se počet měřených intervalů pohyboval řádově v desítkách, nazývalo by se snímání hyperspektrálním.

Multispektrální snímače často dokážou snímat i v panchromatickém pásmu, které zabírá celý rozsah viditelného záření, někdy ale bývá vynechána modrá složka světla. (27)

Získání údajů z vícera pásem vlnových délek lze provádět jednak paralelním měřením nebo sekvenčním měřením. Paralelní měření probíhá tak, že snímání probíhá ze stejného místa a ve stejném čase pro všechny měřené intervaly.

Sekvenční měření obnáší měření každého pásma zvlášť, tudíž i s časovým odstupem. V tuto chvíli je ale vhodné, aby snímač nebyl v pohybu, tedy aby probíhalo stacionární měření. (28)

Protože jde o snímání světla, které není vidět, používají se přístroje, citlivé na dané vlnové délky světla. Ty jsou v současnosti podstatně dražší než obyčejné RGB kamery neboli fotoaparáty.

Výsledný obraz, nebo spíše obrazový soubor, obsahuje vícero oddělených údajů o zaznamenaných signálech z různých pásem vlnových délek (tzv. bands). Z hodnot pásem lze počítat indexy, například NDVI (normalizovaný diferenční vegetační index), který indikuje množství zelené biomasy. To je užitečné při sledování stresu, potažmo zdravotního stavu vegetace. (38)

Skládáním pásem, většinou tří, vzniká barevný obraz, který může nějaký jev zvýraznit. Tomuto procesu se říká barevná syntéza, a provádí se buď v pravých barvách (viz fotoaparát) nebo v nepravých barvách, kdy jsou neviditelné složky elektromagnetického spektra nahrazovány červeným, zeleným nebo modrým světlem. (39)

Většina multispektrálních snímačů má zároveň pásmo panchromatické s vysokým rozlišením, které se využívá při zostření multispektrálního obrazu panchromatickým

obrazem. Využije se barev multispektrálního obrazu a ostrosti s detailností panchromatického obrazu.

V prvním kroku tohoto zostření se převzorkují panchromatická pásma na rozlišení panchromatického pásma a RGB obraz se pomocí transformace RGB to IHS rozčlení na pásma intenzity, odstínu a sytosti (IHS). Poté je pásmo intenzity nahrazeno panchromatickým pásmem a výsledkem je obraz s barvami z multispektrálního, často RGB snímače, a úrovní podrobnosti panchromatického obrazu. (27)

2.5.2.4 Hyperspektrální snímač

V případě hyperspektrálních snímačů se provádí měření záření v desítkách až stovkách částí spektra. (38)

Taková data dávají dohromady jednu téměř souvislou spektrální křivku, z jejíhož tvaru lze odvozovat charakteristiky snímaného povrchu a podobně jako u multispektrálních dat, odvozovat např. obsah vody v listech vegetace. (1)

2.5.2.5 Laserový snímač

Laserový skener neboli LiDAR (Light Detection And Ranging) je aktivní snímač, který získává údaje o paprscích, které sám vyslal a odrazily se zpět do něj.

Jedná se o metodu značně složitější než fotogrammetrie z letecké fotografie.

Vyhodnocován je čas mezi vysláním laserového paprsku a jeho přijetím a také intenzita odrazu, která je klíčová pro určení typu povrchu a jeho stavu. (38)

Protože laserový skener vysílá paprsky až milionkrát za vteřinu, poskytuje výsledný obraz velmi detailní přehled o snímaném území, a to s přesností na milimetry. (24)

U vegetace se signál odráží vícekrát. Od různých pater vegetace a od země (38) (40), což znamená, že bodová mračna z laserového snímání vypovídají o struktuře lesa více než data z letecké fotogrammetrie. Ta naopak lépe reprezentují povrch vegetace. (24)

Protože nelze z laserových snímků zjistit polohu a stav snímače v době vytvoření snímku, musí být zařízení vybaveno GNSS zařízením a IMU, tedy inerciálním měřicím zařízením, které udává informace o nadmořské výšce a naklonění snímače v okamžiku tvorby záznamu.

Protože laserové paprsky pronikají skrz vegetaci, může se na jejich základě vybudovat jak model terénu, tak model vegetace, což je jasná výhoda oproti fotografii. Na druhou

stranu je cena snímání LiDAR až dvakrát či třikrát tak vysoká jako cena leteckého snímkování fotoaparátem na stejnou plošnou jednotku. (41)

2.5.2.6 Radar

Radar je aktivním snímačem, což znamená, že sám emituje mikrovlnné záření, které se k němu po odrazu vrací.

Na rozdíl od předchozích snímačů, lze radar, fungující v mikrovlnné části spektra (1 mm až 1 m) použít v jakémkoliv počasí a denní době. Nevýhodou je, že nepodává přesné údaje o povrchu, od něž se záření odrazilo. Mikrovlny mohou být povrchem a obsahem vody značně ovlivněny.

Nevýhodou je, že tvar snímaného tělesa bývá často velmi nepřesný, nicméně se dá z dat usuzovat, je-li zachycený objekt hladký či drsný. (39)

2.5.3 Zpracování obrazových dat

Protože čerstvé snímky z DPZ jsou často v různých ohledech nedokonalé, musí být před samotnou analýzou upraveny tak, aby se minimalizovalo zkreslení, zřetelnost aj. Tím se eliminuje i riziko chyb vzniklých při vyhodnocování dat na snímcích.

2.5.3.1 Rektifikace a restaurace obrazu

Tento krok má za úkol odstranit geometrické zkreslení, radiometrické zkreslení a šum, vzniklý při pořizování snímku a nejde jim úplně zabránit při pořizování snímků.

Samotná rektifikace je snahou o opravu polohové chyby pomocí geometrických korekcí. Takové chyby vznikají změnou výšky, polohy a rychlosti nosiče, kvůli zakřivení Země ale i např. prostým perspektivním zkreslením. Geometrické chyby mění prostorové rozlišení objektů na snímcích a tím by mohlo dojít ke zkreslení výsledků jejich analýzy. Protože každý snímek je focen jen jednou a z jednoho místa, je zobrazen v centrální projekci. Tedy objekt, který je přímo nad středem je zobrazen ortogonálně, ale čím dále od středu objekty jsou, tím více jsou zkresleny perspektivou.

U letecké fotografie je běžným problémem skutečnost, že objekty na vyvýšených místech jsou nasnímány detailněji než objekty položené nízko. Aby se odstranil tento rozdíl, provádí se ortorektifikace, která převádí obraz do ortogonální, pravoúhlé, projekce. (27)

Zkreslení vlivem různé výšky terénu je zásadní zejména u letecké fotografie a map s měřítkem větším než 1 : 100 000. Oprava probíhá pomocí digitálního modelu terénu a procesu zvaného ortogonizační proces. (42)

Chyby z polohy snímače se odstraňují georeferencováním a polynomickými transformacemi, které pracují se souřadnicemi identických bodů jak na podkladové mapě, tak s nesprávnými souřadnicemi objektu na zkresleném obrazu. Během takové transformace se obraz posouvá, otáčí, mění se jeho měřítko a lze říci, že čím více identických bodů se používá ke korekci obrazu, tím přesnější je i výsledek. (27)

Druhou částí tohoto kroku je restaurace dat, zahrnující radiometrické úpravy. Protože je záření ovlivňováno množstvím přírodních jevů, které nejsou např. kvůli nedodržení výšky a trasy letu konstantní, je tento krok složitý a obvykle sestává z oprav daných kalibrací přístrojů, oprav ze změny ozáření, z geometrie letu a ze stavu atmosféry. (28)

Redukce šumu na fotografii, vzniklého nejen vlivem atmosféry a v ní obsažených látek, ale i vlastnostmi fotoaparátu, zejména citlivostí senzoru, je prvkem, který u Structure from Motion může znatelně ovlivnit výsledek určení identických bodů. Pokud je šum uměle redukován např. samotným fotoaparátem anebo editačním softwarem, můžou se z fotografie vytrácet detaily, klíčové pro práci algoritmu, což vytváří složitě řešitelný problém. (24)

2.5.3.1.1 Opravy ze změny ozáření

Provádí se proto, že poloha Slunce se při zachycování snímků mění a tím pádem je každý snímek trochu jinak osvětlen. Korekce se počítá tak, aby hodnota pixelu ve výsledném obrazu odpovídala hodnotě, jako kdyby na zobrazené místo dopadalo sluneční záření ze zenitu. (42)

2.5.3.1.2 Oprava vlivu atmosféry

Velmi složitou opravou je oprava vlivu atmosféry. Protože se každý okamžik mění vzdálenost snímače od povrchu Země, mění se i doba, po kterou zachycený signál procházel atmosférou a jak dlouho jej tento průchod ovlivňoval. Plyny a částice, které se pohybují v atmosféře mohou interagovat s procházejícím zářením a tím dochází k rozptylu, absorpci, lomu a emisivitě. Navíc je hustota a teplota atmosféry v různých nadmořských výškách rozdílná a má tudíž různý vliv na procházející záření. (28)

Atmosféra způsobuje vznik zákalu, tj. rozklad paprsků na částicích v atmosféře. Míru tohoto zakalení lze vypočítat, a to za pomoci znalosti odrazivosti specifických objektů, jako je voda, sníh či poušť. Jakýkoliv rozdíl od standardní hodnoty změřené u těchto prvků krajiny lze považovat za vliv atmosféry a odečíst jej od obrazu. (42)

2.5.3.1.3 Zvýraznění obrazu

Při zobrazení originálního snímku bez jakýchkoliv úprav je jeho kvalita často nedostačující, protože snímek je buď moc světlý, tmavý nebo jinak nevýrazný. Proto se nové snímky před vyhodnocením upravují tak, aby se s nimi dále lépe pracovalo.

Pomocí histogramu, který znázorňuje četnost a rozložení dat jednopásmového obrazu, lze zjistit, kolik pixelů na obrázku nabývá konkrétních hodnot jasu. Z toho je patrné, kolik pixelů je příliš tmavých nebo světlých. (27)

Pomocí úprav kontrastu lze pro lidské oko zlepšit viditelnost rozdílů jasu mezi objekty a jejich pozadím, takže se zviditelní to, co skrývají tmavá či světlá místa na snímku.

K zvýraznění pouze určité části histogramu, například těch nejtmažších míst, se používá prahování, což vede často k zobrazení vodních ploch. Princip prahování je takový, že se určí hranice, příslušící nějaké hodnotě a pixely s nižší hodnotou, než je hodnota prahu se zobrazí bíle a zbytek černě.

Hustotní řezy na rozdíl od prahování rozdělují histogram do více sekvencí, takže definovanému rozsahu intenzity přiřadí nějakou barvu. Vznikne mozaika ukazující výraznými barvami i malé rozdíly v intenzitě odrazu.

V případě snímání multispektrálních a hyperspektrálních dat se pracuje s takovým světlem, které není pouhým okem viditelné, lze jej ale reprezentovat jinou barvou, přičemž se používá tzv. RGB syntéza (red, green, blue). Dochází k aditivnímu míchání barev a vzniku různých barev viditelného spektra, zobrazující různé přírodní jevy. (27)

2.5.3.2 Klasifikace

Jedná se o automatizovaný proces, který má na základě nějakého statistického pravidla třídit naměřené hodnoty a rozdělovat je do kategorií. Kategorie mohou být vylišovány podle spektrálního vyzařování objektů či geometrického tvaru. Pomocí klasifikace vznikají tematické mapy, které mohou např. rozlišovat les od vody, zástavby a polí.

2.5.3.3 Postklasifikační úpravy

Po klasifikaci dat zůstávají drobné objekty jako např. osamocené stavby v lese či lodě na vodě, stále viditelné v tematických mapách, což nemusí být účelné. Proto se tato data, označována jako šum pepř a sůl, odstraňují pomocí filtrů. (38)

2.5.3.4 Georeferencování

Tento krok může být jednoduchý v případě, že jsou snímky opatřeny zeměpisnými souřadnicemi už od okamžiku jejich pořízení. V tom případě je výsledná ortofotomozaika či bodové mračno umístěna na příslušné místo v souřadnicovém systému.

Pokud nebyly potřebné údaje získány již při snímání, je možno je nahradit pomocí vlíčovacích bodů, což jsou místa, s přesně určenými souřadnicemi, rozmístěná rovnoměrně po celém zájmovém území a viditelná na snímcích. Tyto body jsou buď ručně nebo automaticky identifikovány a jsou k sobě přiřazeny. Tím se umístí celá ortofotomozaika do souřadnicového systému a je připravena pro další účely. (24)

2.5.4 Fotogrammetrie

Pomocí fotogrammetrie se získávají z dvourozměrných snímků prostorové a radiometrické informace, včetně informací druhově specifických, o objektech na nich viditelných. K tomuto účelu se v současnosti využívají digitální fotografie a výsledkem celého procesu jsou ortofotomapy, digitální modely povrchu, prostorové modely aj., které mohou být více, či méně založeny na kombinaci laserových snímků a fotografie. Slouží od určování biodiverzity a monitoring zdravotního stavu až např. k výpočtu porostní zásoby a hospodářskému plánování. (29)

Nevýhodou použití samotné fotogrammetrie je, že na rozdíl od LiDAR nedokáže poskytnout informace o vnitřní struktuře porostu ba ani o terénu, je-li pokryt hustou vegetací (43) a mimo to se na leteckou fotografii vztahují nevýhody způsobené počasím. Přesto všechno se ale daří zjišťovat parametry lesa pomocí fotogrammetrie s porovnatelnou přesností jako při laserovém snímání a jedná se o levnější alternativu, která je ve spojení s digitálním modelem terénu z laserových dat velmi perspektivní. (18)

Protože se při fotogrammetrii snímá ze vzduchu, nejčastěji z letadla, odpadá nutnost navštívit mapované území osobně a data jsou vyhodnocována v počítačích. Nelze ale popřít, že vlastní znalost terénu je výhodná při tvorbě výsledné mapy a odhalování chyb.

Nevýhodou ovšem zůstává již zmiňovaný vliv počasí na možnost kvalitně nasnímat celou zájmovou oblast.

Základním principem fotogrammetrie je snímání nepohyblivého tělesa z pohybujícího se místa a stereometrie, která existuje i u lidského oka a umožňuje vidění ve 3D, kvůli jevu zvanému paralaxa. (44)

Stereometrie spočívá v tom, že ze dvou sousedních snímků, tzv. stereopáru lze vytvořit prostorový vjem pomocí stereoskopu, resp. stereoskopických brýlí. Tento vjem způsobuje paralaxa, tedy rozdíl v úhlu, pod jakým se lidské oči na objekt dívají, a protože obě oči nejsou na stejném místě, dívají se na věci z jiného úhlu vždy, přičemž se rozdíl ve velikosti úhlu zmenšuje s rostoucí vzdáleností objektu od pozorovatele. Díky paralaxe obsahují dva sousední snímky informaci o výšce objektu.

Aby byl stereozáznam dostatečně kvalitní, měla by velikost paralaxy odpovídat poměru rozestupu mezi snímky a výškou snímání hodnotě 0,6. (27)

Jakmile jsou nasnímana všechna místa zájmové oblasti podle dříve zmíněných pravidel pro leteckou fotografii, vyvstává otázka, jakým způsobem na sebe jednotlivé fotografie napojit tak, aby vznikla bežešvá mozaika. Protože je terén nerovný a ani letadlo neletí dokonale rovně, vzniká mnoho zkreslení, která tento zdánlivě jednoduchý úkol významně komplikují. (27)

Protože už jsou dnes používány různě výkonné počítače, je celý proces vzniku ortofotomap jednodušší než dříve.

V surových datech se nejdříve vyhledají údaje o fotoaparátu v době snímání. Ty se označují jako rámové značky a nesou údaje o ohniskové vzdálenosti, poloze hlavního bodu a o radiálním zkreslení objektivu. Z nich je vyvozena tzv. vnitřní orientace pro každý snímek.

Vnější orientace se zjistí pomocí GNSS zařízení a IMU, tedy inerciálního měřicího zařízení, které udává informace o nadmořské výšce a naklonění snímače v okamžiku tvorby záznamu.

Tyto údaje jsou používány pro vyrovnání snímků a za pomoci vlíčovacích bodů se soubor snímků srovná tak, aby mohl být přetvořen do ortomozaiky. Vlícovací body jsou body na zemském povrchu, jejichž souřadnice jsou známy a objekty lze identifikovat na snímcích.

Propojení fotografií do ortomozaiky je provedeno na základě porovnávání pixelů na fotografiích a jejich slícováním. (27)

Data z letecké fotogrammetrie jsou dosti přesná na to, aby dokázala identifikovat odstranění deseti a více stromů z hektaru porostu, pokud se nenacházejí v nedominantním patře porostu. Stejně tak pro ně není problémem odhalit světliny a seče. (18)

S postupem času se vyvinula automatizovaná technika, jak ze snímků vytvořit prostorové bodové mračno na základě propojování společných bodů. Tato metoda se nazývá Structure from Motion (SfM) a umožňuje automatické propojování snímků různého měřítka, úhlu pohledu a orientace, bez využití informací o přesné poloze snímačů a bez kontrolních bodů na zemi. (24) Nejedná se o jediný algoritmus, který takto pracuje, ale spolu se Semi Global Matching se jedná o nejpoužívanější pracovní postupy v lesnictví.

Takto zpracovaná data slouží a umožňují tvorbu bodového mračna, použitelného pro digitální modely terénu či povrchu, a to pouze na základě identických bodů na překrývajících se fotografiích. (44)

Více o tomto tématu se píše v kapitole zabývající se SfM či SGM níže.

2.5.4.1 3D modely povrchu Země

Pomocí fotogrammetrie a snímků pořízených kvalitními a správně použitými fotoaparáty, lze vytvářet 3D modely povrchu Země. Důležitými modely jsou digitální model terénu a digitální model povrchu, které vznikají převážně za využití algoritmu Structure from Motion, propojujícího fotografie podle společných bodů a vytvářením třídimenzionálního bodového mračna.

Aby mohl být model správný, je potřeba dodržet pravidlo, že podíl měřítek dvou na sebe navazujících snímků nesmí být větší než 2 a úhel o který se fotoaparát mezi dvěma snímky otočil není větší než 30°. (1)

Pro lesnické účely se používají modely DTM neboli digitální model terénu, DSM digitální model povrchu a CHM, model výšky korunového zápoje.

DTM je 3D model terénu, který zanedbává rostliny a zobrazuje pouze tvar holého povrchu Země. Pokud data v některých místech neumožňují přesné určení tvaru terénu, používá se interpolace.

Ve fotogrammetrii je pro tvorbu DTM důležité, aby byl na snímcích vidět terén. Pokud tomu tak není, je výhodnější nahradit vlastní model terénu digitálním modelem reliéfu 5.

generace, který existuje pro celou Českou republiku (23) nebo k tvorbě DTM použít data z LiDAR snímání, což se ve spojení s fotogrammetrickým DSM jeví jako dobré řešení (45), přičemž vzájemné snímání laserovými paprsky a fotografií lze využít pro tvorbu kompozitního CHM, který je oproti modelu ze samotného LiDAR hladší. (41)

DSM zobrazuje povrch, tak, že počítá s rostlinami a jinými objekty, které jsou nad zemí, tudíž samotný povrch země, půda, v něm není vidět, rostou-li nad ní např. stromy.

K chybnému určení výšky objektů dochází při využití snímků stromů s opadaným listím. V tomto případě je fotogrammetrický model značně nepřesný a podhodnocuje výšku stromů s opadaným listím. (46)

CHM, Canopy Height Model, v principu zobrazuje výškový rozdíl mezi DTM a DSM, který představuje výšku lesního porostu. To je důležité zejména proto, že z modelu výšky korunového zápoje lze určovat lokální maxima, která představují špičky stromů. To následně pomáhá k určení výšky stromu a dalším výpočtům. Úskalím tohoto modelu je fakt, že v hustých porostech nemusí být DTM určen přesně, zpravidla nadhodnocuje nadmořskou výšku, a po odčtení DSM od DTM vznikne CHM s chybou. Podobně to platí i při tvorbě těchto modelů ve strmých svazích. Jako nejlepší možnost se tedy jeví nasnímat území v době kdy jsou stromy olistěné, i v době, kdy ne. Tím se zpřesní údaje o terénu i o povrchu vegetace. (24)

2.5.4.2 Structure from Motion

Jedná se o proces, kterým se z 2D obrazů s centrální projekcí tvoří 3D struktura. SfM vyžaduje společné body na sousedních fotografiích, které jsou vyhledávány pomocí vyhledávacího algoritmu, jehož efektivita se zvyšuje ještě tím, že snímače – fotoaparáty jsou blízko u sebe nebo že snímání probíhá v krátkých intervalech za sebou (47), což prakticky znamená, že snímky mají vysokou hodnotu podélného (60–80 %) a příčného (30–40 %) překryvu. (48)

Na rozdíl od jiných metod se jedná o proces, který lze provádět i s relativně levným a dostupným vybavením tzn. s fotoaparátem a nosičem, kterým může být bezpilotní letecký prostředek. (29) Nevyžaduje se ani použití GNSS a IMU, zjišťujících polohu snímače v okamžiku pořízení záznamu. (48)

Počáteční polohu snímače, jeho vnitřní a vnější parametry si algoritmus dopočítá a upřesní sám. (49)

Proces SfM začíná automatickým vyhledáním klíčových bodů se specifickou texturou nebo kontrastem, tzv. lokálních extrémů. Algoritmus provádějící tuto identifikaci se nazývá SIFT (Scale-Invariant Feature Transform), novější podobou je algoritmus SURF. Algoritmus klíčové body na jednotlivých snímcích propojuje a spočte polohy a parametry snímače v době pořízení fotografie. Výsledkem je vytvoření řídkého bodového mračka. Toto mračno je poté georeferencováno buď na základě kontrolních míst na zemi, tzv. vlíčovacích bodů nebo navigačního zařízení snímače GNSS.

Řídké bodové mračno je zahuštěno na základě obrazové korelace algoritmem MVS a opatřeno údaji o barvách či spektrálních vlastnostech, čímž je proces dokončen a výsledkem je 3D, barevné, bodové mračno, v němž každý bod obsahuje informace o X, Y a Z souřadnicích. Pokud již existuje digitální model terénu, lze vytvořit CHM a s jeho pomocí dále počítat např. porostní zásoby apod. (29)

Dá se předpokládat, že velké vodní plochy mohou být zpracovány v tomto procesu nepřesně a ve výsledném bodovém mračnu se zobrazí v nesprávné výšce, (32)

2.5.4.3 Semi-Global Matching

Jinou možností tvorby bodových mraček z obrazového materiálu je využití metody Semi-Global Matching neboli SGM. Jedná se o kompromis přesnosti a rychlosti výpočtu, čímž by měla být tato metoda vhodná k četným využitím v satelitním snímání, letecké fotografii, robotice a asistenčních systémech pro řidiče automobilů, aniž by bylo nutné měnit parametry algoritmu pro každé použití zvlášť. Při dostatečném podélném (80 %) a příčném (30-35 %) překryvu vstupních snímků není zapotřebí znát údaje o vnitřní a vnější poloze zařízení při snímání. (50)

SGM nachází ve stereopárech, se známou či dopočtenou vnitřní a vnější orientací, 3D body. Nepoužívá k vyhodnocení podobnosti pixelů tzv. vyhledávací okno, ale porovnává jednotlivé pixely. Úskalí vyhledávacího okna spočívá v tom, že zachycuje specifické okolí pixelu a počítá s tím, že všechny pixely ve vyhledávacím okně zachycují objekt ve stejné vzdálenosti od snímače. Kvůli tomu dojde k rozmazání ostrých hran ve vyhledávacím okně a snížení přesnosti tvorby bodového mračka. To se metodou SGM eliminuje.

Pokud během výpočtu pro některý prostor nebylo z důvodu absence informací z jednoho stereopáru možno vypočítat informaci, vrací se výpočet k tomuto místu opakovaně a tím doplní do modelu chybějící údaje z jiných příslušných stereopárů, takže je redukován počet takto neviditelných prostor. (50)

SGM jednou funkcí vypočte, na základě radiometrických hodnot, rozdílnost (rozdíl v souřadnici X u identického pixelu na překrývajících se snímcích) všech pixelů v obrázku a zároveň se druhou, globální, funkcí pixelům přiřazuje „penále“ za každý sousední pixel, který je rozdílný od toho centrálního. Tím se odhalí chybně určené body, optimalizují se a agregují se. Takto se spolu propojí všechny pixely a zjistí jejich podobnost.

V dalším kroku dojde k vytvoření hloubkové mapy a extrakce bodového mračna reprezentujícího model povrchu. (51) (48)

Protože je na sousedních snímcích nalezeno mnoho shodných párů pixelů, vzniká velmi detailní 3D model, který díky výše zmíněným aspektům zachovává ostřejší hrany objektů.

Při porovnání modelu vycházejícího ze SfM a z SGM je možno konstatovat, že SfM zobrazuje více šumu na rovných površích než SGM. Oproti tomu ale SGM nedokáže tak zřetelně zobrazit špičaté objekty, ačkoliv i zde zachycuje méně šumu než SfM.

Co se týká geometrické přesnosti, tak SGM vykazuje přesnější výpočet souřadnic objektu než SfM. Ve všech případech jsou ale výsledky SfM a SGM horší než při modelování z dat LiDAR. (49)

2.5.4.4 Agisoft Metashape

Programem, který se pro vytváření bodových mračen používá, je například Agisoft Metashape, který je použit i pro zpracování dat v této práci.

Pro fotografie, přidané do tohoto programu, jsou pomocí algoritmu SIFT vyhledávány zajímavé body na každé fotografii. Ty jsou často specifické tím, že zobrazují něco vysoce kontrastního a jsou nezaměnitelné. Anglickým termínem jsou tyto body označovány jako Key points. Počet takovýchto bodů, které budou na každém snímku vyhledávány lze omezit v nastavení programu vyplněním libovolného čísla do kolonky Key point limit, čímž bude nastaven maximální počet bodů, který lze na jednom snímku programem vyhledat.

Běžně se používá počet kolem 50 000 Key points, ale není to závazné, neboť každá sada fotografií vyžaduje trochu jiný přístup. Vyšším počtem bodů lze potenciálně zlepšit kvalitu výsledku, ale není to zaručeno. Kvalita může i klesnout.

Dalším důležitým pojmem je Tie point. To je podmnožina Key points a jedná se o body, které jsou společné na dvou či více fotografiích a poslouží tudíž k identifikaci a propojení stejných míst na fotografiích. Mimo jiné je i toto důvod, proč se letecké snímky mají pro účely fotogrammetrie výrazně překrývat.

Stejně jako u Key points, jde omezit limit i u Tie points. Obvykle se používají 4 000 Key points, ale pracuje-li se s malými objekty na fotografiích, lze použít i vyšší číslo.

Tyto společné body jsou použity pro tvorbu řídkého bodového mračna a pro výpočet rekonstruované polohy snímače v době tvorby záznamu. (52)

Klíčové body jsou dále použity pro výpočet a tvorbu hustého bodového mračna, které už zobrazuje rekonstruovaný povrch Země, včetně barevné informace. V případě, že vstupní data obsahovala souřadnice snímače v době tvorby záznamu, nebo alespoň pořadové číslo fotografie, je výpočet bodového mračna rychlejší, protože program hledá společné body jen u sousedních snímků, nikoliv u všech snímků. Také je v prvním případě výsledek zařazen do souřadnicového systému a není tak problematické jeho vložení do existujících map.

2.5.4.5 Detekce jednotlivých stromů

Pro detekci vrcholů stromů z víceméně stejnorodých porostů je vhodný přístup individuální detekce stromů. Tehdy se v CHM naleznou pomocí metod lokálních maxim, inverse watershed či region growing vrcholky stromů. Z tohoto modelu lze odstranit objekty menší, než je požadovaná výška, běžně např. 3 m a dalším krokem pomocí filtru, v softwaru pro zpracování dat GIS a DPZ, eliminovat detekce více vršků na jednom stromě pomocí nástrojů fokální statistik. (53) (23)

Při hledání lokálních maxim je nutno nastavit tvar a velikost kernelu (pohyblivého okénka), takové, aby odpovídal zhruba průměrné velikosti korun ve zkoumané lokalitě, neboť od jeho velikosti jsou velmi odvislé výsledky procesu. Uvádí se, že pro přírodní lesy či lesy ve svazích se nejlépe hodí velikost okna 3*3 nebo 5*5 metrů. Výstupem tohoto kroku je bodová vrstva s vrcholky stromů. (23) (54) (55) Na základě části bodového mračna, příslušného k vrcholu stromu můžou být jinými postupy získány i parametry o jednotlivé koruně či stromu. (44) (56) (57)

Zpřesnění tohoto postupu je možné za využití údajů o reprezentativních stromech změřených přímo v terénu a zaměřených přesně pomocí GPS, přičemž se konkrétní změřené stromy spárují s lokálními maximy nalezenými v CHM. (45)

Druhým způsobem odhadu výšky vrcholů stromů je metoda plošného přístupu, při níž se vychází z dat, která nemusí disponovat dostatečným rozlišením nebo hustotou. Při této metodě je areál rozdělen na síť plošných jednotek, opatřených jednou dendrometrickou veličinou, např. průměrnou výškou, maximální výškou aj., vypočtenou z bodového mračna pro každou plošnou jednotku. Na základě těchto vypočtených hodnot lze dále odhadovat další porostní charakteristiky jako např. zásobu. (57)

Z porovnání obou metod vyplývá, že plošný přístup je méně přesný, ačkoliv ne o moc, než jednotlivý přístup. Rozdíl v přesnosti se pohybuje v jednotkách procent. Oproti terénním měřením má jednotlivý přístup při určování výšky porostu RMSE asi 4,5 %, zatímco plošný přístup 6,4 %. (57) (54)

Existuje možnost pro zjištění vrcholu využít spektrální informace snímku. Tato metoda je méně přesná než metody využívající 3D modely, zejména proto, že u hustě rostoucích stromů není vrchol dobře identifikovatelný a s tím se ztrácí i informace o přibližném tvaru koruny. (24)

2.5.4.6 Určení druhu dřeviny

Protože digitální fotografie pořízené při leteckém snímkování mohou obsahovat údaje o blízkém infračerveném světle, které se reflektuje v závislosti na druhu dřeviny, lze tuto vlastnost využít k určení dřeviny, zachycené na snímku. To vede ke zpřesnění výsledků o zásobě porostu. Je ale dobré mít na paměti, že určování druhů stromů na základě jejich spektrálních vlastností se jeví dosud jako nepřesné, protože různé dřeviny mohou mít v nějakých situacích stejné spektrální vlastnosti.

Zlepšit přesnost této metody lze vzájemným použitím jak dat o reflektanci, tak laserových snímků vypovídajících o struktuře stromů. (24)

Možné je také ručně vylišit jednotlivé druhy stromů nebo spíše rozlišit jehličnaté od listnatých a pomocí těchto trénovacích dat provést klasifikaci, která už zbytek snímků rozdělí sama. (58)

2.5.4.7 Měření výšky stromů z digitálních dat

Z bodových mračen, která vznikla z leteckého snímkování lze odlišit terén a vegetaci, jak již bylo okrajově zmíněno v sekci zabývající se 3D modely. Poté co byl vytvořen CHM a vylišeny vzorníky, tedy stromy, které jsou změřeny pozemními metodami, se na základě jejich parametrů vytvoří statistický model, který slouží k dopočítání parametrů pro

všechny ostatní stromy. Zejména z výšky, která je zjistitelná přesně, lze dále vyvozovat např. výčetní tloušťku, kruhovou základnu aj. (59)

Druhou možností je již zmíněný plošný přístup, při němž je porost rozdělen na stejné plošné jednotky, pro něž jsou z bodových mračen počítáni ukazatelé dále použití pro tvorbu regresního modelu, na jehož základě se predikují porostní parametry. (24)

Další možností je po detekci vrcholů jednotlivých stromů pomocí software dopočítat výškovou souřadnici na základě informací v CHM. Uvádí se ale, že výška stromů, získaná tímto způsobem, může být podhodnocena oproti přímému měření v terénu, zejména u dubu, přesto je ale metoda použitelná pro měření výšek v horním patře porostu. (23) (43) Zajímavé je, že ačkoliv fotogrammetricky zjištěná výška vzrostlého porostu bývá podhodnocována, u nízkého porostu s výškou cca 3 m je výška nadhodnocena. (60) (61) Přesto lze výsledky pozemního měření a fotogrammetrického měření považovat za velmi podobné a rozdíly v nich se pohybují v rámci jednotek až desítek centimetrů. (61) Nutno však podotknout, že studie, které tyto výsledky uvádí často lokalizovaly jednotlivé stromy v modelech přesně podle GPS souřadnic získaných v terénu.

Při porovnání výšek zjištěných z vícero postupů DPZ citovaná studie došla k závěru, že hodnoty získané metodami DPZ se od sebe liší zhruba o 1 % a pozemní měření podhodnocuje výšku stromů, zvláště těch vzrostlých (nad 21 metrů výšky) o jeden metr, zatímco výsledky na nižších stromech se shodovaly napříč použitými metodami měření. To navádí na myšlenku, že pozemní měření výšek stromů výškoměry nemusí být tak přesné, za jaké se považuje a při jeho použití jako kontrolní metody pro metody DPZ může zkreslovat výsledky. (62)

Při porovnání přesnosti fotogrammetrických dat a dat LiDAR při zjišťování výšky porostu i jiných statistik plošným přístupem se jeví, že rozdíl v přesnosti těchto dvou metod není příliš velký. Fotogrammetrický model umožňuje odvodit porostní charakteristiky použitím plošného přístupu zhruba tak přesně jako LiDAR, který je ale bezesporu přesnější, leč až dvakrát tak nákladný. (18)

Výsledky z využití SGM se oproti LiDAR mohou lišit i o 5 %, což nastává zejména při měření ve svazích a v řídkých porostech. (63)

2.5.4.8 Vztah výšky a zásoby

Pokud je známa výška stromu a jeho druh, lze relativně přesně určit objem dříví na základě korelace výšky stromu a jeho objemu dříví, tedy alometrie. (64) Podobně funguje určování zásoby na základě výčetní tloušťky.

Vytvořením regresní funkce, např. i v MS Excel, z dat získaných přímým měřením lze snadno dopočítat i zásobu porostu.

Uvádí se, že odhad zásoby na základě výšky změřené ze vzduchu pomocí LiDAR je téměř shodný s výsledky z pozemního měření výčetní tloušťky a výpočtu zásoby, ale u LiDAR dochází k mírnému podhodnocování objemu dříví u velkých jedinců. Oproti tomu odhad z výčetní tloušťky vytváří drobnou chybu ve všech tloušťkách. (65)

Při porovnání LiDAR a digitální letecké fotogrammetrie se uvádí, že jsou výsledky takto odvozené zásoby téměř shodné pro obě metody. LiDAR vykazuje menší chybu, ale rozdíl mezi oběma metodami je malý.

2.6 Statistické metody

Pro ověření odlišnosti, resp. shodnosti dat získaných různými měřeními je vhodné provést alespoň nějaké statistické vyhodnocení, neboť to dovede kvantitativně určit, jak moc a zdali vůbec jsou změřené údaje podobné.

Metody použité pro vyhodnocení dat z této práce jsou popsány v následujících podkapitolách.

2.6.1 Studentův párový t-test

Tento test se používá k porovnání středních hodnot ve dvou vzorcích, které jsou spolu spárovány, což znamená, že jeden vzorek představuje např. měření „před“ a druhý vzorek měření „po“, přičemž obě měření probíhala na stejném objektu.

V případě této práce bude zkoumán např. rozdíl ve výšce porostu zjištěné pro rok 1999 vůči výšce téhož porostu zjištěné pro rok 2020.

Tento test je použitelný správně jen tehdy, pokud se rozdíly v obou vzorcích blíží normálnímu rozdělení, které je možno ověřit některým testem normality.

Během studentova párového t-testu se spočítá nejdříve rozdíl mezi dvěma měřeními v každém páru, průměr rozdílů a směrodatná odchylka průměrů. Z podílu směrodatné odchylky a druhé odmocniny počtu párů se získá směrodatná chyba průměru rozdílů,

kteřá poslouží pro výpočet testovací statistiky, odpovídající podílu průměru rozdílů v čitateli a směrodatné chyby průměru rozdílů ve jmenovateli.

Tato hodnota se porovná s tabulkou kvantilů studentova rozdělení.

Za využití distribuční funkce lze vypočíst p-hodnotu. (66) (67)

2.6.2 Hodnota p

Hodnota p, anglicky též p-value, je číslo, nabývající hodnot od nuly do jedné, které je používáno při testování hypotéz ve statistice. Lze ji získat jako výstup ze statistického testu.

Dosahuje-li hodnota p hodnot menších, než je předem zvolená hladina významnosti (zpravidla 0,05), nulová hypotéza se zamítá. (68) V opačném případě nelze nulovou hypotézu zamítnout a platí, že čím větší hodnota p je, tím spíše platí nulová hypotéza, která obvykle tvrdí, že rozdíl mezi dvěma soubory dat je nulový. (69)

2.6.3 ANOVA

Pro větší počet skupin než jen dvě, kdy lze použít t-test, se používá ANOVA neboli analysis of variance, analýza rozptylu.

Podmínkou jejího použití je normální rozdělení závislé proměnné a shodný rozptyl ve všech porovnávaných skupinách.

Během výpočtu touto metodou je spočtena variabilita uvnitř každé skupiny, která je určena náhodnými proměnnými uvnitř vzorku, např. genetikou a variabilita mezi všemi skupinami, která popisuje rozdíly mezi skupinami. (70)

Výstupem z této analýzy jsou hodnoty p, F a hodnota $F_{krit.}$, přičemž nepřesahuje-li hodnota F hodnotu $F_{krit.}$, nezamítá se nulová hypotéza.

Je-li nulová hypotéza zamítnuta, je na místě provést Post-hoc test, kterým se zjistí, jaká ze zkoumaných skupin dat se odlišuje od ostatních. Post hoc testem se testují všechny skupiny, vždy po dvojicích, přičemž se ale stále berou v potaz všechna data, i ze zrovna neporovnávaných skupin. (71)

2.6.4 RMSE

Root Mean Square Error vyjadřuje, jakou měrou se zjištěné hodnoty liší od hodnot predikovaných, tedy hodnot očekávaných při ideálním výsledku.

Tento ukazatel je citlivý na velké chyby a je vhodný k porovnávání chyb v modelech.

Jeho výpočet probíhá dle vzorce

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_{i_{odv}} - x_{i_{př}})^2}{N}}$$

v němž x_{odv} představuje odvozenou neboli vypočtenou hodnotu a $x_{př}$ hodnotu předpokládanou neboli takovou, která je považována za přesnou, např. změřenou přímým měřením v terénu.

Veličina N je rovna počtu pozorování, která byla zahrnuta do výpočtu čitatele. (72) (73) (68)

2.7 Zkoumaná oblast

Terénní práce nezbytné pro ověření přesnosti fotogrammetrických modelů, využívaných v této práci, se uskutečnily na území Školního lesního podniku v Kostelci nad Černými lesy.

Pro bližší pochopení jevů či nepřesností ve 3D modelech a výsledcích zkoumání může pomoci, byť jen rámcová znalost o struktuře kosteleckých lesů, která bude nastíněna v této kapitole.

2.7.1 Všeobecné údaje

Školní lesní podnik v Kostelci nad Černými lesy, náležící České zemědělské univerzitě se rozkládá z převážné části v PLO 10, tedy ve Středočeské pahorkatině a drobným dílem v PLO 17, Polabí. Jeho celková rozloha je asi 6000 hektarů. (74) (75)

Na území ŠLP se nachází několik maloplošných chráněných území. Jednoznačně nejvýznamnějším z nich je NPR a EVL Voděradské bučiny, zaujímající necelých 690 ha, chránící rozsáhlé, staré, přírodě blízké, bukové porosty a jevy vzniklé zvětráváním hornin vlivem mrazu – pseudokary, balvanové proudy aj. (76)

K další evropsky významné lokalitě na území ŠLP se řadí rybník Šáchovec. (77)

2.7.2 Geologické a pedologické údaje

Školní lesní podnik se rozkládá na území Jevanské, Ondřejovské a Černokostecké pahorkatiny. Horniny, které jsou zde zastoupeny jsou zejména zpevněné sedimenty jako pískovce, prachovce, slepence, vápenec, břidlice, arkózy aj. Na území Voděradských

bučin se převážně nachází říčanský typ granitu, tj. žuly a také porfyrický, biotický granodiorit. (78) (74)

Zvětráváním těchto hornin vznikly na zájmovém území půdy od balvanitých sutí po hlinité půdy, převážně chudé na živiny a kyselé. V údolích se vyskytují půdy s příznivějším chemickým složením, ale vlivem vody dochází k oglejení. Na třetině území dominuje mezotrofní kambizem, o trochu méně je zastoupena oligotrofní kambizem a v 15 % pseudogleje či v 11 % oglejená kambizem. V malé míře lze narazit na oligotrofní rankery, podzoly a v okolí vodotečí luvizemě, fluvizemě, gleje a pseudogleje. (74) (79)

2.7.3 Klimatické podmínky

Dle dat změřených na meteorologické stanici v Kostelci n. Č. l. – Trubě (368 m n.m.), se průměrné roční srážky na tomto území pohybují kolem 663 mm, přičemž minimum bylo zaznamenáno v roce 1990 a jednalo se o 426,8 mm vody na m². Naopak maximum nastalo v roce 1977. Tehdy bylo naměřeno 890 mm srážek.

Průměrné roční teploty se pohybují kolem 8,14 °C. Lednová průměrná teplota je -1,92 °C a červencová 17,8 °C. (80)

2.7.4 Lesní porosty

Území školního lesního podniku spadá dominantním podílem do LVS 2 až 4, tady do bukodubového stupně (21 %), dubobukového stupně (53,8 %) a bukového stupně (24,2 %).

Dominantní přirozenou dřevinou by tedy měl být buk a po něm dub. Současná druhová skladba je ale ovlivněna historií hospodaření i mniškovou kalamitou a v současné době je zhruba takováto – Smrk (50 %), borovice (18 %), modřín (4 %), jedle (2 %), buk (12 %), dub (9 %), habr (1 %), olše (1 %) a ostatní dřeviny (3 %).

Nejpoužívanější hospodářské způsoby jsou holosečný a podrostní. Vyskytuje se i násečný způsob a výběrné hospodaření, které je ale prováděno hlavně jen za účelem výuky a výzkumu. Velkoplošný způsob hospodaření se zde používal do přelomu 19. a 20. století a teprve poté přišly na řadu ve větší míře úzké holoseče a clonná obnova. (74) (75)

3 Praktická část

Praktické činnosti spojené s touto diplomovou prací sestávají z terénních měření a z vyhodnocování materiálů DPZ, které byly získány z archivu Katedry hospodářské úpravy lesů na Fakultě lesnické a dřevařské při ČZU v Praze.

Tyto materiály vznikly leteckým snímkováním území ŠLP v Kostelci nad Černými lesy a některé z nich byly pomocí dat z terénních měření dále zpřesňovány.

Pro účely přesnějšího zpracování dat byly použity i podklady získané z LHP, z roku 2011, příslušného ke Školnímu lesnímu podniku v Kostelci nad Černými lesy.

3.1 Pozemní sběr dat

Součástí této diplomové práce je i terénní šetření po území celého Školního lesního podniku v Kostelci nad Černými lesy. Jeho cílem bylo nasbírat přímým měřením v lesních porostech data k verifikaci modelů vzniklých z dat snímaných v roce 2020 jak pomocí LiDAR, tak fotogrammetricky.

3.1.1 Použité nástroje

3.1.1.1 Průměrka Haglöf

K měření tlouštěk byla použita běžná hliníková průměrka švédské značky Haglöf, tedy nástroj k měření kolmé vzdálenosti dvou rovnoběžných úseček, představujících tečný obrys kmene. Průměrka nebyla opatřena počítačem, protože byly veškeré údaje z měření, nejen tlouštěk, psány buď do papírových záznamníků nebo do mobilní aplikace Collector for ArcGIS.

3.1.1.2 Výškoměr Vertex III

Tento výškoměr měří výšku na základě pravidel o pravoúhlých trojúhelnících, a to za využití vestavěného sklonoměru a dálkoměru. Jeho použití je možné jak s ultrazvukovou odrazkou T3 neboli transpondérem, tak bez něj. Nasbíraná data, lze přes infračervený port posílat do počítače nebo elektronické průměrky.

Přístroj disponuje dále i teploměrem, který slouží k indikaci teploty výškoměru. Jakmile dosáhne teplota výškoměru teploty okolí, může se provést kalibrace. K té je potřeba mít desetimetrové pásmo či jiné, takto dlouhé, měřidlo a umístit výškoměr na deset metrů od transpondéru. Poté se pomocí funkce kalibrace nastaví výškoměr tak, aby měřil správné vzdálenosti, od čehož jsou samozřejmě odvislé i vypočtené výšky měřených stromů.

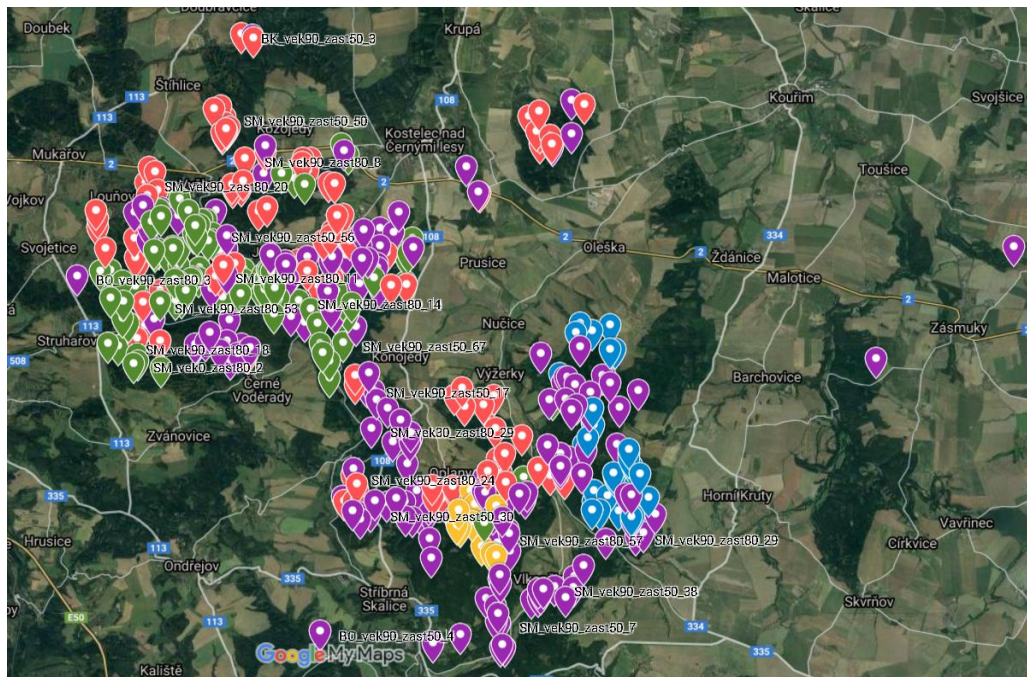
Vestavěný dálkoměr lze použít i při vytyčování kruhových zkusných ploch, ovšem pro tento účel je nutné použít i transpondér. (81)

3.1.1.3 Laserový výškoměr Vertex VL 400

Vertex VL 400 je kombinací ultrazvukového a laserového dálkoměru a inklinometru. Pracuje na stejném principu jako Vertex III s tím rozdílem, že vzdálenost měřiče od stromu lze změřit buď pomocí laserového dálkoměru nebo ultrazvukového dálkoměru a transpondéru T3, což nabízí možnost snadného přizpůsobení na více či méně hustý lesní podrost a tím zlepšit pracovní výkon měřické skupiny. (82)

3.1.2 Měření v porostu

Za účelem ověření přesnosti modelů a výsledků zpracování dat DPZ z roku 2020, byla na území ŠLP vytvořena síť bodů, představujících středy kruhových zkusných ploch. Plochy byly pak vícířem měřických skupin založeny a změřeny. Takovýchto zkusných ploch vzniklo po celém území ŠLP 428 a na obrázku 7 je k vidění jejich rozmístění.



Obrázek 7 – Polohy zkusných ploch v ŠLP (Mapy Google)

Celé území ŠLP bylo rozděleno na rovnoměrnou hexagonovou síť, kde v každém takovém hexagonu byla zjišťována průměrná výška a tloušťka stromů.

Polohy bodů, představujících středy KZP, byly určeny v GIS softwaru stratifikovaným výběrem na základě výšek porostu a jejich směrodatných odchylek, které byly získány z dat z laserového snímání.

Umístění bodů mohlo být manuálně pozměněno pouze pokud se při terénním šetření zjistilo, že střed plochy zasahuje zcela mimo lesní porost. Plochy, které zasahovaly pouze částečně do porostu a částečně do holiny byly ponechány, aby byly reprezentovány i údaje z takovýchto lokalit.

Plochy nabývaly, dle stáří či vzrůstu zaujatého porostu, výměry nejčastěji 3, 5 nebo 10 arů a jejich střed byl lokalizován pomocí GPS i ortofotomapy, vzniklé leteckým snímáním, zobrazující lesní porost v nepravých barvách, podle intenzity odrazu infračerveného světla, což umožňuje poměrně spolehlivé určení toho, je-li na mapě zobrazena listnatá či jehličnatá dřevina, případně o jaký jde konkrétní druh a přesně nalézt hledané místo.

V terénu byly středy všech ploch opatřeny kovovou tyčkou, zatlučenou pod zem a pomocí značky, nasprejované na nejbližším silném stromě, naznačen směr k tyčce a její přibližná vzdálenost od tohoto stromu. Tato opatření pomohou k snazšímu nalezení středů ploch při příští inventarizaci.

Určení stromů spadajících do KZP probíhalo pomocí ultrazvukového dálkoměru a transpondéru umístěného na výtyčce uprostřed zkusné plochy.

Veškeré zaujaté a hraniční stromy byly změřeny, a to jak jejich tloušťka, tak jejich výška. Zaznamenán byl i druh dřeviny.

Při měření tlouštěk se postupovalo tak, aby první měřený strom byl na sever od středu plochy a pokud bylo více stromů ve stejném směru, měřil se jako první strom vzdálenější od středu.

Dlouhé rameno průměrky směřovalo při měření tloušťky vždy ke středu plochy za účelem omezení vzniku chyb.

Výšky byly taktéž měřeny pro všechny zaujaté stromy, a to buď pomocí ultrazvukového výškoměru s transpondérem v hustých podrostech, nebo laserovým výškoměrem na přehlednějších stanovištích.

3.1.3 Výstup z terénních měření

Data naměřená přímo v porostech posloužila v samém výsledku ke zpřesnění a ověření správnosti a přesnosti modelů povrchu (DSM), potažmo modelu výšky korunového zápoje (CHM), které byly Katedrou hospodářské úpravy lesů na ČZU vytvořeny v roce 2020.

Tyto modely jsou klíčovými daty pro zjištění výškového přírůstu porostů napříč časem, tedy mezi lety 1999 a 2020.

3.2 Data z dálkového průzkumu Země

Stěžejní částí této práce, je zpracování a vyhodnocování dat, získaných z dálkového průzkumu Země. Těmi jsou letecké fotografie, letecké laserové snímky a také různé modely, které z nich byly vytvořeny.

Postup práce, který vede k vytvoření modelů z analogových fotografií a další zpracování takovýchto modelů bude popsán v této části práce.

Nejzajímavější sadou dat, která bude v rámci této práce hodnocena by měly být letecké snímky z roku 1999, které budou postupně zpracovány do formy digitálních modelů. Tyto modely mohou ve výsledku přinést poznatky o struktuře lesa, která byla roku 1999 ve ŠLP.

3.2.1 Digitalizace fotografií

Jedním ze vstupních materiálů pro tuto diplomovou práci byla sada leteckých snímků z roku 1999, která obsahuje celkem 48 analogových snímků, jejichž překryv ale dosahuje velmi malých hodnot, což je poměrně důležitým nedostatkem při letecké fotogrammetrii a také se to v pozdějších krocích, při zpracování v počítačovém programu Agisoft Metashape, jeví jako problematické.

Skutečnost, že snímky jsou analogové prakticky znamená, že rozlišení snímků je velmi vysoké, neboť není limitováno rozlišením snímače fotoaparátu. V analogové fotografii může být limitující velikost zrna filmu, která roste s větší citlivostí ISO a s nižší kvalitou filmu. Nemusí se ale jednat o problém na makroskopické úrovni.

Bohužel je vlastnost vysokého rozlišení analogové fotografie nevyužitelná celým svým potenciálem pro digitální zpracování a snímky je nutno do digitální podoby nějakým způsobem převést. Toho lze dosáhnout skenováním. Limitem této metody je optické

rozlišení skeneru. To je uváděno v DPI (Dots Per Inch) a běžně nedosahuje takových hodnot, aby se mohlo rovnat analogové fotografii, což znamená, že při skenování kvalita fotografie výrazně klesne.

Faktorem, ke kterému je také dobré přihlédnout je skutečnost, že jak skener, tak fotografie pravděpodobně budou v menší či větší míře zaprášené či znečištěné např. otisky prstů.

To vede k vnášení dalšího „šumu“ do digitálního snímku.

Ve výsledku je tedy digitální snímek znehodnocován jak šumem elektronickým, ze samotného snímače (skeneru), tak špínou a je otázkou, do jaké míry tomu lze v běžných podmínkách předejít a jaký má tento jev vliv na kvalitu výsledků analýzy takovýchto snímků.

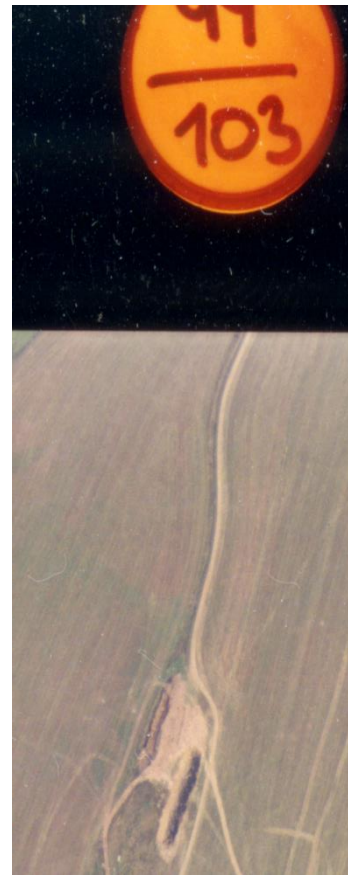
Kvalita skenů by mohla být negativně ovlivněna volbou nevhodného rastrového formátu, do něž by se sken uložil. Pro přesnou analýzu je nutné použít nekompresní formát, tedy např. TIFF.

Po vytvoření skenů, jejichž rozlišení se pohybuje kolem 10700 * 11500 pixelů, byly skeny převedeny v programu Adobe Photoshop CC 2019 na stejné rozlišení 10200 * 11293, což jsou nejnižší hodnoty šířky a výšky snímků z celého souboru.

Tento krok byl proveden proto, že skener automaticky určuje a ořezává okraje skenované fotografie a každý sken má tedy mírně odlišné rozlišení, což působí obtíž při maskování v programu Agisoft Metashape (viz níže).

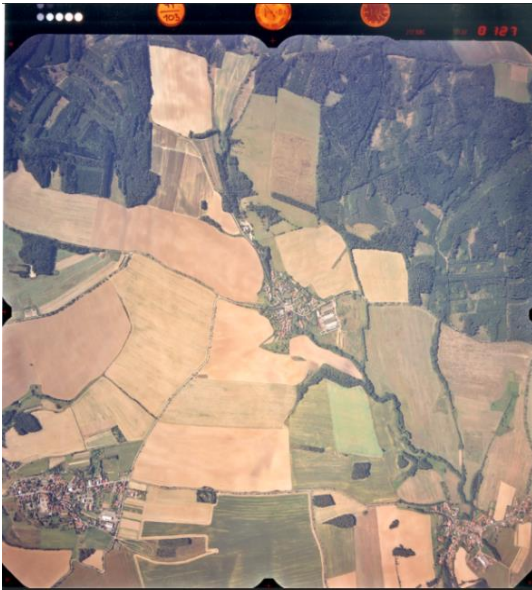
3.2.2 Propojení snímků (Align cameras)

Proto, aby se snímky v programu Agisoft Metashape správně seřadily a spojily (Align cameras), bylo nezbytné vytvořit masku, která poslouží k vynechání určité oblasti z procesu spojování. To je důležité proto, že přístrojová lišta na všech leteckých snímcích

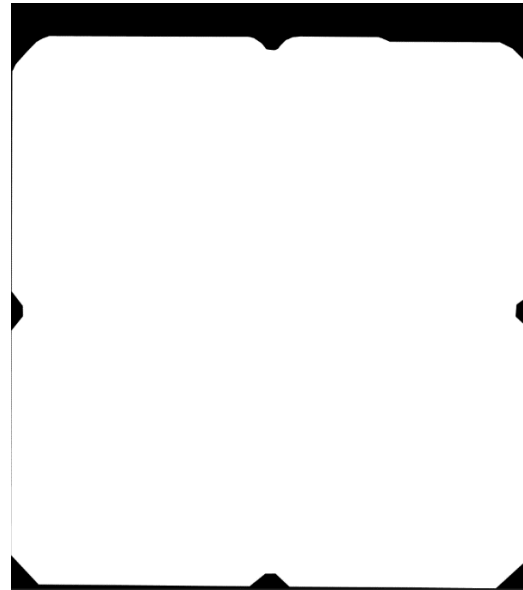


Obrázek 8 – Sken fotografie s ukázkou prachu a otisku prstu

z této sady vypadá takřka stejně, a program by ji považoval za společný prvek fotografií, podle něž by pak spojil všechny fotografie, což by nebylo v žádném případě správně.



Obrázek 9 – Sken leteckého snímku č. 127



Obrázek 10 – Maska pro analýzu v Agisoft Metashape

Masku bylo možné přesně použít pouze tehdy, pokud měly všechny snímky stejnou velikost (10200 * 11293 pixelů) a tudíž se i přístrojové lišty nacházely ve stejné oblasti snímku. V masce je černě vyznačena oblast, která bude z analýzy vynechána a bíle oblast, s níž se pracuje při propojování snímků a hledání jejich společných bodů.

Další neopomenutelnou operací před samotným spojováním snímků bylo otočení všech fotografií správným směrem. Protože letadlo snímá území letem po „esíčkovité“ dráze, je první řada snímků otočena o 180° od řady druhé a druhá opět o 180° od té třetí atd. To znamená, že přístrojová lišta je v jednom případě nahoře a ve druhém případě dole. Zároveň by úhel pootočení mezi snímky byl příliš velký, a tak by propojení probíhalo chybně. Z tohoto důvodu se musí aplikovat na každou řadu snímku maska obráceně.

Program Agisoft Metashape vyžaduje před procesem spojování několik parametrů, podle nichž bude postupovat. Většina z nich byla v této práci ponechána v původním nastavení. Prvním kritériem je kvalita propojení. Ta byla zvolena střední. Dále se program dotazuje, jestli má relativní vzájemnou polohu všech snímků určit sám (Estimated), ze souřadnic v metadatech fotografií (Source) anebo podle posloupnosti čísel v názvu souborů se

snímky (Sequential). Zvolena byla metoda Estimated, pro níž byly také dosaženy nejpřesnější výsledky propojení.

Za další se určí počet Key points (40 000) a Tie points (4 000).

Jednou z pokročilých možností je použití Guided image matching. To je možnost pro snímky s velmi vysokým rozlišením, asi přes 50 MPx. Vyhledává více detailních bodů než v případě jejího nevyužití.

V první fázi propojování leteckých snímků z výše popsané sady se nepodařilo získat úplně uspokojivý výstup. Propojeno bylo jen asi 35 snímků ze 48.

Aby se podařilo připojit i zbytek, byly téměř všechny nepřipojené snímky přesunuty do jiného pracovního pole (Chunk) a proces propojení proveden znova jen pro ně zvlášť. Propojit se je podařilo, neboť se jednalo o snímky, které na sebe všechny navazovaly. Není však jasné, proč se nenapojily k oněm zmíněným pětatřiceti snímkům hned v prvním pokusu.

Těchto dodatečně propojených 12 snímků se na konec podařilo připojit k dříve zmíněným 35 snímkům pomocí funkce Merge Chunks, v pozdějších krocích zpracování (viz dále).



Obrázek 11 – Husté bodové mračno ze snímků s nedostatečným překryvem

Každopádně ve výsledném řídkém bodovém mračnu, které je výstupem z propojování fotografií zůstaly prázdné mezery. Ty jsou podmíněny tím, že podélný a příčný překryv jednotlivých snímků se pohybuje kolem pouhých 20 %, ačkoliv by bylo potřebné dosahovat hodnot podélného překryvu alespoň 60 % a příčného překryvu od 20 do 40 %. Prázdné, oblasti odpovídají plochám, které jsou viditelné jen na jedné fotografii, což znamená, že neexistuje stereopár a software nemůže vypočítat polohu a výšku bodů, neboť každý objekt vidí pouze na jednom snímku.

3.2.3 Tvorba hustého bodového mračna (Dense cloud)

Pro obě pracovní pole (Chunks) bylo vytvořeno husté bodové mračno střední kvality, a to s vypnutým filtrováním (Depth filtering).

Aby byla tato dvě bodová mračna z rozdílných pracovních polí spojena v jedno, je potřeba v mračnech najít společné body. Na společné objekty při okrajích mračen byly

proto umístěny značky (Marker). Pomocí funkce Filter Photos by Markers se zobrazí snímky, na nichž je označený objekt viditelný a lze polohu značky dále zpřesnit.

Jakmile je to splněno, provede se funkce Align Chunks a po ní funkce Merge Chunks. Tím se hustá bodová mračna ze dvou pracovních polí spojí do jednoho.

3.2.4 Vlícování bodového mračna

Poté, co je husté bodové mračno hotové, je v něm tolik bodů, že je v nich možné nacházet konkrétní místa a objekty ze vstupních fotografií. Tého vlastnosti se využívá pro nalezení vlícovacích bodů, jejich zaznačení a použití pro georeferencování bodového mračna do souřadnicového systému.

V případě této práce byly použity vlícovací body, které byly s geodetickou přesností změřeny v roce 2019 právě pro účely zasazení výstupů z leteckého fotografování do souřadnicového systému. Tím je v tomto případě WGS 84 – UTM 33N.

Poté co je vlícovací bod zhruba nalezen v mračnu a označen tzv. markerem, lze si pomocí funkce programu Agisoft Metashape, nazvané Filter Photos by Markers zobrazit letecké snímky, z nichž bylo pro označené místo tvořeno bodové mračno. V těchto snímcích je zobrazen i vytvořený marker a lze s ním pohybovat tak, aby se podařilo ještě více zpřesnit umístění vlícovacího bodu na konkrétní objekt ve všech příslušných fotografiích.

Jakmile jsou všechny vlícovací body nalezeny, je nutné k nim připsat jejich souřadnice a nadmořskou výšku. To je možné v záložce Reference. Po vepsání souřadnic se bodové mračno přizpůsobí novým polohovým údajům.

Pokud je vlícovacích bodů nalezeno příliš málo nebo pokud se nachází přibližně v jedné přímce, může nastat situace, že oblasti, které neleží v blízkosti vlícovacích bodů budou zorientovány nepřesně. Např. jim bude přisouzena chybná nadmořská výška.

Zpřesnění je možné provést svépomocí za využití internetových mapových podkladů a nalezení zeměpisných souřadnic včetně výškových údajů pro další, improvizované, vlícovací body. Tyto body se musí opět najít v bodovém mračně, na příslušných fotografiích a opatřit souřadnicemi. Husté bodové mračno by po takovéto úpravě mělo být přesněji orientováno.

3.2.5 Tvorba digitálního modelu nadmořské výšky (DEM)

Jakmile je vlícování hotové, lze vytvořit DEM (Digital Elevation Model), který je vytvořen mimo jiné z údajů o vlícovacích bodech. DEM může posloužit pro zpětnou

kontrolu správného georeferencování. Pokud DEM vykazuje hodnoty, které hrubě neodpovídají nadmořským výškám vyskytujícím se ve zkoumané oblasti, přichází v úvahu další zpřesnění vlícování.

3.2.6 Tvorba ortofotomozaiky (Orthomosaic)

Je-li DEM dostatečně přesný, lze přistoupit k dalšímu kroku pracovního postupu v programu Agisoft Metashape. Tím je tvorba ortofotomozaiky. Program na základě všech dosud vyprodukovaných výstupů analýzy, jako jsou bodová mračna, DEM, vlícovací body aj. vytvoří ortofotomozaiku z fotografií, které do procesu vstoupily na samém začátku. Ve výsledku jsou tyto fotografie pospojovány a zasazeny do souřadnicového systému, takže výstup je podobný mapě z leteckých snímků.

3.2.7 Klasifikace pozemních bodů (Classify ground points)

Za účelem vylišení bodů, které v hustém bodovém mračnu reprezentují povrch Země a které reprezentují vegetaci či jiné vysoké objekty, se provádí klasifikace.

Ta probíhá do jisté míry automaticky a bez trénovacích dat, je ale třeba nastavit tři důležité parametry, kterými jsou –

- Max angle (°) – určuje úhel, který je maximálně přípustný pro polohu sousedního bodu povrchu od bodu představujícího taktéž povrch. Hodnota 15° má být použita pro rovinné terény, vyšší hodnota se nastavuje v kopcovitých oblastech.
- Max distance (m) – určuje maximální vzdálenost, na níž se smí bod povrchu Země vzdalovat od DEM.
- Cell size (m) – určuje velikost plochy buňky, která bude prohledávána pro nalezení bodu s nejnižší nadmořskou výškou v ní. Velikost by měla respektovat velikost největší plochy, na níž se nenachází viditelný bod povrchu Země, tzn. rozlehlé lesy, velké budovy aj. (52)

V případě této práce byly parametry určeny metodou pokus–omyl takto: max angle = 10°, max distance 2,5 m, Cell size 800 m.

Bohužel nelze s přesností klasifikovat všechna místa bodového mračna. V některých případech se například výška zemědělských polí a jejich porostu pohybuje více než 2,5 metrů od DEM, ale zároveň při nastavení vyšší přípustné výšky se klasifikují lesní kultury chybně jako povrch Země, a proto je nutné najít a zvolit kompromis.

Protože klasifikace nebo kterýkoliv z předchozích kroků pracovního postupu mohou být náročné na výpočetní kapacity počítače, je možno provést např. klasifikaci vždy pouze pro část bodového mračna. To se provede tak, že Chunk s úplným hustým bodovým mračnem je duplikován tolikrát, kolik má být dílčích částí a v každém takovémto pracovním poli se ponechá jen ta část hustého bodového mračna, která má být v dílčím kroku zpracována. Je potřebné, aby se kusy bodových mračen překrývaly, což umožní jejich opětovné propojení pomocí společných bodů, ale protože všechna duplikovaná pracovní pole obsahují stále řídké bodové mračno, markery aj., lze kusy hustých mračen navazovat přesně i bez překryvu.

Požadované klasifikace lze pomocí funkce Batch Process spouštět postupně a automatizovaně pro všechna pracovní pole.

Jakmile se klasifikace dokončí, mohou být všechny díly mračna sloučeny, což je ale také náročné na výpočetní techniku, ačkoliv o poznání méně.

Po sloučení výsledný Chunk obsahuje duplikáty snímků, markerů atd., pročež zabírá velké místo na úložišti počítače. Předejít tomu lze umístěním snímků v každém pracovním poli do složek, a to ještě před jejich spojením pomocí Merge Chunks.

Ve spojeném projektu se pak jednoduše smažou nadbytečné složky. Pokud by se to neprovedlo touto cestou, muselo by se pro odstranění přebytečných duplicit využít skriptu v jazyce Python nebo postupovat manuálně.

Manuální optimalizace klasifikace bodového mračna je v případě této práce na místě, neboť mnoho ploch, zejména polí, bylo chybně neklasifikováno jako půda, neboť v bodovém mračnu z takovýchto ploch vyčnívají body, které klasifikaci činí nepřesnou a při tvorbě DSM a DTM by vznikaly velké nepřesnosti.

3.2.8 Georeferencování s ortofotomozaikou z roku 2020

Ortofotomozaiku vzniklou výše popsáním postupem a mozaiku z jiného leteckého snímání, pro rok 2020, lze propojit v ArcMap 10.7.1 pomocí metody georeferencování (Georeferencing).

Při ní se určí shodné body na obou snímcích a snímek z roku 1999, který byl opatřen prozatímními souřadnicemi v systému WGS 84 – UTM 33N, se tím zasadí do stejného souřadnicového systému, kterým je opatřen snímek z roku 2020, tedy S-JTSK Krovak East-North.

Program automaticky přetransformuje snímek z roku 1999 tak, aby prostorově co nejlépe odpovídal tomu z roku 2020, což vede k snadnému určování stejných míst na obou ortofotomozikách.

Poté, co je hotové georeferencování ortofotomozaik, přistoupí se na georeferencování DTM a poté DSM.

Tyto výškové modely vzniknou na základě klasifikace bodového mračka na body představující terén a ostatní. Z bodů terénu a jejich interpolace vznikne DEM, odpovídající DTM, a ze všech bodů společně vznikne DSM. Pro tvorbu DSM se interpolace nepoužije, protože by byla nepřesná a takováto data by zkreslovala výsledky dalších analýz výšek lesních porostů.

U DTM se interpolace použije proto, že pro tvorbu CHM je nutné alespoň odhadnout, jak vypadá terén pod vegetací pro úspěšné vytvoření zcela fotogrammetrického CHM.

V případě georeferencování DTM a ortofotomozaiky z roku 1999 v programu ArcMap 10.7.1 není postup nijak složitý, neboť obě tyto vrstvy mají díky proběhlé interpolaci shodný tvar i okraje, takže podle jejich hran a rohů se dají snadno slícovat.

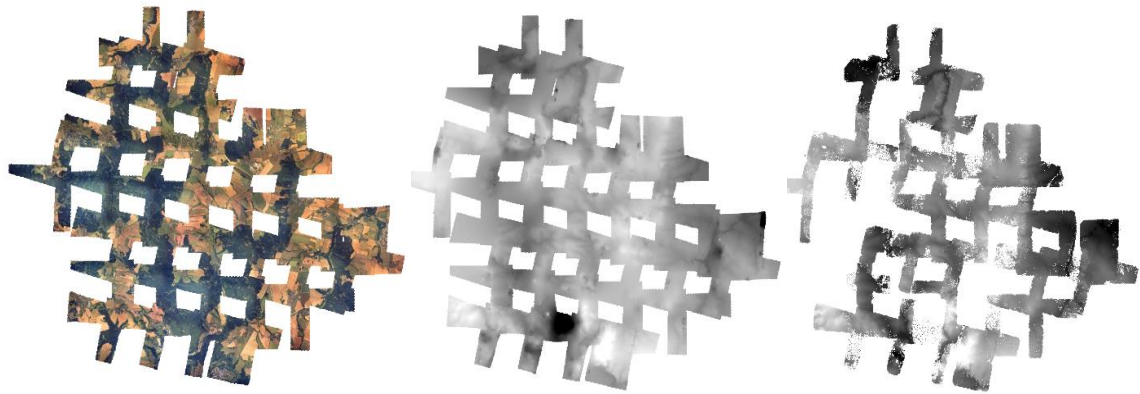
Problematické je slícování DSM, neboť u něj interpolace neproběhla, a tak se hrany neshodují. Musí se tedy hledat společné objekty, a to může být poměrně komplikované i nepřesné.

Pro úspěšné georeferencování stačí v programu ArcMap 10.7.1. přesně určit zhruba 5 společných bodů po celém území.

Alternativní metodou, kterou lze použít pouze, pokud je znám souřadnicový systém georeferencované vrstvy, je využití nástroje Project Raster, který provede transformaci mezi dvěma souřadnicovými systémy. To je v případě této práce možné, neboť vstupní vrstvy byly opatřeny vlíčovacími body v systému WGS 1984 – UTM Zone 33N. To znamená, že všechny modely vzniklé v Agisoft Metashape je možno pomocí Project Raster v ArcMap 10.7.1 přetransformovat do S-JTSK Krovak East-North, bez nutnosti manuálního vybírání společných bodů a tím pádem snad i přesněji.

Rozdíl mezi ručně georeferencovanou a automaticky transformovanou vrstvou je patrný zejména v oblastech, kde při georeferencování nebyly umístěny body. Proto se jeví jako přesnější použití funkce Project Raster, ale ani zde nelze očekávat naprosto přesné slícování.

Je-li tento postup hotový, lze přistoupit k tvorbě samotného CHM.



Obrázek 12 – Fotogrammetrické modely (1999), zleva: Ortofotomozaika, DMT (interpolovaný), DSM (bez interpolace)

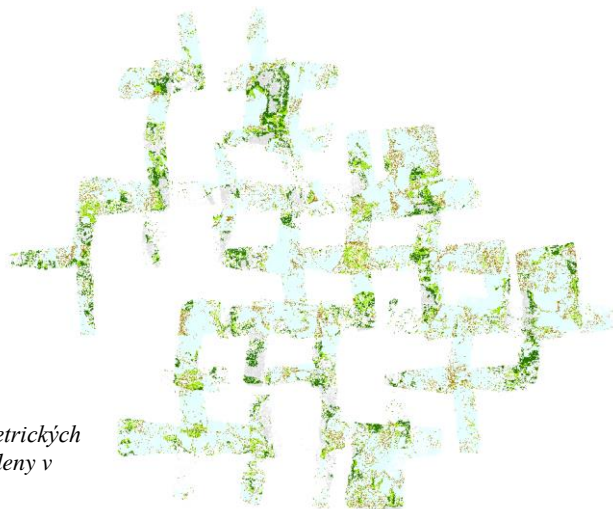
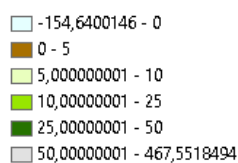
3.2.9 Tvorba CHM pro rok 1999

CHM je výsledkem odečtení DTM od DSM. To znamená, že od výšky nejvyšších bodů v bodovém mračnu, které představují např. stromy a budovy, se odečte výška bodů představujících terén. Výsledkem je rastrový model, který zobrazuje výsledek tohoto procesu jednou hodnotou výšky pro každý společný pixel.

Postupovat lze buď vytvořením DTM i DSM fotogrammetricky, nebo využít DTM vytvořeného z laserových snímaní.

3.2.9.1 CHM z fotogrammetrických dat

Modely DSM a DTM pro rok 1999, vytvořené v programu Agisoft Metashape, byly vloženy do programu ArcMap 10.7.1 a v něm, pomocí nástroje Raster Calculator, odečteny podle výše popsaných pravidel. Tedy DSM-DTM. Tím vznikla vrstva odpovídající CHM.



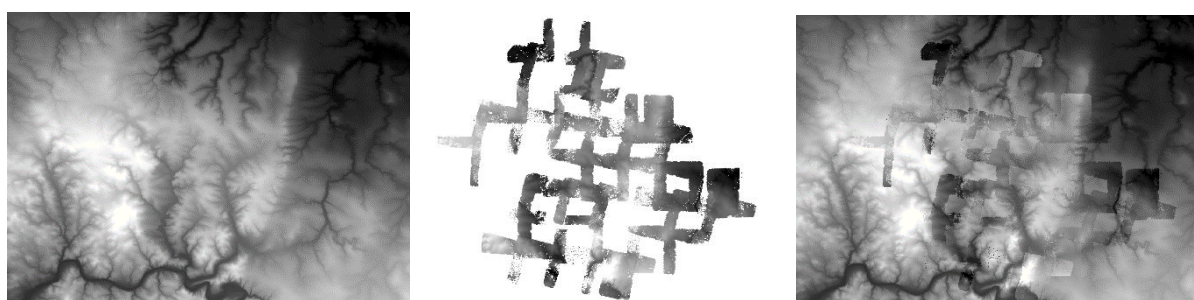
Obrázek 13 – CHM vzniklý z fotogrammetrických dat z roku 1999, hodnoty barev jsou uvedeny v metrech

Dá se předpokládat, že výsledek tohoto modelu by neměl být tak přesný jako výsledek z kombinace foto-laser, neboť v přístupu foto-foto nelze zcela správně odhadnout průběh terénu pod vegetací, a tak je fotogrammetrický DTM v některých svých částech nepřesný.

3.2.9.2 CHM z kombinace fotogrammetrických a laserových dat

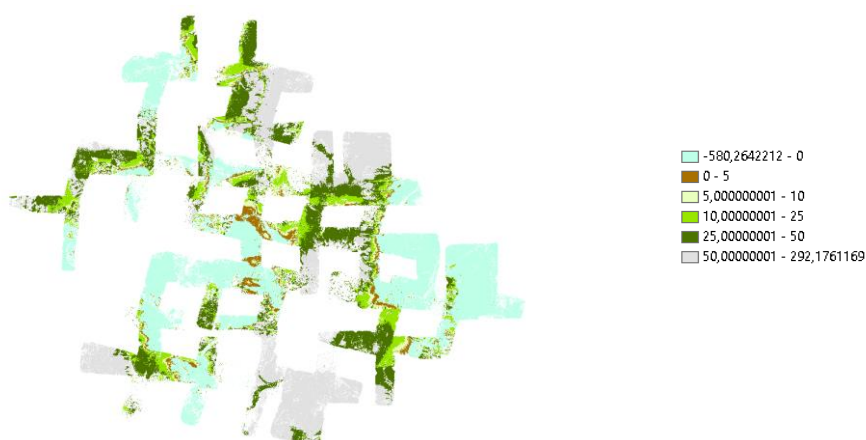
Pro účely tohoto postupu je použit tentýž DSM jako v předchozí popsané metodě, jen vzniká nutnost DSM georeferencovat s laserovým DTM.

Laserový DTM lze získat jako rastrovou vrstvu z dat ČUZK ve formě DMR 5. generace. Je-li georeferencování, popř. geografická transformace hotova, provede se opět rozdíl DSM-DTM (DMR).



Obrázek 14 – Zleva: **DMR 5. generace** (ČUZK); **DSM – fotogrammetrický** (1999); **DMR 5 g. slícovaný s DSM** (1999)

Od výsledku by se dalo předpokládat, že bude přesnější než v předchozím popsaném případě, neboť laserové snímání dokáže odhalit sebemenší terénní nerovnosti pod povrchem vegetace. Na neštěstí se to ale v tomto případě neprokázalo. To bude zřejmě způsobeno nepřesnostmi v DSM vzniklém fotogrammetricky z nedostatečného počtu snímků, navzdory tomu, že do modelu bylo umístěno mnoho vličovacích bodů s přesnými XYZ souřadnicemi.



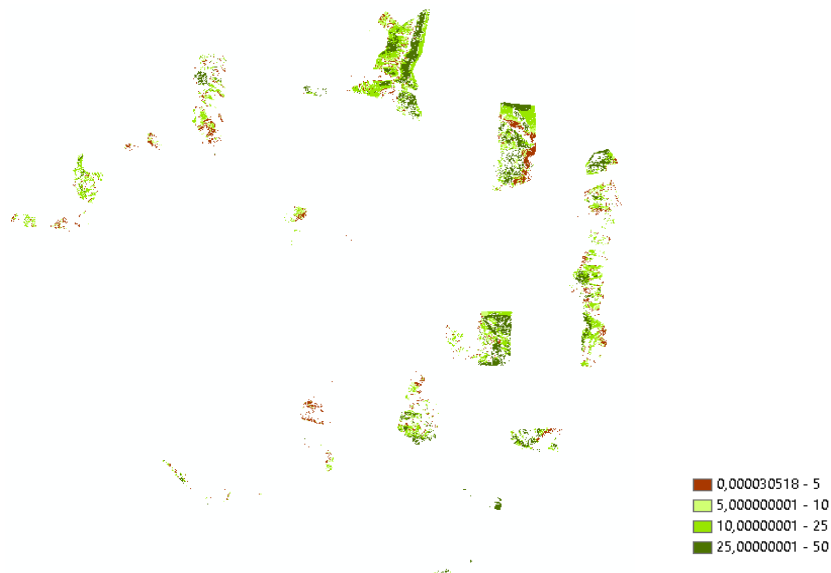
Obrázek 15 – **CHM z kombinace fotogrammetrických a laserových dat** (DMR 5. g.), **Hodnoty barev odpovídají metrům**

Tentýž postup byl proveden i za využití DTM z roku 2020.

Stejně jako v případě DMR lze předpokládat, že terén na území ŠLP se od roku 1999 do roku 2020 nijak zásadně nezměnil, a proto je použití zmíněných DTM možné, bez zásadního vlivu na přesnost výsledného CHM

Protože byl tento pokus proveden zpětně, z dat získaných na základě polygonů popsanych v následující kapitole 3.2.10.1, jsou použita jenom data o rozsahu oněch polygonů.

Výsledný CHM je podstatně řidší a prázdnější než CHM, vytvořený na základě fotogrammetrického DTM a DSM z roku 1999. Jím znázorněné výšky po odstranění nereálných hodnot se povětšinou pohybují v rozmezí skutečně dosažitelných hodnot i v porovnání s ortofotomozaikou. Otázkou tedy je, jaký je rozdíl mezi tímto modelem a modelem vzniklým čistě z fotogrammetrie.



Obrázek 16 – CHM vzniklý z DSM 1999 a DTM 2020, hodnoty barev odpovídají metrům

3.2.10 Vyhledání změn ve výšce porostů napříč časem pomocí materiálů DPZ

Jedním z nejvýznamnějších úkolů této práce je porovnání vývoje výšek porostů napříč časem pomocí materiálů DPZ. Způsoby, kterými tento úkol lze splnit a jaké byly použity v této práci budou popsány v rámci této kapitoly.

3.2.10.1 Volba ověřovaných území

Protože se na části CHM z roku 1999 vyskytují zjevně nesprávná data (např. velké záporné hodnoty v CHM), budou tyto oblasti z dalšího porovnání vynechány. Zpracovávat se pak budou jen lesní oblasti, které vykazují reálně dosažitelné hodnoty výšky porostu v CHM, za porovnání s ortofotomozaikou.

Pro dosažení tohoto výběru se v programu ArcMap 10.7.1 vytvoří polygony ohraničující zájmové oblasti. Těmi jsou lokality na CHM, které odpovídají víceméně reálně dosažitelným hodnotám výšky. Protože CHM představuje výšku korunového zápoje, popř. budov, nemůže dosahovat v lesích ŠLP výšek menších než nula a větších než cca 55 metrů.

Podle tvarů těchto polygonů se oříznou modely CHM z let 1999, 2019 a 2020, eventuálně DTM a DSM, které budou vstupovat do dalších kroků práce.



Obrázek 17 – CHM z fotogrammetrických dat s béžovými polygony, značícími území vhodná k dalšímu zpracování.

3.2.10.2 Porovnání CHM z let 1999 a 2020

V tomto kroku bude pro popis postupu práce s modely při jejich vyhodnocování použit CHM 1999, vzniklý dříve popsaným postupem, a CHM 2020 z dat LiDAR, který byl poskytnut Katedrou hospodářské úpravy lesů při ČZU. Ten vznikl na základě vlastního laserového modelu terénu i laserového modelu povrchu, a proto je možno jej považovat za přesný.

Na základě polygonů, vytvořených v předchozím kroku, se pomocí funkce Clip (Data Management) v programu ArcMap 10.7.1 ořízne CHM 2020, čímž pro každý polygon vznikne příslušný výřez z CHM 2020.

Poté se obdobným způsobem zpracuje i CHM z roku 1999.

To může být oříznuto buď podle stejných polygonů jako CHM 2020, nebo již vyříznutými částmi CHM 2020.

Protože CHM 1999 svým plošným rozsahem přesahuje velikost CHM 2020, bylo by vhodnější použít právě vyříznutých částí CHM 2020, neboť ručně vytvořené polygony zájmových území, v některých případech, nespádají do území zahrnutého v CHM 2020, pročež by se později pracovalo se zbytečnými částmi CHM 1999.

Výřezy z CHM 2020 i z CHM 1999 je pro snazší práci možno spojit do jedné rastrové vrstvy pomocí nástroje Mosaic To New Raster.

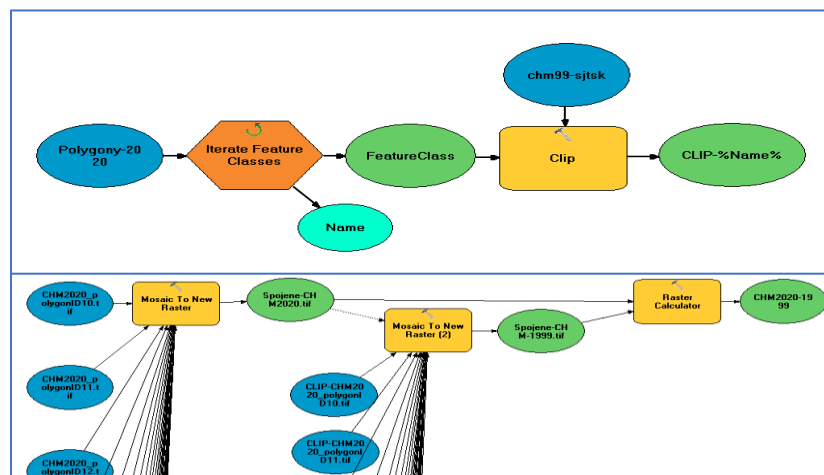
Je-li i tento postup hotový, přistoupí se k porovnání rozdílů v obou modelech.

Modely se porovnají pomocí nástroje Raster Calculator, do nějž se zadá vzorec pro rozdíl CHM 2020-CHM 1999 a vznikne nová rastrová vrstva, znázorňující výsledek.

To znamená, že oblasti, v nichž se výška mezi obdobími zvýšila bude zobrazena kladnými hodnotami, snížení naopak zápornými hodnotami.

Pro značné nedostatky modelu z roku 1999 lze očekávat, že bude na části zájmových území nabývat výrazně záporných či kladných hodnot, nebo míst bez hodnot (Null).

Celý výše popsáný postup lze provést ve dvou krocích pomocí funkce Model Builder v ArcMap 10.7.1 nebo manuálně. Využití aplikace Model Builder umožní provést více operací pro jeden nebo více polygonů naráz. Použitý model v této funkci může vypadat např. jako na obrázku 18.



Obrázek 18 – Postup hromadného zpracování polygonů v Model Builder. Nahoře první krok, dole druhý krok.

Stejných výsledků, jako postupem znázorněném v obrázku 18, se dá dosáhnout i tak, že se funkce Mosaic To Raster použije již v prvním kroku a spojenými polygony se aplikuje funkce Clip na CHM 1999.

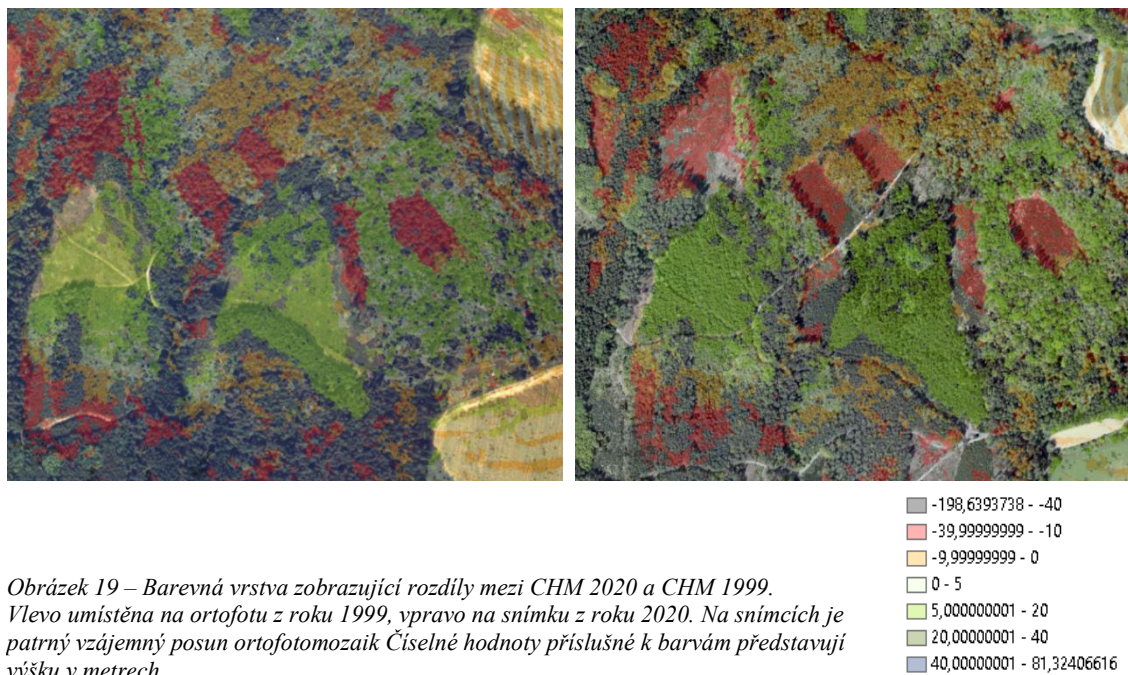
Poté už se nemusí provádět spojování rastrů jako ve druhém kroku v Model Builder a rovnou se provede odečtení obou CHM od sebe, pomocí Raster Calculator.

Obdobným způsobem jako pro CHM 1999 a 2020 lze porovnávat tyto modely i s CHM z roku 2019, leč očekávat lze, že mezi lety 2019 a 2020 nebude velký rozdíl.

Nutným předpokladem je, aby veškerá vstupní data byla ve stejném souřadnicovém systému. Tím je v případě této práce S-JTSK Krovak East – North. V jiném případě by se stejné objekty na snímcích, resp. modelech nepřekrývaly a výsledky výpočtů by byly nesprávné.

Přestože je u všech vrstev použit tentýž souřadnicový systém, lze pozorovat drobné nesrovnalosti mezi modely i ortofotomozaikami. Míra těchto nepřesností se ale liší napříč jejich různými částmi, což prakticky znamená např. to, že modely líčují bezchybně ve svém středu, ale u okrajů se odchylky zvětšují.

Výsledkem celého procesu je nový model, podobný tomu, jehož část je zobrazena na obrázku 19.



Obrázek 19 – Barevná vrstva zobrazující rozdíly mezi CHM 2020 a CHM 1999. Vlevo umístěna na ortofotu z roku 1999, vpravo na snímku z roku 2020. Na snímcích je patrný vzájemný posun ortofotomozaik. Číselné hodnoty příslušné k barvám představují výšku v metrech.

3.2.10.3 Průměrný přírůst v jednotlivých porostních skupinách

Protože samotný CHM obsahuje mnoho pixelů s rozmanitými hodnotami o změnách výšky napříč časem, je poměrně nevhodný k tomu, aby byly kvantitativně popsány výsledky, které znázorňuje. Proto se provede výpočet průměru hodnot pixelů, které připadají na stejnou plošnou jednotku. Pro tento účel byly zvoleny za prostorové jednotky porostní skupiny podle LHP 2011.

V prvním kroku byly z rastru rozdílu CHM 2020-CHM 1999 odstraněny zjevně nesprávné hodnoty.

Ponechány byly pouze rozdíly menší než 40 metrů a zároveň větší než -40 metrů. Ostatní hodnoty byly přepsány prázdnou hodnotou pomocí nástroje Raster Calculator a jeho funkce SetNull v ArcMap 10.7.1.

Dále byla upravena vrstva LHP, definující prostorové prvky, pro něž se počítají změny výšek. Proběhlo její oříznutí pomocí polygonů popsanych v kapitole 3.2.10.1, ohraničujících části CHM 1999, vykazující reálně dosažitelné hodnoty.

Tím se předešlo nadbytečným výpočtům v prázdných nebo viditelně nesprávných oblastech modelu, podobně, jako v případě výpočtu CHM 2020-CHM 1999.

Protože bude počítán průměrný přírůst pro každou ponechanou porostní skupinu, musí být ve vrstvě s LHP vytvořen sloupec atributové tabulky, který uvádí přesnou lesnickou adresu každé této JPRL.

To se provede pomocí možností Add Field a Field Calculator. Protože atributová tabulka LHP obsahuje sloupce s označením JPRL, není vytvoření lesnické adresy, jakožto unikátního identifikátoru porostní skupiny složité a provede se podle tohoto vzorce: ([ODD] & [DIL] & [POR] & [PSK]).

Obdobně by se k identifikaci porostních skupin dal použít kód JPRL, který je v LHP 2011 uveden, ale chybí u všech porostních skupin nultého věkového stupně.

Za další se provede výpočet průměrných změn výšek mezi dvěma CHM pomocí nástroje Zonal Statistics, kde se zvolí výpočet MEAN, tedy průměru hodnot pixelů v každé plošné jednotce určené vrstvou LHP. Tento nástroj vytvoří pouze novou rastrovou vrstvu.

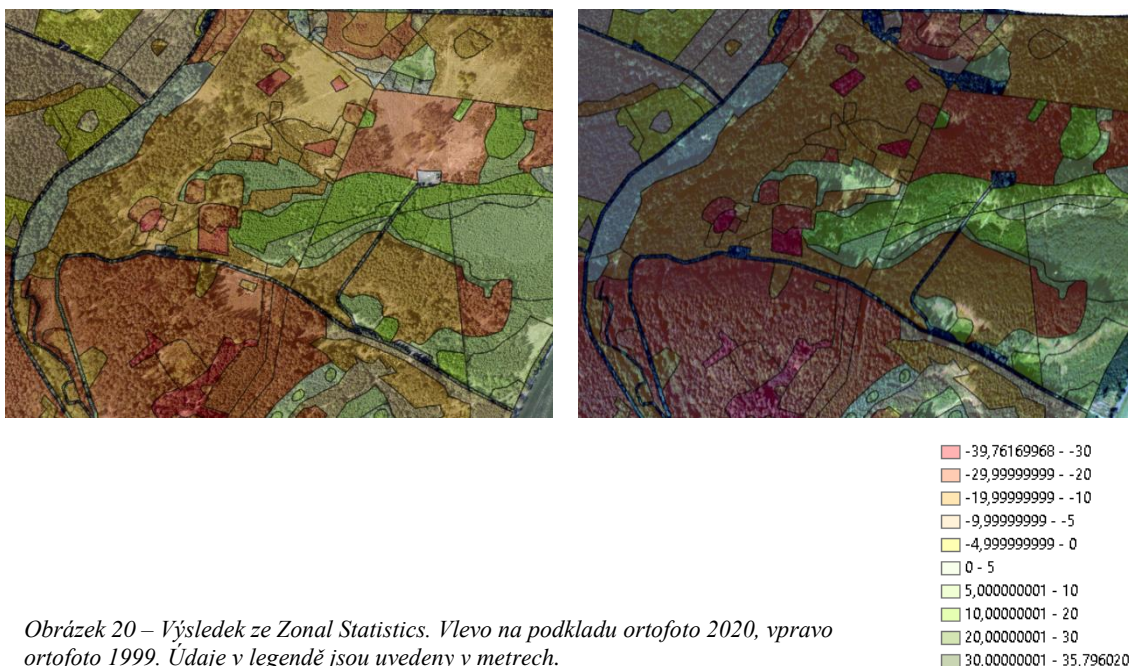
Aby se získaly detailnější, nejen obrazové, ale i statistické údaje o změnách výšek porostních skupin, provede se následovně také zpracování pomocí nástroje Zonal

Statistics as Table, kde se zvolí výpočet všech dostupných statistických údajů, ačkoliv pro účely této práce by postačil i výpočet samotných průměrů.

Výstupem tohoto nástroje je samotná tabulka, bez jakýchkoliv obrazových prvků.

Pro propojení výsledku tohoto procesu s mapou lze použít funkci Join nebo Relate, kdy se propojí výstupní tabulka ze Zonal Statistics as Table s oříznutým LHP 2011, a tak lze údaje o konkrétní porostní skupině vybrané na mapě zvýraznit i ve zmíněné tabulce či naopak.

Tabulka s výsledky ze Zonal Statistics as Table je k vidění v příloze 1.



Obrázek 20 – Výsledek ze Zonal Statistics. Vlevo na podkladu ortofoto 2020, vpravo ortofoto 1999. Údaje v legendě jsou uvedeny v metrech.

3.2.10.4 Porovnání dalších CHM s CHM 1999

Protože je cílem této práce porovnat údaje z fotogrammetrického CHM z roku 1999 s fotogrammetrickými a laserovými CHM z let 2019 a 2020, bude nutno provést celý dříve popsany postup v programu ArcMap 10.7.1 analogicky i pro porovnání CHM 1999 s fotogrammetrickým CHM 2020, fotogrammetrickým CHM 2019 a laserovým CHM 2019. Na porovnání s laserovým CHM 2020 byl popsán celý pracovní postup v předchozích kapitolách.

Jediné rozdíly, které byly oproti popsanému postupu učiněny jsou v transformaci souřadnicových systémů, kdy některé z modelů či vstupních dat pro jejich vytvoření byly poskytnuty v souřadnicových systémech ETRS 1989 – UTM 33N, nebo WGS 84 – UTM

33N, protože musely být z tohoto systému převedeny pomocí nástroje Project Raster na souřadnicový systém S-JTSK Krovak East–North.

Další odlišností je, že podklady pro fotogrammetrické modely CHM 2019 a 2020 byly poskytnuty ve formě příslušných DSM a jednoho společného DTM. Tyto podklady od sebe musely být odečteny obdobně jako v případě tvorby CHM 1999.

3.2.11 Výpočet výšky porostu v daném roce pomocí materiálů DPZ

Protože výškový přírůst porostu lze vypočítat jak porovnáním CHM ze dvou let, tak z rozdílu výšek porostů vypočtených pro dvě období, bude v následujících kapitolách popsán proces výpočtu výšky lesního porostu v jednotlivých porostních skupinách z CHM. Tyto výšky dále poslouží k výpočtu změn výšek a výstup bude porovnán s metodou popsanou v předešlých kapitolách.

Účelem této části práce je porovnat případné rozdíly mezi výpočtem výškového přírůstu přímo z porovnání dvou CHM s přírůsty z rozdílu výšek porostů, taktéž získaných z CHM.

3.2.11.1 Výběr porovnávaných JPRL pro výpočet výšky porostu

Proto, aby toto porovnání mohlo vzniknout, byly z LHP 2011 vyjmuty všechny porostní skupiny, které spadají do oblastí vytvořených v kapitole 3.2.10.1 a zároveň pro ně existují údaje z CHM 1999 i jiného CHM, např. fotogrammetrického CHM 2020.

To proto, že CHM 1999 má největší prostory bez dat, a přestože v CHM z jiných let data jsou, nebylo by možné je porovnat s CHM 1999.

Společné prvky se zmíněným CHM 2020 jsou požadovány proto, aby bylo zamezeno ponechání nadbytečných porostních skupin, které by ale z důvodu absence dat nebyly vypovídající pro další výsledky.

Zůstat tedy mají pouze porostní skupiny, pro něž budou dostupná data ideálně ze všech dostupných materiálů.

Tohoto výběru se dosáhne tak, že se podle zmíněných obrysů zájmových oblastí ořízne vrstva obsahující LHP 2011. U té je žádoucí provést dále funkci Dissolve, aby se v atributové tabulce všechny porostní skupiny se stejným názvem spojily do jediného záznamu.

Poté se provede funkce Join tables a na základě lesnické adresy se vrstva LHP propojí s libovolnou tabulkou, která vznikla při výpočtu rozdílů CHM v minulých kapitolách za pomoci nástroje Zonal Statistics as Table a byl pro její vznik použit jak CHM 1999 tak např. fotogrammetrický CHM 2020.

Při provedení Join Tables se zvolí možnost pro ponechání pouze těch prvků, které jsou společné oběma spojovaným tabulkám, tedy JPRL, obsažených v obou vrstvách. Tím se vyfiltrují ty porostní skupiny, pro něž neexistují data ani v CHM 1999 ani CHM 2020 (foto) a v Zonal Statistics as Table tedy byly přeskočeny.

Po úspěšném Join tables zůstalo v tomto případě 2133 polygonů, které obsahují data ze Zonal Statistics as Table.

Výběrem všech prvků v této tabulce, vzniklé propojením, a použitím funkce Create Layer From Selected Features se vytvoří nová vrstva, která už není propojením dvou tabulek, nýbrž jednou samostatnou tabulkou, obsahující ale tatáž data.

Pomocí nástroje Table to Excel (Conversion) se tabulka této nově vzniklé vrstvy vyexportuje do nové excelové tabulky.

Tímto postupem byla získána označení porostních skupin, pro něž bude možno vytvořit porovnání výšek a jejich změn napříč časem.

Tato označení budou využita pro přehledné uspořádání dat v tabulce s výsledky.

3.2.11.2 Výpočet výšky porostní skupiny v daném období z CHM

Výpočet výšky porostu v porostní skupině se principiálně příliš neliší od výpočtu průměrných hodnot změn výšky popsanych v předešlých kapitolách, ba je dokonce o něco jednodušší.

Příklad výpočtu výšky z CHM bude proveden na CHM 1999.

Vstupní CHM, který vznikl v dřívějších krocích bude upraven tak, aby obsahoval pouze reálné údaje. Protože výška porostu nemůže být menší než 0 metrů a pravděpodobně ani vyšší než 55 metrů, budou z CHM odstraněny všechny hodnoty, nespádající do tohoto intervalu. To se učiní pomocí Raster Calculator a příkazu SetNull.

Dále se pomocí funkcí Zonal Statistics a Zonal Statistics As Table vypočítají průměrné výšky bodového mračna v každé porostní skupině. Ty budou definovány vrstvou, která vznikla po Join Tables a Create Layer From Selected Features (kapitola 3.2.11.1).

Výstupem z této fáze je tabulka obsahující údaj o průměrné výšce porostu v příslušném období. Celkem je tento údaj vypočten pro 2133 porostních skupin.

Aby byly tyto vypočtené údaje přehledněji uspořádány, převedou se do MS Excel, kde se snadno přiřadí hodnoty výšek z různých roků do stejného řádku označeného lesnickou adresou příslušné porostní skupiny a mohou být porovnávány. Právě pro tento účel vznikla tabulka popsaná v předchozí kapitole.

Přiřazení údajů k porostní skupině v MS Excel lze udělat za pomoci funkce SVYHLEDAT. Tato funkce nalezne požadovanou adresu porostní skupiny a vypíše k ní příslušnou hodnotu ze sloupce s výškami. Adresy, pro které nebudou nalezeny příslušné výškové údaje, budou opatřeny prázdným políčkem za využití funkce IFERROR, aby nevnašely další chyby do navazujících výpočtů.

3.2.11.3 Výpočet výšky porostní skupiny v daném období z LHP

Jedním ze zdrojů dat nejen o výškách lesních porostů ve Školním lesním podniku je i LHP z roku 2011. Protože se jedná o vektorovou, nikoliv rastrovou, vrstvu s přidruženou tabulkou obsahující údaje o porostech, bude postup extrakce dat o výškách odlišný než v předchozích případech.

V přidružené tabulce existuje v četných případech více řádků záznamů ke každé porostní skupině, neboť každá zastoupená dřevina v jedné porostní skupině má svůj vlastní řádek. Proto, má-li být vypočtena výška, je nasnadě vypočítat výšku na základě váženého průměru, kde vahou k výšce je zastoupení dřeviny v porostní skupině.

Tyto výpočty lze nejlépe provést v MS Excel, pročez se opět pomocí nástroje Table to Excel exportuje tabulka LHP 2011 z ArcMap 10.7.1 do formátu .xls, editovatelného v MS Excel.

Tam se vážený průměr vypočítá následujícím způsobem. Nejdříve se provede součin zastoupení a výšky pro každý řádek tabulky a poté se provede, pomocí funkce SUMIF, součet všech součinů, příslušných ke stanovené lesnické adrese. Výsledek této funkce SUMIF se musí vydělit součtem vah, tedy součtem zastoupení dřevin. Ten lze pro každou porostní skupinu zvlášť vypočítat opět pomocí funkce SUMIF. V jednoetážových porostech, kterých je naprostá většina, je součet vah čili zastoupení roven 100, ve dvouetážových porostech pak 200.

Výsledným číslem je výška porostu spočtená jako vážený průměr, což je rozhodně přesnější a vhodnější než prostý průměr nebo než určení výšky porostu pomocí maximální výšky uvedené v tabulce pro porostní skupinu.

Protože tento postup za sebou nechává velké množství duplicit, je vhodné je odstranit.

Výšky pro konkrétní porostní skupiny se vypíší snadno pomocí funkce SVYHLEDAT.

Tabulku se spočtenými výškami lze pomocí funkce programu ArcMap 10.7.1 Excel to Table opět převést zpět do ArcMap a propojit s prostorovými daty.

3.2.11.4 Změny výšek porostů napříč časem

Změna výšek mezi jednotlivými obdobími, pro něž jsou dostupná data o výškách, ať už z materiálů DPZ nebo LHP, bude vypočtena v MS Excel prostým rozdílem výšek konkrétní porostní skupiny.

Pro každou, ze zhruba 2100 porostních skupin by tedy měla vzniknout jakási časová řada, zobrazující výškový vývoj porostu napříč časem.

Dá se očekávat, že z takovýchto dat budou zřetelné holoseče, ale mohou se projevit i maloplošné či výběrné těžební zásahy, které snižují vypočtenou průměrnou hodnotu výšky porostní skupiny.

Na neštěstí se ale vlivem nepřesnosti CHM 1999 mohou jevit některé změny ve výškách porostů chybně a v rámci této práce nebude dále vyhodnocováno, je-li změna ve výšce porostu skutečná či nikoliv.

Protože změny výšek mezi obdobími jsou nyní vypočteny dvěma způsoby, bude možné provést porovnání toho, jaké výsledky vykazuje metoda výpočtu výšek z vícera CHM s následným vzájemným odečtením těchto výšek a jaké výsledky vykazuje metoda výpočtu průměrné změny výšky pro každou porostní skupinu po vzájemném porovnání dvou CHM (dále uváděno jako metoda Zonal Statistics).

Tabulka s výstupy z obou těchto zmíněných postupů je k nalezení v příloze 1.

3.2.12 Porovnání přesnosti fotogrammetrických vůči laserovým datům

Pro roky 2019 a 2020 jsou k dispozici dva typy dat, laserová a fotogrammetrická. Modely z laserového měření jsou obecně přesnější, a proto bude zjišťováno, o kolik se odchyľují od dat fotogrammetrických a má-li na míru odchylky vliv to, jaký porost, z hlediska zastoupených dřevin, byl snímán.

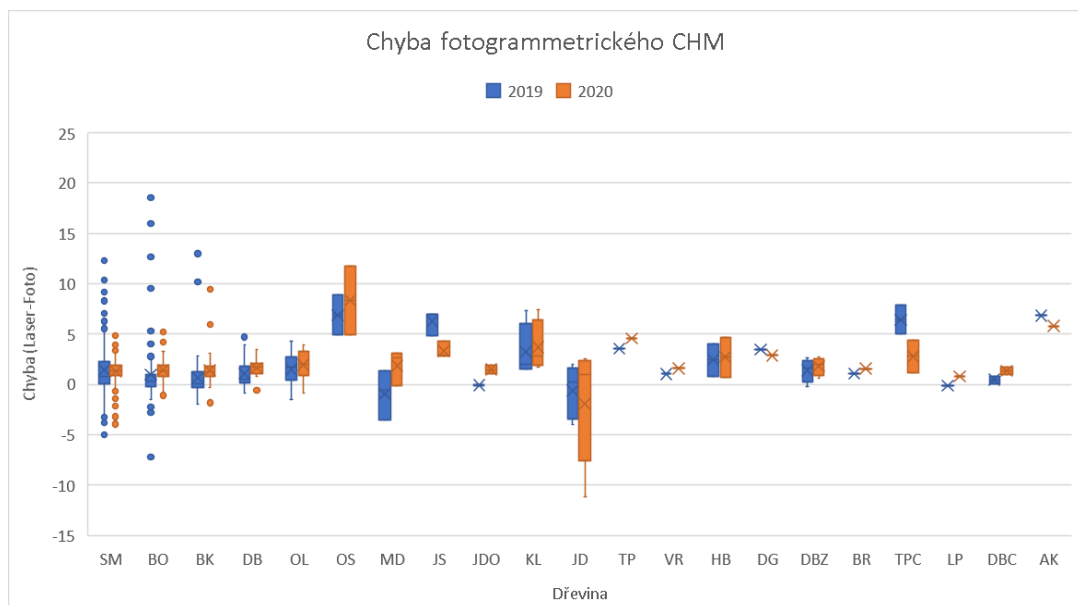
Zjištění rozdílu mezi dvěma zmíněnými soubory dat, tedy laserovými a fotogrammetrickými, lze velmi jednoduše zjistit odečtením výšky zjištěné fotogrammetricky od výšky zjištěné laserovým snímáním. Totéž lze provést pro rok 2019 i 2020.

Protože hodnoty rozdílů, stejně jako výšky jsou přiřazeny přímo ke konkrétní JPRL, lze z tabulky LHP dohledat, jaké dřeviny jsou v dané porostní skupině zastoupeny.

Jako nejjednodušší řešení se nabízí nalézt všechny porostní skupiny, které jsou obsazeny pouze jednou dřevinou, což umožní bez pochyb přiřadit chybu k jedné konkrétní dřevině.

Z grafu obsahujícího všechny hodnoty chyb přiřazené ke konkrétní dřevině lze poté vyčíst, není-li na dřevinu vázán nějaký trend velikosti chyby, např. nejsou-li výšky listnatých dřevin při fotogrametrii podhodnocovány nebo nadhodnocovány oproti laserovému snímáním.

Porostů se zastoupením jen jedné dřeviny bylo na zkoumaných územích nalezeno 580 a to, jakým způsobem se u nich projevuje rozdíl mezi fotogrammetrickým a laserovým snímáním lze nalézt v grafu 1.



Graf 1 – Rozdíl chyb mezi fotogrammetricky a laserově zjištěnou výškou vztahovaný k jednotlivým dřevinám.

3.2.13 Porovnání přesnosti digitálních modelů terénu

Pro znázornění toho, jakých chyb mohou, v závislosti na použitém modelu terénu, dosahovat výsledky výpočtů výšek a jejich změn, budou v této kapitole popsány rozdíly, které vzájemně vykazují jednotlivé DTM.

Protože v rámci této práce byly použity tři modely terénu – fotogrammetrický DTM z roku 1999, laserový DTM z roku 2020 a DMR 5. generace od ČUZK, budou právě na nich popsány vlivy, které může jejich použití mít na zpracování dat z DPZ.

3.2.13.1 Použité části DTM

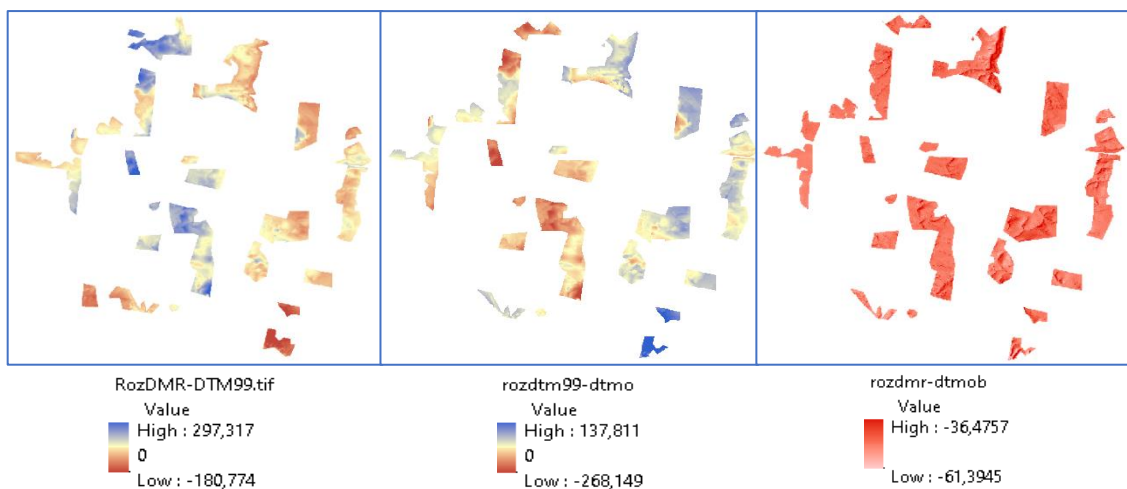
Ze všech tří zmíněných DTM byly ponechány pouze ty oblasti, které byly zpracovávány v ostatních krocích této práce, čehož bylo dosaženo pomocí nástroje Clip (Data Management) a vrstvy polygonů, představujících zájmové oblasti.

3.2.13.2 Rozdíly v DTM

Pomocí nástroje Raster Calculator se provedly výpočty DTM 1999-DTM 2020, DMR-DTM 2020 a DMR-DTM 1999.

Z výsledných rastrů a jejich legendy (viz obrázek 21) lze vyčíst, jakou měrou se od sebe modely liší.

Ze dvou obrázků vlevo lze vyčíst, že všechny žlutě znázorněné plochy jsou v modelech opatřeny stejnými výškami.



Obrázek 21 – Rozdíly v DTM, zleva: DMR-DTM99; DTM99-DTM20; DMR-DTM20

Nejzajímavějším pro účely této práce je zejména prostřední obrázek, z něž je patrné, že v modrých oblastech DTM 99 nabývá vyšších hodnot než DTM 20, v červených naopak nižších hodnot.

U DTM 99 nešla a ani nelze očekávat vysoká přesnost, neboť jde o fotogrammetrický model, který má v porovnání s laserovým DTM 20 příliš málo vstupních údajů pro přesné vybudování spolehlivého modelu terénu. Zároveň také DTM 99 vznikl z malého počtu snímků, a proto v něm vznikají velké chyby i z důvodu zhoršeného propojení snímků.

Při porovnání DMR a laserového DTM 20 se dojde ke zjištění, že DMR nabývá defacto po celém území hodnot o cca 45 metrů nižších, než DTM 20. Jedná se o systematickou chybu, která by mohla být pomocí Raster Calculator snadno odstraněna. Její příčina ale není jasná.

Protože se všechny modely nacházejí ve stejném souřadnicovém systému (S-JTSK Krovak East – North), je tato systematická chyba, mezi DMR a DTM 20, překvapivá.

3.3 Výsledky zpracování dat z DPZ

Protože výstupů v programech Agisoft Metashape a ArcMap 10.7.1 vzniklo v souvislosti s touto prací mnoho, je nasnadě alespoň slovně popsat výsledky zpracování různých sad dat ve zmíněných počítačových programech.

Některé skutečnosti ze zpracování dat nelze zcela objektivně vyjádřit číselně, a proto musí v oněch případech postačit alespoň kvalitativní popis výsledků.

3.3.1 Modely z dat pro rok 1999

Modely reprezentující stav lesů v ŠLP v roce 1999 jsou v této práci porovnávány s ostatními zdroji, zejména jinými modely a údaji z LHP, a zjišťuje se, jsou-li výstupy z nich použitelné pro zjištění změn ve stavu lesa napříč časem.

Nejsou sice k dispozici žádná data, která by mohla číselně potvrdit nebo vyvrátit, zda jsou zjištěné výšky porostů z dat z roku 1999 správné nebo nikoliv, lze ale při nejmenším vizuálně porovnat to, k jakým změnám došlo na snímcích z roku 1999 a 2020 a jsou-li změny výšek vypočtené jako rozdíl výšek v roce 1999 a v roce 2020 reálně dosažitelné, popř. odpovídají-li při porovnání ortofotografií skutečnosti.

Přesto ale ověřování těchto jevů bude jen velmi okrajové, neboť cílem této práce je zjistit a porovnat rozdíly v datech z DPZ, a nikoliv hledat přesné příčiny oněch rozdílů.

3.3.1.1 Fotogrammetrické modely

Ačkoliv se zpočátku zpracování leteckých snímků z roku 1999 na DSM a DTM jevílo poměrně složité, zejména kvůli nedostatečnému překryvu a počtu leteckých snímků na ně použitých, v pozdějších fázích zpracování dat a zejména při porovnávání s jinými a zaručeně přesnějšími modely se ukázalo, že i přes zmíněné překážky jsou části těchto modelů nad očekávání přesné a použitelné.

Přesnost DTM není v porostlých oblastech vysoká, neboť průběh terénu byl interpolován z nemnohých bodů klasifikovaných jako povrch Země a zejména v kopcovitých oblastech nebo rozsáhlých lesních oblastech byla tato skutečnost viditelná při porovnání s modely vzniklými z laserových snímaní. Potvrzuje se tedy skutečnost, že fotogrammetrická tvorba modelu terénu je nevhodná pro získání přesných výsledků při zjišťování přírůstu lesních porostů, a to zejména v kopcovitých oblastech.

Přesto lze ale i z takovýchto dat vyzorovat, že velká část území je, při porovnání CHM a ortofotografií z různých časových období, vyhodnocena vcelku správně. Tedy že výška porostu se zvýšila či snížila, alespoň přibližně, o daný počet metrů, jak je znázorněno v obrázku 19.

3.3.1.2 Kombinace laserového a fotogrammetrického modelu pro rok 1999

Ačkoliv jen okrajově, byla v této práci snaha o odečtení fotogrammetrického DSM od DMR 5. generace poskytovaného ČUZK, tedy o vytvoření CHM z přesného laserového modelu terénu a testovaného fotogrammetrického modelu povrchu, čímž by se eventuálně mohl porovnat vliv nepřesného fotogrammetrického modelu terénu na přesnost výsledků. Tato snaha bohužel ztroskotala na tom, že převážná většina území ŠLP po vytvoření CHM vykazovala jasně nesprávné hodnoty, viz obrázek 15.

Tento jev lze vysvětlit zřejmě tím, že DMR s DSM vůči sobě byly pootočený a výškově posunuty, což vedlo k neuspokojivému výsledku. Přesto je ale tato skutečnost zarážející, neboť DMR i DSM či DTM z roku 1999 mají tentýž souřadnicový systém a jsou opatřeny vličovými body, které obsahují i údaje o přesné nadmořské výšce.

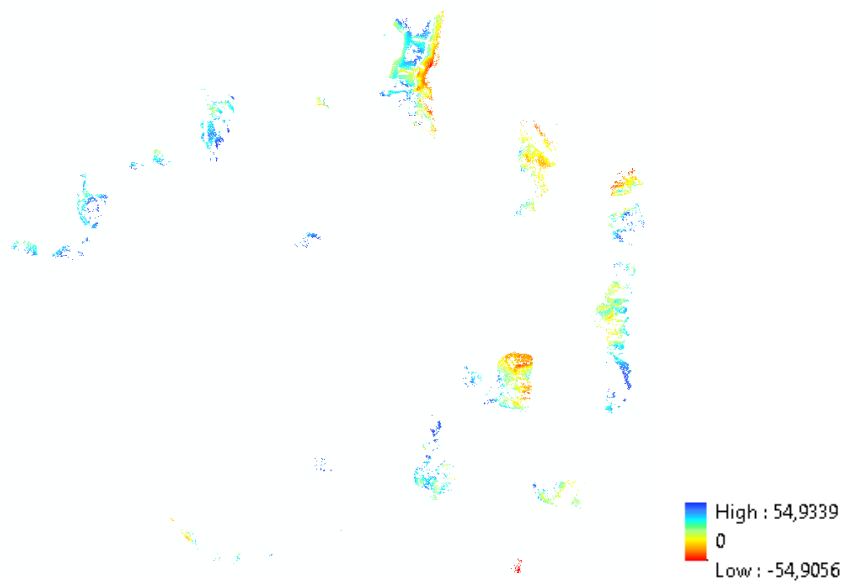
Původ této nejasnosti byl částečně vyjasněn při porovnání různých DTM v kapitole 3.2.13., kde se zjistilo, že použitý DMR 5. generace je systematicky o cca 45 výškových metrů posunut vůči jiným modelům terénu použitým v této práci.

Druhou možnou kombinací, jak spojit laserový DTM s DSM z roku 1999, bylo za využití DTM 2020.

Při tomto pokusu vznikl poměrně řídký CHM a při jeho porovnání s plně fotogrammetrickým CHM 1999 se došlo k výsledkům viditelným na obrázku 22.

Ve žlutých oblastech je rozdíl pouze minimální. V modrých oblastech vzniká kladný rozdíl, což znamená, že byl-li použit v Raster Calculator vzorec CHM 1999 – CHM 1999 (z DTM 2020), jsou kladné hodnoty důkazem toho, že CHM 1999 nabýval vyšších výšek než CHM 1999 (z DTM 2020). Červené oblasti vypovídají o opaku.

Protože rozdíl není všude stejný, jedná se zřejmě o nesystematickou chybu ve fotogrammetrickém DTM, kterou lze jen s těžší popsat. Je pravděpodobné, že na sebe fotogrammetrický DTM a DSM doléhají lépe, protože vznikly ze stejného souboru dat a jsou shodně deformovány různými transformacemi, což způsobuje zároveň to, že DSM 1999 nedoléhá správně na DTM 2020 a výsledný CHM vykazuje tudíž jiné hodnoty výšek porostu. Dalším prvkem působícím rozdíly je i nesrovnatelná přesnost laserového DTM 2020 vůči nepřesnému DTM 1999. Nepřesná interpolace průběhu terénu působí pravděpodobně největší chyby v celém modelu, což se ale v případě fotogrammetrie očekávalo.



Obrázek 22– Rozdíl plně fotogrammetrického CHM 1999 vůči CHM 1999 vzniklého za použití laserového DTM 2020.

3.3.2 Modely z dat pro rok 2020

Model z laserového snímání byl pro účely této práce poskytnut již ve formě CHM Katedrou hospodářské úpravy lesa. Oproti tomu fotogrammetrický CHM musel být vytvořen z poskytnutých DSM a DTM, přičemž DTM je výstupem z laserového skenování v roce 2020.

Zejména modely z roku 2020 lze považovat za nejpřesnější soubor dat použitý v této práci, neboť byl dodatečně zpřesňován terénními měřeními na více než 400 kruhových zkusných plochách, popsáných dříve v této práci. Zároveň díky použití laserových dat nabývají modely, z nich vytvořené, značné přesnosti.

3.3.2.1 Kombinace laserového a fotogrammetrického modelu pro rok 2020

Snímače pro laserové i fotografické snímání proběhlé v roce 2020 byly nesené v jednom letadle, a proto jde o velmi přesná a dobře srovnatelná data.

Na neštěstí byla část snímané oblasti pod oblaky, a tak je několik fotografií z oblasti Stříbrné Skalice znehodnocených a zcela nepoužitelných pro vyhodnocení. Zde se projevuje výhoda laserového skenování, které pracuje správně i při oblačnosti.

Protože existuje pro rok 2020 i laserové skenování, mohlo proběhnout vyhodnocení toho, jak odlišné jsou výsledky z laserového a fotogrammetrického vyhodnocení dat, a to i ve vztahu k některým konkrétním hospodářským dřevinám.

Na porostech, které jsou v LHP vedeny jako porosty s jednou zastoupenou dřevinou mohlo být ověřeno, není-li míra odchylky mezi laserovým a fotogrammetrickým snímáním ovlivněna snímanou dřevinou.

Statistický rozdíl nebyl při porovnání v této práci vesměs nalezen. Pouze v případě dubu platí, že rozdíl významný je.

3.3.2.2 Laserové modely

Laserový DTM z roku 2020 byl již mnohokrát zmíněn a použit v několika fázích této práce. Jedná se o velmi přesný model terénu, který mohl vzniknout díky vlastnostem laserového snímání, které probíhalo zároveň s fotografickým snímáním v roce 2020.

Laserový CHM 2020 je v rámci této práce považován za ten nejpřesnější zdroj dat o lesních porostech. Je to krom vlastností laserového skenování dáno i tím, že modely z roku 2020 byly dále zpřesňovány údaji nasbíranými přímo v terénu na kruhových zkusných plochách.

Proto byl tento model v rámci práce považován za jakýsi etalon.

3.3.3 Modely z dat pro rok 2019

Data z roku 2019 jsou velmi podobná těm z roku 2020, nicméně je nelze považovat za tak přesná, protože nebyla zpřesněna dodatečnými měřeními na zkusných plochách.

Byla zde použita proto, aby byl, obdobně jako v případě dat z roku 2020, porovnán rozdíl mezi příslušným laserovým a fotogrammetrickým modelem výšky korunového zápoje.

3.3.3.1 Kombinace laserového a fotogrammetrického modelu pro rok 2019

Podobně jako v datech z 2020 byla použita kombinace fotogrammetrického DSM s laserovým DTM, byl i z dat z roku 2019 použit DSM pro vytvoření fotogrammetrického modelu výšky korunového zápoje.

Skutečnost, že pro tvorbu fotogrammetrických CHM 2019 a CHM 2020 byl použit tentýž model terénu není důležitá, neboť terén se během období mezi snímáními pravděpodobně nezměnil tak, že by to mohlo ovlivnit výsledky.

I tento CHM byl porovnán s laserovým modelem CHM 2019 a stejně jako v datech z 2020, ani zde nebyly nalezeny významné rozdíly v tom, jak se lišily zjištěné hodnoty o výškách v závislosti na snímané dřevině.

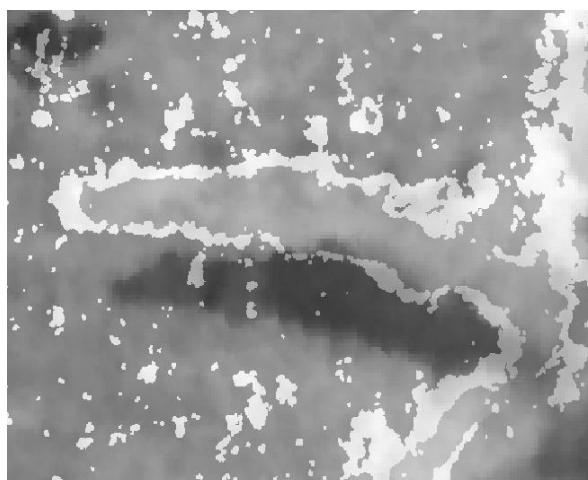
Jedinou výjimkou je dub, u kterého se taktéž našla drobná významná odchylka mezi laserem a fotogrammetricky zjištěnými výškami porostních skupin.

3.3.4 Porovnání výsledků dat z DPZ napříč roky

Protože je obtížné zcela přesně slícovat všechny modely, ortofota a LHP tak, aby na sebe přesně doléhaly, je v různých částech mapy patrný jejich větší či menší posun.

Existují oblasti, které na sebe doléhají zcela přesně, stejně tak ale ve stejných datech jsou i oblasti viditelně nepřesné, a to nezávisle na tom, jestli byly ony vrstvy georeferencovány ručně, nebo pomocí nástroje Project Raster transformovány na jiný souřadnicový systém. Protože tento posun není zpravidla systematický, nelze jednoduše určit, jakou chybu tyto nepřesnosti způsobují.

Nepřesnosti je možno vizuálně určit ještě ve fázi vypočtení rozdílů mezi CHM



Obrázek 23 – Vzájemný posun dvou CHM. Tmavý objekt je z CHM 2019, světlý objekt je z CHM 1999.

z jednotlivých let. Jakmile je proveden výpočet Zonal Statistics, který počítá průměrnou hodnotu pixelů na plošných jednotkách stanovených LHP, nepřesnosti se vizuálně skryjí a může nastat situace, že průměrná výška pro vzrostlý porost je kvůli vzájemnému posunu vrstev počítána i z dat náležejících např. holině.

Zejména posun ortofotografií a modelů pro rok 1999 je zřejmě nejvýznamnější, neboť letecké snímky nebyly při svém vzniku opatřeny daty o geografické poloze a model vznikl z nedostatku snímků.

Opak je pravdou pro ostatní data, tedy pro data z let 2019 a 2020. Dá se předpokládat, že lepšího výsledku by bylo dosaženo v případě, že tato polohová data by měly i fotografie z roku 1999. Na tomto tvrzení nemění nic ani skutečnost, že lze do ortofotomapy a modelů vložit vlíčovací body dodatečně, neboť snímků s polohovými daty by bylo každopádně více než vlíčovacích bodů a tím pádem by bylo dosaženo i lepší přesnosti.

3.3.4.1 Kvantitativní změny

Pro popis kvantitativních změn v modelech z různých období byla vytvořena tabulka, která zobrazuje, jaké výšky jednotlivých porostních skupin byly zaznamenány dostupnými prameny. Těmi jsou CHM 1999, LHP 2011, CHM 2019 (laserový i fotogrammetrický) a CHM 2020 (laserový i fotogrammetrický).

Tabulku se zmíněnými údaji lze nalézt v příloze 1.

Protože zmíněná tabulka obsahuje velké množství záznamů z rozmanitých lesních porostů, bude vhodnější reprezentovat výsledky pouze na vybraném vzorku porostních skupin, který bude tvořen jen záznamy z takových porostních skupin, v nichž je zastoupena vždy jen jedna dřevina a nejedná se tedy o smíšený les. Takovýchto porostních skupin je v celém základním souboru 580. Výsledky budou nejlépe reprezentovatelné právě na nich, protože ke konkrétní dřevině v nesmíšeném porostu lze vypočítat přírůst od roku 1999 do 2020, aniž by byl výsledek zkreslován vlivem přimíšených dřevin.

Údaje o tom, jaká dřevina v porostní skupině roste byly přejaty z LHP 2011.

Počty porostních skupin s jednou zastoupenou dřevinou jsou viditelné v tabulce 1.

Tabulka 1 – Počty porostních skupin s jednou zastoupenou dřevinou.

Počet záznamů	
SM	357
BO	78
BK	70
DB	24
OL	16
JD	5
KL	4
DBZ	4
MD	3
JS	3
OS	2
JDO	2
HB	2
TPC	2
DBC	2
TP	1
VR	1
DG	1
BR	1
LP	1
AK	1
Celkem	580

Pro každou dřevinu byla vypočtena průměrná změna výšky zaznamenaná v datech DPZ mezi lety 1999 a 2020 a to jak metodou Zonal Statistics, tak metodou výpočtu výšky porostů z CHM z různých roků a následného odečtení těchto výšek od sebe.

Stejně tak byly vypočteny i průměrné přírůsty jednotlivých dřevin a průměrné úbytky výšky jednotlivých dřevin v období od roku 1999 do roku 2020, které jsou k vidění v tabulce 2.

Tabulka 2 – Údaje představují změny výšek mezi dvěma obdobími. Číselné hodnoty představují výškové metry. Průměr je počítán jak z kladných, tak záporných záznamů, zatímco Průměrný přírůst pouze ze záznamů větších než nula a Průměrný pokles ze záznamů menších než nula.

Dřevina	Průměr				Průměrný přírůst				Průměrný pokles			
	Změna výšky		Změna výšky dle Zonal Statistics		Přírůst		Přírůst dle Zonal Statistics		Pokles výšky		Pokles výšky dle Zonal Statistics	
	2020-1999		2020-1999		2020-1999		2020-1999		2020-1999		2020-1999	
	Foto-Foto	Laser-Foto	Foto-Foto	Laser-Foto	Foto-Foto	Laser-Foto	Foto-Foto	Laser-Foto	Foto-Foto	Laser-Foto	Foto-Foto	Laser-Foto
SM	-13,1	-11,7	-13,7	-12,6	6,8	7,2	6,5	6,6	-19,5	-19,1	-19,1	-18,5
BO	-9,3	-7,9	-11,2	-9,5	9,7	11,4	7,9	9,1	-19,4	-17,5	-18,7	-17,2
BK	-14,0	-12,7	-14,9	-13,9	9,1	9,7	7,4	9,5	-23,8	-22,7	-22,8	-21,4
DB	-11,7	-10,1	-12,9	-10,9	7,1	8,5	8,2	8,2	-21,2	-19,3	-20,0	-18,8
OL	-3,9	-1,9	-5,9	-3,6	11,6	13,6	9,1	12,3	-23,8	-22,0	-25,3	-23,9
OS	-15,4	-7,1	-17,3	-8,6	N/A	1,2	N/A	N/A	-15,4	-15,3	-17,3	-8,6
MD	4,9	6,8	1,7	3,1	9,4	10,6	4,4	5,1	-4,1	-1,0	-3,8	-0,9
JS	-24,4	-21,1	-25,5	-19,6	N/A	N/A	N/A	N/A	-24,4	-21,1	-25,5	-19,6
JDO	-26,0	-24,5	-25,9	-24,5	N/A	N/A	N/A	N/A	-26,0	-24,5	-25,9	-24,5
KL	-21,2	-17,4	-20,6	-17,1	N/A	N/A	N/A	N/A	-21,2	-17,4	-20,6	-17,1
JD	-25,2	-27,1	-21,8	-22,7	3,1	N/A	2,1	3,3	-32,2	-27,1	-27,8	-29,3
TP	2,0	6,5	2,1	6,9	2,0	6,5	2,1	6,9	N/A	N/A	N/A	N/A
VR	14,7	16,3	14,1	15,6	14,7	16,3	14,1	15,6	N/A	N/A	N/A	N/A
HB	-25,8	-23,1	-25,2	-22,4	N/A	N/A	N/A	N/A	-25,8	-23,1	-25,2	-22,4
DG	-22,4	-19,5	-17,3	-15,7	N/A	N/A	N/A	N/A	-22,4	-19,5	-17,3	-15,7
DBZ	-17,5	-15,6	-19,0	-17,3	0,9	3,7	N/A	N/A	-23,6	-22,1	-19,0	-17,3
BR	-3,6	-2,1	-3,6	-2,0	N/A	N/A	N/A	N/A	-3,6	-2,1	-3,6	-2,0
TPC	-16,4	-13,6	-15,8	-13,5	N/A	N/A	N/A	N/A	-16,4	-13,6	-15,8	-13,5
LP	-25,6	-24,8	-26,5	-25,2	N/A	N/A	N/A	N/A	-25,6	-24,8	-26,5	-25,2
DBC	-4,0	-2,6	-4,2	-3,1	9,2	11,0	9,4	10,5	-17,2	-16,2	-17,9	-16,7
AK	-31,8	-26,0	-33,4	-26,3	N/A	N/A	N/A	N/A	-31,8	-26,0	-33,4	-26,3

Při hledání rozdílů, mezi výsledky získanými ze Zonal Statistics a výsledky získanými rozdílem výšek z dvou let nebyla nalezena statisticky významná rozdílnost, pročež lze konstatovat, že oba tyto způsoby vykazují podobné výsledky. To platí jak pro srovnání foto-foto ($p= 0,41$), tak laser-foto ($p= 0,64$) výsledků, ačkoliv u laser-foto je tato podobnost větší.

Stejně rozdíly byly hledány i v případě přírůstů a poklesů výšek (viz tabulka 3). Ani v jednom z případů nebyla nulová hypotéza, že data jsou nerozdílná, zamítnuta. Větší podobnost výsledků ze Zonal Statistics a z rozdílů výšek byla však prokázána u dat týkajících se poklesu výšky porostů. U dat týkajících se přírůstů už není toto tvrzení natolik přesvědčivé, přesto je ale právě výsledek pro přírůst tím nejdůležitějším ze všech tří možností, tedy průměru, přírůstu a poklesu výšek. To proto, že přírůst je obtížněji detekovatelný než pokles výšky, který je zejména v případě holosečí dobře zřetelný.

Tabulka 3 – Hodnoty p z výpočtu pravděpodobnosti toho, že hodnoty z porovnávaných výsledků o změnách výšek porostů se neliší.

	Foto-Foto	Laser-Foto
Průměr	0,41	0,64
Přírůst	0,07	0,07
Pokles	0,19	0,12

Pro porovnání toho, je-li rozdíl mezi všemi čtyřmi popsanými metodami zjištění přírůstu, byla provedena ANOVA. Analýza rozptylu byla provedena jen pro průměrná data o čtyřech nejzastoupenějších dřevinách. Těmi jsou smrk, borovice, buk a dub.

Porovnávány mezi sebou byly metody Foto-Foto, Laser-Foto, Foto-Foto (Zonal Statistics) a Laser-Foto (Zonal Statistics). Ani v případě této analýzy nebyla nulová hypotéza zamítnuta, protože lze výstupy o přírůstech u všech těchto metod zjišťování považovat za shodné.

Výstupy z ANOVA jsou k vidění v tabulce 4.

Provede-li se však výpočet hodnoty p při hledání podobnosti uvnitř párů „Přírůst“ ($p=0,048$) a „Přírůst dle Zonal Statistics“ ($p=0,17$) zjistí se, že podobnost dat se liší.

Tabulka 5 – ANOVA čtyř způsobů zjištění přírůstu lesních porostů mezi roky 1999 a 2020.

	Faktor					
	Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl	
	Foto-Foto	4	32,689	8,172	2,064	
	Laser-Foto	4	36,818	9,204	3,221	
	Foto-Foto (Zo. St.)	4	29,937	7,484	0,571	
	Laser- Foto (Zo. St.)	4	33,383	8,346	1,622	
ANOVA						
Zdroj variability	Suma čtverců	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	6,007	3,000	2,002	1,071	0,398	3,490
Všechny výběry	22,431	12,000	1,869			
Celkem	28,438	15,000				

Tabulka 4 – Maxima a minima změn výšek v porostních skupinách dle dřevin. Hodnoty „0“ nabývají takové výsledky, pro něž neexistuje dostupný záznam.

Dřevina	Maximální dosažený přírůst				Maximální dosažený pokles			
	Přírůst 2020-1999		Přírůst dle Zonal Statistics 2020-1999		Maximální pokles 2020-1999		Maximální pokles výšky dle Zonal Statistics 2020-1999	
	Foto-Foto	Laser-Foto	Foto-Foto	Laser-Foto	Foto-Foto	Laser-Foto	Foto-Foto	Laser-Foto
SM	20,1	23,9	25,6	20,7	-53,5	-50,3	-53,3	-49,0
BO	19,5	21,2	18,6	22,9	-38,2	-37,4	-42,4	-40,8
BK	30,1	30,8	19,9	28,5	-49,2	-48,3	-48,8	-47,6
DB	16,2	18,3	15,9	17,9	-39,1	-37,4	-38,1	-37,1
OL	24,4	24,7	23,9	25,2	-34,9	-34,0	-36,9	-37,3
OS	0,0	1,2	0,0	0,0	-27,1	-15,3	-28,7	-16,2
MD	11,6	14,3	4,8	6,4	-4,1	-1,0	-3,8	-0,9
JS	0,0	0,0	0,0	0,0	-39,4	-36,5	-44,3	-42,5
JDO	0,0	0,0	0,0	0,0	-31,1	-29,2	-30,9	-29,3
KL	0,0	0,0	0,0	0,0	-36,3	-32,9	-36,0	-32,9
JD	3,1	0,0	2,1	3,3	-48,9	-46,4	-40,6	-37,6
TP	2,0	6,5	2,1	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0
VR	14,7	16,3	14,1	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0
HB	0,0	0,0	0,0	0,0	-31,7	-30,9	-30,3	-29,8
DG	0,0	0,0	0,0	0,0	-22,4	-19,5	-17,3	-15,7
DBZ	0,9	3,7	0,0	0,0	-43,8	-41,9	-41,4	-39,7
BR	0,0	0,0	0,0	0,0	-3,6	-2,1	-3,6	-2,0
TPC	0,0	0,0	0,0	0,0	-20,1	-15,7	-21,1	-17,5
LP	0,0	0,0	0,0	0,0	-25,6	-24,8	-26,5	-25,2
DBC	9,2	11,0	9,4	10,5	-17,2	-16,2	-17,9	-16,7
AK	0,0	0,0	0,0	0,0	-31,8	-26,0	-33,4	-26,3

Pro znázornění toho, jakých maximálních, resp. minimálních hodnot nabývají vypočtené změny výšek porostů, vznikla tabulka 5.

Zřejmě nejdůležitějším výstupem porovnání CHM 1999 a CHM 2020 jsou údaje o výškovém přírůstu dřevin. V rámci této práce není ověřováno to, jestli výsledky z analýzy dat DPZ o výškách porostů v roce 1999 odpovídají skutečnosti a fyziologickým limitům růstu dřevin, ale správnost údajů o přírůstu lze nepřímo odvodit podle toho, jaký rozdíl ve výškách je pozorován za období od roku 1999 do roku 2020. Bude-li zjištěný přírůst odpovídat reálně dosažitelným hodnotám, lze považovat výšky zjištěné z dat pro rok 1999 za správné, nebo alespoň za částečně správné.

To, zda přírůsty nabývají skutečně dosažitelných hodnot bylo zkoumáno rozdělením přírůstů jednotlivých dřevin do tříd, které definují interval velikosti přírůstu a porovnáním rozdělených výsledků s taxačními tabulkami, konkrétně vždy s takovou hodnotou přírůstu, která představuje v taxačních tabulkách nejvyšší dosažitelný přírůst za 20 let.

To znamená, že překračují-li hodnoty z DPZ maximální dosažitelný výškový přírůst dřeviny dle taxačních tabulek, nelze je považovat za zcela důvěryhodné.

Samozřejmě lze předpokládat, že ne všechny zkoumané porostní skupiny dosahovaly v roce 1999 věku 10 let kolem nějž nastává, podle taxačních tabulek, nejrychlejší růst dřeviny, nebo že jejich bonita odpovídá té nejvyšší, a proto ani toto porovnání nemusí vyfiltrovat všechny nesprávné výsledky a je lepší je brát s rezervou, neboť se jedná jen o jakousi orientační metodu odlišení správných a nesprávných výsledků a přesná analýza přírůstů dřevin není cílem této práce.

Maximální dosažitelný přírůst dle taxačních tabulek pro každou dřevinu, pro níž existují alespoň 3 záznamy o změně výšky, byl vyčten z grafu pro její nejvyšší bonitu a věk 10–30 let, což odpovídá zhruba 21 rokům, které uplynuly i mezi pořízením dat DPZ 1999 a 2020. Takřka ve všech případech odpovídá tento maximální přírůst zhruba deseti až dvanácti metrům.

V tabulce 6, která zobrazuje porovnání zjištěného přírůstu vůči taxačním tabulkám lze vidět, pro jednotlivé dřeviny, konkrétní výsledky tohoto porovnání, přičemž dřeviny javor klen a jasan byly vynechány, neboť o nich neexistují data o přírůstech, přestože jsou k dispozici tři záznamy o změnách výšky této dřeviny.

To, kolik procent záznamů v těchto tabulkách spadá do „nespolehlivých“ výsledků vyjadřuje tabulka 7, která znázorňuje pro každou dřevinu podíl výsledků, jež překročily maximální možný přírůst uvedený v taxačních tabulkách.

Tabulka 6 – Porovnání přírůstů dřevin podle DPZ s taxačními tabulkami. Dvojté podtržení řádku značí maximální dosažitelný přírůst podle taxačních tabulek.

Přírůst [m]	Počet záznamů dle třídy přírůstu SM				Přírůst [m]	Počet záznamů dle třídy přírůstu BO			
	2020-1999		2020-1999 (Zonal Statistics)			2020-1999		2020-1999 (Zonal Statistics)	
	Foto-Foto	Laser-Foto	Foto-Foto	Laser-Foto		Foto-Foto	Laser-Foto	Foto-Foto	Laser-Foto
>30	0	0	0	0	>30	0	0	0	0
20-30	1	2	1	1	20-30	0	2	0	1
10-20	17	28	14	17	10-20	14	14	8	9
5-10	34	26	23	33	5-10	4	4	4	4
0-5	36	44	35	33	0-5	9	6	8	9

Přírůst [m]	Počet záznamů dle třídy přírůstu BK				Přírůst [m]	Počet záznamů dle třídy přírůstu DB			
	2020-1999		2020-1999 (Zonal Statistics)			2020-1999		2020-1999 (Zonal Statistics)	
	Foto-Foto	Laser-Foto	Foto-Foto	Laser-Foto		Foto-Foto	Laser-Foto	Foto-Foto	Laser-Foto
>30	1	1	0	0	>30	0	0	0	0
20-30	1	1	0	1	20-30	0	0	0	0
10-20	8	10	5	7	10-20	2	2	2	2
5-10	2	0	5	3	5-10	2	2	3	2
0-5	8	9	6	6	0-5	4	4	1	3

Přírůst [m]	Počet záznamů dle třídy přírůstu OL				Přírůst [m]	Počet záznamů dle třídy přírůstu JD			
	2020-1999		2020-1999 (Zonal Statistics)			2020-1999		2020-1999 (Zonal Statistics)	
	Foto-Foto	Laser-Foto	Foto-Foto	Laser-Foto		Foto-Foto	Laser-Foto	Foto-Foto	Laser-Foto
>30	0	0	0	0	>30	0	0	0	0
20-30	1	1	1	1	20-30	0	0	0	0
10-20	5	5	2	5	10-20	0	0	0	0
5-10	1	2	3	2	5-10	0	0	0	0
0-5	2	1	3	1	0-5	1	0	1	1

Přírůst [m]	Počet záznamů dle třídy přírůstu MD				Přírůst [m]	Počet záznamů dle třídy přírůstu DBZ			
	2020-1999		2020-1999 (Zonal Statistics)			2020-1999		2020-1999 (Zonal Statistics)	
	Foto-Foto	Laser-Foto	Foto-Foto	Laser-Foto		Foto-Foto	Laser-Foto	Foto-Foto	Laser-Foto
>30	0	0	0	0	>30	0	0	0	0
20-30	0	0	0	0	20-30	0	0	0	0
10-20	1	1	0	0	10-20	0	0	0	0
5-10	1	1	0	1	5-10	0	0	0	0
0-5	0	0	2	1	0-5	1	1	0	0

Tabulka 7 – Podíl přírůstů, které překračují hodnoty dosažitelné podle taxačních tabulek.

Dřevina	Podíl nespolehlivých výsledků [%]			
	2020-1999		2020-1999 (Zonal Statistics)	
	Foto-Foto	Laser-Foto	Foto-Foto	Laser-Foto
SM	20,45	30,00	20,55	21,43
BO	51,85	61,54	40,00	43,48
BK	50,00	57,14	31,25	47,06
DB	25,00	25,00	33,33	28,57
OL	66,67	66,67	33,33	66,67
JD	0,00	N/A	0,00	0,00
DBZ	0,00	0,00	N/A	N/A
MD	50,00	50,00	0,00	0,00

3.3.4.2 Vyhodnocení rozdílů v přesnosti laserových a fotogrammetrických modelů

Ačkoliv popis přesnosti výstupů o změnách výšek napříč časem není, kvůli nedostupnosti některých potřebných dat, zcela přesně proveditelný a je nutno se spokojit pouze s nepřímými důkazy o jejich přesnosti a absolutními hodnotami změn, zjištěných v každé porostní skupině, je možné porovnat alespoň přesnost fotogrammetrických (nepřesných) a laserových (přesných) CHM z let 2019 a 2020, pro něž jsou oba tyto druhy modelů dostupné a v obou případech se jedná o ta nejpřesnější data, která jsou pro účely této práce k dispozici.

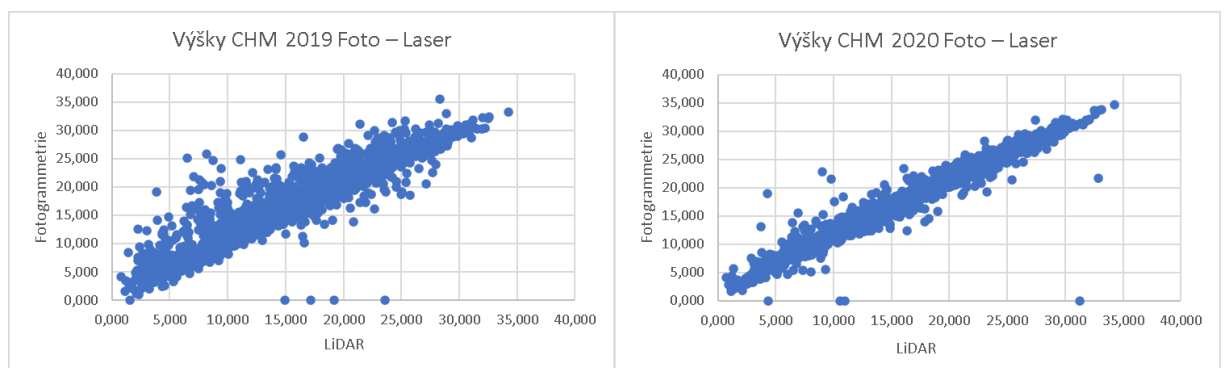
Pro každý zmíněný letopočet vznikly soubory hodnot o výškách porostních skupin jak z laserových dat, tak z fotogrammetrických dat. Protože tato snímání probíhala ve stejnou dobu, neboť laserový snímač i fotografický snímač byly nesený v jednom letadle, měly by výstupy z nich být takřka shodné.

Z výhod a nevýhod těchto dvou metod, popsanych již v teoretické části, však vyplývá, že fotogrammetrický CHM, ať už vytvořen pomocí laserového nebo fotogrammetrického DTM, nedosahuje zpravidla takových hodnot a přesnosti jako CHM, založený zcela na datech z LiDAR.

Míru těchto rozdílů a jejich statisticky významnou odlišnost lze porovnat vcelku snadno, neboť jsou, z předchozího zpracování dat, k dispozici údaje o výškách zjištěných jak fotogrammetricky, tak laserově, a to pro oba roky 2019 i 2020.

Z těchto údajů lze jednoduchým rozdílem vypočítat, jaký rozdíl v absolutních hodnotách vzniká mezi výškami spočítanými z fotogrammetrických dat a z laserových dat.

Vytvoří-li se graf, představující na jedné ose hodnoty získané z fotogrammetrie, a na druhé ose hodnoty z laserového snímání, lze v něm vyzorovat to, jakou měrou se od sebe naměřené hodnoty odlišují. To je ostatně viditelné na grafech 2 a 3.



Graf 2 – Hodnoty výšek porostních skupin dopočtené z různých materiálů DPZ pro rok 2019.

Graf 3 – Hodnoty výšek porostních skupin dopočtené z různých materiálů DPZ pro rok 2020.

Na první pohled je ze zmíněných grafů a trendu bodů v nich patrné, že povětšinou vykazují podobné hodnoty, nicméně hypotéza, že rozdíl v nich je nulový, musela být zamítnuta, a to jak v případě dat z roku 2020 ($p=0$), tak 2019 ($p=7,28 \cdot 10^{-118}$) a to i přesto, že data z roku 2020 jsou navzájem zřetelně méně odlišná, než data z roku 2019. O tom mimo jiné vypovídá i RMSE, která byla spočtena pro rok 2019 jako 2,718 m a pro rok 2020 1,919 m.

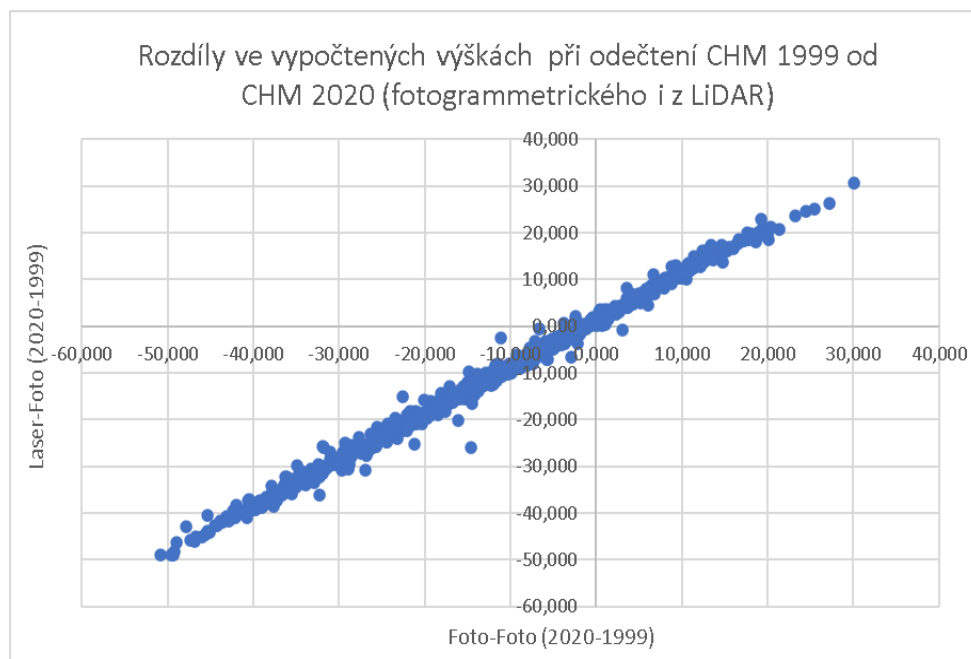
Z toho vyplývá, že laserový model vykazuje vyšší hodnoty než fotogrammetrický.

Zda je laserový model přesnější než fotogrammetrický tím sice dokázat nelze, ale předpokládá se, že ano.

Fakt, že laserová data nabývají vyšších hodnot lze potvrdit i v případě, provede-li se vyhodnocení rozdílů obou CHM z roku 2020 v kombinacích s fotogrammetrickým CHM 1999.

V příloženém grafu 4 je viditelné, že zmíněné rozdíly se v grafickém znázornění většinou příliš neliší, ačkoliv ze statistického hlediska jsou významné ($p=0$), a z průběhu bodů lze vyzorovat, že spojnice jejich trendu neprochází přímo počátkem soustavy souřadnic, nýbrž mírně nad ním, a to proto, že rozdíly dat z LiDAR a CHM 1999 nabývají vyšších hodnot než rozdíly fotogrammetrických hodnot.

Z toho vyplývá opět tentýž fakt, který je popsán v předchozích odstavcích, říkájící, že model z laserového snímání nabývá vyšších hodnot než fotogrammetrický.



Graf 4 – Rozdíly ve výškách vypočtených odečtením výšek CHM 1999 od výšek z laserového či fotogrammetrického CHM pro rok 2020.

Porovná-li se to, je-li obecně vhodnější používat pro výpočet změny výšek mezi lety 1999 a 2020 nástroj Zonal Statistics nebo vypočíst zvlášť výšky porostů a teprve potom je odečíst, dojde se k poznatku, že výsledky ze Zonal Statistics jsou od výsledků z druhé metody statisticky odlišné. V porovnání výsledků Laser-Foto i Foto-Foto obou metod jsou hodnoty p takřka nulové.

To znamená, že metody nevykazují stejné výsledky a je otázkou dalšího zkoumání to, která metoda ukazuje přesnější výsledky.

Na tuto otázku nelze v rámci této práce odpovědět, neboť nelze prokázat, že výšky z roku 1999, vstupující do zmíněných výpočtů, jsou správné.

Lze ovšem určit to, jakou RMSE vykazují vzájemně tyto dvě metody. V případě porovnání Foto-Foto z obou metod dosahuje RMSE hodnoty 4,129 metrů, což je velmi podobné i výsledku porovnání Laser-Foto, který dosahuje hodnoty 4,112 metrů.

Jak je z tohoto ukazatel vidno, povede zodpovězení otázky o přesnosti dvou použitých metod jistě k dalšímu zpřesnění výstupů z analýzy dat DPZ.

Je ovšem zajímavé, že při analýze rozptylu průměrných přírůstků pro nesmíšené porosty, ale i pro průměrnou změnu výšky byly rozdíly mezi daty shledány jako nevýznamné, což vyzývá k další analýze toho, jaký vliv na podobnost dat z obou metod mají smíšené porosty, a jaký vliv mělo zprůměrování daných hodnot.

4 Diskuse

Vezme-li se celý pracovní postup od samého začátku, tedy zpracování fotografií, lze hned u samotných leteckých fotografií narazit na zásadní problém, kterým byl v případě této práce jejich nedostatečný vzájemný překryv. Ten není pravděpodobně způsoben tím, že by bylo pořízeno málo fotografií, ale spíše faktem, že k dispozici byl, dle plánu kladu mapových listů, jen každý druhý snímek a zbytek se nepodařilo dohledat.

Kdyby se podařilo dohledat veškeré letecké fotografie z roku 1999, byly by výsledky z jejich zpracování zcela jistě přesnější, rozsáhlejší a to proto, že fotografie by dosahovaly vzájemného překryvu takového, jaký se uvádí v odborné literatuře, tedy podélný překryv dosahující 60-80 % a příčný 30-40 %.

Při nejmenším se dá předpokládat, že propojení snímků v programu Agisoft Metashape, by proběhlo bez toho, aby se nepodařilo propojit vzájemně všechny snímky a nevznikaly by ani prázdné oblasti v bodových mračcích, neboť každé místo by bylo při nejmenším na dvou, ba dokonce možná i na třech či čtyřech fotografiích, v závislosti na míře

překryvu. To by vedlo k dalšímu zpřesnění bodových mračen a přesnějšímu výpočtu výšek zobrazených objektů.

Právě vlivem absence rozsáhlých oblastí v bodových mračnách mohlo dojít při tvorbě řídkého bodového mračna k pokřivení celého modelu, což se projevilo tím, že model i po doplnění 45 vřícovacích bodů stále vykazoval nereálné nadmořské výšky pro zkoumanou oblast a v konečném důsledku dosahovaly rozdíly CHM, vytvořených z různých kombinací dat, rozdílných, někdy až nesrovnatelně odlišných, hodnot.

Vezme-li se v potaz porovnání modelů z roku 1999 s modely pro rok 2020, které vznikly z úplného souboru dat, vypadá výše uvedená domněnka jako opodstatněná.

Je zcela bez pochyby škoda, že se nepodařilo získat pro rok 1999 použitelná data pro celou rozlohu ŠLP v Kostelci nad Černými lesy, neboť tím byla tato práce připravena o velkou část lesních porostů, jejichž tehdejší stav mohl být porovnán se současností a na nichž by mohl být porovnáván vztah chyby ve výšce snímané dřeviny vůči metodě snímání, v tomto případě buď fotogrammetricky nebo pomocí LiDAR.

V rámci práce byl tento efekt zjišťován na rozdílech výšek mezi laserovým a fotogrammetrickým výsledkem výpočtu výšky, a to pro roky 2019 a 2020. Porovnání proběhlo na 580 porostních skupinách nesmíšeného lesa, které zahrnovaly nejběžnější hospodářské dřeviny, jako smrk, borovice, buk, dub, olše aj. Pouze na dubu se podařilo identifikovat statisticky významný rozdíl mezi výsledky z laserového a fotogrammetrického snímání. To je zajímavé z toho hlediska, že v jiných vědeckých pracích bylo zjištěno, že výška dubu vypočtená z CHM bývá nižší, než jaká se stanoví přímým měřením. Skutečnost, že nepřesnosti v měření dubu různými metodami vznikají nejen v rámci této práce mohou upozornit na to, že zejména v případě této dřeviny je potřeba k výsledkům přistupovat opatrněji.

Přestože jev nastalý u dubu není v rozporu s tím, co se uvádí v jiných pracích, je možné že se v rámci této práce projevila tato anomálie jen kvůli nedostatečnému počtu porostních skupin, na nichž byl tento jev dokazován. V rámci 580 porostních skupin s jednou zastoupenou dřevinou byl dub pouze na 24 z nich. Za předpokladu, že by byl k dispozici větší počet čistých dubových porostů, by se možná tento výsledek neprojevilo. V každém případě lze ale s jistotou říct, že výšky zjištěné z dat LiDAR vykazují obecně vyšší hodnoty než data z fotogrammetrického zpracování.

Dozajisté by se dalo spekulovat o tom, jestli vlivem zmíněných děr v bodových mračnec došlo i k nepřesnému slícování ortofotomozaik a modelů z let 1999 a 2020. Je ale na místě zmínit, že k malé chybě, způsobující vzájemný posun, mohlo dojít obtížným, až nemožným vyhledáváním některých geodeticky změřených vlícovacích bodů z roku 2020 na ortofotomozaice z roku 1999. Část těchto velmi přesně zaměřených bodů nemohla být na snímcích z roku 1999 vůbec vyhledána, jelikož některé zaměřené objekty, v roce 1999 vůbec neexistovaly, například budovy, částečně ale také proto, že analogové fotografie po převodu do digitální fotografie doznaly citelné ztráty na kvalitě, protože na nich nebylo možné spolehlivě identifikovat objekty, jako poklopy kanálů, hrany chodníků, patníky atp.

Této ztráty na kvalitě by šlo předejít použitím skeneru s vysokým optickým rozlišením a možná by přispělo ke zpřesnění všech výstupů i to, kdyby skenované fotografie nebyly zaprášené. Ačkoliv se to může zdát jako snadný úkol, může být dokonalé odstranění prachu z fotografií v běžném prostředí obtížné a musí se postupovat tak, aby fotografie nebyly tímto zákrokem poškozeny.

Hlavním cílem této práce bylo zjistit výškový přírůst v porostních skupinách ŠLP. Přestože se nepodařilo získat podklady pro provedení tohoto úkolu na celém území ŠLP, v těch částech, kde se to podařilo, byl tento pokus poměrně úspěšný. Nelze bohužel zjistit zcela exaktně, na jakém počtu JPRL byl přírůst či pokles výšky porostu zaznamenán správně a přesně, ale při vizuálním porovnání leteckých fotografií a modelů změn výšky mezi lety 1999 a 2020 se lze přesvědčit, že změny byly, alespoň rámcově, správně, případně nesprávně zaregistrovány. Pro přesnější určení toho, jestli došlo k přírůstu či poklesu výšky porostu by mohly posloužit údaje o výškách z nově vzniklého LHP 2021 školního lesního podniku. Byly-li by k dispozici tyto parametry, bylo by možné výsledek výpočtu rozdílů CHM 2020 a 1999 porovnat s údaji z CHM 1999 a LHP 2021, a na jejich základě určit, je-li vypočítaná změna výšek alespoň podobná té, která by byla zjistitelná při porovnání nového a starého LHP.

V případě této práce nebylo cílem ověřit, jestli výsledné rozdíly výšek jsou bezchybné, ale pouze ověřit, jestli bude z materiálů DPZ změna výšky zaregistrována, popř. bude-li správný její směr. Protože nebyl dostupný žádný zdroj, z něž by se dala ověřit správnost výpočtu výšek z roku 1999, je třeba brát tyto údaje s opatrností, ale zároveň se pokusit k nim přistupovat tak, jako by byly správné. Ačkoliv je absence důkazů o přesnosti či

nepřesnosti dat pro rok 1999 klíčová, byla v rámci této práce snaha alespoň rámcově dokázat, jsou-li údaje o změnách výšky a zejména přírůstech důvěryhodné.

V případě přírůstů proběhlo porovnání dopočítaných přírůstů s hodnotami dosažitelnými podle taxačních tabulek a prokázalo se, že asi jedna třetina spočítaných přírůstů dokazuje nedosažitelných hodnot. Ty jsou považovány za zcela zjevně chybné. Na druhé straně ovšem stojí dvě třetiny výsledků, které představují přírůsty reálně dosažitelné. Právě u nich by bylo vhodné provést bližší analýzu a pokusit se ověřit, jak důvěryhodné jsou. To je ale, jak už se výše uvádí, nemožné kvůli absenci údajů o stavu lesa v roce 1999, popř. kvůli omezené přesnosti modelů pro rok 1999 způsobené absencí části leteckých snímků. Podařilo-li by se ale ověřit správnost vypočtených změn výšky, byl by to krok na cestě k přesnému výpočtu objemového přírůstu lesního porostu z těchto materiálů DPZ.

Pro čtyři nejzastoupenější dřeviny ve vzorku 580 porostních skupin byly hledány rozdíly ve výsledcích, které o nich poskytovaly různé metody zjištění přírůstu. Nejzastoupenějšími dřevinami byl smrk, borovice, buk a dub, přičemž hledání rozdílů proběhlo metodou ANOVA neboli analýzy rozptylu, která potvrdila, že výsledky metod se pro tyto, hospodářsky významné, dřeviny nelišily, o čemž vypovídá výsledná hodnota $p=0,398$.

Porovnávaly-li se však pouze páry Foto-Foto a Laser-Foto, v metodě rozdílu dvou výšek byla rozdílnost průměrných zjištěných přírůstů pro hlavní hospodářské dřeviny potvrzena hodnotou $p=0,048$. V případě metody Zonal Statistics byla hodnota p rovna 0,17 a proto byla podobnost výsledků v rámci této metody potvrzena.

V případě poklesů výšky, které jsou značně jednodušší k zaznamenání než přírůsty, hlavně v případě vzniku holosečí, je celý problém jednodušší. Zejména proto, že v případě holosečí, ale ani při maloplošných či výběrných zásazích, není důležité vědět o kolik metrů se porost snížil, a není ani požadována taková přesnost. Sice je možné na základě výšky porostu před a po skácení dopočítat jaký objem dříví byl vytěžen, ale přesněji se to zjistí evidencí dříví po těžbě např. ve výrobně evidenčním softwaru harvestoru, v číselnících či při přejímce dříví odběratelem. Skutečnost, že prokázání poklesu výšky porostu pomocí DPZ je snazší než prokázání přírůstu dokazuje výstup z této práce, v němž bylo prokázáno, že i při použití rozdílných způsobů výpočtu poklesu výšek, byla podobnost mezi metodami vyšší ($p=0,19$ a $p=0,12$), než v případě detekování přírůstů ($p=0,07$ a $p=0,07$).

Z hlediska samotného pracovního postupu zpracování dat DPZ, by bylo vhodné, v rámci jiné práce, porovnat, jsou-li přesnější údaje o změnách výšek spočítány přímo ze dvou CHM pomocí nástroje programu ArcMap Zonal Statistics, nebo jestli je vhodnější z každého CHM nejprve spočítat výšky, taktéž pomocí nástroje Zonal Statistics, a tyto výšky následně odečíst jednu od druhé.

Tato práce svědčí o tom, že údaje vypočtené o všech, i smíšených porostních skupinách, zmíněnými dvěma postupy jsou statisticky rozdílné, a proto by mohlo k zpřesnění výsledků dopomoci zjištění, která metoda poskytuje správnější výsledky. To se může zdát v rozporu s tím, co vypověděla ANOVA o podobnosti průměrných přírůstků hlavních hospodářských dřevin, kdy všechny výsledky byly označeny jako statisticky nerozdílné a vyzývá to tedy otázku, jakou měrou na tomto rozdílu mají smíšené porosty a prosté průměrování naměřených hodnot o přírůstcích a poklesech výšek do jedné souhrnné hodnoty za celý zkoumaný vzorek.

5 Závěr

Účelem vytvoření této práce bylo učinit krok k vytvoření porovnání stavu lesa a jeho změnám napříč relativně dlouhým časovým obdobím od roku 1999 do roku 2020 a tím odhalit úskalí, která zpracování takovýchto dat může mít v praxi a nastítnit pracovní postup i jeho alternativy při řešení takového úkolu, který ač zpětně nevypadá složitě, s sebou, při neznalosti některých možností a vlastností počítačových programů, přináší různá úskalí a možnosti, kde učinit chyby.

Samozřejmě bylo cílem této práce také vytvořit představu o přesnosti výstupů dosažených porovnáním časově vzdálených materiálů DPZ a ilustrovat jejich potenciál pro inventarizaci lesa v budoucnosti, která pravděpodobně v nějaké míře bude pracovat s podobnými materiály DPZ.

Moderní metody DPZ bezpochyby nabízí potenciál alespoň částečně nahradit tradiční metody inventarizace lesa přímým měřením. Má-li lesnictví udržet krok s navazujícími obory, jako je např. dřevozpracující průmysl, je nasnadě, aby i v hospodářské úpravě lesa, kontrole stavu lesa i zjišťování zásoby dříví v lese, byly učiněny kroky, vedoucí k vyšší efektivitě práce, zvýšení přesnosti měřených údajů o lese atp.

Ačkoliv tato práce nemohla z různých důvodů poskytnout přesné údaje o celém území Školního lesního podniku v Kostelci nad Černými lesy, podařilo se dokázat, že i přes tyto

nedostatky lze dosáhnout výsledků, které více či méně odpovídají skutečnosti a že za předpokladu vstupu plnohodnotných materiálů DPZ do procesu zjišťování výškového přírůstu lesních dřevin bude možné dosáhnout přesných údajů nejen o výšce lesních porostů vcelku rychlým a finančně zajímavým způsobem. Ten umožňuje zjištění údajů o stavu lesa velkoplošně a na rozdíl od osobních návštěv lesních porostů za účelem přímého měření či dokonce odhadu porostních veličin i velmi rychle a při nejmenším stejně přesně, ne-li dokonce přesněji.

6 Reference

1. **Kuželka, Karel a kolektiv.** *Měření lesa: Moderní metody sběru a zpracování dat.* Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, 2014.
2. **Kuželka, Marušák a Urbánek.** *Dendrometrie.* Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2016.
3. **ÚHÚL.** *Inventarizace lesů, Metodika venkovního sběru dat; Verze 6.0.* Brandýs nad Labem : Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 2003.
4. **Vacek, Stanislav a kolektiv.** *Pěstování lesů.* Praha : česká zemědělská univerzita v Praze, 2018.
5. **Zeller, Laura a Pretzsch, Hans.** Effect of forest structure on stand productivity in Central European forests depends on developmental stage and tree species diversity. *Forest Ecology and Management.* 19. 12 2018, stránky 193-204.
6. **Pretzsch, Hans a Biber, P.** Size-symmetric versus size-asymmetric competition and growth partitioning among trees in forest stands along an ecological gradient in central Europe. *Canadian Journal of Forest Research.* 2010, stránky 370-384.
7. **Nothdurft.** Allometrie, Wachstumsgesetze,. *BokuLearn.* [Online] 28. 2 2018. https://learn.boku.ac.at/pluginfile.php/577418/mod_resource/content/4/ForstlicheErtrag_slehre_Einheit_2.pdf.
8. **Sequens, Josef.** Dendrometrie. [Online] 15. 9 2020. https://katedry.czu.cz/storage/3844_Souhrn_Dendrometrie.pdf.
9. **Akca a Van Laar.** *Forest mensuration.* místo neznámé : Springer, 2007.
10. **Šmelko a kolektiv.** *Meranie lesa a dreva.* Zvolen : ÚVVP LVH, 2003.
11. **Hrdina, Marek.** *Zjišťování porostní zásoby v podmínkách Selských lesů Hředle.* Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2019.
12. **Hasenauer, Hubert.** *Waldbau.* Vídeň : Universität für Bodenkultur in Wien; Institut für Waldbau, 2018.

13. **Štipl, Přemek.** *Hospodářská úprava lesa-DENDROMETRIE*. Hranice : SLŠ Hranice, 2000.
14. **ÚHÚL.** *Hmotové tabulky ÚLT*. Brandýs nad Labem : Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 1959.
15. **Šmelko, Štefan.** *Dendrometria Vysokoškolská učebnica*. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2000.
16. **ÚHÚL.** *Tabulky pro stanovení hmot porostů podle jednotlivých hmotových křivek*. Brandýs nad Labem : Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 1959.
17. **Petráš, P a Pajčík, J.** *Sústava česko-slovenských objemových tabuliek dřevín. Lesnický časopis*. 1 1991.
18. **Goodbody, Tristan R.H, Coops, Nocholas C. a White, Joanne C.** Digital Aerial Photogrammetry for Updating Area-Based Forest Inventories: A Review of Opportunities, Challenges, and Future Directions. *Remote Sensing*. 20. 3 2019.
19. **Kropáček, Jan.** *Družicové systémy DPZ a charakteristiky dat*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2019.
20. **Komárek, Jan a Vávra, Martin.** Drony v enviromentální praxi. *Ochrana přírody*. 6 2019, stránky 14-17.
21. **Omasa, Kenji, Oki, Kazuo a Suhama, Tomoyuki.** *CIGR Handbook of Africultural Engineering*. místo neznámé : American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006.
22. **Holzwarth, Stefanie, a další.** Earth Observation Based Monitoring of Forests in Germany: A Review. *Remote Sensing*. 31. 10 2020.
23. **Komárek, Jan, a další.** *Mapování porostu podél dopravní infrastruktury – certifikovaná metodika*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2020.
24. **Surový, Peter a Kuželka, Karel.** *Aplikace dálkového průzkumu Země v lesnictví*. Praha : česká zemědělská univerzita v Praze, 2019.

25. **EU. COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) 2019/947 of 24 May 2019 on the rules and procedures for the operation of unmanned aircraft.** místo neznámé : European Comission, 2019.
26. **ÚCL. Bezpilotní systémy Školící materiál ÚCL ve formě FAQ - nejčastěji kladených dotazů k problematice.** místo neznámé : Úřad pro civilní letectví, 2021.
27. **Kropáček, Jan, Moravec, David a Komárek, Jan. Dálkový průzkum - I.** Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2020.
28. **Halounová, Lena. Dálkový průzkum Země.** Praha : Vydavatelství ČVUT, 2005.
29. **Iglhaut, Jakob, a další.** Structure from Motion Photogrammetry in Forestry: a Review. *Remote sensing.* 16. 7 2019.
30. **Hawryło, Paweł a Wezyk, Piotr.** Predicting Growing Stock Volume of Scots Pine Stands Using Sentinel-2 Satellite Imagery and Airborne Image-Derived Point Clouds. *Forests.* 17. 5 2018.
31. **Wikipedia.org.** Electromagnetic spectrum. *Electromagnetic spectrum.* [Online] Wikipedia, 28. 6 2020. [Citace: 5. 9 2020.]
[https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_spectrum#Types_of_radiation.](https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_spectrum#Types_of_radiation)
32. **Granhölm, Ann-Helen, a další.** The potential of digital surface models based on aerial images for automated vegetation mapping. *Remote Sensing.* 7. 4 2015.
33. **Gobakken, T, Bollandsås, OM a Næsset, E.** Comparing biophysical forest characteristics estimated from photogrammetric matching of aerial images and airborne laser scanning data. *Scandinavian Journal for Forest Research.* 2015.
34. **Fojtík, Tomáš.** *Studium sférické vady optické čočky.* Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2012.
35. **Řeřábek, Martin.** Optické vady. *feld.cvut.cz.* [Online] 14. 1 2021.
[http://poseidon2.feld.cvut.cz/courses/E37EAA/materialy.php?akce=dlf&zdroj=vpm&fkey=33&xtgt=2f686f6d652f53657276696365732f777772f68746d6c2f6564755f6465706f742f2f58333743414f.](http://poseidon2.feld.cvut.cz/courses/E37EAA/materialy.php?akce=dlf&zdroj=vpm&fkey=33&xtgt=2f686f6d652f53657276696365732f777772f68746d6c2f6564755f6465706f742f2f58333743414f)

36. **WikiSkripta**. Vady optických soustav. *WikiSkripta*. [Online] 14. 1 2021.
https://www.wikiskripta.eu/w/Vady_optick%C3%BDch_soustav.
37. **Wikipedie.org**. Aliasing. *Wikipedie*. [Online] 12. 10 2020.
<https://cs.wikipedia.org/wiki/Aliasing>.
38. **Horák, Jiří**. *Dálkový průzkum Země*. Ostrava : Technická univerzita Ostrava, 2014.
39. **Dobrovolný, Petr**. *Dálkový průzkum Země- Digitální zpracování obrazu*. Brno : Masarykova univerzita v Brně, 1998.
40. **Büyüksaliha, I., a další**. Forest stem volume calculation using airborne LiDAR data. *The International Archives of the Photogrammetry*. 9. 6 2017, str. I. Büyüksaliha S. Bayburt M. Schardt Büyüksalih.
41. *Combining stereophotogrammetry and LiDAR to map forest canopy height*. **St-Onge, Benoit a Vega, Cedric**. Centre-Ville : University of Quebec at Montreal, Montreal, 2003.
42. **Halounová, Lena a Pavelka, Karel**. *Dálkový průzkum Země*. Praha : ČVUT, 2005.
43. **Mielcarek, Miłosz, Kamińska, Agnieszka a Krzysztof, Stereńczak**. Digital Aerial Photogrammetry (DAP) and Airborne Laser Scanning (ALS) as Sources of Information about Tree Height: Comparisons of the Accuracy of Remote Sensing Methods for Tree Height Estimation. *Remote Sensing*. 3. 7 2020.
44. *Determining tree height and crown diameter from high-resolution UAV imagery*. **Panagiotidis, Dimitrios, a další**. Praha : International Journal of Remote Sensing, 2016.
45. **Michez, Adrien, a další**. Can regional aerial images from orthophoto surveys produce high quality photogrammetric Canopy Height Model? A single tree approach in Western Europe. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2020.
46. **Huang, Hongyu, He, Shaodong a Chen, Chongchenf**. Leaf Abundance Affects Tree Height Estimation Derived from UAV Images. *Forests*. 22. 10 2019.

47. **MathWorks.** Structure from Motion. *MathWorks*. [Online] 10. 9 2020.
<https://www.mathworks.com/help/vision/ug/structure-from-motion.html>.
48. **Minařík, Robert.** *Sestavení a ověření konceptu leteckého snímkování s využitím pilotovaných letadel a neměřických komor*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2015.
49. *Comprehensive comparison of wo image-based point clouds from aerial photos with airborne LiDAR for large-scale mapping.* **Widyaningrum, E. a Gorte, B.G.H.**
Wuhan : The International Archives of the Photogrammetry, 2017. ISPRS Geospatial Week 2017.
50. **Šafář, Václav.** *Technologické postupy pro vybrané technologie mapování - návrh*. Zdíby : Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i., 2016.
51. **Hirschmüller, Heiko.** *Semi-Global Matching – Motivation, Developments and Applications*. Oberpfaffenhofen : Wichmann/VDE Verlag, Belin & Offenbach, 2011.
52. **Agisoft LLC.** Agisoft Metashape User Manual: Professional Edition, Version 1.5. Agisoft. [Online] 2. 11 2020. https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_1_5_en.pdf.
53. **Surový, Peter, Ribeiro, Nuno Almeida a Pangiotidis, Dimitrios.** Estimation of positions and heights from UAV-sensed imagery in tree plantations in agrosilvopastoral systems. *International Journal of Remote Sensing*. 7. 2 2018.
54. **Kwong, Ivan H. Y. a Fung, Tung.** Tree height mapping and crown delineation using LiDAR, large format aerial photographs, and unmanned aerial vehicle photogrammetry in subtropical urban forest. *International Journal of Remote Sensing*. 12. 4 2020.
55. **Abdollahnejad, Azadeh, Panagiotidis, Dimitrios a Surový, Peter.** Estimation and Extrapolation of Tree Parameters Using Spectral Correlation between UAV and Pléiades Data. *Forests*. 11. 2 2018.
56. **Nurset, Demir.** Using UAVs for detection of trees from digital surface models. *Journal of Forestry Research*. 16. 9 2017.

57. **Yu, Xiaowei, a další.** Comparison of Area-Based and Individual Tree-Based Methods for Predicting for Predicting Plot-Level Forest Attributes. *Remote Sensing*. 7. 2 2010.
58. **Straub, Christoph, a další.** Potential of UltraCamX stereo images for estimating timber volume and basal area at the plot level in mixed European forests. *Canadian Journal of Forest Research*. 5 2013.
59. **Surový, Peter a Kuželka, Karel.** Acquisition of Forest Attributes for Decision Support at the Forest Enterprise Level Using Remote-Sensing Techniques—A Review. *forests*. 3 2019.
60. **Liu, Qingwang, a další.** Analysis of the Spatial Differences in Canopy Height Models from UAV LiDAR and Photogrammetry. *Remote Sensing*. 6. 9 2020.
61. **Moe, Kyaw Thu, a další.** Comparing Individual Tree Height Information Derived from Field Surveys, LiDAR and UAV-DAP for High-Value Timber Species in Northern Japan. *Forests*. 15. 2 2020.
62. **Jurjević, Luka, a další.** Is field-measured tree height as reliable as believed – Part II, A comparison study of tree height estimates from conventional field measurement and low-cost close-range remote sensing in a deciduous forest . *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* . 3. 10 2020.
63. **White, Joanne C., a další.** Comparing ALS and Image-Based Point Cloud Metrics and Modelled Forest Inventory Attributes in a Complex Coastal Forest Environment. *Forests*. 15. 10 2015, stránky Joanne C. White 1,*, Christoph Stepper 2Piotr Tompalski 3 Michael A. Wulder.
64. **Lin, Jiayuan, a další.** Aboveground Tree Biomass Estimation of Sparse Subalpine Coniferous Forest with UAV Oblique Photography. *Remote Sensing*. 21. 11 2018.
65. **Tinkham, Wade, a další.** Development of Height-Volume Relationships in Second Growth *Abies grandis* for Use with Aerial LiDAR. *Canadian Journal of Remote Sensing*. 23. 8 2016.
66. **Masarykova Univerzita v Brně.** Paired test. *Math and Stats Support Centre*. [Online] [Citace: 12. 4 2021.] <https://mathstat.econ.muni.cz/media/12565/pairedtest.pdf>.

67. —. Statistický test. *Matematická biologie*. [Online] Masarykova Univerzita v Brně. [Citace: 12. 4 2021.] <https://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=aplikovana-analyza-klinicky-ch-a-biologicky-ch-dat--biostatistika-pro-matematickou-biologii--uvod-do-testovani-hypotez--statisticky-test>.
68. **Lepš, Jan a Šmilauer, Petr.** *Biostatistika*. České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2016.
69. **Masarykova univerzita v Brně.** Nulová hypotéza. *Matematická biologie*. [Online] Masarykova Univerzita v Brně. [Citace: 12. 4 2021.] <https://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=aplikovana-analyza-klinicky-ch-a-biologicky-ch-dat--biostatistika-pro-matematickou-biologii--uvod-do-testovani-hypotez--nulova-hypoteza>.
70. **Veterinární a farmaceutická univerzita Brno.** Analýza rozptylu (ANOVA). [Online] Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. [Citace: 04. 12 2021.] <https://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn3/ANOVA.htm>.
71. **Univerzita Karlova.** ANOVA: testy středních hodnot více skupin. [Online] Univerzita Karlova. [Citace: 12. 4 2021.] https://fu.ff.cuni.cz/STAT/17_testy_stredni_anova.html.
72. **Statistics How To.** RMSE: Root Mean Square Error. *Statistics How To*. [Online] 5. 2 2021. <https://www.statisticshowto.com/probability-and-statistics/regression-analysis/rmse-root-mean-square-error/>.
73. **Zouharová, Silvie.** *Hodnocení prediktivní schopnosti klasifikačních systémů hospitalizačních případů*. Brno : Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, 2016.
74. **Reměš, Jiří a Podrázský, Vilém.** *Vzorové lesnické hospodaření ŠLP Kostelec nad Černými lesy – exkurzní průvodce*. Kostelec nad Černými lesy : Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra pěstování lesů, 2006.
75. **ÚHÚL.** *Textová část oblastního plánu rozvoje lesů, Část A, Přírodní lesní oblast č. 10 Středočeská pahorkatina*. Stará Boleslav : Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 2001.

76. **AOPK ČR.** NPR Voděradské bučiny. *Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky*. [Online] 4. 2 2021. <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-prirodu-a-krajinu/maloplosna-zvlaste-chranena-uzemi/npr-voderadske-buciny/>.
77. —. *Souhrn doporučených opatření pro evropsky významnou lokalitu Šáchovec*. Praha : AOPK ČR, Krajské středisko Praha a střední Čechy, 2009.
78. **Česká geologická služba.** Geovědní mapy 1:50000. *Česká geologická služba*. [Online] 4. 2 2021. <https://mapy.geology.cz/geocr50/>.
79. **Natura 2000.** CZ0210027 - Voděradské bučiny. *Evropsky významné lokality v České republice*. [Online] 4. 2 2021. http://www.nature.cz/natura2000-design3/web_lokality.php?cast=1805&akce=karta&id=1000145000.
80. **Arboretum FLD Kostelec n. Č. lesy.** Přírodní a klimatické podmínky. *Arboretum FLD Kostelec n. Č. lesy*. [Online] 4. 2 2021. <https://arboretum.czu.cz/cs/r-12506-o-arboretu/r-12526-prirodni-a-klimaticke-podminky>.
81. **Haglöf Sweden AB.** *Users Guide Vertex III and Transponder T3*. místo neznámé : Haglöf Sweden AB., 2005.
82. **Haglöf Sweden AB.** *Measuring Work with the Speed of Light!* Längsele : Haglöf Sweden AB.
83. **MZe.** *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2017*. Praha : Ministerstvo zemědělství, 2018.
84. **del Rio, Miren, Condés, Sonia a Pretzsch, Hans.** Analyzing size-symmetric vs. size-asymmetric and intra- vs. inter-specific competition in beech (*Fagus sylvatica* L.) mixed stands. *Forest Ecology and Management*. 24. 4 2014.
85. **Sequens, J.** Dendrometrie. *katedry.czu.cz*. [Online] 15. 9 2020. https://katedry.czu.cz/storage/3844_Souhrn_Dendrometrie.pdf.

7 Přílohy

7.1 Příloha 1 – Údaje o zjištěných výškách a změnách výšky

Číslo	Kód JPRL	Adresa	Výška podle				Změna výšky												Změna výšky dle Zonal Statistics							
			CHM 1999	LHP 2011	CHM 2019	CHM 2020	2019-2011		2019-2011		2019-2011		2019-2011		2019-2011		2019-2011		2019-2011		2019-2011					
							Foto	Laser	Foto	Laser	Foto	Laser	Foto	Laser	Foto	Laser	Foto	Laser	Foto	Laser	Foto	Laser	Foto	Laser		
1	116802_101_b_a_12	101Ba12	22,225	27,000	23,024	23,951	23,026	24,988	4,775	-3,976	1,049	0,002	1,037	0,801	2,763	-3,974	-2,012	0,234	0,421	0,144	2,136	-0,136	-0,515	1,666	1,180	
2	116802_101_b_b_12	101Bb12	22,028	23,000	23,000	3,621	8,391	3,782	8,556	2,072	-19,379	14,069	0,162	0,165	-17,145	-12,372	-19,218	-14,444	-20,261	-16,729	-21,355	-16,636	-0,061	-3,882	3,997	1,340
3	116802_101_b_c_12	101Bc12	7,132	27,400	9,367	11,951	9,294	12,947	20,268	-18,033	15,449	-0,073	0,997	2,162	5,815	-18,106	-14,453	-8,428	3,130	-6,661	6,431	0,093	-2,717	3,990	1,363	
4	116802_101_d_a_7	101Da7	24,519	22,950	12,963	16,658	12,962	17,153	-1,569	-9,987	6,292	0,019	0,495	-11,537	-7,367	-9,968	-5,797	-19,245	-14,628	-19,793	-14,525	-0,339	-4,424	3,371	0,575	
5	116802_101_d_b_7	101Db7	9,095	22,050	19,185	20,614	19,155	20,800	12,955	-2,865	1,436	0,000	0,216	10,060	11,734	-2,895	-1,220	9,560	11,845	10,193	11,824	-0,214	-1,214	1,563	0,369	
6	116802_102_a_a_9	102Aa9	46,455	26,950	20,611	23,778	20,532	22,902	-19,505	-6,339	1,172	-0,078	-0,877	-25,923	-23,554	-6,418	-4,048	-24,351	-22,285	-23,803	-21,299	-0,081	-1,812	2,087	0,784	
7	116802_102_a_b_10	102Ab10	28,248	27,050	15,073	19,362	15,224	17,133	-1,198	-11,977	6,688	0,151	-2,229	-13,023	-11,115	-11,806	-9,917	-12,727	-9,047	-12,700	-10,003	-0,020	-1,376	1,821	0,963	
8	116802_102_b_a_13	102Ba13	35,512	30,750	11,110	24,873	11,255	11,718	-4,762	-19,640	5,877	0,145	-13,155	-24,257	-23,795	-19,495	-19,032	-26,428	-10,541	-26,118	-25,926	0,042	-13,502	1,001	-12,992	
9	116802_102_b_b_9	102Bb9	38,507	31,400	27,804	27,808	22,602	29,003	-7,107	-3,596	3,592	0,002	1,196	-7,005	-9,504	-3,598	-2,397	-10,855	-10,628	-10,800	-9,441	-0,006	-0,027	1,117	1,226	
10	116802_102_b_c_11	102Bc11	37,216	26,800	21,451	24,338	21,300	23,269	-10,516	-5,349	2,462	-0,101	-1,070	-15,966	-14,047	-4,540	-3,531	-16,142	-13,018	-16,117	-14,083	-0,350	-1,040	0,887	0,896	
11	116802_102_d_a_11	102Da11	43,304	27,700	26,156	26,966	26,048	27,725	-15,504	-1,595	0,784	-0,057	0,758	-17,157	-15,480	-1,652	0,025	-16,757	-17,283	-16,530	-16,276	-0,046	-0,342	1,216	1,523	
12	116802_103_a_a_12	103Aa12	47,872	29,650	24,578	24,829	24,758	25,174	-18,222	-5,072	4,821	0,180	0,346	-23,113	-22,697	-4,892	-4,476	-24,040	-23,338	-23,338	-23,338	-0,083	-0,682	-0,268	1,535	
13	116802_103_c_c_12	103Cc12	28,211	25,750	19,284	19,518	19,288	20,444	-2,461	-6,466	6,232	0,004	0,926	-8,922	-7,767	-4,462	-5,306	-8,652	-8,593	-9,061	-7,611	-0,059	-2,400	1,046	0,871	
14	116802_103_c_c_2	103Cc2	24,637	8,000	16,664	16,171	16,684	17,427	-16,637	8,664	-1,711	0,021	1,256	-7,953	-7,210	8,684	9,427	-7,664	-8,341	-7,659	-7,622	0,049	-0,470	0,788	1,115	
15	116802_103_c_c_3	103Cc3	26,391	12,300	19,340	19,303	19,343	20,280	-14,991	7,040	-7,003	0,003	0,974	-7,047	-6,111	7,043	7,980	-6,272	-6,720	-6,735	-8,200	0,030	-0,075	0,968	0,959	
16	116802_103_a_a_8	103Aa8	46,448	21,800	20,657	21,426	20,661	22,660	-24,648	-1,143	3,744	0,004	1,234	-25,787	-23,788	-1,139	0,860	-25,262	-24,292	-25,390	-23,513	-0,027	-7,730	1,979	1,315	
17	116802_103_b_b_8	103Bb8	21,903	21,800	23,031	23,659	23,038	24,682	-0,103	1,231	-1,859	0,006	1,022	11,374	2,779	1,238	2,882	-3,756	-2,388	-3,435	-1,364	-0,001	-0,642	1,706	1,110	
18	116802_103_d_a_11	103Da11	33,667	23,800	23,360	26,596	25,325	26,587	-4,267	-13,466	12,204	-0,009	-0,409	-17,742	-16,879	-13,475	-12,613	-24,635	-24,661	-23,336	-23,664	0,054	-1,185	1,852	0,891	
19	116802_103_d_a_12	103Da12	1,699	27,200	18,663	19,570	18,675	20,670	-25,502	-8,457	0,060	0,019	1,100	16,974	18,973	-8,538	-6,530	4,484	5,921	7,110	0,123	0,994	1,129	1,080	1,080	
20	116802_103_g_a_a_2c	103Ga2c	44,016	5,950	14,344	14,771	14,329	15,202	-35,066	8,394	-8,221	-0,014	1,152	-26,687	-25,094	8,379	9,972	-26,908	-26,545	-26,879	-25,808	-0,010	-4,411	1,645	1,150	
21	116802_103_g_a_a_2b	103Ga2b	44,453	11,400	15,678	17,142	15,628	18,348	-33,053	4,278	-5,142	-0,050	1,206	-28,825	-26,105	4,228	9,948	-28,550	-27,624	-26,025	-25,028	0,018	-1,691	2,291	1,153	
22	116802_103_g_a_a_2c	103Ga2c	45,186	8,200	15,947	16,984	15,910	18,066	-36,986	7,747	-8,784	-0,036	1,082	-29,276	-27,120	7,170	9,866	-29,257	-28,009	-29,202	-26,863	0,187	-1,357	2,590	1,051	
23	116802_103_g_a_a_3	103Ga3	35,719	10,000	11,610	12,374	11,596	13,485	-25,719	1,610	-2,374	-0,014	1,111	-24,222	-22,233	1,596	3,485	-24,218	-23,301	-24,242	-22,211	0,009	-0,815	1,960	1,112	
24	116802_103_g_a_4	103Ga4	38,840	17,650	16,889	17,451	16,907	18,603	-21,190	-0,761	1,199	0,008	1,151	-21,933	-20,237	-0,743	0,953	-22,774	-22,260	-22,459	-21,015	0,079	-0,632	1,916	1,110	
25	116802_104_a_f_4	104Af4	23,861	24,000	24,055	24,055	24,055	24,055	-0,761	6,160	-6,311	-0,015	0,774	5,384	6,324	-6,145	7,085	-5,582	-5,394	-6,335	-6,335	-0,001	-1,015	2,038	1,152	
26	116802_104_a_7	104Aa7	16,833	23,000	24,040	20,822	20,479	21,752	7,057	-5,406	3,078	-0,015	0,930	3,646	4,919	-3,441	-2,448	3,992	4,244	3,992	4,244	0,001	-0,055	-3,000	1,168	0,969
27	116802_104_b_a_4	104Ba4	12,532	10,000	10,822	10,813	10,822	10,822	-2,532	7,822	-8,013	-0,019	0,737	5,271	6,219	7,802	8,750	5,286	5,477	5,304	6,328	0,001	-0,297	1,060	0,919	
28	116802_104_b_c_4	104Bc4	18,743	10,000	10,735	20,031	19,638	20,900	-8,743	9,735	-10,011	-0,097	0,869	8,894	2,157	9,638	10,900	1,294	1,422	0,995	2,391	-0,125	-0,176	1,022	0,901	
29	116802_104_c_7	104Ac7	17,562	19,200	22,448	23,016	22,458	23,703	1,638	3,248	-3,816	0,000	0,687	4,896	6,141	3,258	4,503	4,565	5,166	4,382	7,400	0,047	-0,705	1,335	0,628	
30	116802_104_d_3	104Ad3	14,994	5,700	17,760	17,795	17,756	18,623	-9,294	12,060	-12,059	-0,005	0,828	2,761	3,628	12,056	12,923	3,389	3,997	3,015	4,042	0,017	0,007	0,883	0,697	
31	116802_104_e_3	104Ae3	21,581	8,400	10,191	17,740	17,188	18,322	-13,181	8,791	-9,340	-0,003	0,582	-4,339	-3,259	8,788	9,522	-4,119	-4,003	-4,058	-3,180	-0,134	-0,385	0,933	0,646	
32	116802_104_f_4	104Af4	13,961	13,200	13,960	15,511	15,345	20,285	-7,651	6,160	-6,311	-0,015	0,774	5,384	6,324	-6,145	7,085	-5,582	-5,394	-6,335	-6,335	-0,001	-1,015	2,038	1,152	
33	116802_104_g_7	104Ag7	10,765	22,400	20,333	20,333	20,333	21,102	-11,685	-2,081	0,067	0,036	0,859	5,990	10,427	-2,045	-1,038	9,059	9,073	9,811	9,811	0,082	-0,048	1,002	0,812	
34	116802_104_h_4	104Ah4	9,322	13,100	17,191	17,694	17,170	18,476	3,778	4,091	-4,594	-0,021	0,782	7,849	9,154	4,070	5,376	8,133	8,253	8,139	9,288	-0,006	-0,568	1,341	0,786	
35	116802_104_h_3	104Ah3	13,561	7,000	15,248	15,402	15,236	16,196	-6,561	8,268	-4,802	-0,012	0,794	1,675	2,635	8,236	9,196	1,986	2,123	1,836	2,884	-0,004	-0,077	0,933	0,812	
36	116802_104_i_4	104Ai4	13,450	13,100	16,757	16,947	16,740	17,779	-0,350	3,657	-3,847	-0,017	0,832	3,289	4,329	3,640	4,679	3,816	3,950	3,721	4,841	0,033	-0,138	1,172	0,937	
37	116802_104_j_a_8	104Aja8	30,455	23,800	18,540	19,375	18,511	20,256	-6,655	-7,420	-4,425	-0,029	0,881	-11,949	-10,199	-5,289	-3,544	-11,159	-12,980	-11,329	-10,819	-0,075	-0,579	1,603	0,893	
38	116802_104_b_c_10	104Bc10	32,918	26,000	22,314	22,399	22,310	23,343	-6,918	-3,686	3,601	-0,004	0,944	-10,609	-9,575	-1,690	-2,657	-10,772	-10,517	-10,792	-9,669	0,013	-0,085	1,064	1,000	
39	116802_104_b_c_11	104Bc11	31,861	23,000	21,296	21,668	21,297	22,867	-6,665	-1,704	1,322	-0,015	0,700	-10,364	-9,298	-1,699	-3,034	-13,374	-13,753	-13,748	-12,565	-0,068	-0,210	1,134	0,888	
40	116802_104_b_d_10	104Bd10	25,413	27,000	22,482	22,804	22,495	23,800	-1,587	-4,518	4,196	0,013	0,996	-2,919	-1,614	-4,500	-2,712	-3,180	-2,822	-2,025	-0,352	-0,445	-1,371	0,940	0,940	
41	116802_104_b_d_8	104Bd8	25,658	22,600	22,541	22,117	22,509	23,128	-3,058	-0,059	-0,483	-0,032	1,012	-3,149	-2,530	-0,091	0,528	-1,879	-2,342	-1,627	-1,406	0,022	-0,439	0,716	1,068	
42	116802_104_b_e_8	104Be8	19,848	24,400	23,000	22,832	23,510	23,801	3,576	-0,490	0,168	0,001	0,968	3,087	4,377	-0,490	0,801	1,272	1,259	0,802	2,251					

121	116802_107_C_a_11	107Cn11	31,779	22,900	19,261	20,798	21,970	-8,871	-3,639	2,102	0.019	1.173	-12,490	-9,800	-8,620	-9,930	-12,725	-12,540	-9,709	-0,048	-1,067	2,336	1,858			
122	116802_107_C_b_11	107Cb11	15,720	25,600	22,995	22,626	22,125	16,511	-3,505	9,774	0.023	1.166	-13,036	-15,983	-14,775	-13,118	-14,839	-12,450	-10,440	-1,211	-1,111	1,428	1,428			
123	116802_107_D_a_6	107Dn2	0,579	20,800	18,560	15,324	16,729	16,638	6,250	6,274	-0.004	1.234	-14,415	-16,245	-14,758	-13,997	-12,719	12,812	13,428	0,047	-0,177	4,340	1,572			
124	116802_107_D_a_6	107Dn4	15,009	10,500	17,204	17,905	17,152	18,563	-4,509	6,704	-0.745	-0.052	-0.686	2,143	3,554	6,652	8,063	-9,009	0,249	-0,926	6,841	-0,008	-7,788	1,507	6,769	
125	116802_107_D_b_6	107Dn6	11,466	21,500	18,002	20,531	18,050	20,286	-3,498	9,968	0.048	-0.245	5,184	8,820	-3,450	-1,214	-0,441	1,588	-3,232	1,584	-0,009	-0,754	2,213	4,458		
126	116802_107_D_b_6	107Dn2	2,923	16,300	13,739	15,991	14,201	14,977	13,377	-2,561	0.309	0.462	-1,017	-11,677	-10,254	-10,099	-13,320	4,464	2,120	1,444	4,148	-1,119	1,876	3,104		
127	116802_107_D_c_2	107Dc2	24,015	6,000	10,122	9,689	10,318	10,286	-18,015	4,122	-3,689	0.196	-0.974	-13,829	-12,759	-14,487	-16,018	-13,930	-15,801	0,196	0,563	0,565	0,502			
128	116802_107_D_d_5	107Dd5	30,665	22,000	15,657	16,575	16,575	16,575	-13,955	2,035	0.035	0.035	-15,195	-16,588	-15,699	-15,705	-16,588	-15,699	-15,705	-16,588	-15,699	-15,705	-16,588	-15,699	-15,705	
129	116802_107_D_e_5	107Dd5	30,665	17,800	17,716	18,720	17,712	19,209	-35,863	-0,084	-0,230	0.029	0.489	-25,901	-24,454	-20,028	-1,409	-27,745	-29,949	-27,780	0,087	-1,090	1,620	0,084		
130	116802_107_D_e_5	107Dd5	23,742	25,200	23,377	24,162	22,300	24,491	4,158	-3,523	1,738	-0.077	0.329	-1,442	0,750	-3,000	-1,409	-11,253	-7,919	-8,608	-0,228	-1,726	1,276	3,322		
131	116802_107_E_a_9	107Ea9	20,744	26,120	24,635	24,500	24,568	25,329	5,376	-1,485	1,200	-0.067	0.409	3,823	4,584	-1,552	-0,791	4,267	4,757	4,200	4,408	-0,360	-0,966	-0,329	3,683	
132	116201_107_E_e_7a	107Ee7a	0,219	22,350	14,689	17,353	14,719	17,705	22,131	-7,661	4,997	0.302	0,352	14,499	17,486	-7,681	-4,645	12,537	13,574	13,065	14,314	0,085	-2,598	3,134	0,642	
133	116802_108_A_c_6	108Ac6	34,292	18,800	18,665	18,765	18,687	19,273	-15,392	-0,235	0.195	0.027	-0,569	-15,605	-15,019	-0,213	0,373	-16,730	-16,446	-16,516	-16,259	0,094	-0,172	0,929	0,729	
134	116802_108_A_d_6	108Ad6	25,432	17,800	19,557	19,324	19,540	19,995	-7,632	1,757	-5,244	0.018	0,671	5,892	-5,892	-5,409	-1,740	2,195	-13,851	-14,055	-13,555	-13,371	0,056	0,139	0,615	0,665
135	116201_109_A_a_13	109Aa13	10,890	27,800	22,030	20,696	22,030	22,784	10,970	-7,770	1,004	0.000	2,088	5,200	5,884	-1,070	-5,016	5,410	8,080	5,710	6,333	-0,060	1,782	0,672	6,232	
136	116201_109_A_a_14a	109Aa14a	17,854	20,600	17,343	18,887	17,292	18,139	2,736	-3,257	1,713	-0.051	-0,748	-0,572	0,274	-3,308	-2,461	1,918	1,750	1,790	3,036	0,800	0,828	0,952	2,290	
137	116201_109_A_a_14b	109Aa14b	18,868	12,800	16,357	13,324	16,225	16,475	9,925	3,557	-0,132	0.130	13,347	13,597	3,425	3,675	12,063	10,814	10,677	13,133	-0,357	2,885	-0,230	2,929		
138	116201_109_A_a_9b	109Aa9b	17,240	24,680	23,952	22,981	23,945	25,216	7,440	-0,728	1,699	-0.029	2,235	6,703	7,976	-0,737	0,536	9,906	8,540	9,769	10,800	0,204	0,925	1,363	2,230	
139	116802_109_B_a_6	109Ba6	47,945	22,200	11,624	16,078	14,340	17,236	-25,745	-10,578	6,122	2,716	1,159	-33,605	-30,709	-7,860	-4,964	-34,737	-31,642	-34,402	-29,948	3,484	-0,689	10,576	0,440	
140	116802_109_B_a_6	109Ca3	51,214	9,900	8,246	13,346	13,794	14,100	-41,314	-1,654	-3,446	5,448	0,754	-37,420	-37,114	3,894	4,200	-43,512	-38,589	-38,290	-37,872	5,543	0,413	5,850	7,447	
141	116802_109_C_a_4	109Ca4	51,241	16,000	11,645	16,947	16,759	17,537	-35,241	-4,355	-0,947	5,114	5,100	-34,482	-33,704	0,759	1,537	-41,752	-36,745	-38,958	-36,708	-0,038	-0,131	5,811	5,993	
142	116802_109_D_a_10	109Da10	37,636	19,700	19,655	23,513	22,991	23,920	-17,936	-0,045	-3,813	3,336	4,407	-14,645	-13,717	3,291	4,220	-21,192	-16,840	-18,200	-16,895	3,144	-0,284	3,706	3,385	
143	116802_109_D_a_2	109Da2	41,932	9,800	9,820	15,291	14,806	15,935	-32,132	0,020	-5,491	9,885	0,645	-27,126	-25,996	5,006	6,135	-37,865	-31,290	-34,028	-31,611	9,999	-0,802	6,630	4,483	
144	116802_109_D_a_3	109Da3	38,812	9,250	9,829	14,264	14,661	15,169	-30,562	1,579	-0,414	8,052	9,905	-24,311	-23,642	6,431	6,919	-28,757	-24,690	-24,027	-23,727	4,865	0,407	5,315	0,911	
145	116802_109_D_a_4	109Da4	36,545	11,900	14,867	15,428	16,217	16,540	-27,254	3,000	-7,615	4,794	2,261	-23,176	-22,376	1,916	2,178	-29,376	-25,138	-25,138	-25,138	4,923	0,408	3,905	1,836	
146	116802_109_D_a_7	109Da7	35,540	26,300	26,300	26,300	22,929	23,547	-10,240	1,313	2,941	4,762	-28,727	-13,610	-12,633	6,371	-20,622	-19,736	-17,712	-17,141	4,939	-0,444	5,734	3,395		
147	116802_109_D_a_8	109Da8	33,446	22,300	15,569	18,745	17,448	19,457	-11,146	-6,731	5,555	1,840	-12,598	-13,989	-4,852	-2,843	-18,628	-15,305	-16,192	-14,665	2,098	-1,441	-4,320	1,739		
148	116802_112_B_e_12	112Be12	45,467	16,025	26,899	25,455	26,882	26,462	-29,942	10,874	-0,437	1,007	-19,085	-19,505	10,857	10,437	-21,507	-21,606	-21,175	-19,895	0,043	1,561	4,452	7,729		
149	116802_113_D_1_11	113D11	20,830	24,850	16,706	17,835	16,611	17,763	4,020	-8,144	7,015	-0.096	-0,072	-4,220	-3,067	-0,239	-7,087	-1,722	-3,565	-4,027	-1,972	0,065	0,629	1,044	2,017	
150	116802_113_D_1_7	113D7	19,601	23,900	15,252	15,073	15,247	16,310	4,299	-8,648	8,827	0.005	1,237	-4,354	-3,291	-6,653	-7,590	-6,963	-6,423	-6,993	-6,815	0,031	0,593	0,901	2,072	
151	116802_113_D_1_10	113D10	16,121	22,100	16,763	16,428	16,227	17,966	8,882	5,149	-9,021	-0.024	3,388	0,554	2,584	-5,373	-3,818	-9,131	-7,951	-6,541	0,023	0,596	2,000	2,837		
152	116802_113_E_3_10	113Ea10	1,394	18,900	13,383	14,003	13,765	14,665	16,506	-5,517	8,892	-0.012	0,657	10,978	12,271	-5,527	-4,235	4,727	7,777	3,880	6,132	0,016	0,384	1,462	2,443	
153	116802_113_E_3_10	113Ea10	2,031	18,900	7,916	11,387	7,883	9,212	17,869	-10,984	7,513	-0.033	-2,165	6,851	8,181	-11,017	-9,688	1,292	-2,655	1,034	1,207	-0,392	-1,812	1,234	4,499	
154	116802_113_E_3_10	113Ea10	0,003	18,900	13,826	14,548	14,026	16,609	18,897	-5,074	4,442	2,000	2,151	14,023	16,606	-4,874	-2,291	4,655	4,473	4,004	0,004	-0,233	2,389	2,131		
155	116802_113_E_3_10	113Ea10	8,117	25,500	13,191	13,151	12,944	14,921	17,383	-12,309	13,249	-0,247	1,711	4,828	6,805	-12,556	-10,579	0,058	4,016	4,346	5,964	0,073	1,124	1,635	2,193	
156	116802_113_E_3_10	113Ea10	0,902	22,000	21,778	22,936	21,735	22,557	21,098	-0,222	-9,936	-0,042	-0,379	20,833	21,655	-0,265	0,557	19,948	21,863	19,623	20,671	0,101	-1,204	1,241	0,122	
157	116802_113_E_3_10	113Ea10	1,618	22,100	16,763	16,428	16,227	17,966	8,882	5,149	-9,021	-0.024	3,388	0,554	2,584	-5,373	-3,818	-9,131	-7,951	-6,541	0,023	0,596	2,000	2,837		
158	116802_113_E_3_10	113Ea10	0,908	22,000	15,875	19,083	16,737	18,838	-0,125	-2,200	-1,038	-1,422	13,929	16,600	-1,452	-1,162	17,068	19,195	16,218	-18,222	-3,244	2,461	2,290			
159	116802_113_F_3_10	113Fa10	8,584	20,200	23,697	24,530	23,777	25,327	11,616	3,497	-4,330	0,880	0,796	15,193	16,742	3,577	1,127	3,386	5,105	3,240	5,488	-0,155	-0,574	1,204	0,740	
160	116802_113_F_3_10	113Fa10	33,363	23,600	27,001	27,196	27,382	28,641	-9,763	3,401	-3,596	3,811	1,445	-5,981	-4,722	3,782	5,041	-6,304	-6,236	-3,447	-4,672	0,009	1,677	1,376	3,236	
161	116802_113_F_3_10	113Fa10	24,150	24,500	23,310	21,882	23,289	24,098	10,100	-1,540	2,968	-0,022	2,216	-0,861	-0,052	-1,561	-0,752	-2,115	-1,895	-3,400	0,196	1,003	0,823	1,593		
162	116802_113_F_3_10	113Fa10	33,476	26,250	23,663	22,458	23,585	23,974	-7,226	-2,587	3,792	-0,078	1,516	-8,991	-9,502	-2,665	-2,276	-8,999	-8,848	-8,335	0,110	1,089	0,538	1,445		
163	116802_113_F_3_10	113Fa10	14,800	22,200	27,207	27,207	27,207	27,207	16,617	16,617	0.000	0.000	16,617	16,617	16,617	16,617	16,617	16,617	16,617	16,617	16,617	16,617	16,617	16,617	16,617	
164	116802_113_F_3_10	113Fa10	30,542	24,000	29,277	30,144	29,152	31,452	-6,542	5,277	-6,144	-0,125	3,308	-1,390	0,510	1,552	1,452	-4,000	-5,628	-4,371	-4,419	-0,080	-0,477	1,787	1,610	
165	116802_113_F_3_10	113Fa10	20,200	24,000	2																					

261	116407_117_B_b_11	117B011	24.181	26.750	25.907	25.340	25.889	26.629	2.569	0.843	1.410	-0.018	1.289	1.708	2.479	-0.861	-0.121	1.445	3.700	1.424	2.070	0.018	0.565	0.887	1.469	
262	116407_117_B_b_10	117B010	17.400	23.200	20.979	21.171	21.379	21.175	1.650	-0.482	-1.559	0.000	1.360	1.778	2.475	-0.471	-1.355	2.335	2.935	1.804	2.670	0.018	0.565	0.887	1.469	
263	116407_117_B_b_9	117B009	24.200	24.600	24.600	24.600	24.600	24.600	1.000	-0.882	-2.000	0.000	1.289	1.600	-0.626	-0.406	-0.100	1.577	1.538	1.750	2.570	-0.007	0.116	0.955	1.350	
264	116407_117_C_c_10	117C010	49.472	26.200	28.814	28.178	28.811	29.722	-23.272	2.614	-1.978	-0.000	1.544	-20.660	-19.750	2.611	3.522	-23.690	-23.778	-23.750	-22.280	-0.014	0.588	1.086	1.623	
265	116407_117_C_c_12	117C012	29.332	27.450	20.014	24.927	19.998	23.349	-11.822	-7.436	5.253	-0.016	-1.578	-9.334	-5.983	-7.452	-4.101	-12.579	-8.712	-12.660	-9.704	-0.004	-2.149	0.425	0.926	
266	116407_117_C_c_11	117C011	34.334	0.000	8.772	7.492	8.808	8.919	-34.334	8.772	-7.492	0.036	1.427	-25.252	-25.414	8.808	8.919	-24.998	-26.244	-24.884	-24.929	0.096	1.192	0.502	1.665	
267	116407_117_C_c_1b	117C01b	36.347	2.056	11.132	11.112	11.104	11.797	-34.297	9.082	-9.082	0.028	1.684	-25.243	-24.551	9.054	9.747	-25.245	-25.565	-25.688	-24.790	0.071	0.152	1.288	1.234	
268	116407_117_C_c_3	117C003	20.400	20.400	20.400	20.400	20.400	20.400	1.000	-0.882	-2.000	0.000	1.360	1.778	2.475	-0.471	-1.355	2.335	2.935	1.804	2.670	0.018	0.565	0.887	1.469	
269	116407_117_D_d_13a	117D013a	20.480	21.350	21.670	21.159	21.667	22.526	21.330	0.320	0.155	-0.009	1.326	-8.818	-7.986	0.311	1.176	-14.426	-14.682	-14.253	-13.582	0.023	0.253	0.958	1.220	
270	116407_117_D_d_13b	117D013b	24.310	21.200	24.384	23.705	24.384	21.207	-3.231	3.184	-2.505	0.000	1.511	-0.047	0.786	3.184	4.017	-7.991	-7.738	-8.350	-6.958	-0.021	0.698	0.729	1.528	
271	116407_117_D_d_1a	117D01a	41.819	1.100	9.428	8.595	9.464	10.700	-40.719	8.328	-7.495	0.037	2.105	-32.355	-31.119	8.364	9.600	-33.024	-33.851	-33.096	-31.750	0.058	0.645	1.840	2.176	
272	116407_117_D_d_1b	117D01b	11.793	7.100	16.057	17.103	15.989	17.239	-40.693	8.957	-10.003	-0.069	1.136	4.196	5.446	8.889	10.139	-8.103	-9.561	-4.241	-6.286	-0.136	0.675	1.298	1.513	
273	116407_117_D_d_2	117D02	12.961	6.700	12.928	14.407	12.936	14.592	-16.261	6.228	-7.707	0.008	1.184	-0.025	1.630	6.236	7.892	-17.047	-14.755	-16.574	-16.416	-0.023	-1.138	1.625	0.565	
274	116407_117_D_d_4b	117D04b	2.804	14.000	18.554	17.945	18.516	19.009	11.196	4.554	-3.946	-0.028	1.064	15.712	16.205	4.516	5.089	3.422	6.455	2.735	4.392	0.041	0.506	0.611	1.053	
275	116407_117_D_d_4c	117D04c	15.812	12.900	22.458	22.029	22.433	13.131	-2.912	9.558	-9.129	0.035	1.102	6.610	7.319	9.523	10.233	-11.913	-9.222	-12.364	-12.042	0.022	0.232	1.262	1.369	
276	116407_117_D_d_5	117D05	3.153	16.600	21.780	21.949	21.871	22.240	13.447	5.180	-5.349	0.092	0.291	18.718	19.086	5.271	5.640	5.111	7.824	6.015	6.981	0.095	-0.166	1.037	0.840	
277	116407_117_D_d_8a	117D08a	49.738	22.450	24.122	24.360	24.092	25.470	-27.288	1.672	-1.910	-0.030	1.110	-25.646	-24.268	1.642	3.000	-25.811	-25.400	-25.775	-24.626	0.010	-0.506	1.637	0.932	
278	116407_117_D_d_8b	117D08b	28.311	23.600	21.918	25.816	21.867	25.403	-4.711	-1.682	-2.216	-0.051	-4.113	-6.445	-2.908	-1.733	1.803	-10.437	-10.680	-10.755	-6.914	-0.099	-3.866	3.159	-0.445	
279	116407_117_E_e_1	117E001	16.521	14.000	14.547	13.842	14.550	15.516	-15.123	13.147	-12.442	0.003	1.674	-1.971	-1.005	13.150	14.116	-9.737	-9.878	-9.321	-8.257	-0.059	0.752	0.699	1.527	
280	116407_117_E_e_15	117E015	8.238	25.000	23.295	22.627	23.285	23.036	16.782	-1.705	2.373	-0.009	1.299	15.047	15.688	-1.715	-1.074	1.527	0.723	1.538	1.614	0.080	0.439	1.122	1.207	
281	116407_117_E_e_2	117E002	18.747	4.700	12.517	12.126	12.503	14.744	-14.047	7.817	-7.426	-0.015	1.168	-6.245	-5.003	7.802	9.044	-14.549	-14.916	-14.641	-13.263	-0.014	0.392	1.242	1.662	
282	116407_117_E_e_6	117E006	11.606	17.150	17.150	23.023	23.665	23.023	24.561	5.544	4.863	-0.515	0.000	8.986	11.597	12.955	6.053	7.411	3.742	3.873	3.809	4.866	-0.065	-0.264	1.041	1.941
283	116407_117_E_e_7e	117E07e	14.394	22.300	17.887	17.475	17.907	18.828	7.906	-4.413	6.825	0.019	1.353	3.513	4.434	-4.393	-4.722	-1.392	-1.896	-1.444	-3.367	0.053	0.308	1.117	1.371	
284	116407_117_E_e_7e	117E07e	11.449	19.400	26.343	25.733	26.310	27.120	9.951	6.943	-6.333	-0.033	1.387	14.861	15.671	6.910	7.720	10.838	10.192	10.789	11.468	0.031	0.416	1.106	1.439	
285	116407_117_E_e_9a	117E09a	34.444	24.820	18.231	17.399	18.189	20.208	5.006	-6.219	7.051	-0.042	1.809	-1.255	-0.236	-6.261	-5.242	-4.039	-4.883	-3.990	-3.040	-0.030	0.682	1.024	1.749	
286	116407_117_E_e_9b	117E09b	25.852	25.250	20.627	20.618	20.619	20.619	1.000	-0.882	-2.000	0.000	1.360	1.778	2.475	-0.471	-1.355	2.335	2.935	1.804	2.670	0.018	0.565	0.887	1.469	
287	116407_117_F_f_13	117F013	17.241	25.000	21.783	22.114	21.780	22.888	-12.241	-3.127	2.886	0.003	0.874	-15.462	-14.253	-2.202	-2.012	-15.154	-14.897	-15.112	-14.173	-0.014	-0.379	1.201	991	
288	116407_117_F_f_3	117F003	17.726	15.510	15.543	15.125	15.527	16.601	-2.216	0.033	0.385	-0.016	1.475	-2.198	-1.125	0.017	1.091	-3.849	-3.412	-3.648	-1.966	0.116	1.885	1.607	1.765	
289	116407_117_F_f_6	117F006	0.010	24.000	13.742	16.697	13.779	15.937	23.990	-10.258	7.303	0.037	-0.760	13.769	15.927	-10.221	-8.063	13.423	14.039	13.548	14.863	0.111	-1.388	2.677	-0.550	
290	116407_117_F_f_13	117F013	6.551	25.000	13.066	14.021	13.049	14.689	18.449	-11.934	10.979	-0.017	0.968	6.498	8.138	-11.951	-10.311	-4.167	-3.899	-3.445	-1.859	-0.026	-0.800	1.466	0.937	
291	116407_117_F_f_13	117F013	34.124	25.000	20.190	20.699	20.180	21.667	-9.124	-8.810	3.071	-0.010	0.668	-13.944	-12.458	-4.820	-3.333	-13.063	-12.789	-13.093	-11.521	-0.043	-0.440	1.369	1.058	
292	116407_117_F_f_2	117F002	7.473	7.000	14.949	14.606	14.676	17.172	-0.473	7.709	-7.499	-0.022	1.174	7.214	8.206	7.986	8.671	6.000	5.908	6.120	7.971	0.011	0.037	1.190	1.136	
293	116407_117_F_f_4	117F004	13.843	14.000	16.496	16.687	16.476	17.889	0.157	2.496	-2.687	-0.020	1.212	2.633	4.005	2.476	3.899	0.419	0.717	0.630	1.906	-0.065	-0.095	1.171	1.246	
294	116407_117_F_f_4	117F004	20.970	14.000	18.393	18.341	18.994	15.968	-5.970	3.193	-3.341	0.001	1.227	-2.776	-1.402	3.194	4.568	-2.592	-2.479	-2.370	-2.313	0.016	-0.208	1.435	1.246	
295	116407_117_F_f_11	117F011	27.243	6.558	7.514	6.546	8.091					-0.012	-0.577	-20.696	-19.152			-26.035	-24.135	-24.062	-24.301	-0.028	-1.167	1.382	1.861	
296	116407_117_F_f_11	117F011	23.496	27.050	26.693	26.734	26.727	27.917	3.554	-0.357	0.316	0.035	1.183	3.231	4.421	-0.323	0.867	1.258	1.340	1.278	2.437	0.019	0.446	1.057	1.788	
297	116407_117_F_f_12	117F012	32.067	26.700	19.015	20.393	19.011	20.772	-5.367	-7.685	6.307	-0.015	0.379	-13.066	-11.295	-7.699	-5.928	-16.900	-14.909	-16.050	-14.410	0.008	-0.712	1.777	1.325	
298	116407_117_F_f_12	117F012	21.688	2.900	10.560	10.560	10.560	10.560	1.000	-0.882	-2.000	0.000	1.360	1.778	2.475	-0.471	-1.355	2.335	2.935	1.804	2.670	0.018	0.565	0.887	1.469	
299	116407_117_F_f_12	117F012	42.381	4.000	9.973	9.846	9.949	11.219	-38.411	9.973	-9.846	0.024	1.373	-32.432	-31.162	9.949	12.219	-32.398	-32.258	-31.403	-30.986	0.044	-0.221	1.706	1.375	
300	116407_117_F_f_2	117F002	6.566	8.200	16.064	16.045	16.048	17.328	1.634	7.864	-7.845	-0.017	1.283	9.482	10.762	7.848	9.128	9.215	9.318	9.032	10.551	0.003	0.004	1.254	1.287	
301	116407_117_F_f_2a	117F02a	0.023	6.000	7.449	12.402	7.422	8.468	-7.767	1.449	-4.602	-0.027	1.394	7.399	8.445	1.422	2.468	6.002	7.022	7.072	7.072	-0.005	-5.403	0.922	-3.667	
302	116407_117_F_f_2b	117F02b	25.628	3.750	8.558	8.132	8.548	9.392	-21.878	7.808	-4.382	-0.010	1.260	-17.079	-16.402	7.938	5.648	-10.710	-21.592	-20.760	-20.067	-0.007	-0.646	0.684	1.553	
303	116407_117_F_f_3	117F003	0.898	13.600	11.887	12.976	11.830	13.779	-12.702	1.413	-0.624	-0.068	0.803	10.922	12.881	-1.780	0.179	11.959	11.488	12.638	0.014	-1.080	1.789	0.826	1.234	
304	116407_117_F_f_3	117F003	21.688	2.900	10.560	10.560	10.560	10.560	1.000	-0.882	-2.000	0.000	1.360	1.778	2.475	-0.471	-1.355									

541	116201_128_D_d_3a	128Dd3a	34.939	13.220	12.002	16.488	16.881	17.631	-11.219	-1.218	-3.268	4.080	1.134	-18.857	-2.452	2.861	4.411	-23.223	-18.672	-19.729	-17.614	4.135	-0.437	5.826	1.277	
542	116201_128_D_d_4	128Dd4	27.155	15.894	16.967	17.205	16.349	17.914	-11.875	-1.315	3.580	0.709	-8.906	-0.850	2.028	2.028	-13.375	-9.526	-10.878	-9.428	1.843	-0.613	5.557	1.147		
543	116201_128_D_d_5	128Dd5	20.245	16.460	16.662	16.944	16.500	17.815	-10.539	-1.030	3.776	1.859	-22.752	-11.352	16.627	16.627	-10.085	-10.603	-10.587	-10.603	-5.487	0.205	-4.827	0.606	-3.127	
544	116201_128_E_e_1	128Ee1	50.271	23.750	23.994	27.277	25.951	28.655	-2.821	0.244	-3.527	1.956	3.378	-0.620	2.084	2.201	4.905	-2.881	1.615	-3.091	2.859	2.004	-1.695	5.320	1.408	
545	116201_129_D_d_1	129Dd1	20.571	0.000	6.139	6.047	6.494	7.442	-12.021	6.139	-6.047	3.355	1.395	-43.777	-42.829	6.494	7.442	-43.153	-42.570	-41.797	-41.026	1.791	0.884	2.720	1.713	
546	116201_129_D_d_2	129Dd2	43.265	26.650	20.351	22.675	14.565	18.196	-13.865	-6.299	3.975	-5.786	-4.479	-28.699	-25.068	-12.085	-8.454	-23.589	-20.504	-23.745	-20.094	-0.095	-4.137	4.223	0.847	
547	116201_129_F_f_1c	129Ff1c	3.382	0.000	0.946	12.982	9.040	13.000	-16.242	9.446	-12.982	-0.407	0.018	5.658	9.619	9.040	13.000	6.886	-18.247	16.205	20.721	3.065	-1.938	8.012	2.088	
548	116201_129_F_f_1d	129Ff1d	5.099	4.000	4.500	15.680	15.600	16.000	-16.242	9.446	-12.982	-0.407	0.018	5.658	9.619	9.040	13.000	6.886	-18.247	16.205	20.721	3.065	-1.938	8.012	2.088	
549	116201_130_E_e_1	130Ee1	52.182	27.100	22.942	28.710	26.509	29.383	-10.953	-4.158	-1.616	-0.880	-0.424	-11.544	-8.518	-5.591	2.435	-19.136	-17.347	-16.020	-15.577	2.000	3.547	-2.650	6.285	0.990
550	116205_133_E_e_1	133Ee1	6.189	10.000	20.882	13.776	10.905	13.930	10.835	3.882	3.224	-9.977	0.154	4.723	7.748	-6.095	-3.070	9.894	2.755	-6.865	-9.914	-2.480	-6.758	0.983	0.993	
551	116205_133_E_e_2	133Ee2	25.398	20.100	27.161	20.587	19.766	21.153	-5.268	7.061	-0.487	-7.395	5.656	-5.632	-4.245	-0.334	1.053	-4.362	-5.039	-3.852	-7.385	-0.808	-5.564	0.678	0.585	
552	116205_133_E_e_3a	133Ee3a	25.561	21.900	25.033	19.161	17.831	19.527	-3.693	3.133	2.739	-2.700	0.367	-7.730	-6.034	-4.069	-2.373	0.150	-5.899	-6.869	-7.108	-1.447	-5.244	0.578	0.578	
553	116205_133_E_e_3b	133Ee3b	4.529	22.000	25.724	18.529	16.741	17.471	17.471	3.724	3.471	-8.983	1.822	12.212	14.142	-1.529	-3.289	14.437	7.444	5.689	7.108	-9.126	-1.533	-7.486	0.301	
554	116205_133_F_f_10a	133Ff10a	23.561	23.400	21.415	17.227	16.697	18.327	-0.161	-1.985	6.173	0.718	1.100	-6.864	-5.224	-6.703	-5.073	-2.761	-6.095	-7.805	-6.553	-4.574	-0.717	-2.487	1.183	
555	116205_133_F_f_11a	133Ff11a	15.054	20.000	17.577	18.339	15.755	17.862	4.946	1.757	1.607	-6.002	-0.530	0.701	2.888	-4.245	-2.138	6.752	-6.405	-1.527	-6.543	-5.262	-6.543	-5.994	1.357	
556	116205_133_F_f_12a	133Ff12a	4.516	19.000	16.571	13.895	11.683	13.344	14.484	-2.429	5.105	-4.887	4.049	7.168	9.818	-7.317	-4.666	-7.636	-13.215	-11.408	-11.166	-4.772	-2.431	-1.807	0.701	
557	116205_133_G_g_1	133Gg1	25.488	25.650	18.864	16.682	13.832	16.167	10.162	-6.786	9.968	-5.032	-0.516	-11.655	-9.321	-11.818	-9.483	-7.759	-13.245	-10.407	-10.536	-1.610	-2.878	0.892	0.892	
558	116205_133_G_g_2	133Gg2	0.866	22.600	15.895	18.561	14.476	19.159	21.734	-6.705	4.039	-1.420	0.598	13.609	18.293	-8.124	-3.411	8.011	11.206	7.458	12.153	-1.215	-3.952	3.281	0.843	
559	116205_133_G_g_3	133Gg3	23.481	23.000	18.679	22.516	18.578	22.914	-0.481	-4.321	0.484	-0.202	0.938	-4.904	-10.267	-4.422	-0.086	-5.192	-2.214	-4.692	-1.441	1.000	-3.710	3.887	0.822	
560	116205_133_G_g_4	133Gg4	34.167	2.946	3.554	3.008	4.933	3.008	0.062	1.399	-31.160	0.298	-29.234	-20.234	-20.234	-20.234	-20.234	-20.234	-20.234	-20.234	-20.234	-20.234	-20.234	-20.234	-20.234	
561	116207_136_A_a_1	136Aa1	34.595	1.000	4.650	6.660	4.589	7.706	-33.595	3.650	-5.660	-0.061	1.407	-30.006	-26.888	3.589	6.706	-30.881	-26.707	-20.258	-26.157	1.005	-2.400	3.502	0.954	
562	116207_136_A_a_2	136Aa2	21.295	7.000	11.347	12.041	11.349	13.044	-14.295	2.617	-5.041	0.002	1.003	-9.946	-8.252	4.349	6.044	-9.899	-9.026	-10.005	-7.655	-0.001	-6.000	1.711	1.039	
563	116207_136_A_a_3	136Aa3	19.022	9.200	11.817	13.520	11.823	14.231	-9.822	2.617	-4.320	0.006	0.711	-7.198	-4.790	2.623	5.031	-7.234	-5.494	-7.365	-4.793	0.064	-1.842	2.749	0.709	
564	116207_136_A_a_4	136Aa4	19.939	12.450	13.746	16.615	13.721	15.717	-10.489	1.296	-4.165	0.202	-0.898	-6.218	-4.222	1.271	3.267	-6.612	-3.354	-6.638	-4.508	-0.044	-2.875	1.854	-0.886	
565	116207_136_A_a_5	136Aa5	22.648	16.300	14.949	18.551	14.967	17.182	-6.348	-1.351	-2.251	0.019	-2.769	-7.681	-5.466	-1.333	0.882	-7.661	-4.117	-7.651	-5.463	-0.057	-3.283	1.925	-1.149	
566	116207_136_A_a_6	136Aa6	25.561	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	-6.348	-1.351	-2.251	0.019	-2.769	-7.681	-5.466	-1.333	0.882	-7.661	-4.117	-7.651	-5.463	-0.057	-3.283	1.925	-1.149	
567	116207_136_A_a_7	136Aa7	25.052	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	-6.348	-1.351	-2.251	0.019	-2.769	-7.681	-5.466	-1.333	0.882	-7.661	-4.117	-7.651	-5.463	-0.057	-3.283	1.925	-1.149	
568	116207_136_B_b_1	136Bb1	43.811	29.740	8.036	19.567	8.036	12.665	-14.071	-21.704	13.773	0.304	-3.301	-33.140	-31.145	-21.670	-17.075	-31.586	-22.687	-31.407	-22.938	0.010	-6.226	5.255	3.315	
569	116207_136_B_b_2	136Bb2	40.134	20.000	6.931	7.104	6.956	8.912	-18.334	4.931	-5.104	0.025	1.808	-35.749	-31.222	4.956	6.912	-32.505	-32.700	-32.391	-30.716	0.047	-0.214	2.093	1.813	
570	116207_136_B_b_3	136Bb3	37.942	2.000	6.864	6.789	6.861	8.741	-35.942	4.864	-4.789	-0.003	1.952	-31.081	-29.201	4.861	6.741	-30.956	-30.879	-30.914	-29.254	0.000	0.124	1.843	1.962	
571	116207_136_B_b_4	136Bb4	51.810	0.000	4.634	4.842	4.650	6.885	-51.810	4.634	-4.842	0.036	2.043	-47.160	-44.925	4.650	6.885	-48.170	-48.106	-48.094	-45.732	-0.043	0.063	2.049	2.148	
572	116207_136_B_b_5	136Bb5	25.900	2.000	2.658	3.54	2.74	4.247	-25.900	2.658	-3.54	0.076	0.373	-23.166	-21.563	2.734	4.247	-24.474	-22.495	-22.454	-21.775	0.038	-0.056	1.642	1.682	
573	116207_136_B_b_6	136Bb6	32.004	8.560	9.561	10.415	9.569	11.558	-36.244	3.711	-5.565	0.08	1.114	-22.525	-20.536	3.719	5.708	-22.585	-21.331	-22.431	-20.501	-0.008	-0.623	1.902	1.322	
574	116207_136_B_b_7	136Bb7	33.000	12.000	14.416	14.497	13.417	15.753	-22.990	1.376	-2.457	0.000	1.256	-21.613	-19.276	1.377	3.713	-21.570	-20.549	-21.514	-19.315	-0.005	-1.025	2.254	1.998	
575	116207_136_B_b_8	136Bb8	46.497	13.800	15.305	16.414	15.327	17.659	-32.697	1.505	-2.614	0.021	1.245	-31.170	-28.838	1.527	3.859	-31.079	-29.981	-31.047	-28.805	0.020	-0.993	2.336	1.401	
576	116207_136_B_b_9	136Bb9	48.039	17.620	17.563	18.451	17.579	19.957	-30.419	-0.057	0.831	0.015	1.506	-30.460	-28.082	-0.041	2.337	-30.885	-29.425	-30.694	-28.206	0.047	-0.106	2.612	1.477	
577	116207_136_C_c_12	136Cc12	30.040	28.400	6.222	14.034	6.267	10.284	-1.600	22.118	14.406	0.045	-3.749	-23.773	-19.755	-22.173	18.156	-30.471	-25.816	-29.984	-27.520	0.009	-6.080	4.898	0.816	
578	116207_136_C_c_13	136Cc13	25.900	2.000	6.258	5.54	2.74	4.247	-25.900	2.658	-3.54	0.076	0.373	-23.166	-21.563	2.734	4.247	-24.474	-22.495	-22.454	-21.775	0.038	-0.056	1.642	1.728	
579	116207_136_C_c_14	136Cc14	45.400	2.000	5.183	7.869	5.135	9.207	-42.540	3.283	-8.869	-0.048	0.957	-39.405	-36.613	1.135	5.027	-39.238	-38.522	-37.856	-36.002	-0.296	2.943	0.809	0.809	
580	116207_136_C_c_15	136Cc15	41.400	2.000	6.312	6.848	6.355	8.774	-39.070	4.312	-4.848	0.043	1.926	-34.715	-32.296	4.355	6.774	-38.149	-35.710	-37.418	-32.434	0.051	-0.513	2.590	2.094	
581	116207_136_C_c_16	136Cc16	13.072	2.000	6.409	6.762	6.422	8.505	-11.402	4.409	-4.762	0.013	1.734	-6.981	-4.897	4.422	6.505	-9.949	-8.948	-10.348	-7.455	-0.012	-0.444	1.992	2.596	
582	116207_136_C_c_17	136Cc17	46.022	8.000	3.894	14.099	3.705	13.159	-46.022	-4.106	-6.099	-0.189	-0.940	-42.317	-32.863	-4.259	1.549	-44.116	-23.067	-23.012	-23.618	0.197	-8.199	7.860	1.777	
583	116207_136_C_c_18	136Cc18	7.745	8.800	11.293	13.332	11.334	13.283	-1.055	-4.497	-4.532	0.021	-0.049	3.569	5.338	2.514	4.483	-3.392	-1.416	-3.273	-1.715	0.024	-0.969	2.022	1.320	
584	116207_136_C_c_19	136Cc19	23.253	13.000	17.971	18.959	17.989	20.313	-7.477	4.971	-5.909	0.017	1.404	-14.736	-17.060	4.989	7.313	-1								

681	116702_138_E_e_6a	138E6a	16.461	25.000	22.286	24.727	22.236	25.222	8.539	-2.774	0.278	-0.050	0.500	5.775	8.761	-2.764	0.222	7.833	10.095	7.673	10.584	-0.056	-2.880	2.768	0.958
682	116702_138_F_e_5b	138F5b	25.435	32.000	27.422	31.715	27.419	32.102	6.566	-0.073	0.085	0.066	1.985	4.847	6.024	-2.128	0.624	6.024	7.673	10.584	-0.056	-2.880	2.768	0.958	
683	116702_138_F_e_5b	138F5b	25.435	32.000	27.422	31.715	27.419	32.102	6.566	-0.073	0.085	0.066	1.985	4.847	6.024	-2.128	0.624	6.024	7.673	10.584	-0.056	-2.880	2.768	0.958	
684	116702_138_F_f_1a	138FF1a	21.504	4.000	11.392	10.571	11.388	12.797	-17.904	7.392	-6.571	-0.004	2.226	-10.516	-9.107	7.888	8.797	-10.624	-11.308	-10.735	-9.191	1.800	1.599	2.543	2.176
685	116702_138_F_f_1b	138FF1b	25.610	3.000	10.695	10.216	10.654	12.701	-22.610	7.695	-7.216	-0.042	2.485	-14.956	-12.909	7.654	9.701	-16.170	-16.563	-16.759	-13.889	0.010	0.174	2.468	2.458
686	116702_138_F_f_3	138FF3	21.937	10.800	16.718	16.484	16.736	18.745	-11.337	5.918	-6.684	0.018	2.621	-5.201	-3.193	5.936	7.945	-14.242	-15.023	-13.555	-12.985	-0.033	0.311	1.929	2.251
687	116702_138_F_f_3	138FF3	34.968	14.600	17.526	19.942	17.528	19.974	-20.368	2.926	-5.342	0.022	0.262	-17.441	-14.998	2.928	5.374	-17.399	-14.139	-17.300	-13.422	-0.025	-1.360	2.320	1.284
688	116702_138_F_f_7	138FF7	28.883	22.500	22.758	22.771	22.771	22.771	3.558	0.282	0.176	0.033	1.578	2.378	2.378	2.378	2.378	-0.332	-1.722	-1.722	-0.332	-0.443	-0.443	1.673	1.567
689	116702_138_F_f_7	138FF7	28.892	26.350	22.227	24.684	22.229	24.073	7.655	-4.184	1.666	0.023	-0.611	3.548	3.548	-4.111	-2.277	7.840	8.107	7.245	8.866	0.004	-0.539	1.941	1.986
690	116702_138_F_f_9	138FF9	23.993	7.000	12.574	12.544	12.583	11.118	-3.107	-4.526	1.756	0.009	-1.226	-1.410	0.125	-4.517	-2.982	0.023	2.633	0.044	1.997	0.021	-0.860	1.643	1.573
691	116201_138_G_e_11a	138Gg11a	3.425	16.800	13.409	14.042	13.434	15.652	13.375	-3.391	2.758	0.025	-1.611	10.009	12.227	-3.366	-1.148	7.867	6.475	4.692	7.685	0.017	-4.147	2.338	1.903
692	116201_138_G_e_11b	138Gg11b	3.021	23.950	11.759	19.232	11.750	17.472	-6.171	-12.191	4.718	-0.009	-4.660	-18.371	-15.349	-12.200	-9.178	-21.417	-11.559	-21.098	-18.193	-0.018	-7.154	3.043	-3.934
693	116201_138_G_e_1a	138Gg1a	42.815	0.000	4.392	4.008	4.305	5.436	-42.815	4.392	-4.008	-0.087	1.428	-38.510	-37.379	4.305	5.436	-35.221	-41.315	-36.606	-37.260	0.179	0.005	1.973	1.929
694	116201_138_G_e_1b	138Gg1b	45.504	2.000	6.282	6.392	6.254	7.984	-45.504	4.262	-4.399	0.025	1.591	-38.240	-36.521	4.264	5.984	-39.773	-40.417	-39.668	-38.451	0.000	-0.086	1.707	1.637
695	116201_138_G_e_1c	138Gg1c	40.133	2.000	4.950	6.124	4.955	7.223	-38.913	2.950	-4.124	0.015	1.029	-35.199	-32.910	2.953	5.223	-35.525	-35.520	-33.734	-0.033	-1.301	1.413	1.111	
696	116201_138_G_e_2c	138Gg2c	24.455	7.000	10.321	13.096	10.266	13.493	-17.455	3.321	-6.096	-0.054	3.977	-14.189	-10.962	3.266	4.683	-14.842	-12.752	-14.441	-11.923	-0.107	-2.457	3.158	0.970
697	116201_138_G_e_2c	138Gg2c	37.277	7.000	13.571	13.551	13.619	15.335	-30.227	6.571	-5.551	0.048	1.785	-23.608	-21.892	6.619	8.335	-24.062	-24.612	-23.888	-22.727	-0.247	-0.478	2.540	1.678
698	116201_138_G_e_2d	138Gg2d	0.240	4.050	9.352	10.199	9.324	11.541	3.810	5.302	-6.149	-0.028	1.342	9.084	11.301	5.274	7.491	8.441	9.961	8.983	-0.016	-0.727	2.143	1.373	
699	116201_138_G_e_2e	138Gg2e	23.418	4.000	10.172	10.136	10.170	12.264	-19.418	6.172	-6.136	0.022	1.129	-13.248	-11.154	6.170	8.264	-14.769	-14.000	-13.867	-11.755	-0.008	-0.114	1.816	1.212
700	116201_138_G_e_3a	138Gg3a	50.485	15.000	15.228	17.117	16.200	18.348	-35.485	1.228	-2.317	-0.028	0.932	-34.285	-32.237	1.200	3.248	-35.525	-35.451	-35.416	-33.515	-0.051	-1.009	1.964	0.984
701	116201_138_G_e_3b	138Gg3b	13.051	12.200	11.559	14.540	11.600	13.667	-8.051	-0.641	-3.224	0.130	-1.757	-1.362	0.616	-0.510	1.467	0.586	3.660	1.591	3.702	-0.022	-3.618	1.806	-1.572
702	116201_138_G_e_3c	138Gg3c	24.851	25.600	15.132	19.627	15.149	18.000	0.749	-10.468	5.973	0.017	-1.628	-9.702	-6.851	-10.451	-7.600	-10.324	-5.235	-11.201	-4.089	-0.028	-4.378	2.746	-1.487
703	116201_138_H_h_10b	138HH10b	54.308	31.400	28.846	28.088	29.027	28.139	-22.908	-2.554	3.312	0.181	0.051	-25.282	-26.170	-2.373	-3.261	-26.315	-27.956	-26.299	-29.061	0.075	0.523	-0.359	1.113
704	116201_138_H_h_8	138HH8	53.978	27.400	24.643	26.559	24.711	27.343	-26.578	0.787	0.841	0.128	0.785	-29.207	-26.635	-26.629	-0.057	-24.759	-25.118	-24.829	-22.617	-0.182	-1.598	2.190	0.802
705	116406_138_k_k_5	138KK5	27.234	16.000	13.734	14.883	13.753	16.238	-11.234	-2.256	1.117	0.019	1.356	-13.481	-10.995	-12.427	0.238	-12.991	-12.671	-13.026	-11.078	0.027	-1.152	2.646	1.343
706	116406_138_k_k_7	138KK7	15.627	18.000	16.094	16.564	16.099	18.365	-3.963	1.966	1.096	0.005	4.413	4.788	1.961	0.885	-0.378	0.806	2.137	0.808	0.000	-0.366	4.470	1.388	
707	116201_139_A_a_17	139AA17	17.940	26.000	16.137	16.316	17.329	15.585	-6.628	-1.514	8.734	0.012	-0.811	-5.812	-3.855	-12.501	-10.545	-7.578	-3.669	-7.585	-5.390	-0.017	-1.372	1.891	1.257
708	116201_139_A_a_1a	139AA1a	25.451	2.000	5.126	7.997	5.044	6.153	-23.451	3.126	-5.997	-0.083	-1.844	-20.407	-19.298	3.044	4.153	-19.796	-15.303	-20.038	-19.042	-0.001	0.356	1.083	2.261
709	116201_139_A_a_1b	139AA1b	11.957	2.500	14.287	14.988	14.279	16.463	-9.457	11.787	-12.488	-0.008	1.475	2.322	4.506	11.779	13.963	-4.871	-5.024	-4.800	-1.896	0.074	-0.796	2.407	1.315
710	116201_139_A_a_1c	139AA1c	1.432	1.000	10.399	9.501	10.311	11.647	-0.432	9.399	-8.501	-0.018	2.146	8.949	10.215	9.381	10.647	-17.425	-14.977	-25.475	-14.158	0.052	0.297	1.892	1.972
711	116201_139_A_a_1d	139AA1d	34.206	0.000	4.519	2.933	4.530	5.755	-34.206	4.519	-2.933	0.031	3.162	-29.656	-28.451	4.530	5.755	-31.035	-33.065	-30.350	-29.434	0.021	2.118	1.265	3.628
712	116201_139_A_a_1e	139AA1e	6.285	2.000	8.469	8.383	8.461	10.254	-4.285	6.447	-6.383	0.033	1.874	2.196	3.974	4.841	5.959	-7.164	-3.883	-7.972	-6.360	0.000	0.000	2.012	1.837
713	116201_139_A_a_1f	139AA1f	18.280	0.000	7.540	6.508	7.668	9.506	-18.280	7.540	-6.508	0.028	2.998	-10.952	-9.114	7.668	9.506	-15.130	-15.881	-15.407	-12.992	-0.008	1.643	1.680	3.718
714	116201_139_A_a_2	139AA2	1.698	9.000	12.770	12.726	12.717	14.797	-7.702	3.770	-3.726	0.007	1.017	11.480	13.499	3.777	5.797	-6.609	-6.912	-7.019	-4.355	-0.006	0.030	2.059	2.076
715	116201_139_A_a_3	139AA3	0.662	13.600	17.781	16.886	17.783	19.376	12.938	1.811	-3.286	0.022	2.490	17.121	18.714	4.183	5.776	13.221	12.853	13.116	15.462	0.027	0.875	1.699	2.478
716	116406_139_A_a_3b	139AA3b	15.347	17.000	11.629	16.557	11.597	16.512	1.653	-3.731	0.443	-0.032	-0.405	-3.750	1.166	-5.403	-0.488	-5.619	-1.652	-5.800	-0.950	-0.210	-4.248	4.949	0.799
717	116406_139_A_a_3b	139AA3b	15.358	11.000	16.734	18.157	16.762	19.516	1.484	5.734	-1.577	0.028	1.359	1.478	4.232	5.762	8.516	1.272	2.916	1.312	4.122	-0.043	-1.376	2.783	1.424
718	116406_139_A_a_3b	139AA3b	15.358	11.000	16.734	18.157	16.762	19.516	1.484	5.734	-1.577	0.028	1.359	1.478	4.232	5.762	8.516	1.272	2.916	1.312	4.122	-0.043	-1.376	2.783	1.424
719	116406_139_A_a_3b	139AA3b	15.358	11.000	16.734	18.157	16.762	19.516	1.484	5.734	-1.577	0.028	1.359	1.478	4.232	5.762	8.516	1.272	2.916	1.312	4.122	-0.043	-1.376	2.783	1.424
720	116406_139_A_a_3b	139AA3b	15.358	11.000	16.734	18.157	16.762	19.516	1.484	5.734	-1.577	0.028	1.359	1.478	4.232	5.762	8.516	1.272	2.916	1.312	4.122	-0.043	-1.376	2.783	1.424
721	116803_220_C_a_12	220CA12	6.139	24.150	15.574	17.759	15.576	17.663	11.801	-8.576	8.391	0.001	-0.096	9.437	11.524	-8.574	-6.487	7.409	9.053	7.663	9.263	-0.144	-0.602	1.543	1.883
722	116803_220_C_a_12	220CA12	6.139	24.150	15.574	17.759	15.576	17.663	11.801	-8.576	8.391	0.001	-0.096	9.437	11.524	-8.574	-6.487	7.409	9.053	7.663	9.263	-0.144	-0.602	1.543	1.883
723	116803_220_C_a_12	220CA12	6.139	24.150	15.574	17.759	15.576	17.663	11.801	-8.576	8.391	0.001	-0.096	9.437	11.524	-8.574	-6.487	7.409	9.053	7.663	9.263	-0.144	-0.602	1.543	1.883
724	116803_220_C_a_12	220CA12	6.139	24.150	15.574	17.759	15.576	17.663	11.801	-8.576	8.391	0.001	-0.096	9.437	11.524	-8.574	-6.487	7.409	9.053	7.663	9.263	-0.144	-0.		

821	116803_236_r_d_30	236R012	46.936	25.850	16.043	17.640	16.034	17.935	-21.086	-9.807	8.210	-0.009	0.225	-30.902	-29.001	-9.816	-7.915	-31.638	-28.851	-30.966	-28.500	-0.295	0.372	-0.498	0.544
822	116803_240_A_e_1	240Ae1	47.251	29.950	18.082	13.086	16.034	17.935	-21.086	-9.807	8.210	-0.009	0.225	-30.902	-29.001	-9.816	-7.915	-31.638	-28.851	-30.966	-28.500	-0.295	0.372	-0.498	0.544
823	116803_240_A_e_2	240Ae2	46.936	25.850	16.043	17.640	16.034	17.935	-21.086	-9.807	8.210	-0.009	0.225	-30.902	-29.001	-9.816	-7.915	-31.638	-28.851	-30.966	-28.500	-0.295	0.372	-0.498	0.544
824	116803_240_A_a_3b	240Aa3b	19.347	14.000	19.172	19.619	19.165	20.267	-5.347	5.172	-5.691	-0.007	-0.876	-0.182	0.919	5.165	6.287	1.215	0.756	0.976	1.564	0.028	-0.495	1.181	0.901
825	116803_240_A_a_4	240Aa4	15.346	18.000	14.855	18.615	14.831	15.744	-2.466	-1.345	-0.615	-0.025	0.570	-0.703	0.211	-1.369	-2.256	-0.582	1.072	-0.503	0.601	0.002	-1.115	0.880	-0.280
826	116803_240_A_a_5	240Aa5	36.917	20.140	13.216	20.010	13.232	14.337	-16.075	-6.524	-0.661	0.016	-6.464	-23.685	-22.680	-6.908	-5.803	-19.927	-13.965	-18.807	-19.727	-0.306	-5.106	0.871	-3.350
827	116803_240_A_a_7	240Aa7	31.045	22.950	19.027	22.511	19.394	20.755	-16.799	-6.524	0.799	0.013	-1.396	-11.651	-10.230	-3.556	-2.195	-9.979	-9.259	-9.979	-9.259	-0.274	-8.723	-0.075	-2.727
828	116803_240_A_b_8	240Ab8	25.178	16.034	16.185	17.524	16.034	17.935	-21.086	-9.807	8.210	-0.009	0.225	-30.902	-29.001	-9.816	-7.915	-31.638	-28.851	-30.966	-28.500	-0.295	0.372	-0.498	0.544
829	116803_240_C_a_8	240Ca8	31.273	25.950	20.313	21.967	20.325	23.625	-5.323	-5.638	3.983	-0.080	1.658	-11.041	-8.973	-6.285	-4.109	-11.677	-17.801	-9.988	-0.002	-1.383	2.554	0.563	
830	116803_240_d_8	240d8	31.273	25.950	20.313	21.967	20.325	23.625	-5.323	-5.638	3.983	-0.080	1.658	-11.041	-8.973	-6.285	-4.109	-11.677	-17.801	-9.988	-0.002	-1.383	2.554	0.563	
831	116803_240_A_e_1	240Ae1	40.541	1.250	7.400	8.140	5.764	9.364	-39.291	4.490	-6.890	0.023	1.224	-34.777	-31.177	4.514	8.114	-35.000	-32.684	-35.000	-31.601	0.067	-2.257	3.477	1.647
832	116803_240_A_e_1	240Ae1	40.541	28.950	8.969	13.200	8.987	13.143	-12.590	-19.981	15.750	0.018	-0.057	-32.553	-28.397	-19.963	-15.807	-34.803	-30.060	-34.803	-30.299	0.886	-3.252	4.887	1.766
833	116803_240_A_f_12	240Af12	41.359	26.980	4.809	10.634	4.742	9.941	-14.379	-22.171	16.346	-0.067	-3.692	-36.617	-34.418	-22.238	-20.039	-39.190	-28.663	-39.190	-28.663	-39.314	-33.540	-3.577	2.707
834	116803_240_A_f_8	240Af8	40.557	27.800	3.034	12.234	2.654	7.518	-12.757	-26.765	15.466	-0.149	-4.815	-37.693	-33.039	-21.996	-20.262	-38.968	-27.680	-37.363	-33.227	-0.151	-4.004	4.975	0.880
835	116803_240_A_g_12	240Ag12	37.259	26.980	23.683	23.605	23.654	24.954	-11.279	-2.919	2.099	-0.045	1.040	-13.643	-12.325	-2.354	-1.046	-13.999	-13.897	-16.067	-12.570	-0.036	-0.201	1.220	1.220
836	116803_240_A_g_8	240Ag8	33.979	23.600	17.765	19.753	17.758	18.983	-10.379	-5.835	3.847	-0.058	0.713	-16.221	-14.997	-5.842	-4.617	-15.751	-13.953	-15.944	-14.115	0.134	-4.141	1.905	0.662
837	116803_240_A_h_12	240Ah12	37.623	26.000	23.917	24.609	23.860	25.233	-11.623	-2.083	1.391	-0.056	0.625	-13.763	-12.389	-2.140	-0.767	-13.986	-13.383	-14.117	-12.865	0.034	-1.066	1.718	0.690
838	116803_240_A_h_8	240Ah8	30.833	19.400	22.450	22.339	22.482	23.884	-11.433	0.050	-2.939	0.031	1.645	-8.352	-6.849	3.082	4.584	-8.629	-8.666	-6.827	-6.873	0.016	0.252	1.370	1.650
839	116803_240_A_h_6	240Ah6	26.532	24.700	21.356	20.334	21.366	21.563	-1.832	-3.344	4.166	0.011	1.029	-5.165	-4.969	-3.334	-3.137	-4.122	-5.149	-4.152	-4.081	-0.069	1.124	-0.169	1.416
840	116803_240_A_i_12	240Ai12	28.883	27.700	19.000	22.461	19.017	22.644	-1.103	-8.700	5.219	0.017	0.163	-9.796	-6.150	-6.683	-5.056	-8.990	-5.518	-9.241	-4.798	0.014	-3.535	3.894	0.154
841	116803_240_A_i_8	240Ai8	24.203	19.400	17.131	20.233	17.132	20.441	-13.003	-2.269	-0.833	0.001	-0.792	-15.271	-12.262	-2.258	0.041	-14.592	-11.906	-14.606	-12.983	0.019	-3.162	2.544	-0.784
842	116803_240_A_i_6	240Ai6	30.603	24.840	19.690	20.530	19.270	21.651	-5.763	-5.150	4.310	0.030	1.121	-10.883	-8.952	-5.120	-3.189	-10.017	-10.394	-10.656	-9.903	-0.067	-0.767	2.011	1.123
843	116803_240_A_j_8	240Aj8	27.534	24.950	11.024	18.855	10.863	18.364	-2.584	-13.926	6.095	-0.160	-0.491	-16.671	-9.170	-14.087	-6.586	-14.503	-5.841	-14.912	-9.961	-1.128	-8.753	7.164	-0.018
844	116803_240_A_k_8	240Ak8	24.373	18.400	10.287	13.399	10.476	14.343	-5.973	-8.113	5.001	0.188	9.944	-13.897	-10.030	-9.924	-4.057	-13.178	-13.244	-13.194	-12.908	0.495	-4.491	6.756	0.722
845	116803_240_A_l_8	240Al8	22.356	25.600	16.791	19.650	16.771	19.892	3.244	-8.809	5.950	-0.019	0.201	-5.585	-2.505	-8.829	-5.748	-5.167	-2.553	-5.162	-2.628	-0.057	-2.748	3.208	0.164
846	116803_240_A_m_8	240Am8	16.857	15.000	13.059	13.059	14.345	14.345	-5.470	7.126	-3.991	-0.028	0.594	-1.771	-2.534	-3.177	-18.077	-17.071	-18.077	-17.071	-0.207	-0.079	-1.071	1.004	0.004
847	116803_240_A_n_12	240An12	34.463	25.100	1.506	2.217	1.516	3.445	-4.092	-33.598	22.883	0.010	1.228	-32.967	-31.028	-23.584	-21.655	-33.809	-34.699	-33.960	-32.779	0.028	-0.040	2.271	2.438
848	116803_240_C_a_8	240Ca8	34.268	25.800	19.258	24.288	19.281	20.830	-28.468	-6.542	1.512	0.023	-3.459	-34.987	-33.438	-6.519	-4.970	-32.764	-31.574	-32.836	-34.003	-0.140	-4.588	1.008	-2.794
849	116803_240_C_b_8	240Cb8	34.268	25.800	19.258	24.288	19.281	20.830	-28.468	-6.542	1.512	0.023	-3.459	-34.987	-33.438	-6.519	-4.970	-32.764	-31.574	-32.836	-34.003	-0.140	-4.588	1.008	-2.794
850	116803_240_D_a_1	240Da1	38.318	4.800	9.541	8.517	9.544	9.966	-33.518	4.711	-3.717	0.004	1.048	-28.773	-28.351	4.744	5.166	-24.357	-23.346	-24.251	-18.920	0.096	1.086	0.527	1.622
851	116803_240_D_a_14	240Da14	36.111	25.950	25.254	25.439	25.253	26.447	-10.161	-0.696	0.511	-0.001	1.009	-10.857	-9.664	-6.997	-4.957	-11.387	-11.468	-11.323	-10.240	-0.012	-0.021	1.168	1.122
852	116803_240_D_a_16	240Da16	36.111	25.950	25.254	25.439	25.253	26.447	-10.161	-0.696	0.511	-0.001	1.009	-10.857	-9.664	-6.997	-4.957	-11.387	-11.468	-11.323	-10.240	-0.012	-0.021	1.168	1.122
853	116803_240_D_a_3	240D3	45.616	11.800	17.449	17.208	17.446	18.325	-33.816	5.649	-4.508	-0.003	-1.171	-28.170	-27.292	-5.646	-6.525	-27.274	-27.963	-27.311	-26.725	0.014	-0.385	1.031	0.963
854	116803_240_D_a_4	240D4	20.989	15.900	16.623	16.994	16.613	17.866	-5.089	0.723	-1.094	-0.010	0.871	-4.376	-3.123	0.713	1.966	-6.762	-6.462	-6.778	-5.442	-0.040	-0.339	1.215	0.971
855	116803_240_D_a_7	240D7	25.230	25.700	19.082	20.112	19.099	20.256	0.380	-6.618	5.888	0.017	1.044	-6.220	-5.063	-6.601	-4.444	-6.960	-7.285	-7.121	-6.079	0.035	-0.802	1.159	0.717
856	116803_240_F_a_10	240Fa10	38.723	23.140	26.204	26.169	26.209	27.243	-15.583	3.064	-3.029	0.005	1.074	-12.514	-11.481	3.069	4.100	-12.615	-12.616	-12.616	-11.578	0.118	-0.118	1.503	1.026
857	116803_241_A_a_1	241Aa1	6.102	2.020	5.570	4.267	5.563	6.634	-4.052	3.520	-2.217	-0.007	2.367	-0.540	0.532	3.513	4.584	-5.825	-5.874	-5.897	-5.164	0.035	1.130	1.286	2.569
858	116803_241_A_a_2	241Aa2	14.870	9.400	3.116	4.131	3.116	4.131	14.345	-5.470	7.126	-3.991	-0.028	0.594	-1.771	-2.534	-3.177	-18.077	-17.071	-18.077	-17.071	-0.207	-0.079	-1.071	1.004
859	116803_241_B_b_4	241Bb4	16.721	18.010	13.839	19.134	13.848	5.109	2.189	-18.010	-0.224	0.009	-14.025	-12.873	-11.613	-15.062	-13.801	-13.668	-2.762	-3.847	-12.176	0.026	-14.221	1.273	-12.825
860	116803_242_B_b_4	242Bb4	26.771	17.240	17.237	19.999	17.209	19.501	-9.531	-0.003	-1.759	-0.028	0.502	-9.562	-7.270	-0.031	2.261	-8.998	-7.454	-9.199	-6.823	-0.113	-1.547	1.951	1.022
861	116803_242_B_b_7	242Bb7	26.280	26.800	26.471	26.987	26.453	27.953	-0.239	-0.187	-0.017	0.966	0.174	1.674	-0.347	1.153	0.317	0.822	0.359	1.682	-0.051	-0.388	1.317	0.668	
862	116803_242_C_c_1	242Cc1	45.831	0.000	7.480	5.945	7.363	5.372	-45.831	8.740	-5.945	-0.116	-0.573	-38.468	-40.459	7.363	5.372	-38.651	-39.911	-38.736	-40.380	0.186	4.170	-1.854	1.709
863	116803_242_C_c_11	242Cc11	40.164	31.880	20.610	25.770	20.617	21.788	-6.584	-10.970	5.810	-0.023	-3.982	-19.577	-18.375	-10.993	-9.792	-19.265	-19.678	-19.265	-18.123	-0.059	-3.136	1.039	-1.479
864	116803_242_C_c_3	242Cc3	45.831	0.000	7.480	5.945	7.363	5.372	-45.831	8.740	-5.945	-0.116	-0.573	-38.468	-40.459	7.363	5.372	-38.651							

961	116201_410_b_b_9	410Bb9	54.630	30.700	14.450	19.783	14.577	17.850	-23.930	10.927	0.126	-1.933	-40.054	-36.780	-16.123	12.850	-36.780	-40.278	-36.440	-38.834	0.121	-2.578	2.840	0.986	
962	116201_411_c_c_1	411Cc1	38.881	23.000	36.469	26.259	26.700	15.515	-15.868	4.949	-0.018	0.793	-32.431	-31.829	-11.768	-15.133	-36.780	-40.278	-36.440	-38.834	0.121	-2.578	2.840	0.986	
963	116201_411_c_c_1a	411Cc1a	54.630	30.700	14.450	19.783	14.577	17.850	-23.930	10.927	0.126	-1.933	-40.054	-36.780	-16.123	12.850	-36.780	-40.278	-36.440	-38.834	0.121	-2.578	2.840	0.986	
964	116201_411_c_c_1a	411Cc1a	53.080	27.300	28.950	27.238	28.951	20.881	-25.690	1.560	0.152	0.01	0.842	-24.129	-24.999	1.561	0.691	-23.964	-23.959	-23.642	-23.816	0.030	1.802	-0.852	1.176
965	116201_411_c_c_1a	411Cc1a	31.677	12.000	20.664	20.069	20.686	21.120	-19.677	8.664	-0.869	0.022	1.051	-10.992	-10.557	8.686	9.120	-11.130	-12.038	-11.161	-11.426	0.112	1.632	0.126	0.986
966	116201_411_c_c_1a	411Cc1a	28.223	8.080	19.096	18.240	19.127	19.179	-20.743	11.016	-0.160	0.01	0.940	-9.696	-6.644	11.047	11.099	-9.877	-7.763	-6.111	-7.916	0.114	0.832	0.126	0.986
967	116201_411_c_c_1a	411Cc1a	36.165	15.800	26.822	25.074	26.766	26.026	-20.365	11.012	-0.274	-0.056	0.952	-9.399	-10.139	10.966	10.276	-9.879	-9.460	-7.358	-8.090	0.119	1.562	0.126	0.986
968	116201_411_c_c_1a	411Cc1a	20.180	22.000	19.153	19.150	20.180	20.180	-20.180	20.180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.180	20.180	-20.180	-20.180	-20.180	-20.180	0.000	0.000	0.000	0.000
969	116201_411_d_d_10a	411Dd10a	44.527	23.450	22.962	27.611	22.962	24.098	-21.077	-0.488	-1.161	0.000	-3.513	-21.566	-20.430	-0.488	0.000	-23.465	-16.702	-23.465	-22.724	-20.070	-3.975	1.072	-2.818
970	116201_411_d_d_10a	411Dd10a	47.252	28.510	31.931	30.300	31.807	31.882	-18.742	3.421	-1.810	-0.124	-1.563	-15.445	-15.369	3.297	3.372	-12.689	-15.046	-12.541	-12.625	0.089	1.635	0.032	1.563
971	116201_411_d_d_10b_12a	411Dd10b_12a	38.357	15.950	31.561	24.309	31.549	31.156	-22.407	15.611	-14.299	-0.012	0.907	-6.808	-7.201	15.599	15.206	-17.140	-7.898	-7.021	-1.773	-0.113	1.285	-0.461	0.805
972	116201_411_d_d_10b_12c	411Dd10b_12c	35.535	16.435	14.617	25.730	14.181	17.923	-37.100	-1.818	-9.295	-4.437	-7.807	-39.355	-35.613	-3.623	1.488	-30.233	-26.817	-30.131	-30.419	0.085	-1.972	3.347	-7.364
973	116201_411_d_d_17_2a	411Dd17_2a	46.573	16.800	31.079	28.746	30.848	30.848	-30.773	14.279	-1.196	-0.231	2.020	-17.725	-17.807	14.048	13.966	-19.002	-20.885	-18.953	-18.729	-0.113	1.769	-0.371	1.164
974	116201_411_d_d_17_2b	411Dd17_2b	39.122	9.650	20.831	19.560	20.927	20.748	-29.662	11.181	-9.918	0.096	1.180	-18.385	-18.565	11.277	11.098	-34.111	-16.921	-14.191	-14.036	0.006	0.885	-0.131	0.833
975	116201_411_d_d_17_2c	411Dd17_2c	49.195	15.000	16.770	23.168	16.933	15.986	-34.725	1.770	-1.186	0.163	-1.182	-32.262	-33.210	1.933	0.986	-32.433	-25.984	-32.286	-33.250	0.309	-3.322	-0.747	-1.964
976	116201_411_d_d_17_2d	411Dd17_2d	40.400	15.000	24.106	23.873	26.364	24.556	-27.490	9.196	-8.873	2.169	0.683	-16.126	-17.934	11.364	9.556	-25.243	-26.309	-25.430	-0.044	-1.899	0.272	0.718	
977	116201_411_d_d_17_2e	411Dd17_2e	42.802	22.500	23.829	27.958	23.821	24.564	-18.302	1.329	-5.458	-0.008	-3.985	-16.981	-16.239	1.321	2.064	-16.272	-12.368	-10.308	-15.515	-0.800	-3.805	5.162	-2.985
978	116201_411_e_e_13a_12a	411Ee13a_12a	29.556	17.015	22.261	22.856	22.274	22.591	-12.441	5.246	-5.841	-0.014	-0.265	-7.210	-8.865	5.232	5.576	-12.861	-11.479	-12.900	-12.210	0.030	0.868	0.379	1.104
979	116201_411_e_e_13a_12b	411Ee13a_12b	47.278	13.400	21.890	21.456	21.903	22.436	-33.878	8.490	-8.056	0.013	0.880	-25.374	-24.842	8.503	9.036	-32.328	-23.762	-23.226	-23.035	-0.023	0.563	0.465	1.180
980	116201_411_e_e_13a_12c	411Ee13a_12c	35.379	3.000	14.861	13.706	14.823	15.239	-32.379	11.861	-10.706	-0.038	1.533	-20.557	-20.140	11.823	12.239	-21.393	-21.893	-21.879	-20.514	0.041	0.953	0.476	1.504
981	116201_411_e_e_13a_12d	411Ee13a_12d	42.802	22.500	23.829	27.958	23.821	24.564	-18.302	1.329	-5.458	-0.008	-3.985	-16.981	-16.239	1.321	2.064	-16.272	-12.368	-10.308	-15.515	-0.800	-3.805	5.162	-2.985
982	116201_411_e_e_13a_12e	411Ee13a_12e	29.556	17.015	22.261	22.856	22.274	22.591	-12.441	5.246	-5.841	-0.014	-0.265	-7.210	-8.865	5.232	5.576	-12.861	-11.479	-12.900	-12.210	0.030	0.868	0.379	1.104
983	116201_411_e_e_13a_12f	411Ee13a_12f	47.278	13.400	21.890	21.456	21.903	22.436	-33.878	8.490	-8.056	0.013	0.880	-25.374	-24.842	8.503	9.036	-32.328	-23.762	-23.226	-23.035	-0.023	0.563	0.465	1.180
984	116201_411_e_e_13a_12g	411Ee13a_12g	35.379	3.000	14.861	13.706	14.823	15.239	-32.379	11.861	-10.706	-0.038	1.533	-20.557	-20.140	11.823	12.239	-21.393	-21.893	-21.879	-20.514	0.041	0.953	0.476	1.504
985	116201_411_e_e_13a_12h	411Ee13a_12h	42.802	22.500	23.829	27.958	23.821	24.564	-18.302	1.329	-5.458	-0.008	-3.985	-16.981	-16.239	1.321	2.064	-16.272	-12.368	-10.308	-15.515	-0.800	-3.805	5.162	-2.985
986	116201_411_e_e_13a_12i	411Ee13a_12i	29.556	17.015	22.261	22.856	22.274	22.591	-12.441	5.246	-5.841	-0.014	-0.265	-7.210	-8.865	5.232	5.576	-12.861	-11.479	-12.900	-12.210	0.030	0.868	0.379	1.104
987	116201_411_f_f_10a_1d	411Ff10a_1d	47.278	13.400	21.890	21.456	21.903	22.436	-33.878	8.490	-8.056	0.013	0.880	-25.374	-24.842	8.503	9.036	-32.328	-23.762	-23.226	-23.035	-0.023	0.563	0.465	1.180
988	116201_411_f_f_10a_1e	411Ff10a_1e	35.379	3.000	14.861	13.706	14.823	15.239	-32.379	11.861	-10.706	-0.038	1.533	-20.557	-20.140	11.823	12.239	-21.393	-21.893	-21.879	-20.514	0.041	0.953	0.476	1.504
989	116201_411_f_f_10a_1f	411Ff10a_1f	42.802	22.500	23.829	27.958	23.821	24.564	-18.302	1.329	-5.458	-0.008	-3.985	-16.981	-16.239	1.321	2.064	-16.272	-12.368	-10.308	-15.515	-0.800	-3.805	5.162	-2.985
990	116201_411_f_f_10a_1g	411Ff10a_1g	29.556	17.015	22.261	22.856	22.274	22.591	-12.441	5.246	-5.841	-0.014	-0.265	-7.210	-8.865	5.232	5.576	-12.861	-11.479	-12.900	-12.210	0.030	0.868	0.379	1.104
991	116201_411_f_f_10a_1h	411Ff10a_1h	47.278	13.400	21.890	21.456	21.903	22.436	-33.878	8.490	-8.056	0.013	0.880	-25.374	-24.842	8.503	9.036	-32.328	-23.762	-23.226	-23.035	-0.023	0.563	0.465	1.180
992	116201_411_f_f_10a_1i	411Ff10a_1i	35.379	3.000	14.861	13.706	14.823	15.239	-32.379	11.861	-10.706	-0.038	1.533	-20.557	-20.140	11.823	12.239	-21.393	-21.893	-21.879	-20.514	0.041	0.953	0.476	1.504
993	116201_411_g_g_13a	411Gg13a	18.666	25.900	17.272	18.113	17.282	18.589	7.234	-8.628	7.588	0.010	0.278	-1.385	-0.077	-8.618	-7.311	-12.691	-12.635	-15.544	-12.145	0.070	-0.825	1.369	3.900
994	116201_411_g_g_13b	411Gg13b	1.831	20.580	10.564	13.243	10.558	11.900	18.749	-10.160	7.337	-0.006	-1.313	8.727	10.099	-10.022	-8.650	-5.269	-3.253	-5.460	-5.064	-0.035	-1.464	1.231	0.513
995	116201_411_g_g_13c	411Gg13c	26.333	9.100	18.029	17.703	18.032	18.584	-17.233	8.929	-8.603	0.033	0.882	-8.301	-7.749	8.932	9.448	-11.617	-8.007	-7.706	-8.818	-0.018	-0.333	0.575	0.874
996	116201_411_g_g_13d	411Gg13d	23.600	10.890	17.957	18.497	17.947	18.999	-12.710	7.067	-7.607	-0.011	0.502	-5.653	-4.601	7.057	8.109	-6.592	-6.760	-6.378	-5.622	-0.038	-0.338	0.754	0.698
997	116201_411_g_g_13e	411Gg13e	20.000	12.900	15.471	17.066	15.403	18.115	12.900	2.571	-1.166	-0.068	1.049	15.403	18.115	2.503	5.215	17.000	17.320	14.010	-0.066	-1.358	2.544	1.032	
998	116201_411_g_g_13f	411Gg13f	25.900	12.000	15.471	17.066	15.403	18.115	12.900	2.571	-1.166	-0.068	1.049	15.403	18.115	2.503	5.215	17.000	17.320	14.010	-0.066	-1.358	2.544	1.032	
999	116201_411_h_h_14a	411Hh14a	29.222	29.222	29.222	29.222	29.222	29.222	-29.222	29.222	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	29.222	29.222	-29.222	-29.222	-29.222	-29.222	0.000	0.000	0.000	0.000
1000	116201_413_a_a_12b	413Aa12b	31.652	27.950	16.580	19.300	16.631	18.280	-3.702	-11.370	8.560	0.051	-1.110	-15.020	-13.371	-11.319	-9.670	-13.464	-9.804	-13.269	-10.932	0.014	-1.634	1.695	4.417
1001	116201_413_a_a_13a	413Aa13a	39.070	17.000	13.083	15.803	13.083	14.373	-22.070	-3.917	1.197	0.000	-1.430	-25.987	-24.697	-3.917	-6.227	-27.370	-24.863	-27.260	-26.189	0.047	-1.738	1.248	0.106
1002	116201_413_a_a_13b	413Aa13b	47.940	0.100	4.694	5.112	4.678	5.823	-4.800	4.594	-5.012	-0.016	0.711	-43.262	-42.118	4.578	5.723	-43.052	-42.738	-43.160	-41.928	-0.037	0.098	1.005	1.134
1003	116201_413_a_a_13c	413Aa13c	37.815	3.200	8.649	9.278	8.644	10.142	-34.615	4															

1101	116201_421_E_e_3	421Ee3	23.825	11.750	15.639	16.318	15.636	17.103	-12.075	3.889	-4.568	-0.003	0.785	-8.189	-6.722	3.886	5.553	-12.882	-12.060	-12.779	-11.313	0.015	-0.560	1.476	0.986	
1102	116201_421_E_e_6	421Ee6	26.413	21.950	20.187	20.719	21.205	21.205	-14.463	7.872	0.020	0.402	-6.475	-4.933	-11.437	-13.308	-11.918	-13.113	-12.449	-12.779	-11.313	-0.043	-0.601	1.476	0.986	
1103	116201_421_E_e_1	421Ee1	26.200	20.382	19.526	20.219	21.205	21.205	-14.664	8.064	-0.054	0.625	-6.275	-3.184	-11.437	-13.308	-11.918	-13.113	-12.449	-12.779	-11.313	-0.043	-0.601	1.476	0.986	
1104	116201_421_f_f_1	421Ff1	33.309	0.800	5.343	5.078	5.202	6.798	-32.509	4.543	-4.278	-0.141	17.20	-28.107	-26.511	4.402	5.998	-27.667	-27.003	-28.571	-25.971	-0.092	0.772	1.774	2.239	
1105	116201_421_f_f_10	421Ff10	17.512	26.800	21.429	21.483	21.419	22.110	-9.258	5.711	5.317	-0.101	0.627	3.908	4.598	-5.381	-4.690	-9.885	-9.200	-9.757	-8.473	0.049	-0.106	0.720	0.885	
1106	116201_421_f_f_2	421Ff2	33.073	5.000	10.518	11.382	10.492	12.552	-28.073	5.518	-6.382	-0.025	1.169	-22.581	-20.521	4.592	7.552	-33.257	-22.374	-24.403	-21.255	0.046	-0.849	1.031	1.242	
1107	116201_421_f_f_4	421Ff4	45.692	7.000	11.208	12.120	11.189	12.950	-36.662	4.208	-5.120	-0.018	0.830	-34.503	-32.742	4.189	5.950	-34.237	-23.765	-34.437	-32.966	0.008	-0.921	2.753	0.887	
1108	116201_421_f_f_4	421Ff4	31.200	11.000	11.208	12.120	11.189	12.950	-31.200	11.000	-11.208	-0.018	1.196	-22.581	-20.521	4.189	5.950	-34.237	-23.765	-34.437	-32.966	0.008	-0.921	2.753	0.887	
1109	116201_421_f_f_8	421Ff8	47.821	21.400	22.996	23.427	22.979	24.212	-36.421	1.906	-2.027	-0.027	0.775	-24.941	-23.609	1.479	2.812	-28.553	-24.071	-24.938	-23.256	-0.054	-0.440	1.252	0.919	
1110	116201_421_f_f_8	421Ff8	31.691	25.700	23.157	23.180	23.177	23.973	-5.991	-2.543	2.520	0.000	1.718	-7.818	-5.213	-1.727	-12.567	-12.466	-12.588	-11.598	0.000	-0.027	0.809	1.074		
1111	116201_421_g_g_1	421Gg1	27.987	26.600	5.923	7.286	6.026	7.501	-1.387	-20.677	19.314	0.103	2.144	-21.961	-20.486	-20.574	19.099	-21.628	-21.173	-21.620	-20.275	0.104	-0.495	1.488	1.351	
1112	116201_421_g_g_3	421Gg3	38.334	12.000	17.253	17.636	17.243	18.417	-26.334	5.253	-5.636	-0.011	0.781	-21.091	-19.917	5.243	6.417	-20.860	-20.905	-20.820	-20.048	-0.025	-0.222	1.055	0.949	
1113	116201_421_g_g_4	421Gg4	35.000	15.050	19.909	19.909	19.112	20.113	-19.950	4.059	-4.159	0.004	0.903	-15.888	-14.887	4.062	5.063	-16.015	-15.908	-16.023	-14.939	0.014	-0.008	0.997	1.119	
1114	116201_421_g_g_6	421Gg6	35.187	22.050	22.307	22.587	22.305	23.519	-11.137	0.257	-0.537	-0.002	0.931	-12.883	-11.668	0.255	1.469	-11.701	-12.340	-12.577	-11.394	-0.013	-0.245	1.172	1.084	
1115	116201_421_g_g_8	421Gg8	37.707	24.400	23.205	23.651	23.223	24.517	-13.307	-1.195	0.749	0.019	0.866	-14.484	-13.100	-11.777	0.117	-14.743	-14.351	-15.025	-13.669	0.014	-0.419	1.343	1.078	
1116	116201_421_j_j_1	421Jj1	42.760	25.800	15.103	17.234	15.096	17.447	-16.960	-10.697	8.566	-0.007	0.013	-27.664	-25.513	-30.704	-8.553	-27.658	-25.340	-27.729	-25.486	0.100	-1.157	1.816	0.975	
1117	116201_421_j_j_14	421Jj14	41.281	26.400	15.185	16.746	15.287	15.220	-14.881	-11.215	9.654	0.101	-1.526	-25.995	-26.061	-11.113	-11.180	-26.759	-24.810	-26.496	-25.103	0.124	-1.137	1.619	0.700	
1118	116201_421_j_j_14	421Jj14	30.399	1.000	5.911	6.383	5.665	7.233	-29.399	4.911	-5.383	-0.246	0.805	-24.734	-23.166	4.665	6.233	-33.651	-23.418	-24.423	-22.710	-0.003	-0.355	1.521	1.186	
1119	116201_421_j_j_1b	421Jj1b	37.969	3.000	5.620	7.600	5.629	8.384	-34.969	2.620	-4.600	0.009	0.784	-32.341	-29.586	2.629	5.384	-33.263	-31.099	-32.343	-29.974	0.007	-1.957	2.697	0.900	
1120	116201_421_j_j_1c	421Jj1c	35.477	0.000	1.695	2.469	1.687	3.705	-35.477	1.695	-2.469	-0.008	1.236	-33.790	-31.772	1.687	3.705	-33.670	-33.056	-33.774	-31.586	-0.057	-0.647	1.889	1.673	
1121	116201_421_j_j_2	421Jj2	42.769	7.000	12.001	12.802	11.946	13.348	-25.269	4.301	-5.102	-0.055	0.545	-21.023	-19.622	4.246	5.648	-21.289	-21.356	-21.732	-20.602	-0.045	-0.615	1.349	0.875	
1122	116201_421_j_j_4	421Jj4	44.075	13.850	15.827	16.847	15.824	17.358	-30.225	1.977	-2.997	-0.003	0.510	-28.252	-27.118	1.974	3.508	-28.300	-27.467	-28.588	-27.089	0.054	-0.978	1.444	0.636	
1123	116201_421_j_j_5	421Jj5	44.398	15.800	17.226	18.113	17.100	18.981	-28.598	1.426	-2.313	-0.026	0.868	-27.198	-25.417	1.400	3.181	-27.640	-26.662	-27.394	-25.859	0.104	-0.966	1.690	0.903	
1124	116201_421_j_j_5	421Jj5	45.761	23.750	21.149	21.465	21.156	22.408	-22.011	-2.601	2.285	0.007	0.942	-24.608	-23.353	-22.594	-1.342	-24.561	-24.375	-24.423	-23.242	0.006	-0.349	1.290	1.023	
1125	116201_422_d_d_5	422Dd5	41.314	17.000	18.184	19.099	18.162	19.837	-24.234	1.184	-2.099	-0.022	0.787	-23.151	-21.427	1.162	2.887	-22.433	-21.611	-22.427	-20.888	-0.009	-0.939	1.720	0.840	
1126	116201_422_e_e_3	422Ee3	26.400	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000	-1.441	-9.665	9.664	-0.004	0.625	-6.275	-3.184	-11.437	-13.308	-11.918	-13.113	-12.449	-12.779	-11.313	-0.043	-0.601	1.476	0.986
1127	116201_422_e_e_15	422Ee15	14.706	27.100	20.407	21.408	20.535	21.558	-12.354	0.663	0.692	0.038	1.150	5.829	6.852	-5.542	1.690	1.993	1.536	2.462	-0.024	-0.700	0.978	0.640		
1128	116201_422_e_e_3a	422Ee3a	26.641	11.200	15.366	15.863	15.371	16.519	-17.441	4.166	-4.663	0.005	0.656	-13.270	-12.122	4.171	5.319	-12.959	-12.624	-13.109	-11.973	-0.013	-0.478	1.125	0.659	
1129	116201_422_e_e_3b	422Ee3b	9.875	11.100	17.299	17.234	17.297	18.284	-1.825	1.699	-0.134	-0.002	1.015	8.022	9.009	6.197	1.784	8.093	5.849	6.037	6.877	0.000	-0.102	1.037	1.137	
1130	116201_422_e_e_4	422Ee4	13.840	14.300	19.255	20.335	19.257	20.460	0.460	9.595	-6.035	0.001	1.125	5.417	6.620	4.957	1.600	-2.403	-0.865	-2.115	-1.484	0.007	-0.690	1.169	0.711	
1131	116201_422_e_e_5	422Ee5	25.271	18.500	18.714	20.865	18.715	20.654	-6.771	0.214	-2.365	0.001	0.210	-6.555	-4.616	0.215	1.154	-8.187	-6.267	-8.179	-6.088	-0.074	-1.342	1.812	0.881	
1132	116201_422_e_e_5	422Ee5	31.456	23.500	23.560	24.42	23.560	24.460	-4.786	0.900	-0.942	0.004	0.625	-6.275	-3.184	-11.437	-13.308	-11.918	-13.113	-12.449	-12.779	-11.313	-0.043	-0.601	1.476	0.986
1133	116201_422_e_e_9	422Ee9	23.033	27.450	22.458	22.805	22.462	23.573	4.417	-4.992	4.645	0.003	0.767	-5.711	0.540	-4.988	-3.877	0.713	0.535	0.741	1.214	-0.063	-1.127	1.015	1.058	
1134	116201_423_e_e_12	423Ee12	38.009	30.000	22.874	23.693	22.885	23.865	-8.009	-7.126	6.307	0.012	0.172	-15.124	-14.144	-17.115	-6.135	-16.074	-16.102	-14.728	-0.071	-0.525	0.766	0.958		
1135	116201_423_e_e_1a	423Ee1a	44.255	2.000	4.618	4.680	4.597	5.682	-44.255	4.618	-4.680	-0.021	1.003	-39.658	-38.573	4.597	5.682	-39.320	-39.128	-39.300	-38.129	-0.022	-0.002	0.996	1.059	
1136	116201_423_e_e_1b	423Ee1b	41.098	0.000	7.627	8.048	7.577	9.062	-41.098	7.627	-8.048	-0.050	1.014	-39.658	-38.573	4.597	5.682	-39.320	-39.128	-39.300	-38.129	-0.022	-0.002	0.996	1.059	
1137	116201_423_e_e_2b_1c	423Ee2b_1c	39.777	27.975	6.564	6.788	6.510	7.741	-36.802	3.589	-3.813	-0.054	0.953	-33.268	-32.036	3.535	4.766	-33.986	-33.792	-33.990	-33.001	-0.011	-0.259	1.243	0.976	
1138	116201_423_e_e_3	423Ee3	31.456	23.500	23.560	24.42	23.560	24.460	-4.786	0.900	-0.942	0.004	0.625	-6.275	-3.184	-11.437	-13.308	-11.918	-13.113	-12.449	-12.779	-11.313	-0.043	-0.601	1.476	0.986
1139	116201_423_e_e_5	423Ee5	26.147	19.000	19.001	20.071	19.084	20.201	-8.247	2.101	-2.171	-0.017	0.633	-7.064	-5.442	-1.844	2.802	-7.353	-6.452	-7.294	-5.942	-0.021	-0.870	1.732	0.614	
1140	116201_423_e_e_7	423Ee7	38.578	20.850	13.411	16.063	13.293	16.692	-17.728	-7.609	7.877	0.052	0.629	-25.285	-21.886	-7.557	-4.158	-23.743	-22.179	-23.762	-21.683	-0.405	-2.602	3.321	0.818	
1141	116201_423_f_f_1	423Ff1	32.189	1.000	10.687	9.659	10.678	11.092	-31.199	9.687	-8.659	-0.102	1.432	-21.511	-21.098	9.678	10.092	-18.976	-22.540	-19.763	-20.035	0.237	0.701	0.960	1.423	
1142	116201_423_f_f_4	423Ff4	37.343	15.750	15.935	16.932	15.934	20.650	-21.953	0.718	-3.942	-0.002	0.957	-17.809	-16.693	3.784	4.900	-18.099	-17.405	-18.980	-16.881	-0.001	-0.057	1.042	1.149	
1143	116201_423_f_f_5a	423Ff5a	31.328	18.500	22.393	22.345	22.337	22.805	-11.828	3.893	-3.845	-0.056	0.460	-8.991	-5.233	3.837	4.305	-9.499	-10.076	-9.480	-9.429	-0.010	-0.143	0.508	0.887	
1144	116201_423_f_f_5b	423Ff5b	31.328	18.500																						

1241	116201_442_C_c_4	442C04c	12,107	20,000	19,842	21,602	20,937	22,230	7,893	-0.158	-1.602	1,095	628	8,829	10,123	0,937	2,230	6,737	8,659	7,876	9,064	1,158	-0.478	2,506	0,994
1242	116201_442_C_c_5	442C05c	21,410	21,000	19,568	21,514	19,782	22,230	7,893	-1.045	-0.614	1,177	-0.187	-8.320	-7,127	-7,070	0,483	4,927	6,617	8,189	7,670	8,466	-1.038	1,526	0,522
1243	116201_442_C_c_6	442C06c	45,135	38,300	26,707	27,695	25,673	27,441	-14,275	-4,153	1,165	-1,034	-0,255	-19,462	-17,694	-5,187	-3,419	-19,917	-20,003	-23,548	-21,966	-5,959	-1,625	-2,325	6,609
1244	116201_442_D_d_14a	442D14a	48,257	24,052	17,233	18,186	14,434	18,071	-4,207	-16,827	8,864	-2,718	-1,115	-13,823	-10,168	-9,616	-5,979	-10,676	-11,059	-14,717	-10,677	-6,343	-2,637	-3,460	0,781
1247	116201_442_D_d_1a	442D11a	20,206	1,000	14,093	16,869	10,677	16,972	-19,206	-13,039	-15,889	-1,026	0,083	-7,139	-3,274	12,067	15,972	-4,636	-4,359	-16,731	-3,281	-9,009	-3,960	3,223	0,704
1248	116201_442_D_d_2a	442D12a	36,587	1,000	13,389	14,691	10,677	16,972	-35,981	-10,290	-13,990	-2,262	-2,276	-16,884	-1,991	-27,280	-15,067	-31,054	-27,280	-31,054	-27,280	-31,054	-1,269	1,161	0,599
1249	116201_442_D_d_3a	442D13a	15,489	10,759	16,559	16,676	15,099	16,831	-4,729	5,799	-5,024	-4,50	0,155	-1,390	-1,342	4,349	6,081	-6,634	-3,311	-1,108	-4,451	-1,340	0,342	0,544	
1250	116201_442_D_d_4a	442D14a	24,519	15,000	21,883	22,027	21,617	22,996	-6,469	3,833	-3,977	-2,065	7,699	-2,901	-1,722	3,667	4,746	-2,862	-2,567	-2,996	-1,674	-0,279	-0,442	0,981	0,900
1251	116201_442_D_d_5a	442D15a	24,906	19,100	21,673	22,181	21,121	22,881	-5,806	2,573	-3,081	-2,060	7,000	-3,494	-4,205	2,312	3,781	-2,566	-2,161	-2,391	-1,245	-0,217	-0,511	1,169	0,113
1252	116201_442_D_d_6a	442D16a	36,181	30,910	29,685	29,372	29,101	29,233	-5,271	-1,225	1,538	-4,940	-0,149	-6,990	-6,958	-1,719	-1,687	-5,659	-7,736	-5,659	-7,736	-5,659	-1,113	-0,616	0,775
1253	116201_442_E_e_13	442E13	34,098	38,000	28,193	31,260	29,139	29,623	3,902	-9,807	6,740	0,945	-1,627	-4,960	-4,475	-8,861	-8,377	-3,957	-1,919	-2,848	-2,939	1,331	-0,697	1,832	1,022
1254	116201_442_E_e_14	442E14	42,574	1,900	1,634	1,951	8,337	9,242	-40,674	4,734	-7,691	7,003	-0,350	-34,237	-33,332	6,437	7,342	-30,305	-36,116	-32,240	-36,314	1,873	-0,645	2,642	0,664
1255	116201_442_E_e_15	442E15	26,401	7,000	9,611	11,807	9,517	10,141	-19,401	2,611	-4,807	3,157	-1,767	-16,473	-15,360	3,927	4,041	-40,885	-38,773	-40,885	-38,773	0,785	-0,705	1,869	0,427
1256	116201_442_E_e_16	442E16	36,487	17,000	17,766	19,977	19,684	21,205	-19,487	0,766	-2,977	1,918	1,228	-16,803	-15,282	2,684	4,205	-2,162	-16,990	-18,218	-15,256	2,080	0,029	3,042	1,441
1257	116201_442_E_e_17	442E17	32,042	23,400	23,789	23,564	24,673	25,608	-8,642	0,389	-0,164	0,884	-7,369	-6,433	1,273	2,208	-7,011	-8,334	-6,708	-6,208	2,898	1,664	1,645	2,007	
1258	116201_442_E_e_18	442E18	41,639	32,070	31,048	31,172	31,720	31,675	-9,569	-0,220	0,898	0,672	0,503	-9,919	-9,964	-0,350	-0,395	-10,670	-10,356	-9,669	-9,704	0,180	0,580	0,696	1,324
1259	116201_443_A_a_1a	443A11a	2,247	24,900	1,144	1,636	1,141	1,622	22,653	-23,756	23,264	0,003	-0,014	-1,106	-0,625	-23,759	-23,278	-0,341	-2,471	-1,209	-2,478	-0,034	-0,117	0,309	0,845
1260	116201_443_A_a_2a	443A12a	10,731	2,800	7,134	8,258	7,250	8,229	2,060	4,334	-4,538	0,117	-0,009	6,519	7,898	4,450	5,429	6,125	5,247	6,193	6,371	-0,054	-0,758	0,942	0,817
1261	116201_443_A_a_3a	443A13a	20,122	10,000	23,386	20,522	23,229	19,285	-20,112	23,386	-20,522	-1,127	-1,237	0,107	-0,837	23,229	19,285	2,004	3,755	2,136	3,345	-1,098	2,734	-1,120	0,156
1262	116201_443_A_a_4a	443A14a	10,661	4,000	11,079	10,905	11,603	11,850	-1,900	7,079	-9,005	-0,016	9,495	-3,627	-2,841	7,063	7,850	-2,326	-2,822	-2,165	-6,198	0,036	0,102	0,982	0,915
1263	116201_443_A_a_5a	443A15a	21,370	4,840	10,706	10,883	10,697	11,733	-1,530	5,866	-6,043	-0,009	0,851	-10,672	-9,636	5,857	6,983	-9,950	-10,217	-11,838	-9,950	-0,101	-1,073	0,850	0,610
1264	116201_443_A_a_6a	443A16a	2,989	13,000	15,565	16,457	15,540	16,795	-10,011	2,565	-3,457	-0,025	3,383	12,552	13,807	2,540	3,795	11,947	12,718	11,856	13,143	-0,066	-0,684	1,099	0,669
1265	116201_443_A_a_7a	443A17a	8,791	11,000	13,333	15,524	15,325	16,221	2,709	4,333	-4,524	-0,008	6,697	6,334	7,430	4,325	5,221	6,864	7,064	6,855	7,800	-0,077	-0,082	0,714	0,738
1266	116201_443_A_a_8a	443A18a	45,384	19,000	18,889	19,186	18,897	19,707	7,824	11,011	-1,186	0,008	0,521	8,681	9,491	-10,203	7,077	8,218	8,272	7,889	-0,097	-0,117	0,538	0,599	0,653
1267	116201_443_A_a_9a	443A19a	10,216	19,000	18,889	19,186	18,897	19,707	7,824	11,011	-1,186	0,008	0,521	8,681	9,491	-10,203	7,077	8,218	8,272	7,889	-0,097	-0,117	0,538	0,599	0,653
1268	116201_443_A_a_10a	443A20a	10,602	20,500	20,143	21,770	20,123	21,012	9,888	-0,357	-1,270	-0,019	-0,758	9,521	10,410	-0,377	0,512	5,849	11,343	5,345	4,400	-0,002	-1,562	0,889	-0,590
1269	116201_443_A_a_11a	443A21a	24,640	26,600	24,878	25,496	24,892	26,055	1,960	-1,722	1,104	0,014	0,559	0,252	1,414	-1,708	-0,545	0,617	1,291	1,415	1,861	-0,024	-0,336	1,109	0,681
1270	116201_443_A_a_12a	443A22a	35,159	30,500	26,654	27,167	26,657	26,753	-4,659	-3,846	3,333	0,003	-0,415	-8,502	-8,406	-3,843	-3,747	-9,785	-9,563	-9,592	-0,033	-0,371	-0,060	0,305	
1271	116201_443_B_b_1a	443B11a	42,814	26,100	25,161	25,711	25,138	25,906	-16,714	-0,939	0,389	-0,003	0,194	-17,656	-16,909	-0,942	-0,194	-17,113	-16,854	-17,474	-16,467	-0,023	-0,130	0,659	0,820
1272	116201_443_B_b_2a	443B12a	45,384	29,720	25,724	26,975	25,729	26,854	-15,624	-4,006	-7,548	1,107	-1,077	-19,877	-18,947	4,023	3,862	-19,498	-19,527	-19,396	-19,456	-1,015	-0,374	-0,373	0,373
1273	116201_443_C_c_1a	443C11a	53,174	31,850	30,400	30,516	30,389	30,844	-31,324	-1,450	1,334	-0,012	0,328	-22,786	-22,330	-1,461	-1,006	-22,580	-22,576	-22,719	-22,234	0,008	-0,102	0,460	0,810
1274	116201_443_D_d_11	443D11a	29,019	33,020	30,411	30,540	30,373	30,473	-0,101	-2,609	-4,480	-0,039	-0,067	1,354	1,454	-2,647	-2,547	1,463	2,097	3,534	2,700	0,002	-0,050	-2,300	0,491
1275	116201_443_D_d_12	443D12a	1,263	16,000	20,528	20,464	20,542	20,683	14,737	4,528	-4,464	0,014	0,219	19,279	19,420	4,542	4,683	13,163	12,706	16,991	9,130	0,093	0,008	0,121	0,738
1276	116201_443_D_d_13	443D13a	19,849	22,000	28,239	28,961	27,952	29,797	7,151	6,239	-6,961	-2,827	8,836	8,103	9,948	5,952	7,797	8,734	10,168	9,863	12,097	0,161	-0,494	1,901	0,744
1277	116201_443_D_d_14	443D14a	42,165	26,680	27,589	27,343	27,648	27,549	-15,405	0,909	-0,663	0,058	0,206	-14,517	-14,615	0,968	0,869	-13,936	-13,429	-13,989	-13,030	0,073	-0,023	-0,156	0,489
1278	116201_443_D_d_15	443D15a	45,445	19,000	19,000	19,248	22,660	23,474	-12,742	3,827	-10,670	0,000	-0,000	-22,784	-22,784	-11,485	-4,605	-3,419	-13,627	-16,507	-8,822	-10,378	1,115	-6,300	2,040
1279	116201_443_D_d_16	443D16a	47,021	31,000	30,567	31,012	30,619	31,300	-16,043	-0,433	-0,012	0,036	1,138	-16,419	-15,691	-3,337	-0,330	-16,263	-15,330	-16,262	-14,163	-0,027	-0,455	0,740	0,566
1280	116201_444_C_c_1a	444C11a	47,552	30,000	27,986	24,013	32,869	21,708	-47,552	27,986	-24,013	4,913	-2,305	-14,652	-25,844	32,899	21,708	-19,316	-22,774	-13,892	-23,256	6,407	6,589	5,021	4,344
1281	116201_444_C_c_1b	444C11b	47,552	37,000	28,308	35,589	33,600	33,737	-9,275	-8,692	1,411	4,852	-1,835	-13,115	-12,537	-3,840	-3,263	-17,683	-10,477	-12,018	-11,701	4,862	-2,008	5,077	-6,632
1282	116201_444_C_c_1c	444C11c	28,471	24,100	20,434	27,707	17,107	20,510	-3,717	-3,666	-3,607	-3,417	-7,196	-11,454	-7,961	-7,083	-3,590	-4,499	-3,128	-6,765	2,468	-2,235	-1,113	1,675	-7,708
1283	116201_444_C_c_1d	444C11d	33,319	25,450	22,661	29,918	25,816	26,647	-7,869	-2,789	-4,468	3,155	-3,771	-7,503	-6,672	0,366	1,197	-10,499	-3,464	-4,658	-4,143	2,360	-3,672	4,081	-2,695
1284	116201_444_D_d_1a	444D11a	37,865	29,800	24,180	24,180	24,180	24,180	-16,601	-5,610	-3,607	1,005	-0,026	-22,770	-22,770	-11,485	-4,605	-3,419	-13,627	-16,507	-8,822	-10,378	1,115	-6,300	2,040
1285	116201_444_D_d_1b	444D11b	37,936	31,850	25,336	31,644	23,068	28,284	-8,086	-6,514	2,006	-2,268	-3,360	-14,868	-6,628	-7,82	-3,566	-12,919	-6,273	-11,692	-8,508	-1,123	-8,307	2,753	-2,355
1286	116201_444_D_d_1c	444D11c	35,132	26,900	23,511	29,100	28,517	29,104	-8,232	-3,															

1381	116201.601_C_c_1a	601C1a	35.058	0.000	3.966	5.273	4.110	5.842	-35.058	-5.273	0.144	0.559	-30.948	-29.216	4.110	5.842	-32.851	-32.606	-31.440	-0.011	-0.909	2.323	1.130
1382	116201.601_C_c_1b	601C1b	15.795	4.000	8.515	5.085	5.822	-11.795	5.085	-0.061	0.222	-7.289	-5.612	-6.125	6.183	-6.125	-7.932	-7.932	-7.932	-0.020	-0.904	1.641	1.867
1383	116201.601_C_c_1c	601C1c	4.687	3.500	7.028	9.537	11.183	1.813	1.813	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1384	116201.601_C_c_1d	601C1d	5.142	15.950	17.873	19.104	17.880	19.825	10.808	1.923	-3.154	0.008	0.121	12.738	14.683	1.930	3.875	10.902	12.274	10.808	0.060	-0.983	2.010
1385	116201.601_C_c_1e	601C1e	3.030	9.900	13.727	14.887	13.733	15.979	6.870	3.827	-4.987	0.006	1.092	10.703	12.949	3.833	6.079	4.392	5.421	3.700	-0.078	-1.046	2.171
1386	116201.601_C_c_1f	601C1f	11.181	17.000	19.173	19.933	19.179	21.452	15.819	-2.173	-2.933	0.000	1.519	7.998	10.702	2.179	4.452	5.599	6.202	5.623	6.809	0.003	-0.127
1387	116201.601_C_c_1g	601C1g	4.477	19.000	17.620	18.790	17.619	19.653	8.253	1.280	0.210	0.019	0.863	13.161	15.175	-1.371	0.653	6.680	8.066	6.721	8.675	0.044	-1.726
1388	116201.601_C_c_1h	601C1h	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930	1.930
1389	116201.601_D_d_1a	601D1a	19.312	0.700	4.590	5.620	5.42	6.590	-33.212	3.801	-4.930	0.040	0.960	-29.370	-37.322	3.842	5.890	-32.778	-32.294	-32.997	-0.241	0.043	-0.723
1390	116201.601_D_d_1b	601D1b	18.999	1.950	5.676	6.707	6.621	7.631	-17.049	3.726	-4.757	-0.004	0.920	-13.327	-11.369	3.722	5.681	-19.925	-17.185	-19.933	-17.880	-0.321	1.846
1391	116201.601_D_d_1c	601D1c	13.958	4.600	7.990	9.584	8.016	10.624	-9.358	3.990	-4.984	0.026	1.090	-5.942	-3.334	3.416	6.034	-14.731	-12.582	-14.651	-12.075	-0.012	-1.381
1392	116201.601_D_d_1d	601D1d	5.650	6.800	11.024	12.027	11.051	12.911	1.150	4.224	-5.227	0.027	0.884	5.401	7.261	5.111	-7.841	-6.117	-6.358	-5.230	-0.027	-1.371	
1393	116201.601_D_d_1e	601D1e	14.956	14.000	14.639	15.640	14.634	16.638	-0.056	6.399	-1.640	-0.006	0.998	0.578	2.581	0.634	2.638	-1.254	-0.559	-1.363	0.697	0.014	
1394	116201.601_D_d_1f	601D1f	13.900	18.000	15.514	18.158	15.511	17.345	-1.390	-2.486	-0.198	0.003	-0.853	-3.879	-2.085	-2.489	-0.655	-7.025	-3.624	-7.069	-5.776	0.035	-1.579
1395	116201.601_D_d_1g	601D1g	28.159	19.000	15.503	17.331	15.507	17.662	-9.199	-3.797	-1.666	-0.006	0.611	-13.001	-10.236	-10.236	-10.236	-17.793	-15.456	-14.848	-0.075	-1.448	
1396	116201.601_D_d_1h	601D1h	27.136	19.000	12.913	17.033	12.909	12.999	-8.136	-6.087	1.967	-0.012	-4.634	-14.236	-14.737	-6.100	-6.601	-11.627	-8.006	-11.683	-13.667	-0.053	-1.790
1397	116201.601_D_d_1i	601D1i	24.611	21.000	20.038	21.160	20.038	22.403	-3.611	-0.962	-0.160	1.066	2.143	-4.467	-2.208	-0.856	1.403	-3.463	-3.453	-2.296	-3.411	-1.091	2.387
1398	116201.601_D_d_1j	601D1j	20.606	30.000	8.157	13.161	7.928	9.147	9.394	-21.843	16.839	-0.229	-0.410	-12.677	-11.459	-22.072	-20.853	-9.386	-9.126	-10.440	-9.533	0.322	-3.038
1399	116201.601_D_d_1k	601D1k	31.510	30.000	11.452	19.302	11.445	18.505	-1.510	-18.548	10.698	-0.017	-3.406	-20.075	-15.705	-18.565	-14.195	-21.257	-14.638	-21.147	-17.490	0.393	-7.497
1400	116201.601_E_e_1	601E1	0.241	20.000	12.561	15.923	12.615	16.408	19.759	-7.439	4.077	0.054	0.485	22.374	16.167	-7.285	-3.592	11.022	14.145	10.554	15.330	0.095	-3.368
1401	116201.601_E_e_2	601E2	0.044	25.600	9.371	15.121	9.330	13.015	26.256	-16.229	10.473	-0.041	-2.106	9.286	12.971	-16.270	-12.585	7.903	10.599	5.872	15.319	-0.014	-5.509
1402	116201.602_A_a_1	602A1	0.006	20.000	6.500	7.316	6.017	4.623	28.994	-22.950	21.684	-0.032	0.659	6.012	4.617	-22.983	-24.377	5.730	3.907	9.010	0.311	-0.562	
1403	116201.602_A_a_2	602A2	12.308	2.700	7.012	7.620	7.009	8.772	-9.538	4.312	-4.920	0.003	1.153	-5.229	-3.466	4.309	6.072	-10.619	-9.470	-10.144	-9.105	-0.008	-0.697
1404	116201.602_A_a_3	602A3	2.936	8.000	13.052	13.778	13.047	14.532	4.100	5.052	-5.778	-0.005	0.754	9.147	10.632	5.047	5.313	6.361	5.244	6.817	0.012	-0.675	
1405	116201.602_A_a_4	602A4	25.848	13.000	14.066	15.997	14.089	16.292	-12.848	1.046	-2.597	0.047	-0.899	-11.759	-9.557	1.089	3.292	-12.003	-6.875	-11.890	-9.496	0.064	-1.439
1406	116201.602_A_a_5	602A5	10.711	10.711	10.711	10.711	10.711	10.711	10.711	10.711	10.711	10.711	10.711	10.711	10.711	10.711	10.711	10.711	10.711	10.711	10.711	10.711	10.711
1407	116201.602_A_a_6	602A6	18.374	19.200	12.777	17.524	12.768	14.465	-6.285	-6.423	1.676	-0.009	0.059	-5.606	-3.908	-4.432	-4.735	-11.980	-4.240	-12.043	-12.043	-0.022	-2.408
1408	116201.602_A_a_7	602A7	32.624	19.000	10.021	17.329	10.047	17.462	-13.624	-8.979	1.671	0.026	0.133	-22.577	-15.162	-8.953	-1.538	-22.116	-14.677	-22.066	-14.009	-0.366	-6.722
1409	116201.602_B_b_1	602B1	11.170	29.000	8.061	9.765	8.106	8.366	-13.820	-20.939	19.235	0.045	-1.399	-3.064	-2.804	-20.894	-20.634	-4.220	0.986	-6.656	5.005	0.229	-5.020
1410	116201.602_B_b_2	602B2	45.054	1.000	4.637	5.691	4.628	5.551	-44.054	3.637	-4.691	-0.009	0.861	-40.426	-38.502	3.628	5.551	-41.438	-40.085	-41.471	-39.649	0.009	-0.920
1411	116201.602_B_b_3	602B3	48.501	2.800	6.609	7.391	6.519	8.193	-45.701	3.809	-4.591	-0.009	0.802	-41.982	-40.308	3.719	5.393	-41.828	-41.116	-41.903	-40.103	-0.024	-0.660
1412	116201.602_B_b_4	602B4	12.851	7.000	7.114	9.490	7.589	9.130	-1.449	7.117	-2.447	-0.126	0.338	7.258	6.080	2.184	4.355	5.715	4.471	6.370	-0.042	-1.365	
1413	116201.602_B_b_5	602B5	29.554	9.000	4.943	7.903	5.130	4.745	-20.554	-4.057	1.097	1.187	-3.158	-24.424	-24.809	-3.870	-4.255	-24.341	-16.030	-23.808	-0.014	-2.819	
1414	116201.602_B_b_6	602B6	12.184	15.000	9.091	9.703	9.300	5.604	2.816	-5.909	5.297	0.218	-4.100	-2.875	-6.580	-5.691	-3.936	-1.133	2.999	-0.878	-3.884	0.019	-1.389
1415	116201.602_B_b_7	602B7	20.055	22.000	3.255	7.730	0.739	4.045	1.945	-18.745	14.270	-2.515	-3.685	-19.315	-16.010	-21.261	-17.955	-18.723	-16.936	-18.357	-18.525	-0.025	-3.020
1416	116201.602_C_c_1	602C1	48.088	7.950	1.876	3.415	1.417	2.869	-40.138	-6.074	4.535	-0.499	-0.545	-46.671	-45.219	-6.533	-5.081	-47.976	-45.735	-44.283	0.105	-1.750	
1417	116201.602_C_c_2	602C2	16.007	14.000	2.105	4.594	1.138	2.288	-2.007	-11.895	9.406	-0.966	-2.306	-14.868	-13.718	-12.862	-11.712	-14.297	-15.598	-14.750	-15.362	0.014	-0.541
1418	116201.604_A_a_10a	604A10a	0.186	33.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
1419	116201.604_E_e_6	604E6	29.777	22.700	24.806	23.958	24.821	24.774	-7.077	-1.106	-2.528	0.015	0.816	-4.956	-5.003	2.121	2.074	-4.830	-5.211	-4.785	-4.338	0.051	-0.818
1420	116201.611_A_a_10b	611A10b	47.346	30.000	32.052	32.309	32.033	31.880	-17.346	2.052	-3.209	-0.029	-4.429	-15.314	-15.467	2.033	1.880	-12.696	-14.276	-12.666	-14.124	-0.299	0.180
1421	116201.611_B_b_12	611B12	23.640	31.750	17.065	24.226	17.145	18.056	-11.400	-16.685	7.524	0.080	-6.169	-6.495	-5.584	-14.605	-13.694	-2.563	2.259	-2.717	-2.482	0.135	-1.405
1422	116201.611_B_b_2b	611B2b	4.076	7.350	13.966	13.571	13.949	14.315	3.274	6.166	-6.221	-0.017	0.744	9.873	10.238	6.599	6.595	-3.904	-5.977	-4.374	0.009	0.666	
1423	116201.611_B_b_4	611B4	17.501	17.000	22.888	22.946	22.835	22.653	-5.051	5.838	-5.946	-0.003	-0.499	5.334	5.152	5.585	5.653	4.241	5.030	4.216	3.979	0.013	0.237
1424	116201.611_B_b_5	611B5	22.096	6.300	9.244	9.495	9.243	10.800	8.943	4.299	0.982	0.042	0.518	14.472	11.843	4.293	4.293	-28.595	-28.202	-28.029	-28.029	0.003	-0.068
1425	116201.611_B_b_6	611B6	14.270	20.600	22.389	22.834	22.394	23.731	6.330	1.789	-2.234	0.005	0.896	8.124	9.461	1.794	3.131	5.871	6.176	5.961	6.824	0.032	-0.324
1426	116201.611_B_b_7	611B7	47.136	27.800	25.385	27.124	25.360	25.925	-19.336	-2.415	0.676	-0.025	-1.200	-21.775	-21.211	-2.440	-1.875	-30.345	-24.502	-31.109	-25.458	-0.044	-0.517
1427	116201.611_C_c_12	611C12	34.932	5.908	9.308	8.683	7.442	7.666	-1.194	-1.535	0.003	0.272	-6.466	-5.879	1.196	1.787	-6.029	-6.392	-6.035	-5.898	-0.010	-0.132	
1428	116201.611_C_c_1a	611C1a	36.962	31.850	20.190	25.915	20.224	22.410	-11.116	-11.660	5.935												

1521	116201_617_b_b_d_2	617Bb2	3,467	7,800	13,008	12,814	13,004	13,795	4,833	5,268	-5,014	-0.003	-0.981	9,537	10,327	5,204	5,995	-10,654	-9,138	-10,332	-8,926	0.015	0.078	0.857	0.885
1522	116201_617_b_b_d_3	617Bb3	33,669	15,000	18,661	18,794	18,704	19,333	3,661	-4,394	-0.407	-0.467	-14,956	-13,274	3,704	2,040	5,995	-10,654	-13,191	-15,547	-16,795	0.011	0.078	-1,498	-2,207
1523	116201_617_b_b_d_4	617Bb4	35,979	19,800	23,434	24,431	24,444	24,763	-20,059	3,634	-6,631	-0.009	0.333	-16,415	-15,096	3,644	4,963	-16,716	-15,400	-16,701	-15,213	-0.008	-0.091	1,259	3,086
1524	116201_617_c_c_c_1	617Cc1	39,854	0.000	11,219	12,443	11,216	12,528	-47,974	11,219	-12,443	-0.002	0.385	-32,757	-31,446	11,216	12,528	-31,881	-29,387	-32,704	-29,979	-0.029	-1.005	1,671	2,090
1525	116201_617_c_c_c_2	617Cc2	8,301	9,800	15,978	15,581	15,920	17,337	1,499	6,178	-5,781	-0.058	1.756	7,619	9,036	6,120	5,742	-1,042	1,679	1,634	3,465	0.027	0.377	1,445	1,788
1526	116201_617_c_c_c_3	617Cc3	37,425	19,600	20,956	22,062	20,927	22,263	-1,825	1,356	-2,462	-0.029	0.201	-16,499	-15,163	1,327	2,663	-16,302	-15,141	-16,392	-15,074	-0.029	-0.548	1,203	1,203
1527	116201_617_c_c_c_4	617Cc4	24,375	20,800	21,739	22,724	23,355	23,771	-34,076	24,375	-20,800	0.255	-15,965	-15,965	-15,965	-15,965	-15,965	-15,965	-15,965	-15,965	-15,965	-15,965	-15,965	-15,965	-15,965
1528	116201_618_a_a_1	618Aa1	30,547	0.000	7,567	7,738	7,566	8,347	-30,547	7,567	-7,738	-0.023	1.488	-12,801	-11,021	7,546	9,336	-18,453	-18,253	-19,416	-18,282	0.018	-0.355	2,083	1,789
1529	116201_618_a_a_10a	618Aa10a	20,365	29,900	25,306	25,702	24,860	25,947	-40,667	-4,864	-1,198	-0.176	2,445	-9,705	-8,618	-5,400	-3,953	-8,160	-6,606	-9,402	-5,914	-0.198	-0.615	0,763	3,304
1530	116201_618_a_a_10b	618Aa10b	11,057	11,000	14,902	16,337	14,909	17,024	-1,057	3,902	-5,337	-0.007	0.687	3,851	5,966	3,909	6,024	4,198	6,097	4,300	5,520	-0.041	-1,262	1,966	0,658
1531	116201_618_a_a_3	618Aa3	23,675	22,200	21,342	24,809	21,288	25,158	-1,475	-8,858	-2,609	-0.054	3,380	-2,387	1,483	-9,912	2,958	-2,498	2,899	-3,251	8,500	-0.243	-2,179	3,018	1,022
1532	116201_618_a_a_7a	618Aa7a	17,169	25,900	25,374	26,182	25,468	27,300	8,731	-0,526	-2,282	-0.024	1,209	8,299	10,221	-4,324	1,490	-51,804	-46,327	-51,688	-48,713	0.129	-2,907	2,172	0,317
1533	116201_618_b_b_b_1	618Bb1	40,363	30,150	18,404	21,170	18,370	18,836	-10,213	-11,748	9,890	-0.035	3,344	-21,994	-21,527	-11,780	11,314	-25,673	-24,034	-25,230	-24,633	-0.014	-1,304	0,439	-0,381
1534	116201_618_b_b_b_2	618Bb2	34,104	0.000	6,673	9,458	6,600	8,382	-34,054	6,623	-9,408	-0.032	1,176	-27,454	-25,722	6,600	8,332	-27,764	-27,789	-29,108	-27,532	0.032	-2,707	2,128	-0,377
1535	116201_618_b_b_b_3	618Bb3	48,253	0.000	6,157	6,193	6,136	7,349	-48,053	5,957	-5,993	-0.020	1,055	-42,117	-40,905	5,936	7,149	-43,722	-43,254	-43,261	-42,224	0.010	-0,710	1,117	1,272
1536	116201_618_b_b_b_4	618Bb4	43,818	3,100	8,220	8,702	8,210	9,595	-40,718	5,120	-5,602	-0.009	8,933	-35,608	-34,223	5,110	6,495	-35,743	-35,294	-35,784	-34,394	-0.017	-0,505	1,366	938
1537	116201_618_b_b_b_5	618Bb5	13,852	5,400	10,036	9,985	10,075	10,936	-8,452	4,636	-4,588	-0.039	0,951	-3,777	-2,916	4,675	5,536	-7,884	-10,052	-8,381	-6,204	0,059	-0,605	0,930	0,914
1538	116201_618_b_b_b_6	618Bb6	41,788	8,800	11,383	12,004	11,382	12,887	-32,908	2,583	-3,204	-0.001	0,882	-30,326	-28,821	2,582	4,087	-31,695	-30,854	-31,485	-30,164	0.010	-0,649	1,543	0,879
1539	116201_618_b_b_b_7	618Bb7	35,007	14,000	13,583	15,432	13,562	13,200	-39,007	-4,147	-1,432	-0.021	1,112	-39,445	-37,987	-4,338	1,320	-40,443	-38,315	-39,813	-38,374	-0.156	-1,209	0,754	-0,007
1540	116201_618_b_b_b_8	618Bb8	36,754	19,600	23,332	23,529	23,249	24,455	-17,154	3,732	-3,929	-0.003	0,926	-13,425	-12,399	3,729	4,855	-13,937	-14,034	-13,674	-13,233	0.085	-0,333	1,423	0,996
1541	116201_618_c_c_c_1	618Cc1	34,608	7,500	12,040	12,598	12,030	13,422	-27,108	4,540	-5,098	-0.011	0,823	-22,579	-21,187	4,530	5,222	-23,301	-23,301	-23,301	-22,724	-0.021	-0,505	1,307	0,813
1542	116201_618_c_c_c_2	618Cc2	12,391	10,000	15,529	16,097	15,526	16,963	-1,291	5,529	-6,097	-0.003	0,866	3,134	4,572	5,526	6,963	1,690	2,550	1,444	3,280	-0.014	-0,642	1,580	0,950
1543	116201_618_c_c_c_3	618Cc3	28,730	17,800	18,740	19,058	18,719	20,248	-10,930	9,420	-9,056	-0.020	0,391	-10,011	-8,482	9,919	2,448	-9,677	-8,123	-9,802	-7,810	-0.019	-0,719	1,325	0,728
1544	116201_618_c_c_c_4	618Cc4	22,159	11,900	16,667	17,232	16,610	18,100	-10,289	4,720	-5,332	-0.019	0,678	-15,988	-14,800	4,701	6,420	-15,510	-12,946	-12,961	-12,945	-0.038	-0,410	1,353	0,923
1545	116201_618_d_d_d_1	618Dd1	30,961	23,100	24,215	25,026	24,213	25,713	-7,965	1,215	-2,028	-0.012	0,685	-6,758	-5,248	1,212	2,713	-6,338	-5,879	-7,473	-6,006	-0.070	-0,870	1,558	0,730
1546	116201_618_d_d_d_2	618Dd2	30,844	28,000	17,885	19,509	17,890	19,248	-2,844	-10,115	8,491	0.005	-2,461	-12,955	-11,596	-10,110	-8,752	-17,228	-15,852	-17,256	-15,540	0.007	-1,249	0,966	0,272
1547	116201_618_d_d_d_3	618Dd3	13,764	15,000	15,638	16,134	14,636	16,316	3,266	0,638	-1,134	-1,328	-5,498	0,872	-6,690	-3,364	-12,552	-6,366	-12,562	-12,919	-0,007	-0,246	1,529	-5,103	
1548	116201_618_d_d_d_4	618Dd4	45,585	22,200	24,664	25,719	24,651	26,365	-23,385	2,464	-3,519	-0.013	0,646	-20,934	-19,220	2,451	4,165	-21,074	-19,885	-21,027	-19,364	-0.005	-1,021	1,708	0,843
1549	116201_618_e_e_e_1	618Ee1	37,523	28,100	28,066	28,473	28,060	28,673	-9,423	0,034	-0,373	-0.006	2,200	-9,463	-8,850	-4,040	0,573	-10,188	-10,536	-10,192	-10,770	-0.004	-0,384	0,581	1,005
1550	116201_618_e_e_e_2	618Ee2	22,159	11,900	16,667	17,232	16,610	18,100	-10,289	4,720	-5,332	-0.019	0,678	-15,988	-14,800	4,701	6,420	-15,510	-12,946	-12,961	-12,945	-0.038	-0,410	1,353	0,923
1551	116201_618_e_e_e_3	618Ee3	47,121	16,400	17,710	19,027	17,855	20,206	-1,021	1,310	-2,627	0.145	1,179	0,425	2,786	1,455	3,806	2,298	1,483	1,637	3,569	-0.004	-1,255	2,470	1,347
1552	116201_618_e_e_e_4	618Ee4	17,481	28,600	24,821	27,038	25,057	28,346	-18,581	-3,779	1,562	0,236	1,108	-22,124	-18,835	-14,032	-12,544	-20,115	-20,661	-20,363	-19,133	-0.030	-1,835	3,524	1,810
1553	116201_618_f_f_f_1	618Ff1	49,055	5,000	11,100	10,971	11,133	12,034	-44,055	6,100	-5,971	0.003	0,763	-37,922	-37,021	6,133	7,704	-37,997	-37,410	-37,871	-36,472	0.112	0,139	1,086	1,334
1554	116201_618_f_f_f_2	618Ff2	9,353	7,750	13,065	13,663	13,063	14,442	-14,663	5,315	-5,913	-0.012	1,069	3,600	5,049	3,303	6,692	3,211	3,792	3,365	4,387	0,089	-0,831	1,689	0,742
1555	116201_618_f_f_f_3	618Ff3	6,486	12,000	14,359	15,081	14,361	15,943	-5,514	2,359	-3,081	0.001	0,863	7,875	9,458	2,361	3,943	7,663	8,419	7,947	9,213	0,069	-0,799	1,837	1,018
1556	116201_618_f_f_f_4	618Ff4	2,717	11,650	15,645	16,500	15,645	18,211	-1,287	1,813	-2,137	-0.009	1,027	-16,808	-16,025	1,287	2,040	-16,808	-16,025	-16,808	-16,025	-0.009	-0,716	1,587	1,081
1557	116201_618_g_g_g_1	618Gg1	26,571	20,100	19,162	20,232	19,164	20,593	-5,471	-0,938	-1,32	0.043	0,718	-7,367	-5,621	8,996	0,850	-7,355	-6,531	-7,967	-6,012	0.042	-1,119	1,813	0,806
1558	116201_618_g_g_g_2	618Gg2	37,532	30,800	25,902	25,765	25,911	26,206	-17,732	-4,898	5,035	0.009	0,442	-22,621	-22,326	-4,889	-4,594	-22,704	-22,322	-22,638	-22,481	0.022	0,070	0,354	1,259
1559	116201_618_g_g_g_3	618Gg3	48,467	0.000	11,981	14,946	11,943	15,989	-37,467	11,981	-14,946	-0.038	0,404	-25,524	-24,478	11,943	15,989	-28,098	-26,288	-28,098	-25,269	-0.006	-3,043	4,283	1,325
1560	116201_618_h_h_h_1	618Hh1	45,329	29,500	26,950	27,023	26,917	27,723	-15,939	-2,550	2,477	-0.033	0,770	-18,522	-17,716	-2,583	-1,777	-19,011	-19,019	-19,147	-19,147	0.026	-0,037	0,780	1,373
1561	116201_618_h_h_h_2	618Hh2	48,938	21,600	22,622	23,395	22,586	24,032	-27,338	1,022	-1,795	-0.036	0,636	-26,352	-24,907	0,986	2,432	-27,023	-26,467	-27,226	-25,913	-0.045	-0,867	1,595	0,730
1562	116201_618_h_h_h_3	618Hh3	2,717	11,650	15,645	16,500	15,645	18,211	-1,287	1,813	-2,137	-0.009	1,027	-16,808	-16,025	1,287	2,040	-16,808	-16,025	-16,808	-16,025	-0.009	-0,716	1,587	1,081
1563	116201_619_a_a_a_1	619Aa1	40,622	30,000	3,188	9,784	3,234	9,511	-16,822	-26,812	20,216	0.040	4,523	-43,588	-41,890	-26,766	-25,069	-42,861	-45,626	-43,830	-42,482	0.044	-2,744	1,066	1,250
1564	116201_619_a_a_a_1a	619Aa1a	26,237	0.000	4,025	3,783																			

1661	116201_625_D_d_2	625Dd2	32,079	4,000	11,526	10,509	11,533	11,546	-28,079	7,526	-6,521	0.007	-1.037	-20,546	-20,533	7,533	7,546	-20,667	-21,182	-20,200	-20,183	-0.001	1.626	0.34	1.059	
1662	116201_625_D_d_9	625Dd9	52,273	29,800	19,846	26,579	19,879	19,874	20,504	-22,411	6,500	0.002	-0.075	-31,770	-31,770	6,509	6,509	-31,623	-31,668	-31,620	-31,620	-0.001	1.632	0.48	1.552	
1663	116201_625_E_e_1	625Ee1	10,195	8,800	13,893	13,893	13,893	13,893	13,893	10,195	8,800	0.096	1.162	-34,241	-34,241	8,800	8,800	-33,556	-33,687	-33,556	-33,687	-0.015	1.876	1.32	1.342	
1664	116201_625_E_e_2	625Ee2	4,682	5,000	12,666	11,895	12,665	12,769	12,769	0,318	7,666	-6,895	-0.001	0,874	-7,983	8,087	7,665	7,769	0,096	-0,673	-0,336	0,072	-0,013	0,961	-0,097	0,954
1665	116201_625_E_e_3	625Ee3	11,101	10,200	17,383	16,789	17,436	18,004	-14,911	7,183	-5,889	0,053	2,445	-7,975	-7,077	7,236	7,834	-11,468	-12,176	-11,632	-10,820	-0,034	1,734	0,94	1,334	
1666	116201_625_E_e_4	625Ee4	24,657	13,000	17,795	17,489	18,285	15,740	-11,629	2,795	-4,489	0,029	-1,749	-8,832	-8,917	2,825	2,740	-10,053	-6,705	-10,104	-9,945	0,042	-1,716	-0,059	-1,679	
1667	116201_625_E_e_5	625Ee5	28,829	19,600	18,139	20,048	18,141	18,660	-9,229	2,741	-4,448	0,003	-1,387	-10,688	-10,169	-1,459	-0,940	-8,032	-7,392	-8,135	-7,430	0,018	-1,611	0,421	-1,621	
1668	116201_625_E_e_6	625Ee6	35,965	25,500	21,460	21,254	22,127	-10,105	12,561	-10,105	12,561	0,000	-1,275	-14,026	-14,026	12,561	12,561	-14,026	-14,724	-14,026	-14,724	-0,004	1,604	1,018	1,018	
1669	116201_625_F_f_1	625Ff1	32,654	28,950	16,675	22,556	16,677	17,042	-13,700	12,275	6,353	-0,028	-4,655	-16,008	-14,712	12,303	11,008	-11,166	-15,704	-15,247	-11,017	-0,012	-5,496	1,100	-3,473	
1670	116201_625_F_f_2	625Ff2	23,426	25,000	15,495	14,111	15,508	14,599	-18,426	10,495	-9,111	0,012	1,448	-7,918	-7,967	10,508	10,459	-11,508	-13,661	-11,413	-11,638	-0,026	-1,445	-1,01	1,674	
1671	116201_625_F_f_3	625Ff3	19,562	11,000	19,612	18,764	19,625	20,023	-8,562	8,612	-7,764	0,013	1,260	0,063	0,461	8,625	9,033	0,036	-0,477	0,059	0,638	0,035	0,74	0,554	1,222	
1672	116201_625_F_f_4	625Ff4	28,074	13,000	21,955	21,563	21,965	22,281	-18,754	8,955	-8,563	0,010	1,717	-6,109	-5,793	8,965	9,281	-6,559	-7,511	-6,880	-6,221	0,048	0,385	0,502	0,827	
1673	116201_625_F_f_5	625Ff5	33,838	22,250	26,254	25,369	26,263	26,993	-11,588	4,004	-3,119	0,008	1,624	-7,576	-6,845	4,012	4,743	-7,739	-8,721	-7,712	-7,024	-0,021	1,024	0,521	1,683	
1674	116201_625_F_f_7	625Ff7	21,976	27,100	25,485	26,387	25,300	25,807	5,224	-1,615	0,713	0,005	-0,481	3,644	4,030	-1,580	-1,193	-4,332	-4,500	-4,375	-4,815	0,092	-0,465	0,778	1,042	
1675	116201_626_A_a_1	626Aa1	11,875	9,000	8,789	8,146	8,758	9,205	-10,577	7,889	-7,246	0,041	1,149	-3,117	-2,780	7,858	8,395	-3,779	-3,699	-3,517	-2,960	-0,050	0,807	0,317	1,290	
1676	116201_626_A_a_2	626Aa2	32,864	4,000	10,499	10,479	10,497	11,425	-28,864	6,499	-6,479	0,003	1,046	-22,367	-21,439	6,497	7,425	-21,340	-21,643	-21,420	-20,393	0,026	0,000	1,016	0,995	
1677	116201_626_A_a_3	626Aa3	33,668	7,000	12,310	11,952	12,292	12,987	-26,668	5,310	-4,952	-0,017	1,034	-21,376	-20,681	5,292	5,987	-16,925	-20,986	-19,006	-19,824	-0,058	0,596	0,322	1,086	
1678	116201_626_A_a_4	626Aa4	18,549	11,100	15,703	15,184	15,687	16,445	-7,449	4,603	-4,084	-0,016	2,161	-2,862	-2,104	4,587	5,345	-4,332	-4,984	-4,122	-3,508	0,022	0,620	0,648	1,421	
1679	116201_626_A_a_5	626Aa5	36,081	11,000	14,509	14,174	14,498	15,009	-25,081	3,509	-3,174	-0,011	0,835	-21,583	-21,073	3,498	4,009	-21,136	-21,749	-21,950	-21,273	-0,072	0,547	0,369	1,146	
1680	116201_626_A_a_6	626Aa6	23,065	18,000	18,342	18,233	18,340	18,991	-5,065	0,342	0,233	-0,002	0,759	-4,726	-4,074	0,340	0,991	-4,657	-4,837	-4,674	-4,139	0,012	0,036	0,791	0,893	
1681	116201_626_A_a_8	626Aa8	35,645	18,800	19,691	20,214	19,688	20,027	-16,845	0,891	-1,414	-0,002	-1,187	-15,957	-15,618	0,888	1,227	-16,342	-15,806	-15,859	-15,444	0,011	-1,235	0,335	0,681	
1682	116201_626_A_a_8	626Aa8	33,049	4,000	8,887	9,644	8,894	9,966	-47,489	8,487	-9,244	0,007	0,322	-38,996	-37,923	8,494	9,566	-42,968	-45,068	-43,451	-41,820	-0,099	0,155	0,597	1,376	
1683	116201_626_b_b_1	626Bb1	50,902	0,000	13,500	11,179	13,305	12,338	-50,902	13,500	-15,179	-0,195	-2,840	-37,597	-38,564	13,305	12,338	-48,467	-49,863	-48,454	-49,228	0,033	-1,367	-1,367	-0,458	
1684	116201_626_b_b_2	626Bb2	47,889	4,000	8,887	9,644	8,894	9,966	-47,889	8,487	-9,244	0,007	0,322	-38,996	-37,923	8,494	9,566	-42,968	-45,068	-43,451	-41,820	-0,099	0,155	0,597	1,376	
1685	116201_626_b_b_3	626Bb3	30,992	2,000	10,619	9,719	10,632	10,895	-28,992	8,619	-7,719	0,012	1,176	-20,360	-20,097	8,632	8,895	-20,168	-20,705	-20,437	-19,621	-0,017	1,026	0,241	1,245	
1686	116201_626_b_b_3	626Bb3	31,965	2,000	10,640	9,719	10,632	10,895	-29,965	8,619	-7,719	0,012	1,176	-20,360	-20,097	8,632	8,895	-20,168	-20,705	-20,437	-19,621	-0,017	1,026	0,241	1,245	
1687	116201_626_b_b_3	626Bb3	32,560	2,000	10,640	9,719	10,632	10,895	-30,936	8,619	-7,719	0,012	1,176	-20,360	-20,097	8,632	8,895	-20,168	-20,705	-20,437	-19,621	-0,017	1,026	0,241	1,245	
1688	116201_626_b_b_3	626Bb3	32,560	2,000	10,640	9,719	10,632	10,895	-31,907	8,619	-7,719	0,012	1,176	-20,360	-20,097	8,632	8,895	-20,168	-20,705	-20,437	-19,621	-0,017	1,026	0,241	1,245	
1689	116201_626_b_b_3	626Bb3	32,560	2,000	10,640	9,719	10,632	10,895	-32,878	8,619	-7,719	0,012	1,176	-20,360	-20,097	8,632	8,895	-20,168	-20,705	-20,437	-19,621	-0,017	1,026	0,241	1,245	
1690	116201_626_b_b_5	626Bb5	28,267	17,400	20,026	19,377	20,043	20,645	-10,887	2,626	-1,977	0,018	1,268	-8,224	-7,623	2,643	3,245	-9,748	-10,607	-9,784	-9,426	0,022	0,779	0,628	1,484	
1691	116201_626_b_b_6	626Bb6	35,965	23,000	12,600	21,331	12,572	13,427	-12,965	10,400	1,669	-0,027	-7,904	-23,392	-22,537	-10,428	-9,573	-23,761	-19,743	-23,711	-23,188	-0,152	-8,634	0,262	-7,742	
1692	116201_626_b_b_7	626Bb7	40,277	23,500	20,601	19,845	20,663	21,474	-23,227	2,869	1,652	0,024	1,626	-21,309	-20,335	6,476	7,450	-21,257	-22,929	-21,250	-20,325	0,040	1,639	1,135	2,748	
1693	116201_626_b_b_8	626Bb8	47,243	29,000	7,555	17,224	7,556	7,863	-8,243	-21,445	11,776	0,001	-9,361	-29,687	-29,380	-21,444	-21,137	-25,048	-20,147	-25,242	-24,338	0,002	-7,203	0,212	-6,488	
1694	116201_626_C_c_1	626Cc1	32,367	18,028	17,010	18,198	15,023	15,023	16,167	0,013	-21,172	-23,344	-0,178	0,244	-12,782	-10,966	-11,197	-11,749	-11,239	-10,198	-3,227	-1,385	0,507	0,517	0,517	
1695	116201_626_C_c_1	626Cc1	33,564	0,000	9,010	9,049	9,054	9,468	-33,564	9,010	-9,049	-0,010	-2,410	-24,096	-24,096	9,054	9,468	-22,081	-20,349	-22,204	-21,878	-0,093	2,111	-0,360	2,837	
1696	116201_626_C_c_1	626Cc1	34,108	1,000	11,400	12,776	11,400	12,256	-39,418	10,400	-11,776	0,006	-0,520	-29,012	-28,161	10,406	11,256	-25,153	-26,792	-25,658	-25,312	0,090	8,000	1,809	2,062	
1697	116201_626_C_c_2	626Cc2	31,377	7,000	14,345	13,646	14,349	14,988	-24,377	7,345	-6,646	0,004	1,252	-17,028	-16,479	7,349	7,888	-17,315	-17,885	-17,375	-16,898	0,013	1,033	0,748	1,995	
1698	116201_626_C_c_2	626Cc2	31,377	7,000	14,345	13,646	14,349	14,988	-25,377	7,345	-6,646	0,004	1,252	-17,028	-16,479	7,349	7,888	-17,315	-17,885	-17,375	-16,898	0,013	1,033	0,748	1,995	
1699	116201_626_C_c_2	626Cc2	31,377	7,000	14,345	13,646	14,349	14,988	-26,377	7,345	-6,646	0,004	1,252	-17,028	-16,479	7,349	7,888	-17,315	-17,885	-17,375	-16,898	0,013	1,033	0,748	1,995	
1700	116201_626_C_c_5	626Cc5	25,089	19,100	21,069	19,759	21,069	22,215	-5,989	1,969	-0,659	-0,001	2,455	-4,021	-2,875	1,969	3,115	-7,481	-16,161	-16,101	-8,298	0,002	1,053	1,121	2,353	
1701	116201_626_C_c_7	626Cc7	25,776	25,300	23,655	23,046	23,655	24,999	-4,767	-1,645	2,254	-0,001	1,452	-1,022	-0,778	-1,645	-3,301	-6,198	-13,190	-8,540	-0,014	0,015	0,000	1,426	1,871	
1702	116201_626_D_d_1	626Dd1	5,421	2,000	9,244	7,012	9,264	10,272	-4,741	7,244	-5,012	0,020	3,260	3,843	4,851	7,264	2,272	2,394	2,505	3,997	-0,009	1,136	0,965	1,566	1,566	
1703	116201_626_D_d_2	626Dd2	3,236	8,000	12,844	12,446	12,850	13,632	-3,424	8,444	-6,246	0,006	-6,163	9,614	10,397	8,590	5,632	6,895	4,322	6,901	7,917	-0,004	0,625	0,777	1,386	
1704	116201_626_D_d_3	626Dd3	33,398	1,954	7,195	6,807	7,023	7,788	-31,448	4,596	-5															

1801	116201_632_A_a_11	632Aa11	23.969	29.300	15.714	23.713	15.760	17.497	5.431	13.986	5.587	0.046	-6.216	-8.110	-6.372	-13.540	11.803	-14.586	-11.642	-11.694	-11.482	0.130	-1.839	1.934	1.690	
1802	116201_632_A_a_12	632Aa12	23.969	29.300	15.714	23.713	15.760	17.497	5.431	13.986	5.587	0.046	-6.216	-8.110	-6.372	-13.540	11.803	-14.586	-11.642	-11.694	-11.482	0.130	-1.839	1.934	1.690	
1803	116201_632_A_a_13	632Aa13	23.969	29.300	15.714	23.713	15.760	17.497	5.431	13.986	5.587	0.046	-6.216	-8.110	-6.372	-13.540	11.803	-14.586	-11.642	-11.694	-11.482	0.130	-1.839	1.934	1.690	
1804	116201_632_A_a_14	632Aa14	41.567	13.300	22.225	22.703	22.285	23.680	-28.267	8.925	-9.403	0.060	9.977	-19.282	-17.888	8.985	10.380	-21.058	-22.136	-21.181	-20.415	-0.009	-0.398	1.067	1.088	
1805	116201_632_A_a_15	632Aa15	44.870	19.000	20.158	20.636	20.155	21.755	-25.870	1.158	-1.636	-0.004	1.119	-24.715	-23.115	1.155	2.755	-25.744	-25.268	-25.264	-23.701	-0.004	-0.407	1.598	1.369	
1806	116201_632_A_a_16	632Aa16	47.428	21.000	23.995	24.033	23.990	25.260	-26.428	2.995	-3.603	-0.005	0.668	-23.438	-22.167	2.990	4.260	-26.447	-22.934	-24.831	-23.826	-0.003	-0.591	1.361	0.878	
1807	116201_632_A_a_17	632Aa17	53.634	29.000	26.354	27.143	26.350	26.374	-24.634	-2.646	1.857	-0.004	-0.769	-27.284	-27.260	-2.650	-2.626	-32.485	-33.220	-32.473	-32.348	-0.002	-0.770	0.063	0.270	
1808	116201_632_E_e_1	632Ee1	6.000	6.000	11.911	11.954	12.000	11.954	-4.781	6.511	6.764	0.000	0.788	-3.284	-3.284	5.298	6.475	-5.298	-5.298	-5.298	-5.298	0.000	-0.515	0.661	0.515	
1809	116201_632_E_e_2	632Ee2	17.654	10.000	14.028	14.283	14.028	15.151	-7.584	3.284	-3.284	-0.008	0.688	-3.614	-2.482	3.778	5.151	-11.417	-10.497	-9.278	-9.381	0.016	-0.263	1.174	0.880	
1810	116201_632_E_e_3	632Ee3	49.699	18.400	19.097	19.542	19.088	20.256	-31.299	0.697	-1.142	0.010	0.714	-30.611	-29.442	0.688	1.856	-32.175	-31.198	-31.215	-29.900	-0.055	-1.124	0.778	0.744	
1811	116201_K_DSP02C10	635C0	45.171	18.300	13.467	13.640	14.509	14.509	-0.070	0.040	-0.261	-0.000	0.134	-26.911	-30.662	-0.000	-0.313	-30.396	-29.447	-0.021	4.408	-3.621	1.689	1.689		
1812	116201_635_C_c_1	635C0	48.430	32.150	30.853	29.541	30.006	30.577	-16.280	-1.297	2.609	-0.756	1.036	-18.334	-17.853	-2.054	-1.573	-26.310	-29.806	-26.427	-27.355	-0.025	1.869	-0.797	1.589	
1813	116201_635_C_c_2	635C0	46.856	8.000	19.264	18.834	19.897	20.080	-38.856	11.264	-10.834	0.633	1.246	-26.959	-26.776	11.897	12.080	-28.990	-29.865	-29.065	-29.102	-0.005	0.153	1.248	1.221	
1814	116201_635_C_c_3	635C0	52.948	21.000	20.273	18.767	20.557	20.532	-40.848	8.773	-6.761	0.963	1.765	-32.281	-32.315	8.567	8.532	-34.169	-35.942	-35.026	-34.270	0.035	1.413	0.503	1.766	
1815	116201_635_C_c_4	635C0	45.421	17.000	22.225	22.703	22.285	22.887	-38.421	5.269	-4.768	-0.026	1.120	-23.118	-22.534	5.243	5.887	-24.387	-23.126	-22.983	-0.008	-0.400	0.610	1.518		
1816	116201_635_C_c_5	635C0	50.072	19.830	20.080	22.917	23.139	23.509	-30.142	3.250	-3.087	0.659	0.922	-26.932	-26.563	3.309	3.679	-27.441	-27.199	-27.544	-27.618	-0.018	-0.254	0.308	0.855	
1817	116201_635_C_c_6	635C0	53.872	21.960	20.042	23.486	20.036	20.028	-31.912	-1.918	-1.526	-0.006	-3.458	-33.836	-33.844	-1.924	-1.932	-36.084	-34.960	-36.341	-34.267	0.023	-3.309	0.091	-3.235	
1818	116201_635_D_d_1	635D01	43.485	31.610	29.422	29.445	29.348	30.819	-11.957	-2.188	1.165	0.075	1.374	-14.137	-12.666	-2.262	-0.791	-18.288	-17.036	-18.335	-16.054	-0.021	0.100	1.336	1.411	
1819	116201_635_D_d_2	635D02	45.840	9.000	17.251	17.304	17.266	18.831	-36.940	8.251	-8.304	0.015	1.327	-28.574	-27.009	8.266	9.831	-27.804	-25.798	-27.344	-26.093	-0.129	0.223	0.773	1.317	
1820	116201_635_D_d_3	635D03	46.978	16.100	21.462	20.405	21.447	22.697	-30.878	5.352	-4.305	-0.005	2.292	-25.530	-24.281	5.347	6.597	-23.350	-23.766	-24.697	-22.255	-0.034	1.219	0.055	1.291	
1821	116201_635_D_d_4	635D04	50.429	21.900	23.666	22.271	23.659	24.644	-38.329	1.756	-3.371	0.003	2.374	-26.770	-25.785	1.759	2.744	-26.168	-14.916	-21.712	-24.870	0.006	0.482	1.115	1.550	
1822	116201_645_D_d_1	645D01	26.755	27.100	20.919	21.084	20.935	21.858	-0.455	-6.181	6.016	0.016	0.775	-5.819	-4.896	-6.165	-5.242	-18.490	-17.783	-17.406	-0.062	-3.327	1.208	0.958		
1823	116201_645_D_d_2	645D02	4.688	14.500	15.545	16.282	15.466	16.862	9.812	1.405	-1.782	-0.027	0.159	10.779	12.174	0.966	2.362	5.955	7.694	5.726	7.812	-0.027	1.768	1.693	0.870	
1824	116201_645_D_d_3	645D03	40.667	18.150	20.162	20.482	19.984	21.640	-22.517	2.012	-2.332	-0.179	1.579	-20.684	-19.027	1.834	3.490	-21.575	-20.332	-21.511	-19.350	-0.119	-1.234	2.637	1.038	
1825	116201_646_A_a_1	646Aa11	1.183	19.250	25.256	25.081	26.139	18.067	9.946	-5.831	1.454	0.107	25.468	24.956	7.400	6.889	23.266	22.244	24.465	23.773	-0.232	-0.911	0.232	1.100		
1826	116201_646_A_a_2	646Aa12	30.595	27.300	17.388	20.947	17.317	18.261	-17.305	1.211	-1.211	-0.000	0.000	-17.305	-17.305	-17.305	-17.305	-17.305	-17.305	-17.305	-17.305	0.000	-2.357	0.949	1.484	
1827	116201_646_A_a_3	646Aa13	1.652	4.500	12.211	11.360	12.233	11.834	2.848	7.71	-8.660	0.022	0.474	10.581	10.182	7.733	7.334	6.501	5.884	5.884	6.030	0.837	-0.326	0.724	1.240	
1828	116201_646_A_a_4	646Aa14	31.206	16.850	20.947	20.523	20.946	21.320	-6.356	4.097	-3.673	-0.001	0.727	-2.260	-1.885	4.096	4.470	-5.077	-5.493	-5.054	-4.698	-0.011	0.644	0.319	0.841	
1829	116201_646_A_a_5	646Aa15	23.810	18.100	22.650	22.647	22.628	23.174	-13.710	4.550	-4.547	-0.021	0.597	-9.182	-8.636	4.528	5.074	-10.594	-10.927	-10.840	-10.368	-0.056	0.080	0.433	0.568	
1830	116201_646_A_a_6	646Aa16	40.812	22.350	24.089	24.799	24.094	24.536	-16.662	1.739	-2.449	0.005	-0.263	-16.718	-16.276	1.744	2.186	-18.361	-17.534	-17.222	-17.808	-0.018	-0.493	0.433	1.079	
1831	116201_646_A_a_7	646Aa17	20.810	24.650	26.781	27.290	26.779	27.212	-17.750	2.331	-2.840	0.002	-0.078	20.079	20.512	2.329	2.762	-17.650	-18.059	-17.927	-17.927	0.058	-0.667	0.641	0.009	
1832	116201_646_B_b_1	646Bb1	22.933	26.650	23.619	24.240	23.665	22.973	3.717	-3.021	-4.417	-0.009	-1.207	0.657	1.210	3.040	3.617	-10.657	-9.246	-9.080	-0.029	-0.169	0.508	0.482		
1833	116201_646_B_b_10a	646Bb10a	3.307	28.250	22.857	24.811	22.673	21.953	26.943	-5.393	4.439	-0.184	-2.558	21.366	20.645	-5.577	-6.297	21.804	23.052	21.574	20.963	0.025	-0.452	-0.983	-0.416	
1834	116201_646_B_b_10b	646Bb10b	1.176	24.000	24.684	24.484	24.603	24.842	23.824	0.684	-0.484	-0.081	0.358	24.427	24.666	0.603	0.842	23.764	23.769	23.285	21.871	0.028	0.094	0.412	0.655	
1835	116201_646_B_b_2	646Bb2	3.308	5.000	13.974	13.485	13.957	14.501	4.692	9.974	-8.485	-0.017	1.016	13.649	14.193	8.957	9.501	10.069	8.490	9.490	9.176	-0.051	0.704	0.238	1.089	
1836	116201_646_B_b_2b	646Bb2b	0.377	2.000	6.922	9.916	7.063	9.505	1.623	4.922	-9.716	0.141	-0.111	6.686	9.128	5.063	7.505	4.426	8.102	7.377	3.377	0.163	-0.035	-2.891	2.148	-0.058
1837	116201_646_B_b_3	646Bb3	4.398	11.200	16.839	17.053	16.839	17.697	9.602	5.639	-5.853	0.000	0.644	15.241	16.099	5.639	6.497	10.089	10.872	10.163	11.385	-0.021	-0.199	0.841	0.667	
1838	116201_646_B_b_4	646Bb4	16.563	19.800	21.663	21.664	21.663	22.850	-2.927	2.764	-3.661	-0.004	0.000	-2.927	-2.927	-2.927	-2.927	-2.927	-2.927	-2.927	-2.927	0.000	-0.000	0.000	0.000	
1839	116201_646_B_b_5	646Bb5	1.356	18.400	20.405	20.360	20.400	21.085	14.034	2.026	-1.960	-0.006	0.224	16.054	16.054	2.026	2.685	10.134	10.107	10.107	10.107	-0.005	0.037	0.701	0.739	
1840	116201_646_B_b_6	646Bb6	0.074	21.050	27.265	27.374	27.346	26.294	20.976	6.235	-5.684	0.001	0.440	27.272	26.221	6.296	5.244	26.798	27.066	26.735	26.833	0.051	-0.451	-1.631	0.423	
1841	116201_646_C_c_10	646C10	3.649	26.450	22.150	24.304	22.308	21.824	22.801	-4.300	2.146	0.158	-2.480	18.659	18.175	-4.142	-4.626	9.467	14.700	9.706	9.500	0.025	-0.663	-0.424	-0.236	
1842	116201_646_C_c_4	646C04	16.700	17.000	17.126	21.019	17.099	17.651	0.000	0.126	-0.019	-0.027	-3.368	0.399	0.951	0.095	0.651	-5.374	0.000	-5.700	-5.133	-0.120	-1.607	0.163	-0.496	
1843	116201_646_C_c_5	646C05	4.902	19.000	24.654	24.086	24.865	24.407	14.098	5.626	-5.046	0.210	0.631	19.963	19.205	5.895	5.407	15.390	14.864	15.376	15.376	0.025	0.705	-0.545	0.836	
1844	116201_647_A_a_1	647Aa1	31.975	11.000	22.841	22.718	22.718	23.826	-25.																	

1941	116201_703_G_a_12b	703Gg12b	9.002	30.100	3.122	6.373	3.170	3.933	21.098	-26.978	-23.727	-0.016	-2.439	-5.896	-5.069	-26.994	-26.167	-1.581	-0.267	0.002	-1.379	0.888	0.443			
1942	116201_703_G_g_13	703Gg13	32.927	30.000	4.353	4.079	6.774	2.073	26.947	23.511	-0.074	-0.276	-26.549	-15.554	-38.011	-28.226	-39.753	-14.465	-1.179	-0.300	-0.348	0.348				
1943	116201_703_G_g_14	703Gg14	11.567	4.000	4.520	4.888	1.114	3.875	-3.320	0.013	1.280	-12.103	-10.878	-3.888	5.200	3.254	-0.797	-2.922	0.013	0.375	1.023	0.743				
1944	116201_703_G_g_1b	703Gg1b	11.967	2.000	8.924	11.519	8.940	10.903	-9.967	6.924	-9.519	0.016	-0.616	-3.027	-1.064	6.940	8.903	-10.270	-10.127	-11.464	-9.975	-0.077	-1.474	1.590	0.509	
1945	116201_703_G_g_2	703Gg2	32.575	4.000	10.805	10.469	10.824	12.012	-28.575	6.805	-6.469	0.154	-21.751	-20.562	6.824	8.012	-22.161	-22.079	-22.975	-20.737	-20.380	2.615	1.752	1.520	0.743	
1946	116201_703_G_g_2d	703Gg2d	6.061	6.050	7.478	7.442	7.475	8.371	-0.001	1.428	-1.392	-0.002	0.929	1.414	2.310	1.425	2.311	1.129	1.199	1.138	2.132	-0.005	-0.041	0.918	0.930	
1947	116201_703_G_g_2d	703Gg2d	8.942	4.300	10.435	10.403	10.435	11.409	-6.641	1.326	-1.603	0.002	1.066	1.493	2.467	1.635	1.109	1.398	1.499	1.439	1.546	2.549	-0.011	0.115	0.864	1.016
1948	116201_703_G_g_2d	703Gg2d	10.800	10.800	12.900	12.900	12.900	14.002	11.791	12.900	11.791	12.900	11.791	12.900	11.791	12.900	11.791	12.900	11.791	12.900	11.791	12.900	11.791	12.900	11.791	12.900
1949	116201_703_G_g_2f	703Gg2f	9.495	2.950	7.761	8.274	7.775	9.164	-6.548	4.811	-5.324	0.014	0.887	-1.718	-0.333	8.823	6.241	-1.599	8.826	4.101	-0.069	0.001	-0.386	1.324	0.868	0.868
1950	116201_703_G_g_4	703Gg4	34.681	16.350	20.960	21.787	20.960	22.998	-18.331	4.610	-5.437	0.000	1.211	-13.721	-11.683	4.610	6.648	-13.765	-13.432	-13.480	-12.025	-0.030	-0.480	1.813	1.429	1.429
1951	116201_703_G_g_6	703Gg6	38.804	25.600	28.626	29.474	28.612	29.893	-13.204	3.026	-3.874	-0.014	0.419	-10.191	-9.911	3.012	4.293	-2.427	-10.170	-10.565	-9.673	-0.051	-0.707	0.856	0.910	0.910
1952	116201_703_G_g_7	703Gg7	28.588	25.150	24.758	26.455	24.711	26.492	-10.348	-0.392	-1.305	-0.047	0.037	-3.877	-2.097	-0.439	1.342	-1.342	-2.349	-1.200	-1.854	-0.424	-0.024	-1.856	1.714	0.100
1953	116201_703_H_h_3a	703Hh3a	6.951	10.000	16.914	17.152	16.910	18.539	3.149	6.914	-1.152	-0.005	3.887	10.059	11.688	6.910	8.539	4.725	5.585	5.384	6.839	-0.007	-0.320	1.699	1.431	1.431
1954	116201_703_H_h_3b	703Hh3b	10.380	14.000	17.223	17.903	17.223	18.971	5.620	3.223	-3.903	0.027	1.067	6.869	8.590	3.250	4.971	6.907	7.377	6.634	8.696	0.034	-0.422	1.657	1.498	1.498
1955	116201_703_H_h_3c	703Hh3c	8.974	15.000	14.567	15.711	14.560	16.767	5.026	1.043	-0.711	0.004	1.056	4.986	6.799	4.040	1.767	4.647	5.458	4.678	6.347	-0.010	-0.703	1.751	1.005	1.005
1956	116201_704_A_a_1	704Aa1	25.591	30.000	12.499	18.045	12.506	13.433	4.409	-17.501	11.955	0.007	-4.612	-13.085	-12.158	-17.494	-16.567	-13.138	-8.055	-13.107	-12.252	0.262	-2.526	1.906	0.515	0.515
1957	116201_704_A_a_1	704Aa1	15.280	3.800	11.617	12.202	11.607	12.789	-11.480	7.817	-8.402	-0.010	0.856	-3.672	-2.491	7.807	8.989	-2.952	-2.623	-3.066	-1.850	-0.009	-0.641	1.245	0.589	0.589
1958	116201_704_A_a_3b	704Aa3b	4.190	9.650	13.903	14.835	13.922	15.170	5.400	4.253	-5.185	0.019	0.335	9.732	10.980	4.272	5.520	9.519	10.027	9.550	10.450	-0.032	-0.778	1.113	0.501	0.501
1959	116201_704_A_a_3b	704Aa3b	17.289	11.000	18.568	19.012	18.595	19.755	-6.289	7.568	-8.012	0.027	0.743	1.306	2.466	7.595	7.595	1.329	1.778	1.353	2.491	-0.035	-0.281	0.987	0.841	0.841
1960	116201_704_A_a_5	704Aa5	17.678	17.150	21.156	21.841	21.176	22.399	-0.728	4.006	-4.691	0.020	0.557	3.298	4.521	4.006	5.249	2.913	3.092	2.800	3.835	-0.044	-0.445	0.984	0.704	0.704
1961	116201_704_A_a_7	704Aa7	23.788	24.800	27.002	27.800	27.532	28.184	1.012	2.692	-3.000	0.040	3.384	3.744	4.396	2.732	3.384	3.135	3.415	3.210	3.780	0.042	-0.147	0.700	0.705	0.705
1962	116201_704_B_b_11	704Bb11	24.927	28.000	7.022	16.308	7.219	10.056	3.073	-20.978	11.692	0.198	-6.242	-17.708	-14.871	-20.781	-17.944	-18.136	-8.654	-17.903	-15.732	0.543	-7.546	4.784	0.027	0.027
1963	116201_704_B_b_3	704Bb3	4.973	9.000	14.989	15.480	14.965	16.210	4.027	5.989	-6.480	-0.024	0.729	9.993	11.237	5.965	7.210	-0.877	0.601	-1.001	0.707	-0.052	-0.318	1.005	0.846	0.846
1964	116201_704_B_b_5	704Bb5	13.103	16.850	17.055	21.344	17.061	18.834	3.747	0.205	-4.494	0.006	-2.510	3.958	5.732	0.211	1.984	1.578	6.691	1.620	3.589	-0.020	-0.487	1.113	-2.252	-2.252
1965	116201_704_B_b_7	704Bb7	20.532	24.850	20.079	26.886	20.077	23.977	4.318	-3.871	-2.036	-0.008	-2.908	0.439	3.445	-1.879	-0.873	-0.728	5.826	0.746	2.825	-0.021	-5.637	2.134	-2.619	-2.619
1966	116201_704_C_c_1	704Cc1	22.965	23.550	28.023	27.967	28.023	29.368	0.985	4.635	-4.437	-0.015	2.821	5.223	6.328	0.985	5.738	5.836	5.372	5.826	6.526	0.020	-0.626	1.769	1.326	1.326
1967	116201_704_C_c_5	704Cc5	20.968	15.200	20.075	21.577	20.069	21.483	-1.168	4.275	-1.117	-0.005	-4.435	-0.898	0.515	4.269	5.683	-1.264	1.966	-1.249	1.196	0.005	-1.727	0.937	-0.368	-0.368
1968	116201_704_C_c_7	704Cc7	23.856	21.400	24.436	25.143	24.435	25.533	-2.456	3.036	-3.743	-0.002	0.389	0.579	1.677	3.035	4.133	1.866	1.854	1.840	2.325	0.009	-0.542	1.103	0.661	0.661
1969	116201_704_D_d_3	704Dd3	18.310	10.000	19.936	20.029	19.917	20.627	-18.310	9.936	-10.029	-0.019	0.588	-8.393	-7.683	9.917	10.627	-8.474	-8.508	-8.429	-7.809	-0.042	-1.040	0.669	0.700	0.700
1970	116201_704_D_d_4	704Dd4	42.559	15.000	23.786	23.107	23.739	24.187	-27.559	8.786	-8.107	-0.047	1.080	-18.819	-17.329	8.786	9.187	-16.173	-15.451	-15.361	-0.001	0.741	0.321	1.295	1.295	1.295
1971	116201_704_D_d_4b	704Dd4b	28.479	17.000	24.071	24.129	24.066	25.342	-11.479	7.071	-7.129	-0.005	1.213	-4.412	-3.137	7.066	8.342	-4.399	-4.400	-4.353	-3.170	0.015	-0.143	1.479	1.246	1.246
1972	116201_704_D_d_7	704Dd7	22.965	23.550	28.023	27.967	28.023	29.368	0.985	4.635	-4.437	-0.015	2.821	5.223	6.328	0.985	5.738	5.836	5.372	5.826	6.526	0.020	-0.626	1.769	1.326	1.326
1973	116201_704_E_e_3	704Ee3	42.702	10.000	18.794	18.240	18.782	19.532	-32.702	8.794	-8.240	-0.012	1.292	-23.921	-23.170	8.782	9.532	-23.145	-24.032	-23.204	-22.816	0.023	0.470	0.972	1.311	1.311
1974	116201_704_E_e_4	704Ee4	47.207	17.750	23.356	22.047	23.344	23.241	-49.457	4.606	-4.297	-0.011	1.195	-4.863	-3.966	4.594	5.491	-4.898	-5.256	-5.907	-3.952	-0.008	0.306	0.872	1.313	1.313
1975	116201_704_F_f_7	704Ff7	27.239	23.950	25.838	25.855	25.832	26.380	-13.289	1.888	-1.905	-0.006	0.526	-11.407	-10.859	1.882	2.430	-11.573	-11.965	-11.686	-11.085	-0.010	-1.056	0.532	0.942	0.942
1976	116201_704_F_f_7a	704Ff7a	34.574	7.000	14.419	13.262	14.420	15.383	-17.574	7.419	-6.262	0.011	2.121	-10.154	-9.191	7.420	8.383	-9.946	-11.485	-12.127	-11.032	0.040	0.985	1.230	2.284	2.284
1977	116201_704_F_f_7b	704Ff7b	38.288	10.000	13.692	12.944	13.650	15.271	-28.268	3.692	-2.944	-0.042	2.327	-24.618	-22.997	3.650	5.271	-24.551	-25.292	-24.612	-22.996	-0.006	-0.643	1.620	2.317	2.317
1978	116201_704_G_g_1	704Gg1	12.855	18.200	18.200	18.200	18.200	19.368	12.855	18.200	18.200	18.200	18.200	18.200	18.200	18.200	18.200	18.200	18.200	18.200	18.200	18.200	18.200	18.200	18.200	18.200
1979	116201_704_G_g_1	704Gg1	25.419	14.600	19.754	18.962	19.756	20.767	-10.819	5.154	-3.862	0.003	1.805	-5.662	-4.651	5.156	6.167	-7.556	-8.847	-7.442	-6.359	-0.014	0.836	0.957	1.823	1.823
1980	116201_704_G_g_1	704Gg1	15.057	21.300	25.035	24.982	25.035	26.086	6.343	3.735	-3.682	-0.010	1.104	9.968	11.030	3.725	4.786	2.643	2.008	2.472	3.869	-0.022	0.038	1.062	1.124	1.124
1981	116201_704_G_g_1	704Gg1	28.388	2.632	2.912	2.691	3.747	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059
1982	116201_705_A_a_12	705Aa12	30.986	30.000	21.063	23.644	21.019	23.360	-9.986	-9.937	6.356	-0.044	-1.284	-9.967	-6.626	-9.881	-7.640	-11.010	-8.624	-11.030	-9.780	-0.244	-1.141	1.213	0.887	0.887
1983	116201_705_A_a_15	705Aa15	27.995	31.000	3.689	6.577	3.689	3.784	3.005	17.314	24.423	-0.001	-2.794	-24.307	-24.211</											

2081	116201_715_H_h_1	715Hh1	34,811	2,000	9,187	7,383	9,183	9,094	-32,811	7,187	-5,383	-0,004	1,651	-25,627	-25,776	7,183	7,034	-22,907	-27,082	-24,122	-25,744	0,076	1,955	-0,231	1,794
2082	116201_715_H_h_11	715Hh11	41,504	25,000	24,690	25,429	24,694	26,779	-16,504	-0,310	-0,429	0,004	1,350	-16,810	-14,725	-0,306	1,779	-18,519	-16,784	-18,732	-15,803	0,016	-0,721	1,967	1,357
2083	116201_715_H_h_3	715Hh3	36,719	12,000	19,209	19,674	19,218	21,056	-24,719	7,203	-7,672	0,015	1,384	-17,500	-15,662	7,218	9,056	-17,405	-16,988	-17,424	-15,503	0,038	-0,496	1,904	1,382
2084	116201_715_H_h_5	715Hh5	34,324	18,900	23,329	24,245	23,456	24,566	-15,424	4,429	-5,345	0,128	0,321	-10,868	-9,758	4,556	5,666	-11,686	-9,704	-10,970	-9,531	0,043	-0,627	0,873	0,734
2085	116406_725_A_a_1	725Aa1	30,829	0,000	8,124	7,076	8,133	9,072	-30,829	8,124	-7,076	0,009	1,996	-22,696	-21,758	8,133	9,072	-24,900	-26,080	-26,620	-23,996	0,179	0,729	1,768	2,135
2086	116406_725_A_a_6	725Aa6	28,142	22,800	21,724	22,466	21,717	22,899	-5,342	-1,076	0,334	-0,007	0,433	-6,425	-5,243	-1,083	0,099	-5,744	-5,374	-6,811	-4,562	-0,009	-0,285	0,940	0,875
2087	116201_724_A_a_6a	724Aa6a	22,094	20,950	21,695	22,851	21,682	24,023	-1,144	0,745	-1,901	-0,014	1,173	-0,412	1,930	0,732	3,073	-1,024	0,276	-0,654	1,311	0,030	-0,701	2,620	1,133
2088	116406_724_A_a_8	724Aa8	23,636	21,250	14,395	16,922	14,363	17,466	-2,386	-6,855	4,328	-0,031	0,544	-9,273	-6,170	-6,887	-3,784	-9,427	-7,250	-9,313	-6,606	-0,021	-2,403	2,960	0,671
2089	116201_725_A_a_1	725Aa1	23,271	2,050	9,537	9,281	9,561	11,046	-21,221	7,487	-7,245	0,024	1,753	-13,710	-12,225	7,511	8,996	-15,816	-15,495	-15,966	-14,591	0,056	0,066	1,772	1,733
2090	116201_725_A_a_4a	725Aa4a	1,083	15,300	13,649	14,040	13,674	15,154	14,217	-1,651	1,261	0,025	1,114	12,992	14,071	-6,636	-0,146	7,979	8,735	8,735	9,870	-0,012	-0,241	1,338	1,163
2091	116201_725_A_a_4b	725Aa4b	20,383	14,910	14,516	14,812	14,458	16,122	-5,473	-0,394	0,098	-0,018	1,311	-5,885	-4,261	-0,412	1,212	-5,564	-5,369	-5,524	-3,997	-0,051	-0,174	1,381	1,358
2092	116201_725_A_a_8	725Aa8	13,437	19,750	17,969	18,410	17,984	19,662	6,313	-1,781	1,340	0,015	1,252	4,547	6,225	-1,766	-0,088	4,204	4,194	4,291	5,661	-0,013	-0,309	1,478	1,270
2093	116406_725_B_b_6	725Bb6	10,371	17,800	18,068	18,458	18,058	19,521	7,429	2,628	-0,658	-0,010	1,063	7,686	9,149	2,528	1,721	6,240	7,122	6,305	7,905	0,035	-0,599	1,772	0,994
2094	116406_725_B_b_9a	725Bb9a	12,043	32,960	24,422	24,940	24,417	26,362	20,917	-8,538	8,020	-0,005	1,422	12,374	14,320	-8,543	-6,598	12,949	13,167	12,876	14,715	-0,017	-0,471	1,952	1,533
2095	116406_725_C_c_12a	725Cc12a	29,618	33,000	23,797	26,125	23,486	25,224	3,382	-9,209	6,875	-0,312	-0,902	-6,132	-4,394	-6,514	-7,776	-5,607	-4,333	-6,656	-4,848	-0,580	-0,377	-1,134	-0,047
2096	116406_725_C_c_13	725Cc13	24,497	24,300	23,708	22,998	23,209	24,302	0,103	-1,092	1,302	0,001	1,304	-0,988	0,125	-1,091	0,022	-1,789	-2,065	-1,789	-0,662	-0,049	0,312	0,820	1,341
2097	116406_725_C_c_1a	725Cc1a	32,761	0,000	7,484	6,266	7,498	8,201	-32,761	7,484	6,266	0,014	2,025	-25,263	-24,471	7,498	8,201	-25,257	-26,821	-25,260	-24,568	0,117	1,132	1,150	2,482
2098	116406_725_C_c_1b	725Cc1b	34,438	1,000	10,659	10,540	10,582	11,981	-33,438	9,659	-9,540	-0,077	1,441	-23,856	-22,457	9,582	10,981	-24,035	-24,123	-24,286	-22,764	-0,074	0,270	1,403	1,540
2099	116406_725_C_c_5	725Cc5	0,291	6,000	15,092	14,194	15,170	16,248	5,709	9,092	8,994	0,030	2,054	14,988	15,958	9,170	10,248	13,130	12,970	13,095	14,504	0,008	0,905	1,062	2,047
2100	116406_725_C_c_5	725Cc5	17,871	17,000	22,868	22,441	22,857	24,134	-0,871	5,868	-5,441	-0,011	1,693	4,985	6,263	5,857	7,134	5,474	5,416	5,740	6,959	-0,018	0,378	1,221	1,676
2101	116406_725_C_c_7a	725Cc7a	20,488	25,700	21,896	23,254	21,847	23,967	5,212	-3,804	2,446	-0,049	0,713	1,359	3,479	-3,853	-1,733	1,536	2,696	1,430	3,466	0,030	-1,573	2,594	0,779
2102	116406_725_C_c_7b	725Cc7b	25,192	25,050	20,609	22,547	20,543	22,123	-0,142	-4,441	2,503	-0,066	-0,424	-6,649	-3,069	-4,507	-2,927	-4,258	-2,300	-4,271	-3,164	-0,041	-1,435	1,801	0,347
2103	116406_725_D_d_1a	725Dd1a	43,124	0,000	5,215	6,778	5,222	6,785	-43,124	5,215	6,778	0,008	-0,011	-37,302	-36,360	5,222	6,765	-38,098	-36,170	-38,123	-36,477	-0,011	-1,070	1,472	0,851
2104	116406_725_D_d_1a	725Dd1b	35,335	2,700	12,218	11,557	12,228	13,748	-32,635	9,518	-8,857	0,011	2,191	-23,107	-21,587	9,528	11,048	-22,917	-23,844	-22,940	-21,461	0,038	0,456	1,789	2,117
2105	116406_725_D_d_2	725Dd2	0,377	7,200	15,797	14,926	15,778	17,268	6,823	8,597	-7,726	-0,020	2,342	15,401	16,892	8,578	10,068	14,981	14,059	15,027	16,604	-0,037	0,990	1,293	2,356
2106	116406_725_D_d_2	725Dd5	30,703	15,000	16,656	18,301	16,686	18,815	-15,703	1,656	-3,301	0,030	0,514	-16,016	-11,887	1,686	3,815	-14,577	-12,550	-14,532	-12,248	-0,048	-0,827	1,862	1,088
2107	116406_725_D_d_9	725Dd9	37,523	28,900	7,993	20,395	7,983	10,492	-8,623	-20,907	8,505	-0,010	-9,903	-29,539	-27,031	-20,917	-18,408	-29,601	-17,216	-29,654	-26,883	0,023	-0,938	2,473	-5,402
2108	116406_725_E_e_11	725Ee11	16,762	26,500	7,955	12,935	7,979	9,695	9,738	-18,545	13,565	0,024	-3,240	-8,783	-7,067	-18,521	-16,805	-6,799	-19,111	-17,669	-6,294	0,013	-2,295	2,007	1,136
2109	116406_725_E_e_2	725Ee2	19,027	7,200	11,051	10,472	11,036	12,789	-11,827	3,851	-3,272	-0,015	2,317	-7,990	-6,238	3,836	5,589	-7,483	-7,843	-7,550	-5,966	-0,006	-0,500	1,766	2,339
2110	116406_725_E_e_5	725Ee5	20,370	16,200	18,209	18,933	18,207	19,487	-4,370	2,009	-2,733	-0,001	0,554	-2,362	-1,082	2,007	3,287	-2,205	-1,513	-2,220	-1,007	-0,001	0,789	1,365	0,566
2111	116406_725_E_e_6	725Ee6	19,899	22,200	19,175	20,183	19,185	20,644	2,301	-3,025	2,071	0,011	0,461	-0,713	0,745	-3,014	-1,556	-0,181	0,535	-0,177	1,159	-0,006	-0,975	1,353	0,612
2112	116406_725_E_e_7	725Ee7	11,629	19,600	16,630	17,990	16,603	18,673	7,971	-2,970	1,610	-0,026	0,684	4,975	7,044	-2,997	-0,927	5,204	6,914	5,147	7,412	-0,122	-0,901	1,660	1,555
2113	116406_725_F_f_12	725Ff12	40,234	29,600	13,711	18,122	13,724	15,054	-10,634	-15,889	11,474	0,012	-3,068	-26,510	-25,179	-15,876	-14,546	-26,663	-23,119	-26,612	-25,246	0,020	-0,978	1,478	1,251
2114	116406_725_F_f_2a	725Ff1a	30,612	0,050	5,963	5,744	5,966	7,525	-30,562	5,913	-5,694	0,004	1,781	-24,646	-23,087	5,916	7,475	-25,020	-25,165	-24,933	-23,340	-0,003	-0,549	1,459	2,251
2115	116406_725_F_f_1b	725Ff1b	39,339	2,800	12,081	11,382	12,079	13,036	-36,539	9,281	-8,582	-0,001	1,654	-27,260	-26,304	9,279	10,236	-27,612	-28,226	-27,590	-26,498	0,043	0,618	1,137	1,711
2116	116406_725_F_f_2	725Ff2	18,732	8,050	14,016	15,021	14,038	16,273	-10,682	5,966	-6,971	0,022	1,251	-4,694	-2,460	5,988	8,223	-5,191	-4,318	-4,467	-3,046	0,029	-0,963	2,301	1,274
2117	116406_725_F_f_7a	725Ff7a	12,896	25,450	24,480	26,747	24,423	26,984	12,554	-0,970	-1,297	-0,047	0,237	11,537	14,088	-1,017	1,534	11,757	13,901	11,799	14,425	-0,042	-2,212	2,516	0,394
2118	116406_725_F_f_9	725Ff9	27,510	26,600	15,618	18,294	15,602	18,485	-0,910	-10,982	8,306	-0,022	0,191	-11,907	-9,025	-10,998	-8,115	-12,618	-9,027	-12,568	-9,345	0,070	-2,248	3,211	1,261
2119	#NENI_K_DSPDZICI	725Gg0	26,043	4,637	7,445	4,655	5,822					-0,017	-1,623	-21,389	-20,222			-21,695	-22,342	-21,723	-20,835	-0,348	-2,249	0,158	-0,317
2120	116406_725_G_g_1	725Gg1	21,142	2,000	5,234	10,527	5,216	6,615	-19,142	3,234	-8,527	-0,018	-3,912	-15,925	-14,527	3,216	4,615	-15,491	-14,798	-15,612	-15,152	-0,062	-6,015	0,809	-3,857
2121	116406_725_G_g_10	725Gg10	33,142	24,900	7,029	21,904	7,008	9,910	-8,240	-17,871	2,996	-0,021	-11,994	-26,132	-23,230	-17,892	-14,990	-24,397	-8,898	-24,495	-21,614	-0,009	-13,806	2,532	-10,385
2122	116406_725_G_g_2	725Gg2	10,683	6,450	11,719	11,875	11,692	12,959	-4,233	5,269	-5,425	-0,026	1,084	1,010	2,276	5,242	6,509	0,247	0,218	0,213	1,488	0,050	0,052	1,415	1,461
2123	116406_725_G_g_3	725Gg3	1,905	8,000	14,844	13,859	14,814	16,138	6,095	6,844	-5,859	-0,030	2,279	-12,939	-14,233	6,814	8,138	-10,998	-10,049	-11,086	-12,185	0,051	0,870	1,521	2,274
2124	116406_725_G_g_4	725Gg4	17,649	13,150	16,342	16,451	16,368	17,639	-4,499	3,192	-3,301	0,026	1,188	-1,251	-0,010	3,218									