

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Katedra fyzické geografie a geoekologie

Studijní program: Geografie

Studijní obor: Geografie a kartografie



Tomáš Hejda

**VÝVOJ KRAJINNÉHO POKRYVU A KLIMATICKÁ
CHARAKTERISTIKA OBLASTI ÚPSKÉHO RAŠELINIŠTĚ**
LAND-COVER CHANGES AND CLIMATIC SETTINGS OF THE
ÚPSKÉ RAŠELINIŠTĚ MIRE

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce: Mgr. Václav Treml, Ph. D.

Praha, 2016

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 12. 5. 2016

Podpis

Poděkování patří vedoucímu práce Mgr. Václavu Tremlovi, Ph.D. za pomoc, ochotu, cenné rady, připomínky a poskytnutá data při zpracování předkládané závěrečné práce, rodině za podporu a zároveň Správě KRNAP a ČÚZK za vstřícnost s poskytnutím dat.

Zadání bakalářské práce

Název práce: Vývoj krajinného pokryvu a klimatická charakteristika Úpského rašeliniště

Cíle práce:

1) Porovnat klimatické charakteristiky Úpského rašeliniště s klimatickými charakteristikami skandinávských rašelinišť; 2) provést prostorovou a časovou analýzu změn krajinného pokryvu rašeliniště od 30. let 20. století do současnosti na základě leteckých snímků.

Použité pracovní metody, zájmové území, data:

Rešerše klimatických charakteristik hlavních typů rašelinišť; výpočet klimatických charakteristik Úpského rašeliniště na základě dat ze stanice Szrenica; porovnání rozlohy následujících typů krajinného krytu na základě ortorektifikovaných leteckých snímků: klečové porosty, bylinná vegetace, vodní plochy.

Datum zadání: 16. 12. 2014

Podpis studenta:

Tomáš Hejda

Podpis vedoucího práce:

Mgr. Václav Tremel, Ph.D.

ABSTRAKT

Rašeliniště, potažmo mokřady, jsou velmi důležitá stanoviště, ekosystémy a reliktní i recentní úložiště. Objekt studia rašelinišť je zaměřen na morfologické, hydrologické a chemické vlastnosti a stále více jsou rašeliniště diskutována v globálním měřítku vzhledem ke klimatické změně. Předkládaná bakalářská práce se zabývá charakteristikami rašelinišť v globálním měřítku, které jsou používány v literatuře a vytváří jejich klasifikaci. Klasifikace rašelinišť je řešena i v českém měřítku se zaměřením na rašeliniště západních Vysokých Sudet. Rašeliniště Krkonoš byla klimaticky analyzována se zaměřením na dynamiku krajinného pokryvu oblasti Úpského rašeliniště a následně porovnávána se skandinávskými rašeliništi. Z uvedených analýz lze konstatovat korelaci především s typem Aapa. Vegetace, zejména borovice kleč (*Pinus mugo*) a smrkové rodiny, nad alpínskou hranicí lesa zaznamenala ve sledovaném období ve východních Vysokých Krkonoších značný nárůst s ohledem na dopady klimatických fluktuací.

Klíčová slova: rašeliniště, klasifikace, Krkonoše, klima, změny vegetace

ABSTRACT

Mires, or wetlands, are very important habitats, ecosystems, as well as relict and recent reserves. The object of the study of mires is focused on morphological, hydrological and chemical characteristics as they are more discussed globally due to climate change. The present thesis deals with the characteristics of mires on a global scale, which are used in literature and make up their classification. The classification of mires is also addressed on the Czech scale with a focus on the Western High Sudetes. Mires of the Giant Mts. were analyzed according to climate conditions with a focus on the dynamics of land cover areas of Úpské rašeliniště mire and subsequently compared with Scandinavian mires. A particularly strong dependence on the Aapa type can be stated from the analysis. The vegetation above the alpine timberline primarily consisting of dwarf pines (*Pinus mugo*) and spruce families showed a substantial increase with respect to the impacts of climate fluctuations in the recorded period in Eastern High Giant Mts.

Key words: mires, classification, Giant Mts., climate, vegetation change

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	8
SEZNAM TABULEK	9
SEZNAM PŘÍLOH	9
1. ÚVOD.....	10
2. VÝZNAM A VÝVOJ RAŠELINIŠŤ	11
2.1. Definice a význam rašelinišť	11
2.2. Dynamika rašelinišť	12
3. STAVBA A MORFOLOGIE RAŠELINIŠŤ	14
4. KLASIFIKACE RAŠELINIŠŤ	15
4.1. Palsa	16
4.2. Aapa	16
4.3. Vrchoviště	17
4.4. Vrchoviště a slatiniště	17
4.5. Nížinné slatě	17
4.6. Pokryvná rašeliniště	17
4.7. Horská rašeliniště.....	18
4.8. Jiná rašeliniště.....	18
4.9. Ostatní klasifikace.....	19
4.9.1. Slatiniště	21
4.9.2. Kyselá rašeliniště	21
4.9.3. Přechodová rašeliniště.....	21
4.9.4. Vrchovištní šlenky	22
4.9.5. Vrchoviště	22
5. RAŠELINIŠŤ KRKONOŠ	23
5.1. Horská (lesní) rašeliniště	25
5.2. Subalpínská rašeliniště.....	27
5.2.2. Vegetace	30
5.2.3. Fauna	31
5.2.4. Ohrožení	31
5.2.5. Ochrana	31

6. ÚPSKÉ RAŠELINIŠTĚ	33
6.1. Fyzicko-geografická charakteristika studované lokality	33
6.1.1. Geologie	34
6.1.2. Reliéf.....	34
6.1.3. Klimatické poměry	35
6.1.4. Půdy.....	36
6.4. Stratigrafie	37
6.5. Chemismus.....	37
7. DATA A METODY	38
7.1. Vymezení území	38
7.2. Srovnávací klimatická charakteristika	39
7.3. Analýza krajinného pokryvu.....	41
8. VÝSLEDKY.....	42
8.1. Klimatická charakteristika	42
8.2. Analýza krajinného pokryvu.....	44
9. DISKUZE.....	45
9.1. Porovnání klimatických charakteristik	45
9.2. Analýza krajinného pokryvu.....	49
10. ZÁVĚR.....	52
11. PŘÍLOHY	53
12. POUŽITÉ ZDROJE.....	61
12.1. Literatura.....	61
12.2. Ostatní, datové a mapové zdroje.....	67
12.3. Použitý software	67

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Pásma rašelinišť v Evropě.....	15
Obr. 2: Morfologické tvary hlavních typů evropských rašelinišť	18
Obr. 3: Geografické rozšíření typů rašelinišť ve Skandinávii	19
Obr. 4: Základní dělení rašelinišť a jejich dynamika s převládajícím směrem příslunu vody ..	20
Obr. 5: Poloha KRNAP a Úpského rašeliniště v rámci Česka	24
Obr. 6: Černoohorské rašeliniště jako největší montánní rašeliniště Krkonoš.....	26
Obr. 7: Subarktiko-subalpínské Pančavské rašeliniště v západních Vysokých Krkonoších s typickou stolovou formou borovice kleče	26
Obr. 8: Sezónně promrzající rašelinné deprese a sušší valy na Úpském rašeliništi	29
Obr. 9: Úpské rašeliniště s typicky vyvinutými a sezónně promrzající bulvy a šlenky	30
Obr. 10: Poloha rašelinišť v Krkonoších v závislosti na zonaci KRNAP	32
Obr. 11: Hypsometrie okolí Úpského rašeliniště	33
Obr. 12: Schéma podélného profilu anemo-orografického systému Vysokých Sudet s vyznačením jeho hlavních částí	33
Obr. 13: Geologická mapa okolí Úpského rašeliniště	34
Obr. 14: Sklonitost okolí Úpského rašeliniště	35
Obr. 15: Letecký snímek Úpského rašeliniště	36
Obr. 16: Teplotní charakteristiky oblasti Úpského rašeliniště v období 1961 – 1990	42
Obr. 17: Proměnná GDD oblasti Úpského rašeliniště v období 1961 – 1990.....	43
Obr. 18: Rozložení jednotlivých typů rašelinišť ve Skandinávii v závislosti na průměrné roční teplotě a průměrné roční srážce s vyznačením polohy Úpského rašeliniště.....	46
Obr. 19: Aplikace klimatických proměnných ve Skandinávii s vyznačením hodnot proměnných Úpského rašeliniště v závislosti na klimatické analýze	47
Obr. 20: Vyznačení potencionální polohy Úpského rašeliniště ve Skandinávii v závislosti na aplikaci klimatických proměnných.....	47
Obr. 21: Problematická místa rozlišení krajinného pokryvu 2012/1964.....	49
Obr. 22: Letecký snímek Úpského rašeliniště s vyznačením jeho hranic a klečovými výsadbami, rok 1936 a 2012	51

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Typy humolitů	20
Tab. 2: Klimatické charakteristiky kategorie CH ₄ podle Quita	36
Tab. 3: Chemická analýza krkonošských rašelinišť	37
Tab. 4: Teplotní gradient profilu Vysoké nad Jizerou – Szrenica za období 1961 – 1990	40
Tab. 5: Průměrné měsíční teploty oblasti Úpského rašeliniště v období 1961 – 1990.....	43
Tab. 6: Rozlohy zkoumaných typů krajinného pokryvu a jejich změny v časové ose.....	44
Tab. 7: Klimatické proměnné typů rašelinišť ve Skandinávii a Úpského rašeliniště.....	45

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Mapa krkonošských rašelinišť, poloha a klasifikace	53
Příloha 2: Mapa krajinného pokryvu Úpského rašeliniště 1936.....	54
Příloha 3: Mapa krajinného pokryvu Úpského rašeliniště 1964.....	55
Příloha 4: Mapa krajinného pokryvu Úpského rašeliniště 1984.....	56
Příloha 5: Mapa krajinného pokryvu Úpského rašeliniště 2012.....	57
Příloha 6: Mapa změn krajinného pokryvu Úpského rašeliniště 1936/1964.....	58
Příloha 7: Mapa změn krajinného pokryvu Úpského rašeliniště 1964/1984.....	59
Příloha 8: Mapa změn krajinného pokryvu Úpského rašeliniště 1984/2012.....	60

1. ÚVOD

Rašeliniště představují velmi zajímavý objekt studia různých přírodovědeckých oborů, jako je geomorfologie, pedogeografie, hydrologie, biogeografie, krajinná ekologie, klimatologie, a různé paleogeografické obory (POTOCKA A VANĚK 2006). Rašeliniště jsou přírodní archívy (MARTINI A KOL. 2006, EISELTOVÁ 2010) uchovávající stopy dávných dob, mají částečný vliv na retenci vody v krajině a zároveň hrozí jako časované bomby uvolněním obrovského množství uhlíku a skleníkových plynů v probíhající klimatické změně (LUOTO A PARVIAINEN 2007, CHYTRÝ A KOL. 2011). V lokálním měřítku působí rašeliniště jako výjimečný ekosystém, který může svojí morfologií a vegetací vytvářet azonální společenstva, která se jinak přirozeně vyskytují i tisíce kilometrů daleko (POTOCKA A VANĚK 2006, CHYTRÝ A KOL. 2011).

Cílem práce je na základě studia odborné literatury a analýzy klimatu a krajinného pokryvu: a) porovnat klimatické charakteristiky Úpského rašeliniště s klimatickými charakteristikami skandinávských rašelinišť; b) provést prostorovou a časovou analýzu změn krajinného pokryvu rašeliniště od 30. let 20. století do současnosti.

Základní výzkumné otázky předkládané závěrečné práce jsou: vývoj porostů borovice kleče a rašelinných jezer za sledované období; a vysvětlení s jakým typem skandinávských rašelinišť Úpské rašeliniště nejvíce koresponduje vzhledem na jeho klimatické nároky.

Předmětem práce je rovněž bližší seznámení a identifikace jednotlivých typů rašelinišť a jejich klasifikace v evropském i českém měřítku.

Obsah práce je koncipován do dvou částí, přičemž první část se věnuje rešerši české i zahraniční literatury a druhá část se zabývá vývojem krajinného pokryvu metodou úpravy leteckých snímků a klimatickou charakteristikou lokality Úpského rašeliniště v Krkonoších metodou analýzy klimatických dat.

2. VÝZNAM A VÝVOJ RAŠELINIŠŤ

2.1. Definice a význam rašelinišť

Rašeliniště lze definovat ve dvojitým smyslu: a) v širším slova smyslu obsahující všechny typy stanovišť mokřadů ovlivněné trvalým zamokřením vodou živinami bohatou (slatiniště) i živinami chudou (vrchoviště); b) v užším slova smyslu rozlišujeme pouze rašeliniště (vrchoviště), bez slatinišť (CHYTRÝ A KOL. 2011).

MARTINI A KOL. (2006) definuje rašeliniště jako mokřad s mocností rašeliny minimálně 30 cm. Rašeliniště představují podle CHYTRÝ A KOL. (2011) azonální biotop, jehož existence není podmíněna jen zeměpisnou šířkou, vyskytují se všude tam, kde jsou pro ně vhodné půdní a vlhkostní podmínky. Jak uvádí MARTINI A KOL. (2006) a LUOTO A PARVAINEN (2007), asi jedna čtvrtina zemského povrchu je klasifikována jako rašeliniště v širším slova smyslu.

Jak uvádí POTOČKA A VANĚK (2006), význam rašeliniště tkví v postupném ukládání tlejících organických zbytků do rašeliny s možnou následnou tvorbou humolitu za omezeného přístupu vzduchu. Základní členění mokřadů je podle POTOČKA A VANĚK (2006) rozděleno do dvou skupin: a) s tvorbou humolitu; b) bez tvorby humolitu.

Mezi nejdůležitější význam rašelinišť je podle PAJUNEN (2005) IN LUOTO A PARVAINEN (2007), schopnost rašeliny poutat velké množství uhlíku, podle LUOTO A PARVAINEN (2007) v půdě boreálních a subarktických rašelinišť je ho obsaženo přibližně až 30 %, který by byl jinak obsažen ve formě oxidu uhličitého v atmosféře. MARTINI A KOL. (2006) uvádí množství 310 bilionů tun uhlíku obsažených v těchto rašeliništích. Další význam rašelinišť je: a) ovlivnění hladiny spodní vody a její kvality; b) zvlhčení mikro a mezoklimatu a útlum letních teplotních maxim; c) specifický krajinný prvek zachovávající vzácné druhy rostlin a živočichů; d) protierozní; e) v neposlední řadě také hospodářský, průmyslový, zemědělství, léčebný a vědecký (POKORNÝ A KOL. 2007 IN CHYTRÝ A KOL. 2011, KOCUM 2012).

Podle LUOTO A PARVAINEN (2007) rašeliniště mohou hrát významnou roli v současné a budoucí změně klimatu. MARTINI A KOL. (2006) nastiňuje, jak budou rašeliniště reagovat na globální změny klimatu: stanou se zdrojem uhlíku; zůstanou úložištěm uhlíku; budou ukládat ještě více uhlíku.

KOCUM (2012) zpochybňuje hydrologickou funkci rašelinišť jako zásobníku zde pramenících vodních toků a nadlepšováním jejich stavu při sušší periodě a jejich podíl na vyrovnání průtoků. Naopak při nadbytku srážek KOCUM (2012) uvádí zrychlený odtok, který může vést až ke katastrofálním situacím. To je v rozporu s dřívějšími tezemi o regulační a retenční hydrologické funkci rašelinišť. KOCUM (2012) zároveň poukazuje na zhoršenou jakost vody u toků s výskytem rašelinišť v jejich pramenných oblastech.

Podle MARTINI A KOL. (2006), CHYTRÝ A KOL. (2011) rašelina rovněž slouží jako přírodní archiv uchovávající fosilní zbytky organismů. Jak uvádí CHYTRÝ A KOL. (2011), rašeliniště má nedocenitelný význam pro zachování biodiverzity a jejich krajinářská a estetická funkce je rovněž důležitá.

2.2. Dynamika rašelinišť

EISELTOVÁ (2010) tvrdí, že „vnitrozemské vodní ekosystémy, kam patří i mokřady, nejsou statické jednotky, jsou předmětem neustálého vývoje“. Vznik rašeliniště je vázán na paludifikaci, trvalé zamokření terénu podzemní, puklinovou nebo srážkovou vodou a tvorbou rašeliny (MOORE 1984, MARTINI A KOL. 2006). Podle POTOCKA A VANĚK (2006) a EISELTOVÁ (2010) díky nadbytku vody a nedostatku kyslíku se odumřelé rostliny jen těžko rozkládají a dochází tím k vrstvení organických zbytků, které podle CHYTRÝ A KOL. (2011) může v době růstu rašeliniště, podle EISELTOVÁ (2010) i několik tisíc let, dosáhnout i několika metrů.

Podle MOORE (1984), MARTINI A KOL. (2006), EISELTOVÁ (2010), CHYTRÝ A KOL. (2011) rašeliniště od dob svého vzniku do současnosti prodělala několik změn a dynamického vývoje. Zárodky rašelinišť vznikaly v okolí pramenů již před 10 – 15 tisíci lety (POŠTA 2004). Jak uvádí CHYTRÝ A KOL. (2011), optimální podmínky pro rozvoj rašelinišť ve střední Evropě byly v období Atlantiku, který byl nejvlhčím obdobím holocénu (LANG 1994 IN CHYTRÝ A KOL. 2011). Jak uvádí LOŽEK (1964) IN CHYTRÝ A KOL. (2011), historie některých typů rašelinišť, zejména těch na vápnatých podkladech, sahá do období pozdního glaciálu a boreálu, kdy však později tyto plochy v důsledku sukcese zarostly lesem, aby byly lidskou činností později obhospodařovány či opět přeměněny.

Vznik, vývoj i zánik rašeliniště je řízen zejména klimatickými, vegetačními a hydrogeologickými poměry (POŠTA 2004, CHYTRÝ A KOL. 2011). Z hydrogeologického hlediska vzniká naprostá většina ložisek humolitů v místech vývěru pramenů, část vzniká zazemňováním a zarůstáním vodních ploch (POŠTA 2004).

Podle JENÍK (1998), POŠTA (2004) a CHYTRÝ A KOL. (2011) změnou těchto poměrů může dojít k zániku rašeliniště a změně na jiný typ ekosystému. Tyto změny lze rozdělit na přírodní a umělé.

Mezi přírodní lze řadit změny klimatu s doprovodnými následky a jevy: zánik zdroje podzemní vody, změnu kvality a chemického složení vody či sukcesi (JENÍK 1998). Vlivem poklesu podzemní vody, mnohdy podpořené výrazným vyklenutím vrchovištní klenby a nedostatečných srážek začíná rašeliniště vysychat (POŠTA 2004). Stanoviště podléhá sukcesi kleče, následně i smrku (POŠTA 2004, CHYTRÝ A KOL. 2011). Umělé změny rašelinišť jsou vyvolány antropogenní činností, pro získání nerostného materiálu, samotné rašeliny či přeměny na ornou půdu (JENÍK 1998). Patří mezi ně změna chemismu rašeliniště, především SO₄, CO₂, Ca, Mg, zvýšení pH (MARTINI A KOL. 2006); vytěžení rašeliny pro potřeby otopu, nevhodné lesní hospodaření, změna vodního režimu, odvodnění a vysušení rašelinišť, zejména slatinišť, pro potřeby zemědělské orné půdy, a její negativní činnosti ve formě používání hnojiv a pesticidů a tím zamoření povrchových i podpovrchových vod (JENÍK 1998, CHYTRÝ A KOL. 2011). V současné době probíhají revitalizační opatření (POŠTA 2004). Podle CHYTRÝ A KOL. (2011) je velmi závažným problémem vedoucí k zániku rašelinišť likvidace životního prostředí jako celku, především výrazné znečištění ovzduší prostřednictvím vzdušných imisí. Znečištěním rašelinišť, jejich komplexním popisem a vývojem v prostoru a čase vzhledem ke klimatické změně se podrobněji věnuje práce MARTINI A KOL. (2006).

3. STAVBA A MORFOLOGIE RAŠELINIŠŤ

Rašeliniště mohou být živá a neživá. Živá, vyvíjející se, mající dostatek srážkové i podzemní vody, se dělí na dvě základní vrstvy: akrotelm a katotelm (POTOCKA A VANĚK 2006). POTOCKA A VANĚK (2006) uvádí „horní vrstvu akrotelm jako desítky centimetrů silnou vrstvu, kterou tvoří mechy a vyšší rostliny a jejich podpovrchové části kořenových systémů“. Neživá rašeliniště se již nevyvíjejí (POTOCKA A VANĚK 2006). CHYTRÝ A KOL. (2011) doplňuje funkci přirůstání rašeliny nebo slatiny a izolační funkci pro níže položený katotelm. Podle POTOCKA A VANĚK (2006) neživá spodní vrstva katotelm dokáže pojmout velké množství vody a díky bezkyslíkatému prostředí zde již nedochází k rozkladu rostlin, ale k hromadění jejich zbytků. CHYTRÝ A KOL. (2011) uvádí až 90 % objemu zadržené vody katotelmem. Tyto funkce rašelinišť poukazují na jejich samoregulační schopnosti a tím schopnost existence v téměř nezměněné podobě po velmi dlouhou dobu.

Jak uvádí JENÍK (1961), POTOCKA A VANĚK (2006), CHYTRÝ A KOL. (2011) na povrchu rašelinišť se vyskytují vlhčí a sušší části a různé tvary vyvýšenin a prohlubní, kde povrchová struktura je dána odlišným způsobem růstu i rozpadu jednotlivých rostlinných druhů, terénními, hydrologickými a klimatickými poměry daného stanoviště. Z toho důvodu povrch slatinišť v údolních nivách je daleko méně členitý než povrch horských rašelinišť (CHYTRÝ A KOL. 2011).

Vlastní rašeliniště je rozbrázděno sítí kopečků *bultů* a mělkých prohlubní *šlenků* (JENÍK 1961, OČADLÍK A FUKSA 1968, POTOCKA A VANĚK 2006, CHYTRÝ A KOL. 2011). Bulty vznikají narůstáním rašeliníku a následně dostávají se mimo dosah podzemní vody (POŠTA 2004). Podle JENÍK (1961) mohou rašeliníky nahrazovat na bultech suchomilnější druhy rostlin a časem bult zanikne a mění se v šlenk. POTOCKA A VANĚK (2006) uvádí, že podobný děj probíhá i u šlenků, které se postupně mění v bulty a ty poté opět zanikají. Cyklický vývoj bultů a šlenků zaručuje rašeliništi přirozený dlouhodobý vývoj. Mohou se vyskytnout i rašelinná jezírka, *blänky* (LUOTO A PARVIAINEN 2007). Větší a hlubší blänky se nazývají *kolkky* (JENÍK 1961, OČADLÍK A FUKSA 1968, POŠTA 2004, POTOCKA A VANĚK 2006). Vrchoviště může být mrazovými procesy rozčleněno na síť vyvýšených a do délky, po vrstevnici protažených pásovitých valů, *strängy*, do stejného tvaru orientující se prohlubně *flarky* (JENÍK 1961, OČADLÍK A FUKSA 1968, POŠTA 2004, LUOTO A PARVIAINEN 2007). LUOTO A PARVIAINEN (2007) ještě uvádí název pro zamokřené okraje rašelinišť a vlastních jezer jako *lagg*.

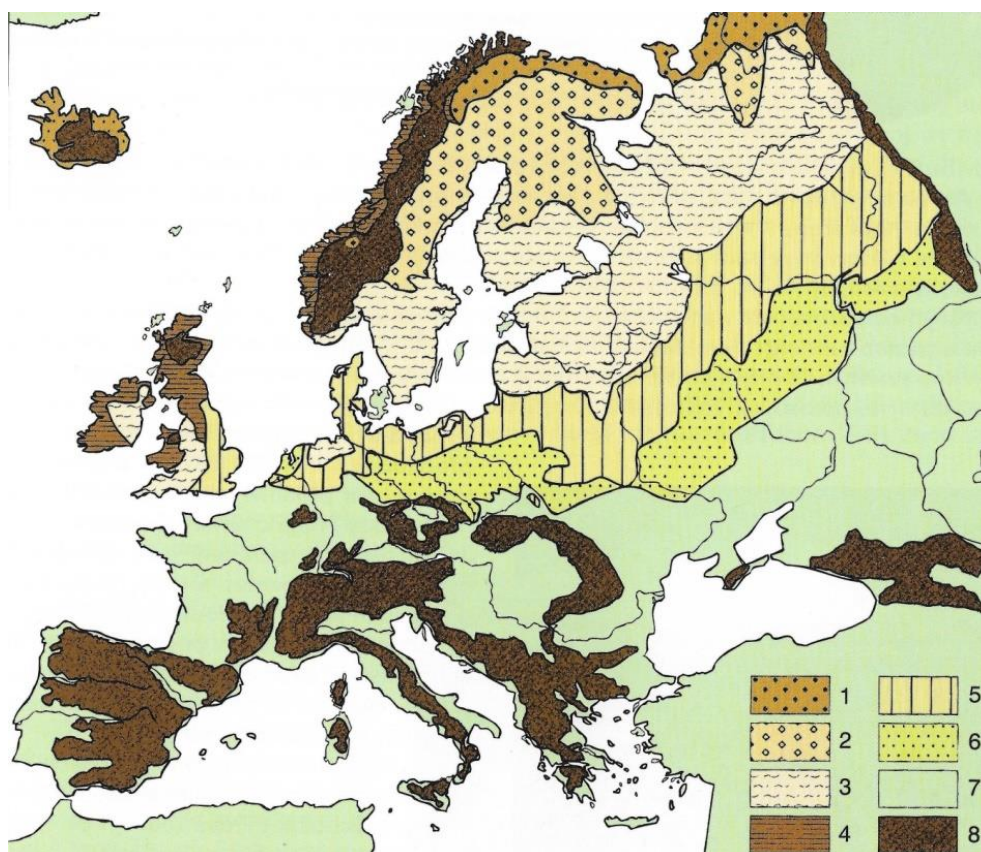
4. KLASIFIKACE RAŠELINIŠŤ

V této práci budou diskutovány klasifikace uváděné MOORE (1984) a MARTINI A KOL. (2006), užívané POTOCKA A VANĚK (2006) a klasifikace uváděné CHYTRÝ A KOL. (2011).

Jak uvádí MOORE (1984), MARTINI A KOL. (2006) a další, klasifikaci rašelinišť lze rozdělit podle šesti základních kritérií, které ovlivňují jejich stavbu a vytváří rozdílné prvky: floristika, fyziognomie vegetace, morfologie, hydrologie, stratigrafie, chemismus.

Moore ve svém díle vyčlenil osm rašeliništních typů Evropy, které rozdělil do oblastí výskytu. Pro zachování správného pojetí významu a upřesnění budou názvy uváděny v originálním znění podle MOORE (1984). Podle toho se objevují Finnish Mire, Estonian Bogs, German Mire, Central European Mire, Blanket Mire, British Fens, Welsh Mire, Ireland Mire (MOORE 1984).

POTOCKA A VANĚK (2006), jež se z části opírá o MOORE (1984) však těchto 8 hlavních rašeliništních pásem nerozdělil pouze podle oblastí výskytu, nýbrž podle mezinárodně uznávaných názvů. Níže jsou všechny tyto typy stručně popsány a znázorněny na obr. 1.



Obr. 1: Pásma rašelinišť v Evropě (POTOCKA A VANĚK 2006)

Poznámka: 1 = rašeliniště palsa, 2 = rašeliniště aapa, 3 = nížinná rašeliniště, 4 = pokravná rašeliniště (blanket bog), 5 = vrchoviště a slatiniště, 6 = nížinné slatě, 7 = oblast s nepatrným výskytem rašelinišť, 8 = horská rašeliniště

4.1. Palsa

Nejsevernější rašelinný komplex Evropy, označován jako Palsa, nese charakteristické prvky subarktické zamokřené krajiny, obsahující prvky permafrostu, volně přechází v tundru (LUOTO A PARVIAINEN 2007). Charakteristické jsou ostrůvkovitě rozmístěné, až několik metrů vysoké kopečkovité, protáhlé či plošně vyzdvižené části rašeliniště (POTOCKA A VANĚK 2006, LUOTO A PARVIAINEN 2007). LUOTO A PARVIAINEN (2007) upřesňuje výskyt zmrzlé rašeliny, permafrostu v těchto pahorcích ve formě větších vyklenutých útvarů pals (půdorys řádově metry) či menších rašelinných kopečků (půdorys řádově desítky cm až první metry). LUOTO A PARVIAINEN (2007) uvádí existenci palsy závislé především na teplotě, ale také na srážkách. Především v okrajových a přechodných zónách je tento typ velmi citlivý, při změně klimatu bude jeden z nejohroženějších typů rašelinišť (FRONZEK A KOL. 2006). Ve slabé povrchové vrstvě rašeliny, která v létě rozmrzá, rostou suchomilnější druhy jako je ostružiník moruška, šicha, bříza zakrslá, brusinka, někdy i suchopýr pochvatý (POTOCKA A VANĚK 2006). POTOCKA A VANĚK (2006) a LUOTO A PARVIAINEN (2007) uvádějí okolí pals jako podmáčené území obklopujícími jezírky tavných vod.

4.2. Aapa

Na jih od pásma pals v severní a střední části Skandinávského poloostrova se nachází pásmo rašelinišť Aapa (POTOCKA A VANĚK 2006). LUOTO A PARVIAINEN (2007) uvádí rašelinné komplexy s mírně svažitém terénem, tvořeným vyvýšenými úzkými valy, výše zmíněné strängy, a vlhké nebo zamokřené široké a protáhlé sníženiny blánky. POTOCKA A VANĚK (2006) upřesňuje vegetaci na valech strängy na vrchovištní typ s odhadem výšky valů až na 1 metr, zároveň uvádí výskyt vegetace přechodových rašelinišť a pramenišť ve sníženinách. Geografické rozšíření koreluje s drsnějším klimatem, krátkými léty, dlouhými zimami, vysokým množstvím srážek přesahující celkový výpar, kdy tento typ je převážně závislý na okolních minerálních vlastnostech půdy jako zdroji živin (PAJUNEN 2005 IN LUOTO A PARVIAINEN 2007). POTOCKA A VANĚK (2006) uvádí protáhlé útvary, uložené napříč svahem významně ovlivněné střídáním zamrzání a rozmrzání. LUOTO A PARVIAINEN (2007) uvádí výskyt menších rašelinných či půdních kopečků na okrajích rašelinišť Palsa a Aapa jako pounikos, rašelinné kopečky (KŘÍŽEK A KOL. 2007a), jejich výskyt potvrzuje i KOCIÁNOVÁ A KOL. (2005).

4.3. Vrchoviště

Na Aapu navazují vrchoviště (z anglického Raised bog), s oblastí výskytu v severovýchodní Evropě (LUOTO A PARVIAINEN 2007). CHYTRÝ A KOL. (2011) upřesňuje charakteristický vypouklý tvar způsobený tvorbou rašeliny z porostů rašeliníku. Podle LUOTO A PARVIAINEN (2007) často vyplňují jezerní pánve a terénní sníženiny a jsou rozčleněny na protáhlá jezírka a vyvýšené pruhy. Tyto vrchoviště mohou být v rovině, jak uvádí KOCIÁNOVÁ A ŠTURSOVÁ (2002) a jejich pruhy a jezírka uspořádány soustředně jako koncentrická rašeliníště nebo ve svažitém terénu jako rašeliníště excentrická.

4.4. Vrchoviště a slatiniště

V pásu pobřežních nížin střední a východní Evropy se nachází pásmo vrchovišť a slatinišť, kde směrem k jihu podle POTOCKA A VANĚK (2006) vrchovišť výrazněji ubývá. Vrchoviště střední Evropy jsou podrobněji popsána v klasifikaci CHYTRÝ A KOL. (2011) a proto zde nebudou více rozváděna.

4.5. Nížinné slatě

Na pásmo vrchovišť a slatinišť zvolna navazují nížinné slatě, které jsou vázané na říční údolí a nivy (POTOCKA A VANĚK 2006, CHYTRÝ A KOL. 2011). POTOCKA A VANĚK (2006) rovněž uvádí jejich výskyt v hustě osídlených oblastech a jejich postupný zánik vlivem vysoušení za účelem přeměny na zemědělskou půdu. Slatě jsou rovněž podrobněji popsány v klasifikaci CHYTRÝ A KOL. (2011).

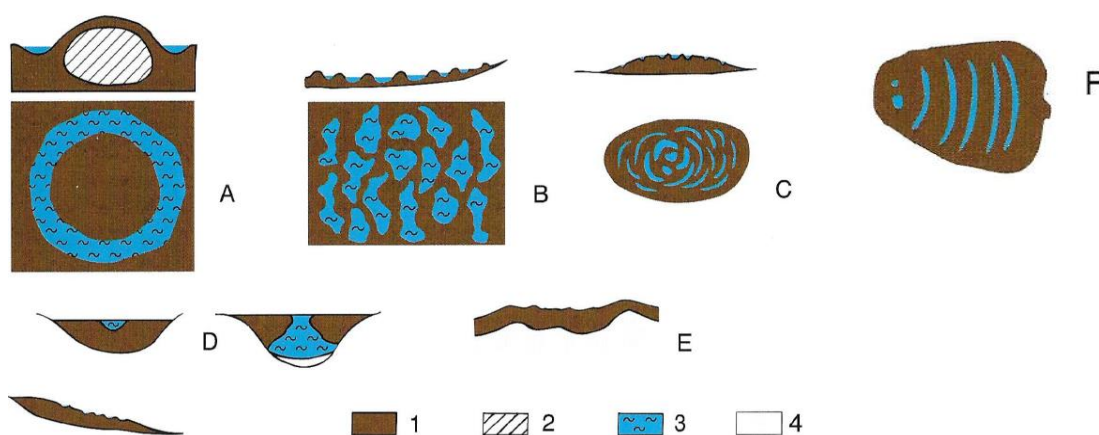
4.6. Pokryvná rašeliníště

Podle POTOCKA A VANĚK (2006) existence pásma pokryvných rašeliníšť (z anglického Blanket bog), rovněž označovaných jako polderová, je úzce vázána na oceánské klima s velmi vysokými srážkami, podle LUOTO A PARVIAINEN (2007) až přes 1500 mm ročně. Geografické rozšíření tedy odpovídá pouze velmi malému území, na západním návětrří Skandinávského pohoří. Povrch plošného rašeliníště se často skládá z řady zamokřených prohlubní a jezírek (flarky, šlenky), které střídají vyvýšeniny strängy nebo pahorky bulty (VORREN 1993 IN MØRKVED A KOL. 1999).

4.7. Horská rašeliniště

POTOCKA A VANĚK (2006) popisuje do jedné kategorie horská rašeliniště, které však lze podle JENÍK (1961), OČADLÍK A FUKSA (1968), CHYTRÝ A KOL. (2011) a mnoha dalších rozdělit ještě do více kategorií a podkategorií. Důležité faktory pro rozdělení do dílčích podkategorií jsou především charakter terénu, nadmořská výška, klima, geologická stavba a hydrologické poměry na daném stanovišti (POTOCKA A VANĚK 2006). POTOCKA A VANĚK (2006) rovněž uvádí výskyt takových rašelinišť, která připomínají rašeliniště drsnějších klimatických pásem v jiných oblastech, než jsou tyto typy vymezeny. JENÍK (1961), OČADLÍK A FUKSA (1968), KOCIÁNOVÁ A ŠTURSOVÁ (2002), CHYTRÝ A KOL. (2011) pro takovéto typy uvádějí název azonální rašeliniště.

Morfologické tvary a strukturu hlavních typů evropských a skandinávských rašelinišť ukazuje obr. 2.



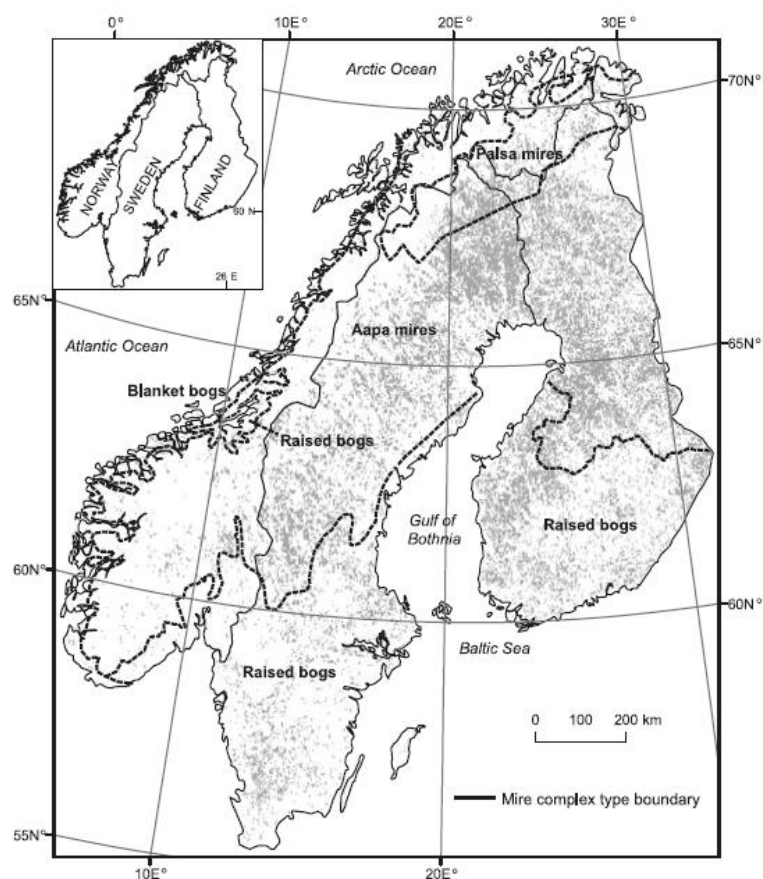
Obr. 2: Morfologické tvary hlavních typů evropských rašelinišť (POTOCKA A VANĚK 2006)

Poznámka: A = pahorky palsa, B = aapa, C = koncentrická rašeliniště, D = slatiniště, E = pokryvná rašeliniště, F = excentrická rašeliniště; 1 = humolit, 2 = led, 3 = voda, 4 = minerální podloží

4.8. Jiná rašeliniště

POTOCKA A VANĚK (2006) ještě uvádí oblasti s nepatrným výskytem rašelinišť, jako poslední kategorii členění rašelinišť v Evropě, které zaujímá velkou část Evropy.

Rozdělení typů rašelinišť ve Skandinávii reprezentuje obr. 3.



Obr. 3: Geografické rozšíření typů rašelinišť ve Skandinávii (LUOTO A PARVIAINEN 2007)

4.9. Ostatní klasifikace

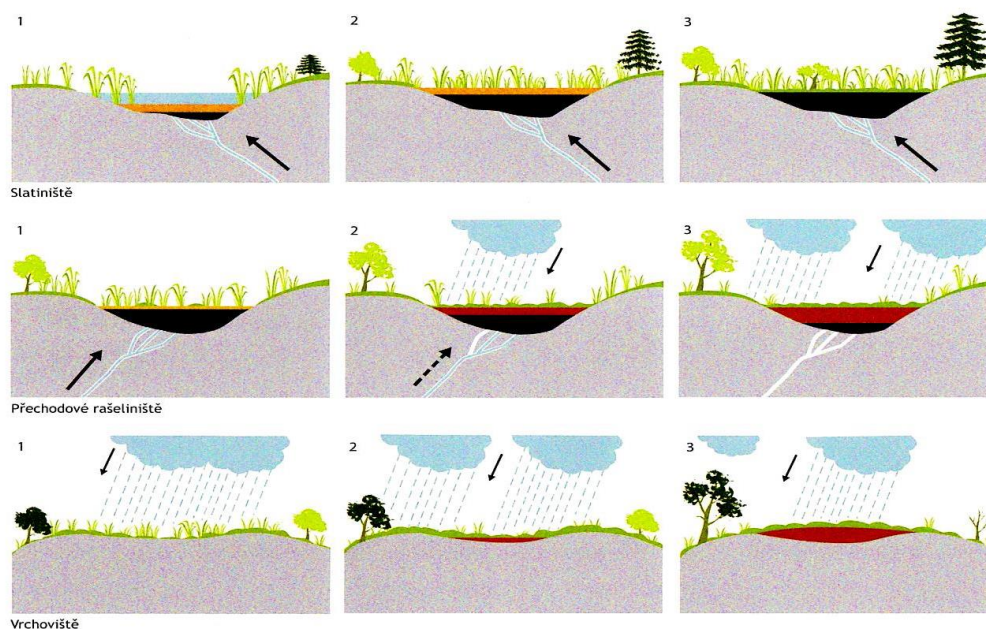
CHYTRÝ A KOL. (2011) uvádí botanickou, hydrologickou a chemickou charakteristiku typologie rašelinišť. Podle CHYTRÝ A KOL. (2011) je tato charakteristika postavena především na základě rostlinných společenstev, která rašeliniště osídlují, způsobem zásobování rašeliniště vodou a množstvím živin ve vodě.

Podle tohoto rozčlenění lze podle CHYTRÝ A KOL. (2011) rozdělit rašeliniště v Česku na pět základních typů: slatiniště, kyselá rašeliniště, přechodová rašeliniště, vrchovištní šlenky a vrchoviště.

POTOCKA A VANĚK (2006) i MARTINI A KOL. (2006) však uvádí pouze tři základní typy rašelinišť: slatiniště (minerotrofní geogenní rašeliniště); vrchoviště (ombrotrofní ombrogenní rašeliniště) a přechodová (mezotrofní geogenní) rašeliniště, uvedené na obr. 4. Charakteristiky jednotlivých typů rašelinišť jsou uvedeny v tab. 1.

POTOCKA A VANĚK (2006) se s Chytrým často shodují, CHYTRÝ A KOL. (2011) však popisuje rozdělení rašelinišť podrobněji, a proto bude uváděno členění podle CHYTRÝ A KOL. (2011).

Podle POTOCKA A VANĚK (2006) a CHYTRÝ A KOL. (2011) se v českém jazyce zvláště vyčleňuje pojem slatina, resp. slatiniště. Tudíž zde lze považovat rašeliniště v širším slova smyslu, na rozdíl od evropského vnímání rašeliniště v užším slova smyslu, bez chápání pojmu slatiniště, jak je uvedeno výše.



Obr. 4: Základní dělení rašelinišť a jejich dynamika s převládajícím směrem přísunu vody (SPITZER A BUFKOVÁ 2006)

Poznámka: vrchní řada = slatiniště, prostřední řada= přechodové rašeliniště, spodní řada = vrchoviště

Tab. 1: Typy humolitů (POŠTA 2004), upraveno

stanoviště	faktor				
	geografická poloha	výchozí vegetace	úživnost prostředí	zdroj vody	kyselost (pH)
vrchoviště	horské a podhorské oblasti	mechová (rašeliník)	oligotrofní	srážková až podpovrchová	2,6 - 3,5
přechodné rašeliniště	široká škála stanovišť	rašeliníko-mechovo-travná	oligotrofní až mezotrofní	srážková až podpovrchová	3 - 4,5
slatiniště	nížiny	mechovo-travnno-bylinná	mezotrofní až eutrofní	podpovrchová	> 4,5

4.9.1. Slatiniště

Jak uvádí POTOCKA A VANĚK (2006) slatiniště vyžadují prostředí bohatší na živiny, které jsou podle CHYTRÝ A KOL. (2011) syceny minerálně bohatou vodou, obohaceny především o vápník, horčík a hydrogenuhličitan. Tyto živiny jsou přinášeny především vývěry minerálně bohaté vody, podzemní, prosakující či protékající pod povrchem minerálně bohatých půd (POTOCKA A VANĚK 2006). Podle POTOCKA A VANĚK (2006) se na přísunu vody může se střední Evropě rovněž podílet i voda srážková. POTOCKA A VANĚK (2006) uvádí konkávní tvar jako charakteristický znak slatiniště. Podle CHYTRÝ A KOL. (2011) výskyt vegetace předurčuje především vysoká hladina podzemní vody. Z rostlinných zbytků, především dominantních ostřic a mechorostů, vzniká slatina o mocnosti okolo 50 – 80 cm, výjimečně i přes 100 cm (POTOCKA A VANĚK 2006, CHYTRÝ A KOL. 2011). Chytrý uvádí u tohoto typu pH pohybující se v rozmezí 5,0 – 7,5. CHYTRÝ A KOL. (2011) uvádí výskyt tohoto typu především v České tabuli a širším přilehlém okolí, Moravských Karpatech, výjimečně v Pošumaví a na Českomoravské vrchovině.

4.9.2. Kyselá rašeliniště

Kyselá rašeliniště se vyvíjí pod vlivem podzemní nebo povrchové vody, o hodnotě pH v rozmezí 5,0 – 6,0 se slabou až střední koncentrací rozpuštěných minerálů (CHYTRÝ A KOL. 2011). Z rostlinných zbytků, především rašeliníků a ostřic, vzniká rašelina o mocnosti okolo 30 – 50 cm (CHYTRÝ A KOL. 2011). Kromě nížinných rašelinišť se v této kategorii vyskytují i horská, arкто-alpínská rašeliniště, včetně vysokosudetských karů (POTOCKA A VANĚK 2006, CHYTRÝ A KOL. 2011). CHYTRÝ A KOL. (2011) uvádí výskyt tohoto typu v západních a jižních Čechách, sudetských pohořích, Brdech, na Českomoravské vrchovině a v Českém ráji.

4.9.3. Přejímová rašeliniště

Často se rozlišuje rovněž přejímová rašeliniště, která jsou svahová rašeliniště, kde rostlinný kryt tvoří přechod mezi společenstvy slatiniště a vrchoviště a je pro něj typické výrazné kolísání spodní vody a hodnota pH mezi 3 – 5,5 (POTOCKA A VANĚK 2006, CHYTRÝ A KOL. 2011). CHYTRÝ A KOL. (2011) tento typ zahrnuje do nejkudší skupiny rašelinišť, nejkyslejší, nejméně vápnité a druhově nejkudší. Typická stanoviště jsou podle CHYTRÝ A KOL. (2011) okraje horských vrchovišť, plovoucích rašelinných ostrůvků nebo okolí vývěrů minerálně velmi chudých vod. Z rostlinných zbytků, především ostřic, přesliček, výjimečně i rosnatek vzniká rašelina o mocnosti okolo 80 – 200 cm (CHYTRÝ A KOL. 2011). CHYTRÝ A KOL. (2011) uvádí výskyt tohoto typu v pohoří Vysokých Sudet, Jizerských horách, v jižních a západních Čechách.

4.9.4. Vrchovištní šlenky

CHYTRÝ A KOL. (2011) vyčleňuje rovněž skupinu vrchovištních šlenků s převládající vegetací ostřic, suchopýrů a mechorostů. Pro existenci tohoto typu jsou důležité převládající srážky nad výparem a zároveň malý povrchový odtok vody (CHYTRÝ A KOL. 2011). Vrchoviště včetně jejich šlenků mají zásadní roli hostitele vzácných, ohrožených, zpravidla reliktních druhů (CHYTRÝ A KOL. 2011). Jak uvádí CHYTRÝ A KOL. (2011), hodnota pH vody se pohybuje v rozmezí 3 – 4, v minulosti byla však hodnota pH mnohdy vyšší v důsledku chemického ošetření lesů poškozenými imisemi prostřednictvím vápnění z letadel, existence tohoto typu je tedy velmi křehká. CHYTRÝ A KOL. (2011) uvádí výskyt tohoto typu především na vysoko položených plochých hřbetech pohoří Vysokých Sudet, dále v Jizerských horách, na Šumavě a omezeně rovněž v Krušných horách.

4.9.5. Vrchoviště

Podle CHYTRÝ A KOL. (2011) jsou vrchoviště převážně sycena srážkovou vodou minerálně chudou na živiny, rovněž omezeně minerálně chudou puklinovou vodou, pH se pohybuje v rozmezí 2,5 – 4, důležitá je převaha srážek nad výparem. POTOCKA A VANĚK (2006) uvádí jako charakteristický znak vrchoviště konvexní tvar šlenků, který se střídá s tvarem konkávním bultů. Z rostlinných zbytků především mechorostů a rašeliníku vzniká mnohdy mocná rašelina (POTOCKA A VANĚK 2006, CHYTRÝ A KOL. 2011). Na okrajích vrchovišť je také častý výskyt borovice kleče a borovice rašelinné (CHYTRÝ A KOL. 2011). CHYTRÝ A KOL. (2011) uvádí výskyt tohoto typu v sudetských pohořích, na Šumavě, či bezodtokých oblastech Třeboňska.

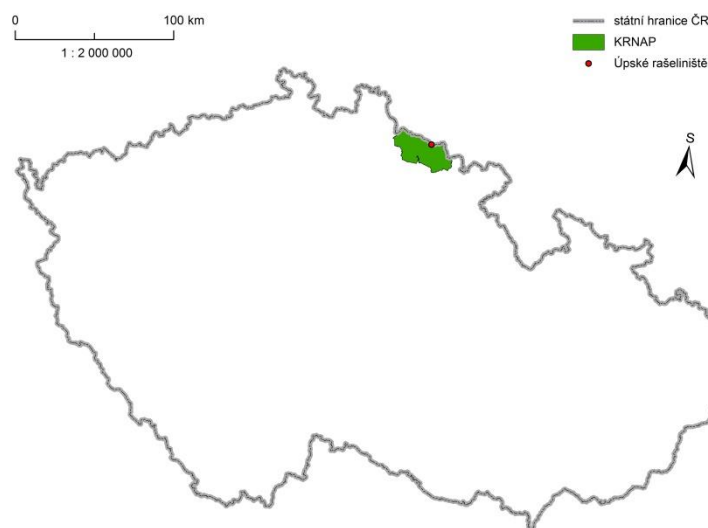
5. RAŠELINIŠTĚ KRKONOŠ

Krkonošská rašeliniště, především tundrová, jsou fenomény celých Vysokých Sudet, ve kterých shledávají čeští i zahraniční vědci určité podobnosti především se skandinávskými rašeliništi a jejich problematika je již po mnoho desetiletí cílem výzkumů a analýz z různých oborů (JENÍK 1961, JENÍK A SOUKUPOVÁ 1992, KOCIÁNOVÁ A ŠTURSOVÁ 2002, KOCIÁNOVÁ A KOL. 2005, 2010, POŠTA 2004, POTOCKA A VANĚK 2006).

JENÍK (1961, 1973) upozorňuje na skutečnost, že mnohými rysy se Krkonoše, ač středohory, podobají vysokohorám z alpské i skandinávské oblasti. Jak uvedl JENÍK (1961), Krkonoše mají charakteristický zaoblený reliéf, vhodný pro rozvoj rašelinišť, která zde vznikla paludifikací a jejich stáří je shodně odhadován OČADLÍK A FUKSA (1968) a JENÍK A SOUKUPOVÁ (1992) na 5 000 – 8 000 let, SVOBODOVÁ (2002, 2004) a JANKOVSKÁ (2001, 2004, 2007) upravují hodnotu až na 8 300 let. Podle OČADLÍK A FUKSA (1968) je vznik krkonošských rašelinišť podmíněn především klimaticky, výší atmosférických srážek, nízkými teplotami, a vysokou relativní vlhkostí, tudíž malým odparem vody. K vývoji rašelinišť v Krkonoších, především těch subalpínských, přispělo i geomorfologické uspořádání reliéfu, kde ploché sníženiny se zhoršeným odtokem a četné terénní stupně ve svazích přispívají k zadržování vody a zamokření půdy jako podkladu pro vznik rašeliniště (OČADLÍK A FUKSA 1968). Jak uvádí JENÍK (1961) a o tuto teorii se opírá rovněž OČADLÍK A FUKSA (1968) zadržovací efekt návětrných částí anemo-orografických (A-O) systémů Mumlavy a Bílého Labe v této oblasti vedl ke vzniku velkého počtu rašelinišť.

Mocnost rašeliny se podle JENÍK (1961) a OČADLÍK A FUKSA (1968) pohybuje mezi 0,3 – 1,5 m, novější průzkumy upřesnily mocnost až na 2,5 m (SVOBODOVÁ 2002). Jak ukázal výzkum OČADLÍK A FUKSA (1968), chemické vlastnosti všech krkonošských rašelinišť jsou velmi podobné a jsou podrobněji uvedeny v jeho díle a v tab. 3, jakožto výčet všech zjištěných krkonošských rašelinišť. OČADLÍK A FUKSA (1968) IN POTOCKA A VANĚK (2006) upřesňuje, že morfologické a vegetační prvky se u různých typů krkonošských rašelinišť výrazněji liší.

V české části Krkonoš bylo zaznamenáno více než 60 lokalit s mocností rašeliny větší než 30 cm a plochou přesahující 0,5 ha, která celkem pokrývají 270 ha (POTOCKA A VANĚK 2006). Zbývající podobné útvary, prameniště a podmáčené horské smrčiny, zabírají 300 ha, na slezské straně 400 ha a polská subalpínská rašeliniště Krkonoš 70 ha (OČADLÍK A FUKSA 1968, JENÍK A SOUKUPOVÁ 1992, POTOCKA A VANĚK 2006). OČADLÍK A FUKSA (1968) tedy uvádí v celých Krkonoších výskyt rašelinišť na více než 1 000 ha. Poloha KRNAP v rámci Česka je znázorněna na obr. 5.



Obr. 5: Poloha KRNAP a Úpského rašeliniště v rámci Česka (ARCDATA PRAHA 2016, VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ)

Mapa krkonošských rašelinišť v rámci Krkonošského národního parku (KRNAP) a Karkonoski parku narodowy (KPN) je uvedena v příloze 2.

Klasifikace krkonošských rašelinišť a vymezení do určitých kategorií podle specifických faktorů topografie, výskytu, nadmořské výšky, vegetace, klimatických faktorů atd. je u různých autorů rozdílná. Níže jsou uvedeny základní používané skupiny dělení rašelinišť v Krkonoších.

JENÍK A SOUKUPOVÁ (1992) uvádí výškovou stupňovitost krkonošských rašelinišť podle nadmořské výšky a typu vegetačního pásma na: submontánní, nacházející se ve výškách 600 – 1 000 m n. m.; montánní (1 000 – 1 250 m n. m.) a subalpínská (1 250 – 1 450 m n. m.).

JENÍK (1961) a SOUKUPOVÁ A KOL. (1995) poukazuje na výrazné odlišnosti rašelinišť v Krkonoších a proto používá dělení na dva hlavní typy rašelinišť, rašeliniště horská (lesní) a rašeliniště subalpínská. Stejně rozdělení používají i někteří ostatní autoři, např. OČADLÍK A FUKSA (1968), KOCIÁNOVÁ A KOL. (2005) nebo POTOCKA A VANĚK (2006).

OČADLÍK A FUKSA (1968) však klade důraz na topografické rozlišení rašelinišť vzhledem k jejich poloze a výskytu do 4 základních okrsků: a) západní v pramenné oblasti Mumlavy a Labe; b) rašelina na Pláni – Úpská rašelina, v pramenné oblasti Bílého Labe a Úpy; c) východní v pramenné oblasti Malé Úpy; d) Černohorská rašelina v oblasti masívu Černé hory.

CHYTRÝ A KOL. (2011) uvádí v Krkonoších výskyt všech hlavních pěti druhů rašelinišť podle klasifikace uvedené výše. Dále rozděluje rašeliniště v Krkonoších ještě na následující subtypy: mezotrofní rašelinné louky s ostřicí obecnou, zrašelinělá prameniště v hercynských karech, arкто-alpínská rašeliniště se srpnatkou trsnatou, přechodová rašeliniště s nízkými ostřicemi, vysychavá přechodová rašeliniště s bezkolencem modrým, šlenky s ostřicí mokřadní na hlubokých vrchovištích, šlenky v mělkých částech horských vrchovišť, bultová vegetace subkontinentálních a kontinentálních vrchovišť, vrchoviště s klečí, boreální vrchoviště se suchopýrem trsnatým, boreální vrchoviště s bulvy rašeliničku hnědého.

Pro upřesnění a pochopení základních zákonitostí nad horní alpínskou hranicí lesa v Krkonoších se zdá pro tuto práci nejvýhodnější použití dělení rašelinišť podle JENÍK (1961), OČADLÍK A FUKSA (1968), SOUKUPOVÁ (1995), KOCIÁNOVÁ A KOL. (2005) a POTOCKA A VANĚK (2006) na horská a subalpínská rašeliniště.

5.1. Horská (lesní) rašeliniště

Podle dělení CHYTRÝ A KOL. (2011) se v Krkonoších s odkazem na OČADLÍK A FUKSA (1968), JENÍK A SOUKUPOVÁ (1992) a POTOCKA A VANĚK (2006) vyskytují kromě převládajících rašelinišť horského typu rovněž slatiniště, vázána zde na podložní čočky krystalického vápence. POTOCKA A VANĚK (2006) upřesňuje jejich výskyt v okolí Lánova a Rýchor. OČADLÍK A FUKSA (1968) uvádí vrchovištní typ rašelinišť v Krkonoších jako naprosto dominantní, s dovoláním na jejich výskyt vysoko nad 1 000 m n. m.

Jak uvádí CHYTRÝ A KOL. (2011), na svazích v mělkých svahových prohlubních, v místech vyvěrající vody či protékajících stružek vznikají svahová rašeliniště, vzhledem k jejich místu výskytu. Jak uvádí CHYTRÝ A KOL. (2011) a POTOCKA A VANĚK (2006), na svazích o větším sklonu se nevyskytují ombrogenní a oligotrofní rašeliniště, zásobována pouze srážkovou vodou či živinově chudá, ale především na živiny bohatší přechodová rašeliniště. OČADLÍK A FUKSA (1968) upřesňuje vývoj vrchoviště pouze v příhodném rovinném terénu, uvádí především sedla.

JENÍK (1961) spolu s OČADLÍK A FUKSA (1968) uvádějí především výskyt horských rašelinišť v Krkonoších v oblasti Černé a Světlé hory, Rýchor, Malé Úpy, Medvědína, Sedmidolí, Mumlavského vrchu, Lubochu a Mrtvého vrchu na české straně a Polany, oblasti Rybníků, a v širší oblasti toku Kamieńczyk na slezské straně pohoří. Podle většiny autorů nejvýznamnější a plošně nejrozsáhlejší je rašeliniště v sedle Černé a Světlé hory v Krkonoších, označované jako Černoohorské rašeliniště (obr. 6) v nadmořské výšce 1 105 – 1 210 m n. m. (OČADLÍK A FUKSA 1968).

BÍNA A DEMEK (2012) s odkazem na JENÍK (1961) doplňuje podobnost krkonošských horských rašelinišť s ostatními hercynskými pohořími, jakožto se Sudetskou horskou soustavou.

Hlavní rozlišovací znak mezi horským (lesním) typem rašeliniště v Krkonoších, kde převládá především smrk, a to v zakrslé mrazové formě, je absence porostů borovice kleče (*Pinus mugo*), která obklopuje především subalpínská vrcholová rašeliniště Krkonoš (HADAČ A VÁŇA 1968, OČADLÍK A FUKSA 1968). Stáří lesních rašelinišť odhaduje JENÍK (1961) a OČADLÍK A FUKSA (1968) na 5 500 – 8 000 let, což potvrzují i paleoekologická studie SVOBODOVÁ (2002), ENGEL A KOL. (2010) a pyloanalytický výzkum JANKOVSKÁ (2004).



Obr. 6: Černohorské rašeliniště jako největší montánní rašeliniště Krkonoš (VLASTNÍ FOTOGRAFIE 2010)

Obr. 7: Subarktisko-subalpínské Pančavské rašeliniště v západních Vysokých Krkonoších s typickou stolovou formou borovice kleče (SPRÁVA KRNAP 2010)

5.2. Subalpinská rašeliniště

Rašeliniště nad horní hranicí lesa jsou v Krkonoších označována jako rašeliniště subalpinská (JENÍK 1961) nebo jako subarktcko-subalpinská (POTOCKA A VANĚK 2006).

JENÍK (1961), JENÍK A SOUKUPOVÁ (1992), OČADLÍK A FUKSA (1968), POTOCKA A VANĚK (2006) a další, vymezují oblast výskytu subarktcko-sualpinských rašelinišť na dvě hlavní vrcholové plošiny, zarovnané povrchy (BÍNA A DEMEK 2012) západních a východních Krkonoš. V západních Krkonoších je to třetí největší v Krkonoších – Pančavské (obr. 7), podle starší literatury označované jako Pančické (JENÍK 1961, OČADLÍK A FUKSA 1968), v pramenné oblasti Pančavy, v nadmořské výšce 1 303 – 1 375 m n. m. (OČADLÍK A FUKSA 1968); a Labské, v pramenné oblasti Labe v nadmořské výšce 1 380 – 1 400 m n. m. (OČADLÍK A FUKSA 1968). Ve východních Krkonoších se rozprostírají v širším okolí Równia pod Sněžkou a Stříbrného hřbetu (OČADLÍK A FUKSA 1968).

Nejvýše položené 1 410 – 1 440 m n. m., Úpské, v pramenné oblasti Úpy a Bílého Labe (OČADLÍK A FUKSA 1968, JENÍK A SOUKUPOVÁ 1992, ŠTURSA 2009) a plošně rozsáhlé rašeliniště na Čertově louce (OČADLÍK A FUKSA 1968).

Z paleoekologických výzkumů SVOBODOVÁ (2002, 2004), TREML A KOL. (2006a, 2008) vyplývá stáří krkonošských subarktcko-subalpinských rašelinišť a rekonstrukce vegetačního krytu. JANKOVSKÁ (2001, 2004, 2007) a SVOBODOVÁ (2002, 2004) odhadují stáří subarktcko-subalpinských rašelinišť na vrcholovém etchplénu západních Krkonoš na 6 000 – 8 300 let a východních Krkonoš, kam spadá Úpské rašeliniště, na maximálně 5 000 let. SPERANZA A KOL. (2000) popisuje uhlíkovou stopu nalezenou v rašeliništích jako odkaz změny klimatu v období subboreál – subatlantik.

JENÍK (1961), JENÍK A SOUKUPOVÁ (1992), SOUKUPOVÁ A KOL. (1995), KOCIÁNOVÁ A ŠTURSOVÁ (2002), KOCIÁNOVÁ A KOL. (2005, 2010) a ŠTURSA A KOL. (2010) nalézají na krkonošských subarktcko-subalpinských rašeliništích a subalpínské travnaté tundře, některé shodné prvky s různými typy rašelinišť a povrchovými tvary, především ze severní Evropy. KOCIÁNOVÁ A ŠTURSOVÁ (2002) popsala nově definované tvary vzniklé za působení mrazu a vegetace v travnaté tundře na zarovnaných površích Krkonoš, které se nápadně shodují s těmito tvary ve Skandinávii, v pohoří Abisko (ŠTURSA A KOL. 2010). Jak uvádí KOCIÁNOVÁ A ŠTURSOVÁ (2002), jedná se rašelinné vany, růžencové toky, mechové valy, tvary připomínající Palsy, rašelinné mikrokaskády, mechové makropolygony, vodní čočky, polygonové vegetační vzorce.

5.2.1. Klasifikace krkonošských rašelinišť dle jiných klasifikačních systémů

Krkonošská subarktiko-subalpínská rašeliniště se podle výše zmíněných autorů podobají různými faktory: a) atlantským pokryvným rašeliništím (Blanket bog), vznikajícími v oceánském klimatu; b) rašeliništím Palsa a Aapa, charakteristickou střídavou pásovitou stavbou sušších valů a zamokřených sníženin, jakožto častým zámrzem; c) ombrogenním koncentrickým vrchovištím s typickým pravidelným čoučkovitým tělesem; d) excentrickým vrchovištím na mírně ukloněných svazích.

Jak již dříve uvedl JENÍK (1961), JENÍK A SOUKUPOVÁ (1992), OČADLÍK A FUKSA (1968), KOCIÁNOVÁ A ŠTURSOVÁ (2002) a CHYTRÝ A KOL. (2011) krkonošská azonální subarktiko-subalpínská rašeliniště patří mezi obtížně zařaditelná do mezinárodně uznávaných klasifikací, i do ostatních klasifikací uvedených výše. Podle studií severských rašelinišť, reprezentované např. LUOTO A PARVIAINEN (2007) a k přihlídnutí k výše zmíněným klasifikacím rašelinišť, lze podle POTOCKA A VANĚK (2006) pro srovnání krkonošských a severských typů rašelinišť vyčlenit 5 typů, které jsou uvedeny níže rovněž s anglicky mezinárodně uznávanou terminologií:

a) pokryvná rašeliniště (Blanket bog) s hloubkou do 75 cm a humolitem místy překrývající podloží tvořené mrazem tříděnými půdami. Takováto ložiska se podle JENÍK (1961), JENÍK A SOUKUPOVÁ (1992) vyskytují v exponovaných částech Krkonoš, v širším okolí Modrého sedla, Stříbrného hřbetu a Zlatého návrší. Pro zachování existence jsou důležité vysoké srážky a vzdušná vlhkost, činnost větru zesilující zdvih vody z prosyceného akrotelmu.

b) svahová rašeliniště (Sloping mire) rozvinutá v dolní části svahů ohraničující náhorní plató západních i východních Krkonoš. Charakteristický výskyt menšího prameniště při horním okraji ložiska a sestupující schodovité střídání slatiništních a vrchovištních segmentů s různou mocností humolitu. JENÍK A SOUKUPOVÁ (1992) uvádí výskyt srovnatelného rašeliniště v pohoří Schwarzwald.

c) přetékaná rašeliniště (Surface flow mire) situovaná především na horním okraji strukturovaného rašeliniště, jsou vystavena občasnému plošnému stékání vody po povrchu.

d) prameništní rašeliniště (Spring mire) tvořící nevelká ložiska v pramenných depresích, kde z nich vytékají vodní toky či přecházejí do svahového rašeliniště.

e) strukturovaná rašeliniště (Patterned mire) jako nejvýznamnější typ vyvíjející se již několik tisíc let. Charakteristické tvary protáhlých vyvýšených valů (strängů) a vodou zaplněných žlabů (flarků) se střídají s různými kopečky a tůněmi, jak znázorňuje obr. 8, 9 a 15.



Obr. 8: Sezónně promrzající rašelinné deprese a sušší valy na Úpském rašeliništi (KOCIÁNOVÁ A KOL. 2010)

Krkonošská subarktisko-subalpínská rašeliniště na vrcholových plató se podobá podle: a) uspořádání výše zmíněných tvarů excentrickým až koncentrickým rašeliništím; b) přetékání vody spolu s rašelinou v době jarního tání sněhu nebo intenzivních srážek rašeliništi typu Aapa; c) izolovaných kopečků k formám ponus (KOCIÁNOVÁ A KOL. 2005); d) tvaru a vegetace rašeliništi typu Palsa (KOCIÁNOVÁ A KOL. 2010).

Ovšem jak uvádí KOCIÁNOVÁ A ŠTURSOVÁ (2002), KOCIÁNOVÁ A KOL. (2010) celoročně zmrzlé jádro charakterizující typ Palsa nebylo v Krkonoších nikdy potvrzeno. Nepříznivé podmínky pro vznik Pals v Krkonoších způsobila vysoká sněhová pokrývka, vysoké srážky, vysoká vlhkost rašelinišť a malá mocnost rašeliny, jak uvedla KOCIÁNOVÁ A KOL. (2010). Porovnání vegetačního krytu krkonošských vyklenutých rašelinných útvarů s Palsami arktické části Evropy prokázaly podobnost krkonošských společenstev ke skandinávským společenstvům (KOCIÁNOVÁ A ŠTURSOVÁ 2002, KOCIÁNOVÁ A KOL. 2010), avšak pouze morfologií a vegetací, nikoli genezí. KOCIÁNOVÁ A KOL. (2010) uvádí korelaci výsledků se závěry studie o skandinávských a krkonošských populacích ostružiníku morušky publikovaných SOUKUPOVÁ A KOL. (1991). KOCIÁNOVÁ A KOL. (2010) však uvádí výskyt zmrzlého jádra v části Pančavského a Úpského rašeliniště, které roztává podle aktuálního počasí koncem května až začátkem července, které ale nelze definovat jako Palsu ani tvarům podobným Palse. KOCIÁNOVÁ A KOL. (2005) uvádí morfologickou a vegetační podobnost typu Palsa, Aapa i ponus (obr. 8 a 9) v Krkonoších a Skandinávii, avšak výskyt Pals v Krkonoších vylučuje. Částečný výskyt připouští KOCIÁNOVÁ A KOL. (2005) pouze u Aapa a ponus, dále subtypu rašelinná ponus v okolí Úpského rašeliniště. Jako hlavní důvod absence rašelinišť Palsa, a částečně také Aapa a ponus oproti Skandinávii uvádí KOCIÁNOVÁ A KOL. (2005) vysokou sněhovou pokrývku a vyšší teploty, nedovolující výskyt zmrzlým jader a čoček v rašelinném a půdním komplexu.

5.2.2. Vegetace

JENÍK (1961), SOUKUPOVÁ A KOL. (1995), ŠTURSA (1999, 2012a, 2014a), ŠTURSA A WILD (2014b) uvádějí pro oblast subarktiko-subalpínských rašelinišť vegetační stupeň subalpínský, či spodní alpínský, s přirozenými klečovými porosty, přirozenými i druhotnými smilkovými loukami a smrkovými rodinami. Vrcholová plató jsou druhově chudá, jak již popsal SCHUSTLER (1915) IN JENÍK (1961).

Za typický pro subarktiko-subalpínská rašeliniště, především pro Úpské, považuje JENÍK (1961) svaz *Oxycocco-Empetrion hermaphroditi*.

Krkonošská subarktiko-subalpínská rašeliniště podle JENÍK (1961), HADAČ A VÁŇA (1968) a SOUKUPOVÁ A KOL. (1991) hostí z řady rostlinných společenstev několik glaciálních reliktních taxonů, které mají dnes centrum svého výskytu v boreálním a subarctickém pásu Evropy, především ostružiník morušku, všivec sudetský či vrbu laponskou. Jak uvádí JENÍK (1961), JENÍK A SOUKUPOVÁ (1992), HADAČ A VÁŇA (1968), OČADLÍK A FUKSA (1968), SOUKUPOVÁ A KOL. (1991, 1995), ale také ŠTURSA (1999, 2012a) a ŠTURSA A WILD (2014a) a další, krkonošská subarktiko-subalpínská rašeliniště osidluje endemické rostlinné společenstvo *Chamaemoro-Pinetum mugii*, tkz. morušková kleč, která se nevyskytuje na žádném jiném stanovišti na světě. JENÍK (1961), HADAČ A VÁŇA (1968) a SOUKUPOVÁ A KOL. (1991) upřesňují nejjižnější bod areálu výskytu ostružiníku morušky a nejsevernější bod areálu rozšíření borovice kleče právě v Krkonoších, kde nastává jejich průnik. SOUKUPOVÁ A KOL. (1995) a JENÍK A KOL. (1997) poukazuje na autochtonní klečové porosty na rašeliništi a v jeho bezprostředním okolí.

ŠTURSA (1966) a ŠTURSA A WILD (2014a) popsal specifickou růstovou formu borovice kleče, vyskytující se především na subarktiko-subalpínských rašeliništích jako stolovou kleč.



Obr. 9: Úpské rašeliniště s typicky vyvinutými a sezóně promrzající bulaty a šlenkami (SPRÁVA KRNAP 2010)

5.2.3. Fauna

POTOCKA A VANĚK (2006) uvádí rovněž glaciální relikty fauny, jedná se především o pavouka slíd'áka vrchovištního a plachetky, vážku lesklici horskou, šídlo horské nebo potápníka, střevlíčka nebo dřevobarvece bolševníkového. Rovněž Slavík modráček má areál rozšíření především v severní Evropě, jak uvádí PAVEL A CHUTNÝ (2013). O výskytu nočních motýlů subarktiko-subalpinských rašelinišť píše VANĚK A KOL. (2012).

5.2.4. Ohrožení

Krkonošská subarktiko-subalpinská rašeliniště jsou však velice náchylná na změnu klimatu, také z hlediska jejich malé rozlohy a izolovanosti, výraznou hrozbou je rovněž člověk a jeho nevhodné zásahy do přírody (POTOCKA A VANĚK 2006). VÍTKOVÁ A KOL. (2012) uvádí, že nevhodné povrchy užívané na zpevnění cest v oblasti Úpského rašeliniště vedly k výraznému poškození a změně chemismu rašeliniště (pH, koncentrace Cao, MgO). Jedná se především o splachy a průsaky z bazických materiálů, které se využívaly na zpevnění cestního tělesa až do počátku 90. let 20. století (VÍTKOVÁ A KOL. 2012). Imisní kalamita v 70. – 90. letech 20. století umocněná exponovanou polohou rašeliniště znamenala velký přísun oxidů dusíku a síry (KOLÁŘ A KOL. 2015). To mělo za následek poškození asimilačních orgánů vegetace a nedostatek živin, acidifikaci půdy, zvyšování toxicity prostředí i šíření některých konkurenčně zdatných druhů vegetace (KOLÁŘ A KOL. 2015).

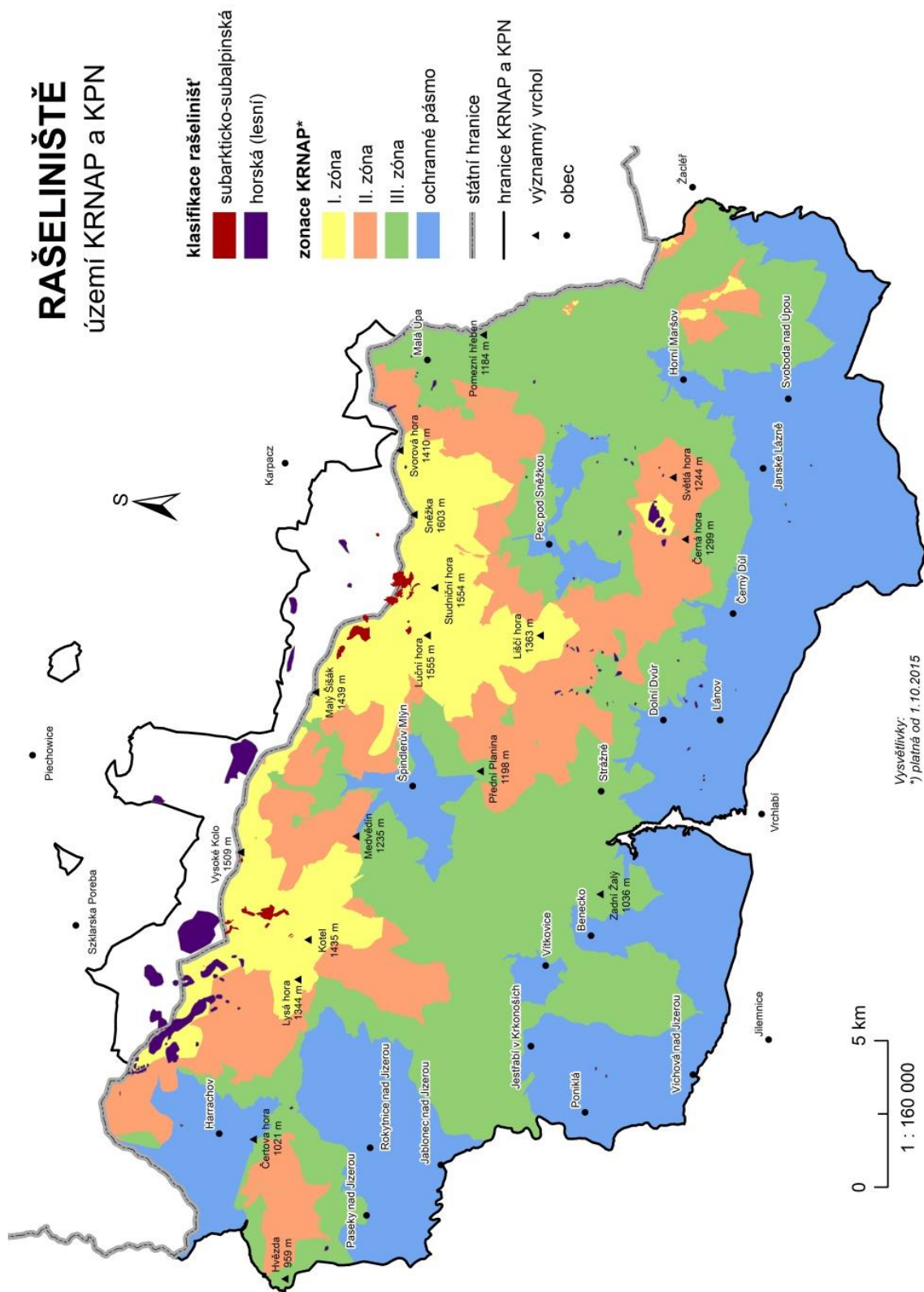
5.2.5. Ochrana

V posledních 500 letech Krkonoše ovlivňuje především člověk svojí činností (JENÍK 1961). Negativní antropogenní činnost rozsáhlého odlesnění, důlní činnost, následného znovuzalesnění nepůvodními druhy smrku či kleče, turistická a developerská expanze, ale rovněž pro některé autory kontroverzní budní hospodářství výrazněji pozměnily krajinu Krkonoš. Úpské rašeliniště nepřímo a na okrajovém území zasáhl vliv budního hospodářství (ŠTURSA 1999, 2012a, 2014a, ŠTURSA A WILD 2014b, DOUBKOVÁ 2008).

Jak uvádí JENÍK A SOUKUPOVÁ (1992), POTOCKA A VANĚK (2006) a ostatní, krkonošská subarktiko-subalpinská rašeliniště jsou vedle krkonošských karů, zde zvané jámy (JENÍK 1961), periglaciálních tvarů především nad horní alpínskou hranicí lesa a primárního bezlesí nejvzácnější, nejcennější a nejohroženější stanoviště v KRNAP.

Oblast rašeliniště spadá do nej přísněji chráněné I. zóny KRNAP, jak ukazuje obr. 10, jsou chráněna Ramsarskou konvencí mokřadů a rovněž patří do celosvětové sítě biosférické rezervace UNESCO Člověk a biosféra (POTOCKA A VANĚK 2006).

RAŠELINIŠTĚ území KRNPAP a KPN



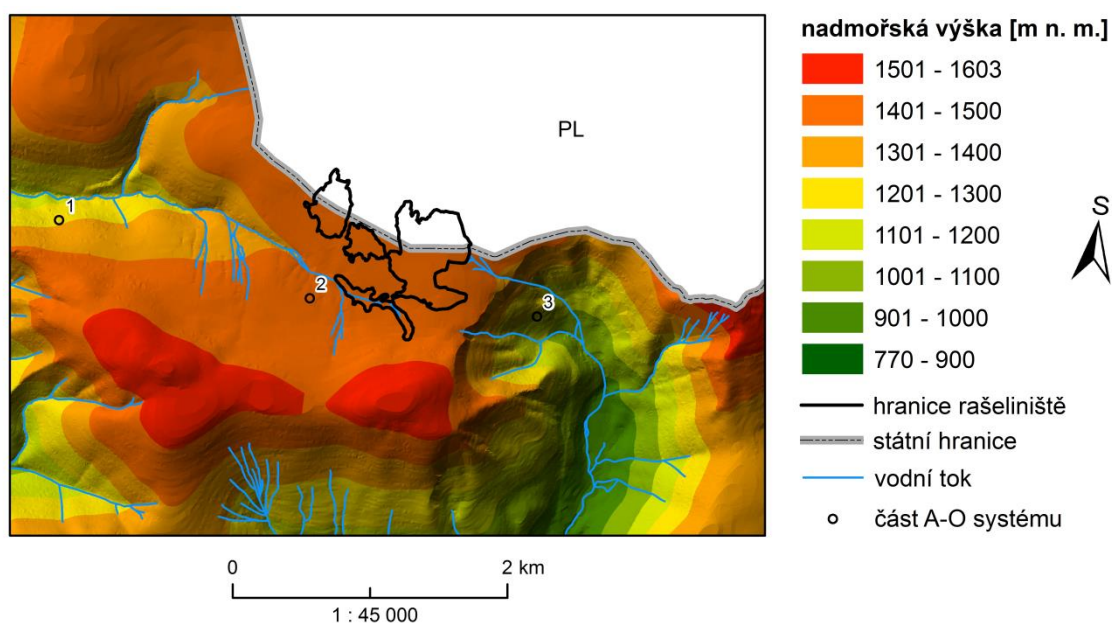
Obr. 10: Poloha rašelinišť v Krkonoších v závislosti na zonaci KRNAP (ARCDATA PRAHA 2016, ČÚZK 2016B, SPRÁVA KRNAP, VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ)

6. ÚPSKÉ RAŠELINIŠTĚ

6.1. Fyzicko-geografická charakteristika studované lokality

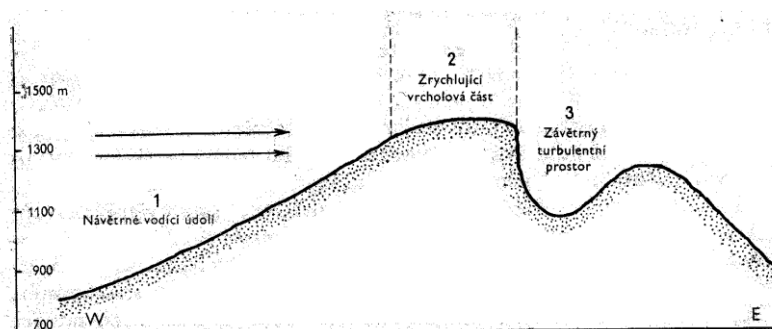
Sledovaná oblast Úpského rašeliniště se nachází na česko-polském pomezí, v pohoří Krkonoše, ve východních Vysokých Krkonoších (JENÍK 2006), na nejvýše položeném náhorním plató v Česku (JENÍK 1961) zvaném Bílá louka a Równia pod Sněžkou. Oblast se nachází v nadmořské výšce 1 410 – 1 440 m n. m. (OČADLÍK A FUKSA 1968) nad horní hranicí lesa na vrcholové zrychlující části A-O systému Bílého Labe (JENÍK 1961) a je začleněna do komplexu arкто-alpínské tundry Krkonoš (SOUKUPOVÁ A KOL. 1995).

Jednotlivé části A-O systému Bílého Labe jsou znázorněny na obr. 11 a shodují se s podélným profilem A-O systému, který je znázorněn na obr. 12.



Obr. 11: Hypsometrie okolí Úpského rašeliniště (ARCDATA PRAHA 2016, DIBAVOD 2016, VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ)

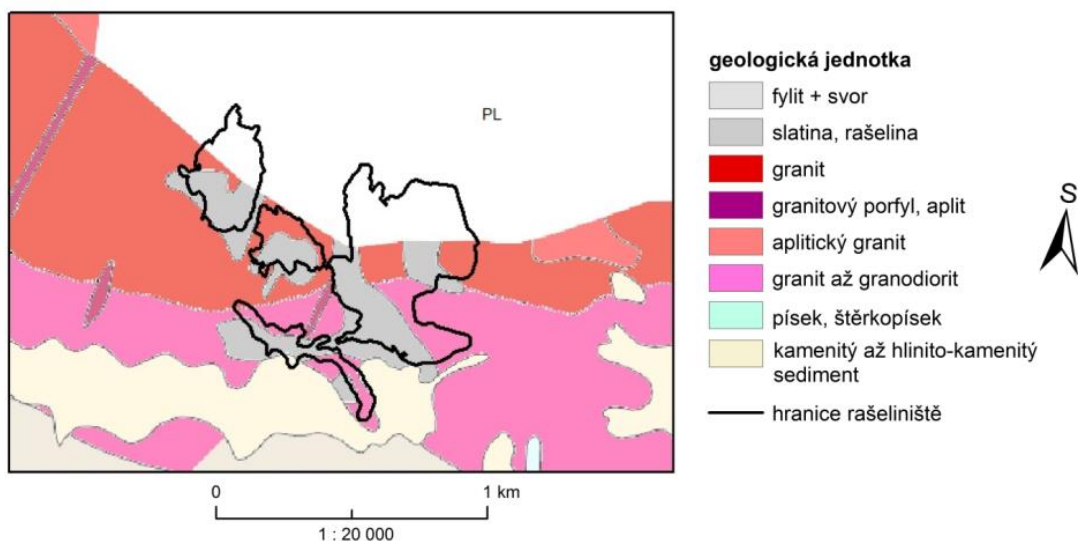
Poznámka: 1 = návětrné vodící údolí, 2 = zrychlující vrcholová část, 3 = závětrný turbulentní prostor



Obr. 12: Schéma podélného profilu anemo-orografického systému Vysokých Sudet s vyznačením jeho hlavních částí (JENÍK 1961)

6.1.1. Geologie

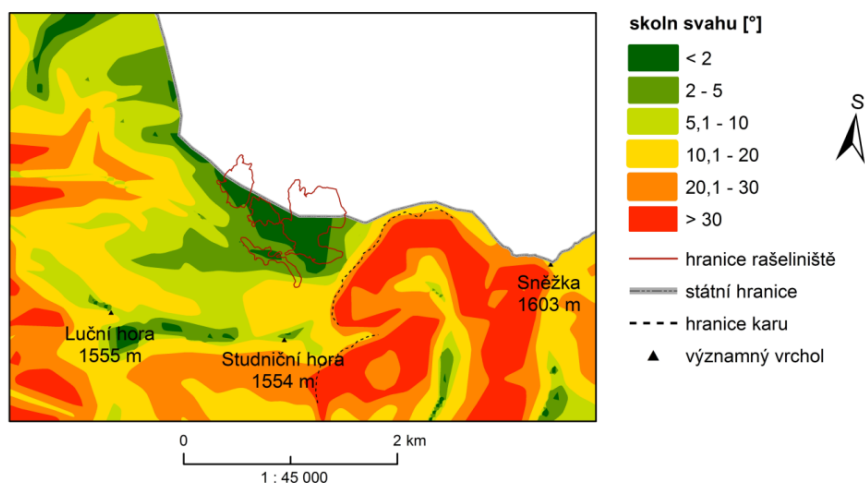
Krkonoše jsou velmi staré pohoří, vyvrásněné kaledonským vrásněním na konci siluru (JENÍK 1961), zásadním pochodem byla hercynská orogeneze (DEMEK 1965, OČADLÍK A FUKSA 1968, BÍNA A DEMEK 2012). Dle DEMEK (1965), BÍNA A DEMEK (2012) a POŠTA (2005) se v podloží rašelinného ložiska nachází především výrazně porfyrická, středně zrnitá žula až granodiorit a středně zrnitá biotitická žula. Zastoupení jednotlivých hornin je uvedeno na obr. 13.



Obr. 13: Geologická mapa okolí Úpského rašeliniště (ARCDATA PRAHA 2016, ČGS 2016A, VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ)

6.1.2. Reliéf

Geomorfologicky je tato oblast podle BÍNA A DEMEK (2012) zařaditelná do geomorfologického celku Krkonoše, podcelku Krkonošské hřbety, okrsků Slezský a Český hřbet a podokrsků Východní slezský a Východní český hřbet. Oblast rašeliniště se nachází na rozsáhlém zarovnaném povrchu o sklonu $< 2^\circ$ (BÍNA A DEMEK 2012), jak ukazuje obr. 14. Glaciálními a periglaciálními tvary ve Východních Vysokých Krkonoších se zabývali např. SEKYRA A KOL. (2001), SEKYRA A SEKYRA (2002), TREML (2003), KŘÍŽEK A KOL. (2007b). Uvedení autoři zmiňují vzhledem k rozmístění recentních periglaciálních jevů nelze v polohách nad alpínskou hranicí lesa v Krkonoších uvažovat o recentní periglaciální zóně. Popisují např. solifukční jevy, putující bloky, zarostlé netříděné strukturní půdy, thufury.



Obr. 14: Sklonitost okolí Úpckého rašeliniště (ARCDATA PRAHA 2016, VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ)

6.1.3. Klimatické poměry

Klimaticky patří širší oblast Bílé louky a Równia pod Sněžkou podle Köppenovy klasifikace do oceánického podnebí se studenou vlhkou zimou a se stejným rozložením srážek, Dfc až Dfd a do velmi chladné oblasti podle Quittovy klasifikace (CH4), dle QUITTO (1971), jejíž charakteristiky jsou uvedeny v tab. 2. SOUKUPOVÁ A KOL. (1995), TOLASZ A KOL. (2007) uvádí pro tuto oblast více než 1 200 mm ročního průměru srážek a průměrnou roční teplotu nižší než 2 °C. Tyto hodnoty KWIATKOWSKI (1982) upřesňuje podle výzkumu až na 2 020 mm a střední počet dní se srážkami uvádí 248. Podle JENÍK (1961), OČADLÍK A FUKSA (1968), KOCIÁNOVÁ A KOL. (2013) z ročního úhrnu srážek tvoří pevné srážky více než 50 %. KOCIÁNOVÁ A KOL. (2013) upravuje údaje z klasifikace CH4 a uvádí pro Vysoké Krkonoše 130 – 150 dní s velkou oblačností nebo mlhou, 30 – 40 jasných dnů a trvání souvislé sněhové pokrývky až 180 dní, která je nesteromerně rozložena (JENÍK 1958, ŠEBESTA 1978, VRBA 1964, VRBA A SPUSTA 1975, SPUSTA A KOL. 2003) v důsledku A-O systémů (JENÍK 1961). Převládající větrné proudění v oblasti vrcholových poloh má (severo)západní až jihozápadní složku, s nejsilnějšími větry v zimním období, JENÍK (1961) tuto tezi upřesnil výzkumem na JZ expozici.

Tab. 2: Klimatické charakteristiky kategorie CH4 podle Quita (QUITTO 1971)

počet letních dní	0 - 20
počet dní s teplotou alespoň 10 °C	80 - 120
počet mrazových dní	160 - 180
počet ledových dní	60 - 70
průměrná teplota v lednu	-6 až -7 °C
průměrná teplota v dubnu	2 až 4 °C
průměrná teplota v červenci	12 až 14 °C
průměrná teplota v říjnu	4 až 5 °C
počet dní se srážkami alespoň 1 mm	120 až 140
srážkový úhrn ve vegetačním období	600 až 700 mm
srážkový úhrn v zimním období	400 až 500 mm
počet dní se sněhovou pokrývkou	140 až 160
počet jasných dní	130 až 150
počet zatažených dní	30 až 40

6.1.4. Půdy

Půdní typ Úpského rašeliniště obsahuje organozem fibrickou a okrajově též podzol litický, zrnitost je silně skeletnatá, šterkovitá až kamenitá (ČGS, 2016b). Výzkumem půd s okolí Úpského rašeliniště se zabývala PAŠŤALKOVÁ A KOL. (2001). PAŠŤALKOVÁ A KOL. (2001) uvádí mimořádně nepříznivé podmínky pedogeneze, extrémní půdní chemismus a nízký obsah živin.



Obr. 15: Letecký snímek Úpského rašeliniště (POTOČKA A VANĚK 2006)

6.4. Stratigrafie

Poryvy Úpské rašeliny na Pláni pod Sněžkou mají průměrnou mocnost rašeliny pouze 0,4 – 0,7 m (OČADLÍK A FUKSA 1968), s maximální hodnotou 1,7 m, jak uvádí SVOBODOVÁ (2002). OČADLÍK A FUKSA (1968) uvádí ve svrchní vrstvě rašeliniště výskyt rašeliny rašelínko-mechové nebo rašelínko-suchopýrové s příměsí keříčků a dřeva, ve spodních částech dominuje příměs dřeva se suchopýrem a ostricí. Jak nastínil OČADLÍK A FUKSA (1968) a upřesnila SVOBODOVÁ (2002, 2004) průběh růstu rašeliniště se uplatnily tytéž druhy rostlin podobným způsobem jako dnes, především kleč a suchopýry. SPERANZA A KOL. (2000) a rovněž SVOBODOVÁ (2002) uvádí vyskytující se uhlíkovou vrstvu těsně před nasednutím na žulový podklad, kterou způsobila změna podnebí z teplého a suchého subboreálu v drsnější subatlantick a s tím spojené sedimentační změny.

6.5. Chemismus

HADAČ A VÁŇA (1967) IN CHYTRÝ A KOL. (2011) určil pH vody jezírek Úpského rašeliniště, uvedené v tab. 3, na 3,8 – 4,5. Tyto hodnoty upřesnil ve svém výzkumu rovněž OČADLÍK A FUKSA (1968), který uvádí 3,9 – 5,7. NOVÁKOVÁ (2000) uvádí u některých jezírek pH až 6,7. Dle jejího výzkumu však vysoká hodnota pH nekoreluje s vyšší koncentrací vápenných iontů uvolněných z cestního tělesa (do 90. let 20. století) vedoucí přes rašeliniště, jak uváděli mnozí autoři. S tím ovšem nesouhlasí např. VÍTKOVÁ A KOL. (2012). Tento problém se snažila vyřešit revitalizace cesty přes rašeliniště z roku 1998 (POŠTA 2004, VÍTKOVÁ A KOL. 2012). OČADLÍK A FUKSA (1968) uvádí ještě okamžitou vlhkost u ložiska Úpského rašeliniště na 87,1 – 89,53 %, odpovídající o nasycení rašeliny vodou téměř na plnou vodní kapacitu. POŠTA (2005) provedl hydrochemickou analýzu jezera Úpského rašeliniště, kde zjistil výrazně vyšší koncentraci amonných a sodných iontů, síranů a chloridů v zimním období.

Tab. 3: Chemická analýza krkonošských rašelinišť (OČADLÍK A FUKSA 1968), upraveno

rašeliniště	okamžitá vlhkost [%]	obsah popela v sušině [%]	pH akt.	pH vým.
subalpínské	85,2 - 92,7	1,83 - 7,95 ¹	3,9 - 5,7	2,95 - 3,42
horské (lesní)	83,6 - 91,8	1,6 - 9,71 ¹	3,6 - 5,9	3,0 - 4,35

Poznámka: ¹ = extrémní hodnoty způsobené splachem minerálu do ložiska byly vypuštěny

7. DATA A METODY

7.1. Vymezení území

Vymezení zájmového území Úpského rašeliniště bylo provedeno podle barevného leteckého snímku z roku 2012 prostřednictvím specifického zbarvení vegetace, především suchopýru úzkolistého a suchopýru trsnatého, vyskytující se výhradně na rašeliništích (POTOCKA A VANĚK 2006). Tyto taxony mají zvláště na podzim rezavou barvu a tím se výrazně odlišují od okolních plavohnědých smilkových porostů (POTOCKA A VANĚK 2006). Vymezené území bylo zkontrolováno prostřednictvím vrstvy bažin a močálů z Digitální báze vodohospodářských dat (Dibavod), vymezení rašelinišť z dat poskytnutých Správou KRNAP a podle vymezení OČADLÍK A FUKSA (1968).

Úpské rašeliniště bylo rozděleno do 3 hlavních částí, jak již bylo rozděleno např. JENÍK (1961), JENÍK A SOUKUPOVÁ (1992) nebo KOCIÁNOVÁ A KOL. (2005) a přidruženého území podél toku Bílého Labe, podle vymezení OČADLÍK A FUKSA (1968). V této práci bylo přihlédnuto i k tomuto okrajovému území vlastního Úpského rašeliniště.

Hlavní a největší část, rozprostírající se po obou stranách státní hranice a turistické stezky, která jej překonává po povalovém chodníku, jako Úpské rašeliniště v užším slova smyslu, je prameništěm Úpy a Bílého Labe (ŠTURSA 2009). Tato část zaujímá rozlohu 29,25 ha. K Úpskému rašeliništi je podle JENÍK A SOUKUPOVÁ (1992) přiřazuje rovněž rašeliniště na západní a východní straně od Jantarové cesty, tento název uvádí KOCIÁNOVÁ A KOL. (2005). Západní část rašeliniště od Jantarové cesty se rovněž nachází po obou stranách státní hranice a s rozlohou 9,5 ha je druhá největší část vymezené oblasti. Rašeliniště východně od Jantarové cesty zaujímá 5,01 ha a přidružené území 4,97 ha. Vymezené území zaujímá rozlohu 43,77 ha, s přidruženým územím celkem 48,74 ha. Údaje rozloh částí rašeliniště včetně její dynamiky v časovém měřítku byly vypočteny z analýzy leteckých snímků v programu ArcMap.

V přidruženém území byly analyzovány pouze polykormony kleče. Jezírka byla z analýzy krajinného pokryvu z této oblasti vyjmuta, protože území obsahuje velké množství tůní a malých vodních ploch v toku Bílého Labe, které ŠTURSA A KOL. (2012b) označil jako tůně horských růžencových toků, nikoliv jako jezírka rašelinná. KOCIÁNOVÁ A ŠTURSOVÁ (2002) popsala mnoho reliéfových forem vyskytující se právě ve vymezení přidružené oblasti.

7.2. Srovnávací klimatická charakteristika

Pro porovnání Úpského rašeliniště se skandinávskými rašeliništi bylo potřeba provést klimatickou charakteristiku, shodnou s metodami analýzy severských rašelinišť, které provedl LUOTO A PARVIAINEN (2007). Klimatická data byla získána z polské meteorologické stanice Szrenica v západních Krkonoších, ležící v nadmořské výšce 1 362 m n. m., za normálové období 1961 – 1990.

Klimatická analýza oblasti Úpského rašeliniště byla provedena z následujících proměnných: a) průměrná roční teplota vzduchu; b) průměrná roční teplota nejchladnějšího měsíce; c) průměrná roční teplota nejteplejšího měsíce; d) průměrné roční srážky, e) průměrné roční zimní srážky; f) průměrné roční letní srážky; g) growing degree days; h) roční termická kontinentalita za normálové období 1961 – 1990, jako komparace klimatické analýzy provedené LUOTO A PARVIAINEN (2007) ve Skandinávii.

Proměnná průměrných ročních zimních a letních srážek byla upravena podle KWIATKOWSKI (1982) na měsíce listopad až duben jako zimní srážky a květen až říjen jako letní srážky. Rozdělení podle KWIATKOWSKI (1982) není pro horské polohy úplně vhodné, např. v říjnu podle analýzy dat ze Szrenici můžou veškeré srážky spadnout v pevné formě.

Proměnná growing degree days (GDD) byla počítána jako suma denních průměrných teplot $> 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ za normálového období 1961 – 1990 (LUOTO A PARVIAINEN 2007).

Byla počítána také termická kontinentalita, roční termický interval, jako vzorec maximální průměrné teploty nejteplejšího měsíce - minimální průměrné teploty nejchladnějšího měsíce (LUOTO A PARVIAINEN 2007).

Výběr stanice Szrenica byl dán dostupností a kvalitou dat. Blíže situované stanice vykazují následující problémy: Luční bouda má příliš krátkou dobu měření, Sněžka se vyznačuje nehomogenitou řady díky přesunu lokace měření; podobný problém má i stanice Labská bouda.

Protože Úpské rašeliniště leží ve vyšší nadmořské výšce (1 410 – 1 440 m n. m.) než vrchol a meteorologická stanice na Szrenici (1 362 m n. m.), musela být teplotní data přepočítána podle teplotního gradientu pro Krkonoše. Teplotní gradient byl vypočten dle KVĚTOŇ (2001) podle průměrných měsíčních teplot z měrného profilu Vysoké nad Jizerou (692 m n. m.) – Szrenica. Na základě těchto dat byl stanoven teplotní gradient profilu Szrenica – Úpské rašeliniště, kde bylo počítáno s průměrnou nadmořskou výškou Úpského rašeliniště 1 430 m n. m. Teplotní gradient měrného profilu byl stanoven na $0,4192\text{ }^{\circ}\text{C}$. Teplotní gradienty pro jednotlivé měsíce ve výše zmíněném profilu a průměrné měsíční teploty lokalit profilu jsou uvedeny v tab. 4.

Tab. 4: Teplotní gradient profilu Vysoké nad Jizerou – Szrenica za období 1961 – 1990
(KVĚTOŇ 2001, VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ)

měsíc	průměrná měsíční teplota 61-90		pokles teploty na 100 m výšky
	Szrenica	Vysoké nad Jizerou	
leden	-6,05	-4,00	0,307
únor	-5,70	-2,50	0,479
březen	-3,55	0,80	0,651
duben	0,34	5,50	0,772
květen	5,48	10,70	0,781
červen	8,61	13,80	0,777
červenec	10,07	15,20	0,768
srpen	10,09	14,90	0,720
září	7,03	11,40	0,654
říjen	3,61	7,10	0,522
listopad	-1,57	1,20	0,415
prosinec	-4,77	-2,50	0,340
průměr	1,9658	5,9667	0,5989

Analýza srážkových dat byla ponechána z dat ze Szrenici s přihlédnutím a porovnáním s výsledky výzkumu skutečných srážek v Krkonoších podle KWIATKOWSKI (1982).

Výše uvedené klimatické proměnné byly doplněny o průměrnou výšku sněhové pokrývky, s jejími minimy a maximy, průměrnou délkou trvání sněhové pokrývky nad 5 cm, s dosaženými minimy a maximy ze stanice Szrenica během zimních sezon 1960/1961 – 1989/1990.

Data byla zpracována a analyzována z denních dat, ze kterých byly následně vypočteny výše uvedené proměnné v programu MS Excel.

7.3. Analýza krajinného pokryvu

Součástí práce bylo třeba zjistit změny krajinného pokryvu oblasti Úpského rašeliniště. Analýza změn krajinného pokryvu byla prováděna na základě leteckých měřičských snímků o maximální velikosti pixelu 30 cm v programu ArcMap z časové řady jednotlivých let 1936, 1964, 1984, 2012. Letecké snímky z let 1964, 1984, 2012 byly získány z Vojenského hydrologického a topografického ústavu Dobruška, snímek z roku 1936 byl poskytnut ČÚZK.

Letecký snímek z roku 1936 byl použit jako ortofoto, snímky 1964, 1984 byly orektifikovány v programu PCI a snímek 2012 byl v programu ArcMap georeferencován.

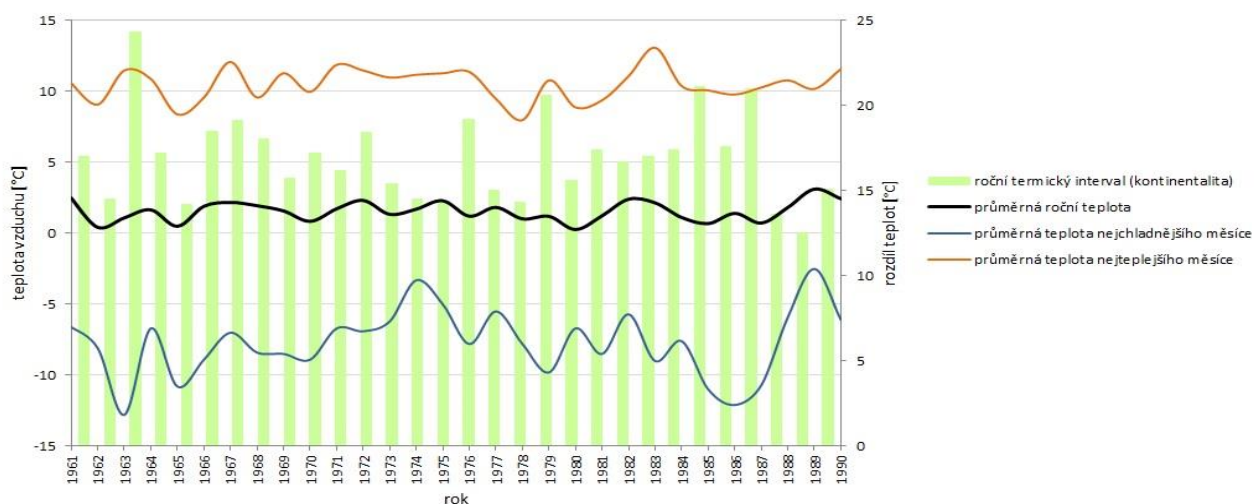
Detailně byly sledovány změny krajinného pokryvu rašelinných jezírek (se zřetelnou vodní hladinou) a polykormonů borovice kleče ve vymezené oblasti Úpského rašeliniště. Jednotlivé plošky jezírek a polykormonů kleče byly vektorizovány v měřítku 1 : 800. Do kategorie ostatní byly zařazeny travní porosty a ojedinělé smrkové solitéry. Mapy krajinného pokryvu Úpského rašeliniště za jednotlivá období včetně jejich změn jsou uvedeny v přílohové části (Příloha 2 – 8).

8. VÝSLEDKY

8.1. Klimatická charakteristika

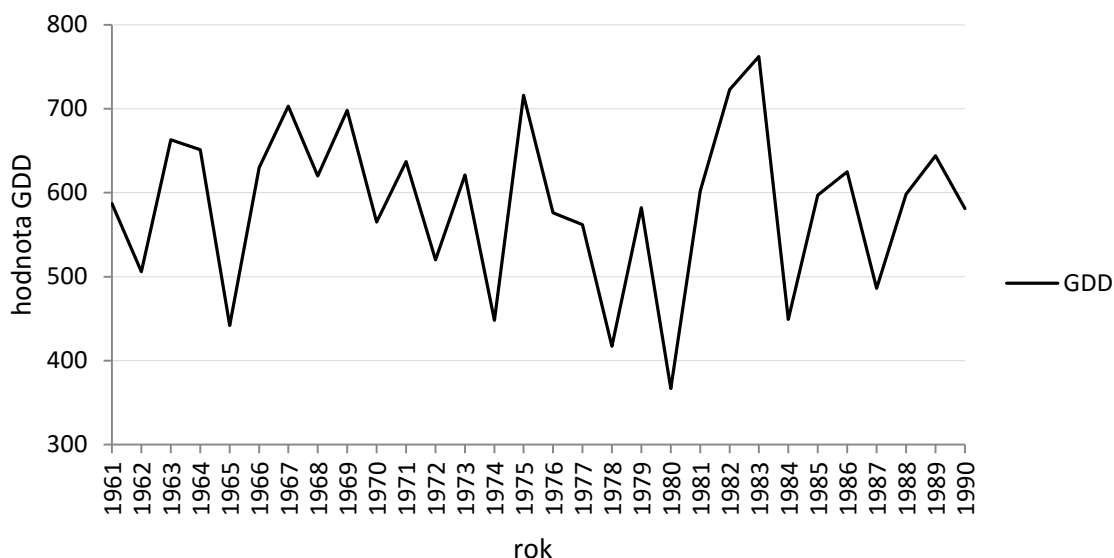
Roční průměrná teplota vzduchu, vypočtená z denních průměrných teplot v měsíci, přepočtená podle specifického teplotního gradientu za sledované období 1961 – 1990 činila 1,55 °C.

Průměrná teplota nejchladnějšího měsíce pro oblast Úpského rašeliniště byla -7,74 °C, průměrná teplota nejteplejšího měsíce dosáhla 10,5 °C. Leden byl nejčastěji nejchladnější měsíc ve sledovaném období, nejteplejší měsíc byl srpen. Průměrné teploty za jednotlivé měsíce sledovaného období jsou uvedeny v tab. 5. Roční termická kontinentalita se pohybovala v rozmezí 12,5 °C až 24,3 °C. Výše zmíněné proměnné jsou podrobněji znázorněny na obr. 16.



Obr. 16: Teplotní charakteristiky oblasti Úpského rašeliniště v období 1961 – 1990

Za 10 957 dní ve sledovaném období hodnota GDD > 5 °C v 3 862 dnech. Průměrná hodnota GDD činí 585, s ročním minimem 367 a maximem 762. Proměnná GDD je znázorněna na obr. 17 a v tab. 7.



Obr. 17: Proměnná GDD oblasti Úpského rašeliniště v období 1961 – 1990

Tab. 5: Průměrné měsíční teploty oblasti Úpského rašeliniště v období 1961 – 1990

měsíc	průměrná teplota [°C]
leden	-6,47
únor	-6,12
březen	-3,97
duben	-0,08
květen	5,07
červen	8,19
červenec	9,65
srpen	9,68
září	6,61
říjen	3,19
listopad	-1,99
prosinec	-5,19

Průměrné roční srážky odpovídaly 1 424,57 mm, z toho 609,37 mm srážky v zimní polovině roku (listopad – duben) a 815,2 mm srážky v letní polovině roku (květen – říjen). Měsíční průměr srážek v zimní polovině roku odpovídá 101,56 mm a v letní polovině roku 135,87 mm. Průměrná výška sněhové pokrývky stanice Szrenica dosahovala výšky 142 cm, s minimem 61 cm a maximem 242 cm a nejčastěji byla dosažena v březnu. Průměrná délka trvání souvislé sněhové pokrývky nad 5 cm činila 160 dní (min 70 dní, max 205 dní).

8.2. Analýza krajinného pokryvu

Podle výsledků analýzy krajinného pokryvu oblasti Úpského rašeliniště lze jednoznačně potvrdit postupné změny především porostů borovice kleče (*Pinus mugo*), jak zachycuje obr. 22.

Od roku 1936 do současnosti se její rozloha změnila ve sledované oblasti více než dvojnásobně (o 117,75 %). Zatímco do roku 1984 je zaznamenán trend jen nepatrných přírůstků a celkové rozlohy v jednotkách procent, tak za posledních 28 let (1984 – 2012) je zaznamenán obrovský nárůst rozlohy borovice kleče, o 85 %, s roční expanzí 3 %. Průměrný roční přírůstek polykormonů borovice kleče je ve sledovaném období 0,129 ha. U celkové rozlohy jezírek s vodní hladinou nejsou patrné velké výkyvy, s výjimkou roku 1984, kdy velké množství pánví bylo zaplněno vodou. U velkých jezer nelze potvrdit změnu tvaru. Konkrétní rozlohy jednotlivých proměnných krajinného pokryvu Úpského rašeliniště jsou uvedeny v tab. 6.

Tab. 6: Rozlohy zkoumaných typů krajinného pokryvu a jejich změny v časové ose

rok	rozloha [ha]			změna rozlohy				
	kleč	vodní plochy	ostatní	trend	kleč	kleč/1 rok [ha]	trend	vodní plochy
1936	8,33	0,96	39,45	-	-	-	-	-
1964	9,42	0,73	38,59	↗	13,2%	0,039	↘	23,0%
1984	9,80	1,31	37,63	↗	4,0%	0,019	↗	80,0%
2012	18,14	0,98	29,61	↗	85,1%	0,298	↘	25,0%

9. DISKUZE

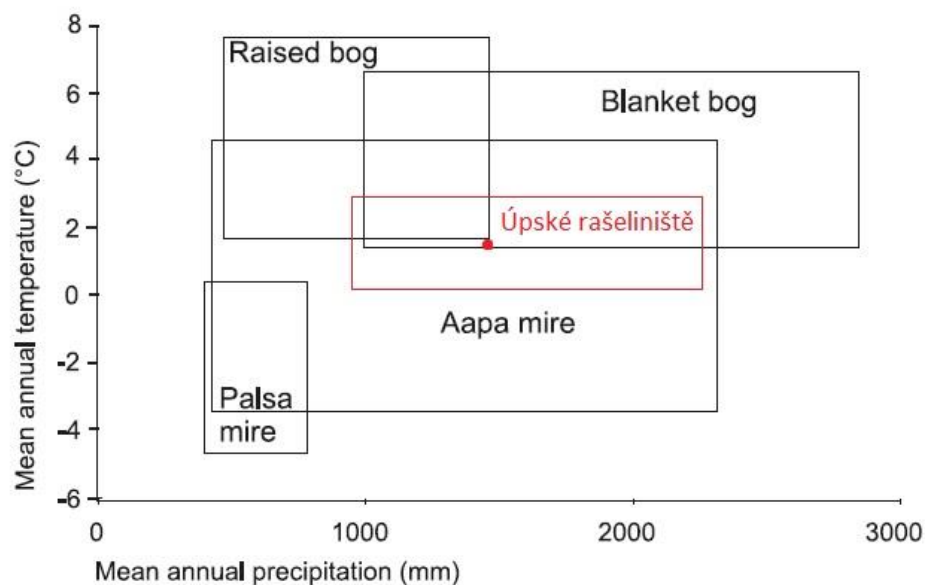
9.1. Porovnání klimatických charakteristik

Klimatické proměnné skandinávských typů rašelinišť jsou uvedeny v tab. 7 a jsou porovnávány se stejnými proměnnými oblasti Úpského rašeliniště.

proměnná	typ rašeliniště														
	Aapa			Blanket bog			Palsa			Raise d bog			Úpské rašeliniště		
	průměr	min	max	průměr	min	max	průměr	min	max	průměr	min	max	průměr	min	max
roční teplota vzduchu	0,0	-3,8	4,3	4,0	1,5	6,7	-2,4	-4,4	0,4	4,2	1,6	7,8	1,6	0,3	3,1
letní teplota vzduchu	12,7	8,3	16,0	12,1	10,0	14,1	11,1	8,9	12,9	15,8	12,1	17,4	10,5	8,0	13,1
zimní teplota vzduchu	-13,6	-19,2	-3,2	-4,0	-7,2	-0,7	-15,8	-19,1	-7,7	-8,5	-14,3	-1,8	-7,7	-12,8	-2,5
GDD	628,0	181,0	1035,0	721,0	406,0	1136,0	391,0	212,0	562,0	1160,0	651,0	1590,0	585,0	367,0	762,0
roční srážky	688,0	418,0	2349,0	1660,0	1018,0	2883,0	497,0	403,0	868,0	657,0	486,0	1477,0	1424,6	959,3	2250,3
letní srážky	230,0	153,0	759,0	425,0	255,0	759,0	184,0	160,0	249,0	221,0	153,0	394,0	101,6	15,2	417,4
zimní srážky	134,0	61,0	585,0	405,0	253,0	699,0	89,6	54,3	203,0	118,0	77,0	339,0	135,9	9,2	321,1
termická kontinentalita	26,3	14,3	32,3	16,2	12,9	18,9	26,9	17,1	31,9	24,3	17,2	30,4	17,0	12,5	24,3

Tab. 7: Klimatické proměnné typů rašelinišť ve Skandinávii a Úpského rašeliniště (LUOTO A PARVIAINEN 2007), upraveno

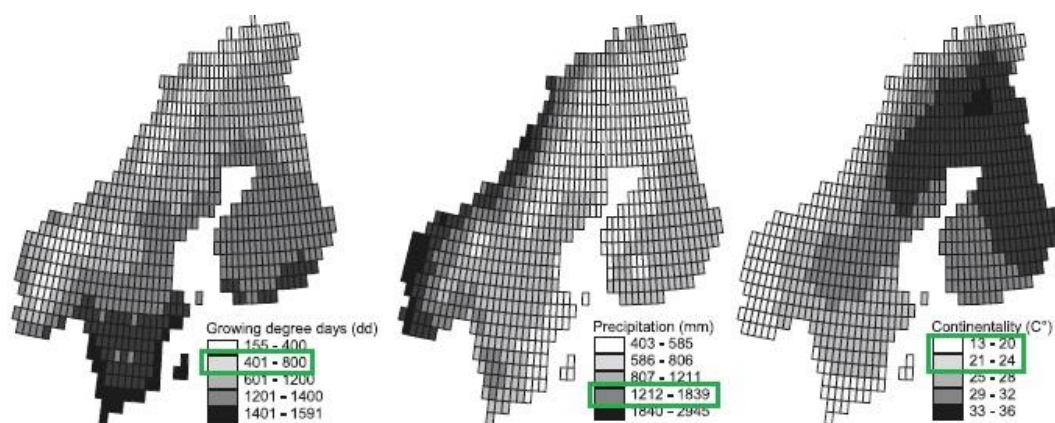
LUOTO A PARVIAINEN (2007) analyzoval klimatické charakteristiky období 1961 – 1990, výsledky interpoloval na celé území Skandinávského poloostrova. Výsledkem analýzy bylo začlenění jednotlivých typů rašelinišť podle klimatických proměnných do prostoru Skandinávského poloostrova (LUOTO A PARVIAINEN 2007). Nároky jednotlivých hlavních typů rašelinišť ve Skandinávii na průměrné roční teploty a srážky s vymezením minim a maxim za období 1961 – 1990 znázorňuje obr. 18. Podle výše analyzovaných klimatických proměnných bylo Úpské rašeliniště začleněno do tohoto rozdělení a vyznačeno červeným rámečkem. Červený rámeček uvádí průměrné roční teplotní a srážkové vymezení Úpského rašeliniště (minima a maxima), červený bod uvádí průnik průměrných ročních teplot a srážek za období 1961 – 1990.



Obr. 18: Rozložení jednotlivých typů rašelinišť ve Skandinávii v závislosti na průměrné roční teplotě a průměrné roční srážce s vyznačením polohy Úpského rašeliniště (LUOTO A PARVIAINEN 2007), upraveno

Klimatické proměnné roční průměrná teplota a roční průměrné srážky zařadily Úpské rašeliniště na okrajové zóny klimatického výskytu vrchovišť (Raised bog), které spíše nárokují vyšší teploty a méně humidní prostředí (LUOTO A PARVIAINEN 2007). Pro pokravná rašeliniště (Blanket bog) je nízká průměrná roční teplota Úpského rašeliniště limitní (LUOTO A PARVIAINEN 2007), srážkově tento typ odpovídá lokalitě Bílé louky a Równia pod Sněžkou. Úpské rašeliniště podle dvou výše zmíněných proměnných nejvíce koresponduje s typem Aapa (střed intervalu).

Úpské rašeliniště odpovídá podle klimatické proměnné průměrné roční teploty, GDD a průměrných letních srážek nejvíce typu Aapa. Proměnná kontinentalita a průměrné roční srážky prisuzuje Úpskému rašeliništi typ pokravné rašeliniště (Blanket bog). Palsy se ztotožňují klimaticky s Úpským rašeliništěm v průměrné letní teplotě a v průměrných letních srážkách. Vrchoviště (Raised bog) klimaticky odpovídá průměrnými zimními teplotami. Byly brány v úvahu pouze průměrné hodnoty, které odpovídají tab. 7, jak publikuje LUOTO A PARVIAINEN (2007). Klimatické proměnné a jejich aplikace ve Skandinávii jsou uvedeny na obr. 19.



Obr. 19: Aplikace klimatických proměnných ve Skandinávii s vyznačením hodnot proměnných Úpského rašeliniště v závislosti na klimatické analýze (LUOTO A PARVIAINEN 2007), upraveno

Výše uvedené klimatické proměnné byly aplikovány a porovnávány s výzkumem LUOTO A PARVIAINEN (2007) o rozšíření jednotlivých typů rašelinišť v závislosti na klimatických proměnných do prostředí Skandinávie a na jejich společném průniku byla vyznačena oblast (červené polygony) potencionální polohy Úpského rašeliniště, jak dokládá obr. 20.



Obr. 20: Vyznačení potencionální polohy Úpského rašeliniště ve Skandinávii v závislosti na aplikaci klimatických proměnných (ARCDATA PRAHA 2016, VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ)

Úpské rašeliniště nejméně koresponduje s typem vrchoviště (Raised bog). Výše uvedené údaje o podobnosti rašelinišť podle klimatických proměnných byly získány z provedené klimatické analýzy a porovnány s analýzou podle LUOTO A PARVIAINEN (2007). Podle obr. 18 se klimatické nároky Úpského rašeliniště (teploty a srážky) neztotožňují s typem Palsa. Avšak po provedení komplexní analýzy všech proměnných vykázal typ Palsa částečnou klimatickou závislost s Úpským rašeliništěm (průměrná letní teplota a srážky).

Tímto není podle klimatických nároků zcela vyvrácena teorie současného i nedávno minulého výskytu Pals v Krkonoších, jejichž výzkumem se zabývala KOCIÁNOVÁ A ŠTURSOVÁ (2002), KOCIÁNOVÁ A KOL. (2010). KOCIÁNOVÁ A KOL. (2005) připustila geomorfologickou podobnost tvarů na hřebenech Krkonoš k pahorkům Palsa, avšak jejich výskyt vyloučila.

JENÍK (1961), JENÍK A SOUKUPOVÁ (1992), OČADLÍK A FUKSA (1968), KOCIÁNOVÁ A ŠTURSOVÁ (2002), KOCIÁNOVÁ A KOL. (2005, 2010), POTOCKA A VANĚK. (2006), CHYTRÝ A KOL. (2011) považují Úpské rašelinště morfologií a vegetací jako excentrické vrchoviště; morfologií, stratigrafií a klimatem jako pokravné rašelinště; morfologií a klimatem jako Aapa.

Analýza klimatických proměnných oblasti Úpského rašelinště jasně ukázala na největší podobnost s typem Aapa. Zároveň naznačila částečnou klimatickou podobnost s ostatními typy rašelinšť.

9.2. Analýza krajinného pokryvu

JENÍK A SOUKUPOVÁ (1992) poukazoval na žádné, či minimální změny tvaru a velikosti rašelinných jezírek za posledních 100 let. Jeho teze se analýzou krajinného pokryvu z leteckých snímků potvrdila. Lze tedy usoudit, jak již nastínil JENÍK A SOUKUPOVÁ (1992), že rašelinná jezírka Úpského rašeliniště (podobně i ostatní subarkticky-subalpínská rašeliniště) jsou neměnnými útvary a pokud ke změně dochází, tak v horizontu několika staletí. Časové měřítko 76 let není tedy pro tuto analýzu dostatečně reprezentativní.

Analýza především černobílých snímků byla v některých případech velmi komplikovaná, obtížně se rozlišovaly jezírka, pánve jezírek bez vody a někdy i polykormony kleče, jak dokládá obr. 21.



Obr. 21: Problematická místa rozlišení krajinného pokryvu 2012/1964

Zvláště analýza jezírek může vykazovat chybu a nepřesnost v měřítku časové řady. V roce 1984 je většina pánví vyplněna vodou, avšak v letech 1936, 1964 a 2012 je velké množství pánví suchá, resp. ze snímků nelze rozeznat vodní hladinu. To lze spatřit i na obrázku 21, problematická místa ukazuje červeně vyznačené území, shodná místa a zároveň orientační bod značí zeleně vyznačené zemí. To může být způsobeno sušší periodou před leteckým snímáním daných snímků ze sledované lokality či snímání v různých ročních obdobích. Analýza změn tvaru a velikosti jezírek vyplněné vodou, nikoli jejich morfologie, v časovém měřítku je tedy pouze náčrtem a je třeba ji v budoucnu zpřesnit.

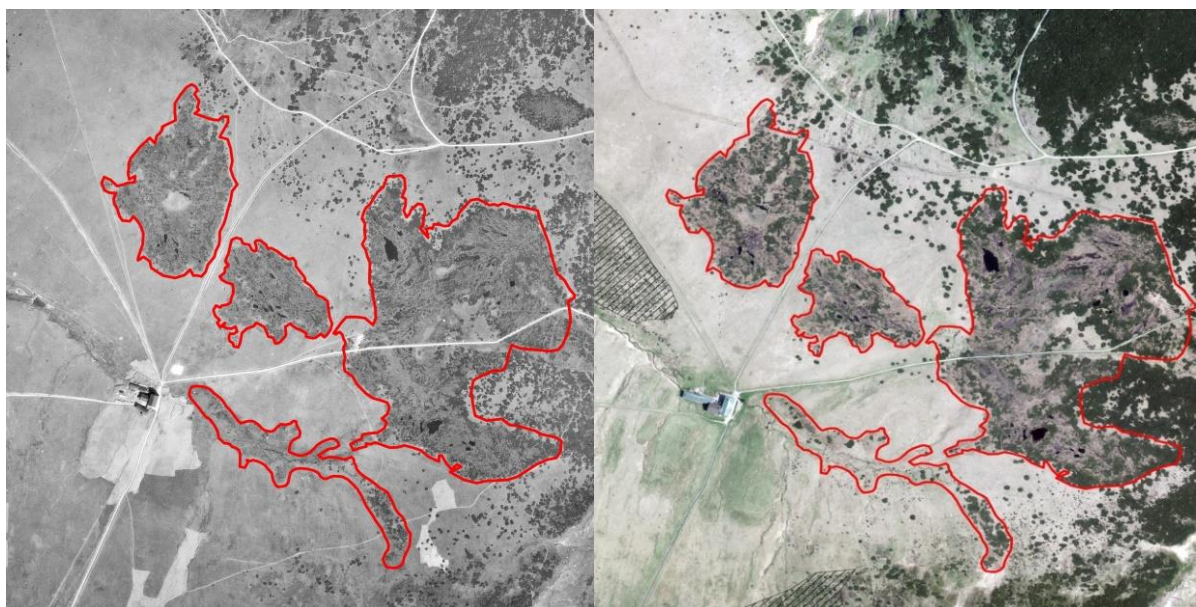
JENÍK A SOUKUPOVÁ (1992) a SVOBODOVÁ (2002) však ukazují na změny rozlohy borovice kleče nejen v obvodu Úpského rašeliniště. V letech 1936 a 1964 a také 1984 lze identifikovat jednotlivé ostrůvky kleče, které jen na některých místech, především na samém severním a jižním okraji hlavní části Úpského rašeliniště, tvoří souvislejší porosty, jak rovněž uvádí SOUČEK A KOL. (2001). JENÍK (1961) uvádí i několika set leté stáří těchto porostů. Přičemž v roce 2012 je většina klečových porostů již souvislých vytvářející velké plochy. To způsobuje především rychlý boční růst kleče, jak doplnil SOUČEK A KOL. (2001). Předkládaná analýza krajinného pokryvu odhalila roční přírůstek 3 %.

Její expanze je obecně způsobena především klimaticky, vlivem stále rostoucí průměrné teploty vzduchu, antropogenními výsadbami nebo lepším stavem ovzduší (ŠTURSA A KOL. 2014b). Pro oblast Úpského rašeliniště platí pro expanzi borovice kleče faktor klimatický (JENÍK 1961, JENÍK A SOUKUPOVÁ 1992, ŠTURSA A WILD 2014b). Nevhodné antropogenní zásahy v podobě klečových výsadeb byly v bezprostředním okolí Úpského rašeliniště realizovány v programu vysokohorského zalesňování od 50. let 20. století, především však v 80. letech (ŠTURSA A WILD 2014b), avšak nezaujímají prostor vymezeného zájmového území. V souvislosti s klečovými výsadbami došlo k následnému šíření některých trav, především Tomky alpské, Třtiny chloupkaté a Metličky křivolaké (SOUKUPOVÁ A KOL. 1995). Z celkové rozlohy klečových porostů tvoří více než 14 % výsadby za posledních 70 let (SOUČEK A KOL. 2001). Výrazné přírůstky kleče, za 28 let změna rozlohy o 85 %, koresponduje s tezí SOUČEK A KOL. (2001) o expanzi borovice kleče o 46 – 90 % za 17 let (západní Krkonoše) i TREML A KOL. (2010) z východních Vysokých Sudet, kde byly zjištěny přírůstky kleče 23 – 78 % za 30 let (1973 – 2012), s roční expanzí 2 %. Studie SOUČEK A KOL. (2001) i TREML A KOL. (2010) však neprobíhaly na rašeliništích, ani ve stejném pohoří a zkoumaly především klečové výsadby různého stáří. Podle dat SOUČEK A KOL. (2001) by průměrné přírůstky kleče za 28 let činily 76 – 148 %. Podle TREML A KOL. (2010) by přírůstek za stejnou dobu činil 21 – 73 %. Nižší hodnoty TREML A KOL. (2010) přisuzuje rozdílnému stáří a zápoji jednotlivých porostů. Podle těchto výsledků lze konstatovat rychlejší růst borovice kleče mimo rašeliniště ve Vysokých Krkonoších. Avšak výsledek může být ovlivněn genezí porostů kleče na různých lokalitách. Jednotlivé výzkumy expanze borovice kleče v různých lokalitách Vysokých Sudet nebyly prováděny souběžně v totožném časovém měřítku, avšak jasně vykreslují trend vývoje *Pinus mugo* za posledních 30 – 40 let.

Expanze kleče však nekoreluje s tvrzením ŠRÚTEK (1987) a VACEK (2007) o výraznějším odumírání a částečném úbytku klečových porostů vlivem imisní kalamity v 70. – 90. letech 20. století a současně extrémním hmyzím žírem bejlmorky. Zátěž hmyzích škůdců a imisní kalamity postihl totiž především mladší letorosty, především v té době mladé klečové výsadby (ŠTURSA A WILD 2014b), které se však nenacházejí ve vymezeném území Úpského rašeliniště. KOLÁŘ A KOL. (2015) však uvádí významnější růst subalpínské vegetace, tedy i borovice kleče, z důvodu většího spadu dusíku po odeznění zátěže síry.

Historickým i současným vymezením a vývojem borovice kleče a smilky tuhé, jako hlavních aktérů krkonošské tundry, se podrobněji zabývá článek ŠTURSA A WILD (2014b) nebo SOUČEK A KOL. (2001). Modelováním dynamiky mozaiky kleče a travníků se věnuje WILD A WINKLER (2008). Náhled na změny klimatu vzhledem k dynamice vegetace v subalpínském pásmu nastiňuje HARČARIK (2009) a BANAŠ A KOL. (2012). Výskyt souvislých porostů kleče na dříve travnatých pláních může podle SVOBODA (2001), SOUKUPOVÁ A KOL. (2001), TREML A KŘÍŽEK (2006b) a ŠTURSA A WILD (2014b) ovlivnit mikroklima oblasti, hydrologické, půdní, vegetační poměry, distribuci sněhové pokrývky a další.

V éře budního hospodářství v 17. a 18. století porosty kleče degradovaly antropogenními zásahy a její přímou likvidací na úkor vytvoření pastvin a subalpínských luk a intenzivního hospodaření, jak uvádí LOKVENC (2002, 2007), ŠTURSA A WILD (2014b) a další. Až do roku 1945 se i na vrcholových etchplénech Krkonoš, i v bezprostředním okolí Úpského rašeliniště, extenzivně hospodařilo, avšak nejsou známy případy zásahů a melioračních opatření do subarkticky-subalpínských rašelinišť (LOKVENC 2002, 2007, DOUBKOVÁ 2008, VÍTKOVÁ A KOL. 2012). Hospodaření a pastva přímo i nepřímo ovlivnila rozlohu klečových porostů (ŠTURSA A WILD 2014b). Travaření v okolí Úpského rašeliniště, především v okolí Luční boudy je dobře vidět na leteckém snímku 1936, jak dokládá obr. 22.



Obr. 22: Letecký snímek Úpského rašeliniště s vyznačením jeho hranic a klečovými výsadbami, rok 1936 a 2012 (ČÚZK, VGHMÚř), upraveno

10. ZÁVĚR

Rešerše odborné literatury, porovnání klimatu lokalit Úpské rašeliniště/Skandinávie v období 1961 – 1990 a analýza změn krajinného pokryvu Úpského rašeliniště za období 1936 – 2012 ukázala na podobnosti Úpského rašeliniště se skandinávskými rašeliništi, především s typem Aapa. Podobnost klimatickou a morfologickou již zmínilo mnoho autorů, např. JENÍK (1961), JENÍK A SOUKUPOVÁ (1992), SOUKUPOVÁ A KOL. (1995), KOCIÁNOVÁ A ŠTURSOVÁ (2002), KOCIÁNOVÁ A KOL. (2005, 2010) a ŠTURSA A KOL. (2010). Výše zmínění autoři se nepřiklánějí pouze k jednomu shodnému typu rašeliniště při porovnání se skandinávskými typy. Avšak podle předložené klimatické analýzy, která vychází z práce LUOTO A PARVIAINEN (2007) a s jeho výsledky je porovnávána, Úpské rašeliniště vykazuje největší podobnost s typem Aapa.

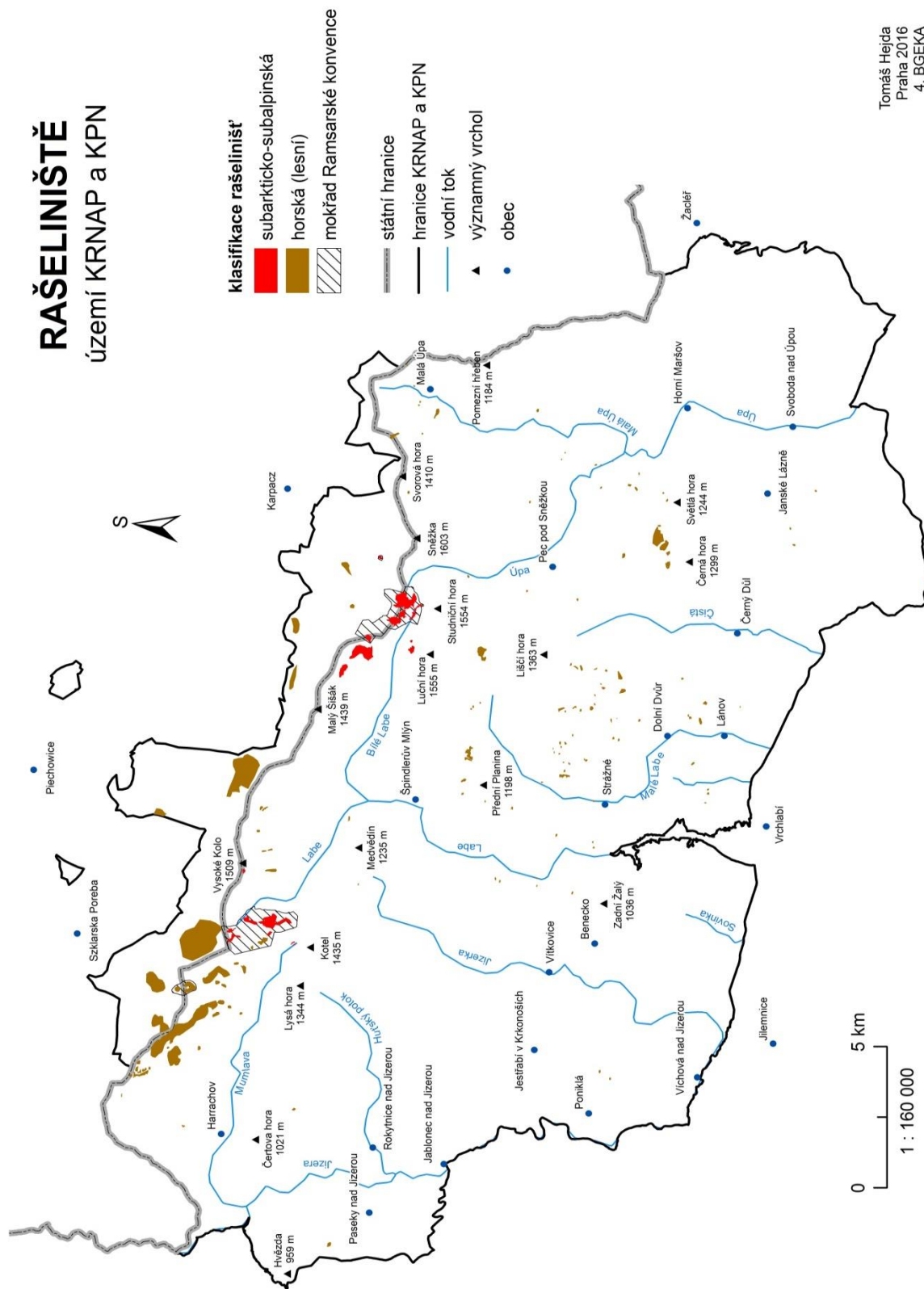
Současně byla provedena analýza vývoje krajinného pokryvu z leteckých snímků za období 1936 – 2012. Analýzou krajinného pokryvu za sledované období se potvrdil předpoklad o neměnném tvaru a velikosti stálých jezer Úpského rašeliniště. Výrazněji se však změnila rozloha klečových porostů, což koreluje s vyššími anomáliemi průměrné roční teploty vzduchu (ŠTURSA A WILD 2014b). Z uvedených analýz vyplývá rychlejší růst borovice kleče na pláních než na rašeliništích arкто-alpínské tundry.

Předkládaná závěrečná práce doplňuje existující literaturu, porovnává krkonošské subarkticko-subalpínské Úpské rašeliniště se skandinávskými rašeliništi prostřednictvím klimatu a morfologie a působí jako odrazový můstek pro budoucí monitoring vývoje vegetace a morfologie vlastního rašeliniště. Za přínosný rovněž považují výzkum dynamiky klečových porostů na vlastním rašeliništi s porovnáním lokalit na zarovnaných površích Vysokých Krkonoš. Do budoucna je třeba věnovat pozornost expanzi smrkových solitérů a autochtonních i alochtonních porostů borovice kleče. Touto problematikou se již nyní zabývá např. ŠTURSA A WILD (2014b), rovněž Správa KRNAP provádí revitalizaci klečových porostů.

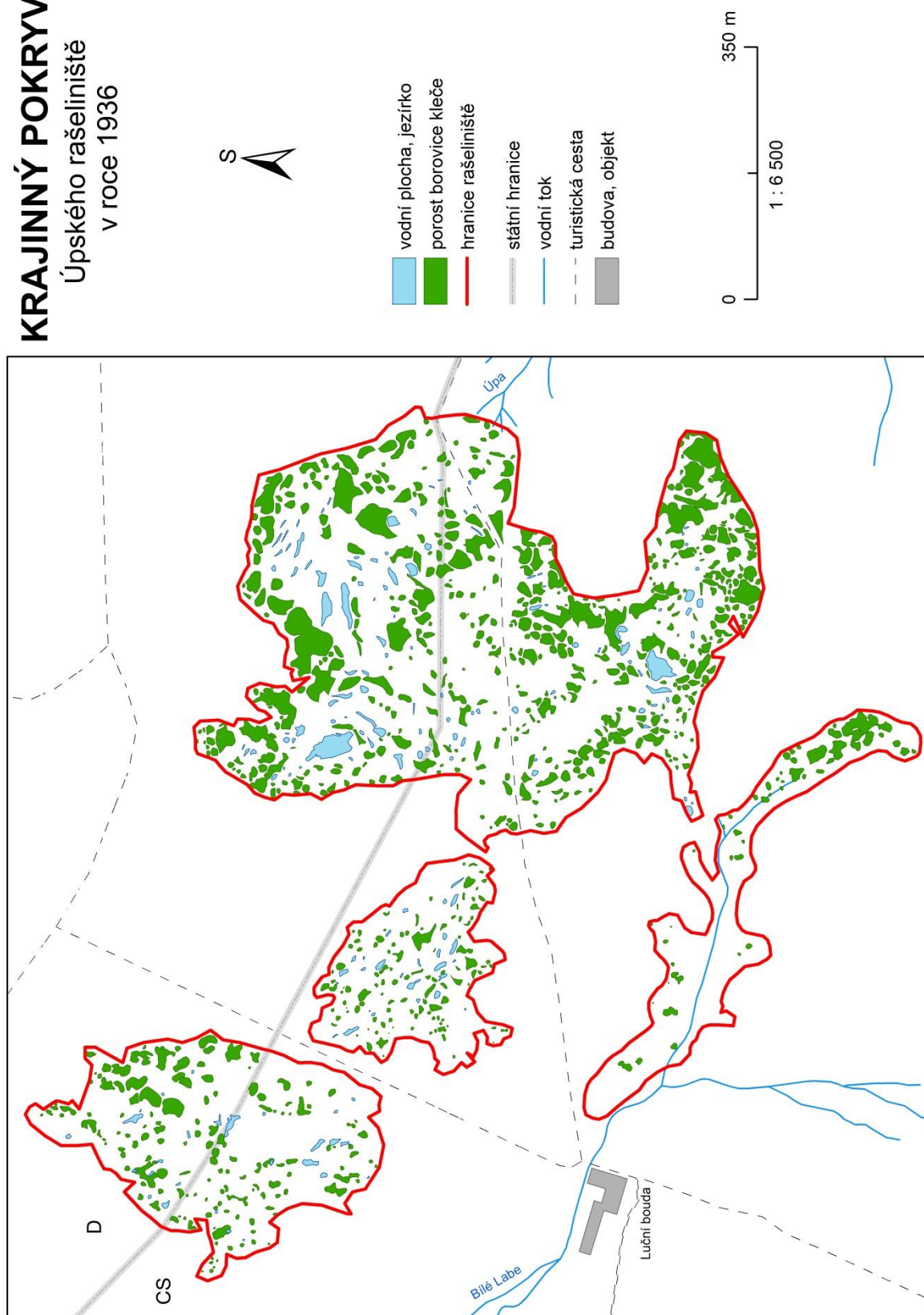
Použité metody byly pro tuto práci vhodně zvoleny, avšak v budoucnu bude potřeba data aktualizovat a metody zpřesnit a rozšířit. Využít klimatické údaje za normálové období 1991 – 2020, nejlépe s použitím dat z Luční boudy. S využitím metod dálkového průzkumu Země lépe analyzovat a určit dynamiku a změny krajinného pokryvu především z historických snímků.

11. PŘÍLOHY

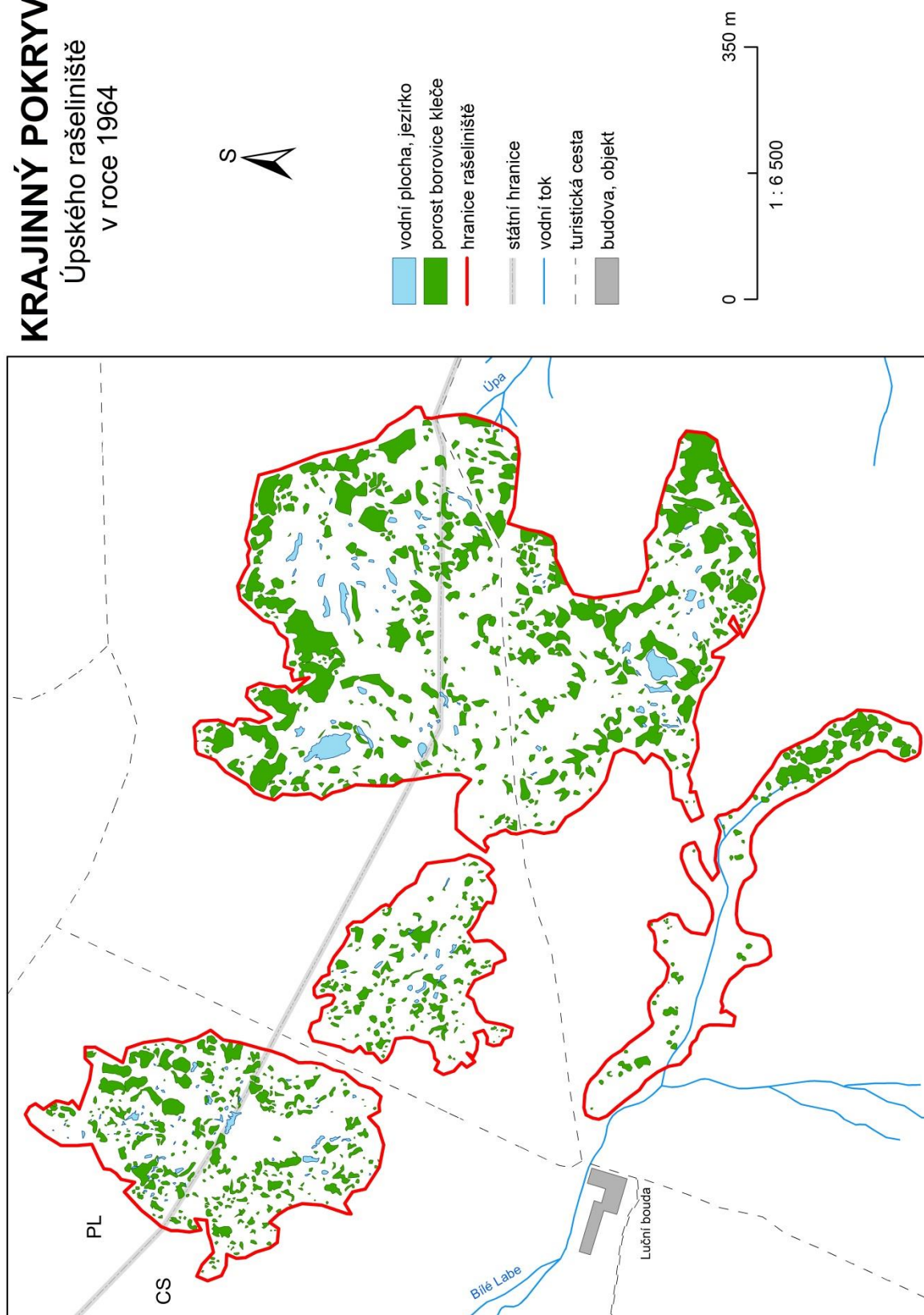
Příloha 1: Mapa krkonošských rašelinišť, poloha a klasifikace (ARCDATA PRAHA 2016, DIBAVOD 2016, ČÚZK 2016B, SPRÁVA KRNPAP, VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ)



KRAJINNÝ POKRYV Úpského rašelinště v roce 1936

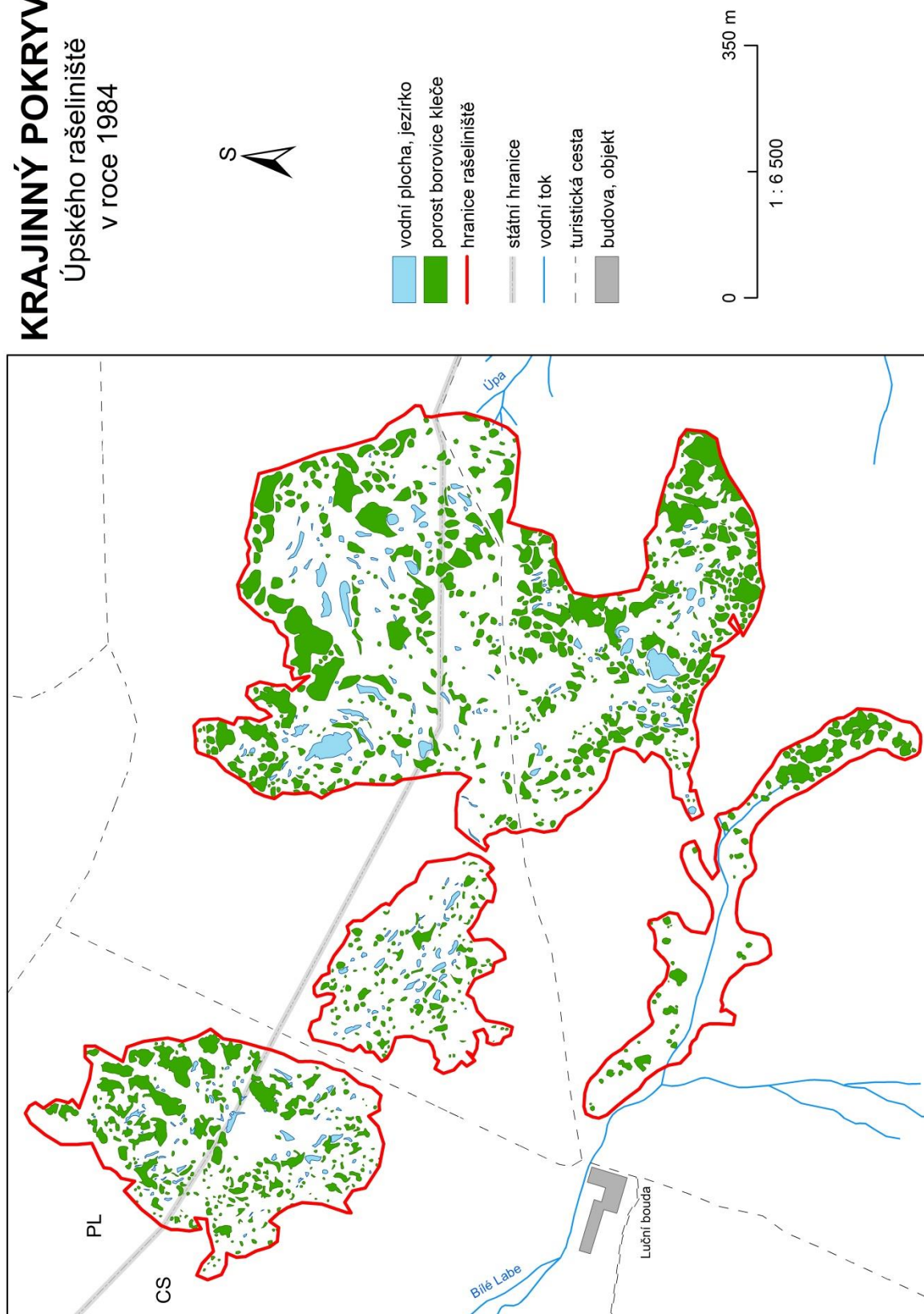


KRAJINNÝ POKRYV Úpského rašeliníště v roce 1964

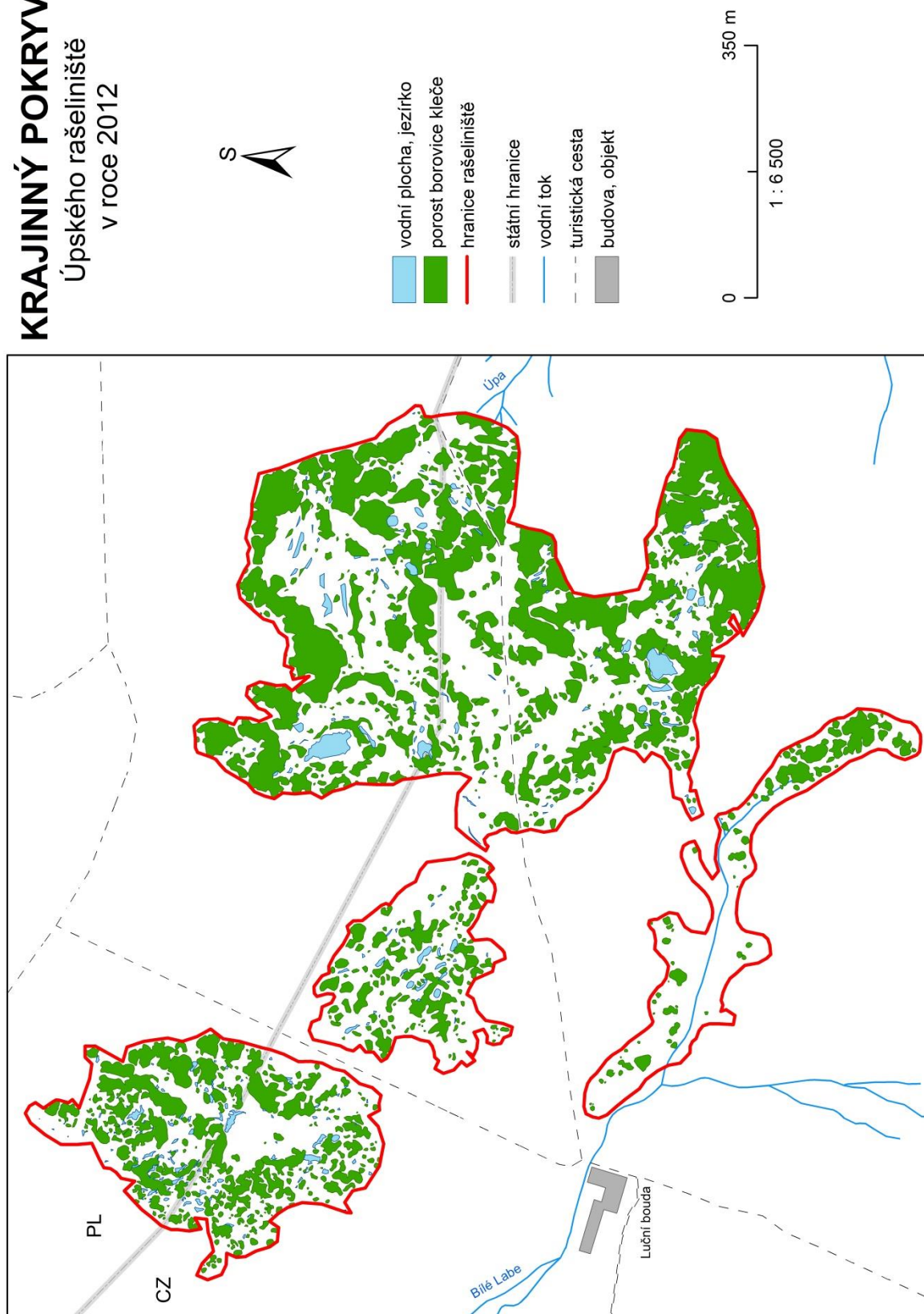


Příloha 4: Mapa krajinného pokryvu Úpského rašeliníště 1984 (ARCDATA PRAHA 2016, DIBAVOD 2016, ČÚZK 2016B, SPRÁVA KRNP, VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ)

KRAJINNÝ POKRYV Úpského rašeliníště v roce 1984

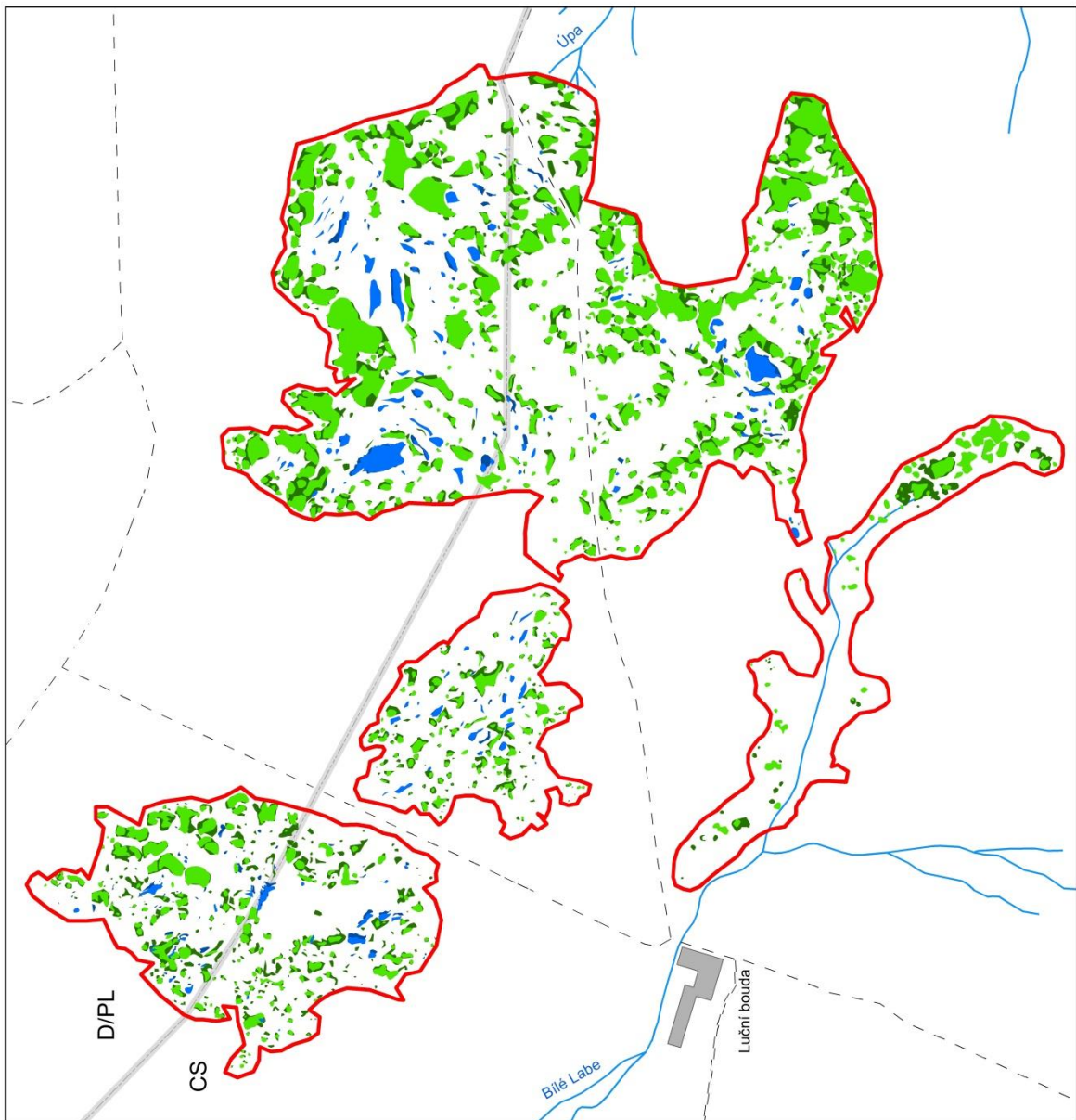
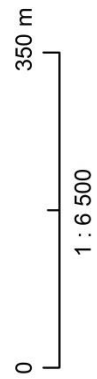
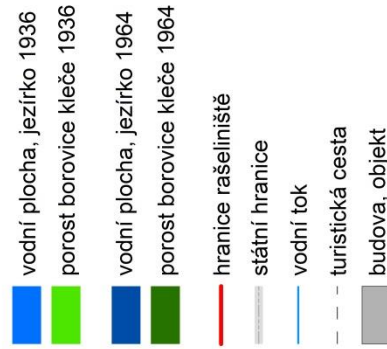


KRAJINNÝ POKRYV Úpského rašelinště v roce 2012



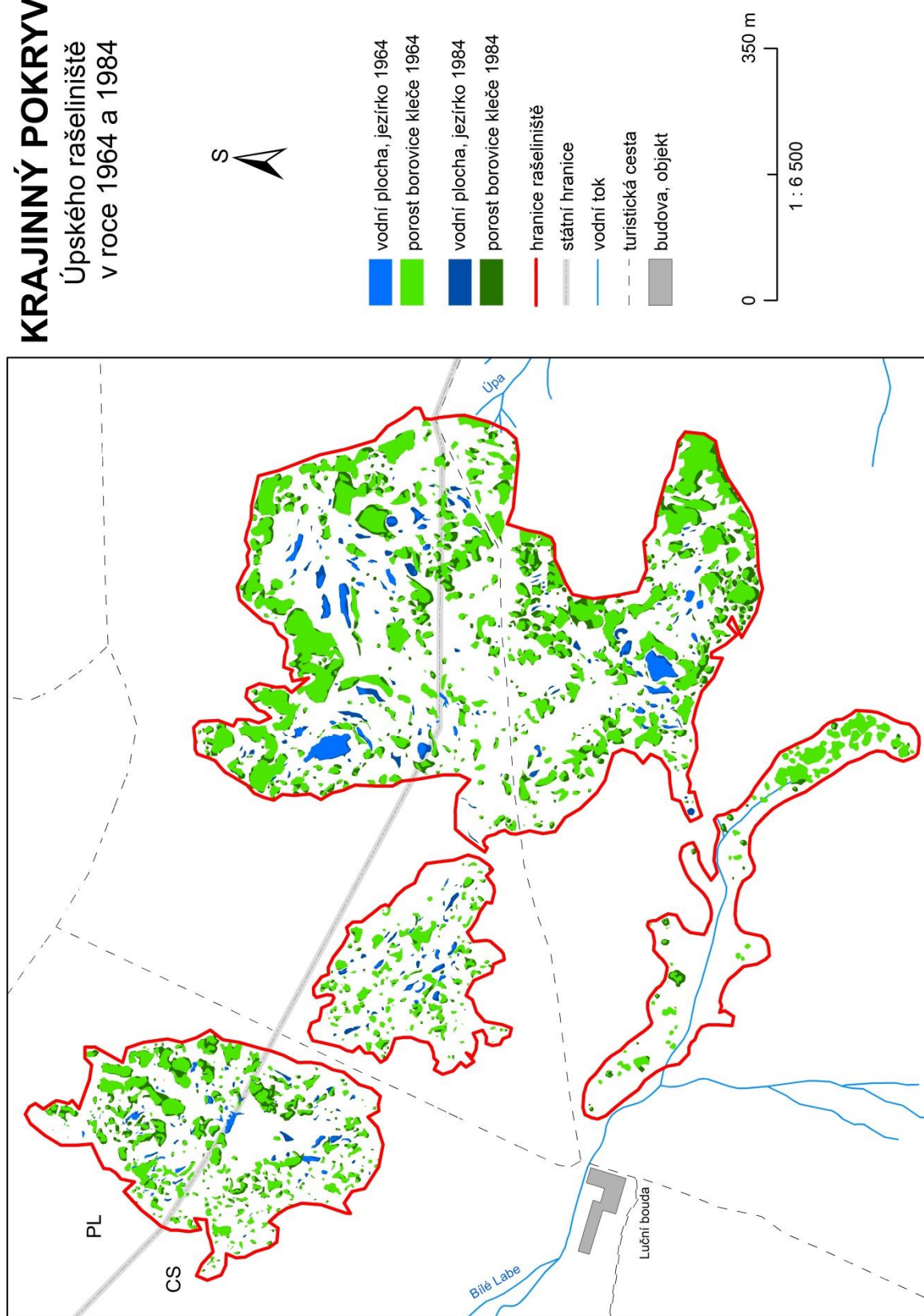
KRAJINNÝ POKRYV

Úpského rašelinště
v roce 1936 a 1964

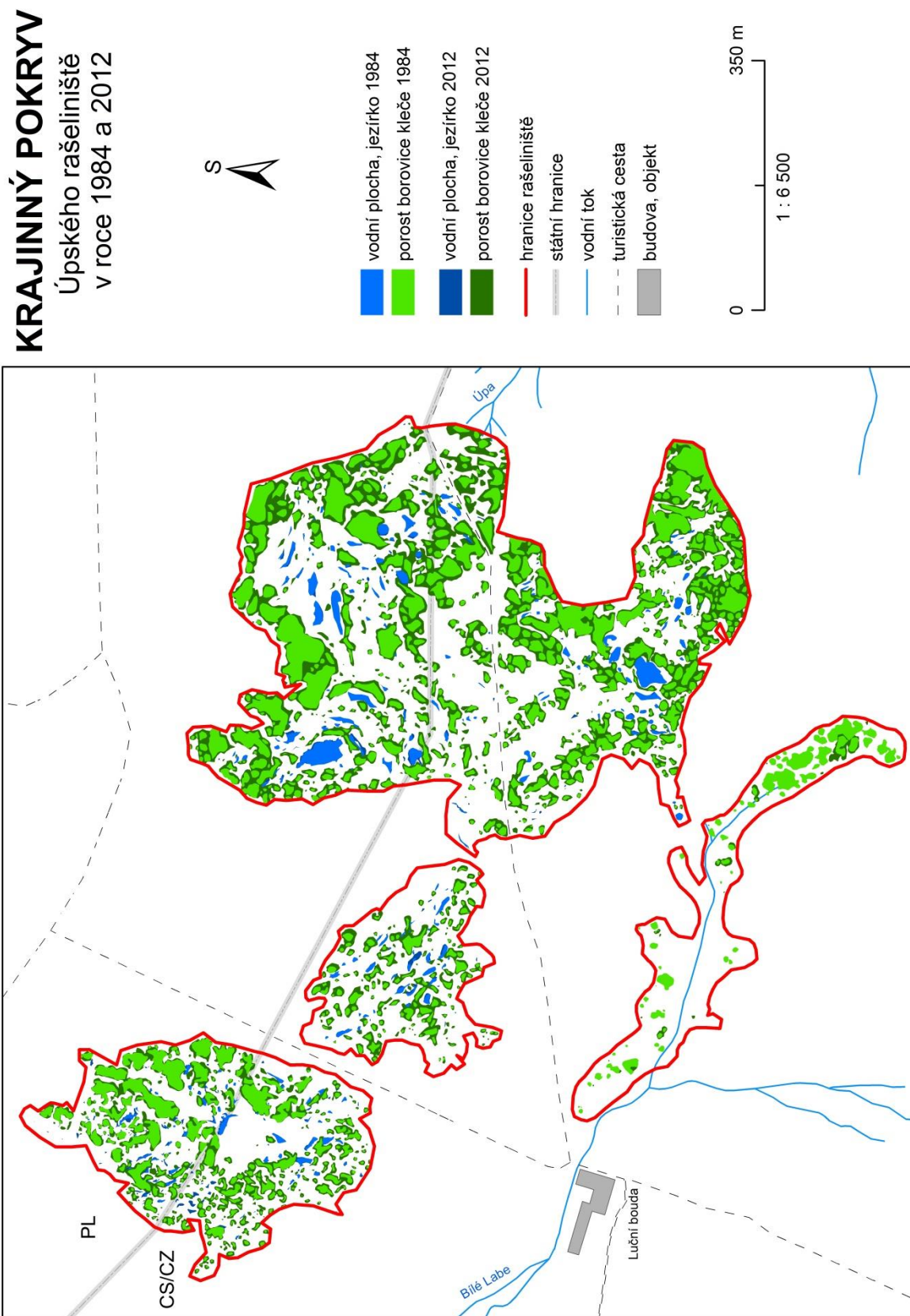


KRAJINNÝ POKRYV

Úpského rašelinště
v roce 1964 a 1984



Príloha 8: Mapa změn krajinného pokryvu Úpského rašelinště 1984/2012 (ARCDATA PRAHA 2016, DÍBAVOD 2016, ČÚZK 2016B, SPRÁVA KRNP, VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ)



12. POUŽITÉ ZDROJE

12.1. Literatura

- BANAŠ, M., ZEIDLER, M., ZAHRADNÍK, D. (2012): Ovlivňují globální změny prostředí alpínskou tundru Krkonoš, Králického Sněžníku a Hrubého Jeseníku? *Ochrana přírody*, roč. 67, č. 3, s. 14 – 17.
- BÍNA, J., DEMEK, J. (2012): Krkonošské hřbety. Z nížin do hor – Geomorfologické celky České republiky, Průvodce, roč. 1. Středisko společných činností AV ČR, Praha, s. 150 – 153.
- DEMEK, J. (1965): Geomorfologie českých zemí. ČSAV, 335 s.
- DOHNAL, Z., KUNST, M., MEJSTRÍK, V., RAUČINA, Š., VYDRA, V. (1965): Československá rašeliniště a slatiniště. ČSAV, Praha, 1. vydání, 336 s.
- DOUBKOVÁ, P. (2008): Uchycování smrku v opuštěných travních porostech ve východních Krkonoších. *Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí*, roč. 45, s. 69 – 79.
- EISELTOVÁ, M. (2010): Restoration of Lakes Streams, Floodplains, and Bogs in Europe, Principles and Case Studies. Springer Science, Prague, 367 s.
- ENGEL, Z., NÝVL, D., KRÍŽEK, M., TREML, V., JANKOVSKÁ, V., LISÁ, L. (2010): Sedimentary evidence of landscape and climate history since the end of MIS 3 in the Krkonoše Mountains, Czech Republic. *Quaternary Science Reviews*, roč. 29, s. 913 – 927.
- FRONZEK, S., LUOTO, M., CARTER, T.R. (2006): Potential effect of climate change on the distribution of palustrine mires in subarctic Fennoscandia. *Climate Research*, 32, s. 1 – 12. [online]. [cit. 20.12.2014]. URL: <http://www.int-res.com/articles/cr2006/32/c032p001.pdf>.
- HADAČ, E., VÁŇA, J. (1967): Plant communities of mires in the western part of the Krkonoše Mountains. In: CHYTRÝ, M., BAUER, P., ČTVRTLÍKOVÁ, M., DANIELKA, J., EKRT, L., EKRTOVÁ, E., HÁJEK, M., HÁJEK, O., HÁJKOVÁ, P., HANÁKOVÁ, P., HRIVNÁK, R., HROUDOVÁ, Z., KARIMOVÁ, K., KOČÍ, M., KRÁLOVÁ, Š., LOSOSOVÁ, Z., MICHALCOVÁ, D., NAVRÁTILOVÁ, J., OŤAHELOVÁ, H., RYDLO, J., SÁDLO, J., ŠUMBEROVÁ, K., TICHÝ, L., ŽÁKOVÁ, K. (2011): Vegetace České republiky 3. Vodní a mokřadní vegetace. Academia, Praha, 827 s.
- HADAČ, E., VÁŇA, J. (1968): Příspěvek k poznání rašelinných rostlinných společenstev Východních Krkonoš. *Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí*, roč. 5, s. 157 – 173.
- HARČARIK, J. (2009): Krkonoše a klimatické změny, klimatické změny a rostlinstvo. *Krkonoše + Jizerské hory*, roč. 42, č. 5, s. 24 – 25.
- CHYTRÝ, M., BAUER, P., ČTVRTLÍKOVÁ, M., DANIELKA, J., EKRT, L., EKRTOVÁ, E., HÁJEK, M., HÁJEK, O., HÁJKOVÁ, P., HANÁKOVÁ, P., HRIVNÁK, R., HROUDOVÁ, Z., KARIMOVÁ, K., KOČÍ, M., KRÁLOVÁ, Š., LOSOSOVÁ, Z., MICHALCOVÁ, D., NAVRÁTILOVÁ, J., OŤAHELOVÁ, H., RYDLO, J., SÁDLO, J., ŠUMBEROVÁ, K., TICHÝ, L., ŽÁKOVÁ, K. (2011): Vegetace České republiky 3. Vodní a mokřadní vegetace. Academia, Praha, 827 s.

- JANKOVSKÁ, V. (2001): The vegetational development in the West part of the Krkonoše Mountains during Holocene (Pančavské rašeliniště Míre – paleoecological research). *Opera Corcontica*, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 38, s. 11 – 19.
- JANKOVSKÁ, V. (2004): Krkonoše v době poledové – vegetace a krajina. *Opera Corcontica*, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 41, s. 111 – 123.
- JANKOVSKÁ, V. (2007): Giant mountains and pollenanalytical research: New results and interesting paleobotanical findings. *Opera Corcontica*, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 44, s. 227 – 242.
- JENÍK, J. (1958): Geobotanická studie lavinového pole v Modrém dole v Krkonoších. *Acta Universita Carolinae* 5, s. 47 – 91.
- JENÍK, J. (1961): Alpínská vegetace Krkonoš, Kralického Sněžníku a Hrubého Jeseníku. ČSAV, Praha, 409 s.
- JENÍK, J. (1973): Zařazení Krkonoš v klasifikačních systémech pohoří. *Opera Corcontica*, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 10, s. 93 – 99.
- JENÍK, J., SOUKUPOVÁ, L. (1992): Microtopography of subalpine mires in the Krkonoše Mountains, the Sudets. *Preslia* 64, s. 313 – 326.
- JENÍK, J., KOCIÁNOVÁ, M., SEKYRA, J., SOUKUPOVÁ, L. (1997): Krkonošská tundra. Správa KRNAP, Vrchlabí, 19 s.
- JENÍK, J. (1998): Ekosystémy – Úvod do organizace zonálních a azonálních biomů, Karolinum, nakladatelství Univerzity Karlovy, Praha, 135 s.
- JENÍK, J. (2006): The Upper Giant Mountains: a unifying transboundary model with three sectors. *Opera Corcontica*, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 43, s. 5 – 19.
- KOCIÁNOVÁ, M., ŠTURSOVÁ, H. (2002): Problematika dosud nepopsaných reliéfových forem vzniklých za spolupůsobení mrazu a vegetace. *Opera Corcontica*, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 39, s. 115 – 142.
- KOCIÁNOVÁ M., JANKOVSKÁ V., ŠTURSOVÁ H., VÁŇA J. (2005): Kryogenní kopečky – pounus – ve Skandinávii a v Krkonoších. *Opera Corcontica*, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 42, s. 31 – 54.
- KOCIÁNOVÁ M., JANKOVSKÁ, V., ŠTURSOVÁ, H. (2010): Palsy a lithalsy, proč ano, proč ne v minulosti v Krkonoších. *Opera Corcontica*, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 47, s. 83 – 110.
- KOCIÁNOVÁ, M., KOŘÍZEK, V., SPUSTA, V., BRZEZIŇSKI, A. (2013): Laviny v Krkonoších. Správa KRNAP, Vrchlabí, 190 s.
- KOCUM, J. (2012): Tvorba odtoku a jeho dynamika v pramenné oblasti Otavy. Disertační práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK, Praha, 203 s.

- KOLÁŘ, T., ČERMÁK, P., OULEHLE, F., TRNKA, M., ŠTĚPÁNEK, P., CUDLÍN, P., HRUŠKA, J., BÜNTGEN, U., RYBNÍČEK, M. (2015): Pollution control enhanced spruce growth in the “Black Triangle” near the Czech–Polish border. *Science of the Total Environment*, 538, s. 703 – 711.
- KŘÍŽEK, M., TREML, V., ENGEL, Z. (2007a): Litologická predispozice, morfologie a rozmístění strukturních půd alpského bezlesí Vysokých Sudet. *Geografie – Sborník ČGS*, 112, č. 4, s. 373 – 382.
- KŘÍŽEK, M., TREML, V., ENGEL, Z. (2007b): Zákonitosti prostorového rozmístění periglaciálních tvarů v Krkonoších nad alpskou hranicí lesa. *Opera Corcontica*, Správa KRNP, Vrchlabí, roč. 44, s. 67 – 80.
- KVĚTOŇ, V. (2001): Normály teploty vzduchu na území České republiky v období 1961–1990 a vybrané teplotní charakteristiky období 1961–2000. ČHMÚ, Praha, 1. vydání, 217 s.
- KWIATKOWSKI, J. (1982): Skutečné srážky v Krkonoších. *Opera Corcontica*, Správa KRNP, Vrchlabí, roč. 19, s. 45 – 64.
- LANG, G. (1994): Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. In: CHYTRÝ, M., BAUER, P., ČTVRTLÍKOVÁ, M., DANIELKA, J., EKRT, L., EKRTOVÁ, E., HÁJEK, M., HÁJEK, O., HÁJKOVÁ, P., HANÁKOVÁ, P., HRIVNÁK, R., HROUDOVÁ, Z., KARIMOVÁ, K., KOČÍ, M., KRÁLOVÁ, Š., LOSOSOVÁ, Z., MICHALCOVÁ, D., NAVRÁTILOVÁ, J., OŤAHELOVÁ, H., RYDLO, J., SÁDLO, J., ŠUMBEROVÁ, K., TICHÝ, L., ŽÁKOVÁ, K. (2011): Vegetace České republiky 3. Vodní a mokřadní vegetace. Academia, Praha, 827 s.
- LOKVENC, T. (2002): History of the Giant Mts. dwarf pine (*Pinus mugo* Turra subsp. *pumilio* Franco). *Opera Corcontica*, Správa KRNP, Vrchlabí, roč. 38, s. 21 – 42.
- LOKVENC, T. (2007): Budní hospodářství, Krkonoše, Příroda, historie a život. Baset, Praha, s. 491 – 492.
- LOŽEK, V. (1964): Quartärmollusken der Tsechoslowakei. In: CHYTRÝ, M., BAUER, P., ČTVRTLÍKOVÁ, M., DANIELKA, J., EKRT, L., EKRTOVÁ, E., HÁJEK, M., HÁJEK, O., HÁJKOVÁ, P., HANÁKOVÁ, P., HRIVNÁK, R., HROUDOVÁ, Z., KARIMOVÁ, K., KOČÍ, M., KRÁLOVÁ, Š., LOSOSOVÁ, Z., MICHALCOVÁ, D., NAVRÁTILOVÁ, J., OŤAHELOVÁ, H., RYDLO, J., SÁDLO, J., ŠUMBEROVÁ, K., TICHÝ, L., ŽÁKOVÁ, K. (2011): Vegetace České republiky 3. Vodní a mokřadní vegetace. Academia, Praha, 827 s.
- LUOTO, M., PARVIAINEN, M., (2007): Climate envelopes of mire complex types in Fennoscandia. *Geografiska Annaler*, 89, s. 137 – 151 [online]. [cit. 18.12.2014]. URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1468-0459.2007.00314.x/abstract>.
- MARTINI, I.P., CORTIZAS, A.M., CHESWORTH, W. (2006): Peatlands: Evolution and records of environmental and climate changes. Elsevier, Amsterdam, 573 s.
- MOORE, P. (1984): European Mires. Academic Press, London, 367 s.
- NOVÁKOVÁ, S. (2000): Řasy krkonošských rašelinišť. *Opera Corcontica*, Správa KRNP, Vrchlabí, roč. 37, s. 341 – 346.

OČADLÍK, J., FUKSA, V. (1968): Topografie rašelinišť Krkonošského národního parku. Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 5, s. 53 – 81.

PAJUNEN, H., (2005): Mires. In: LUOTO, M., PARVIAINEN, M., (2007): Climate envelopes of mire complex types in Fennoscandia. Geografiska Annaler, 89, s. 137 – 151 [online]. [cit. 18.12.2014]. URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.14680459.2007.00314.x/abstract>.

PAŠTALCOVÁ, H., PODRÁZSKÝ, V., VACEK, S. (2001): Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 38, s. 207 – 217.

PAVEL, V., CHUTNÝ, B. (2013): Slavík modráček (*Luscinia svecica*) – komplex poddruhů v rané fázi speciace. Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 50, s. 9 – 26.

POKORNÝ, P., REJŠKOVÁ, A., BROM, J. (2007): Úloha makrofyt v energetické bilanci mokřadů. In: CHYTRÝ, M., BAUER, P., ČTVRTLÍKOVÁ, M., DANIELKA, J., EKRT, L., EKRTOVÁ, E., HÁJEK, M., HÁJEK, O., HÁJKOVÁ, P., HANÁKOVÁ, P., HRIVNÁK, R., HROUDOVÁ, Z., KARIMOVÁ, K., KOČÍ, M., KRÁLOVÁ, Š., LOSOSOVÁ, Z., MICHALCOVÁ, D., NAVRÁTILOVÁ, J., OŤAHELOVÁ, H., RYDLO, J., SÁDLO, J., ŠUMBEROVÁ, K., TICHÝ, L., ŽÁKOVÁ, K. (2011): Vegetace České republiky 3. Vodní a mokřadní vegetace. Academia, Praha, 827 s.

POŠTA, P. (2004): Organogenní jezera v České republice. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK, Praha, 116 s.

POŠTA, P. (2005): Limnologická studie největšího jezera české strany Úpského rašeliniště v Krkonoších. Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 42, s. 55 – 68.

POTOČKA, J., VANĚK, J. (2006): Krkonošská rašeliniště. Správa KRNAP, Vrchlabí, 32 s.

QUITT, E. (1971): Klimatické oblasti Československa. Studia geographica 16. Geografický ústav ČSAV, Praha, 82 s.

SEKYRA, J., ŠTURSOVÁ, H., KOCIÁNOVÁ, M. (2001): Původ a význam putujících bloků na Labské louce v západních Krkonoších. Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 38, s. 235 – 248.

SEKYRA, J., SEKYRA, Z. (2002): Předpoklady a důkazy existence náhorního (fjeldového) ledovce v oblasti Bílé louky (východní část Krkonoš). Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 39, s. 35 – 43.

SCHUSTLER, F. (1915): Fytogeografický nástin Krkonoš. In: JENÍK, J. (1961): Alpínská vegetace Krkonoš, Kralického Sněžníku a Hrubého Jeseníku. ČSAV, Praha, 409 s.

SOUČEK, J., LOKVENC, T., VACEK, S., ŠTURSA, J. (2001): Site and stand conditions of dwarf pine stands. Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 38, s. 43 – 61.

SOUKUPOVÁ, L., JENÍK, J., ŠTURSA, J. (1991): Krkonošské a skandinávské populace ostružníkíku morušky. Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 28, s. 73 – 103.

- SOUKUPOVÁ, L., JENÍK, J., KOCIÁNOVÁ, M., SEKÝRA, J. (1995): Arctic-alpine tundra in the Krkonoše, the Sudets. Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 32, s. 5 – 88.
- SOUKUPOVÁ, L., FRANTÍK, T., JENÍK, J. (2001): Bezlesí versus kosodřevina v arкто-alpínské tundře Krkonoš. Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 38, s. 63 – 76.
- SPERANZA, A., PLICHT, J., GEEL, B. (2000): Improving the time control of the Subboreal/Subatlantic transition in a Czech peat sequence by ^{14}C wiggle-matching. Quaternary Science Reviews, 19, s. 1589 – 1604.
- SPITZER, K., BUFKOVÁ, I. (2008): Šumavská rašeliniště. Správa NP a CHKO Šumava, Vimperk, 203 str.
- SPUSTA, V. SEN, SPUSTA, V. JUN., KOCIÁNOVÁ, M. (2003): Ukládání sněhu na závětrných svazích české strany Krkonoš (tundrová zóna). Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 40, s. 87 – 104.
- SVOBODA, M. (2001): Vliv výsadeb kosodřeviny na mikroklima, vegetaci a půdy arкто-alpínské tundry v Krkonošském národním parku. Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 38, s. 189 – 206.
- SVOBODOVÁ, H. (2002): Preliminary results of the vegetational history in the Giant Mountains (Úpská rašelina Mire and Černohorská rašelina bog). Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 39, s. 5 – 15.
- SVOBODOVÁ, H. (2004): Vývoj vegetace na Úpském rašeliništi v Holocénu. Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 41, s. 124 – 130.
- ŠEBESTA, J. (1978): Sněhová pole na české straně Krkonoš. Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 15, s. 25 – 49.
- ŠRŮTEK, M. (1987): Vliv znečištění ovzduší na kleč (*Pinus mugo* Turra) v Krkonoších. Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 24, s. 61 – 93.
- ŠTURSA, J. (1966): *Pinus mugo* subsp. *pumilio* (Haenke) Franco ve východních Krkonoších. Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 3, s. 31 – 76.
- ŠTURSA, J. (1999): Květy Krkonoš. Správa KRNAP, Vrchlabí, 33 s.
- ŠTURSA, J. (2009): Voda v Krkonoších. Správa KRNAP, Vrchlabí, 32 s.
- ŠTURSA, J., JENÍK, J., KOCIÁNOVÁ, M. (2010): Geo-ekologické srovnání tundry ve středoevropských Krkonoších a subarktickém pohoří Abisko (Švédsko). Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 47, s. 7 – 28.
- ŠTURSA, J. (2012a): Květy Krkonoš. Správa KRNAP, Vrchlabí, 34 s.
- ŠTURSA, J., JENÍK, J., DVOŘÁK, J., HARČARIK, J., JANKOVSKÁ, V., SOUKUPOVÁ, L., VANĚK, J. (2012b): Horské růžencové toky v arкто-alpínské tundře Krkonoš, Vysoké Sudety. Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 49, s. 145 – 172.

- ŠTURSA, J. (2014a): Krkonošský národní park. Správa KRNAP, Vrchlabí, 44 s.
- ŠTURSA, J., WILD, J. (2014b): Kleč a smilka – klíčoví hráči vývoje aplínského bezlesí Krkonoš (Vysoké Sudety, Česká republika). Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 51, s. 7 – 35.
- TOLASZ, R. A KOL. (2007): Atlas podnebí Česka. ČHMÚ, Praha, 1. Vydání, 255 s.
- TREML, V. (2003): Prostorové rozmístění recentních periglaciálních jevů v alpském bezlesí Východních Krkonoš. Geomorfologický sborník, 2, ČAG, ZČU Plzeň, 6 s.
- TREML, V., JANKOVSKÁ, V., PETR, L. (2006a): Holocene timberline fluctuations in the mid-mountains of Central Europe. Fennia, č. 184, s. 107 – 119.
- TREML, V., KŘÍŽEK, M. (2006b): Vliv borovice kleče (*Pinus mugo*) na strukturní půdy české části Vysokých Sudet. Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 43, s. 45 – 56.
- TREML, V., JANKOVSKÁ, V., PETR, L. (2008): Holocene dynamics of the alpine timberline in the High Sudetes. Biologia, roč. 63, č. 1, s. 73 – 80.
- TREML, V., WILD, J., CHUMAN, T., POTŮČKOVÁ, M. (2010): Assessing the change in cover of non-indigenous dwarf-pine using aerial photographs, a case study from the Hrubý Jeseník Mts., The Sudets. Journal of Landscape Ecology, 3. vyd., č. 2, s. 90 – 104.
- VACEK, S. (2007): Zdravotní stav a dynamika lesních ekosystémů Krkonoš pod stresem vyvolaných znečištěním ovzduší. Folia Forestalia Bohemica, Kostelec nad Černými lesy, Lesnické práce s.r.o., roč. 6, 216 s.
- VANĚK, J., JAROŠ, J., SPITZER, K. (2012): Fauna nočních motýlů (Lepidoptera) v okolí Úpského rašeliniště v Krkonoších. Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 49, s. 205 – 210.
- VÍTKOVÁ, M., VÍTEK, O., MÜLLEROVÁ, J. (2012): Antropogenní změny vegetace nad horní hranicí lesa v Krkonošském národním parku s důrazem na vliv turistiky. Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 49, s. 5 – 30.
- VORREN, K.D. (1993): The mires of northern Norway. In: LUOTO, M., PARVIAINEN, M., (2007): Climate envelopes of mire complex types in Fennoscandia. Geografiska Annaler, 89, s. 137 – 151 [online]. [cit. 18.12.2014]. URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.14680459.2007.00314.x/abstract>.
- VRBA, M. (1964): Sněhová akumulace v lavinové oblasti Modrého dolu v Krkonoších. Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 1, s. 55 – 69.
- VRBA, M., SPUSTA, V. (1975): Lavinový katastr Krkonoš. Opera Corcontica, Správa KRNAP, Vrchlabí, roč. 12, s. 65 – 90.
- WILD, J., WINKLER, E. (2008): Krummholz and grassland coexistence above the forest-line in the Krkonoše Mountains: Grid-based model of shrub dynamics. Journal of Landscape Ecology, č. 213, s. 293 – 307.

12.2. Ostatní, datové a mapové zdroje

ARCDATA PRAHA (2016): ArcČR 500, verze 3.2, digitální geografická databáze [online]. [cit. 20. 1.2016]. URL: <http://www.arcdata.cz/produkty/geograficka-data/arccr-500>.

ČGS (2016a): Geologická mapa 1 : 50 000 [online]. [cit. 20. 1.2016]. URL: http://mapy.geology.cz/geocr_50/.

ČGS (2016b): Půdní mapa 1 : 50 000 [online]. [cit. 20. 1.2016]. URL: <http://mapy.geology.cz/pudy/>.

ČÚZK (2016a): Základní mapa 1 : 10 000, Prohlížeč služba WMS [online]. [cit. 20. 1.2016]. URL: http://geoportal.cuzk.cz/%28S%28acbsnewt2fga5t5r515yoxqv%29%29/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZK-WMS-ZM10-P&metadataXSL=metadata.sluzba&head_tab=sekce-03-gp&menu=3115.

ČÚZK (2016b): Základní mapa 1 : 50 000, Prohlížeč služba WMS [online]. [cit. 20. 1.2016]. URL: http://geoportal.cuzk.cz/%28S%28acbsnewt2fga5t5r515yoxqv%29%29/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZK-WMS-ZM50-P&metadataXSL=metadata.sluzba&head_tab=sekce-03-gp&menu=3117.

DIBAVOD (2016): Digitální báze vodohospodářských dat, základní jevy povrchových a podpovrchových vod, VÚV TGM [online]. [cit. 20. 1.2016]. URL: <http://www.dibavod.cz/27/struktura-dibavod.html>.

SPRÁVA KRNP (2010): Fotogalerie, krajina, příklady předmětů ochrany. [online]. [cit. 20. 11.2015]. URL: <http://www.krnap.cz/fotogalerie/>.

Klimatická data ze stanice Szrenica a letecké měřičské snímky Úpského rašeliště z let 1964, 1984, 2012 byly s ochotou poskytnuty školitelem předložené závěrečné práce Mgr. Václavem Tremlem Ph. D. z Vojenského hydrometeorologického a topografického ústavu Dobruška (VGHMÚř).

Letecký měřičský snímek Úpského rašeliště z roku 1936 byl poskytnut ČÚZK.

Některá GIS data byla poskytnuta od Správy KRNP, s laskavým svolením pí. Kalenské.

12.3. Použitý software

ESRI (2013): ArcMap 10.1

Microsoft (2010): Excel 2010