

**Univerzita Palackého v Olomouci**  
**Přírodovědecká fakulta**  
**Katedra ekologie a životního prostředí**



**Epifylní flóra mechorostů na výškovém gradientu**  
**Kamerunské hory (západní Afrika)**

Bakalářská práce

David Šindelář

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Biologie a ekologie

Forma studia: prezenční

Vedoucí práce: Mgr. Martin Dančák, Ph.D.

Olomouc 2019

## **Bibliografická identifikace**

**Jméno a příjmení autora:** David Šindelář

**Název práce:** Epifylní flóra mechorostů na výškovém gradientu Kamerunské hory (západní Afrika)

**Typ práce:** Bakalářská

**Pracoviště:** Katedra ekologie a životního prostředí, Univerzita Palackého v Olomouci, Šlechtitelů 241/27, 779 00 Olomouc – Holice

**Vedoucí práce:** Mgr. Martin Dančák, Ph. D.

**Rok obhajoby:** 2020

**Klíčová slova:** Kamerunská hora, epifylní flóra mechorostů, výškový gradient, epifylní mechorosty, nadmořská výška, epifyl

**Počet stran:** 66

**Počet příloh:** 3

**Jazyk:** český

### **Abstrakt:**

Tato bakalářská práce zahrnuje literární rešerši na dané téma spojenou s vlastním výzkumem epifylních mechorostů na herbářových položkách z výškového gradientu Kamerunské hory. Pozornost byla při výzkumu zaměřena na změny epifylní flóry mechorostů ve vztahu k nadmořské výšce. Výsledky výzkumu potvrdily, že nejvyšší výskyt epifylních mechorostů je ve středních nadmořských výškách a dále klesá v obou směrech s tím, že pokles směrem k vrcholu je mnohonásobně větší než pokles do nižších poloh. To bylo prokázáno hned několika různými způsoby, které dospěly ke stejným závěrům, přitom se, ale vždy zaměřovaly na jiné parametry (procento položek s epifyly, průměrná celková pokryvnost epifylů i poměrná pokryvnost v jednotlivých elevacích a počet listů s epifyly). Mimoto, byla hodnocena také taxonomická skladba druhů tvořících herbářové položky, kde byly nalezeny čeledi rostlin, které jsou preferovány epifylními mechorosty více než jiné čeledi. Největší výskyt epifylů byl nalezen u čeledí Myrtaceae (91 %), Ebenaceae (80 %) a Melastomataceae (80 %). Nejmenší výskyt epifylů byl zaznamenán u čeledí Poaceae (7 %) a Selaginellaceae (8 %). Tyto rozdíly částečně souvisí i s výškovou distribucí druhů jednotlivých čeledí a jejich ekologickými preferencemi. Bylo tedy potvrzeno, že nadmořská výška významně ovlivňuje výskyt epifylních mechorostů na Kamerunské hoře.

## **Bibliographical identification**

**Name and surname of the author:** David Šindelář

**Name of the thesis:** Epiphyllous bryophyte flora along altitudinal gradient on Mount Cameroon (West Afrika)

**Type of work:** Bachelor theses

**Department:** Department of Ecology and Environmental Sciences, Univerzita Palackého v Olomouci, Šlechtitelů 241/27, 779 00 Olomouc – Holic

**Supervisor:** Mgr. Martin Dančák, Ph.D.

**Year of defense:** 2020

**Key words:** Cameroon mountain, epiphyllous flora of bryophytes, altitudinal gradient, epiphyllous bryophytes, altitude, epiphyll

**Number of pages:** 66

**Number of attachments:** 3

**Language:** Czech

### **Abstract:**

This bachelor thesis includes review on its subject and is supplemented with own research of epiphyllous bryophytes occurring on herbarium specimens from an elevational gradient of Mount Cameroon. The attention was paid to changes in epiphyllous bryophyte flora in relation to the altitude. The results of the research confirmed that the highest occurrence of epiphyllous bryophytes is at medium altitudes and decreases in both directions, with the decrease towards the peak being many times greater than the decrease to lower altitudes. This was demonstrated in several different ways with the same conclusions, while focusing on different parameters (percentage of specimens with epiphylls, average total cover of epiphylls as well as relative covers in individual elevations and number of leaves with epiphylls). In addition, taxonomic composition of species comprising the herbarium specimens was studied revealing that there are families of plants preferred by epiphylls more than other families. The highest presence of epiphylls was found in the families of Myrtaceae (91 %), Ebenaceae (80 %) and Melastomataceae (80 %). The lowest occurrence of epiphylls was observed in Poaceae (7 %) and Selaginellaceae (8 %). These differences are partially related to altitudinal distribution of species of particular families and their habitat preferences. Thus, the results confirm that altitude shapes considerably the occurrence of epiphyllous bryophytes on Mount Cameroon.

**Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Martina Dančáka, Ph.D. s použitím uvedené literatury.

V Olomouci dne 23. 7. 2019

podpis.....

### **Poděkování**

Děkuji Mgr. Martinu Dančákovi, Ph.D. za možnost podílet se na výzkumu, ze které ho se nakonec stalo téma mojí bakalářské práce.

## OBSAH

1. ÚVOD .....	8
2. EPIFYLNÍ MECHOROSTY .....	9
2.1 Popis epifylismu .....	9
2.2 Negativní působení epifylie .....	9
2.3 Pozitivní působení epifylie .....	10
2.4 Rozmnožování.....	10
2.5 Diverzita a taxonomie .....	10
2.6 Způsoby příjmu živin a vody .....	11
2.7 Základní fyziologie .....	11
2.8 Vodní režim.....	11
2.9 Anatomické adaptace .....	12
2.10 Morfologické adaptace.....	12
2.11 Faktory růstu.....	12
2.12 Ekologie.....	13
3. VÝŠKOVÝ GRADIENT HOR A EPIFYLNÍ MECHOROSTY.....	16
3.1 Diverzita mechorostů vzhledem k nadmořské výšce .....	17
3.2 Změny ekofyziologických faktorů s nadmořskou výškou .....	18
3.3 Změny ekofyziologických faktorů uvnitř lesa .....	18
3.4 Metody určení výškové zonace .....	19
3.5 Klasifikace výškových zón .....	22
4. KAMERUNSKÁ HORA (MOUNT CAMEROON).....	24
4.1 Geologie.....	25
4.2 Klima .....	26
4.3 Stav lesní vegetace a přírody.....	27
4.4 Osídlení a zemědělství .....	28
4.5 Vegetační stupňovitost.....	29
5. CÍLE PRÁCE.....	35
6. METODIKA .....	35
7. VÝSLEDKY.....	37
A – Celková bilance herbářových položek .....	37
B – Vyhodnocení jednotlivých výškových gradientů .....	37
B1) Nadmořská výška 350 m. n. m.....	38

B2) Nadmořská výška 700 m. n. m.....	39
B3) Nadmořská výška 1100 m. n. m.....	40
B4) Nadmořská výška 1500 m. n. m.....	41
B5) Nadmořská výška 1800 m. n. m.....	42
B6) Nadmořská výška 2200 m. n. m.....	43
B7) Nadmořské výšky > 2200 m. n. m.....	44
B8) Společné zhodnocení všech nadmořských výšek .....	44
C – Průměrná pokryvnost epifylů .....	45
D – Přítomnost epifylů u čeledí rostlin .....	46
E – Listy a výskyt epifylismu.....	47
8. DISKUZE .....	48
9. ZÁVĚR .....	51
10. LITERÁRNÍ ZDROJE.....	53
PŘÍLOHY .....	62
Příloha 1 – originální data.....	62
Příloha 2 - tabulky.....	62
Příloha 3 – obrázky .....	64

## 1. ÚVOD

Množství epifytů na listech se mění podle nadmořské výšky, což koreluje s rozdílnými podmínkami, které v jednotlivých nadmořských výškách na tyto mechorosty působí. Výzkum epifylních mechorostů je v tropech Afriky omezený, a to kvůli malému počtu místních bryologů (Frahm 2003). Tato práce by mohla přispět k pochopení a objasnění, jak se flóra epifylních mechorostů (obrázek č. 1) mění na výškovém gradientu Kamerunské hory, kde probíhaly expedice, které sbíraly rostlinný materiál a dovezly jej až do Evropy, kde mohl být podroben detailnějšímu výzkumu, jelikož podmínky v tropech Afriky nejsou ideální (klíma, politická situace, finance atd.).



**Obrázek č. 1: Epifylní játrovky rostoucí na listech různých cévnatých rostlin. Převzato z Jiang et al. (2018), © Yanbin Jiang.**



## 2. EPIFYLNÍ MECHOROSTY

Mechorosty jsou mnohobuněčné zelené výtrusné rostliny, které však zůstaly závislé na vodním prostředí při pohlavním rozmnožování. Je pro ně typická heterofázická a heteromorfická rodozměna. Jejich individuální vývoj je spjat se střídáním obvykle nezeleného sporofytu, který vzniká z oplozené vaječné buňky na gametofytu a fotosyntetizujícího zeleného gametofytu, který živí sporofyt (Kalina & Váňa 2005). Řadíme je mezi zelené rostliny (říše Viridiplantae) a jsou děleny na tři oddělení: hlevíky (Anthocerotophyta), játrovky (Marchantiophyta) a mechy (Bryophyta), jak uvádí Váňa (2006).

### 2.1 Popis epifylismu

Podle typu kolonizovaných substrátů, na kterých se mechorosty vyskytují, můžeme epifytní mechorosty dále rozdělit na druhy epifytní vyskytující se na borce stromu, epifylní obývajících listy a epilittické druhy, které nemusí být výhradně epifytní a mohou využívat i skalní podklad (Frahm 2003). Epifylismus je tedy vztah, kdy na rostlině obvykle větších rozměrů (hostitel), roste další rostlina (epifyl), která využívá tuto hostitelskou rostlinu jako svůj pasivní substrát (list). Nedochozí tedy k žádnému metabolickému nebo trofickému propojení. Pro epifylní rostliny je tento vztah kladný, protože využívají pro sebe vhodné podmínky (absence kořenové konkurence, dostatečné sluneční záření apod.). Zatímco u hostitelských rostlin je tento vztah neutrální, přičemž může dojít v určitých případech až k negativnímu působení, kdy epifyl sníží svým pokryvem intenzitu fotosyntézy (Slavíková 1986). Substrátem specifické jsou jen některé druhy mechorostů. Dále hodně druhů roste na různých podkladech. Růst epifylů je spjat s vlhkostí, jejíž vyšší hodnoty zvyšují přechod mechorostů z kůry na list. Stanoviště s epifylními mechorosty sdílí zelené řasy, lišejníky, sinice a houby. Dohromady tvoří specifické životní prostředí, fylosféru. (Frahm 2003).

### 2.2 Negativní působení epifylie

Hostitelská rostlina může být tedy poškozena, pokud má na listech hustý pokryv epifylních mechorostů a je na stinném stanovišti s relativní intenzitou světla menší než 2 % (Bentley & Carpenter 1980, 1984; Bentley 1987, 1989; Carpenter 1992). I přesto toto tvrzení by epifylní

mechorosty podle posledních názorů neměly mít významný vliv na fotosyntetickou bilanci hostitelského listu (Goffinet & Shaw 2009).

### **2.3 Pozitivní působení epifylie**

Epifylní mechorosty mohou mít i pozitivní účinky na svého hostitele, protože obsahují antipredační látky, které mohou odrazovat herbivory. Mezi důležité interakce epifylů patří ty se sinicemi, které využívají jejich vlhké mikroprostředí a žijí tak s mechorosty v úzkém kontaktu. Sinice fixují dusík, který může využít jak hostitelský list, tak i samotný mechorost (Bentley & Carpenter 1980, 1984; Bentley 1987, 1989; Carpenter 1992). Kompetiční vztahy epifylů s ostatními organizmy nebyly moc studovány, ale například s epifytickými lišejníky mají nejspíš strategie vzájemnému vyhýbání se (Frahm 2003).

### **2.4 Rozmnožování**

U mechorostů (včetně epifylních) je také přítomno vedle pohlavního rozmnožování rovněž nepohlavní rozmnožování, kdy se mohou mechorosty šířit pomocí gem vzniklých z okrajů fyloidu, fragmentací větví či kauloidu nebo vznikají z buněk fyloidů specifické diaspory. Nepohlavní rozmnožování u epifylních mechorostů najdeme například u játrovek řádu Radulales, konkrétně u sekce Epiphyllae, kde se objevují terčovité gemy nebo opadavé laloky, které plní funkci diaspor (Váňa 2006).

### **2.5 Diverzita a taxonomie**

Výskyt epifylů je nejvýraznější pro oblasti subtropů a tropů, kde rostou rovněž velké vždyzelené rostliny (Sjögren 1975; Pócs 1982). Mezi nejčastější epifylní mechorosty patří drobné foliózní játrovky z čeledi Lejeuneaceae (Coley et al. 1993), která zahrnuje 95 % všech epifylních mechorostů (Frahm 2003) a dále také rody jako *Radula*, *Frullania* nebo *Plagiochila*. Fakultativně se vyskytují často mechy (Coley et al. 1993). Příkladem epifylního mechu může být rod *Crossomitrium* (Equihua & Pócs 1999). U oddělení hlevíky je možné najít epifylní rod *Dendroceros* (Váňa 2006). Příklady různých epifylních mechorostů jsou zobrazeny na obrázcích č. 2, 3, 4 a 5.

## **2.6 Způsoby příjmu živin a vody**

Vítr (Slavíková 1986) a déšť sebou nesou živiny. Větší srážky znamenají, že se do těl mechorostů dostane více živin (Frahm 2002). Ke svému růstu nejvíce potřebují dusík, fosfor, síru, vápník a hořčík. Množství spotřeby se u jednotlivých druhů liší (Váňa 2006). Další živiny mohou získat z rozkládající se kůry, prachu nebo výluhem z koruny stromů (Bengstrom & Tweedie 1998; Hietz et al. 2002) či látek splavených z listů. Jako zdroj živin může sloužit i odumřelá biomasa epifylních mechorostů, kterou rozloží mikroorganismy. Veškerou vodu mají tyto epifyty buď z kondenzované vody (mlha, rosa), z dešťových srážek (Slavíková 1986) nebo kondenzací vzdušné vlhkosti na určitých orgánech například pomocí chlupů (Váňa 2006). Úplný biotop s drobnou zoofaunou a dostatkem humusu vzniká až po delším vývoji tohoto stanoviště, které mechorosty obývají (Slavíková 1986).

## **2.7 Základní fyziologie**

Mechorosty (včetně epifylních) mají řadu fyziologických charakteristik shodných s cévnatými rostlinami. Je to i důvod proč nejsou moc využívány ve fyziologických výzkumech (Frahm 2003). Rozdílný je u (epifylních) mechorostů oproti cévnatým rostlinám vodní režim, který je poikilohydrický se závislostí na vnějším prostředí a přímá závislost sporofytu na gametofytu ve výživě a vodním režimu (Váňa 2006).

## **2.8 Vodní režim**

K vodnímu režimu mechorostů jsou ve stejném způsobu rovněž přizpůsobeny anatomické struktury, protože perioda pro fotosyntézu je také perioda, ve které jsou rostliny turgescenční. Struktury rostlinného těla jsou uzpůsobeny tak, aby se co nejrychleji (během pár sekund) dostaly na začátek fotosyntézy (Frahm 2003). Jsou to rostliny poikilohydrické, které ve většině případů nemají přítomnou kutikulu, tedy nemají efektivní regulaci obsahu vody ve své stélce. Většina druhů je ektohydrických. To znamená, že přijímá vodu s živinami celým svým povrchem. Tato voda je okamžitě použitelná. Z toho vyplývá přímá závislost na podmínkách okolního prostředí. Osmotická hodnota buněk určuje množství přijaté vody (Váňa 2006).

## 2.9 Anatomické adaptace

Anatomické adaptace, souvisejí zejména s uchováním a vedením vody. Jsou reprezentovány papilami na povrchu listu, ciliemi, speciálně ohnutými listy tvořícími nádobku na vodu (čeledi Radulaceae a Lejeuneaceae), hyalocystami, přítomností vnějšího vedení vody, křídelnými buňkami (v listech některých mechů) a přítomností centrálního žebra, například u mnoha akrokarpních mechů (Frahm 2003). Vybraní zástupci mají buď část fyloidů, nebo spodní lalok fyloidu uzpůsobený k zachycení vody. Například mnohé druhy z čeledi Lejeuneaceae nebo rodu *Frullania* (Váňa 2006).

Hyalodermis je typ korové vrstvy, který je složen z tenkostěnných a velkých buněk. Tento typ se vyskytuje u vybraných rodů např. u čeledi Lejeuneaceae aj. V kůře jsou tenkostěnné a velké buňky sloužící jako úložiště s rezervoárem vody, zatímco tlustostěnné a drobné buňky mají za úkol zpevňovat (Váňa 2006). Hyalocysty skladují vodu i na vlhkých stanovištích, kde to není nutné, a mohou uložit velké množství vody. Vedení struktur a skladování vody bylo s úspěchem využito v deštných pralesích střední Afriky (Kürschner & Seifert 1995), Peru (Frahm 1987) a Bornea (Frey et al. 1990) pro výzkum vegetační stupňovitosti mechorostů (Frahm 2003).

## 2.10 Morfologické adaptace

Setkáváme se rovněž s typickými morfologickými adaptacemi, které umožňují tento způsob života. Patří mezi ně tvorba diaspor za krátké období, krátký životní cyklus, redukce gametofytu (Frahm 2003), endosporické klíčení (Váňa 2006), hojná tvorba gem, adaptace pro udržení na listu díky slizu či gemou pomocí rhizoidálních disků nebo samotnou rostlinou (Frahm 2003).

## 2.11 Faktory růstu

Mezi hlavní faktory ovlivňující růst mechorostů (včetně epifytů), je voda a světlo. Dalším faktorem je pH a chemické složení substrátu, které ovlivňuje hlavně druhové složení kolonie. Důležitá je také vodní bilance a vlhkost prostředí. Specificita hostitelského stromu nebo listu se u mechorostů vztahuje k chemii a struktuře podkladu (substrátu), což má vliv na klíčení a uchycení nových rostlinek z výtrusů. Obecně platí, že čím je substrát (podklad) brázditější, tím

větší má povrch drsnost, objem zadržené vlhkosti a stanovišť pro uchycení nových rostlinek mechu (Váňa 2006).

## 2.12 Ekologie

Většina dnes známých mechorostů roste v tropických horách, přičemž množství fyto­masy a počet druhů se zvyšuje s nadmořskou výškou. Je to způsobeno fyziologií, která je podobná s fyziologií mechorostů v mírném pásmu (Frahm 2003).

Pro oblasti deštných lesů (mírné a tropické) je speciální charakteristikou velké množství epifytických mechorostů včetně epifylních. Za tento jev může vysoká vlhkost, které umožňuje poikilohydrickým mechorostům mít po celou dobu aktivní fotosyntézu a je zde tedy i vyšší produkce fyto­masy (Frahm 2002).

Velkou pozornost získalo studium epifylů, protože se tvrdilo, že jsou specifickou doménou tropických deštných lesů. Přitom jsou ale typické pro všechny stálezelené deštné lesy. Rovněž se vyskytují v mírných deštných lesích (například v tzv. Valdiviánských deštných lesích v Jižní Americe). Pro druhy rostoucí epifylicky je důležitá přítomnost vhodných listů a vysoké úhrny srážek. Listy pro ně mají význam jako substrát pro uchycení a to poukazuje na fakt, že mohou mechorosty také růst na lahvích, ještěrkách, broucích, želvách, průsvitných kapradinách nebo dokonce na jiných mechorostech (Frahm 2003).

V tropických lesích je největší množství epifytů, které jsou často na listech, díky příhodným podmínkám. Proto můžeme na listech najít kromě mechorostů rovněž drobné kapradiny, řasy a sinice. V České republice jsou mezi epifyty především nižší rostliny jako lišejníky či řasy a z vyšších rostlin mechorosty, případně kapradorosty (Slavíková 1986).

Horské druhy tropů nemohou podmínky nížin tolerovat a u nížinných druhů není zatím jasno, jak podmínky nížin snášejí. Hypotéz na toto téma je několik. Jedna tvrdí, že nížinné druhy ze shnilého rostlinného materiálu blízko země získávají oxid uhličitý, který se uvolňuje a kompenzuje nízkou intenzitu světla. To by mohlo objasnit efekt, že mají některé epifylní mechorosty jasný horní limit kolem 1 m v nížinných lesích. Další hypotézou je, že k zisku vyšší bilance fotosyntézy za nízkých světelných podmínek využívají nížinné druhy rozdílné fytochromové systémy. Více světla a tedy i vyšší rychlost fotosyntézy mají druhy ve vnější části koruny, ale jsou zase, zejména v poledne, vystaveny většímu vysoušení (Frahm 2003).

Studie diverzity zahrnují analýzu diverzity větších zeměpisných oblastí, na jednotlivých lokalitách a na jednotlivých listech (Lucking 1995, 1997). Ekologické studie zahrnují určení vlivu listové priority, lidského zásahu, mikroklimatu, složení druhů a nadmořské výšky. Většina druhů má areál od nížin (500 m. n. m.) až do vysokohorského prostředí (3 000 m. n. m.) s tím že jen několik druhů je omezeno na nížiny (Eggers 2001). Počet fakultativních epifylních druhů se zvyšuje se zvyšováním nadmořské výšky (Bentley & Carpenter 1980, 1984; Bentley 1987, 1989; Carpenter 1992).

Vliv člověka a suchého klimatu způsobil pokles diverzity, jehož projevem jsou porosty malých přitisklých druhů. Zatímco v podmínkách vysoké vlhkosti mohou epifylní druhy dokonce změnit svůj růst na vzpřímený (Frahm 2003).

Můžeme rozlišovat pro epifylní druhy tři mikrostanoviště: koruna, porostní mezery a stinný podrost. Hlavně místa podél toků, tedy světlé lokality s dostatečnou vlhkostí, jsou nejvíce bohaté na druhy. Důležité jsou rovněž interakce mezi hostitelským listem a dalšími listovými organismy. Podmínky prostředí, ve kterém mechrosty rostou, se mění i s nadmořskou výškou čemuž odpovídají anatomické a morfologické adaptace (Frahm 2003).



**Obrázky č. 2, 3, 4 a 5 - Epifylní mechorosty na listech rostlin. 2 – Převzato z Bocas Research Station (<https://www.youtube.com/watch?v=-B4GbsQYxEI>). 3 – © E. Kraichak (<https://kraichak.weebly.com/research.html>). 4 – © Sott Zona (<https://www.flickr.com/photos/scottzona/13412436125>). 5 – Převzato z Shumway et al. (2009), © A. Friberg.**

### 3. VÝŠKOVÝ GRADIENT HOR A EPIFYLNÍ MECHOROSTY

Mechorosty jsou skvělými indikátory pro určování výškových zónací. Reakce na výšku je citlivější než u cévnatých rostlin a navíc je mechorostů menší počet. Stanovení je tedy jednodušší. Tento fakt byl potvrzen při výzkumech mechorostů v Kolumbii, východní Asii, Peru a střední Africe. Byly tedy nalezeny rozdíly mezi jednotlivými nadmořskými výškami a výskytem mechorostů (Frahm 2003), jelikož fytohmota mechorostů roste s nadmořskou výškou, kdy se zvyšují srážky a vlhkost. Tento jev můžeme najít také v horách mírného pásu, kdy může být produkce fytohmoty stejná jako v tropech a to i v ne moc vysokých nadmořských výškách nebo docela suchých oblastech (Frahm 2002).

Příkladem mohou být studie o změnách druhů, krytu a fytohmoty mechorostů podél výškových transektů ve vysokých horách, kde jsou přítomny tropické deštné lesy Bornea, Kolumbie, Papuy Nové Guineji a Peru, které ukazují, že v různých částech vlhkých tropů lze nalézt podobné výškové zónace. Navíc mechorosty mají velký geografický rozsah, perfektně reagují na jakékoli změny klimatu, jsou přítomny v tropických deštných lesích a jejich počet druhů málo. Proto jsou při obecné konstrukci schématu výškové zónace tropických deštných lesů užitečnými nástroji (Frahm & Gradstein 1991).

Mnoho studií řešilo nadmořskou výšku tropických deštných lesů a to dalo vzniku více klasifikací, ale s rozdílnou terminologií. Tyto systémy buď cílí na faktory klimatu (Troll 1959; Holdridge a kol. 1971; Lauer 1986) nebo řeší botanické vlastnosti lesa (Richards 1952; Grubb 1974; Prance 1989).

Vlhkost (potenciální evapotranspirace, srážky, mlha) a průměrná roční atmosférická teplota jsou nejdůležitějšími faktory klimatu. S rostoucí nadmořskou výškou klesá i teplota, která je, ale v celých rovníkových oblastech konstantní. Proto byly vytvořeny pro deštný les tři pásy a to „tierra caliente“, „tierra templada“ a „tierra fria“ (Troll 1959; Hueck 1966). Vše je také znázorněno na obrázku č. 6. Tato zónace má, ale i své nedostatky, protože teplota klesá postupně a přesnou indikaci stupňovitých limitů pásů není možné poskytnout. Praktické určování pomocí faktorů klimatu je tedy v deštných lesích omezené, jelikož údaje o klimatu nemusí být vždy k dispozici (Frahm & Gradstein 1991).

Cosé tyto botanické parametry, jsou hlavně odvozeny ze struktury a z fyziologie lesa, kdy je součástí hodnocení množství epifytů, stromových kapradin a lián. Dále se zabývá rovněž velikostí listů, výškou lesa a morfologií stromů. Nedostatek dominantních druhů



(hlavně v nižších nadmořských výškách) způsobuje menší využití floristické skladby lesa (Frahm & Gradstein 1991).

Obecně jsou mechorosty skvělými biologickými ukazateli vlhkosti a teploty. Přitom jsou v tropickém deštném lese jeho nápadnou součástí (Richards 1984; Gradstein & Pócs 1989). Epifytní mechorosty tvoří většinu ze všech mechorostů v tropickém deštném lese. Silná vrstva spadlých a mrtvých listů je kvůli své síle omezující pro terestrické mechorosty v nižších výškách, ale na horách a v subalpinských deštných lesích, kde je, ale vlhká a kyselá půda, mohou být pozemní mechorosty nápadné. Epifyté kolonizují stromy, odumřelé stromy, dřevité liány a podobně. Některé z nich rostou na živých listech, protože jsou epifytní. Mezi další faktory, které ovlivňují, schopnost mechorostů usadit se na daném místě (například list), patří také nepatrné rozdíly v zásobování vodou, světlem a živinami. Proto na různých částech rostlin, které epifyti obývají, mohou růst různé druhy a v různém množství. Nesmíme rovněž zapomenout na chemické a fyzikální vlastnosti substrátu, které jsou pro epifytické mechorosty velmi podstatné (Frahm & Gradstein 1991).

Je tedy možné konstatovat, že mechorosty, jsou použitelné pro distribuci výškových typů lesa ve vysokých rovníkových horách. Výškové gradienty jsou tedy určeny dle různých údajů, jako jsou změny druhů, fytomasy a pokrytí. Výškové limity různých pásů deštných lesů se hodně liší dle zeměpisné šířky, místního klimatu a substrátu. Dále existují velké rozdíly mezi velkými a malými horami. Tento fakt popisuje tzv. „Massenerhebung“ efekt (Grubb & Whitmore 1966).

### **3.1 Diverzita mechorostů vzhledem k nadmořské výšce**

Diverzita druhů velmi závisí na nadmořské výšce. Při studiích diverzity se počítají počty druhů na daných listech. U játrovek a mechů je rozdílná míra diverzity. Ale v horním horském pásu nad 2 000 m a spodním horském subalpinském pásu mají lesy méně druhů, přitom je obecný trend, že se počty druhů mechorostů zvětšují s narůstáním nadmořské výšky. Mnoho druhů játrovek může být rovněž v nížinných lesích, kde je tato odlišnost od obecného trendu vyvolána fyto geografickými, půdními, fyziologickými a klimatickými faktory. Rozdíly v diverzitě nejsou jen mezi játrovkami a mechy, ale také v rámci rozdílných čeledí a rodů. Pro zjištění rozdílů mezi různými nadmořskými výškami nebo regiony je výhodné znát spektra rodů nebo čeledí. Do čeledi Lejeuneaceae patří kolem 70 % všech druhů v nížinných lesích. Důvodem je,

že většina mechorostů je charakteristická pro chladné temperátní podnebí a kolonizace tropů v terciéru začala od chladné temperátní Gondwanské flóry. Pro imigrace taxonů byly neotropické Andy vhodnou cestou. Následně došlo ke speciaci. Proto nížinné taxony mají relativně mladé adaptace na fyziologicky drsné podmínky tropických nížin. Čeleď Lejeuneaceae je adaptovaná na tento druh nového stanoviště pomocí explozivní adaptivní radiace. Studium výsledků z jednoho hektaru lesa tak může reprezentovat data za celé výškové pásmo, protože hustota kvetoucích rostlin je mnohem nižší než u mechorostů (Frahm 2003).

### **3.2 Změny ekofyziologických faktorů s nadmořskou výškou**

Na transektu od nížiny do subalpínského lesa se mění faktory prostředí jako vlhkost, teplota a intenzita světla. Důsledkem jsou různé růstové formy, různé anatomické adaptace druhů a různé formy životního spektra. Rovněž se zvyšuje fytomasa mechorostů (Frahm 2003).

Na 100 m nadmořské výšky klesá nepřetržitě průměrná teplota o cca 0,6 ° C a měřením teploty půdy v hloubce 30 cm je možné lehce určit průměrnou roční teplotu v tropech. S rostoucí nadmořskou výškou roste intenzita světla. Ve vyšších polohách jsou nižší lesy s menšími listy, což umožňuje mechorostům rostoucím v přízemní vrstvě dostat se v subalpínském lese až na hodnotu pokryvnosti 100 % (Frahm 2003).

To, že má tropický deštný les konzistentní vysokou vlhkost, je mýtus. Bohužel dříve uváděný v učebnicích ekologie. Existuje snížení vlhkosti v poledne, které potvrdila měření v mnoha částech tropů. Snížení může dosáhnout 60 % a méně relativní vlhkosti. Vlhkost vzduchu se zvyšuje s rostoucí nadmořskou výškou, protože s klesající teplotou přibývá srážek, jelikož voda obsažená ve vzduchu klesá s teplotou. To znamená, že pokles relativní vzdušné vlhkosti je způsoben nabráním větší vlhkosti vzduchu v nížinách při vysokých teplotách než při nižších teplotách vzduchu v horách. Bod nasycení bude dosahovat způsobení mlhy nebo mraků, pokud se vzduch ochlazuje nepřetržitě s nadmořskou výškou. To vysvětluje, proč se ve vyšších nadmořských výškách vyskytují mlžné lesy (Frahm 2003).

### **3.3 Změny ekofyziologických faktorů uvnitř lesa**

Ve směru od země do koruny dochází uvnitř lesa k jasnému navýšení intenzity světla. Nízký počet druhů je na zemi v nížinných lesích způsoben jen 1% intenzitou světla. Zatímco v korunách je intenzita světla na úrovni otevřeného místa. S rostoucí výškou klesá vlhkost,

kteřá je v dolní části lesa po celou noc a den vysoká. V poledne dosahuje vlhkost extrémně nízkých hodnot v korunách. Mechorosty obývající koruny, mají hodně světla, ale musí snášet vysoké teploty společně s vysoušením. Zatímco mechorosty v dolní části lesa mají vysokou vlhkost, ale intenzita světla je nízká. Obojí má anatomické a morfologické adaptace na dané prostředí. Relativní vlhkost 80 % je pro mechorosty kritická hodnota. Tato hodnota byla určena při pozorování v terénu, kdy mechorosty s vlhkostí nad 80 % zůstávají turgescentní a pod 80 % vyschnou. Je to proto, že mechorosty podle výšky svých osmotických hodnot mohou přijmout vlhkost ze vzduchu. Mechorosty jsou poikilohydrické rostliny, které mají při turgescenci aktivní metabolismus, protože jsou mokré a fotosyntéza probíhá jen na světle při aktivním metabolismu, ale v noci tento aktivní stav způsobuje dýchání a je třeba jej z bilance fotosyntézy odečíst. Proto druhy žijící v podrostu lesa s nízkou intenzitou světla ve dne, mají přes noc silné ztráty způsobené respirací. Dosažení čisté fotosyntézy u mechorostů v podrostu nížinných lesů nebylo dosud zkoumáno. Je možné, že vyšší míra fotosyntézy je způsobená světelnými skvrnami procházejícími přes koruny a slunečním svitem putujícím po půdním povrchu. Mechorosty totiž mají v dolní části lesa nerovnoměrné a rozptýlené distribuce (Frahm 2003).

### **3.4 Metody určení výškové zonace**

Zonace deštných pralesů podle nadmořské výšky je možná více způsoby. Zejména podle odhadu fytomasy, odhadu krytu, počtu druhů, morfologických adaptací, stanovení spektra životní formy, složení společenstev, stanovení floristických diskontinuit a floristické analýzy (Frahm 2003).

#### **- ODHAD VÝŠKOVÉ ZONACE PODLE KRYTU**

Také určení krytu, který tvoří mechorosty na listech stromů, poskytuje jasná data o vegetační stupňovitosti dané lokality. Podél transektu se mění množství fytomasy, což je dáno fyziologickými faktory. A tyto měnící se ekologické podmínky vyjadřují fytomasu (Frahm 2003).

#### **- ODHAD VÝŠKOVÉ ZONACE PODLE POČTU DRUHŮ**

Určení podle počtu druhů je charakteristické pro různé nadmořské výšky a zobrazuje typickou křivku podél transektu. Výhodou je že není podmínkou určit všechny druhy, ale stanovit jen

počet na plochu. Počty druhů v podrostu vysoce narůstající v horském lese a nad jeho horní hranicí. Naopak v nížinných lesích je počet nízký a další nárůst lze zaznamenat v podhorském lese a o něco více je ve spodních podhorských lesích (Frahm 2003).

#### **- ODHAD VÝŠKOVÉ ZONACE PODLE SPEKTRA ŽIVOTNÍ FORMY**

Mění se podmínky prostředí odrážejí autekologické adaptace. Zde je možné odvodit výškovou zonaci dokonce bez určení druhů (Frahm 2003). Životní formy tedy odrážejí místa růstu a jsou adaptacemi na speciální ekologické niky. Jsou zejména související k vlhkostním podmínkám (Tobiessen et al. 1977; Pócs 1982; Thiers 1988; Proctor 1990) a určují se podle morfologických znaků (Frahm 2003). V deštných lesích And z Kolumbie (Groot et al. in Frahm 2003), jihovýchodní Asie (Frey et al. 1990) a střední Afriky (Frey et al. 1995) byly životní formy úspěšně využity pro určení výškových pásů (Frahm 2003).

#### **- ODHAD VÝŠKOVÉ ZONACE PODLE FLORISTICKÝCH DISKONTINUIT**

Stanovení podle floristických diskontinuit je varianta předchozích metod a je založena na tom, že všechny druhy mechorostů mají horní a spodní hranice svých výskytů podél transektu. Proto dojde k určení nadmořské výšky z tabulky s údaji o výskytech jednotlivých druhů, kdy zaleží na tom kolik druhů má své nejhornější a nejspodnější výskyty v každé z nadmořských výšek. Výsledky se následně vynesou do grafu. Hledanou nadmořskou výškou je ta, ve které je nalezen maximální počet druhů s největšími nebo nižšími výskyty, což ukazuje na změnu ve stupňovitosti naznačenou posunem ve složení druhů (Frahm 2003).

#### **- ODHAD VÝŠKOVÉ ZONACE PODLE FLORISTICKÉ ANALÝZY**

Využívá se při ní skladba druhů, která se stanoví podél transektu. Analýzy prováděné tímto způsobem jsou dostatečné, pokud jsou dělané v nenarušených oblastech. Za dostatečné jsou považovány intervaly 200 m. n. m. Velikost zkoumané plochy je většinou jeden hektar, protože je to nejpoužívanější a nejrozšířenější hodnota využívaná jako reprezentativní prostor. Dále je používán i rozměr 25 x 25 m a je rovněž přijatelný v závislosti na struktuře lesa. Složení druhů nebo omezení určitých rodů na určité nadmořské výšky je v tropických lesích tak charakteristické, že zkušenější bryologové mohou, často určit nadmořskou výšku například jako 200 m. n. m. aniž by použili výškoměr, jen podle druhů mechorostů, které se na daném místě vyskytují, protože hodně rodů a druhů přímo indikují daný výškový pás. Výškové pásy

jsou deprimované tím více, čím vyšší je vlhkost, což znamená, že absolutní nadmořská výška je upravena pouze vlhkostí. Druhovú charakteristika vyšších nadmořských výšek v hyperhygrických podmínkách, je daleko víc, niž než je v sušších oblastech (Frahm 2003).

#### **- ODHAD VÝŠKOVÉ ZONACE PODLE POMĚRU HLEVÍKŮ, JÁTROVEK A MECHŮ**

Nesmíme zapomínat, že mezi hlevíky, játrovkami a mechy jsou jasné rozdíly. Mechy například lépe snášejí vysychání než játrovky (s několika výjimkami u podtřídy Marchantiidae). Proto vlhké podnebí může být indikováno přítomností játrovek. V Evropě a Severní Americe dochází k snížení játrovek z oceánského západního pobřeží do vnitrozemí kontinentů se snižující se vlhkostí a srážkami. Ke zvýšení dochází opět na horách. V tropech platí to samé. Proto může být poměr mechů a játrovek lehce použitelný pro popis různých klimatických podmínek v odlišných vzdálenostech od oceánu a nadmořských výškách. Bryoflóra může být zastoupena v tropech ze 40 % játrovkami ve vybraných regionech. Ale toto procento může růst až k hodnotě 90 % a je dosahováno například v regionu Chocó v Kolumbii, což je hyperhumidní oblast s největšími úhrny srážek na světě. Procento hlevíků a játrovek je díky vyšší vlhkosti vyšší v tropech než jinde na světě (Frahm 2003).

#### **- ODHAD VÝŠKOVÉ ZONACE PODLE MORFOLOGICKÝCH ADAPTACÍ**

K popisu rozdílných ekologických podmínek je možné využívat morfologii rostlin, která je reakcí na faktory životního prostředí. Studie zabývající se stoupáním nadmořské výšky, například výškové transekty nebo při srovnávání rozdílných habitatů, je užitečná analýza morfologie. Pokud nejsou druhy přesně známy, tak při užití analýzy morfologických adaptací získáme užitečné vhledy ve vegetační stupňovitosti deštných lesů. Anatomie a morfologie se týkají tyto adaptace (Frahm 2003).

#### **- ODHAD VÝŠKOVÉ ZONACE PODLE SLOŽENÍ SPOLEČENSTEV**

Epifylní mechorosty, stejně jako ostatní rostliny tvoří společenstva složená z různých druhů. Jedná se totiž o druhy, které mají společné preference daného biotopu. Tato druhová složení jsou hodně typická a pravidelná. Podle kombinace druhového složení daného společenstva je možné určit nadmořskou výšku, charakterizovat stanoviště nebo klimatické podmínky. Jako druhy mohou být seskupeny podle podobnosti k řádům, čeledím a rodům. Rovněž je možné hierarchicky utřídit daná společenstva. Bryosociologie je založena na faktu, že daný druh

mechorostu neroste izolovaně a jeho růst je dán ekologickými faktory prostředí (růst s dalšími druhy nebo i zvířaty v biocenóze). Vliv změny ekologických parametrů (disturbance nebo nadmožská výška) je na celé společenstvo a ne na jediný druh. Určité místo výskytu s určitými ekologickými podmínkami charakterizuje určitý komplex druhů souhrně nazývaný jako společenstvo (Frahm 2003).

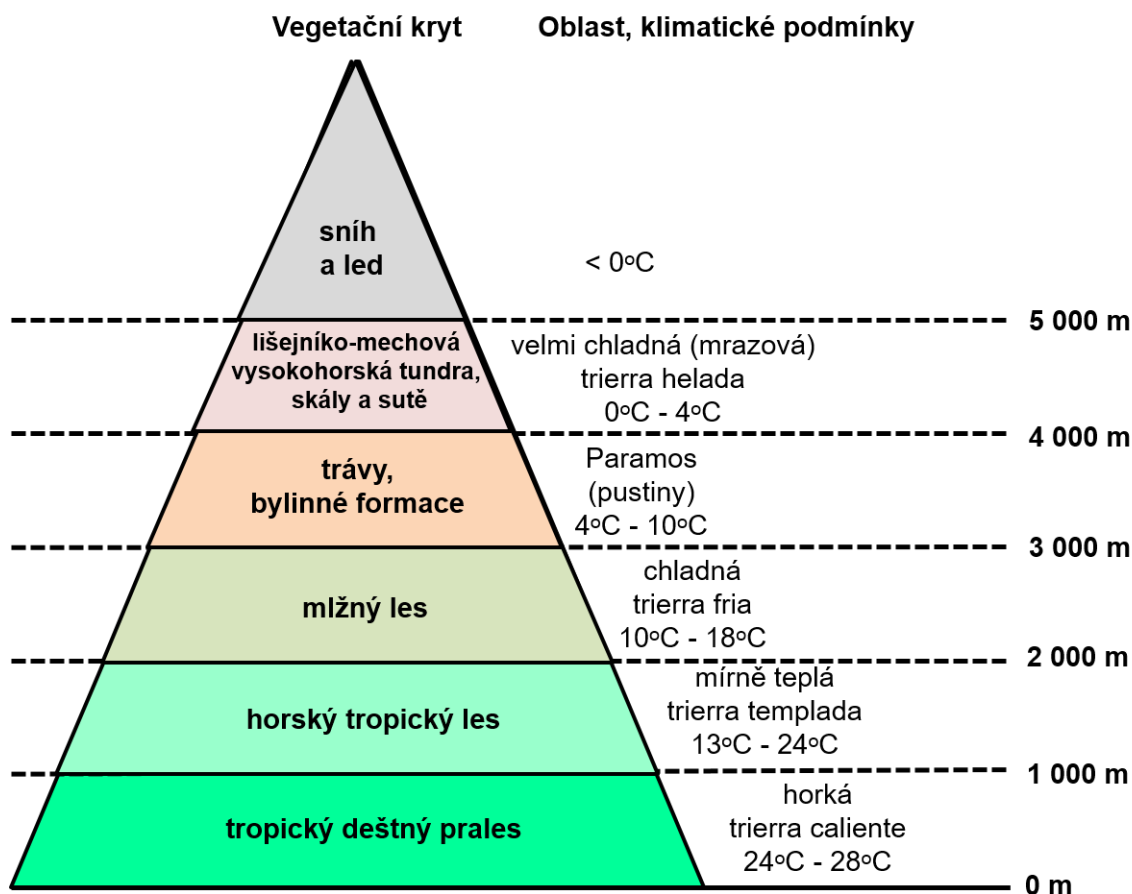
### 3.5 Klasifikace výškových zón

Všech osm výše uvedených metod poskytuje shodné výsledky. Výškové pásy vlhkých tropů jsou popsány v četných terminologiích a klasifikacích. Byly, ale odvozeny rozdílně a to buď podle různých skupin živočichů zahrnující ptáky a motýli nebo od vzhledu lesa (přítomnost stromových kapradin, palem, výška atd..), které byly obvykle využívány geografy. Místními jmény jsou tyto pásy pojmenovány rozdílně. V jihoamerických podmínkách např. jako bosque andino, selva neotropical inferior nebo bosque subandino či jako tierra fria, tierra caliente nebo tierra templada (obrázek č. 6) či jako čísla, v češtině obvykle jako mlžný les, deštný les nebo horský les. Terminologie je tedy rozdílná, i když by správně měla být celosvětově sjednocená a využívat by se měl stejný systém. Je proto doporučena klasifikace na horní horský les, spodní horský les, subalpínský les, submontánní les a nížinný les. Předpona tropický by se měla dávat pro označení podmínek tropů (Frahm 2003).

Výškovou zonaci odvozenou od mechorostů, označujeme jako primárně klimatickou. Klimatické faktory určují fytomasu, počet druhů, adaptace a druhové složení. Jedná se tedy o ekologické podmínky v lese a nikoliv o klasifikaci mechorostů. Výškové pásy v zeměpisných šířkách rovníku jsou členěny jako nížinný les (3-400 m. n. m.), submontánní les (1 100-1 300 m. n. m.), dolní horský les (1 800 m. n. m.), horní horský les (2 800 m. n. m.) a subalpínský les (hranice lesa), jak uvádí Frahm (2003).

Limity určené pro tyto vegetační pásy jsou mírně rozdílné, protože závisí na vlhkosti, nadmožské výšce hory, expozici, rozdílnosti izolovaných hor od horských pásem a zeměpisné šířce. Ke stlačení výškových pásů došlo v regionech s vyššími srážkami. Příčinu lze hledat mezi dalšími působícími faktory, které snižují teploty. Vysoká vlhkost, která je charakteristická pro určité druhy mechorostů, se vyskytuje například ve vysokohorském pásu, je realizována také v nižších nadmožských výškách. Co se týče nadmožské výšky tak nízké hory mají stlačenou vegetační stupňovitost a zřetelný vrcholový efekt nahoře, což vyvolává i při nižších

nadmořských výškách subalpínské podmínky. Prodloužené výškové pásy mají vyšší hory. Způsobuje to "efekt hmoty" hory, který vyvolává vyšší teploty. Dalším je expozice svahů ke Slunci. Exponované svahy mají vyšší limity než severu vystavené svahy. Jedná se tedy o silný důkaz, že zonace je způsobena teplotou. Posledním zmíněným vlivem je zeměpisná šířka. Od rovníku k pólům se snižuje horní hranice lesa až do dosažení úrovně hladiny moře v Antarktidě nebo Arktidě. Proto, nejsou výškové pásy stlačené a závisejí na zeměpisné šířce na úrovni hladiny moře. Příkladem může být jihovýchodní Brazílie, kde začíná podhorský les na úrovni hladiny moře místo nížinného lesa, který zde není. Tento les má srovnatelné počty druhů, fytomasu, pokryv a stejnou "mechatost" jako má v rovníkové zeměpisné šířce v 800 m. n. m. tropický deštný les. Subalpínský les And je v Patagonii na úrovni hladiny moře. Bryologické charakteristiky lesa v Ekvádoru a Patagonii na 3 300 m jsou ve skutečnosti velmi podobné a navíc je hodně druhů zastoupeno v obou lesích (Frahm 2003).



**Obrázek č. 6: Výšková stupňovitost rovníkové oblasti.**

Zdroj: Převzato z prezentace (<https://slideplayer.cz/slide/15128113/>) © Mgr. Martina Ježková (2013).

#### 4. KAMERUNSKÁ HORA (MOUNT CAMEROON)

Kamerunská hora (obrázek č. 7) se nachází v západní Africe (Balatka et al. 1971) v jihozápadní části (Encyclopædia Britannica 2019) republiky Kamerun, která leží mezi vnitrozemským jezerem Čad (Balatka et al. 1971) a zálivem Bonny (Dančák osobní sdělení), který je výběžkem Guinejského zálivu (Balatka et al. 1971). Tento záliv je součástí Atlanského oceánu (Encyclopædia Britannica 2019). Mount Cameroon s výškou 4 095 m. n. m. je nejvyšším vrcholem Kamerunské vysočiny, která tvoří široce izolované pohoří ve středozápadní Africe. Jedná se o aktivní sopku (Cable & Cheek 1998), havajského typu. Jedná se tedy o stratovulkán, který nemá centrální kráter. Erupce se odehrávají na horských úbočích, kdy vznikají lávové proudy a četné malé kužely (Halliday et al. 1988). Zároveň je nejvyšší horou západní Afriky (Jérémine 1943) a centrální subsaharské oblasti (Encyclopædia Britannica 2019).



**Obrázek č. 7: Pohled na Kamerunskou horu. © My Trawel.**  
(<https://twitter.com/mytrawel/status/1151174735541231617?lang=cs>)

Můžeme se také setkat s dalšími názvy této hory jako je Pico de Kamerun, Maongo-ma Loba, Cameroon (Černík & Sekyra 1969), Mount Fako nebo Mont Cameroun (Encyclopædia



Britannica 2019). Tento masiv je obklopen nízkým terénem, jehož výška nepřesahuje více než několik set metrů. Dlouhá osa této hory probíhá přibližně směrem JZ-SV s délkou 45 km (Richards 1963) a rozkládá se na ploše 500 km<sup>2</sup> (Černík & Sekyra 1969) s objemem 1230 km<sup>3</sup> (Suh a kol. 2003). Kamerunská hora má na svém jižním konci (nad zátokou Ambas) nápadný vedlejší vrchol (Jérémine 1943), který je zalesněný (Černík & Sekyra 1969) a který se nazývá Little Cameroons (Malý Kamerun) nebo Etinde. Jeho výška je 1715 m a podle Jérémine (1943) by se mělo jednat o geologicky nejstarší část hory. Výstup na vrchol hory se po několika předchozích neúspěšných pokusech nakonec podařil až v roce 1861 R. F. Burtonovi (britský konzul), kterého doprovázel španěl Salvo (Falkenhorst 1890). Vrchol Kamerunské hory je obvykle zahalen do mraků. Tato hora se stala symbolem Kamerunu (Lauer 1994). Letecký záběr Kamerunské hory je v příloze č. 3 na obrázku č. 8. Zeměpisné souřadnice Kamerunské hory jsou 4,20°S a 9,17°V (Suh a kol. 2003).

#### **4.1 Geologie**

Kamerunská hora byla původně ostrovem, který je dnes součástí pevniny. Proto se Kamerunská hora zvedá z pobřežní nížiny (Lauer 1994). Ční jako jediný obrovský masiv, který pochází hlavně z období terciéru a dodnes je aktivní. Jen ve 20. století byl aktivní více než desetkrát (Ndam et al. 2001). Tyto erupce dosahovaly indexu 2 vulkanické explozivity (Smithsonian Institution 2019) a rozšířily strmé jihozápadní úbočí do nížinného deštného pralesa (Keay 1955). Tato hora je také považována za začátek série sopek, které pokračují do centrálního Súdánu k Jebel Marra (Miehe 1988) a opačným směrem na ostrovy Bioko, Princův ostrov, Svatý Tomáš a Annobón (Richards 1963). Kamerunská hora je součástí takzvané Kamerunské vulkanické linie, která je dlouhá 1600 km (Suh a kol. 2003) a jedná se o oblast zeslabené zemské kůry. Linie se táhne od mohutné Kamerunské hory až po pohoří Mandara, které leží u severních hranic s Nigerií (Lauer 1994). Jedná se tedy spíše o masiv, než o jedinou sopku, která měla aktivitu od období Miocénu až k časnému Holocénu (Miehe 1988). Její aktivita tedy začala v pozdní křídě s tím, že nejčastějších erupcí dosahuje od třetihor do současnosti (Halliday et al. 1988). Na vrcholu a úbočí Kamerunské hory (hlavně paralelně s podélnou osou), se nalézají více než 100 kráterů, kuželů (Suh a kol. 2003) a lávových hřebenů, které jsou z velké části zabírány nezralými mělkými půdami podporujícími horské trávníky nebo vzdušnými pyroklastickými ložisky či holou lávou (Keay 1955). Na Kamerunské hoře se

nachází láva z mnoha různých období (Halliday et al. 1988). Vrchní vrstvy lávy a postranní kráter ukazují geologické mládí hory. Jsou zde rovněž zvětralé lávy a pórovité tufy, které propuštějí dešťové srážky do své hloubky a tím způsobují, že na hoře vytékají jen dva známé prameny ve výškách 2400 a 2700 m. n. m. (Basl 1929). V roce 2012 proběhla poslední aktivita této sopky (Smithsonian Institution 2019), která je v této části Afriky jediným aktivním vulkánem (Suh a kol. 2003) a, v rámci celé Afriky patří k neaktivnějším (Smithsonian Institution 2019). V této oblasti je, ale přitomno několik dalších spících sopek (Suh a kol. 2003). Ve všech těchto pásmech jsou hlavně čedičové lávy (Bussmann 2006). Na západních a jižních úbočí hory se nachází vezikulární olivínové čediče (Halliday et al. 1988). Mezi významné výlevy lávy patří ten, co proběhl v roce 1922, kdy se po jihozápadní straně hory vylil široký lávový proud, který dosáhl až k moři (Keay 1955). Část hory, která je nejbližší pobřeží, je strmá, skalnatá a rozdělená hlubokými zátokami (Basl 1929). Půdy jsou úrodné, protože jsou mladé. Velké plochy zabralo zemědělství a jen jedna třetina území je pod ochranou. Zde se částečně uchovala původní vegetace až k úrovni mořské hladiny (Cable & Cheek 1998).

## 4.2 Klima

Podnebí na této hoře je velmi vlhké a srážky se pohybují od 2 000 mm na vrcholu až k 10 000 mm při úpatí hory (Cable & Cheek 1998), konkrétně v lokalitě Debuntscha (Richards 1963) na jihozápadním úpatí hory, kdy většina srážek spadne od května do října (Encyclopædia Britannica 2019). Tato hora má silný vliv na místní klima a způsobuje vydatné orografické srážky, které jsou nejvyšší právě na jihozápadní straně hory. V lokalitě Bonenza, na jižním úpatí hory, která je v blízkosti hladiny moře se pohybují roční srážky již jen okolo 5 000 mm (Embrechts & Tavernier 1987).

Tyto srážky, ale nejsou rozloženy rovnoměrně, protože severovýchodní strana hory je ve srážkovém stínu (Richards 1963) a úhrny srážek se během roku pohybují kolem 2 000 mm (Proctor et al. 2007), na rozdíl od jihozápadní části hory (Richards 1963), kde další odhad tvrdí, že při pobřeží spadne 9000 mm srážek za rok (Fonge et al. 2005).

S rostoucí nadmořskou výškou klesají průměrné roční srážky a to asi následovně: 4000 mm/rok na 1000 m. n. m., 3000 mm/rok nad 2000 m. n. m. a < 2000 mm/rok na vrcholu (Payton 1993). Díky vyšším srážkám a vlhkosti má tato hora biodiverzitu na vysokých hodnotách, které patří mezi jedny z největších v Africe (Indrová 2015).

Na Kamerunské hoře je od listopadu do dubna období sucha a od května do října období dešťů, většina vody tak spadne od dubna do listopadu. I přes střídání suchého a vlhkého období však patří Kamerunská hora mezi oblasti, které mají z hlediska klimatu během roku dostatek srážek (Cable & Cheek 1998).

Průměrná teplota je kolem 20 °C v 900 m. n. m. a na vrcholu se odhadují teploty kolem 4 °C (Cable & Cheek 1998). Průměr měsíčních teplot vzduchu na úpatí této hory kolísá mezi 27 až 35 °C s tím, že na každých 100 m převýšení dochází k poklesu teploty blízké hodnotě 0,6 °C (Payton 1993). Sníh zde je vzácný (Cable & Cheek 1998). Krátká sezóna sucha nastává mezi prosincem a únorem, ale vlhkost vzduchu je i přesto na hodnotě 75 až 80 %. Oblaky a mlhy jsou zde velmi časté a vyskytují se ve všech nadmořských výškách a to hlavně v období dešťů. Vrcholy masívu jsou ale většinou bezoblačné. Zóna mezi 1200 a 2000 m. n. m. by měla být místem nejčastějšího výskytu mlh tvořených oblačností (Payton 1993). Kamerunská hora nemá žádný jasný srážkový rozdíl mezi sušší východní a vlhkou západní stranou hory (Bussmann 2006). Kamerunská hora patří do geobiomu subtropických a tropických vlhkých listnatých lesů (Hanus & Šídlo 2011; Schmithüsen 1976; Olson et al. 2001). To je možné vyvodit již podle pokrytí Kamerunské hory tropickým deštným lesem, blízkostí od oceánu, vyššími srážkami a vlhkostí. Hora leží v místě, kde spadne nejvíce srážek z celé Afriky (Škodová 2012). Navíc vrchol hory je od rovníku blízko se vzdáleností kolem 469 km.

### **4.3 Stav lesní vegetace a přírody**

Kamerunská hora má velkou část území zalesněnou, ale v současnosti je ohrožena odlesňováním, které je důsledkem činnosti člověka. Toto bylo rovněž prokázáno pomocí satelitních snímků, které byly vytvořeny mezi roky 1987 a 2001, kdy byl úbytek lesů na sledované ploše 60 % při rychlosti kolem 579 ha/rok. Přitom se, ale rychlost odlesňování s přibývajícím léty zvyšovala (Mono Solefack 2009).

Zhruba jen jedna třetina hory je chráněna národním parkem. Vedle lidské činnosti se na změnách vegetace podílejí významně ekologické faktory, kdy dochází například k poklesu diverzity stromů s nárůstem nadmořské výšky. Lesní mezery a průběh hranice lesa jsou pak přičítány poškozením při erupcích lávou nebo popelem (Proctor et al. 2007) nebo slonem pralesním (*Loxodonta cyclotis*), který se vyskytuje hlavně mezi 1100 až 1900 m. n. m. a vzniká zde tak fragmentární charakter lesů s přítomností „sloních pasek“, protože sloni vytvoří lesní

světliny vyvrácením menších stromů, což umožňuje rychlý rozvoj bylinné vegetace, kterou se živí (Indrová 2015; Cable & Cheek 1998).

Tato oblast patří do světových center biodiverzity. Vlivem dlouhodobé izolace zde vznikly endemické druhy rostlin (Škodová 2012) jako je například *Psychotria yaoundensis* (Lachenaud 2013) a živočichů (*Platysteira laticincta*, *Tauraco bannermani*, *Apalis pulchra*), které ohrožuje kácení lesů v horách. Uvedené druhy jsou ukázány v příloze č. 3 (obrázky č. 9, 10, 11, 12 a 13). Původní biotopy jsou nyní fragmentované do menších celků připomínající ostrovy, za což může velké odlesnění větší plochy hory. Tyto fragmenty zůstaly zejména na špatně přístupných místech a najdeme v nich populace vzácných rostlin a živočichů. Na Kamerunské hoře roste 2435 druhů cévnatých rostlin (Cable & Cheek 1998). Tato fauna a flóra patří z hlediska druhů mezi nejrozmanitější a nejbohatší místa z celé Afriky. Najdeme zde vzácné druhy obratlovců (hlavně savci a ptáci) i bezobratlých. Některým druhům hrozí vyhynutí a příkladem může být šimpanz či gorila nížinná (Škodová 2012).

#### **4.4 Osídlení a zemědělství**

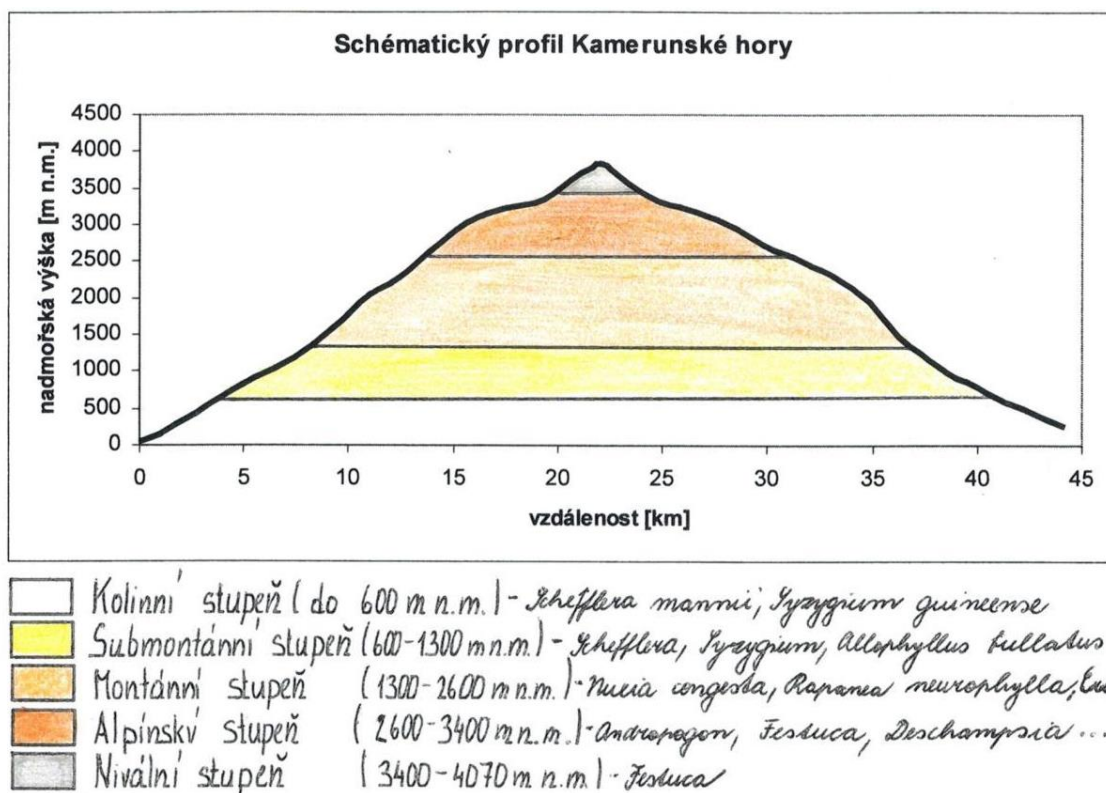
Na jižním úpatí Kamerunské hory se nachází přístav Limbe (dříve Victoria) a na jihovýchodním svahu hory se nachází město Buea. Na této hoře se nacházejí bohaté sopečné půdy, na kterých se pěstuje kakao, olejně palmy, banány, čaj a kaučuk. V údolích se nacházejí pastviny (Encyclopædia Britannica 2019).

Půdy Kamerunské hory jsou velmi úrodné a vhodné k zemědělství díky svému vulkanickému původu. Vyjímkou jsou jen nedávné toky lávy a vrchol (Cable & Cheek 1998). Tato půda dobře zadržuje vodu a udržuje vlhkost díky bohatým srážkám a vlhkosti. Další vlastností této půdy je vysoký obsah celkového dusíku a organického uhlíku. Obsah těchto prvků v půdě narůstá s rostoucí nadmořskou výškou. Byly, ale shledány určité odchylky a tento trend není lineární. Na horních částech Kamerunské hory se nenacházejí žádné trvalé potoky a pramenů je velmi málo. Za to může porovitost lávy, která propouští veškerou vodu. Lidská činnost je na této hoře omezena kvůli nedostatku vody (Proctor et al. 2007).

## 4.5 Vegetační stupňovitost

Je tvořena vertikálními úseky hory s daným rozpětím výšky. Každý z vegetačních stupňů má typickou klimaxovou vegetaci, která vznikla působením mezoklimatu (Moravec a kol. 1994). Tato rozdílnost vegetace je přirozená, protože při stoupání nadmořské výšky se vytváří i rozdílné klimatické podmínky. Dalším činitelem je expozice, která orientací k určité světové straně působí na daný ekosystém a to ve formě rozdílů v distribuci slunečního záření (Culek 2005). Rostlinstvo se formuje díky vegetační stupňovitosti do vegetačních stupňů, které podle zeměpisné šířky do určité míry opakují analogickou zonálnost vegetace. Pro nejlepší určení vegetačních stupňů se využívají formace nebo dominantní druhy formací (Škodová 2012). Různé klimatické prostředí má vliv nejen na složení vegetace, ale také na skladbu fauny. Protože zonace zvířat je spojená se zonací vegetace (Nagy 2009). Vegetační stupňovitost vyvolává sluneční záření, vlhkost, složení půdy, srážky, teplota a další vlivy (Škodová 2012).

Na Kamerunské hoře se nacházejí všechny hlavní výškové vegetační stupně, které jsou velmi dobře uchovány a jsou také běžné v dalších tropických oblastech (Cable & Cheek 1998). Kamerunská hora je tvořena 5 jasně vyvinutými vegetačními stupni a to: kolinní, submontánní, montánní, alpinský a nivální (obrázek č. 14). Na Kamerunské hoře se nenachází vegetační stupeň oreální, subalpínský a subnivální (Škodová 2012). Žádné jasné vegetační rozdíly s ohledem na expozici svahu neexistují (Bussmann 2006). Přehled vegetační stupňovitosti východní a západní strany Kamerunské hory znázorňuje obrázek č. 15 v příloze 3. Obrázek č. 16 v příloze 3 ukazuje Kamerunskou horu s vrstevnicemi, která spojují místa se stejnou nadmořskou výškou.



**Obrázek č. 14: Kamerunská hora s vegetačními stupni.**

Zdroj: Škodová 2012.

### 1) Kolinní vegetační stupeň (do 600 až 800 m. n. m.)

Nazýván je také též pahorkatinný a zahrnuje pahorkatiny a nízké kopce (Skalický 1988). Na Kamerunské hoře sahá do nadmořských výšek 600 m. n. m. (Škodová 2012) nebo až do 800 m. n. m. Tento stupeň je velmi zasažený činností člověka. Jsou zde zakládány farmy pro pěstování čaje (*Thea sinensis*), palmy olejné (*Elaeis guineensis*) a banánů (*Musa sp.*). Dalším ohrožením je těžba dřeva. Jenom na pár nespojitých plochách na úpatí Kamerunské hory se uchoval primární nížinný (Indrová 2015) tropický vždyzelený (Proctor et al. 2007) deštný les. A to v oblastech Mokoko, Bimbia-Bonadikombo, Bambuko a Onge. I přesto, že jeho plocha byla zmenšena, stále má největší zastoupení druhů z celé Kamerunské hory včetně nejvyššího výskytu endemických druhů. Na pobřeží rostou mangrovy a v lesích jsou charakterističtí „stromoví pralesní obři“. Rovněž zde najdeme i močály (Indrová 2015). Bohaté na různé druhy jsou pozůstatky nížinných lesů a mají ze všech vegetačních pásů nejvyšší počet endemických druhů (Richards 1963; Hall 1973). Dominují zde vždyzelené tropické deštné lesy se

zastoupením dřevin jako je *Syzygium quineense*, *Schefflera mannii* a sekundární patro tvořené *Allophyllus bullatus* (Bussmann 2006). Nachází se zde také řada poloopadavých a opadavých druhů jako je například *Berlinia bracteosa* nebo *Pycnanthus angolensis*. Roste zde i *Lebruni dendron* a *Entandophragma angolensis*. V porostních mezerách se nachází obecně houštiny malých stromů, jako jsou druhy čeledi Acanthaceae nebo zejména *Rinorea welwitschii* (Proctor et al. 2007).

## **2) Submontánní vegetační stupeň (600 – 1300 až 1500 m. n. m.)**

Nazýván také jako vrchovinný nebo podhorský. Najdeme jej v podhorských polohách a často na samotném úpatí hory (Skalický 1988). Pro tento stupeň je na Kamerunské hoře charakteristický vždyzelený horský les (Škodová 2012) nazývaný také jako podhorský deštný les s výskytem až do 1500 m. n. m. Vliv člověka je zde menší a lesy zde jsou docela zachovalé. Některé úseky lesa je možno označit za primární (Indrová 2015). Od 800 m. n. m. přecházejí nížinné lesy postupně do podhorského stálezeleného lesa a změna druhů je mírná s výskytem druhů *Allophyllus bullatus* (sekundární porost), *Syzygium staudtii* a *Schefflera abyssinica* (Richards 1963; Hall 1973).

## **3) Montánní vegetační stupeň (1300 – 2600 m. n. m.)**

Nazýván je také jako horský a obvykle je určen horní hranicí lesa (Skalický 1988). Zde převládá mlžný les (Škodová 2012) nebo se označuje také jako horský deštný les (1500-2200 m. n. m.), který má docela zachovalou strukturu. Tento les je primární a pro africké tropy charakteristický (Indrová 2015). V horském lese ve středních výškách je vysoká četnost mezer, která může být způsobena sopečnou činností nebo požáry založené zemědělci, lovci nebo bleskem (Richards 1963; Ambrose-Oji 1997). Jižní svahy Kamerunské hory v nadmořské výšce 1800 m. n. m. jsou charakteristické množstvím druhů rodu *Schefflera* a přítomností stromových kapradin (Whitmore 1984). Les náhle přechází v horské savany nad hranicí 2200-2400 m. n. m. a zde roste dominantní druh *Loudetia simplex*. Jedná se o travu, která na savanách způsobuje charakteristické červené zbarvení (Indrová 2015). Dominantním typem lesa je mezi 2000-2600 m. n. m. tropický horský mlžný les s druhy, které můžeme najít na všech afrických horách. Konkrétně se jedná o druhy *Prunus africana*, *Hypericum revolutum*, *Nuxia congesta* a *Xymalos monospora*. Tyto druhy spolu s *Rapanea neurophylla* tvoří stálezelené mlžné lesy. Na Kamerunské hoře neroste bambus, ale v jiných částech západní Afriky ho najdeme. Dále zde

nenajdeme *Hagenia abyssinica*, ačkoli všechny ostatní druhy ukazují jasné vztahy k porostům *Hagenia*, která dominuje v dalších oblastech subsaharské Afriky, kde je běžná v horních horských lesích. Velké části lesů byly ve všech nadmořských výškách nahrazeny travnatými porosty v důsledku výskytu častých požárů, které mají původ ve vysoké sopečné činnosti. Kvůli tomu se také často vyskytují houštiny a křoviny po celé hoře, přičemž erikoidní druhy jako *Myrica arborea*, *Agauria salicifolia* a *Erica mannii* tvoří směrem k horní hranici lesa nepravidelný erikoidní pás a dále rostliny čeledi Marantaceae převládají pod 2000 m. n. m. (Maitland 1932).

V tomto vegetačním stupni se nachází horní hranice lesa, která je mezi 1800-2200 m. n. m. a je na této hoře znatelně snížena. Horní hranice lesa není na Kamerunské hoře všude stejná. Východní svahy mají horní hranici lesa mezi 1400-1900 m. n. m., zatímco horní hranice lesa jižních svahů je posunuta až ke 2200-2400 m. n. m. Přitom by měla horní hranice lesa ležet ve výšce, která je běžná pro další africké hory, tedy ve 3000-3200 m. n. m., jako je tomu například na hoře Oku, která je od Kamerunské hory vzdálená 250 km. Za toto snížení mohou samovolné pravidelné požáry, které vznikají hlavně v dubnu (konec období sucha) a podloží. Mladý vulkanický substrát neudrží potřebný objem vody pro růst stromů. Na požáry v horských savanách se adaptovaly některé rostliny jako je například *Crassula vaginata*, *Succisa trichotocephala* nebo *Cyanotis barbata*. Najdeme zde, ale i pyrofyty tolerující pravidelné požáry. Příkladem může být *Hypoxis camerooniana*. Výskyt stromů nad horní hranicí lesa je vzácný a patří k druhům tolerujícím požáry. Navíc jsou tyto stromy solitérní a patří mezi ně například *Erica mannii*, *Agauria salicifolia* či *Myrica arborea* (Indrová 2015).

#### **4) Oreální vegetační stupeň (chybí)**

Nazýván také jako vysokohorský (Skalický 1988). Na Kamerunské hoře není tento vegetační stupeň vůbec vytvořen (Škodová 2012).

#### **5) Subalpínský vegetační stupeň (chybí)**

Najdeme jej ve vysokohorských polohách (Skalický 1988), ale tento stupeň není na Kamerunské hoře přítomen (Škodová 2012).



#### **6) Alpínský vegetační stupeň (2600 – 3400 m. n. m.)**

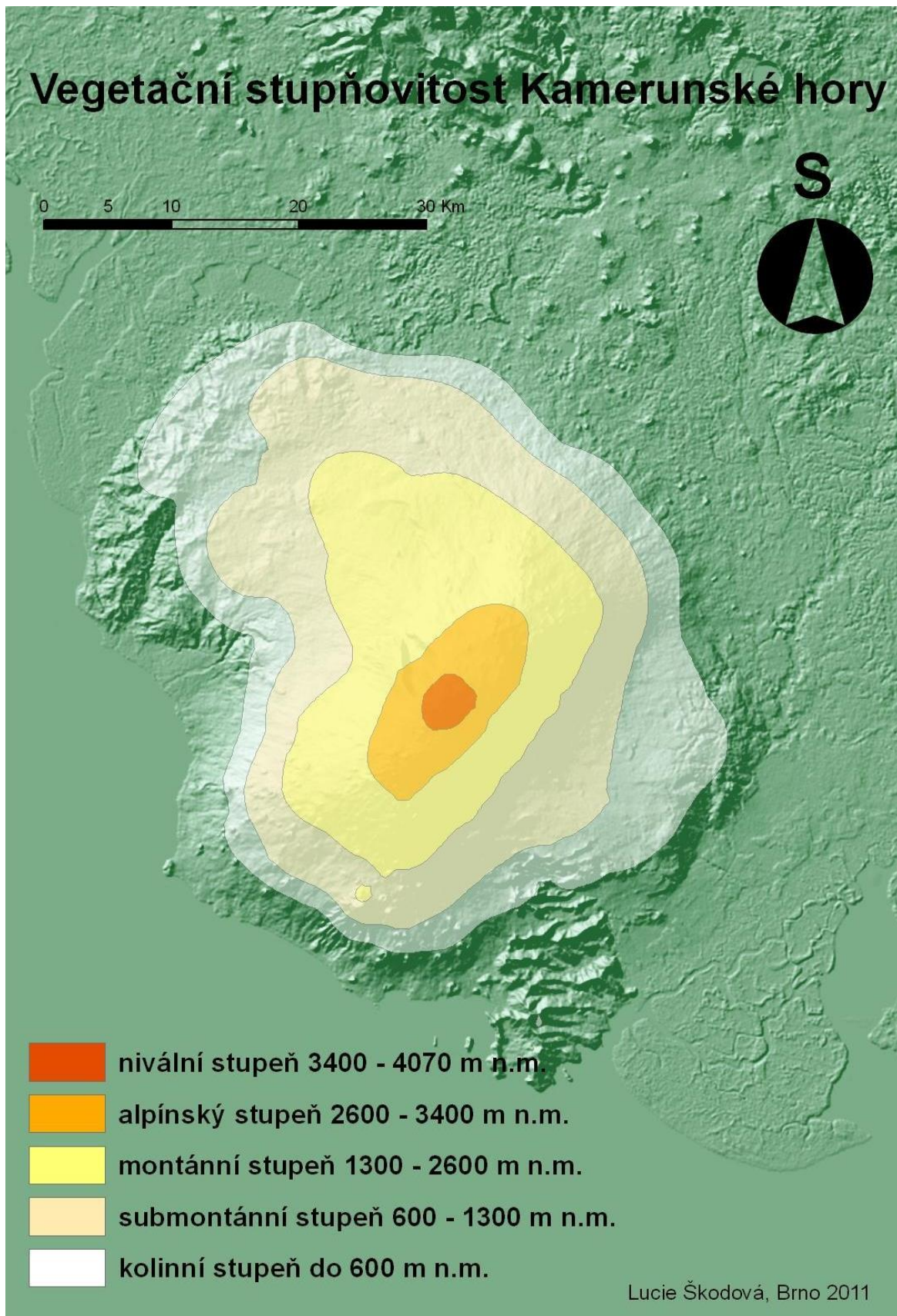
Nachází se nad horní hranicí lesa, kde se vyskytují travní porosty, křoviny, vřesoviště, pastviny a louky (Skalický 1988). Do výšky kolem 3200 m. n. m. dosahují horské savany popsané v montáním vegetačním stupni. Poté se pozvolně mění na subalpínské travnaté formace, které se vyznačují řídkou pokrývností (Indrová 2015). Travnaté, husté a altotropické pastviny mají druhové zastoupení s dominancí rostlin čeledi Poaceae jako je *Loudetia camerunensis*, *Festuca abyssinica*, *Andropogon* sp. div. a *Deschampsia mildbreadii*. Tyto pastviny sahají až k 3400 m. n. m. a obsahují také malé roztroušené ostrůvky stromů (Maitland 1932). S rostoucí nadmořskou výškou, ale vegetační pokryv pozvolna klesá (Indrová 2015). Na Kamerunské hoře nerostou druhy *Lobelia* a *Dendrosenecio*, které mají obří růžice a jen se jim podobají v této růstové formě *Lobelia columnaris* a *Crassocephalum mannii* (Maitland 1932).

#### **7) Subnivální vegetační stupeň (chybí)**

Typické jsou pro něj skály s místním výskytem trav s polštářovou vegetací. Označován také jako mrazová poušť s výskytem mechů a lišejníků (Skalický 1988). Tento vegetační stupeň není na Kamerunské hoře vytvořen (Škodová 2012).

#### **8) Nivální (vrcholový) vegetační stupeň (3400 – 4095 m. n. m.)**

Od nadmořské výšky 3400 m. n. m. směrem k vrcholu je kryt vegetace druhově chudší a více otevřenější (Maitland 1932). Charakteristické jsou zde travní porosty jako v alpínském vegetačním stupni a pouštní keře (Škodová 2012). Roste zde jen málo vyšších rostlin s počtem do deseti druhů (Indrová 2015). Nazývá se také jako sněžný (Skalický 1988), protože ho ale nepokrývá sníh a led po celý rok, je vhodnější ho nazývat vrcholovým vegetačním stupněm (Škodová 2012). Pohled ze shora na všechny vegetační stupně je na obrázku č. 17.



**Obrázek č. 17: Vegetační zonace Kamerunské hory.**  
Zdroj: Škodová 2012 (upraveno).

## 5. CÍLE PRÁCE

Cílem této práce je vedle rešerše na téma výzkumu také zjištění kvantitativního zastoupení epifylních mechorostů na herbářových dokladech dřevin i bylin z různých nadmořských výšek Kamerunské hory. Prací na téma epifylních mechorostů není mnoho a tento výzkum by mohl přispět k získání dalších informací o Kamerunské hoře a její zonaci, která je rovněž spjata s výskytem epifylních mechorostů. Tato práce může rovněž pomoci dalším expedicím, které se na toto místo vydají.

## 6. METODIKA

Zdrojem rostlinného materiálu jsou herbarizované rostliny dovezené školitelem (Mgr. Martin Dančák, Ph.D.) při jeho expedicích do Kamerunu (Mount Cameroon) systematicky sebrané v letech 2011, 2012 a 2013 na dvanácti různých elevacích (350 m, 700 m, 1100 m, 1500 m, 1800 m, 2200 m, 2600 m, 2800 m, 3000 m, 3200 m, 3600 m a 4000 m) na jihozápadním svahu hory. Bližší informace o dovezených rostlinách jsou uvedeny v příloze č. 1. Tyto položky byly následně uloženy v herbáriu katedry botaniky Přírodovědecké fakulty, která je součástí Univerzity Palackého v Olomouci, kde budou uloženy nadále i po skončení výzkumu.

Na takto usušených rostlinách (výčet druhů uveden v příloze č. 1), byly nalezeny také epifylní mechorosty o kterých je známo, že jejich intenzita růstu přímo souvisí s klimatickými podmínkami, které se v různých nadmořských výškách mění. Získané herbařové položky měly rovněž zaznamenané nadmořské výšky, kde byly sebrány, a proto bylo možné provést vyhodnocení růstu epifylních mechorostů na listech jednotlivých rostlin ve vztahu k nadmořským výškám na Kamerunské hoře.

Všechny herbářové položky byly zaevidovány v elektronické podobě do tabulky v programu Excel od firmy Microsoft, kde byly seřazeny abecedně podle čeledí a druhů do nich náležejících. Poté byly dle stanovené metodiky vyhodnoceny, přičemž u každé položky se hodnotilo šest kritérií, které uvádí tabulka č. 1. Součástí všech položek jsou i lokalizace a nadmořské výšky, kde rostliny rostly.

Tabulka č. 1: Způsob vyhodnocení herbářových položek.

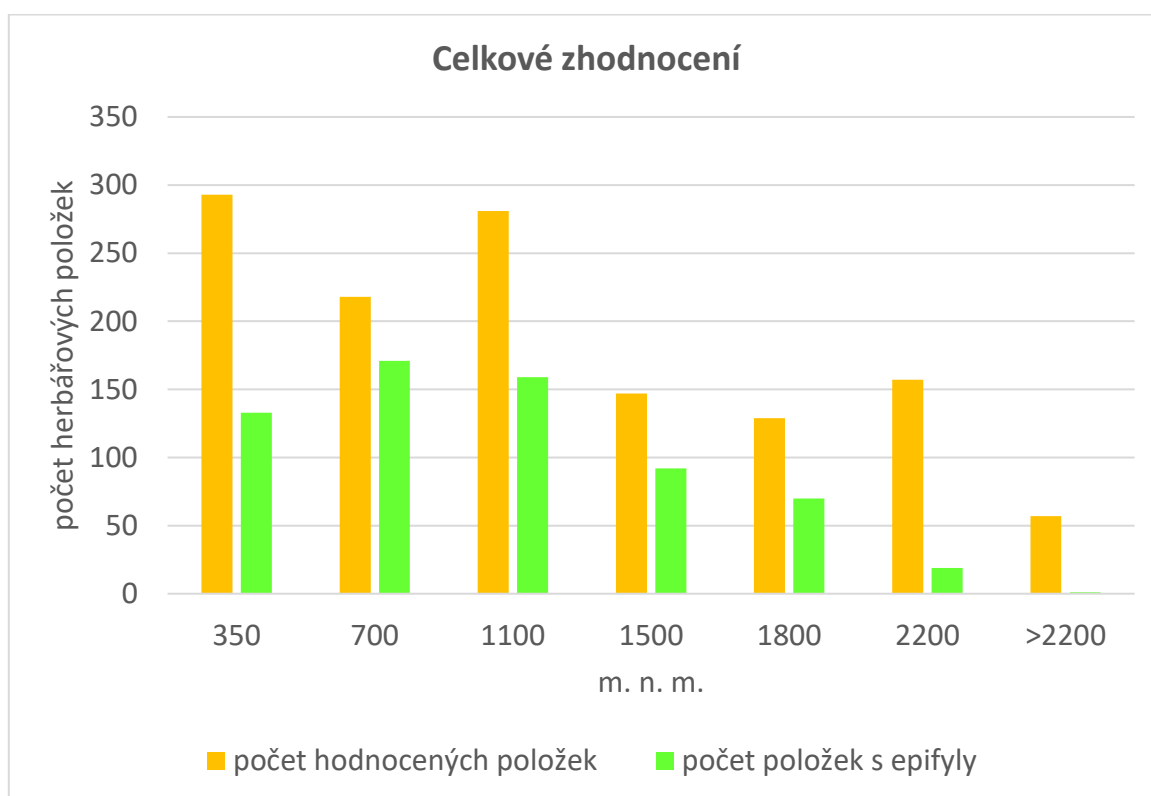
<u>KRITÉRIUM</u>	<u>TYP METODY</u>	<u>HODNOCENÍ</u>
<b>1.</b>	<b>Epifylní status</b>	Status, tedy zda byla položka <b>hodnocena (H)</b> nebo <b>nehodnocena (N)</b> . Nehodnocena je zejména pokud nemá listy, nebo má listy které vylučují přítomnost epifylů.
<b>2.</b>	<b>Epifylní přítomnost</b>	Epifyly jsou buď alespoň na jednom hodnoceném listu <b>přítomny (P)</b> nebo jsou zcela <b>nepřítomny (N)</b> .
<b>3.</b>	<b>Počet hlavních listů</b>	Počet hodnocených listů (hodnotí se jen listy vyzrálé nikoliv mladé).
<b>4.</b>	<b>Počet epifylních listů</b>	Počet listů s přítomností epifylů.
<b>5.</b>	<b>Počet taxonů</b>	Kvalifikovaný odhad počtu taxonů přítomných na všech hodnocených listech.
<b>6.</b>	<b>Pokryv</b>	Pokryvnost, kvalifikovaný odhad pokryvnosti všech epifylů na všech listech, dle čtyřčlenné stupnice: <b>1 (1% a méně), 2 (1-10%), 3 (10-50%), 4 (50-100%)</b> .

## 7. VÝSLEDKY

Z celkového počtu 1334 herbářových položek, bylo 1282 (96 %) vyhodnoceno, protože splňovaly podmínky hodnotících kritérií. Tedy jen 52 herbářových položek (4 %) bylo vyřazeno (1x - nadmořská výška 0 m. n. m., 50x – udělen status N (tabulka č. 1, kritérium 1), 1x – chybí údaj o nadmořské výšce). Výsledky jsou rozděleny do částí A, B, C, D a E.

### A – Celková bilance herbářových položek

Celkovou bilanci všech hodnocených položek a položek, kde byly nalezeny epifylní mechorosty uvádí graf č. 1. Dále proběhlo také vyhodnocení pomocí tabulky (příloha 2 – tabulka č. 2).



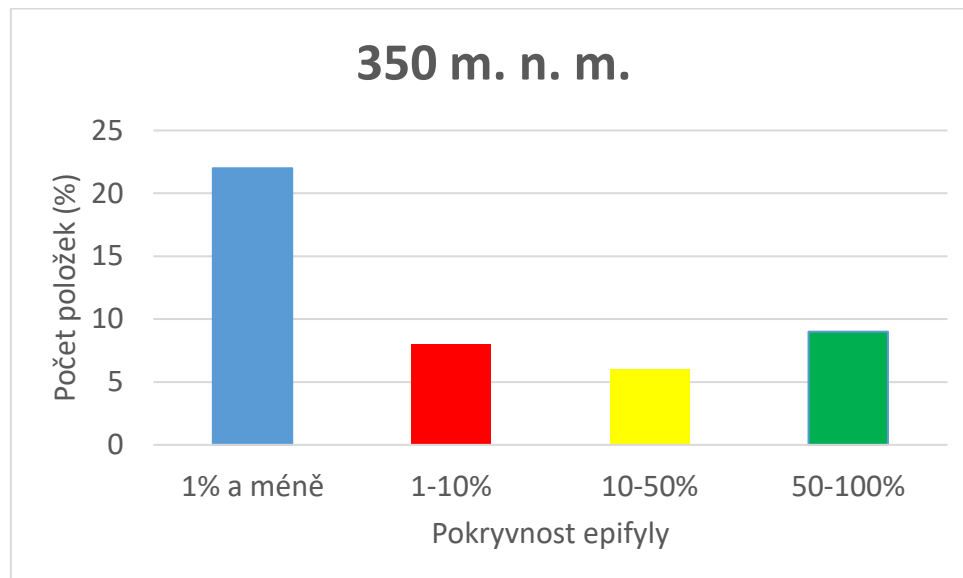
Graf č. 1: Počet všech hodnocených herbářových položek a počet položek, kde byly nalezeny epifylní mechorosty.

### B – Vyhodnocení jednotlivých výškových gradientů

V každé uvedené nadmořské výšce byly roztrženy epifylní mechorosty, podle čtyřčlenné stupnice, která hodnotí jejich množství na listech do čtyřech hlavních skupin (tabulka č. 1, kritérium 6).

### B1) Nadmořská výška 350 m. n. m.

Nadmořskou výšku 350 m. n. m. zobrazuje graf č. 2. Tuto nadmořskou výšku charakterizuje také tabulka č. 3.



Graf č. 2: Zaznamenaná pokryvnost epifylními mechorosty ve výšce 350 m. n. m.

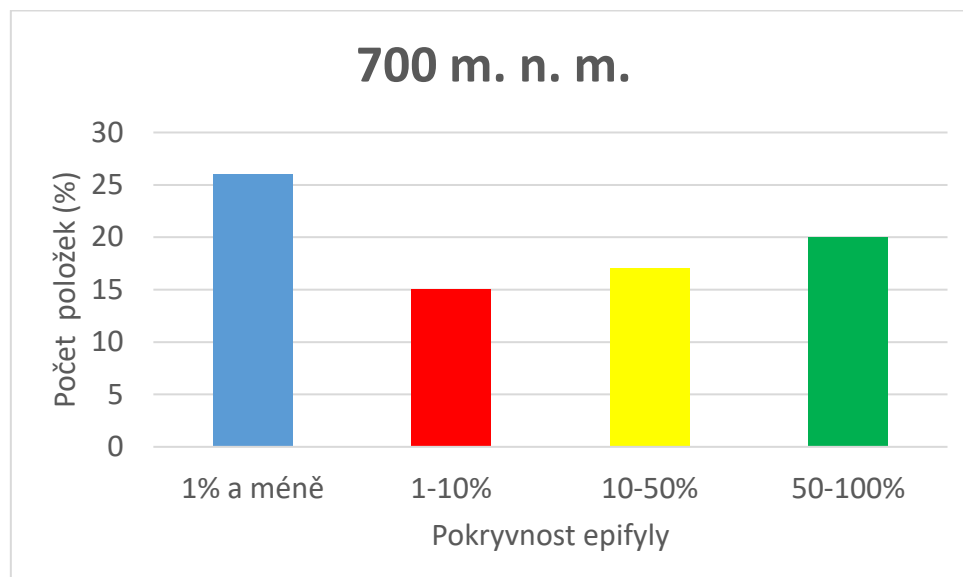
	350 m. n. m.	
	položky s epifyly	% zastoupení
1% a méně	65	22 %
1-10%	23	8 %
10-50%	19	6 %
50-100%	26	9 %
<b>Celková bilance</b>	<b>133 z 293</b>	<b>45 %</b>

Tabulka č. 3: Data ke grafu č. 2.

Zde je nejpočetnější skupina s pokryvností 1% a méně, která byla nalezena u 22 % položek. Ostatní hodnotící skupiny (1-10%, 10-50% a 50-100%) se pohybovaly na hodnotách 8 %, 6 % a 9 % položek. Epifylní mechorosty byly při celkové bilanci nalezeny na 45 % herbářových položek.

## B2) Nadmořská výška 700 m. n. m.

Nadmořskou výšku 700 m. n. m. ukazuje graf č. 3. Tuto nadmořskou výšku vystihuje také tabulka č. 4.



Graf č. 3: Výsledky pokryvnosti epifylními mechorosty v nadmořské výšce 700 m. n. m.

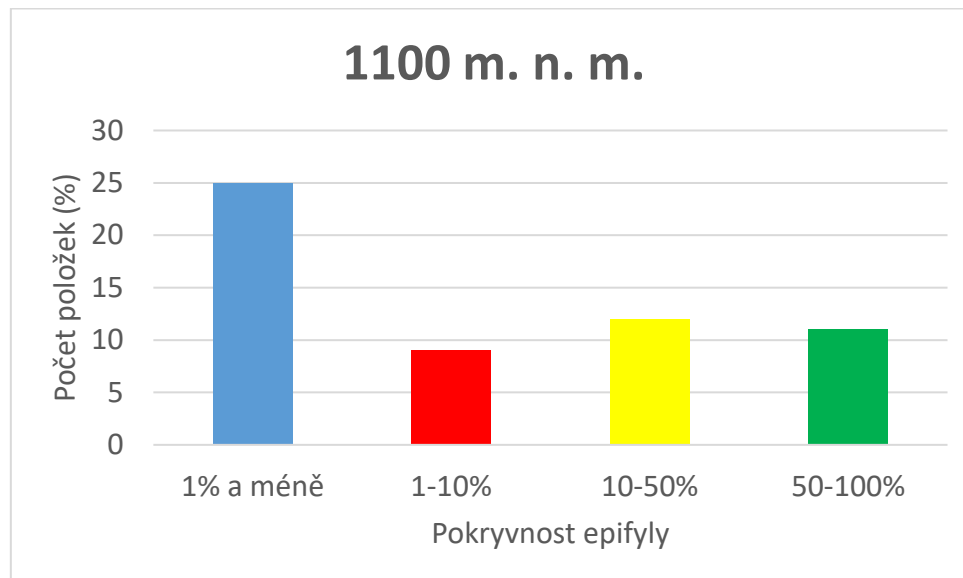
	700 m. n. m.	
	položky s epifyly	% zastoupení
<b>1% a méně</b>	57	26 %
<b>1-10%</b>	33	15 %
<b>10-50%</b>	37	17 %
<b>50-100%</b>	44	20 %
<b>Celková bilance</b>	<b>171 z 218</b>	<b>78 %</b>

Tabulka č. 4: Data ke grafu č. 3.

Zde je patrný velký nárůst výskytu epifylních mechorostů ve všech skupinách. Jako nejpočetnější je skupina 1% a méně s 26 % nálezů. Hned za ní je skupina s 50-100% pokryvností, která byla nalezena u 20 % herbářových položek. Zbylé dvě skupiny (1-10% a 10-50%), mají 15 a 17 % nálezů. Epifylní mechorosty byly při celkové bilanci nalezeny na 78 % herbářových položek.

### B3) Nadmořská výška 1100 m. n. m.

Graf č. 4 popisuje pokryvnost epifylními mechorosty ve výšce 1100 m. n. m. Tabulka č. 5, ukazuje tuto situaci formou tabulky.



Graf č. 4: Množství pokryvnosti epifylními mechorosty v 1100 m. n. m.

	1100 m. n. m.	
	položky s epifyly	% zastoupení
1% a méně	69	25 %
1-10%	26	9 %
10-50%	34	12 %
50-100%	30	11 %
<b>Celková bilance</b>	<b>159 z 281</b>	<b>57 %</b>

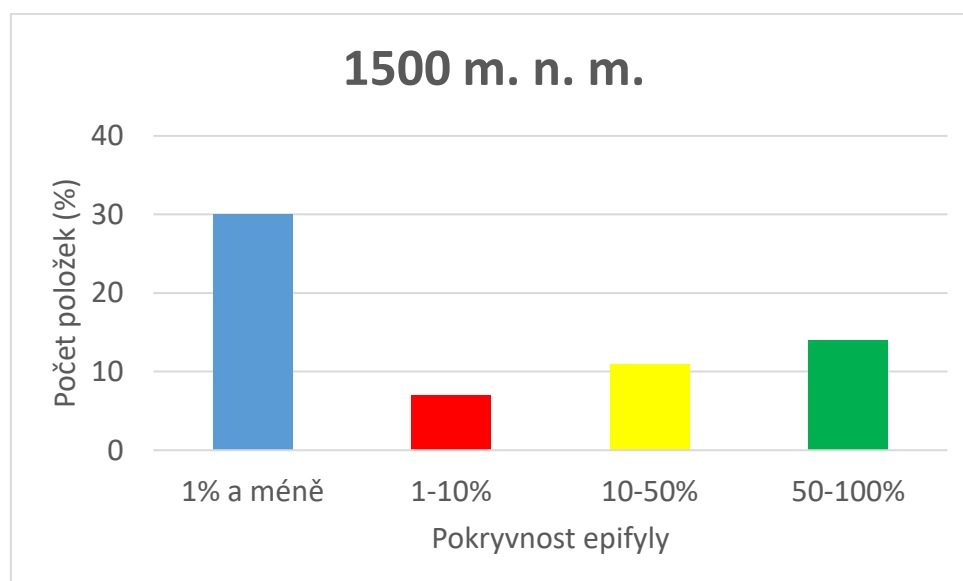
Tabulka č. 5: Data ke grafu č. 4.

Skupina 1% a méně dosahuje nálezů na 25 % položek. U ostatních skupin pokryvnost poklesla a pohybuje se konkrétně u skupiny 10-50% na 12 % a dále na hodnotě 11 % u skupiny 50-100%. Skupina 1-10% má 9 % nálezů na herbářových položkách. Epifylní mechorosty byly při celkové bilanci nalezeny na 57 % herbářových položek.



#### B4) Nadmořská výška 1500 m. n. m.

Situaci v 1500 m. n. m. ukazuje graf č. 5. Tuto situaci vystihuje také tabulka č. 6.



Graf č. 5: Množství pokryvnosti epifylními mechorosty v 1500 m. n. m.

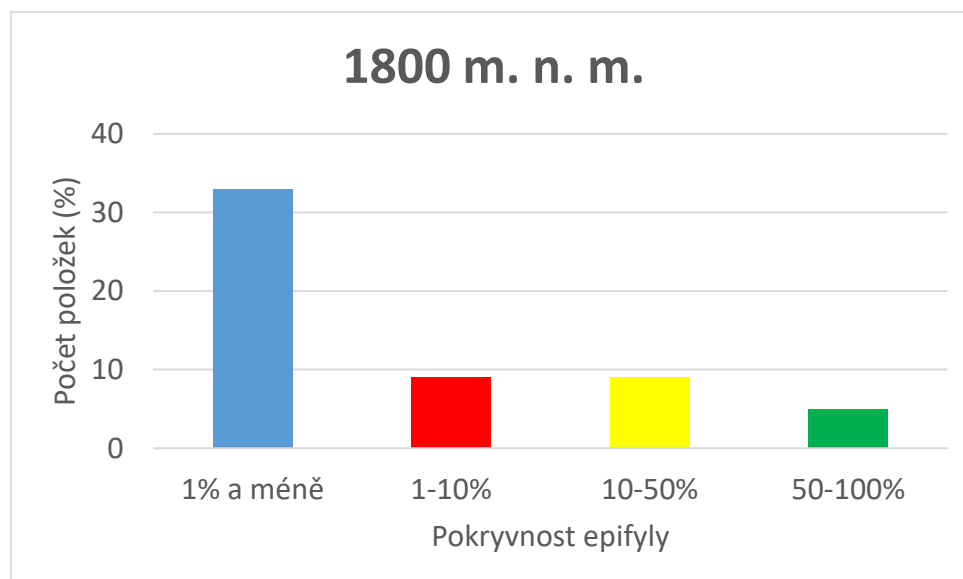
	1500 m. n. m.	
	položky s epifyly	% zastoupení
1% a méně	44	30 %
1-10%	11	7 %
10-50%	16	11 %
50-100%	21	14 %
<b>Celková bilance</b>	<b>92 ze 147</b>	<b>63 %</b>

Tabulka č. 6: Data ke grafu č. 5.

Skupina 1% a méně je opět nejpočetnější, ale došlo u ní k nárůstu početnosti na 30 % položek. U skupiny 1-10% došlo k poklesu proti předchozí nadmořské výšce na 7 % položek. Rovněž skupina 10-50% poklesla na 11 % herbářových položek. Nárůst počtů nálezů byl, ale u skupiny 50-100%, kde se podařilo najít epifyly na 14 % položkách a současně je tato skupina druhá nejpočetnější. Epifylní mechorosty byly při celkové bilanci nalezeny na 63 % herbářových položek.

### B5) Nadmořská výška 1800 m. n. m.

V nadmořské výšce 1800 m. n. m. je situace popsána grafem č. 6 a tabulkou č. 7.



Graf č. 6: Množství pokryvnosti epifylními mechorosty v 1800 m. n. m.

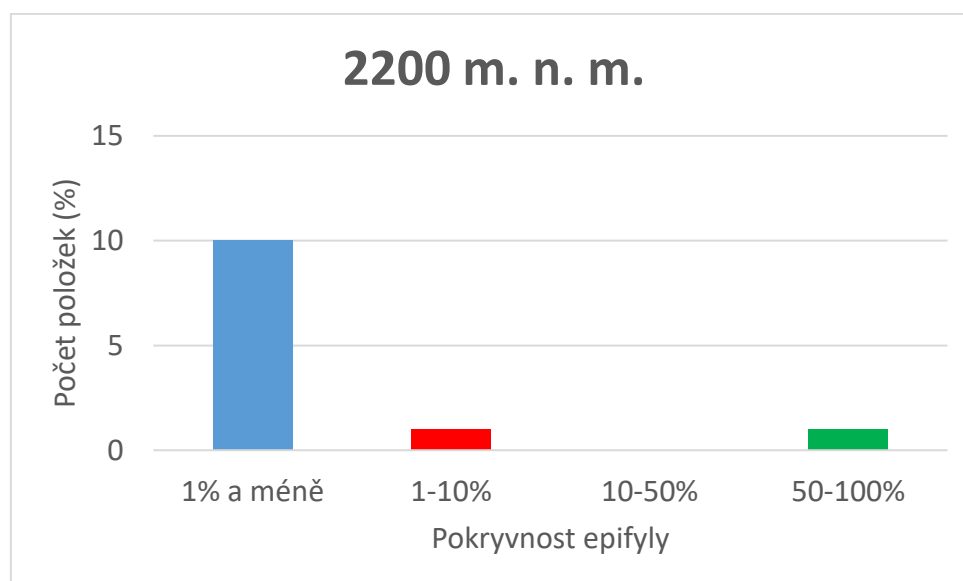
	1800 m. n. m.	
	položky s epifyly	% zastoupení
1% a méně	42	33 %
1-10%	11	9 %
10-50%	11	9 %
50-100%	6	5 %
<b>Celková bilance</b>	<b>70 ze 129</b>	<b>54 %</b>

Tabulka č. 7: Data ke grafu č. 6.

Zatímco skupina 1% a méně se s nárůstem nadmořské výšky takřka nezměnila a i zde patří mezi nejvíce nalézanou na herbářových dokladech s 33 % nálezů. Skupiny 1-10% a 10-50% neprodělaly velkou změnu a jsou obě nalezeny u 9 % položek. Ale u skupiny 50-100% dochází k poklesu nálezů na pouhých 5 %. Epifylní mechorosty byly při celkové bilanci nalezeny na 54 % herbářových položek.

## B6) Nadmořská výška 2200 m. n. m.

Stav v 2200 m. n. m. vyjadřuje graf č. 7 a tabulka č. 8.



Graf č. 7: Množství pokryvnosti epifylními mechorosty v 2200 m. n. m.

	2200 m. n. m.	
	položky s epifyly	% zastoupení
<b>1% a méně</b>	16	10 %
<b>1-10%</b>	2	1 %
<b>10-50%</b>	0	0 %
<b>50-100%</b>	1	1 %
<b>Celková bilance</b>	19 ze 157	12 %

Tabulka č. 8: Data ke grafu č. 7.

U všech skupin došlo k prudkému snížení jejich nálezů na herbářových dokladech. Zástupci skupiny 1% a méně jsou i zde nejvíce zastoupeni, ale už jen na 10 % dokladů a skupina reprezentující 10-50% pokrytí nebyla nalezena vůbec. Navíc skupiny 1-10% a 50-100% byly nálezy jen u 1 % herbářových položek. Epifylní mechorosty byly při celkové bilanci nalezeny na 12 % herbářových položek.

### B7) Nadmořské výšky > 2200 m. n. m.

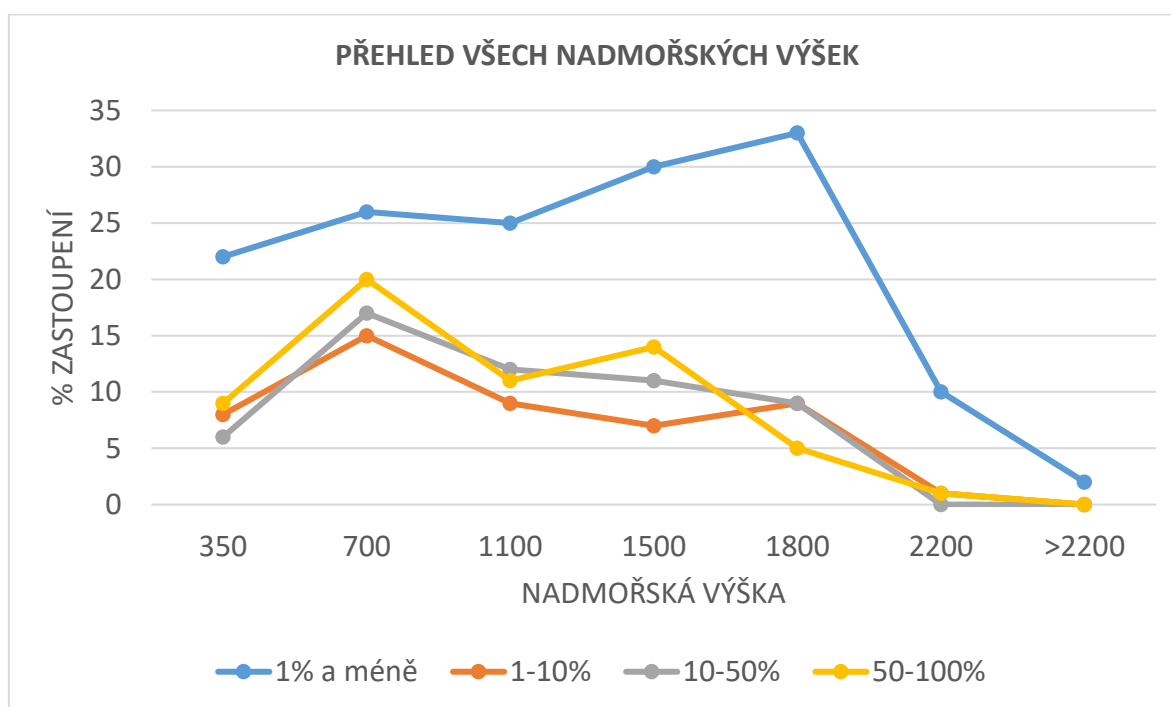
Co se týče nadmořských výšek nad 2200 m. n. m., tak zde byla pokrývnost takřka nulová. Byla jen nalezena skupina 1% a méně na jedné položce ve 3600 m. n. m. Vše ukazuje také tabulka č. 9. Nad 2200 m. n. m. už nejsou vhodné podmínky pro růst epifylních mechorostů a pokud byly nalezeny, tak už jen ve velmi malých počtech.

	NADMOŘSKÁ VÝŠKA					
	2600	2800	3000	3200	3600	4000
do 1%	0	0	0	0	1	0
1-10%	0	0	0	0	0	0
10-50%	0	0	0	0	0	0
50-100%	0	0	0	0	0	0

Tabulka č. 9: Pokrývnost listů epifyly ve vyšších nadmořských výškách.

### B8) Společné zhodnocení všech nadmořských výšek

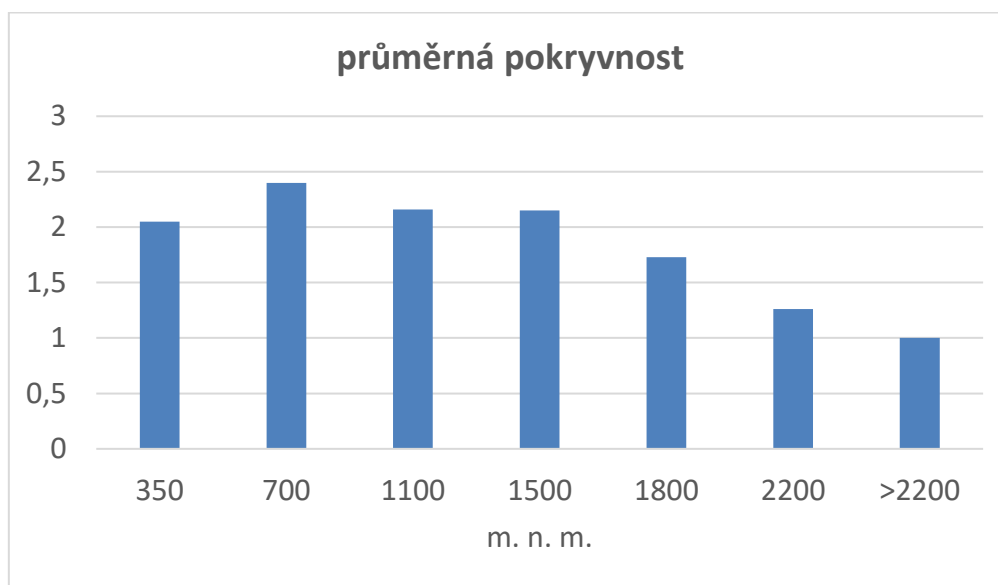
Celkovou bilanci všech uvedených nadmořských výšek (350, 700, 1100, 1500, 1800, 2200 a >2200 m. n. m. ukazuje graf č. 8 a tabulka č. 10 (příloha 2).



Graf č. 8: Celkové zhodnocení všech hodnotících skupin.

## C – Průměrná pokryvnost epifylů

Byl také proveden výpočet průměrné pokryvnosti v jednotlivých nadmořských výškách, kdy se vždy pro určitou nadmořskou výšku sečetly všechny čtyři skupiny, které hodnotí pokryvnost (tabulka č. 1, kritérium 6). Výsledky zhrnuje graf č. 9. Tabulka s výpočty je uvedena v tabulce č. 11.



Graf č. 9: Průměrná pokryvnost listů epifylními mechorosty v jednotlivých nadmořských výškách (osa x - stupně pokryvnosti, viz tabulka č. 1, kritérium 6).

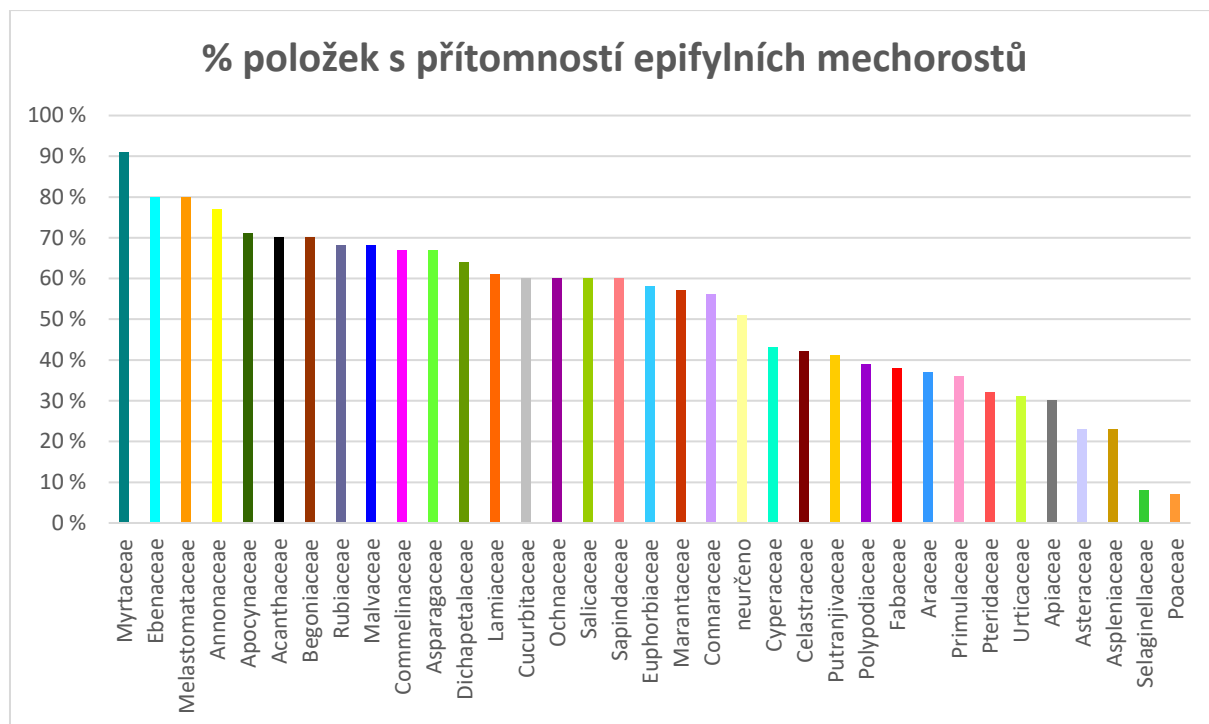
nadmořská výška	průměrná pokryvnost
<b>350</b>	2,05
<b>700</b>	2,40
<b>1100</b>	2,16
<b>1500</b>	2,15
<b>1800</b>	1,73
<b>2200</b>	1,26
<b>&gt;2200</b>	1,00

Tabulka č. 11: Data ke grafu č. 9.

Můžeme tedy konstatovat, že nejvyšších hodnot pokryvnosti bylo dosaženo v nadmořské výšce 700 m. n. m. a nejnižších nad 2200 m. n. m., což koreluje s předchozími uvedenými výsledky.

## D – Přítomnost epifylů u čeledí rostlin

Dále byla sledována četnotnost výskytu epifylních mechorostů u čeledí rostlin, kde bylo k dispozici minimálně 10 položek. Tam, kde bylo herbářových položek méně, nebylo vyhodnocení provedeno, aby se předešlo zkreslení dat. I tak se do tohoto limitu dostalo 35 čeledí rostlin ze 102 čeledí celkem. Vše je názorně uvedeno v grafu č. 10 a tabulce č. 12 (příloha 2).



Graf č. 10: Vyjádření množství položek v procentech u jednotlivých čeledí rostlin, kde byly nalezeny epifylní mechorosty.

Z výsledků je patrné, že nejvyšší počet herbářových položek s přítomností epifylních mechorostů byl nalezen u čeledi Myrtaceae a nejnižší u čeledi Poaceae.

## E – Listy a výskyt epifylismu

Poslední vyhodnocení se týkalo poměru počtu všech listů k počtu listů s přítomností epifylů a jejich následné rozdělení podle nadmořských výšek. Vše ukazuje graf č. 11 a tabulka č. 13.



Graf č. 11: Výskyt epifylů na listech.

m. n. m.	počet všech listů	listy s epifyly	% listů s epifyly
<b>350</b>	2512	768	31 %
<b>700</b>	1488	717	48 %
<b>1100</b>	2576	758	29 %
<b>1500</b>	1764	524	30 %
<b>1800</b>	2065	386	19 %
<b>2200</b>	4868	86	2 %
<b>&gt;2200</b>	1734	1	0,06 %

Tabulka č. 13: Data ke grafu č. 11.

Opět dochází ke shodě s předchozími výsledky, kdy největší výskyt epifylních mechorostů na listech je přítomen v 700 m. n. m. (48 %) a směrem do nižších či vyšších nadmořských výšek dochází k poklesu četnosti výskytu epifylů na listech. Pokles je výrazný už od 2200 m. n. m. (2 %) a nad tuto výšku je dokonce na hodnotě 0,06 %. Lze tedy velmi dobře určovat výškový gradient podle přítomnosti či absence epifylů na listech a z toho usuzovat nadmořskou výšku.

## 8. DISKUZE

Epifylní mechorosty byly nalezeny na 645 položkách, tedy zhruba na 50 % z celkového počtu 1282 hodnocených herbářových položek. Poměr herbářových položek s přítomností epifylů a bez nich se ale lišil v jednotlivých nadmořských výškách, jak je uvedeno v části A (graf č. 1 a tabulka č. 2 - příloha 2), kdy byl nejvyšší počet herbářových položek s epifyly nalezen ve výšce 700 m. n. m., tedy ve střední nadmořské výšce, a v obou směrech od této výšky docházelo ke snižování četnosti výskytu. Tento trend byl také nalezen při vyhodnocení části B (graf č. 2-8, tabulka č. 3-10), kdy se hodnotily jednotlivé nadmořské výšky podle množství pokryvnosti epifyly (tabulka č. 1, kritérium 6).

Skupina 1 % a méně byla nejvíce zastoupená oproti ostatním skupinám v 1800 m. n. m., což může znamenat, že v těchto nadmořských výškách se epifylním mechorostům tolik nedaří, a proto netvoří tak vysoce pokryvné porosty. Naopak v 700 m. n. m. je tato skupina méně zastoupená, což může znamenat, že se epifylům v těchto nadmořských výškách daří a proto tvoří spíše porosty s vyšší pokryvností (Dančák osobní sdělení). Část C (graf č. 9, tabulka č. 11), kde se počítala průměrná pokryvnost epifylními mechorosty korelovala s předchozími částmi A, B a i zde byl stejný trend stoupání a klesání s nadmořskou výškou. Toto platí rovněž pro část E (graf č. 11, tabulka č. 13), kde při hodnocení všech listů a listů s přítomností epifylů pro jednotlivé nadmořské výšky, vyšly stejné výsledky.

Nejvýraznější byl pokles výskytu těchto epifylních mechorostů směrem k vrcholu Kamerunské hory, kdy ve vyšších nadmořských výškách dochází ke zhoršení podmínek pro jejich růst. Floristická druhová bohatost obecně klesá s rostoucí nadmořskou výškou a změny ve složení druhů jsou velké (Proctor et al. 2007). V nadmořských výškách nad 2200 m. n. m. už se prakticky žádné epifyly nevyskytovaly, což velmi dobře koreluje s horní hranicí lesa, která na Kamerunské hoře probíhá právě přibližně v této nadmořské výšce. Proto můžeme dojít k závěru, že epifylní mechorosty rostou po konec montáního vegetačního stupně, který také končí obvykle podle horní hranice lesa a je zhruba vymezen mezi 1400-2400 m. n. m. (Indrová 2015). Dalším faktorem, který působí ve vyšších nadmořských výškách a ovlivňuje také horní hranici lesa je sopečná činnost, která svou periodickou činností pomocí ohně, lávových toků a padání popela ovlivňuje vegetaci. V porostu, tak vznikají mezery nebo je růst a obnova znemožněna kvůli hlubokým vrstvám sopečného popela nebo je půda pokryta neztvrdlou lávou (Proctor et al. 2007).



Navíc dochází za horní hranicí lesa ke změnám skladby vegetace. Jak uvádí Bussmann (2006), orotropický horský les sahá do výšky kolem 2000 m. n. m. a je postupně nahrazován orotropickým mlžným lesem, který leží mezi 2000 až 2600 m. n. m. Směrem k vrcholu se stavá krajina otevřenější a mezi 2600-3400 m. n. m. převládají altotropické travní porosty (Bussmann 2006). Vegetační stupeň se mění, v těchto nadmořských výškách na alpinský a už podle toho, že leží za horní hranicí lesa, je možné vyvodit znatelnou změnu vegetace (křoviny, travní porosty, vřesoviště), včetně klimatických podmínek. Nad 3400 m. n. m. se nachází již nivální (vrcholový) vegetační stupeň (Škodová 2012), kde již rostou keřové a travní porosty vysokohorských pouští (Bussmann 2006). Změna podmínek směrem k vrcholu (teplota, srážky, vegetace) jsou tedy velké a působí silně proti růstu epifylních mechorostů. Je to rovněž způsobeno tím, že epifylní mechorosty jsou typické pro mírné a tropické deštné lesy, protože je zde vysoká vlhkost (Frahm 2002) a vyšší hodnoty vlhkosti také umožňují mechorostům přechod z kůry na list. Mezi další faktory, které epifyly ke svému růstu potřebují, jsou vysoké úhrny srážek a podstatná je také přítomnost vhodných listů (Frahm 2003). Epifylní organismy jsou obecně vázané na stabilně vlhké lesní prostředí a otevřené biotopy s výrazně kolísající vzdušnou vlhkostí obvykle neosidlují (Dančák osobní sdělení).

Proč je nejvyšších hodnot, dosahováno ve středních výškách není zcela jasné. Lze uvažovat například o tom, že ve středních nadmořských výškách je nejstabilnější vzdušná vlhkost, což by tento stav mohlo vysvětlovat. Kamerunská hora je výjimečná srážkovou inverzí, tedy tím, že na rozdíl od jiných hor zde průměrné roční srážky s výškou klesají, kdy například v 1 000 m. n. m. spadne kolem 4 000 mm/rok a ve 2 000 m. n. m. už jen 3 000 mm/rok. Směrem k vrcholu nespadne více než 2 000 mm srážek/rok (Proctor et al. 2007). Na vrcholu Kamerunské hory je vzácně sníh (Cable & Cheek 1998), který indikuje nevhodné podmínky pro růst epifylů. Nalezena zde byla jen 1 položka s epifyly (pokryvnost 1% a méně) ve výšce 3600 m. n. m.

To by ale vysvětlovalo pouze úbytek epifylů směrem do vyšších elevací jako korelaci s úbytkem srážek. Zajímavý je rovněž pokles směrem do nižších nadmořských výšek, i když ten je jen slabý. Zde, ale naopak může hrát roli srážková sezonalita, tedy relativně dlouhé období beze srážek nebo jen s minimálními srážkami, což také limituje výskyt epifylů (Dančák osobní sdělení). Od prosince do února je totiž na Kamerunské hoře krátké období sucha, ale vlhkost vzduchu je i přesto mezi 75-80 % (Payton 1993). Výskyt epifylních mechorostů v nižších nadmořských výškách Kamerunské hory je umožněn přítomností stálezeleného tropického

deštného lesa sahajícím až do cca 800 m. n. m. (Indrová 2015). Proto je možné usuzovat, že kolinní vegetační stupeň, který se zde nachází (Škodová 2012), je také vhodným prostředím pro epifylní mechorosty, což dokládají také nálezy na herbářových položkách.

Dalším možným vysvětlením je tzv. mid-elevation efekt, kdy největší taxonomické diverzity je dosahováno ve středních nadmořských výškách (Cardelús 2005). V této bakalářské práci sice nemám informaci o taxonomickém složení epifylních mechorostů, ale jejich zvýšená abundance ve středních nadmořských výškách může souviset právě s vyšší taxonomickou diverzitou dřevin. Jak dokládají výsledky prezentované v části D (graf č. 10, tabulka č. 12 – příloha 2), existují určité čeledi rostlin, které epifyly výrazně preferují (Myrtaceae, Ebenaceae, Melastomataceae, Annonaceae, Apocynaceae, Acanthaceae, Begoniaceae) nebo naopak nepreferují (Poaceae, Selaginellaceae). Čeledi, které epifylní mechorosty nepreferují, rostou většinou na stanovištích, kde není trvalý lesní zápoj. Stanoviště jsou tedy otevřená a není zde mikroklíma, jako uvnitř lesa (nižší vlhkost, vyšší sluneční záření). Druhy nepreferovaných čeledí, které byly hodnoceny, jsou byliny a nejsou mezi nimi žádné dřeviny.

Při klesání či stoupání nadmořské výšky docházelo k postupnému poklesu hodnot ve všech skupinách. Je zde tedy patrný jasný klimatický gradient, který se mění s nadmořskou výškou a přímo působí na epifyly, kdy například na vrcholku Kamerunské hory je kvůli špatným klimatickým podmínkám výskyt epifylů takřka nulový. Složení společenstev a druhová bohatost se mohou také lišit podle narušení (Mohandass et al. 2015), nadmořské výšky (Trigas et al. 2013) a dalších environmentálních a klimatických podmínek (Tielbörgeri et al. 2014).

Prací na toto téma je velmi málo. V mnoha studiích jsou uváděny jen výškové zonace pomocí epifytů, kde už není zřejmé, zda byly využity i epifylní mechorosty. Navíc epifytní mechorosty narůstají svou početností a fytomasu se stoupající nadmořskou výškou, zatímco epifylní mechorosty mají své nejvyšší hodnoty kolem středních hodnot nadmořské výšky. Výzkum v tropických horách je dnes na slabé úrovni a čeká se zde ještě spousta práce.

## 9. ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývala výskytem epifylních mechorostů v jednotlivých nadmořských výškách Kamerunské hory. Cílem bylo zjistit, jak se mění kvantitativní zastoupení epifylních mechorostů v závislosti na nadmořské výšce. Prací na toto téma je velmi málo, přitom tyto epifyly mají při určování výškové zonace svou nezastupitelnou roli, například oproti kvetoucím rostlinám.

Nejprve jsem se zabýval v části A (graf č. 1, tabulka č. 2 – příloha 2) počtem položek, kde byly nalezeny epifylní mechorosty. Nejvyšší počet položek s výskytem epifylních mechorostů byl nalezen v nadmořské výšce 700 m. n. m. Pokryvnost epifylními mechorosty směrem k vrcholu Kamerunské hory klesá až po takřka nulové hodnoty, což pravděpodobně způsobují nepříznivé klimatické podmínky, které působí proti růstu epifylních mechorostů na listech. Navíc dochází ke změnám skladby vegetace, na které by se mohly tyto mechorosty uchytit.

V části B (grafy č. 2-7, tabulky č. 3-9) jsem přešel ke studiu pokryvnosti epifylů v jednotlivých nadmořských výškách podle čtyřčlenné stupnice (tabulka č. 1, kritérium 6) na jednotlivých herbářových položkách. Mezi jednotlivými elevacemi je podobný poměr jednotlivých kategorií pokryvnosti. Nejčastěji nalézanou dominantní skupinou byla ta, co charakterizovala pokrytí 1% a méně, přičemž kolem hranice lesa výrazněji poklesl relativní podíl kategorií pokryvností nad 10% hodnoty. Na konec tohoto okruhu jsem ještě přidal celkovou bilanci všech nadmořských výšek dohromady (graf č. 8, tabulka č. 10 – příloha 2), kde platí to samé co pro jednotlivé nadmořské výšky, tedy že největší zastoupení epifylních mechorostů bylo v 700 m. n. m.

V části C jsem se zabýval průměrnou pokryvností listů epifylními mechorosty. I zde se potvrdilo, že největší výskyt byl ve středních nadmořských výškách, tedy kolem 700 m. n. m. a je tedy možné i tímto způsobem stanovit výškové pásy. Vše ukazuje graf č. 9 a tabulka č. 11.

V předposlední části D bylo vyhodnocení věnováno jednotlivým čeledím rostlin a výskytu epifylních mechorostů na nich (graf č. 10, tabulka č. 12 – příloha 2). Nejvíce herbářových položek s přítomností epifylních mechorostů bylo nalezeno u čeledi Myrtaceae, která měla 91 % položek s epifyly. Početný výskyt epifylů byl také u čeledi Ebenaceae (80 %), Melastomataceae (80 %), Annonaceae (77 %), Apocynaceae (71 %) a Acanthaceae (70 %).

Nejménší množství herbářových položek s přítomností epifylních mechorostů bylo nalezeno u čeledi Poaceae (7 %). Malé počty byly také zjištěny u čeledi Selaginellaceae (8 %).

V poslední části E byl zjišťován poměr všech listů k listům s přítomností epifylních mechorostů pro jednotlivé nadmořské výšky. I zde byl stejný trend jako u předchozích vyhodnocení, kdy největší počet listů s epifyly byl nalezen v 700 m. n. m. Vyjádřeno také grafem č. 11 a tabulkou č. 13.

Závěrem je možné konstatovat, že dochází k prokazatelným změnám v distribuci a množství epifylních mechorostů v jednotlivých nadmořských výškách Kamerunské hory.

## 10. LITERÁRNÍ ZDROJE

Ambrose-Oji B. (1997): Valuing forest products from Mount Cameroon. – Earthwatch Institute, Oxford (Available at: [http://www.earthwatch.org/site/pp.asp?c=cr\\_LQK3PHLsF&b=479893](http://www.earthwatch.org/site/pp.asp?c=cr_LQK3PHLsF&b=479893), cited 15 May 2007).

Balatka B., Kinský J., Málek R. & Vrána O. (1971): *Zeměpis světa: Afrika*. – Praha, Orbis.

Basl J. (1929): *Velký zeměpis všech dílů světa*. 2., opr. a dopl. vyd. – Praha, I. L. Kober.

Bengstrom D. M. & Tweedie C. E. (1998): A conceptual model for integration studies of epiphytes: nitrogen utilisation, a case study. – *Australian Journal of Botany* 46: 273-80.

Bentley B. L. & Carpenter E. J. (1980): Effects of desiccation and rehydration on nitrogen fixation by epiphylls in a tropical rainforest. – *Microbial Ecology* 6: 109-113.

Bentley B. L. & Carpenter E. J. (1980): Effects of desiccation and dehydration on nitrogen fixation by epiphylls in a tropical rainforest. – *Microbial Ecology* 6: 109-113.

Bentley B. L. & Carpenter E. J. (1984): Direct transfer of newly-fixed nitrogen from free living epiphyllous micro-organisms to their host plant. – *Oecologia* 63: 52-56.

Bentley B. L. (1987): Nitrogen fixation by epiphylls in a tropical rainforest. – *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74: 234-241.

Bentley B. L. (1989): Nitrogen fixation by epiphylls in a tropical rainforest: The ecological conversion of leaves to roots. – *American Journal of Botany* 76 (6, Suppl.): 4.

Bussmann R. W. (2006): Vegetation zonation and nomenclature of African Mountains – An overview. – *Lyonia* 11 (1): 41-66.

Cable S. & Cheek M. (1998): *The plants of Mt. Cameroon*. – Kew, Royal Botanical Gardens.

Cardelús C. L., Colwell R. K. & Watkins J. E. (2005): Vascular epiphyte distribution patterns: explaining the mid-elevation richness peak. – *Journal of Ecology* 94: 144-156.

Carpenter E. J. (1992): Nitrogen fixation in the epiphyllae and root nodules of trees in the lowland tropical rainforest of Costa Rica. – *Acta Oecologica* 13: 153-160.

Coley P. D., Kursar T. A. & Machado J. L. (1993): Colonization of tropical rain forest leaves by epiphylls: effects of site and host plant leaf time. – *Ecology* 74: 619-623.

Culek M., Buček A., Grulich V., Hartl P., Hrabica A., Kocián J., Kyjovský Š. & Lacina J. (2005): Biogeografické členění České republiky II. díl. – Praha, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.

Černík A. & Sekyra J. (1969): *Zeměpis velehor: velehorská příroda, hory a člověk, velehory světa*. – Praha, Academia.

Eggers J. (2001): Epiphyllous Lejeuneaceae in Costa Rica. Contributions to the altitudinal distribution of selected species. – *Tropical Bryology* 20: 109-116.

Embrechts J. & Tavernier R. (1987): Soil climate regimes of Cameroon and their relation to the distribution of major crops and grazing systems. – In: Ikawa H., Tsuji G. Y. (eds), *Proceedings of the third international forum on soil taxonomy and agrotechnology transfer. Benchmark soils project technical report No. 10, HITAR*. University of Hawaii, Honolulu.

Encyclopædia Britannica (2019): Mount Cameroon [online]. – URL: <http://www.britannica.com/place/Mount-Cameroon> (navštíveno 11. 1. 2019).

Equihua C. & Pócs T. (1999): Epiphyllous Bryophytes from the Lacandon Forest, Chiapas, Mexico. – *Bryologist* 102(4): 747-752.

Falkenhorst C. (1890): *Durch die Wüsten und Steppen des dunklen Weltteils*. – Stuttgart, Union Deutsche Verlagsgesellschaft.

Fonge B. A., Yinda G. S, Focho D. A., Fongod A. G. N. & Bussmann R. W. (2005): Vegetation and soil status on an 80 year old lava flow of Mt. Cameroon, West Africa. – *Lyonia* 8: 19-41.

Frahm J.-P. (1987): Which factors control the growth of epiphytic bryophytes in tropical rainforests? – *Symposia Biologica Hungarica* 35: 639-648.

Frahm J.-P. (1987): Ökologische Studien über die epiphytische Moosvegetation in Regenwäldern NO-Perus. – *Nova Hedwigia*, Beih. 88: 143-158.

Frahm J.-P. (1987): Struktur und Zusammensetzung der epiphytischen Moosvegetation in Regenwäldern NO-Perus. Beih. – *Nova Hedwigia* 88: 115-141.

Frahm J.-P., Gradstein S. R. (1991): An Altitudinal Zonation of Tropical Rain Forests Using Bryophytes. – *Journal of Biogeography*, 18 (6): 669-678.

Frahm J.-P. (2002): Untersuchungen zur Höhengliederung der Moose und der Wasserspeicherung von epiphytischen Moosen entlang eines Transektes durch den Westhang der Vogesen. – *Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar* 64: 67-78.

Frahm J.-P. (2003): Manual of tropical bryology. – *Tropical Bryology* 23: 1-196.

Frey W., Gossow R. & Kürschner H. (1990): Verteilungsmuster von Lebensformen, wasserleitenden und wasserspeichernden Strukturen in epiphytischen Moosgesellschaften am Mt. Kinabalu (Nord Borneo). – *Nova Hedwigia* 51: 87-119.

Frey W., Kürschner H. & Seifert U. H. (1995): Scientific results of the BRYOTROP expedition to Zaire and Rwanda. 7. Life strategies of epiphytic bryophytes from tropical lowland and montane forests, ericaceous woodlands and the Dendrosenecio subparamo of the eastern Congo basin and adjacent mountains (Parc National de KahuziBiega/Zaire, Forêt de Nyungwe/Rwanda. – *Tropical Bryology* 11: 29-150.

Goffinet B. & Shaw A. J. (2009): *Bryophyte biology*. (2nd ed.). – Cambridge, Cambridge University Press.

Gradstein S. R. & Pócs T. (1989): Bryophytes. – In: Lieth H. & Werger M. J. [eds] (2012), *Tropical rain forest ecosystems: biogeographical and ecological studies*, pp. 311-325, Elsevier, Amsterdam.

Grubb P. J. & Whitmore T. (1966): A comparison of montane and lowland rain forest in Ecuador. II. The climate and its effects on the distribution and physiognomy of the forests. – *Journal of Ecology* 54: 303-333.

Grubb P. J. (1974): Factors controlling the distribution of forest types on tropical mountains: New facts and a new perspective. – In: Flenley J. R. [ed], *Altitudinal Zonation in Malesia*, pp. 13–46. Transactions of the Third Aberdeen-Hull Symposium on Malesian Ecology, Hull 1973, Dept. of Geography, University of Hull.

Halliday A. N., Dickin A. P., Fallick A. E. & Fitton J. D. (1988): Mantle dynamics: a Nd, Sr, Pb and O isotopic study of the Cameroon line volcanic chain. – *Journal of Petrology* 29: 181-211.

Hall J. B. (1973): Vegetational zones of the southern slopes of Mount Cameroon. – *Vegetatio* 27: 19-69.

Hanus M. & Šídlo L. (2011): *Školní atlas dnešního světa. 1.* – Praha, Terra.

Hietz P., Wanek W., Wania R. & Nadkarni N. (2002): Nitrogen-15 natural abundance in a montane cloud forest canopy as an indicator of nitrogen cycling and epiphyte nutrition. – *Oecologia* 131: 350-5.

Holdrige L. R., Grenke W. C., Hatheway W. H., Liang, T. & Tosi J. A. (1971): *Forest environments in tropical life zones: a pilot study.* – Pergamon Press, Oxford.

Hueck K. (1966): *Die Wälder Sudamerikas.* – Gustav Fischer, Stuttgart.



Indrová R. (2015): Velikost genomu vybraných zástupců cévnatých rostlin Tropicke Afriky. – Ms., Diplomová práce. [Depon. In: Univerzita Palackého v Olomouci].

Jérémine E. (1943): Contribution a l'etude petrographique du Cameroun Occidental. – Mefm. Mus. d'Hist. nat., N. S. 7: 273-320.

Jiang Y., Wang T., Wu Y., Hu R., Huang K. & Shao X. (2018): Past distribution of epiphyllous liverworts in China: The usability of historical data. – Ecology and Evolution 8: 7436-7450.

Kalina T. & Váňa J. (2005): *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. – Praha, Karolinum.

Keay R. W. J. (1955): Montane vegetation and flora in the British Cameroons. – Proc. Linn. Soc. Lond. 165: 140-143.

Kürschner H. & Seifert U. H. (1995): Wissenschaftliche Ergebnisse der BRYOTROP-Expedition nach Zaire und Rwanda. 6. Lebensformen und Adaptationen zur Wasserleitung und Wasserspeicherung in epiphytischen Moosgesellschaften im östlichen Kongobecken und den angrenzenden Gebirgsstöcken (Parc National de Kahuzi-Biega/Zaire, Forêt de Nyungwe/Rwanda). – Tropical Bryology 11: 87-118.

Lachenaud O. et al. (2013): New records for the flora of Cameroon, including a new species of Psychotria (Rubiaceae) and range extensions for some rare species. – Plant Ecology and Evolution 146 (1): 121-133.

Lauer W. (1986): Die Vegetationszonierung der Neotropis and ihr Wandel seit der Eiszeit. – Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 99: 211-235.

Lauer C. (1994): *Lexikon zemí. Sv. 6, Afrika na jih od Sahary, Madagaskar*. – Praha, GeoCenter.

Lücking A. (1995): Diversität und Mikrohabitatpräferenzen epiphyller Moose in einem tropischen Regenwald in Costa Rica. – Ms., Ph.D. thesis [Depon in: University of Ulm].

Lücking A. (1997): Diversity and distribution of epiphyllous bryophytes in a tropical rainforest in Costa Rica. – *Abstracta Botanica* 21: 79-87.

Maitland T. D. (1932): The grassland vegetation of the Cameroon Mountain. – *Bulletin of miscellaneous information (Royal Botanical Gardens, Kew)* 9: 417-435.

Miehe S. (1988): Vegetation ecology of the Jebel Marra Massif in the Semiarid Sudan. – J. Cramer., Berlin, Stuttgart.

Mohandass D., Davidar P., Somasundaram S., Vijayan L. & Beng K. C. (2015): Influence of disturbance regime on liana species composition, density and basal area in the tropical montane evergreen forests (sholas) of the Western Ghats, India. – *Tropical Ecology* 56: 169-182.

Momo Solefack M. C. (2009): Influence des activités anthropiques sur la végétation du Mont Oku (Cameroun). – Ms. PhD. thesis. [Depon in: Université de Picardie].

Moravec J. [ed.] (1994): *Fytocenologie: nauka o vegetaci*. – Academia, Praha.

Nagy L. & Grabherr M. (2009): *The biology of alpine habitats*. – Oxford, Oxford Univeristy Press.

Ndam N. J., Healey, Cheek M. & Fraser P. (2001): Plant recovery on the 1922 and 1959 lavaflows on Mount Cameroon, Cameroon. – *Systematics and Geography of Plants* 71: 1023-1032.

Olson D. M., Dinerstein E., Wikramanayake E. D., Burgess N. D., Powell G. V. N., Underwood E. C., D'Amico J. A., Itoua I., Strand H. E., Morrison J. C., Loucks C. J., Allnutt T. F., Ricketts T. H., Kura Y., Lamoreux J. F., Wettengel W. W., Hedao P. & Kassem K. R. (2001): *Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth*. – *BioScience* 51(11): 933– 938.

Payton R. W. (1993): Final project report R4600 ecology, altitudinal zonation and conservation of tropical rain forests of Mount Cameroon. – Soil Survey and Land Research Centre, Cranfield.

Pócs T. (1982): Tropical forest bryophytes. – In Smith A. J. E. (ed.), *Bryophyte ecology*, pp. 59-104, Chapman & Hall, London.

Prance G. T. (1989): American Tropical Forests. *Tropical rain forest ecosystems* (ed. by H. Lieth and M. J. A. Werger), pp. 99-132. – Elsevier, Amsterdam.

Proctor M. C. F. (1990): The physiological basis of bryophyte production. – *Bot. J. Linn. Soc.* 104: 61-77.

Proctor J., Edwards I. D., Payton R. W. & Nagy L. (2007): Zonation of forest vegetation and soils of Mount Cameroon, West Africa. – *Plant Ecology*, 192 (2): 251-269.

Richards P. W. (1952): *The tropical rain forest*. – Cambridge University Press.

Richards P. W. (1963): Ecological notes on west African vegetation III. The upland forests of Cameroon Mountain. – *Journal of Ecology* 51: 529-554.

Richards P. W. (1984): The ecology of tropical forest bryophytes. – In: Schuster R. M. [ed.], *New manual of bryology*, pp. 1233-1270, Hattori Botanical Laboratory, Nichinan.

Schmithüsen J. (1976): *Atlas zur Biogeographie*. – Mannheim, Bibliographisches Institut.

Shumway S. W., Letcher S. L., Friberg A. & DeMelo D. (2009): RainforestPlants [online]. – URL: [http://wikis.wheatoncollege.edu/rainforest/index.php?title=Main\\_Page](http://wikis.wheatoncollege.edu/rainforest/index.php?title=Main_Page) (navštíveno 4. 3. 2019).

Smithsonian Institution (2019): Cameroon [online]. – URL: <http://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=224010> (navštíveno 10. 1. 2019).

Sjögren E. (1975): Epiphyllous bryophytes of Madeira. – Svensk Botaniska Tidskrift 69: 217-88.

Skalický V. (1988): Regionálně fytogeografické členění. – In: Hejný S. a Slavík B. [eds]: Květena ČSR I., p. 103-121, Academia, Praha.

Slavíková J. (1986): Ekologie rostlin. – Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

Suh C. E., Ayonghe S. N., Sparks R. S. J., Annen C., Fitton J. G., Nana R. & Luckman A. (2003): The 1999 and 2000 eruptions of Mount Cameroon: eruption behaviour and petrochemistry of lava. – Bulletin of Volcanology 65 (4): 267-281.

Škodová L. (2012): Vegetační stupně v horách tropů a subtropů. – Diplomová práce. [Depon. In: Masarykova Univerzita v Brně].

Thiers B. M. (1988): Morphological adaptations of the Jungermanniales (Hepaticae) to the tropical rainforest habitat. – Journal of the Hattori Botanical Laboratory 64: 5-14.

Tielbörger K., Bilton M. C., Metz J., Kigel J., C. Holzapfel C., Lebrija-Trejos E., Konsens I., Parag H. A. & Stenberg M. (2014): Middle-Eastern plant communities tolerate 9 years of drought in a multisite climate manipulation experiment. – Nature Communications 5: 5102.

Tobiessen P. L., Mott. K. A. & Slack N. G. (1977): A comparative study of photosynthesis, respiration and water relations in four species of epiphytic mosses in relation to their vertical distribution. – Bryoph. Biblioth. 13: 253-277.

Trigas P., Panitsa M. & Tsiftsis S. (2013): Elevational gradient of vascular plant species richness and endemism in crete - the effect of post-isolation mountain uplift on a continental island system. – PLoS ONE 8: e59425.

Troll C. (1959): Die tropischen Gebirge, ihre dreidimensionale klimatische und pflanzengeographische Zonierung. – Bonner Geographische Abhandlungen, Bonn.

Váňa J., Hradílek Z. & Soldán Z. (2006): *Obecná bryologie*. – Praha, Karolinum.

Váňa J., Hradílek Z. & Soldán Z. (2006): *Speciální bryologie*. I, Marchantiophyta, Anthocerotophyta. – Praha, Karolinum.

Whitmore T. C. (1984): *Tropical rain forests of the Far East*. – Clarendon Press, Oxford.

## PŘÍLOHY

### Příloha 1 – originální data

Tabulka s daty, která byla zpracována do této bakalářské práce, jsou uložena na tomto Internetovém odkazu: <https://uloz.to/file/UjrZfOuu8m2Y/epifyly-mtcam-xlsx> a na CD, které je přiloženo k bakalářské práci.

### Příloha 2 - tabulky

Tabulka č. 2: Data ke grafu č. 1.

	Počet hodnocených položek	Počet položek s epifyly
350 m. n. m.	293	133
700 m. n. m.	218	171
1100 m. n. m.	281	159
1500 m. n. m.	147	92
1800 m. n. m.	129	70
2200 m. n. m.	157	19
>2200 m. n. m.	57	1

Tabulka č. 10: Data ke grafu č. 8.

	% ZASTOUPENÍ POLOŽEK PODLE SKUPIN POKRYVNOSTI			
	1% a méně	1-10%	10-50%	50-100%
350 m. n. m.	22 %	8 %	6 %	9 %
700 m. n. m.	26 %	15 %	17 %	20 %
1100 m. n. m.	25 %	9 %	12 %	11 %
1500 m. n. m.	30 %	7 %	11 %	14 %
1800 m. n. m.	33 %	9 %	9 %	5 %
2200 m. n. m.	10 %	1 %	0 %	1 %
>2200 m. n. m.	2 %	0 %	0 %	0 %

Tabulka č. 12: Data ke grafu č. 10.

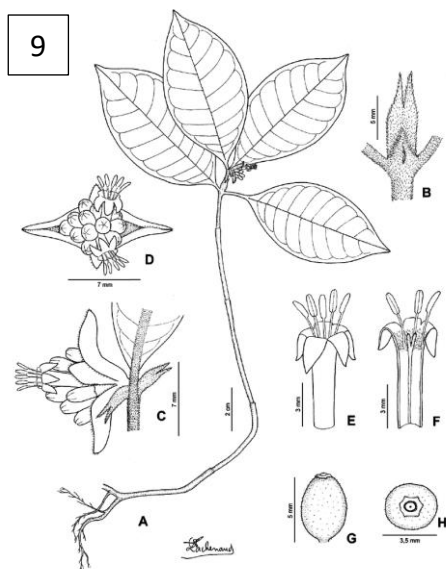
ČELEĎ	CELKEM POLOŽEK	S EPIFYLY	BEZ EPIFYLŮ	S EPIFYLY (%)
Myrtaceae	11	10	1	91 %
Ebenaceae	10	8	2	80 %
Melastomataceae	10	8	2	80 %
Annonaceae	35	27	8	77 %
Apocynaceae	24	17	7	71 %
Acanthaceae	43	30	13	70 %
Begoniaceae	23	16	7	70 %
Rubiaceae	194	132	62	68 %
Malvaceae	22	15	7	68 %
Commelinaceae	33	22	11	67 %
Asparagaceae	12	8	4	67 %
Dichapetalaceae	25	16	9	64 %
Lamiaceae	23	14	9	61 %
Cucurbitaceae	15	9	6	60 %
Ochnaceae	10	6	4	60 %
Salicaceae	10	6	4	60 %
Sapindaceae	10	6	4	60 %
Euphorbiaceae	24	14	10	58 %
Marantaceae	14	8	5	57 %
Connaraceae	16	9	7	56 %
neurčeno	128	65	63	51 %
Cyperaceae	14	6	8	43 %
Celastraceae	12	5	7	42 %
Putranjivaceae	29	12	17	41 %
Polypodiaceae	41	16	25	39 %
Fabaceae	26	10	16	38 %
Araceae	19	7	12	37 %
Primulaceae	11	4	7	36 %
Pteridaceae	19	6	13	32 %
Urticaceae	35	11	24	31 %
Apiaceae	10	3	7	30 %
Asteraceae	48	11	37	23 %
Aspleniaceae	13	3	10	23 %
Selaginellaceae	13	1	12	8 %
Poaceae	59	3	56	7 %

### Příloha 3 – obrázky



**Obrázek č. 8: Letecký záběr Kamerunské hory.**

Zdroj: © Blizzard to Breeze (<https://blizzardtobreeze.wordpress.com/page/3/>)



**Obrázek č. 9 a 10: Endemit Kamerunské hory *Psychotria yaoundensis*. Převzato z Lachenaud et al (2013).**

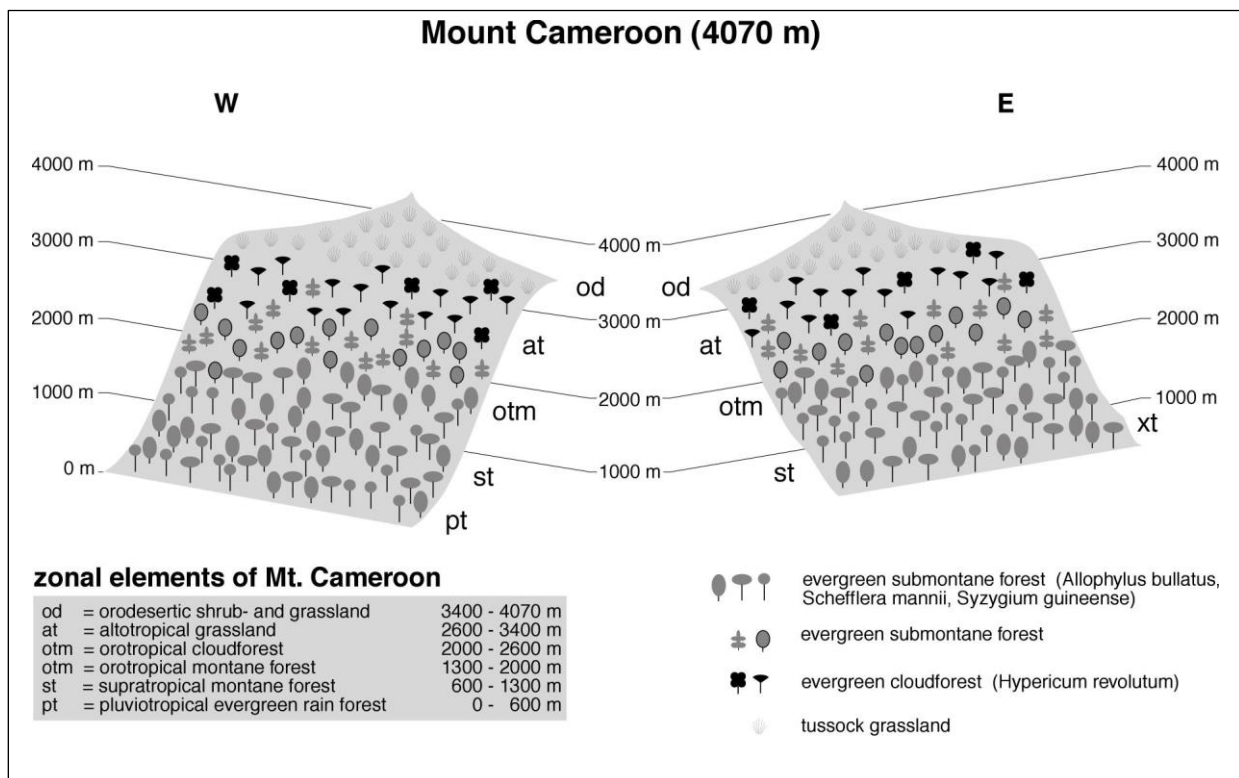




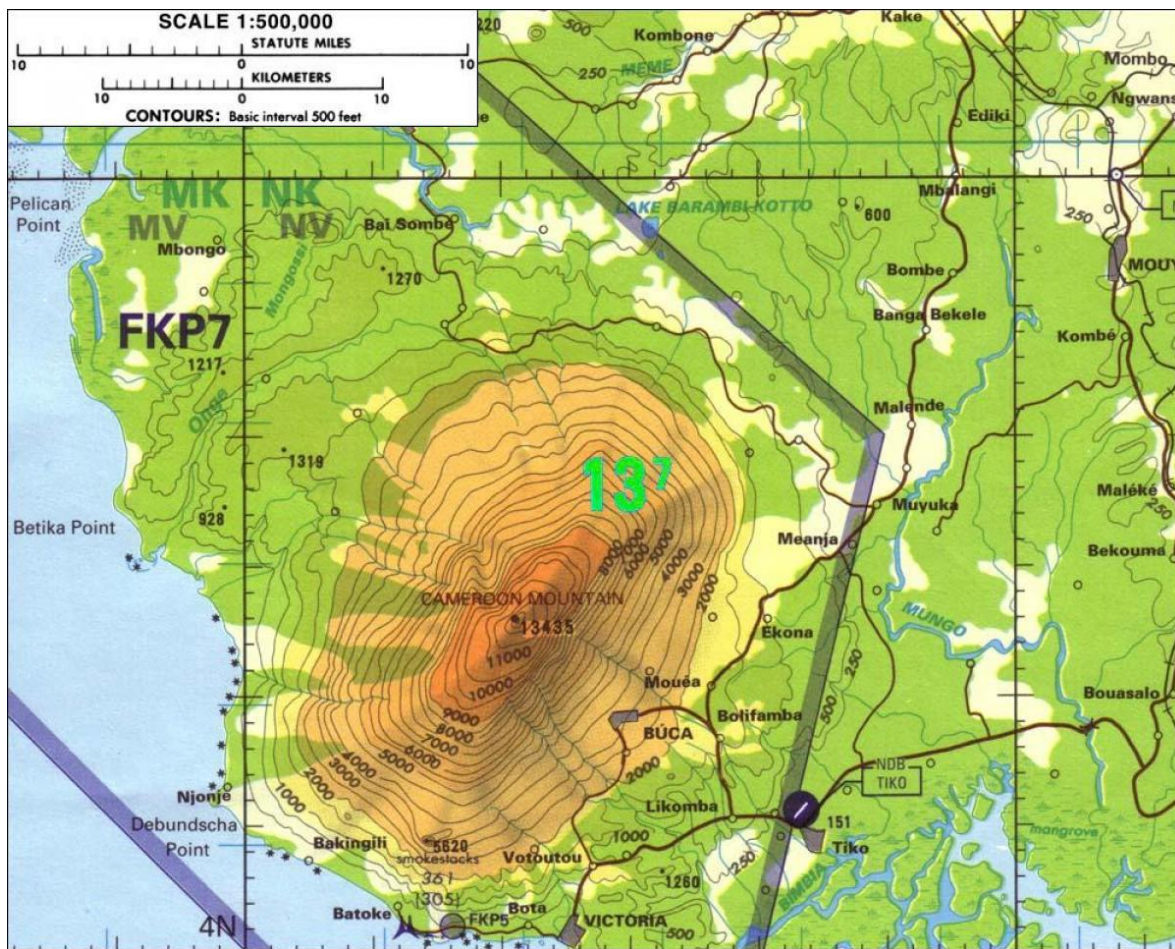
**Obrázek č. 11: Endemit Kamerunské hory *Platysteira laticincta*.** © Nik Borrow  
(<https://www.flickr.com/photos/nikborrow/38527057715>)

**Obrázek č. 12: Endemit Kamerunské hory *Tauraco bannermani*.** © Nik Borrow  
(<https://dibird.com/species/bannermans-turaco/#gallery-7>)

**Obrázek č. 13: Endemit Kamerunské hory *Apalis pulchra*.** ©Jan-Åke Alvarsson  
(<https://fageldagbok.se/bild/1606-oreolais-apalis-pulchra>)



**Obrázek č. 15: Vegetační zonace západní (W) a východní (E) strany Kamerunské hory.**  
Převzato z Bussmann (2006).



Obrázek č. 16: Mapa Kamerunské hory s vrstevnicemi (Cameroon mountain).

Zdroj: © Newwebcreations (<https://cs.maps-cameroon.com/mount-cameroon-map%C4%9B>)