

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav Hospodářské úpravy lesa
a aplikované geoinformatiky



Lesnická
a dřevařská
fakulta

Mendelova
univerzita
v Brně



Zpracování porostních map pro teakové plantáže
v Nikaragui na lokalitě La Reserva

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2016/2017

Michal Vojtek

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: „Zpracování porostních map pro teakové plantáže v Nikaragui na lokalitě La Reserva“ vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

Vdne

Podpis:

Poděkování

Chtěl bych poděkovat v první řadě mému vedoucímu panu Ing. Tomáši Mikitovi, za to, že to se mnou nevzdal a pomáhal mi až do poslední chvíle. Dále bych chtěl poděkovat profesoru Petru Maděrovi, za konzultace a za uskutečnění pobytu v Nikaragui. Dále všem, kteří mi pomáhali nebo poskytovali cenné rady abych byl schopen tuto práci dokončit. A v neposlední řadě bych chtěl za podporu poděkovat své rodině.

Anotace

Tato práce se zabývá tvorbou porostní mapy, která se vytváří v programu ArcGIS. Jako základní vrstva bylo použito ortofoto pořízené pomocí UAV. Zájmové území se nachází na lesnické farmě La Reserva v Nikaragui. Na této farmě se nachází od roku 2006 plantáž HFC s hlavní dřevinou týkem obrovským (*Tectona grandis* L.)

Klíčová slova

Nicaragua, ArcGIS, Dálkový Průzkum Země, UAV, týk, caoba,

Annotation

This work is concerned with the creation of an area map created in ArcGIS. As the base layer, the orthophoto was taken using UAV. The catchment area is located on a forest farm in La Reserva Nicaragua. On this farm is located since 2006 plantation HFC main tree species teak (*Tectona grandis* L.)

Keywords

Nicaragua, ArcGIS, Remote Sensing, UAV, teak, caoba

Obsah

1	ÚVOD.....	9
1.1	Poloha.....	9
1.2	Geografie	9
1.3	Historické pozadí.....	10
1.4	Ekonomika	10
1.5	Klima a biomy	11
1.5.1	Tropické deštné lesy nížin a nižších hor	13
1.5.2	Poloopadové a opadavé lesy nížin a nižších hor	14
2	STUDOVANÉ ÚZEMÍ	15
2.1	Poloha.....	15
2.2	Záměr.....	15
2.3	Dřívější využití lokality	16
2.4	Aktuální využití	16
3	DŘEVINY.....	17
3.1	Teka obrovská (<i>Tectona grandis</i>).....	19
3.2	Melina (<i>Gmelina arborea</i>)	20
3.3	Caoba (<i>Swietenia humilis</i>).....	21
3.4	Neem (<i>Azadirachta indica</i>)	22
3.5	Dřeviny volně rostoucí	23
4	BEZPILOTNÍ LETOUN (UAV)	24
4.1	Historie	24
4.2	Typy a kategorie.....	25

5	METODIKA	27
5.1	Historie získávání dat	27
5.2	Viditelné spektrum (RGB, CMY).....	27
5.3	Snímkování užitím bezpilotního dronu	29
5.4	Vylišení sekundárního lesa a plantáže	30
6	VÝSLEDKY	31
7	DISKUZE	35
7.1	Problémy při vylišování	35
7.2	Porovnání s jiným měřením	36
8	ZÁVĚR	38
9	SUMMARY	38
10	ZDROJE	39
10.1	Použitá literatura	39
10.2	Webové zdroje	40
	SEZNAM TABULEK.....	42
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	43
	PŘÍLOHY.....	44

1 Úvod

1.1 Poloha

Nikaragua leží ve střední Americe mezi Tichým oceánem a Karibským mořem. Severní hranici dlouhou 940 km tvoří s Hondurasem a jižní dlouhou 313 km s Kostarikou. Celková délka pobřeží je 910 km. (The World Factbook)



Obr. 1 - Situační mapa

1.2 Geografie

Rozloha státu je 130 370 km², z toho je 10 380 km² vodní plochy. Středem země prochází pohoří Kordillery, ve kterých se vyskytuje mnoho sopek (např. Momotombo). Nejvyšším bodem je Mogotón s 2 438 m. Průměrná nadmořská výška státu je 298 m. Největšími vodními plochami jsou jezero Nikaragua (8 430 km²)¹ a Managua. (The World Factbook)

¹ Původně spojeno s oceánem. Díky tektonice se vyzdvihlo pohoří, které je oddělilo. Dnes zde žije endemický druh žraloka, který je schopen žít ve sladké vodě.

1.3 Historické pozadí

Na počátku 16. století se španělstí kolonisté postupující od Panamy. Tak se dostávají na tichomořské pobřeží, které začínají kolonizovat. Roku 1821 vyhlásili nezávislost na Španělsku. Roku 1838 se stala Nikaragua nezávislou republikou, která se o rok později se stala součástí Spojených středoamerických provincií. V 19. století obsadila karibské pobřeží, které v průběhu několika desetiletí podstoupily.

Korupce a sílící opozice vůči vládním manipulacím vedly k občanské válce r. 1978. Válka netrvala dlouho a k moci se r. 1979 dostává partyzánský vůdce Sandinista (marxista). Nikaragujská podpora levice vedla Spojené státy k financování „anti-Sandinistů“ a ekonomickým sankcím. Ale i přesto zůstávají jedinou vládnoucí stranou až do roku 1990. Do roku 2006 zůstávali sandinisté v opozici. Roku 2006, 2011 a ve volbách na konci roku 2015 znovu vyhráli a prezidentem se stal Daniel Ortega. (The World Factbook)

1.4 Ekonomika

Nikaragua je nejchudší zemí ve střední Americe a druhou nejchudší na západní polokouli. Má vysokou míru nezaměstnanosti a chudoby. Textilnictví a zemědělství tvoří téměř 50 % exportu.

V dubnu roku 2006 vznikla dohoda o volném obchodu mezi Dominikánskou republikou, státy střední Ameriky a USA (CAFTA-DR). Čínské společnosti se snaží vybudovat nový plavební kanál v odhadovaných nákladech 50 mld. dolarů. Stavba zatím nezačala.

HDP země na osobu v posledních letech roste ze 4 900 \$ v roce 2014 až na 5 300 \$ v r. 2016. na kterém mají podíl zemědělství 16,9 %, průmysl 24,3 % a služby (např. turismus) 58,8 %.

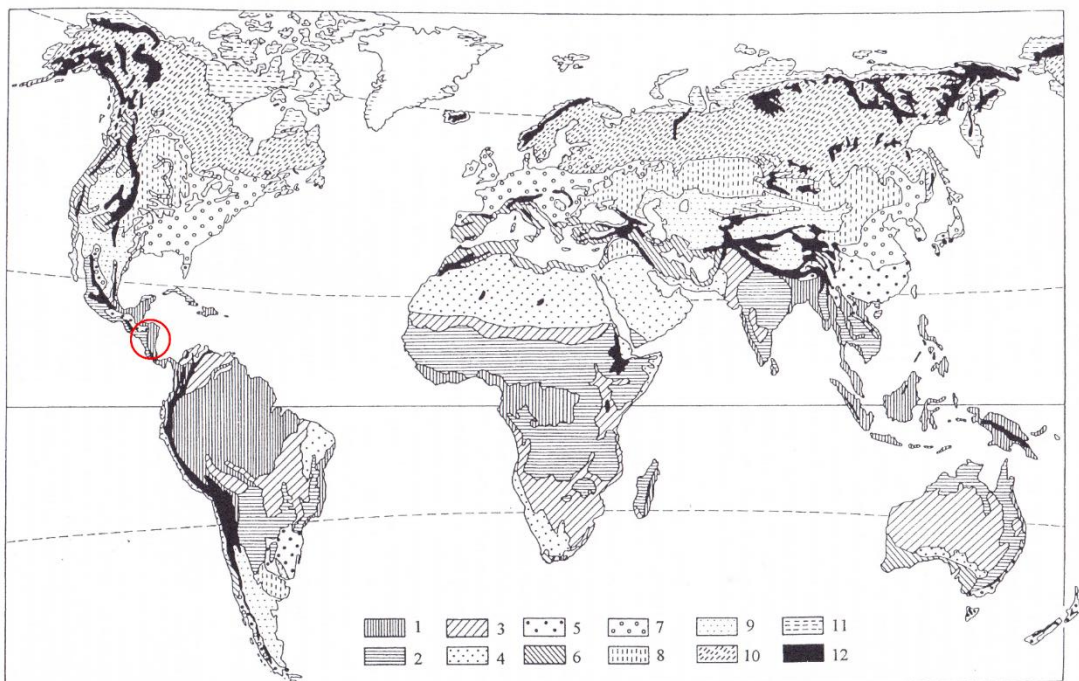
Základními pěstovanými plodinami jsou káva, banány, cukrová třtina, rýže, kukuřice, tabák, bavlna, sója, sezam, fazole. Na chov se chová skot (maso a

mléko), vepřové a drůbeží (na maso). Loví se zde krevety a humři. (The World Factbook)

1.5 Klima a biomy

Klimaticky se tato oblast řadí do polo-opadavého tropického lesa. Je významné především obdobím sucha a dešťů; tzn. existuje zde období vegetačního klidu. Teploty se pohybují v závislosti na lokalitě od 20 do 37°C.

Nikaragua patří podle Waltera (2002) do dvou hlavních biomů. Kategorie 1² a 2. Na severní straně, též zasahuje biom lesů vlhkého mezotermního klimatu (5) a jen částečně orobiom (12). Viz **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** Na mapě jsem doplnil oblast červeným kruhem.

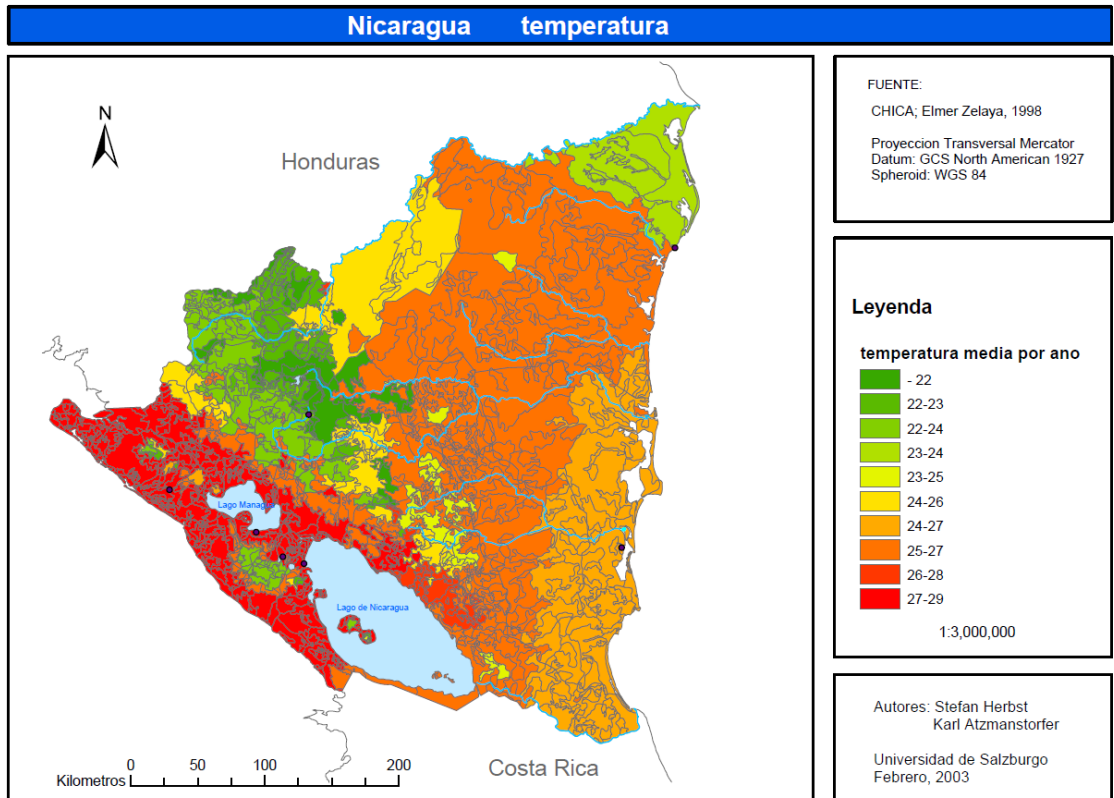


Rostlinné formace Země: 1 – tropické deštné lesy nížin a nižších hor, 2 – poloopadavé a opadavé lesy tropů a subtropů, 3 – savany a sucholesy, 4 – pouště a polopouště tropů a subtropů, 5 – lesy vlhkého mezotermního klimatu (temperátní lesy), 6 – tvrdolisté lesy, 7 – opadavé lesy mírného pásu, 8 – travnaté formace mírného pásu (stepi, prerie, pampy), 9 – pouště a polopouště a vysokohorské pustiny mírného pásu, 10 – jehličnaté lesy severní polokoule, 11 – tundry severní polokoule, 12 – subalpínská a alpínská vegetace (v tropech páramo)

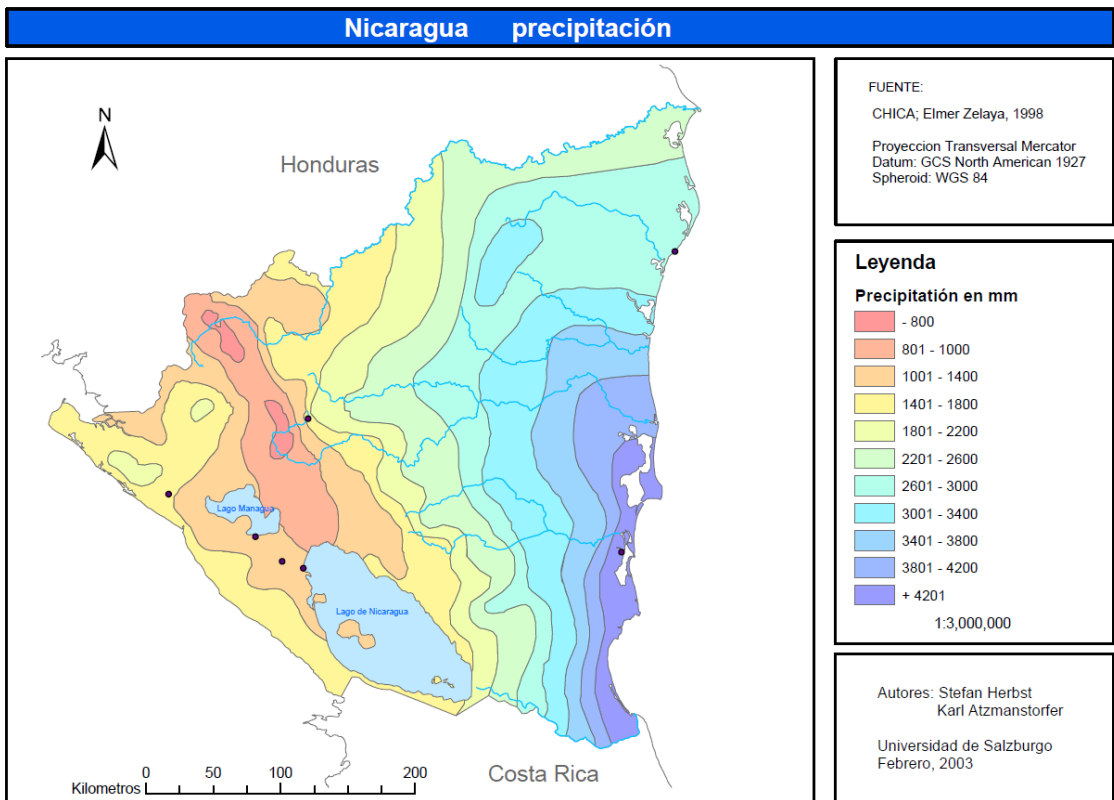
Obr. 2 - Přehled světových biomů (Walter, 2002); úpr. a překlad. (Valíček, 2002)

ITME uvádí následující mapy klimatických podmínek teplot (Obr. 3) a srážek (Obr. 4Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.). Jsou na nich zřetelně vidět rozdílné podmínky mezi východním a západním pobřežím.

² Viz. Obr. 2



Obr. 3 - Teploty (ITME)



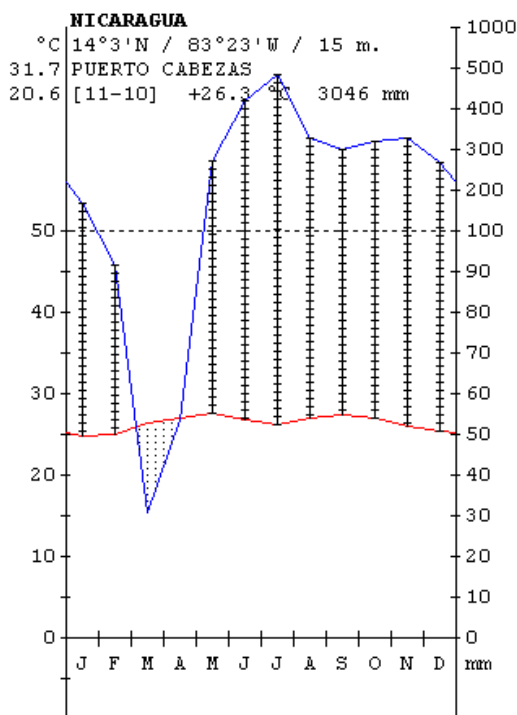
Obr. 4 - Srážky (ITME)

1.5.1 Tropické deštné lesy nížin a nižších hor

Na ukázkou byl vybrán klimadiagram z východního pobřeží, konkrétně Puerta Cabezas, které leží na pobřeží Karibského moře. Teploty se zde pohybují okolo 26 °C, přičemž maxima dosahují 31,7 °C a minimum 20,6 °C.

Nejedná se o typický deštný prales, kde srážky padají celoročně. To je z důvodů suššího období v březnu a dubnu. Celkový úhrn srážek je přes 3000 mm za rok (nejvyšší srážky 500 mm za měsíc dosahuje v červenci).

V této oblasti se daří tropickému deštnému lesu. Tato oblast je také řídko osídlená. Sídla se vyskytují pouze při pobřeží.



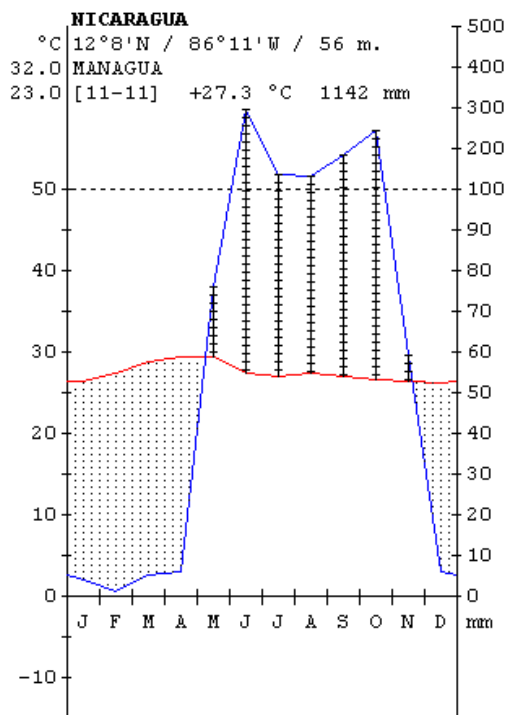
Obr. 5 - Klimadiagram Puerto Cabezas (GCB)

1.5.2 Poloopadové a opadavé lesy nížin a nižších hor

V tomto biomu se nachází hlavní město (Managua), mimo to se zde zakládají plantáže. Leží nedaleko západního pobřeží, kde se klima mění v závislosti na Tichém oceánu.

Oblast je charakterizovaná dvěma obdobími, a to obdobím sucha (prosinec–březen) a obdobím dešťů (duben–listopad). Teploty se zde pohybují v průměru kolem 27 °C. Maxima pak kolem 32 °C a minima 23 °C.

Srážky dosahují úhrnu přes 1100 mm za rok. Přičemž nejvíc jich spadne v měsících červenec a říjen (300 mm/měsíc).



Obr. 6 - Klimadiagram Managua (GCB)

2 Studované území

2.1 Poloha

Území se nachází na dvou bývalých zemědělských farmách (La Reserva a La Reina). Dohromady tvoří území velké 211 ha, která je ve vlastnictví HFC a.s. byla založena roku 2005. Mezi hlavní investory patří LČR s.p. (Lesy České republiky) a FATO a. s. (stavební firma z Hradce Králové).

Plantáž se nachází nedaleko města Diriamba v části El Corazo (jihozápadně od města, cca 10 km). Původním cílem byl ekonomický užitek z týkového dřeva, které (viz. níže) má specifické vlastnosti jádrového dříví. Na počátku byla snaha prodávat i tyčovinu.

Celková plocha plantáže je dle katastrální mapy 211,15 ha, z toho je 68,54 ha využita jako plantáž. Zbytek je podle místní legislativy chráněn jako sekundární les, který je sice ovlivněný člověkem, ale plní funkce lesa jako protierozní, půdoochranou nebo stabilizační. Jsou to polohy lesů na svazích kaňonů. (Vašourková, 2013)

2.2 Záměr

Jako první je záměr ekonomický, a to pěstování týku jako rychle rostoucí dřeviny s obmýtím mezi 20 a 25 lety, kdy dochází ke snížení tloušťkového přírůstu. V tomto věku má dosahovat ideálního poměru mezi dřevem jádrovým³ a bělovým.

Druhým cílem bylo rozvíjet mimoprodukční funkce lesa. A to na půdě degradované pastvou pomoci zlepšit půdní strukturu a tím i okolní ekosystémy.

Dalším neméně důležitým je pomocí plantáže zabránit dalšímu rabování lesů. Měl by to být ideální kompromis mezi potřebou dřeva ze strany místních a firem a ochranou sekundárního pralesu. (Vašourková, 2013; Haninec, 2012)

³ Jádrové dřevo je hodnotné pro svou stálost a odolnost. Jeho účelem je zajistit stabilitu rostoucího stromu. Vzniká zanášením vodivých cév thyly a minerálními látkami.

2.3 Dřívější využití lokality

Původně se na těchto pozemcích rozkládali dvě farmy, a to La Reserva a La Reina. Území bylo pokryté z většiny sekundárním lesem, bylinnými lady (využívaném jako pastviny), dřevinnými lady (po skončení pastvy) a drobnými zemědělskými políčky pro zemědělské plodiny. (Vašourková, 2013)

2.4 Aktuální využití

Největší plochu zabírá sekundární les. Tej je rozšířen v hlubokých říčních údolích (quebradách⁴) a na svazích kolem nich. Jedná se o náhradní společenstvo, ze kterého byly lidskou činností vybrány nejhodnotnější nebo největší dřeviny. V roce 2012 byla vyznačena naučná stezka, podél které se určovali druhy stromů (Tab. 1) (Vašourková, 2013)

Další plochou je orná půda, kde se pěstuje především rýže. Některá jiná pole jsou využita k pěstování čiroku nebo podzemnice olejné.

Další plochu zabírá samotná plantáž, kde se od roku 2006 pěstují dřeviny.

Jako poslední zmíním lesní školku. Ta byla vytvořena za účelem pěstování sadebního materiálu přímo na území farmy. Do té doby se sadební materiál dovážel převážně z Kolumbie. Pěstování probíhá v boxech (obalovaný sadební materiál), které se pěstují na vzduchovém polštáři. (Vašourková, 2013)



Obr. 7 - Týková plantáž

⁴ Taktéž by šlo nazvat kaňonem

3 Dřeviny

Studované území se zabývá především pěstováním týku (*Tectona grandis*), caoby (*Swietenia humilis*), meliny (*Gmelina arborea*), neemu (*Azadirachta indica*) a pochote (*Bombacopsis quinata*). Dalšími dřevinami, které zde byli vylišeny uvádí v Tab. 1, ve které jsou uvedeny taxony v místním a vědeckém názvu. U některých nešlo zatím přesně určit, o který druh se přesně jedná. Český ekvivalent k mnoha druhům neexistuje, proto se zde neuvádí.

V druhé části kapitoly vybrané z nich rozvedu v ekologických a ekonomických ohledech u pěstovaných druhů.

Místní název	Vědecký název
Acetuno (negrito)	<i>Simarouba glauca</i>
Achiote	<i>Bixa orellana</i>
Almendro	<i>Terminalia catappa</i>
Anona	<i>Annona purpurea</i>
Behucho	liána
Brasil	<i>Haematoxylon brassiletto</i>
Cachito	<i>Stemmadenia obovata</i>
Caoba	<i>Swietenia humilis</i> Zucc.
Caraña	<i>Bursera graveolens</i>
Carboncillo	<i>Acosmium panamense</i>
Cedro real	<i>Cedrela odorata</i> L.
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn
Chilamate	<i>Ficus</i> sp.
Chiquirín	<i>Myrospermum frutescens</i>
Chocuabo	<i>Caesalpinia violacea</i>
Cornizuelo	acacia
Cortez	<i>Tabebuia ochracea</i> ssp. <i>neochrysantha</i>
Espino negro	<i>Pisonia macranthocarpa</i> (aculeata)
Gallito, talalate	<i>Gyrocarpus americanus</i>
Garobo	N/A
Genízaro	<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Muell.
Guabillo de río	<i>Inga vera</i> Will. ssp. <i>Spuria</i> (Willd.) León
Guachipilín	<i>Diphysa robinoides</i> Benth.
Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.
Guácimo molenillo	<i>Luehea candida</i>
Guacuco	<i>Eugenia salamensis</i>
Guanacaste negro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb
Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i> L.
Jiñocuabo	<i>Bursera simarouba</i> (L.) Sarg.

Místní název	Vědecký název
Jocote garrobo	Spondias purpurea
Laurel hembra	Cordia gerascanthus
Laurel macho	Cordia alliodora
Madero negro	Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth. ex Walpers.
Madroño	Calycophyllum candidissimum (Vahl) DC.
Mango	Mangifera indica
Matasano	Casimiroa edulis
Melero	Thouinidium decandrum
Melina	Gmelina arborea
Mora	Chlorophora tinctoria (L.) Gaud.
Nacascolo	Caesalpinia coriaria (Jacq.) Willd.
Ñambar (námbar)	Dalbergia retusa
Nancigüiste	Zizyphus guatemalensis
Neem	Azadirachta indica A. Juss.
Níspero	Manilkara achras (Mill.) Fosberg
Oja dura	N/A
Ojoche	Brosimum alicastrum Swartz
Palanco	Sapranthus nicaraguensis
Palo de rosa	Hernianguium excelsum
Palo leche (maría)	Symphoria globulifera
Panamá	Sterculia apetala (Jacq.) Karst.
Papaturro	Coccoloba floribunda
Pochote	Bombacopsis quinata
Poroporo	Erythrina berteriana
Potrio	Caesalpinia velutina
Quebracho negro	Lysiloma auritum
Quitacalzón	Astronium graveolens
Roble sabanero	Tabebuia rosea (Bertol.) D.C.
San Sebastian	N/A
Sangredrigo	Pterocarpus rohrii
Siete pellejo	Lonchocarpus costaricensis
Tamarindo	Tamarindus indica
Teca	Tectona grandis
Tempisque	Sideroxylon capiri
Vainillo	Senna atomaria
Zapote	Pouteria sapota

Tab. 1 - Seznam vylišených druhů (Smola, b.r.) upraveno.

3.1 Teka obrovská (*Tectona grandis*)

Je stromovitá listnatá dřevina z čeledi hluchavkovité (*Lamiaceae*) pocházející z jihovýchodní Asie. Dnes však hojně pěstovaná na plantážích v tropické Africe a Americe. Strom dosahuje délky 30–40 m a tloušťky od 1 do 1,5 m. Průměrná hustota dřeva je 655 kg/m³.

Týk je celosvětově rozšířen a ve své domovině se používá po staletí. Pěstuje se kvůli jádrovému dřevu, které vyniká v pevnostních vlastnostech, snadné opracovatelnosti, a hlavně odolnosti vůči hnilobám, rozkladu termity či jiným škůdcům. (Teak | The Wood database)

Pochází z jihovýchodní Asie, z oblastí mezi šířkou 28°severní a 18°jižní. Původní výskyt je především v dnešních státech jako Indie, Srí Lanka, Indonésie, Thajsko, Myanmar a Bangladéš. V běžných podmínkách si žádá okolo 1500–2000 mm. srážek, bohužel na zájmovém území se k minimální hranici pouze blíží. (Haninec, 2012)



Obr. 8 - Herbář – Týk (*Tropicos.org*)

3.2 Melina (*Gmelina arborea*)

Pochází, jako přechozí druh, z jižní až jihovýchodní Asie. Areál je na Indickém poloostrově, Indočíně a zasahuje až na Filipíny. Druhotně byl rozšířen do Austrálie, Afriky a Ameriky.

Roste v suchých tropech v blízkosti lidských sídel, cest a polí. Dle výškového členění roste do nadmořské výšky 1 500 m. Kvete od ledna do května.

Výška stromu je od 5 do 15 m. Borka je šedohnědá, letorosty pak žlutohnědě plstnaté. Listy jsou vstřícné, vejčité 8–19 cm dlouhé. Květenství je vrcholičnaté délka je 15–30 cm. Plody jsou peckovnice elipsovitého tvaru 1,5-2 cm dlouhé.

Strom se využívá jako palivové dřevo, dále v nábytkářství nebo výrobě celulózy. Květy, plody a borka si našli místo v tradiční medicíně.



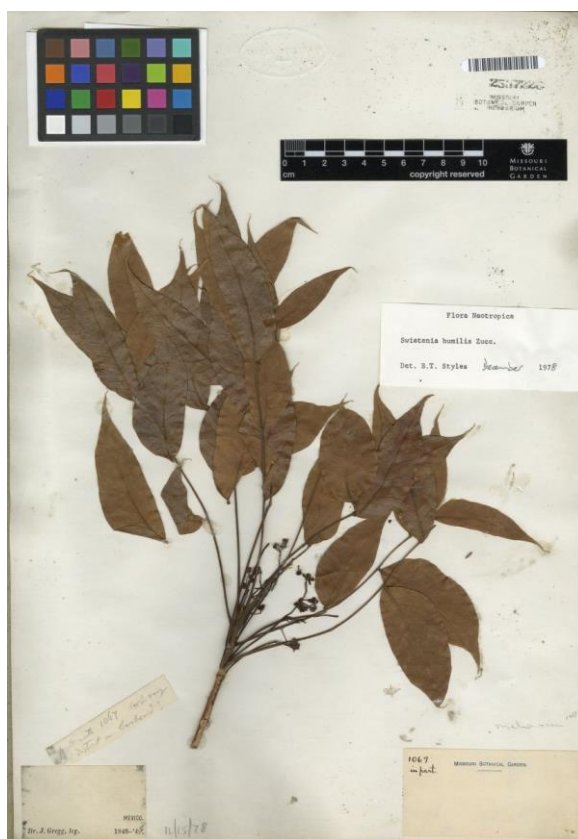
Obr. 9 - Herbář – Melina (Tropicos.org)

3.3 Caoba (*Swietenia humilis*)

Jedná se o druh mahagonu, který se v roce 1998 dostal na červený seznam IUCN. Česky je nazývá Svietenie honduraská, anglicky Honduras Mahagony. Areál rozšíření je ve střední Americe, od jihu Mexika po Panamu. (IUCN – World Conservation Monitoring Centre. 1998).

Je to listnatý strom s výškou 15-20 m. Borka je tmavě šedá až hnědočerná, často rozpraskaná a odlupčivá, mocná 30-50 cm. Větve jsou lysé, štíhlé s malými hnědými lenticely. Listy se seskupují na konci větví sudozpeřené výjimečně lichozpeřené. Jsou dlouhé 12-30 cm, s lysými stonky. Jednotlivý list je dlouhý až 14 cm a široký do 4,5 cm. V trsu kolem terminálního pupenu taktéž kvete nevýrazným květem. Plodem je nažka.

Využívána je pro své dřevo s typickou načervenalou barvou. (World Agroforestry Centre)



Obr. 10 - Herbář – Caoba (Tropicos.org)

3.4 Neem (Azadirachta indica)

Česky zederach indický je stálezelený strom, který pochází z oblasti indického subkontinentu (Indie, Nepál, Pákistán, Bangladéš). Bývá často pěstován jako okrasná bylina. Roste v suchých tropech s úhrnem srážek od 400–1 200 mm, dobře snáší sucho (ztrácí listy). Na půdu je nenáročný, optimum má na vápencových mělkých půdách.

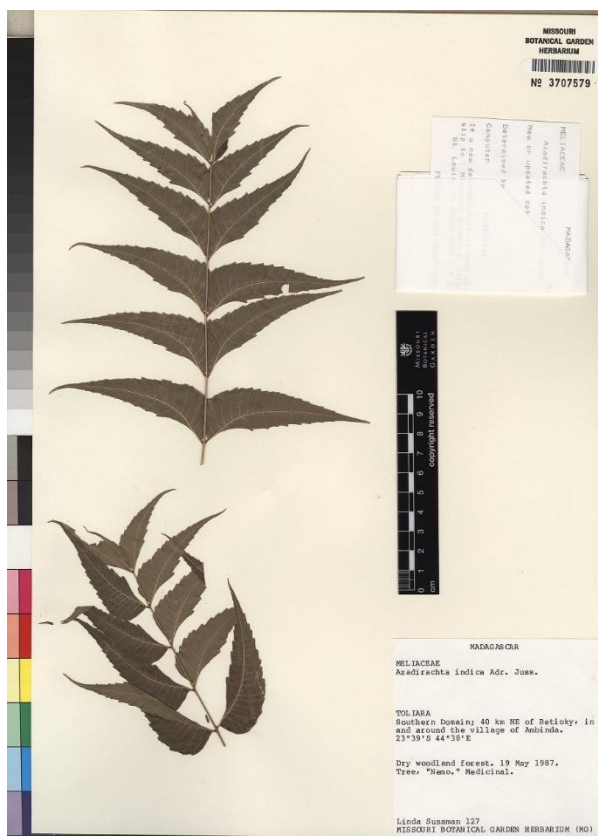
Dosahuje vzrůstu až 35 metrů. Listy jsou složeny sudozpeřené, s délkou lístku 5– cm. (AVICENNA comp. | Herbář)

Využívá se především na léky. Někdy je mu až nezdravě přisuzována léčivá moc, především v oblasti Indie. Dále pak tvrdí, že to to „všelék.“

První zmínka o zederahu v české herbáři je z konce 19. století (1899):

„Zederach (Melia) je pěkný strom rostoucí v Asii a jižní Evropě; u nás se pěstuje jen ve sklenících. Celá rostlina má hořkou chuť a moc silně pročišťující; též slouží jako lék proti červům; větší dávka způsobuje dávení, závrať, průjem, křeče, ba i smrt.

Z jader a jahod se lisuje olej, z oříšků soustruhují se růžence.“
(Neem | Ajuvéda)



Obr. 11 - Herbář – Neem (Tropicos.org)

3.5 Dřeviny volně rostoucí

Mango (*Mangifera indica*) je vždyzelený strom domácí v Barmě a Indii. Dnes hojně pěstovaný po celé oblasti tropů. Využívá se jako stolní ovoce na výrobu džemů, šťávu i na alkoholické nápoje. Nezralé plody se využívají jako zelenina. (Pavliš, 2002)

Kapok (*Ceiba pentandra*) je strom s nápadnými trny na kmeni. Je původní v tropické Americe, ale jako jiné druhy zdomácněl v celých tropech. Pěstuje se pro kvalitní vlákna (tzn. kapok), který se využívá jako vycpávka (výplň polštářů) nebo jako izolační materiál. Ze semen se pak lisuje olej. (Pavliš, 2002)

4 Bezpilotní letoun (UAV)

Bezpilotní letoun UAV, je na dálku řízený stroj bez lidské posádky. Anglicky Unmanned Aerial Vehicle. Dá se řídit přímo pomocí rádio vysílače nebo do něj lze nahrát letový plán. Využívá se v oblasti jak vojenské, tak civilní (především výzkum). Rozděluje se podle doletu váhy či účelu (viz. 4.2).

4.1 Historie

Počátky leteckého snímkování sahají až do začátku letectví jako oboru. Prvními průzkumníky byli bratři Wrightové v 1903, kdy uskutečnili historicky první let. Během doby první světové války se začalo zkoušet i bezpilotní řízení a ukázal se význam, který toto zařízení bude mít. Hlavně pak ve vojenství.

V období druhé války, kdy Německá armáda přichází s bezpilotní raketou V-1 se ukázala hrozba, jakou tyto stroje představují. Po válce se řešilo, jak tyto zbraně odhalit a jak se vůči nim bránit.

Další vývoj přichází v období války ve Vietnamu, kdy Američani používají stroj UAV Firebee. Tento stroj se ukázal být mimořádně úspěšný a velké množství států začíná s vlastním výzkumem a inovacemi.

V osmdesátých letech se do popředí vývoje dostává Izrael a vytváří nové zařízení, které se stává vojenskou výbavou v mnoha státech.

V dnešní době se mimo vojenské využití tyto stroje začleňují do mírového monitorování a sledování situace na planetě. V budoucnosti se plánuje vytvořit nové MAV (Micro Air Vehicle). Zmenšením zařízení až na velikost, která se vejde do dlaně. (NOVA | PBS)

4.2 Typy a kategorie

Rozdělení těchto strojů se zakládá na následujících kritériích:

1. Výkonnostních charakteristik (váha, dolet, řízení, typ motoru, poměr výkonu a tahu v zatížení)
2. Doplněk X (zařízení přídavné, podle jejich specifikace; kamery, možnost letu mimo dohled pilota, účelu)
3. Rychlosti
4. Funkčních vlastností (bojové, logistické, výzkumné, multifunkční)
5. Závislosti na hmotnosti, dostupu, rychlosti
6. Poslání
7. US vojenské třídy podle letectva a námořnictva

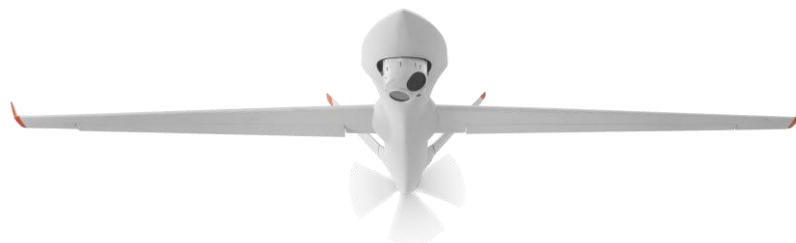
Díky tomuto zařazení lze postupně určit jednotlivé skupiny jako celek. U každé skupiny jsou vypsány modely a státy ze kterých pochází. Rozlišujeme je na:

1. Micro UAV (MAV)
např. Wasp, Dragon Slayer, iSTAR všechny z dílny Spojených států
2. Mini UAV
např. SensoCopter (Německo)
3. Close Range (blízkého dosahu)
např. Rmax II (Japonsko), SliverFox(USA)
4. Short Range (krátkého dosahu)
např. Sojka III (ČR)
5. Medium Range (středního dosahu)
např. Fire Scout (USA), Hunter (USA/Izrael)
6. Low Altitude Deep Penetration (hluboký průnik v nízké nadmořské výšce)
např. Nibbio (Itálie)

-
7. Low Altitude Long Endurance (dlouhá vytrvalost v nízké nadmořské výšce)
např. Aerosonde (Austrálie), Specto (ČR)
 8. Medium Altitude Long Endurance (dlouhá vytrvalost ve středních nadmořské výšce)
např. Predarot (USA), Heron TP (Izrael)
 9. High Altitude Long Endurance (dlouhá vytrvalost ve vyšších nadmořských výškách)
např. Global Hawk (USA), Euro Hawk (USA/Německo)
 10. UCAV (bezpilotní bojové letadlo – Unmanned combat air vehicle)
např. Neuron (EU), Pegasus (USA)
- (Haman, 2010)



Obr. 12 - Sojka III (History:SojkaIII\AČR)



Obr. 13 - iSTAR Ghost (iSTAR UAV)

5 Metodika

5.1 Historie získávání dat

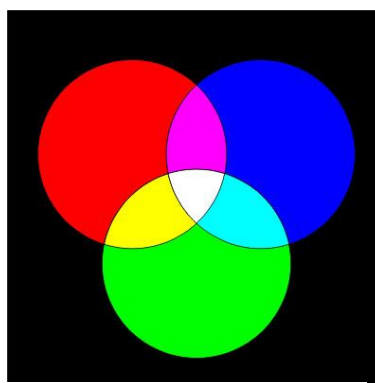
Od doby rozvoje letectví se rozšířil nápad využít letouny ke snímkování ploch pod ním. U nás se toto téma rozvíjí v roce 1927, kdy prof. Dr. Ing. Alois Tichý nechal nafotit území Školního lesního podniku Křtiny. Z původních analogových snímků se technologickým postupem vyvíjí první ortorektifikované snímky (zkolmněné). Technologie postoupily dál a začalo se využívat nejenom leteckých snímků, ale i satelitních zařízení, které se vybavovaly širokou škálou měřených spekter. Od viditelného spektra označovaného jako RGB (zkratka barev červená, zelená, modrá) až k dendrologické praxi využívající blízké infračervené spektrum NIR (zkratka z angličtiny) nebo termální spektrum elektromagnetického záření. (Klimánek, 2013)

5.2 Viditelné spektrum (RGB, CMY)

RGB je zkratkou z anglického Red, Green, Blue (česky červená, zelená a modrá) tyto barvy tvoří viditelné spektrum. Jejich kombinací se vytvoří viditelné světlo. Hodnoty digitálních kombinací se skládají z kódu tří čísel, při kterém můžou jednotlivé číslo nabývat hodnot od 0 do 255. Celkový počet kombinací je pak přes 16 milionů. Snaha spočívá ve složení bílé barvy z černého podkladu za pomoci barevných světel. Viz. Obr. 14. Viditelné spektrum dosahuje následujících vlnových délek viz **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

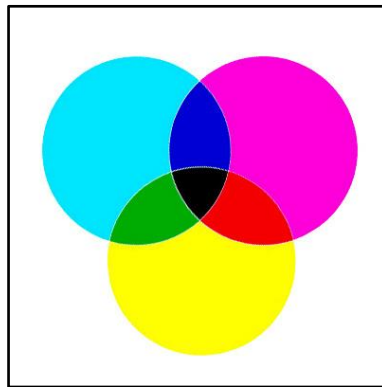
Barva	Vlnová délka
Červená	600-700 nm
Zelená	500-600 nm
Modrá	400-500 nm

Tab. 2 - Vlnové délky barev



Obr. 14 - RGB

Dalším možností pohledu na světelné spektrum je, že místo černého základu použijeme bílý a snažíme se vytvořit černou barvu. Jedná se v podstatě o odečet barev od základního spektra (subtraktivní míchání barev). Takový model nazýváme CMY. Skládá se taktéž ze tří barev, a to z Cyan (azurová), Magenta (purpurová) a Yellow (žlutá). Často bývá doplněna o černou (black). V zařízeních tohoto systému můžeme tedy též vidět zkratku CMYK. Využití je především u barevného tisku. (Kohout, 2013)



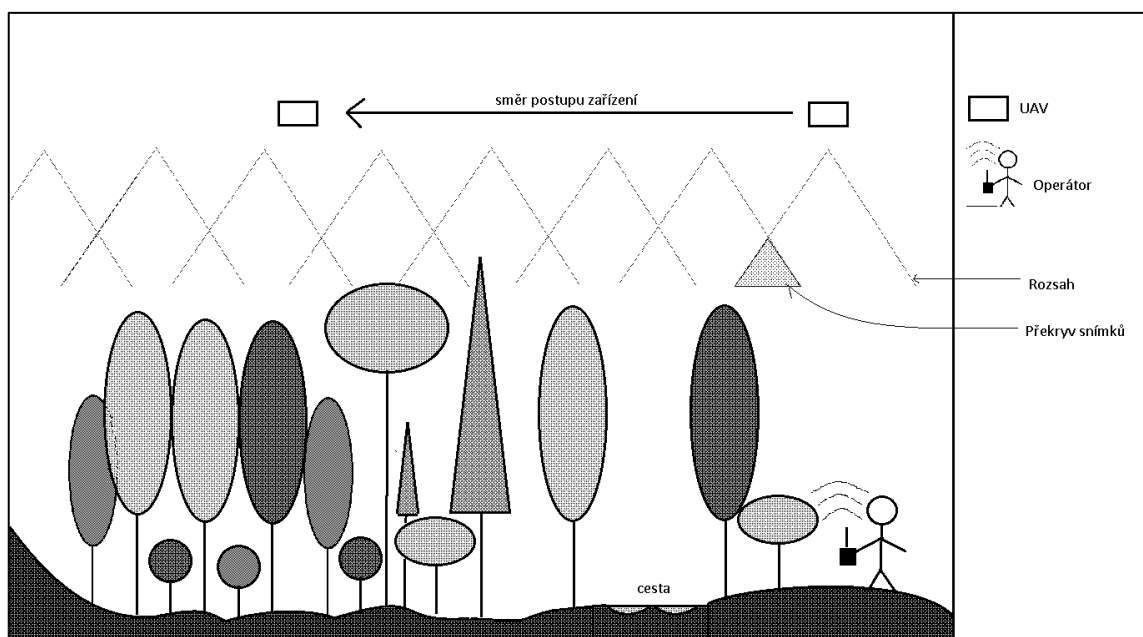
Obr. 15 - CMYK

5.3 Snímkování užitím bezpilotního dronu

Významným skokem kupředu byl vynález bezpilotního letounu, nesoucího kamery. Pomocí toho lze v nižších nákladech získávat přesná data konkrétních zájmových území.

K použití na plantáži bylo využito UAV (Unmanned Aerial Vehicle) značky DJI 550, které neslo kameru SONY NEX 5 s rozlišením 16 megapixelů... Snímkování probíhalo na základě autonomního letu z výšky 80 metrů tak, aby vzájemný překryv snímků byl minimálně 90 %. Data byla následně zpracována v programu Agisoft PhotoScan, kde na pomoci algoritmu Structure from Motion dochází k vyhledávání identických bodů na snímcích, výpočtu poloh kamer pomocí triangulace, tvorbě mračna bodů a k ortorektifikaci. Takto zpracovaná data nám dají ve výsledku dva základní výstupy, a to leteckou mapu a digitální model terénu s velmi vysokým rozlišením s velikostí pixelu 10 cm. (Machala, 2014)

Značnou výhodou je získávání různých spektrálních snímků za nízké náklady a v časově rychlejším horizontu. Důležité je též zmínit, že k obsluze UAV je zapotřebí méně lidí. (Klimánek, 2013)



Obr. 16 - Postup snímkování

5.4 Vylišení sekundárního lesa a plantáže

K samotnému vylišení porostní mapy byl použit program ArcGIS od společnosti ESRI. V tomto programu se krok za krokem vylišovali jednotlivé plochy. Ty pak dohromady dávají celkový pohled na plantáž a její aktuální využití. Především plochy obsazené týkem, caobou nebo melinou, ale i plochy tzn. sekundárního lesa.

Po vyznačení hranic porostních skupin bylo přistoupeno k popisu, kde se využívá předchozí verze mapy. Následně se vyexportovala v měřítku 1:10 000 a je k dispozici jako příloha. (formát A3). Současně je i jako přehledová mapa pro klad listů.

Na mapě jsou vylišeny oddělení (velké arabské číslo), porosty (velké písmeno latinské abecedy) a skupina výsadby (L1, ...). Dále pak vepsány místní názvy lokalit pro lepší orientaci s domorodci. Viz. Příloha a Obr. 19



Obr. 17 - Výřer z ortofota

6 Výsledky

Základním zjištěním byla plocha zastoupení jednotlivých pěstovaných dřevin. V seznamu je uvedena celková plocha podle nového vylišení hranice.

V mapě i v tabulkách používám následující zkratky

Název	Zkratka
<i>Acacia mangium</i>	AM
<i>Azadirachna indica</i>	NE
<i>Gmelina arborea</i>	ME
<i>Swietenia humilis</i>	CA
<i>Cultivos</i>	CU
<i>Tectona grandis</i>	TE
<i>Bombacopsis quinata</i>	PO

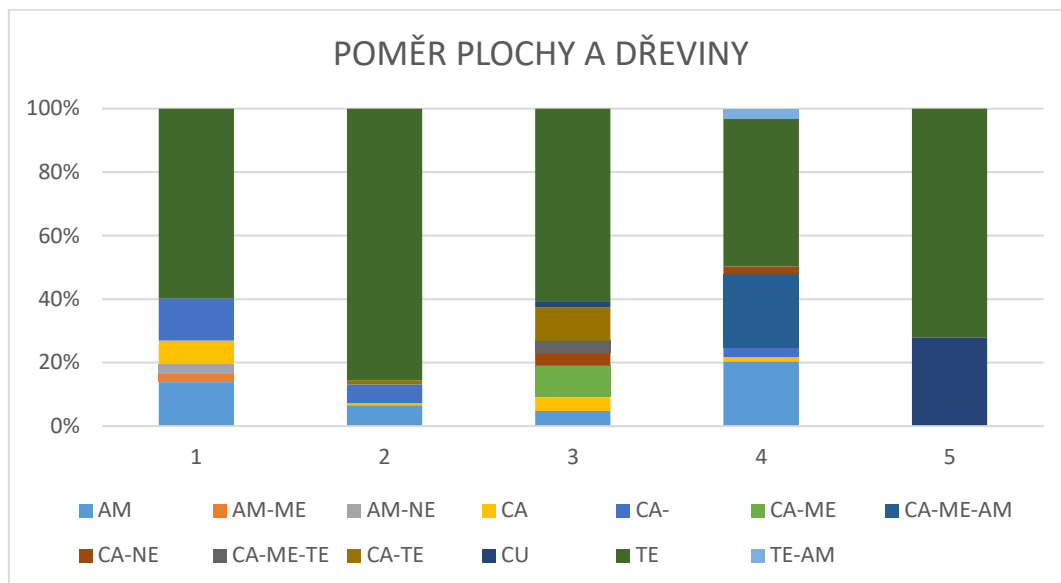
Tab. 3 - Seznam zkratk dřevin

V mapovém podkladu a se vyskytují směsi dřevin. Bohužel aplikace ArcGIS, ve které byla práce vyhotovena, nepodporuje více násobné hodnoty jednoho prvku. Z toho důvodu mají jednotlivé smíšené porosty vlastní barvu. Totéž platí i v grafech a tabulkách. Objevuje se zde ještě výjimka a tou je označení CA-. Tato zkratka označuje plochu, na které se dřevina vyskytuje s bylinnou až keřovitou vegetací (španělky: rastrojo).

Plochy pod místními názvy nesou označení:

1 A-E	El Brasil	3 D.....	Loma Alta
2 A (L5-)	La Reuda,	4 A.....	Cantera
2 A (L1-L5)	La Reserva	4 B	Mango
2 B.....	El Madroño	5 A-C	La Reina
3 A	El Corral	5 D	Caña Brava
3 B-C.....	El Limon		

Zastoupení je zpracováno v následujícím grafu pro jednotlivé oddělení v procentech:



Obr. 18 - Graf poměru dřevin v jednotlivých odděleních

Dalším získaným atributem byla plocha vypočítána podle geometrie. Celková plocha plantáže (bez okolních pozemků) vyšla 61.78 ha. Z toho většinu tvoří týk, který dosahuje hodnoty 40 ha. Toto zjištění jsem shrnul tabulkou. V tabulce jsou hodnoty zapsány pomocí m², pro lepší orientaci jsou souhrny převedeny do hektarů⁵.

⁵ 1 ha = 10 000 m²

ODDĚLENÍ	1	2	3	4	5	PLOCHY [ha]
AM	15916,10	15626,49	5032,02	21411,57		5,80
AM-ME	3324,59					0,33
AM-NE	3324,59					0,33
CA	8509,19	1411,60	4532,58	1430,90		1,59
CA-	15142,69	14229,19		3160,43		3,25
CA-ME			10513,83			1,05
CA-ME-AM				24242,60		2,42
CA-NE			4095,42	2496,76		0,66
CA-PO-TE			4046,19			0,40
CA-TE		3224,66	11098,60			1,43
CU			1976,29		5976,84	0,80
TE	68837,26	203441,10	63629,37	48972,12	15389,23	40,03
TE-AM				3256,11		0,33

Tab. 4 - Plochy jednotlivých pěstovaných druhů a směsí

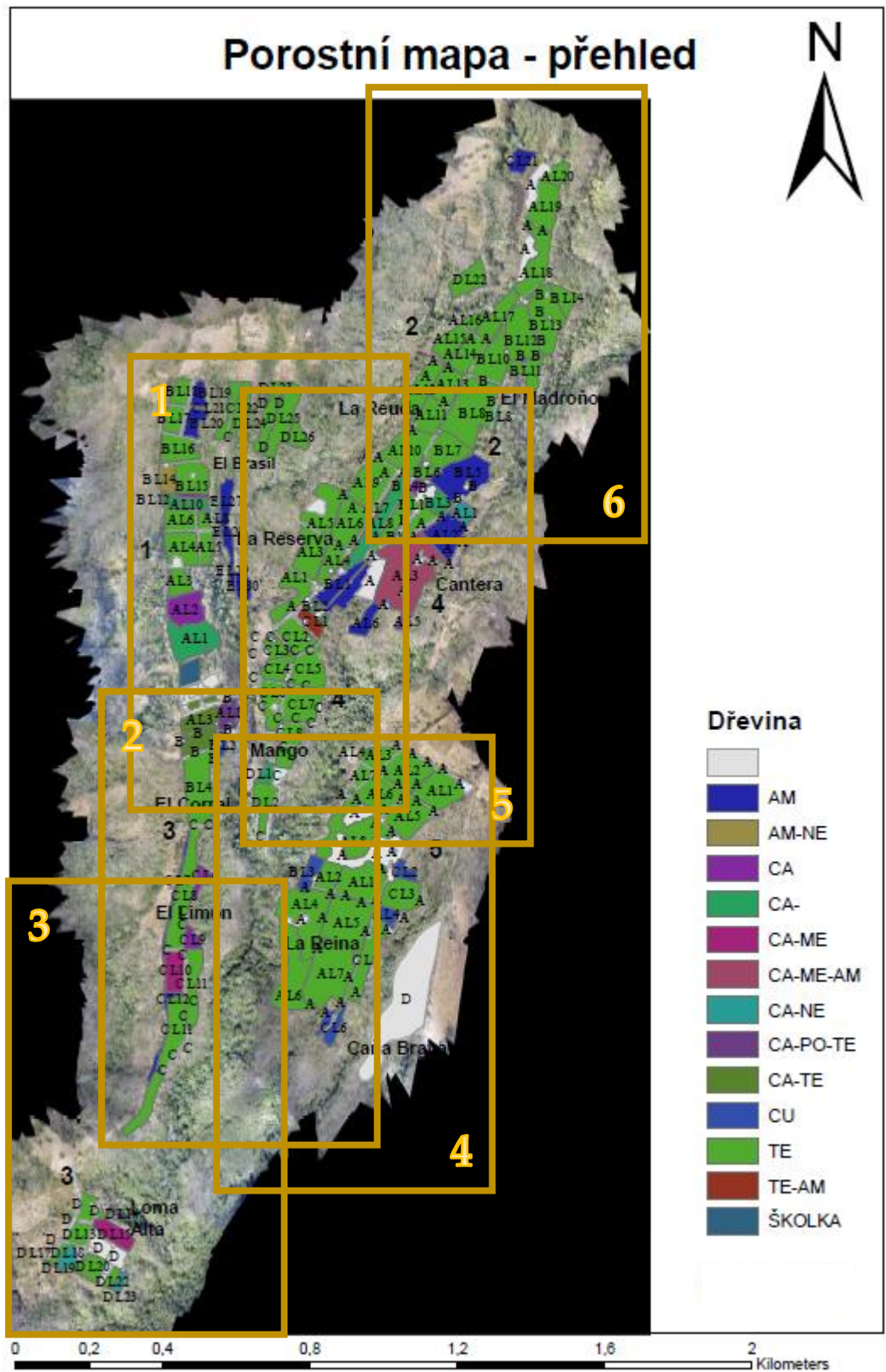
Jako další je uvedena plocha lesní školky s výměrou 0,34 ha.

Celková plocha kategorie ostatní je 1,88 ha. Toto číslo zahrnuje bezlesí, cesty, budovy a zařízení včetně výše zmiňované školky. Plocha sekundárního lesa, který se vyskytuje v samotné plantáži je 8,01 ha. Jedná se především o stromy, které byly vysázeny podél cestní sítě a o stromy rostoucí na plantáži jako stinné dřeviny.

Samotná mapa pak v sobě nese označení oddělení značené číslicemi (1-5). dále porost značen velkým písmenem latinské abecedy (A, B, ...) a označením skupiny (L1, L2, ...). Pro lepší orientaci a komunikaci v místním prostředí jsem ještě vypsal názvy jednotlivých lokalit podle místních (Mango, El Madroño, ...).

Výsledná mapa je vložena v příloze. Její měřítko je 1:10 000 při formátování na papír A3.

Pro terénní využití byla vypracována mapa v měřítku 1:5 000 (pro formát A4). Na další straně lze nalézt klad listů. Číslo konkrétní mapy je uvedeno pro č. 1-3 v levém horním rohu, pro č. 4-6 pak v pravém dolním. Viz. Obr. 19. Taktéž ji lze nalézt v příloze.



Obr. 19 - Klad listů

7 Diskuze

Práce se opírá o výzkum, který na dané lokalitě proběhl v rámci projektu NIKAZAM. Vzniklo zde několik prací a s nimi porovnávám své výsledky v druhé části diskuze.

Celková plocha plantáže využívané pro pěstování dřevin se podle Vašourkové (2013) udává 68,54 ha. V mém zjištění vypovídá plantáž 61,51 ha. Což je o 7,03 ha méně.

7.1 Problémy při vylišování

Způsobeno to může být především reliéfem terénu. Původní mapový podklad byl vypracován na základě satelitní mapy od společnosti Google Inc. v nižším rozlišení. Nový mapový podklad byl vypracován pomocí přímého měření pomocí UAV.

Chyba mohla nastat i v závislosti na koordinačním systému, tato možnost je celkem nepravděpodobná. V práci byl použit systém GPS podle systému WGS 1983.

Dalším problémem byla determinace dřeviny a tím nepřesnost při popisování. Tato chyba mohla nastat na základě neúplnosti nebo nedostatečném překryvu leteckých snímků. Ke zkreslení dochází hlavně v okrajových oblastech, kde data chybí a program dopočítává volná místa. To má za následek chybu, která lze odstranit jen opakovaným měřením a dalším porovnáváním dat.

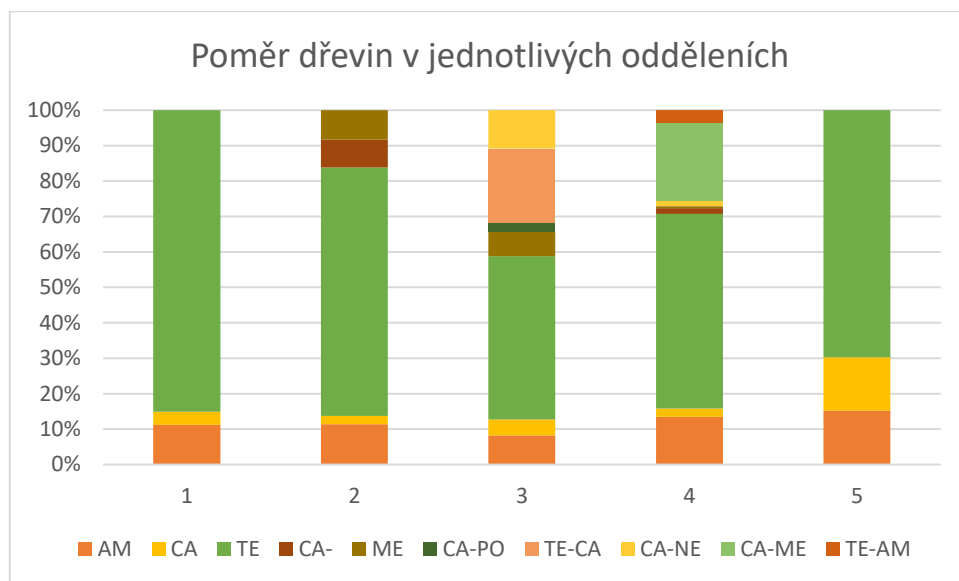
Dřeviny, které šlo od sebe snadno rozlišit, byly převážně týky, jelikož jejich koruny v období sucha ztrácí listy a jsou to tyče stojící v pravidelném rozmístění. Problém nastával u caoby, kde se dala do jisté míry splést se sekundárním lesem (jen v některých případech). Tento problém nastal v oblasti, kde docházelo ke kombinaci caoby a dřevinného lada.

K vylišování a minimalizaci chyby byly využity poznámky, při osobní návštěvě lokality.

7.2 Porovnání s jiným měřením

Jako porovnávací soubor dat jsem zpracovával data ze souboru původní mapy, která byla vylišována nad rastrem od Googlu. Bylo zjištěno následující.

Plocha vylišená pro plantáže se mění. Jako ukázkou vkládám graf, který odpovídá mému zjištění (k porovnání Obr. 18). Data byly přeznačeny tak, aby označení odpovídalo parametrům definovaným výše.



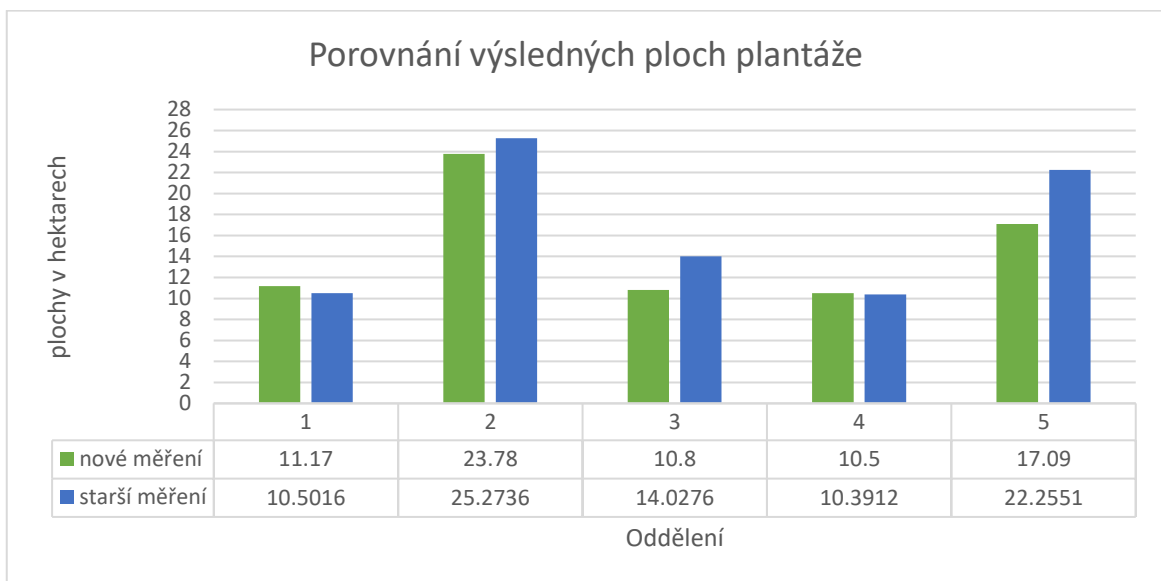
Obr. 20 - Graf pro porovnání procentuálního zastoupení dřevin

Lze vidět, že se relativní zastoupení jednotlivých dřevin liší v odděleních 5. V tomto případě je to zřejmě způsobeno nemožností přesně vylišit oblast 5 D, kde ortofoto neposkytlo dostatečná data. Plochy dřevin a jejich poměr je popsán v následující tabulce.

Oddělení	1	2	3	4	5	Plocha [ha]
AM	1,17	1,87	1,15	1,37	3,41	8,97
CA	0,39	0,37	0,64	0,24	3,38	5,02
TE	8,93	11,49	6,46	5,61	15,64	48,13
CA-		1,28		0,17		1,45
ME		1,36	0,96	0,05		2,27
CA-PO			0,38			0,38
TE-CA			2,92			2,92
CA-NE			1,52	0,17		1,69
CA-ME				2,25		2,25
TE-AM				0,35		0,35

Tab. 5 - Plochy dřevin k porovnání

V poslední řadě byly porovnány plochy jednotlivých oddělení. Na následujícím grafu lze vidět rozdíly plochy při prvním a aktuálním měření. Některé oblasti vykazují odchylku, která může být způsobena výše popsány problémy. V závislosti na tom jsou oblasti (oddělení 1, 2 a 4), kde je rozdíl nepatrný. Oproti tomu pak nejhůř dopadá oddělení 5, kde je rozdíl cca 5 ha a oddělení 3, kde je rozdíl cca 3 ha. Viz. Obr. 21,



Obr. 21 - Porovnání ploch jednotlivých oddělení ve dvou měřeních

8 Závěr

V rámci práce byl upřesněn mapový podklad pro plantáž La Reserva. Tyto nově zjištěné údaje se liší cca o 7 ha plantážové plochy (tj. plochy využívané pro pěstování dřevin). Byly zjištěny nepatrné odchylky od prvního zaměření. Příčinou byla přesnější metoda zjišťování zkoumaných dat. Dále pak zjištění, které se týká plochy plantáže mezi jednotlivými měřeními a odděleními. Tyto plochy se ve třech případech takřka shodují, v druhých dvou pak vykazují výraznou odchylku.

Cíl zpracování nové porostní se pak ukázal jako základ pro další precizní lesnickou činnost. Přispělo k tomu hlavně využití bezpilotního letounu, který dokázal vyhotovit přesné ortofoto ve vysoké kvalitě.

9 Summary

In the bachelor thesis, I introduced a map for La Reserva plantation. These newly discovered data range around 7 hectares of plantation area (ie., areas used for growing trees). Small deviations from the first focus were found. This was due to a more accurate method of identifying the research data. Data on plantation area between individual measurements and departments was also found. These areas are almost identical in three cases, in the other two there are significant differences.

The aim of new planting was then found to be the basis for further accurate forestry activities. This was the use of an unmanned airplane capable of producing precise orthophoto in high quality.

10 Zdroje

10.1 Použitá literatura

HAMAN, Tomáš, PŘEHLED BEZPILOTNÍCH LETOUNŮ. Brno, 2010, Bakalářská práce. VUT. Vedoucí práce Ing, Ivan Dofek.

HANINEC, Peter, 2012. *Rast tíka (Tectona grandis L.) v podmienkach suchých trópov v Nikaragui*. Brno. Diplomová práce. MENDELU. Vedoucí práce Petr Maděra.

KLIMÁNEK, Martin, Přemysl JANATA, Jaromír ULRICH, Jan ČERMÁK a Tomáš ŽID, 2013. Využití mylých bezpilotních letounů v oblasti lesnictví. In: *SilvaNet-WoodNet 2013*. SilvaNet-WoodNet. Brno: Mendelova univerzita v Brně, (2013), s. 45-46.

KOHOUT, Václav, 2013. Historie a elementární základy teorie barev II. *Školská fyzika*. Plzeň: Nakladatelství Fraus, s. r. o., 2013(1), 35-42.

MACHALA, Martin a Přemysl JANATA, 2014. Detekce stromů a odhad jejich výšek na základě dat pořízených pomocí bezpilotního prostředku (UAV). In: *SilvaNet-WoodNet 2014*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, , s. 60-61.

PAVLIŠ, Jindřich, Petr JELÍNEK a Jaroslav KOBLÍŽEK, 2002. *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 8071576271.

SMOLA, Martin, Petr MADĚRA a Antonín KUSBACH, b.r. *Naučná stezka II*. Diriamba a Brno. Popis stromů na naučné stezce. Nepublikovaný dokument.

VALÍČEK, Pavel, 2002. *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. Vyd. 2., upr. a dopl. Praha: Academia. ISBN 8020009396.

VAŠOURKOVÁ, Zuzana, 2013. *Ekologické hodnocení a ekonomický význam lesnické farmy HFC v Nikaragui*. Brno. Diplomová práce. MENDELU. Vedoucí práce Petr Maděra.

WALTER, Heinrich a Siegmund-W. BRECKLE, 2002. *Walter's Vegetation of the earth: the ecological systems of the geo-biosphere*. 4th, completely rev. and enl. ed. New York: Springer. ISBN 3540433155.

10.2 Webové zdroje

AVICENNA Company :: Herbář . *AVICENNA Company :: herbální přípravky pro Vaše zdraví* [online]. Copyright © AVICENNA Company, spol. s.r.o. [cit. 22.04.2017]. Dostupné z: <http://www.avicenna.cz/item/azadirachta-indica-zederah-indicky>

iSTAR UAV. [online]. [cit. 05.05.2017] Dostupné z: <http://istaruav.com/UAS.html>

ITME Inst. Tropical Marine Ecology [online]. Copyright © [cit. 22.04.2017]. Dostupné z: <http://www.itme.org/mhni/refs%20and%20maps/Nicaragua-Atlas.pdf>

GBC. *GBC* [online]. Copyright © 1996 [cit. 10.03.2017]. Dostupné z: <http://www.globalbioclimatics.org/>

History: SOJKA III (decommissioned in December 2011) | Ministry of Defence. *Ministerstvo obrany a Armáda České republiky* [online]. Copyright © Ministerstvo obrany [cit. 05.05.2017]. Dostupné z: <http://www.army.cz/scripts/detail.php?id=6312>

Neem, nimba | Ajurvěda Brno. *Hlavní strana | Ajurvěda Brno* [online]. Copyright © 2016 [cit. 22.04.2017]. Dostupné z: <http://www.ajurveda-brno.cz/ucebnice-ajurvedy/herbar-bylin/zederah-indicky-nimba-neem>

NOVA | Spies That Fly | Time Line of UAVs | PBS. PBS: Public Broadcasting Service [online]. Copyright © [cit. 05.05.2017]. Dostupné z: <http://www.pbs.org/wgbh/nova/spiesfly/uavs.html>

Precision Agriculture - Aeros. *COMPANY - Aeros* [online]. [cit. 20.04.2017] Dostupné z: <http://aeroscraft.com/precision-agriculture/4584020239>

Swietenia humilis (Honduras Mahogany, Mexican Mahogany, Pacific Coast Mahogany). *The IUCN Red List of Threatened Species* [online]. Copyright © International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. [cit. 23.04.2017]. Dostupné z: <http://www.iucnredlist.org/details/32954/0>

Teak | The Wood Database - Lumber Identification (Hardwood). [online]. Copyright © 2008 [cit. 10.03.2017]. Dostupné z: <http://www.wood-database.com/teak/>

The World Factbook — Central Intelligence Agency. [cit. 10.03.2017] [online]. Dostupné z: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/nu.html>

TROPICOS.ORG *Missouri Botanic Garden* [cit. 15.04.2017] Dostupné z <http://www.tropicos.org>

World Agroforestry Centre | Transforming lives and landscapes with trees [online]. Copyright © [cit. 22.04.2017]. Dostupné z: http://www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Swietenia_humilis.PDF

World Conservation Monitoring Centre. 1998. *Swietenia humilis*. The IUCN Red List of Threatened Species 1998: e.T32954A9744772. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T32954A9744772.en>. [cit. 15.04.2017]

Seznam tabulek

Tab. 1 - Seznam vylišených druhů (Smola, b.r.) upraveno.....	18
Tab. 2 - Vlnové délky barev.....	27
Tab. 3 - Seznam zkratk dřevin.....	31
Tab. 4 - Plochy jednotlivých pěstovaných druhů a směsí.....	33
Tab. 5 - Plochy dřevin k porovnání.....	36

Seznam obrázků

Obr. 1 - Situační mapa	9
Obr. 2 - Přehled světových biotů (Walter, 2002); úpr. a překlad. (Valíček, 2002)	11
Obr. 3 - Teploty (ITME)	12
Obr. 4 - Srážky (ITME)	12
Obr. 5 - Klimadiagram Puerto Cabezas (GCB)	13
Obr. 6 - Klimadiagram Managua (GCB)	14
Obr. 7 - Týková plantáž	16
Obr. 8 - Herbář – Týk (Tropicos.org)	19
Obr. 9 - Herbář – Melina (Tropicos.org)	20
Obr. 10 - Herbář – Caoba (Tropicos.org)	21
Obr. 11 - Herbář – Neem (Tropicos.org)	23
Obr. 12 - Sojka III (History:SojkaIII AČR)	26
Obr. 13 - iSTAR Ghost (iSTAR UAV)	26
Obr. 14 - RGB	27
Obr. 15 - CMYK	28
Obr. 16 - Postup snímkování	29
Obr. 17 - Výřer z ortofota	30
Obr. 18 - Graf poměru dřevin v jednotlivých odděleních	32
Obr. 19 - Klad listů	34
Obr. 20 - Graf pro porovnání procentuálního zastoupení dřevin	36
Obr. 21 - Porovnání ploch jednotlivých oddělení ve dvou měřeních	37

Přílohy

1. Přehledová mapa ve formátu A3; měřítko 1:10 000
2. Mapa území ve formátu A4 (6 kusů); měřítko 1:5 000