

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

KATEDRA BIOLOGIE



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**PŘÍSPĚVEK K FLÓŘE A VEGETACI HROMNICKÉHO JEZÍRKA A
OKOLNÍCH VÝSYPEK PO TĚŽBĚ KAMENEČNÝCH BŘIDLIC**

2013 PLZEŇ

Dagmar Boltíková

Vedoucí bakalářské práce:	RNDr. Zdeňka Chocholoušková, Ph.D.
Autor:	Dagmar Boltíková
Obor studia:	Přírodovědná studia
Termín dokončení bakalářské práce:	červen 2013

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně, s použitím uvedené literatury a zdrojů informací, které uvádím v seznamu, pod vedením RNDr. Zdeňky Chocholouškové, Ph.D.

V Plzni dne.....

Podpis.....

Poděkování

Především bych chtěla poděkovat své vedoucí práce RNDr. Zdeňce Chocholouškové, Ph.D. za odborné vedení při sběru dat, za ochotu kdykoliv poradit a pomoci.

Další poděkování patří mému příteli Martinu Majnerovi za jeho ochotu a trpělivost. Dále děkuji svým rodičům a sestřám za důvěru a morální podporu během celé doby studia.

Obsah

1	Úvod.....	6
1.1	Cíl práce.....	6
1	Charakteristika území.....	7
1.1	Geologická a geomorfologická charakteristika.....	7
1.1.1	Chemické složení břidlic.....	8
1.2	Klimatické poměry.....	9
1.3	Vegetační kryt.....	10
1.4	Historie těžby.....	11
2	Kyselina sírová.....	14
2.1	Výroba české kyseliny sírové.....	14
2.2	Použití české kyseliny sírové.....	15
3	Přehled dřívějších výzkumů.....	16
4	Kontaminace.....	18
4.1	Faktory ovlivňující vegetaci.....	20
5	Metodika práce.....	22
5.1	Vyhodnocení terénních dat.....	24
5.2	Vymezení lokality.....	25
6	Charakteristika vegetace.....	29
6.1	Vliv síranů.....	29
6.2	Výsledky pH vody.....	30
6.3	Anomálie a jejich výskyt.....	32
6.4	Floristická charakteristika dílčích lokalit.....	35
6.5	Srovnání životních podmínek rostlin na lokalitách.....	40
7	Diskuse.....	46
7.1	Stáří hald.....	46
7.2	Dominantní druhy.....	46
7.3	Měření pH.....	47
7.4	Srovnání se staršími údaji.....	48
	Nároky na půdní reakci.....	50
8	Závěr.....	54
9	Resumé.....	55
10	Literatura.....	56
11	Přílohy.....	58

1 Úvod

Předkládaná bakalářská práce je souhrnem výsledků inventarizačního výzkumu flóry Hromnického jezírka. Tato práce je srovnána s předchozími výzkumy Mikyšky (1946) a Hajšmanové (2001).

Hromnické jezírko vzniklo po těžbě kamenečných a kyzových břidlic. Břidlice obsahuje prvky a soli síranů, které negativně působí na okolí. Jezírko je hlavně známé svojí extrémní aciditou. Vlivem abiotických podmínek prostředí území velmi neochotně zarůstá a důsledkem jsou anomálie na *Pinus sylvestris* a *Betula pendula*.

1.1 Cíl práce

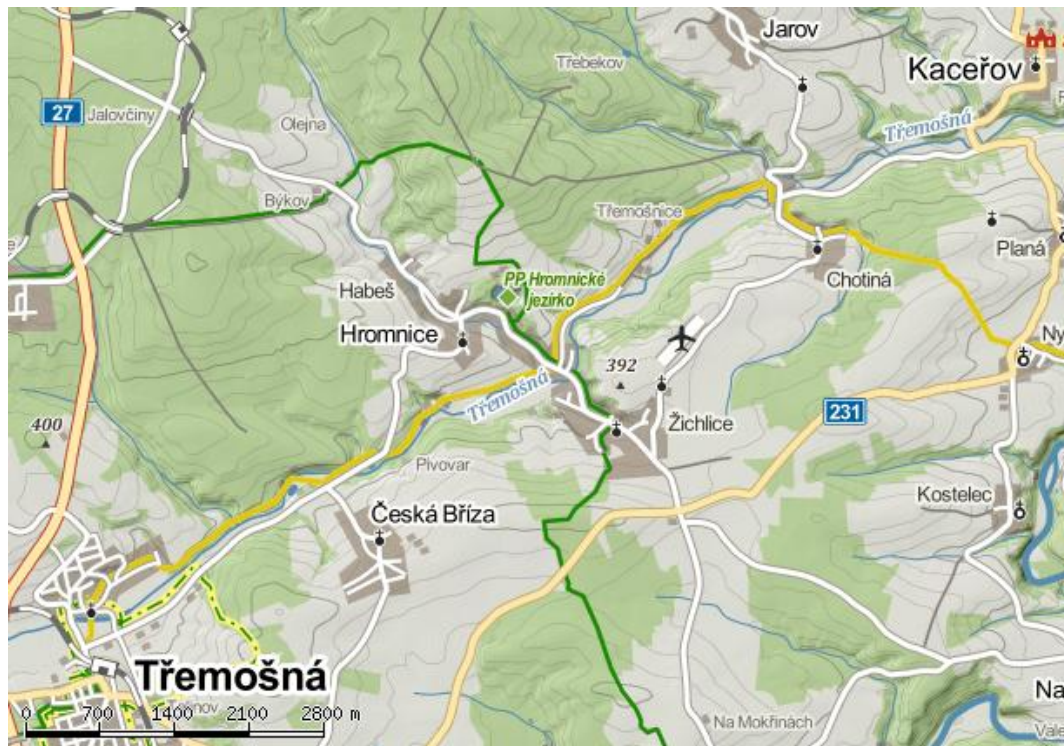
Cílem práce bylo zachytit aktuální stav flóry a vypracování druhových soupisů pro zkoumané území. Tyto výsledky byly porovnány dle abiotických podmínek podle číselných stupnic Klotze a Fanka (1988).

2 Charakteristika území

Hromnické jezírko je zatopený jámový lom po těžbě kamenečných břidlic. Nachází se u obce Hromnice, která leží v údolí Hromnického (Býkovského) potoka. Obec Hromnice spadá do okresu Plzeň – sever, přibližně 12 km severovýchodně od města Plzeň. Zasahuje do východní části Plzeňské pahorkatiny. Leží v nadmořské výšce 340 – 386 m v katastrálním území Hromnice. Rozlohu s okolím má 12,20 ha. Zatopená plocha jezírka má přibližně 3 ha. Maximální hloubka vody je 18 m. Pod úroveň okolního terénu dosahuje až 50 m, je téměř 200 m dlouhé a přes 130 m široké. Hromnické jezírko bylo vyhlášeno za chráněné území roku 1975. Novelizováno bylo roku 1989 (Valter, 2001).

Geografické souřadnice: 49° 51' 1" s. š., 13° 26' 41" v. d.

Obr. 1: Mapa Hromnického jezírka (www.mapy.cz)



2.1 Geologická a geomorfologická charakteristika

Hromnické jezírko je pozůstatkem těžby nejrozsáhlejších kamenečných (vitriolových) a kyzových břidlic v západočeském kraji. Tyto břidlice jsou uloženy téměř vodorovně. Pocházejí ze svrchního proterozoika, které tvoří horninový podklad území. Mají vysoký obsah sulfidů, hlavně pyritu.

Kamenečné a kyzové břidlice nejspíš vznikaly v hlubokomořském prostředí, která doprovázela vulkanická a hydrotermální činnost. Srážková voda, která prosakuje do hald, vymývá do jezírka sírany a ty způsobují v letních obdobích načervenalou barvu. Proto se někdy můžeme setkat s názvem Červené jezírko. Kvůli obsahu roztoku síranu železitého, je voda v jezírku silně kyselá (pH 2,6 – 2,8) a kromě řas, téměř bez života. Vzhledem kyselosti jezírka zamrzá v zimním období později, než běžné vodní nádrže. Z hlediska půd jde o hrubou půdu. Podle Spirhanzlovy klasifikace jde o jílnatý písek, který přechází až v písčito-jílnatou zeminu. Půdy jsou zde extrémně kyselé, protože se během větrání uvolňuje kyselina sírová.

Reliéf této krajiny je mírně zvlňný, jednotvárný. Dále je členěno na mladší údolí, které tvoří Hromnický a Třemošenský potok. V okolí jsou velké zalesněné plochy. Terén je uměle vytvořený s velkými výškovými rozdíly, který vznikl po důlní činnosti. Reliéf Hromnického jezírka je stupňovitý po způsobu dobývání. Na západní a severní straně jsou svahy příkré, na východní a jižní straně jsou svahy mírnější. Při okraji lomu jsou haldy a ložiska se sutinami (Valter, 2001).

2.1.1 Chemické složení břidlic

Složení břidlic, z hlediska mineralogie, jsou chudá. Z primárních nerostů jsou významné křemen, slída, grafit a pyrit. Velikost pyritu je velmi malá, jedná se o setiny až desetiny milimetru. I když se jedná, o tak malá zrnka pyritu, jeho rozkladem vznikají zajímavé druhotné nerosty jako alofán, melanterit, sádrovec, sírany železnaté, ihleit dokonce i ryzí měď. Ihleit tvoří zelenavě žluté povlaky z lupenitých a kulovitých shluků, které v suchu blednou a nakonec rezavějí. Z vedlejších prvků stojí za zmínku vanad, jehož obsah v některých ložiskách je vyšší.

Po těžbě se v odklizu vytvořilo jezírko s kolísavou hladinou. Zatopený jámový lom má vysoké stěny až 50 m, jejich sklon je příkrý 30° - 40°. Haldy jsou navrstveny ve 2 – 3 patrech. Břidlicové stěny mají černošedou a šedou barvu díky vyššímu podílu organických látek v usazeninách (grafické příměsi). Na stěnách se také nacházejí žlutavé plochy, na kterých se podílí, druhotné nerosty, hydroxidy a sírany železa. Břidlice mohou mít odlišné barevné odstíny podle rozdílnosti příměsi grafitu (maximálně do 8%). Mohou být tmavošedé, ocelově modré, olivově nazelenalé. Pokud neobsahují grafit, jsou světlé až bělavě nazelenalé. Tyto různé odstíny mohou být spatřeny při oteplování povrchu za slunečných dnů. Břidlice je snadno štípatelná a rozpadá se na tenké destičky. Vznikají zde příčné trhliny, které jsou prorostlé z velké

části sádrovcovými krystaly a četnými žilkami křemene. Průměrná koncentrace síry v ložisku je 8%, což je asi 16% pyritu v břidlicích (Mikyška, 1946, Valter, 2001).

2.2 Klimatické poměry

Podnebí různých oblastí České republiky se liší především nadmořskou výškou a reliéfem. Mezi hlavní faktory patří také vzdálenost od oceánu. Plzeňsko spadá do mírně teplé oblasti. Vyznačuje se dlouhým a suchým létem, přechody jara a podzimu jsou krátké a mírně teplé, zima je velmi suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky (www.tpocasi.cz).

Pro zkoumanou lokalitu Hromnické jezírko, mi naměřené hodnoty poskytl Český hydrometeorologický ústav – pobočka Plzeň. Naměřené hodnoty průměrných měsíčních teplot, maximálních a minimálních teplot jsou spočítány pro dané území z hydrometeorologických stanic Plzeň – Bolevec a Kralovice. Srážkový úhrn a sněhová pokrývka je z hydrometeorologické stanice Hromnice. V níže uvedené tabulce jsem pro přehled shrnula teploty, srážky a výšku sněhu za posledních dvanáct let.

Tab. 1 Naměřené hodnoty za období 2000 až 2012 Zdroj: ČHMÚ Plzeň

Rok	Průměrné teploty (°C)	Maximální teploty (°C)	Minimální teploty (°C)	Úhrn srážek (mm)	Maximální výška sněhu (cm)
2000	8,9	35,0	-17,0	484	3
2001	7,9	32,2	-16,3	715	17
2002	8,5	32,1	-17,2	787	12
2003	8,0	36,8	-15,1	359	7
2004	7,7	30,9	-20,4	537	14
2005	7,7	34,7	-17,2	494	15
2006	8,1	34,2	-16,9	522	13
2007	8,9	35,6	-9,3	520	16
2008	8,7	31,7	-10,3	467	4
2009	8,3	31,9	-18,2	564	11
2010	6,9	34,2	-20,9	664	30
2011	8,4	31,2	-14,7	546	24
2012	8,2	36,4	-20,0	599	12

Průměrné roční teploty se s mírnými odchylkami pohybují kolem 8,5 °C. Nejvyšší maximální teploty byly naměřeny v roce 2003 a 2012, kdy rtuť teploměru přesáhla 36,0 °C. Nejnižší minimální teploty, které dosáhly -20,0 °C, bylo v roce 2004, 2010 a 2012. V roce 2007 byla naměřena nejnižší minimální teplota, pouhých -9,3 °C. Úhrn srážek byl nejvyšší roku 2002. Nejvyšší maximální výška sněhu, která dosáhla 30 cm, bylo v roce 2010. Nejnižší maximální výška sněhu v roce 2000 a 2008 dosahovala pouhých 3 až 4 cm.

2.3 Vegetační kryt

Území České republiky se dělí na čtyři biogeografické podprovincie: polonskou, panonskou, karpatskou a hercynskou. Největší část České republiky zaujímá hercynská podprovincie. Ta zasahuje do všech vegetačních stupňů, je charakteristická svou pestrostí a vlastními endemity.

Zkoumaná lokalita, Hromnické jezíčko, spadá do hercynské podprovincie, okres 31. Plzeňská pahorkatina.

Z hlediska potenciální přirozené vegetace podle Neuhäuslové (1998) je území vymezeno černýšovými dubohabřinami (*Melampyro nemorosi-Carpinetum*). Základní druhové složení je tvořeno dominantním dubem zimním (*Quercus patraea*) a habrem (*Carpinus betulus*). Dubohabřiny bývají s častou příměsí lípy (*Tilia cordata*, na vlhčích místech *Tilia platyphyllos*) a dubu letního (*Quercus robur*). Dále se zde můžeme setkat se stanovištěm náročnějších listnáčů, jako jsou jasan (*Fraxinus excelsior*), klen (*Acer pseudoplatanus*), mléč (*Acer platanoides*), třešeň (*Cerasus avium*). Ve vyšších polohách se nachází buk (*Fagus sylvatica*) a jedle (*Abies alba*). V prosvětlených porostech je dobře vyvinuté keřové patro, které tvoří mezofilní druhy opadavých listnatých lesů. Bylinné patro je tvořeno mezofilními druhy, především: *Hepatica nobilis*, *Galium sylvaticum*, *Campanula persicifolia*, *Lathyrus vernus*, *L. niger*, *Lamium galeobdolon*, *Melampyrum nemorosum*, *Mercurialis perennis*, *Asarum europaeum*, *Pyrethrum corymbosum*, *Viola reichenbachiana* aj., méně jsou zastoupeny trávy: *Festuca heterophylla*, *Poa nemoralis*.

Melampyro-Carpinetum se vyskytuje ve výškách 250 – 450 m. n. m. Jedná se zde o klimaxovou vegetaci planárního až suprakolinního stupně naší republiky. *Melampyro-Carpinetum* osidluje různý reliéf. Můžeme jej najít na nížinné rovině, na různě orientovaných svazích i na mírných terénních depresích.

Neuhäuslová uvádí, že vlivem činností člověka, především těžbou břidlice, ustupuje původní černýšová dubohabřina. Podle současné vegetace můžeme říci, že se tamější flóra značně přibližuje k acidofilní doubravě (Neuhäuslová, 1998).

2.4 Historie těžby

První zmínka o hutí v Hromnici na výrobu kamence a dobývání kyzových břidlic je z roku 1578, kterou založil rod Gryspků z Gryspaku. Roku 1623 byla huť majetkem plaského kláštera. Téměř po padesátileté nečinnosti těžby v roce 1770 ji obnovil mnich Lukáš, který byl lékárníkem plaského kláštera. Mletý kamenec prodával jako lék, který měl projímavé účinky. Poté zde byly vybudovány i lázně. Tento druh obchodu se moc nevyplácel, tak zde byla vytvořena tzv. flusárna. Kde se vyluhováním dřevěného popela vyráběla potaš neboli uhličitan draselný, který se používal k výrobě skla, mýdla a barvířství. Tento provoz se také moc dlouho neudržel.

Plaský klášter byl zrušen a tak roku 1786 doly i hutě získaly nového majitele, pana Jordána. Pan Jordán zdaleka nebyl posledním majitelem. Dalším majitelem roku 1792 byl plaský notář, pan Pollack, dále pan František Becher, což byl plzeňský obchodník. Jeho společníkem byl pan Hermann Auerswald z Rokycan. O čtyři roky později, doly i hutě, prodali panu Broschovi. Ten je v roce 1802 dále prodal Johannu Davidu Starckovi.

V tomto roce měly doly k loužení pouze tři malé haldy. Johann David Starck brzy zjistil, že z břidlice se nedá vyrábět kamenec. Byl žlutější než bílý a chyběla mu ostrost. Žlutá barva byla dána nízkým obsahem kaolinitických minerálů a vyšším obsahem síranu železitého a železnatého. Proto zde začal těžit kvalitní vitriolovou břidlici. Johann David Starck, po tomto zjištění, rozšířil dolové pole. V roce 1807 postavil v Hromnicích huť na zpracování vitriolové břidlice, z které se vyrábělo oleum (dýmavá kyselina sírová). Břidlice byla tak kvalitní, že se z ní dalo vyrobit 50-53% dýmavé kyseliny sírové. Pro srovnání, v okolí Berounky břidlice poskytovala 40-43%.

Zpracování vitriolové břidlice na výrobu olea byla energeticky náročná. Bylo zapotřebí velké množství dřeva na vytápění závodu. Z obce Obory u Kaznějova, která byla nedaleko Hromnic, se tedy začalo dovážet uhlí. V roce 1809 v polesí Spálenka, která byla ve vzdálenosti jeden kilometr od Obory, byl otevřen uhelný důl. Druhý uhelný důl byl otevřen v polesí Vatinka roku 1810. U Obory tak vzniklo 31 dolových měř, každá o ploše 45 116 m². Kvalita uhlí byla nízká, tak se do roku 1819 topilo tvrdým dřevem. Kvalitnější uhlí bylo nalezeno v roce 1819 u Kaznějova a následně

u Břas. Tam se přestěhoval i závod z Hromnice. Tak se stalo, že v Hromnici roku 1824 byla ukončena výroba olea. Vyráběl se zde pouze vitriolový kámen.

V 1828 bylo vytěženo hlubinným způsobem 5 600 tun vitriolového kamene, což bylo velice málo. Těžba byla prováděna vrátkovými jámami. Roku 1832 byl vytvořen těžní stroj poháněný koňskou silou, který byl výkonnější. Na kropení hald bylo v roce 1835 vybudováno dřevěné vodovodní potrubí. Na zahušťování louhu se nejdříve používaly olověné pánve. Ty měly nevýhodu, že se při nepozornosti topiče začaly rozpouštět, a tak je roku 1838 vystřídaly zděné pánve. V roce 1839 objevili nové naleziště uhlí v polesí Jalovčiny. O tři roky později se uhlí opět dováželo do Hromnice.

Rok 1848 byl politicky neklidný a to mělo dopad i na pokles těžby. V tomto roce se těžní stroj poháněný koňskou silou nahradil za modernější a to parním těžním strojem. Nedaleko Hromnice, na Býkově (tehdy psán Bikow) byla postavena výrobná dýmavé kyseliny sírové. V roce 1858 v Hromnici nahradili ruční roztloukání břidlice za parní drtič. Roku 1862 rozšířili lom o dvě dolové míry Jakuba II a Jakuba III. Následně lom zasvětili svatému Jakubovi. Do roku 1868 lom odvodňovali 274 m dlouhou štolou do Hromnického potoka. Postupem času, když lom dosahoval větších hloubek, ho nedokázali odvodnit. Důsledkem toho vytvořili novou odvodňovací štolu, která směřovala východním směrem do Třemošenského potoka.

Po roce 1872 měl závod nový kotel a parní drtič, který byl výkonnější. Aby mohli dále těžit, museli přemístit vzniklé haldy, které jim bránily dále pokračovat v těžbě, ze západu na sever. Tento krok učinili. Starckovi závody, ve výrobě dýmavé kyseliny sírové, byly na evropské úrovni. Roku 1877 firmě Zimmer v Mannheimu se podařilo levnějším způsobem vyrábět kyselinu sírovou. Starckovy závody tak přišly o řadu odběratelů. Důsledkem toho byla výroba vitriolového kamene a těžba břidlic náhle ukončena roku 1893 společně s výrobou dýmavé kyseliny sírové.

Po ukončení těžby se sesunuly na dno odklizu stěny i odvodňovací štola a vzniklo tak jezírko asi 15 m hluboké a 3 ha velké. Jezírko obsahuje velké množství síranů, které vznikají při zvětrávání břidlic. Voda v jezírku má načervenalou barvu způsobenou obsahem železa a nízkému pH 2,6 – 2,8. Jezírko je mimo řas zcela bez života.

Dodnes se z důlního objektu dochovala cechovna a část důlní budovy. Z minerálního závodu jsou zachovány čtyři stavby, zbytek byl zdemolován. Dále se dochovalo sousoší, které bylo vybudováno roku 1814. Je zde vyobrazen svatý Jan, svatý Jakub, kterému byl podnik zasvěcen a Ježíš. V roce 1975 byla lokalita vyhlášena za

chráněné území. Přírodní památkou je Hromnické jezírko od 1. 6. 1992 (Valtr, 2001, Hajšmanová, 2002, Jiskra, 2005).

3 Kyselina sírová

Kyselina sírová je silná dvojsytná kyselina. V koncentrovaném stavu tvoří hustou olejnatou kapalinu. Koncentrovaná (96% – 98%) má obzvlášť za horka silné dehydratační a oxidační účinky. Je hygroskopická, což je schopnost látky pohlcovat vodní páry. Je nebezpečnou žíravinou. Její sumární vzorec je H_2SO_4 (www.cs.wikipedia.org).

Kyselina sírová měla mnoho názvů:

- Dýmavá kyselina sírová
- Česká kyselina sírová
- Vitriolový olej
- Oleum

3.1 Výroba české kyseliny sírové

Výroba české kyseliny sírové z vitriolové břidlice měla zdlouhavý postup a byla energeticky velmi náročná.

Břidlice se nejprve ručně drtila na pět centimetrů velké kusy, později byla drcena parním strojem. Kyzová břidlice se plnila do vozíků a odvezla se na haldy, které byly vysoké až sedmnáct metrů. Podklad hald byl tvořen nepropustným mlatem, který se musel udržovat neustále vlhký, aby nepopraskal. Mlat měl dvě vrstvy: maznice a ornice. Břidlicové haldy nejprve 3 - 5 let zvětrávaly a pak dřevěná koryta přiváděla vodu a rovnoměrně haldy sprchovala. Poté docházelo k oxidaci. Oxidací se haldy zahřívaly a uvolňovaly louh. Louh byl odváděn do „štoků“ neboli sběrných nádrží. Zde se zbavil nečistot a odpařila se část vody. Dále louh putoval do zděných pecí s vrchním vyhříváním zvaných „kalibány“. Louh se zahušťoval zahříváním a pak se vyléval na upravenou podlahu kotlů. Kde ztuhl na vitriolový kámen. Po ztuhnutí se vitriolový kámen vykopával, sušil v kalcinovacích pecích, mlel, dával do sudů a odvážel k dalšímu zpracování. Rozemletý se v kameninových nádobách, tzv. retortách, vkládal do „galejní“ pece. Zahříváním se vitriolový kámen rozložil na oxid železitý a oxid sírový. Když se začaly uvolňovat bílé páry oxidu sírového, nasazovala se jímadla naplněná vodou. Reakcí oxidu sírového a vody vznikla česká kyselina sírová neboli oleum (Jiskra, 2005).

3.2 Použití české kyseliny sírové

Česká kyselina sírová byla zpočátku používána, pouze v malém množství, v lékařství k léčení mnoho nemocí. Její zájem o výrobu se zvýšil od 17. století, kdy bylo objeveno další využití.

- bělení lnu, bavlny
- výroba saské modři
- výroba leštidel na boty
- výroba svíček
- ve sklářství nahradil drahou potaš
- rafínace olejů, parafinů, ropy aj.
- výroba alizarinu
- výroba třaskavých látek

Za zmínku stojí, že při výrobě olea vznikal vedlejší produkt nazývaný kolkotar též caput mortuum. Zůstával v retortách jako červený prášek kysličníku železitého. Tento prášek sloužil k výrobě různých barev (Flek, 1977).

4 Přehled dřívějších výzkumů

Hromnické jezírko se stalo zajímavým a výjimečným územím hlavně díky výrobě české kyseliny sírové.

Už roku 1904 se Hromnické jezírko stalo z hlediska geologie zkoumaným územím. Ložiskem kamenečné a kyzové břidlice se tehdy zabýval pan Slavík. Na toto téma navazuje pan Purkyně a poté pan Jirkovský (Červená at al., 1982).

Patrně nejstarší práce o výrobě české kyseliny sírové byla napsána roku 1875. Autor mimo výroby této kyseliny popisuje těžbu kamenečné břidlice. Později se historií výroby věnuje pan Flek, který je pracovníkem kaznějovské chemické továrny. V této továrně také byla kyselina sírová vyráběna (Červená at al., 1982).

Jeden z prvních botanických výzkumů byl proveden ve 40. letech 20. století. Doktor Rudolf Mikyška se tehdy zabýval vegetací. Zkoumal vývoj vegetace na haldách po těžbě kamenečných břidlic. Zjišťoval zde teplotu a pH půdního povrchu na různých místech a v různých hloubkách. Pokoušel se některé druhy rostlin (*Triticum sativum*, *Hordeum sativum*, *Phaseolus vulgaris* aj.) pěstovat v haldové půdě a zlepšit tak jejich růst v extrémních podmínkách (Mikyška, 1946).

Dále na Hromnickém jezírku v letech 1979 – 1982 proběhl inventarizační průzkum. Jednalo se o prozkoumání celého chráněného území. Zabývali se jak historií těžby břidlice, tak výrobou a použitím kyseliny sírové, geologií, hydrologií, vegetačními a zoologickými poměry (Červená at al., 1982).

Další výzkum prováděl Ústřední ústav geologický (1980 – 1985). Na základě státního výzkumného projektu „Geologický a ložiskový výzkum perspektivních oblastí ČSR“, který kromě jiného, věnoval pozornost i kamenečným a kyzovým břidlicím svrchního proterozoika, kam patří i Hromnické jezírko. V Hromnici zkoumali především sekundární sulfáty v jihozápadní a východní části odklizu (Červená at al., 1982).

Poté, po třinácti letech, na Hromnickém jezírku byla zkoumána řasová flóra extrémně kyselých biotopů v letech 1998 – 1999. Výzkum probíhal současně i na nedalekém Zeleném jezírku Berk. Obě jezírka jsou zatopené lomy vzniklé po těžbě kamenečných břidlic na výrobu české kyseliny sírové. Celkem na těchto území bylo nalezeno 34 druhů sinic a řas. Z toho pouze pět druhů v Hromnickém jezírku, které je mladší a kyselejší oproti Zelenému jezírku Berk. Z toho vyplývá, že extrémně nízké pH neumožňuje další rozvoj druhů. Postupem času lze tedy očekávat nepatrně vyšší posun

pH a tím zvyšování druhové diverzity, jako je tomu na Zeleném jezírku Berk (Kuberová, 2000).

O rok později na tuto práci navazuje diplomová práce na téma vegetaci hald po těžbě pyritických břidlic. Hromnické jezírko a Zelené jezírko Berk mají stejný historický původ. Zelené jezírko je sukcesně pokročilejší, protože zde byla dříve ukončena těžba. Důsledkem toho je, že vegetace, na obou územích, je rozdílná a na Zeleném jezírku Berk se vyskytuje větší počet druhů rostlin a mechorostů než na Hromnickém jezírku (Hajšmanová, 2002).

V roce 2011 se na Hromnickém jezírku firma Geo Vision zabývala průzkumem hald, pH vody a zeminy. Odebírali vzorky, které byly porovnány s limitujícími hodnotami a posuzovali tak možné riziko prostředí (Zýval ad verb).

5 Kontaminace

Hromnické jezírko je odkliz jámového lomu po těžbě vitriolové břidlice. Břidlice se těžila na výrobu české kyseliny sírové, zvané „oleum“. Tento zásah zanechal stopy na krajině a ovlivnil zdejší vegetaci.

Kamenečné a kyzové břidlice mají vysoký obsah sulfidů, hlavně pyritu. Vlivem neustálého zvětrávání břidlic se uvolňují do půdního substrátu a také do podzemních vod, sírany. Vysoký obsah síranů zkoumaného území výrazně okyselují prostředí. Velmi nízké pH určuje vývoj a výběr vegetace na haldách. Flóra je kromě chemických půdních podmínek také ovlivněna strmými stěnami hald. Tyto stěny jsou vystaveny přímému slunečnímu záření, dešti a větru. Vzhledem k těmto fyzikálním a chemickým podmínkám je vegetace velmi chudá.

V následující tabulce je porovnání chemického rozboru vody z roku 1977, 1998 a 2011.

Tab. 2 Chemický rozbor vzorků vody v roce 1977, 1998 a 2011 (Červená at al., 1982, Hajšmanová, 2002, Zýval ad verb)

Název rozboru	1977	1998	2011
	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
Chloridy Cl ⁻	*	52,0	15,9
Dusičnany NO ₃ ⁻	*	0,91	2,90
Fosforečnany PO ₄ ³⁻	*	0,01	0,04
Sírany SO ₄ ²⁻	520,0	1022,0	1260,0
Vápník Ca	213,5	102,0	133,0
Železo Fe	155,0	*	94,8
Draslík K	*	2,3	1,6
Hořčík Mg	132,5	84,0	47,6
Sodík Na	*	13,5	17,4
Vodivost (μS/cm)	2360	840	2450
pH	2,5	2,6	2,56

V průběhu zkoumaného období se hodnoty prvků a solí kyselin neustále mění (viz Tab. 2). Zajímavá je vyšší hodnota síranů naměřená v roce 2011 oproti předešlým rokům. To může být způsobeno stále probíhajícím vyluhováním síranů. Také mírně kleslo pH oproti naměřené hodnotě v roce 1998. Obsah síranů v roce 1977 je markantně

nižší než hodnoty naměřené v letech 1998 a 2011. Nízký obsah síranů a nízké pH může být způsobeno nepřesností měření v předchozích letech. Dále také záleží, v jakých místech jezírka byl vzorek odebrán, poněvadž pH vody není na všech místech stejné. Hodnoty označené * nebyly stanoveny.

V tabulce 3 je podrobná analýza vody v jezírku, která byla prováděna v roce 2011. V rozboru vody byl zjištěn vysoký obsah beryllia, kadmia, kobaltu, mědi, niklu, olova, selenu a zinku.

Tab. 3 Srovnání obsahů sledovaných prvků s limity nařízení vlády (Zýval ad verb)

Prvek	Nařízení vlády č. 229/2007 Sb. limity ukazatelů znečištění povrchových vod	Voda z břehu jezírka
		(mg/l)
Ag	0,007	<0,001
As	0,02	<0,005
Ba	0,36	0,00471
Be	0,001	0,00321
Cd	0,0007	0,0322
Co	0,007	0,171
Cr	0,035	0,0294
Cu	0,025	0,715
Hg	0,0001	<0,0001
Ni	0,04	1,09
Pb	0,0144	0,0145
Sb	0,5	<0,01
Se	0,004	<0,01
Sn	0,05	<0,01
Te		0,025
Tl		<0,01
V	0,035	0,002
Zn	0,16	3,08
C10-40	0,1	<0,1

Šedivou barvou je znázorněn překročení limitu podle nařízení vlády. Extrémní kyselosti jezírka odpovídá vysoký obsah beryllia, kadmia, kobaltu, mědi, niklu, olova, selenu a zinku (viz Tab. 3). Rizikovým faktorem pro obyvatele domů v kontaktu některých výsypech (viz Příloha) je pronikání extrémně kyselých vod z oprámu, do povrchových vod. Půdní substrát Hromnického jezírka je kontaminován prvky, solemi kyseliny sírové a těžebním odpadem. Těžební odpad je tvořen horninou, hlavně břidlicí a odpady ze získávání „vitriolového louhu“.

Dalšími porovnávanými vzorky podle pH je zemina a voda sledované lokality, které jsou v následující tabulce 4. Nízké pH substrátu je ovlivněno kyselou vodou jezírka a chemickým složením břidlice. Analýza břidlice bohužel není k dispozici. Dalším faktorem působící na pH substrátu je opadanka listnatých a jehličnatých stromů. Opadanka zvyšuje pH půdy a podílí se tak na tvorbě půdních horizontů.

Tab. 4 Srovnání pH a vodivosti vzorků (zeminy a vody) z Hromnického jezírka (Zýval ad verb)

Vzorek	Zemina v blízkosti jezírka	Voda z jezírka
pH	3,28	2,49
Vodivost ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	90	263

5.1 Faktory ovlivňující vegetaci

Jeden z hlavních činitelů ovlivňující vegetaci je uveden v předešlé kapitole a to je obsah síranů na Hromnickém jezírku. Na mladších haldách byly naměřeny hodnoty pH půdního substrátu:

- povrch půdy pH 3,3
- v hloubce 10 cm pH 3,2
- v hloubce 50 cm pH 3,4

Je zřejmé, že do jisté hloubky koncentrace pH vzrůstá. Lze tak usoudit, že vytékající výluh v pramenech z mladších hald má pH kolem 2,6. Naopak je tomu na starších haldách, kde se acidita mírně snižuje. To je způsobené delším trváním přirozeného vyluhování pyritických břidlic.

Dalším faktorem, který ovlivňuje růst a vývoj vegetace je nedostatek živin. To je dané prvky a solemi kyseliny sírové haldových půd a horninovým podkladem, který je

tvořen břidlicí. Vzniklé haldy, tvořené sypkým materiálem nejsou schopné zadržet dostatek vody. Dochází tak k dehydrataci povrchové vrstvy.

Slunce je také jeden z faktorů, který ovlivňuje zdejší flóru. Během slunečních dnů dochází k snadnému prohřátí povrchu hald. Maximální teploty v létě dosahují až 60 °C. Zvláště na povrchu, který je z tmavého výhřevného materiálu. Zde dochází i k značnému výparu půdního povrchu. Důsledkem je extrémní suchost stanoviště.

Velkou roli na Hromnickém jezírku hraje také opadanka z listnatých stromů, hlavně opadem listů z *Betula pendula*, která se mísí se svrchní vrstvou půdy. Opadanka příznivě zvyšuje pH, zadržuje vodu, živiny, zmírňuje teplotní extrémy půd a tím zlepšuje podmínky pro uchycení dalších druhů rostlin. Hodnota pH povrchu břidlic je 3,3. Pro svrchní vrstvu půdy s promísenou opadankou bylo naměřeno pH 3,5 – 3,8. Samotná opadanka měla pH ještě vyšší (pH 4,1 – 4,0). Mnohem menší význam má opad jehličí borovic i přes to, že je poměrně značný (Mikyška, 1946).

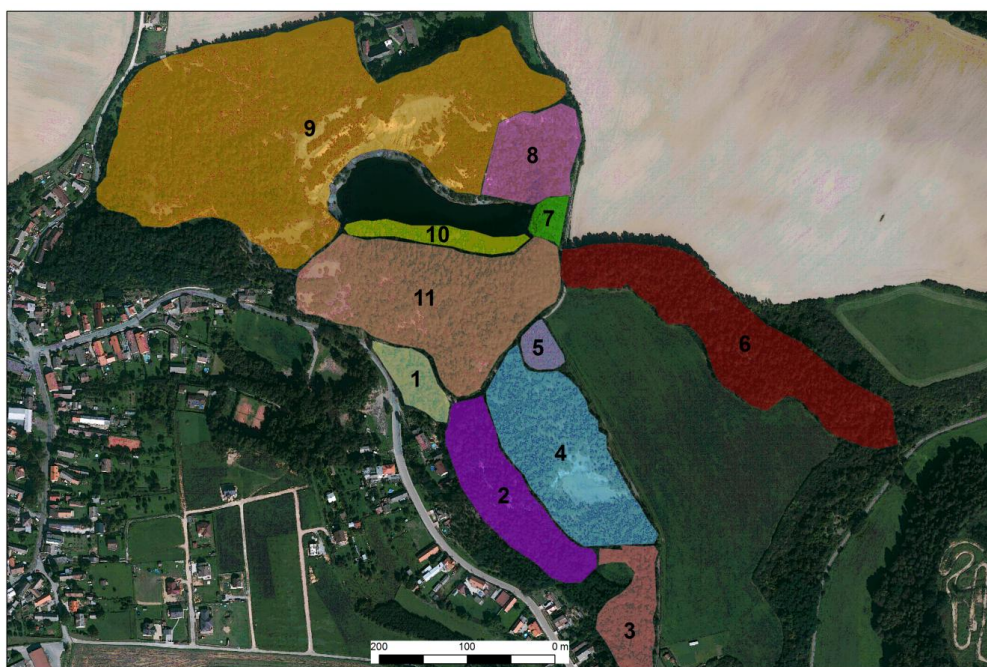
6 Metodika práce

Bakalářská práce byla zadána v listopadu v roce 2011. Nejprve byla shromážděna data o Hromnickém jezírku. Data sledovaného území byla čerpána z dostupné literatury a z internetových stránek. Po dostatečném množství informací byla vypracována kapitola Charakteristika území. Poté byly nastudovány předešlé výzkumy dané lokality a společně s mými získanými daty byly vypracovány následující kapitoly.

První terénní mapování Hromnického jezírka proběhlo po opadu sněhu na přelomu února a března roku 2012. Zkoumané území bylo navštěvováno v průběhu jedné vegetační sezóny. Sledovaná lokalita byla pravidelně mapována až do měsíce listopad.

Následně celé zkoumané území Hromnického jezírka bylo rozděleno na jedenáct lokalit podle převažujících druhů dřevin. Pro lepší znázornění lokalit byla v programu ArcGis zhotovena mapa jednotlivých lokalit pomocí polygonů (viz Obr. 2).

Obr. 2: Vymezení lokalit Hromnického jezírka: 1 – okolí parkoviště Hromnického jezírka, spodní hranicí je silnice vedoucí na obec Žichlice; 2 – v místech, kde se nachází sousoší, dále směřuje na jih, hranice je tvořena jihovýchodní haldou; 3 – nejjižnější lokalita; 4 – jihovýchodní halda nad lokalitou 2 a 3; 5 – pod lokalitou 4 severovýchodním směrem; 6 – cestou k jezírku je na východní straně nepřehlédnutelná halda; 7 – rozléhá se přímo nad jezírkem u informativní tabule; 8 – na sever, po zelené turistické značce; 9 – rozprostírá se od severu na západ, od břehu jezírka až k vzniklým haldám; 10 – jižní břeh jezírka; 11 – nad lokalitou 10 dále na jih



V průběhu vegetační sezóny docházelo ke sběru dat v terénu a následné určení jednotlivých druhů. Jednotlivé druhy byly určovány podle klíče „Klíč ke květeně České republiky“ (Kubát 2002). Podle této publikace je sjednocena i nomenklatura cévnatých rostlin. Nomenklatura mechorostů byla sjednocena podle práce Mechorosty ČR (www.botanika.prf.jcu.cz). Následně byly vytvořeny druhové soupisy jednotlivých lokalit formou tabulky v Excelu. Při nejasnostech jsem se obracela na vedoucí bakalářské práce. Během každé návštěvy sledovaného území, byla zhotovena fotografická dokumentace lokalit.

V zimních měsících roku 2013 následovalo mapování fytoindikací vegetace Hromnického jezírka. Na základě zjištěných poznatků byla zkonstruována mapa s jednotlivými anomáliemi flóry pomocí bodových záznamů v programu AcrGis. Zjištěné druhy fytoindikací na rostlinách jsou popsány v kapitole Anomálie a jejich výskyt.

V měsících duben a květen bylo měřeno pH vody na třech různých místech sledované lokality (viz Obr. 3) multimetrickou sondou Combo (Hanna HI 98130). První místo měření se nachází na břehu jezírka. Druhé pod haldou jihovýchodním směrem, ze které vytéká pramínek vody. Třetí místo měření se nachází na východ u silnice ze Žichlic do Chotinné. V těchto místech ústí odvodňovací štola. Výsledky byly dány do přehledného grafu v kapitole 7. Fotodokumentace jednotlivých měřených míst je v Příloze.

Obr. 3: Měřicí místa (www.mapy.cz) 1 : 12000



Aktuální floristické soupisy byly porovnány s prací Mikyšky (1946) a Hajšmanové (2002) v kapitole Diskuse.

6.1 Vyhodnocení terénních dat

Ke každému nalezenému druhu byly přiřazeny do tabulky autekologické nároky v podobě číselných stupnic (Klotz a Fank 1988). Do tabulky byly přidány životní formy a životní strategie rostlin. Životní formy rostlin byly zpracovány podle Klotze a Franka (1988). Životní strategie byly rozlišeny podle Grima (1979). Indikační hodnoty nebyly u některých druhů vyplněny z důvodu nenalezení taxonu v uvedených pracích.

Nároky na světlo

Světlo je jedna z nejdůležitějších abiotických podmínek. Je zdrojem energie při výrobě organických látek během fotosyntézy. Podmiňuje kvetení a pohyby rostlin. Světlo je pro rostliny nepostradatelné pro jejich růst a vývoj. Rostlinné druhy jsou rozděleny podle nároků na světlo.

Nároky na teplo

Hlavním zdrojem tepla na Zemi je infračervené záření. Teplo rostlina uplatňuje při fotosyntéze, transpiraci, respiraci a růstu. Rostliny jsou různě náročné na teplo a jsou schopny se přizpůsobit teplotním podmínkám.

Nároky na vlhkost

Vlhkost je jedna z dalších důležitých abiotických podmínek života rostlin. Voda je nezbytná pro metabolismus rostlin a má význam při regulaci teploty rostlin. Rostlina obsahuje cca 90 % vody a jsou schopny se adaptovat na různě jinak vlhké prostředí např. silnou kutikulou, trichomy aj.

Nároky na půdní reakci

Půdní reakce neboli pH je dána přítomností a aktivitou iontů vodíku. Půdní reakce ovlivňuje příjem živin rostlin, kdy se některé ionty vlivem nevhodného pH srážejí a jejich příjem je omezen nebo zcela znemožněn.

Nároky na dusík

Dusík je jednou z důležitých živin rostlin, který slouží pro jejich správný růst. Deficit dusíku se projevuje zhoršeným růstem stonků, kořenů a listů. Listy jsou zpočátku světlejší, později žloutnou, až nakonec způsobuje jejich předčasný opad.

Životní formy

Vyznačují se schopností přizpůsobit se ekologickým podmínkám. Zvláště jde o způsob přezimování rostlin v nepříznivých podmínkách. Záleží na umístění přezimovacích pletiv, pupenů či dalších orgánů.

Životní strategie

Životní strategie rostlin se dělí do třech skupin podle adaptace vůči stresu a disturbance biomasy. Dochází i k jejich kombinacím. Jde o soubor vlastností daného druhu, kterému je umožněna existence na jednotlivých, často odlišných stanovištích.

Životní strategie:

- R-stratégové,
- C-stratégové,
- S-stratégové.

R-stratégové neboli Ruderální stratégové snášejí malý stres, ale odolávají vysokému narušování biomasy.

C-stratégové též Konkurenční stratégové jsou druhy s konkurenční schopností dávající přednost vlastnostem, které jsou pro rostlinu konkurenčně výhodné. Kladou důraz na přizpůsobení se stresovým podmínkám.

S-stratégové také Stres snášející stratégové jsou schopny růst na stanovištích pod vlivem vysokého stresu.

Na základě takto vzniklých tabulek byly vytvořeny grafy. Blíže jsou popsány v kapitole Srovnání životních podmínek rostlin na lokalitách. Stejným způsobem jsou provedeny a popsány grafy životních forem a strategií. V grafech je zanesen i počet nalezených druhů rostlin v jednotlivých lokalitách. Tabulky jsou k nahlédnutí v Příloze.

6.2 Vymezení lokality

Červené jezírko se nachází u obce Hromnice, která leží v údolí Hromnického (Býkovského) potoka. Obec Hromnice spadá do okresu Plzeň – sever, přibližně 12 km severovýchodně od města Plzeň. Rozloha sledované lokality s okolím je 12,20 ha. Zatopená plocha jezírka má 3 ha (Zahradnický, Mackovčín at al., 2004).

Vymezení hranice zkoumaného území je znázorněná na následujícím obrázku 4. Červenou barvou je vyznačená hranice mapovaného území.

Obr. 4: Hranice zkoumané lokality (Zdroj: www.mapy.cz) 1 : 12000



Hromnické jezírko bylo nejprve rozděleno na tři oblasti podle zastoupení a množství jednotlivých druhů.

- břeh jezírka
- svahy stěn jezírka
- haldy

Později tyto lokality byly dále rozčleněny na dalších jedenáct lokalit dle převažujících druhů dřevin (viz Obr. 2).

Břeh jezírka, přibližně od jednoho až dvou metrů po celém obvodu, je zcela bez vegetace. Příčinou je velmi nízké pH vody, strmost hald, nezpevněnost substrátu, nadměrné oslunění a vliv větru. Extrémnost těchto podmínek zabraňuje výskytu jakýchkoliv rostlin. Tato oblast je součástí lokalit 7, 8, 9 a 10. Vysoká kyselost jezírka má vliv i na život ve vodě. Kromě řas je téměř bez života. V diplomové práci Kuberová (2000) bylo uvedeno pouze pět druhů řas (*Chlamydomonas acidophila*, *Lepocinclis teres*, *Euglena mutabilis*, *Eunotia exigua* a *Eunotia tenella*).

Svahy stěn jezírka jsou ovlivněny stejnými extrémními podmínkami jako břeh jezírka. Oblast tvoří opět lokality 7, 8, 9, 10. Při pohledu na severní a západní stěnu je zachované stupňovité dobývání břidlice.

Severní, severozápadní, západní a jihozápadní příkrá stěna, je takřka bez vegetace. Tyto stěny osídlují pouze druhy *Betula pendula* a *Pinus sylvestris*. Severovýchodní strana není tvořena od břehu jezírka strmou stěnou. Terén je z počátku

rovinný, který se náhle zvedá a vytváří příkrou stráň. Od břehu jezírka se postupem na sever břidličnatý substrát mísí s opadankou, až je povrch zcela bez známky břidličnatého materiálu. Vytváří se zde všechna lesní patra s vysokou druhovou diverzitou. Na jižní stěně se terén zprudka zvedá. Ve svahu je porost značně tvořen mechorosty, dřevinami a menší měrou bylinami. V této oblasti je největší výskyt *Vaccinium myrtillus*, místy pak *Vaccinium vitis-idaea* a *Calluna vulgaris*. Součástí území je i vzniklý malý poloostrov. Východní svah je tvořen šterkovitou břidličnatou horninou, téměř bez vegetace. Za zmínku stojí, že je možno zde vidět opuštěnou štolu. Haldy vznikly navezením pyritických břidlic. Hlavní část výsypek je tvořena lokalitami 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10 a 11 (viz Obr. 2).

Po zelené turistické cestě k jezírku bylo postavené sousoší, kolem kterého se rozléhá lokalita 2. Při pohledu od sousoší na jih jsou nepřehlédnutelné mohutné stromy *Larix decidua*. Nedaleko od tohoto místa v dolním svahu na jižní straně se nachází *Robinia pseudacacia* s rozlohou asi 20 m². Podrost *Avenella flexuosa* tvoří rozsáhlé koberce spolu s *Pleurozium schreberi* a *Hypnum cupressiforme*, které dál na jih při jihovýchodní haldě ustupují. Lokalita je rozdělena místní pěšinou, která směřuje na jižní stranu sledovaného území. Po celé délce pěšiny se na sever zvedá reliéf vzniklý navezením břidlice a naopak na jih klesá dolů. V jižní části protéká potůček, který vytéká z jihovýchodní haldy.

Jihovýchodní halda je osídlena velmi malým procentem rostlinných druhů. Z velké části je halda pokryta stromovým patrem *Pinus sylvestris*. Půda je tvořena pouze břidličnatým materiálem bez jakékoli známky půdních horizontů. V této oblasti na konci haldy jihovýchodním směrem vytéká asi ze spodu výsypky pramínek vody. Na východní straně se rozprostírá nepřehlédnutelná halda, kterou převážnou část osidluje *Betula pendula* s *Pinus sylvestris*. Směrem na východ se odhaluje břidličnaté podloží a podrost postupně ubývá. V této části území jsou kraje lemovány dřevinami *Populus tremula* a *Prunus spinosa*.

Na výsypce přímo nad zatopeným lomem u informační tabule se vyskytuje nejvíce rostlinných druhů oproti haldám, jejichž stěny zasahují do jezírka. Příčinou je hojná opadanka dominujících listnatých stromů *Betula pendula* a *Populus tremula*. Promísení opadanky se sypkým břidličnatým materiálem umožňuje příznivější podmínky pro uchycení vegetace, která zvyšuje pH půdy. V této části haldy je pozoruhodný výskyt *Vinca minor* na jediném místě celé sledované oblasti Hromnického jezírka. Jedinci tohoto druhu vytváří ojedinělý ostrůvek o celkové ploše cca 10 m².

Na severozápadní straně je jedna z největších hald jak rozlohou, tak s nejvíce se vyskytujícími anomáliemi. Veškerý povrch je pokryt břidličnatým substrátem. Osidluje ji nejméně druhů rostlin. Pouze místy se utvářejí malé ostrůvky s charakteristickým druhem *Vaccinium myrtillus* a v menší míře s *Calluna vulgaris*. Na celém území je dominantní dřevinou *Pinus sylvestris*. Opad jehlic má sice vliv na snížení acidity půd, ale oproti opadance z listnatých stromů má mnohem menší význam. Výjimkou je severovýchodní a jihozápadní halda, kde jsou ve stromovém patře zástupci listnatých stromů. Díky tomu se zde tvoří bylinné patro. Na severozápadě je značný podrost tvořen druhem *Avenella flexuosa*. Na severovýchodě se hojně daří kapradině *Athyrium filix-femina*.

Na vrcholu jižní haldy u jezírka je rozsáhlá rovina, která pozvolna klesá směrem na jih k parkovišti. Stromové patro je převážně tvořeno zástupcem *Pinus sylvestris*. Místy se na povrchu vytváří malé ostrůvky s *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea* a *Calluna vulgaris*. V místech naučné stezky je značná druhová pestrost oproti zbylé oblasti.

V době druhé světové války se uvažovalo o zalesnění vzniklých hald po těžbě kamenečných břidlic. Od této myšlenky se však upustilo, když byla zjištěna vysoká kyselost půdních vzorků, malý obsah kyslíčnicku fosforečného a nedostatek dusíku. K uchycení vegetace by bylo nutné půdu zneutralizovat vápencem a doplnit příslušnými živinami. Jeden z hlavních nepříznivých faktorů pro rozšíření vegetace je propustnost hald. Haldy z břidlic tvořené sypkým materiálem propouštějí dešťovou vodu až do spodních vrstev. Svrchní vrstva, která je důležitá pro rostlinstvo, je tedy dehydrována (Laška, 1973). Další faktory ovlivňující vegetaci jsou uvedeny v kapitole Kontaminace.

7 Charakteristika vegetace

V současné době je vegetační kryt tvořen převážně náletovými porosty. Z náletových dřevin dominuje *Betula pendula* spolu s *Pinus sylvestris*. Podrost je zastoupen druhy *Avenella flexuosa*, *Calluna vulgaris* a *Vaccinium myrtillus*.

Vývoj zdejší flóry je podmíněn sukcesí. Sukcese je základní znak biocenózy. Je to proces nahrazování jedné biocenózy druhou až do konečného společenstva, tzv. klimaxu. Klimax je dlouhodobá, nepravidelná, změna. Probíhá na daném stanovišti určitým směrem, který ovlivňuje makroklima, půda, voda a biotické faktory (Jarklová a Pelikán, 1999).

Při geobotanickém průzkumu Hromnického jezírka byla prokázána brzděná sukcese (Zýval ad verb). Brzděná sukcese nastává, když alespoň jeden z faktorů abiotického prostředí zablokuje další sukcesní vývoj. Jedná se o takzvaný edafický klimax. Podmínky edafického klimaxu brzdí další sukcesi už v počátečním stádiu vývoje půdy (Jarklová a Pelikán, 1999).

Projevem brzděné sukcese je velmi neochotně zarůstající území a nevytvářející se půdní horizonty. Dochází také k anomáliím zdejší vegetace, především na *Betula pendula* a *Pinus sylvestris* (viz kapitola Anomálie).

7.1 Vliv síranů

Na vegetaci zkoumaného území značně působí prvky a soli síranů obsažené v břidlici. Síraný se uvolňují do půdního roztoku při procesu zvětrávání. Jsou obsaženy v horninách, hlavně ve formě pyritu. Jejich vyluhováním do jezírka vzniká extrémně kyselá voda. Tyto poznatky ovlivňují i prostředí Hromnického jezírka, které je také acidní. Síraný využívají rostliny a organismy pro stavbu aminokyselin a enzymů (Rajchard et al. 2002). V našem případě se jedná o tak velké množství síranů, které naopak rostlinstvu škodí. Červené jezírko vlivem síranů dosahuje extrémně nízkého pH, které je neslučitelné s životem rostlin a organismů. Proto je voda v jezírku, kromě řas bez života. Vzhledem k této skutečnosti se vytváří na vegetaci různé projevy kontaminace, které lze využít ve fytoindikacích.

Obr. 5: Sírany na severozápadní straně Hromnického jezírka



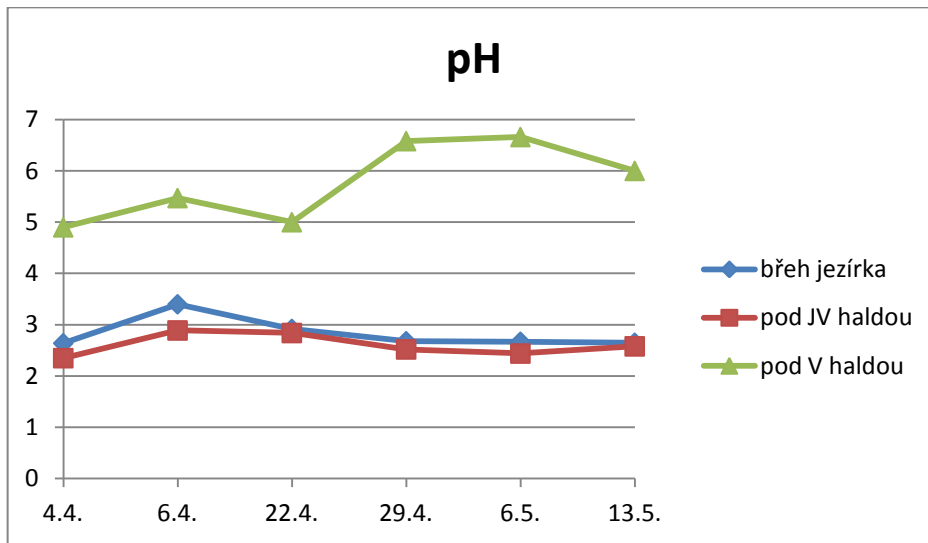
Na obrázku 5 žluté šipky znázorňují vyluhované břidlice a břidlice, která stále obsahuje sírany. Horní horizont tvořený břidlicí má pouze barvu šedou. Je tedy zřejmé, že dva až tři metry pod okrajem jsou sírany již vymyté deštěm. To je způsobené velkou propustností substrátu. Břidlice zbarvená žlutou barvou stále obsahuje sírany, které se neustále vymývají a způsobují aciditu prostředí.

Za zmínku stojí „sirný zápach“, který je cítit na haldách Hromnického jezírka po vydatných deštích. Zejména v době, kdy se voda začíná odpařovat. Vlivem odpařených oxidů síry dochází k omezení fotosyntézy (Rajchard, 2002).

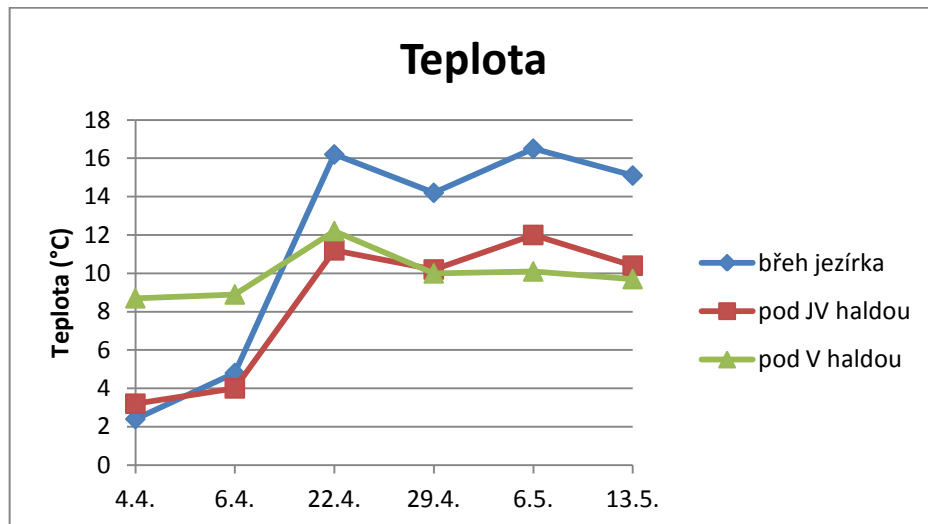
7.2 Výsledky pH vody

Měření pH bylo provedeno na třech místech (Obr. 3) sledované lokality po dobu dvou měsíců. Výsledky měření pH jsou ze všech měřících míst odlišné (Obr. 6). Zelenou barvou je znázorněné pH vody pod východní haldou, která se svými výsledky nejvíce odlišuje. Nejvyšší pH 6,6 bylo naměřeno při teplotě 10,1 °C. Také konduktivita měla nejnižší hodnotu. Červená barva zobrazuje pH vody pod jihovýchodní haldou. Ze všech měřících míst bylo v úseku pod JV haldou vždy nejnižší pH a nejvyšší konduktivita. Modrou barvou je vyjádřeno pH jezírka, které se o moc neliší od pH pod JV haldou. Z grafu je vidět extrémní acidita vody, která negativně působí na prostředí Hromnického jezírka.

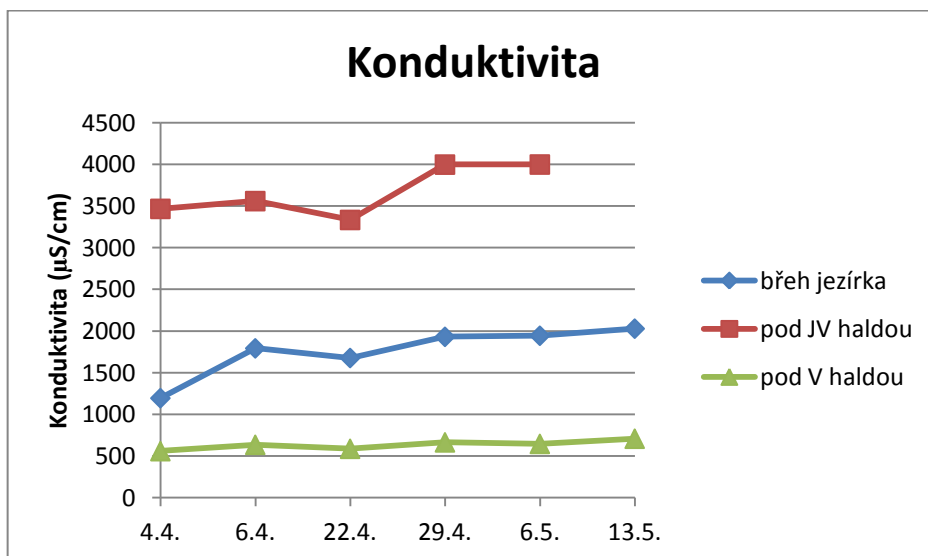
Obr. 6: Hodnoty pH



Obr. 7: Teplota



Obr. 8: Konduktivita



7.3 Anomálie a jejich výskyt

V následující kapitole jsou charakterizovány vyskytující se anomálie zkoumaného území. Tyto fytoindikace jsou na zdejší vegetaci makroskopicky viditelné. Nejvíce jsou postihnuté druhy *Pinus sylvestris* a *Betula pendula*.

Zjištěné anomálie:

- mikrofilie
- chloróza
- nekróza
- nanismy
- podivné větvení
- rozpukaná borka
- „čarověniky“
- zasychání bříz

Pinus sylvestris je rozšířená na celém území Hromnického jezírka. Není zde téměř žádná *Pinus sylvestris*, na které by se neprojevovaly znaky poškození kontaminací. Důsledkem těchto symptomů je ovlivnění půdním chemismem. Při vysokém obsahu síranů se do půd uvolňuje příliš mnoho Al^{3+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} a naopak jsou pro rostlinu obtížně dostupné prvky Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , PO_4^{3-} a MoO_4^{2-} (www.fle.czu.cz). Dalším souvisejícím faktorem, který negativně působí na vegetaci je břidličnaté podloží (viz kapitola Kontaminace). Břidličnatý substrát netvoří půdní horizonty. Pro život vegetace je důležitý hlavně nadložní organický horizont a humusový horizont, odkud rostlina čerpá živiny.

Jedna z nejčastěji se vyskytujících anomálií je mikrofilie jehlic. Jedná se o zkrácené jehlice vznikající působením abiotických faktorů prostředí. Tyto faktory způsobují i ztrátu jehlic na větvích *Pinus sylvestris* (Obr. 9). S rostoucím stářím rostliny dochází k opadu jehlic od kmene až ke koncům větví. Pouze na konci větví jsou jehlice zachovány. Těmito symptomy je zasažená celá oblast Hromnického jezírka.

S těmito defekty nejspíš souvisí nekróza jehlic. Nekróza je odumírání jednotlivých buněk nebo skupiny buněk uvnitř zdravého pletiva. Jehlice jsou zbarveny dohněda. Houbové onemocnění oslabených stromů způsobené *Sphaeropsis sapinea*, se projevuje zástavou růstu jehlic, celé větve i části koruny a způsobuje jejich odumírání. Výskyt této parazitické houby souvisí s deficitem vody v půdě a živin. Příčinou může

být rovněž působení biogenních stresorů (www.atlasposkozeni.mendelu.cz). Nekrózou je ojediněle napadená lokalita 9.

Dalším symptomem jehlic je chloróza (Obr. 9). Dochází ke žloutnutí jehlic na druhu *Pinus sylvestris*. Jedná se o poruchu tvorby chlorofylu. Postižená část má žluté zbarvení. Světle žlutá chloróza začíná od špičky jehlic, nejdříve žloutnou starší ročníky jehlic, později špičky jehlic, které mají oranžové až červenohnědé zbarvení. Porucha je obvykle vyvolaná nadbytkem některé živiny nebo naopak jejím nedostatkem. Chloróza může být i následkem působením biogenního stresoru. Může vést až k postupnému odumření celé rostliny (www.atlasposkozeni.mendelu.cz).

Na odhalených místech hald jsou pozorovatelné chlorózy vegetace, které se hlavně nacházejí na severním a severozápadním horizontu při okraji vzniklého jezírka a ve střední části západní haldy. Kromě toho je ve střední části západní haldy netypický menší vzrůst *Pinus sylvestris*. Na konci lokality 4 jihovýchodním směrem jsou také nápadné chlorózy. Méně poznatelné příznaky chlorózy jsou na západní straně lokality 4.

Obr. 9: Jehlice *Pinus sylvestris*



Na detailu větve *Pinus sylvestris* (viz Obr. 9) je zřetelná chloróza jehlic. Nepřehlédnutelný je i opad jehlic po celé délce větve. Jehlice zůstávají jen na koncích, kam kontaminanty pronikají nejkratší dobu.

Směrem na sever, severozápad, jihozápad a jihovýchod se můžeme setkat s nanismy, zakrslými formami rostlin. Nanismy Hromnického jezírka se vyskytují v otevřené krajině bez porostu přímo na štěrkovitém materiálu břidlic vždy v horní části strmých stěn hald. Výjimkou je jediné místo v západní části. Zde je mýtina, na které se

nachází nanismy asi o rozloze 5 m². Kromě nanismů *Pinus sylvestris* se tento jev vyskytuje i na *Larix decidua* na jihovýchodní haldě.

Příčina nemoci je spojena s malým množstvím živin v půdě, klimatickými podmínkami jako sucho a extrémní oslunění. Nanismus není dědičný. Při zasazení semen do úrodných půd, vyrostou rostliny s jejich běžnou velikostí (www.cs.wikipedia.org).

Dalším zajímavou anomálií na *Pinus sylvestris* je neobvyklé větvení v horní části koruny. Hlavní větev v koruně borovice se často sužuje a rozděluje na více větví. Také je nepřehlédnutelný podivně pokroucený kmen, který je většinou tvořen z několika dřevnatých stonků. Často můžeme vidět netypický růst kmenů, které vypadají jako poléhavé stonky. Borovice jsou atypické i svým vzrůstem. S těmito symptomy se můžeme setkat na severní, severozápadní a jihozápadní straně. Dalším projevem kontaminace lokality je rozpukaná borka borovice lesní. Kmen borovice ztrácí borku v jednom souvislém pruhu, který zasahuje i do větví stromu. Zajímavostí je, že všechny rozpuky borky směřují na jih a jihozápad.

Obr. 9: *Pinus sylvestris* na levé fotografii – kmen tvořený několika dřevnatými stonky, na pravé fotografii – rozpukaná borka



Dále se na *Pinus sylvestris* objevují „čarověniky“ též čarovné věnce. Na celém zkoumaném území jsem se s tímto typem anomálie setkala pouze na dvou místech.

Na dřevině se vytvářejí chomáčkovitě znetvořené hustěji nahloučených větviček. Často mají odlišné zbarvení, tvar a uspořádání jehlic. Toto onemocnění vzniká za pomoci hub, virů a jiných organismů nebo mutacemi. V našem případě patrně mutacemi. Čarověniky se na dřevinách objevují ve formě jednotlivých „hnízd“, která pravděpodobně vznikají pupenovými mutacemi. Poruchy mají původ ve změněných hladinách růstových faktorů (nedostatek či nadbytek živin, vody, světla, tepla, kyslíku, atd.), (www.caroveniky.cz).

Na jedincích druhu *Betula pendula* dochází k zasychání horních větví stromu (Obr. 10). Břízy na haldách narostou do určité výšky, horní větve v určité fázi začnou zasychat a postupně odumírá celá dřevina. Atypické je také jejich větvení. Nejvíce poškozené břízy jsou na horizontu strmých stěn u jezírka jihovýchodním směrem.

Obr. 10: Zasychání větví a netypické větvení *Betula pendula*



Všechny symptomy vnikající na dřevinách *Pinus sylvestris* a *Betula pendula* jsou způsobené abiotickým poškozením prostředí. V příloze x uvádím mapu s bodovým záznamem s výskytem jednotlivých anomálií zkoumaného území.

7.4 Floristická charakteristika dílčích lokalit

Lokalita 1 je druhově nejpestřejší. Příčinnou je dostatečné množství živin vzniklé opadem listí, činností člověka – komposty a tím tvorbou půdních horizontů. Ve stromovém patře dominuje *Populus tremula*, *Betula pendula* a *Pinus sylvestris*. Dále jsou přítomny stromy *Acer platanooides*, *Betula pubescens*, *Fagus sylvatica*, *Larix decidua*, *Malus domestica* a *Tilia platyphyllos*. Patro keřové je tvořeno *Mahonia aquifolium*, *Prunus avium*, *Rosa canina*, *Rubus idaeus*, *Salix caprea*, *Sambucus nigra* a *Sorbus aucuparia*. V podrostu jsou zastoupeny tyto druhy bylin: *Aegopodium podagraria*, *Achillea millefolium*, *Anthriscus sylvestris*, *Arrhenatherum elatius*, *Bellis perennis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Cerastium arvense*, *Chelidonium majus*, *Cirsium vulgare*, *Epilobium angustifolium*, *Galeobdolon argentatum*, *Galium album*, *Galium aparine*, *Geranium pretense*, *Geranium robertianum*, *Geum urbanum*, *Glechoma hederacea*, *Heracleum sphondylium*, *Hieracium lachenalii*, *Hypericum perforatum*, *Hypochaeris radicata*, *Lamium album*, *Lapsana communis*, *Lolium perenne*, *Lysimachia punctata*, *Medicago lupulina*, *Myosotis arvensis*, *Myosoton aquaticum*,

Petasites hybridus, *Plantago lanceolata*, *Plantago major*, *Poa nemoralis*, *Poa pratensis*, *Pulmonaria obscura*, *Ranunculus acris*, *Rumex acetosella*, *Rumex obtusifolius*, *Symphytum officinale*, *Taraxacum sect. Ruderalia*, *Trifolium repens*, *Urtica dioica*, *Veronica chamaedrys*, *Vicia sepium* a *Viola odorata*. V bylinném patře stojí za zmínku výskyt *Lysimachia punctata* a *Epilobium angustifolium* o celkové ploše cca 10 m². V mechovém patře byl nalezen pouze jeden druh *Hypnum cupressiforme*.

V lokalitě 2 je velmi malá druhová diverzita. Stromové patro je hlavně zastoupeno *Betula pendula*, *Quercus robur* a *Pinus sylvestris*. Dále se vyskytují *Fagus sylvatica*, *Larix decidua*, *Malus domestica*, *Malus sylvestris*, *Picea abies* a *Robinia pseudacacia*. V keřovém patře se nachází pouze druhy *Sorbus aucuparia* a *Vaccinium myrtillus*. Bylinné patro je tvořeno druhy: *Avenella flexuosa*, *Cerastium arvense*, *Crataegus laevigata*, *Hieracium lachenalii*, *Luzula multiflora*, *Poa pratensis*, *Rumex acetosella*, *Veronica officinalis* a mechové *Pleurozium schreberi*, *Hypnum cupressiforme*.

V lokalitě 3 ve stromovém patře převládá *Carpinus betulus* a *Quercus robur* dále je tvořeno druhy *Betula pendula*, *Malus sylvestris*, *Pinus sylvestris* a *Populus tremula*.

V keřovém se vyskytují druhy *Calluna vulgaris*, *Crataegus laevigata*, *Cytisus nigricans*, *Euonymus europae*, *Frangula alnus*, *Prunus avium*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *Rubus idaeus* a *Vaccinium vitis-idaea*.

V podrostu rostou druhy: *Achillea millefolium*, *Avenella flexuosa*, *Campanula patula*, *Campanula rotundifolia*, *Chelidonium majus*, *Cirsium vulgare*, *Dianthus carthusianorum*, *Dianthus deltoides*, *Echinops sphaerocephalus*, *Epilobium angustifolium*, *Euphorbia cyparissias*, *Galium pumilum*, *Galium verum*, *Hieracium murorum*, *Hypericum perforatum*, *Hieracium pilosella*, *Knautia arvensis*, *Lotus corniculatus*, *Melilotus albus*, *Melilotus officinalis*, *Poa pratensis*, *Polygala vulgaris*, *Potentilla argentea*, *Tanacetum vulgare*, *Trifolium medium*, *Veronica officinalis* a *Viola reichenbachiana*. Mechové patro je zastoupeno jedním druhem *Hypnum cupressiforme*.

Lokalita 4 je osídlena velmi malým procentem rostlinných druhů. Není zde vyvinuto téměř žádné keřové ani bylinné patro. Z velké části je lokalita pokryta stromovým patrem *Pinus sylvestris*, v menší míře se vyskytuje *Betula pendula*. Byliny: *Arabidopsis thaliana*, *Artemisia vulgaris*, *Avenella flexuosa*, *Calamagrostis epigejos*, *Capsella bursa-pastoris*, *Dactylis glomerata*, *Deschampsia cespitosa*, *Hieracium lachenalii*, *Hieracium laevigatum*, *Hieracium pilosella*, *Myosotis arvensis*, *Pinus*

sylvestris, *Poa pratensis*, *Tanacetum vulgare*, *Vicia cracca* se vyskytují zejména podél cesty pod jihovýchodní haldou severovýchodním směrem. V mechovém patře byly nalezeny dva druhy *Hypnum cupressiforme* a *Dicranella heteromala*. *Dicranella heteromala* je netypická svojí velikostí. Vlivem abiotických podmínek je tvořena velmi malými drobnými lístky.

Na lokalitě 5 jsou dominantními stromy *Quercus petraea*, *Quercus robur* a *Pinus sylvestris*. Další méně se vyskytující zástupci stromového patra jsou *Picea abies* a *Populus tremula*. Vyskytuje se značný počet druhů keřů, ale nevytváří hustý porost. Druhy keřů: *Prunus avium*, *Robinia pseudacacia*, *Rosa canina*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia*, *Symphoricarpos albus* a *Vaccinium myrtillus*. Z bylin byly nalezené druhy rodu *Achillea millefolium*, *Anthriscus sylvestris*, *Arrhenatherum elatius*, *Avenella flexuosa*, *Elytrigia repens*, *Galium aparine*, *Hieracium lachenalii* a *Stellaria media*. Z mechorostů lokalitu reprezentují druhy *Brachythecium rutabulum*, *Dicranum scoparium* a *Hypnum cupressiforme*.

Lokalita 6 je osidlována hlavně stromy *Betula pendula* spolu s *Pinus sylvestris*. Méně časté jsou druhy *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Picea abies*, *Populus tremula*, *Pyrus pyraeaster* a *Quercus robur*. Keřové patro: *Euonymus europaea*, *Frangula alnus*, *Prunus avium*, *Prunus padus*, *Prunus spinosa*, *Salix caprea*, *Sambucus nigra*, *Sambucus racemosa*, *Sorbus aucuparia*, *Vaccinium myrtillus* a *Vaccinium vitis-idaea*.

V bylinném patře se vyskytují druhy *Agrimonia eupatoria*, *Achillea millefolium*, *Anthriscus sylvestris*, *Arrhenatherum elatius*, *Athyrium filix-femina*, *Avenella flexuosa*, *Fragaria vesca*, *Galium album*, *Galium aparine*, *Geranium robertianum*, *Hieracium lachenalii*, *Hieracium laevigatum*, *Impatiens parviflora*, *Lysimachia vulgaris*, *Moehringia trinervia*, *Mycelis muralis*, *Myosotis laxiflora*, *Plantago media*, *Poa nemoralis*, *Poa pratensis*, *Taraxacum sect. Ruderalia*, *Thlaspi perfoliatum* a *Viola riviniana*. Z mechorostů jsou zastoupeny druhy *Dicranum scoparium*, *Hypnum cupressiforme* a *Polytrichum formosum*.

Lokalita 7 je druhově pestrá oproti haldám, jejichž stěny zasahují do jezírka. Příčinou je hojná opadanka dominujících listnatých stromů *Betula pendula* a *Populus tremula*. Méně časté druhy *Acer platanoides*, *Fagus sylvatica*, *Larix decidua*, *Picea abies* a *Pinus sylvestris*.

Keřové patro zastupují: *Calluna vulgaris*, *Crataegus laevigata*, *Crataegus monogyna*, *Prunus avium*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *Rubus caesius*, *Sorbus*

aucuparia a *Vaccinium myrtillus*. Bylinný podrost je reprezentován druhy *Aegopodium podagraria*, *Achillea millefolium*, *Anthriscus sylvestris*, *Artemisia vulgaris*, *Avenella flexuosa*, *Ballota nigra*, *Campanula rapunculoides*, *Campanula rotundifolia*, *Cerastium arvense*, *Dactylis glomerata*, *Dryopteris filix-mas*, *Festuca ovina*, *Fragaria vesca*, *Galium album*, *Galium aparine*, *Geum urbanum*, *Heracleum sphondylium*, *Hieracium laevigatum*, *Hieracium murorum*, *Hypericum perforatum*, *Lamium purpureum*, *Leontodon hispidus*, *Linaria vulgaris*, *Lotus corniculatus*, *Myosotis laxiflora*, *Myosotis stricta*, *Plantago major*, *Poa nemoralis*, *Poa pratensis*, *Potentilla reptans*, *Ranunculus acris*, *Rumex acetosa*, *Rumex obtusifolius*, *Sanguisorba minor*, *Tanacetum vulgare*, *Taraxacum sect. Ruderalia*, *Trifolium repens*, *Tussilago farfara*, *Urtica dioica*, *Veronica chamaedrys*, *Veronica officinalis* a *Vinca minor*. Pozoruhodný je výskyt *Vinca minor* na jediném místě celé sledované oblasti Hromnického jezírka. Jedinci tohoto druhu vytváří ojedinělý ostrůvek o celkové ploše cca 10 m². Mechové patro je zastoupeno druhy *Hypnum cupressiforme* a *Polytrichum piliferum*.

Na lokalitě 8 dominuje *Betula pendula* a *Populus tremula*. V menším množství jsou zastoupené stromy *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*, *Pinus sylvestris*, *Quercus robur* a *Tilia platyphyllos*. V keřovém patře se nachází druhy *Frangula alnus*, *Ribes rubrum*, *Rubus caesius*, *Sambucus nigra*, *Sambucus racemosa*, *Sorbus aucuparia* a *Vaccinium myrtillus*. V patře bylinném: *Achillea millefolium*, *Anthriscus sylvestris*, *Athyrium filix-femina*, *Cerastium arvense*, *Epilobium angustifolium*, *Euphorbia cyparissias*, *Fragaria vesca*, *Galium album*, *Galium aparine*, *Geranium robertianum*, *Heracleum sphondylium*, *Hieracium lachenalii*, *Hieracium laevigatum*, *Luzula luzuloides*, *Melica nutans*, *Moehringia trinervia*, *Mycelis muralis*, *Myosotis laxiflora*, *Poa nemoralis*, *Poa pratensis*, *Rumex acetosella*, *Taraxacum sect. Ruderalia*, *Trifolium alpestre*, *Urtica dioica*, *Veronica hederifolia* a *Viola riviniana*. Z mechorostů byly nalezeny pouze druhy *Hypnum cupressiforme* a *Pleurozium schreberi*.

Lokalita 9 je rozlohou největší oblastí. Ačkoliv je lokalita nejrozsáhlejší oblastí, osidluje ji poměrně málo druhů rostlin. Na celém území je dominantní dřevinou *Pinus sylvestris*. Další vyskytující se stromy: *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Quercus petraea* a *Quercus robur*. V keřovém patře: *Calluna vulgaris*, *Cornus alba*, *Frangula alnus*, *Prunus padus*, *Ribes rubrum*, *Ribes uva-crispa*, *Rosa canina*, *Rubus caesius*, *Sambucus nigra*, *Sambucus racemosa*, *Sorbus aucuparia* a *Vaccinium myrtillus*. Bylinné patro je zastoupeno druhy *Avenella flexuosa*, *Festuca gigantea*, *Galium album*, *Galium aparine*, *Geranium robertianum*,

Hieracium lachenalii, *Moehringia trinervia*, *Poa angustifolia*, *Poa pratensis*, *Rumex obtusifolius* a *Senecio viscosus*. V mechovém patře se vyskytují druhy *Dicranum scoparium*, *Dicranella heteromala*, *Hypnum cupressiforme*, *Polytrichum formosum* a *Pleurozium schreberi*. *Dicranella heteromala* je stejně atypická svým vzrůstem jako tomu bylo na lokalitě 4.

Na lokalitě 10 je stromové patro převážně reprezentováno druhy *Populus tremula* a *Betula pendula*. Kromě toho se zde vyskytují stromy *Fagus sylvatica*, *Larix decidua*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Quercus petraea*, *Quercus robur* a *Tilia platyphyllos*. V keřovém patře byly nalezeny druhy *Calluna vulgaris*, *Corylus avellana*, *Crataegus laevigata*, *Frangula alnus*, *Rubus idaeus*, *Vaccinium myrtillus* a *Vaccinium vitis-idaea*. Byliny jsou zastoupeny *Avenella flexuosa*, *Cystopteris fragilis*, *Galium aparine*, *Hieracium laevigatum*, *Hieracium lachenalii*, *Hieracium pilosella*, *Mycelis muralis*, *Poa nemoralis*, *Poa pratensis* a *Rumex acetosella*. Podrost je značně tvořen mechorosty *Dicranum scoparium*, *Hypnum cupressiforme*, *Polytrichum formosum* a *Hylocomium splendens*.

Na lokalitě 11 je stromové patro hlavně tvořeno zástupcem *Pinus sylvestris*. Dalšími nalezenými druhy jsou *Acer pseudoplatanus*, *Betula pendula*, *Betula pubescens*, *Carpinus betulus*, *Populus tremula*, *Quercus petraea*, *Quercus robur* a *Tilia platyphyllos*. Druhy vyskytující se v keřovém patře jsou *Calluna vulgaris*, *Corylus avellana*, *Euonymus europaea*, *Hedera helix*, *Mahonia aquifolium*, *Prunus avium*, *Rubus caesius*, *Sorbus aucuparia*, *Symphoricarpos albus*, *Vaccinium myrtillus* a *Vaccinium vitis-idaea*. Bylinné patro: *Aegopodium podagraria*, *Achillea millefolium*, *Anthriscus sylvestris*, *Arrhenatherum elatius*, *Avenella flexuosa*, *Cystopteris fragilis*, *Dryopteris filix-mas*, *Echinops sphaerocephalus*, *Ficaria verna*, *Fragaria vesca*, *Fragaria viridis*, *Galium aparine*, *Glechoma hederacea*, *Heracleum sphondylium*, *Hieracium murorum*, *Hieracium pilosella*, *Myosotis arvensis*, *Poa nemoralis*, *Poa pratensis*, *Potentilla argentea*, *Potentilla reptans*, *Rumex obtusifolius*, *Taraxacum sect. Ruderalia*, *Urtica dioica* a *Veronica chamaedrys*. Ani v této lokalitě nechybí zástupci mechorostů *Hypnum cupressiforme* a *Dicranum scoparium*. Vyskytující se anomálií je mikrofilie a opad jehlic. Kromě toho se na západní straně můžeme setkat s netypicky rozvětveným kmenem a rozpukovou borkou *Pinus sylvestris*.

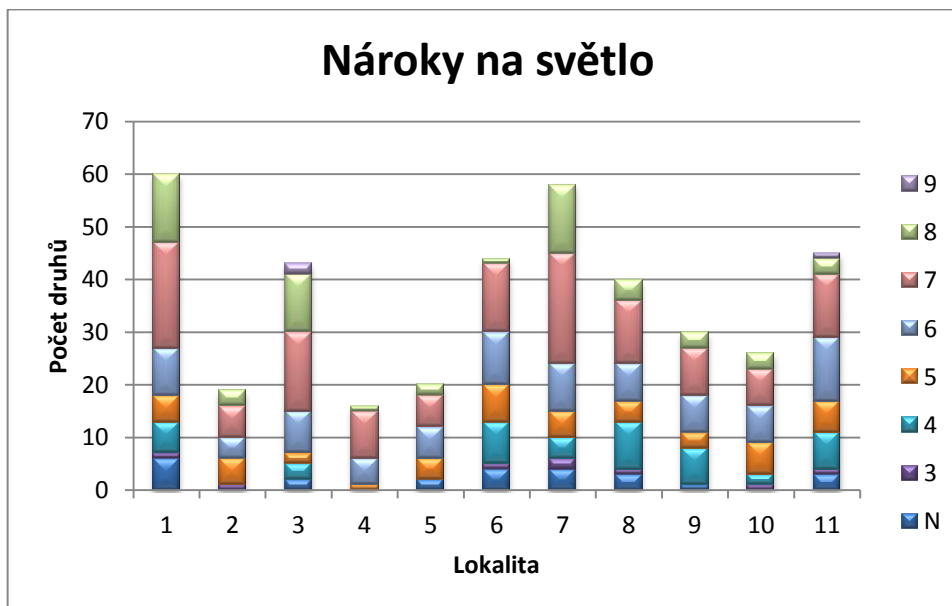
7.5 Srovnání životních podmínek rostlin na lokalitách

V následujících grafech byly srovnány mezi sebou všechny lokality podle životních podmínek rostlin.

Nároky na světlo

Na všech lokalitách zkoumaných hald jsou zastoupeny druhy celého spektra intenzity světelného záření, od světlomilných po stínomilné, kromě rostlin hlubokého stínu. Liší se však poměrem počtu druhů v jednotlivých kategoriích (viz Obr. 11). Nejvíce početná skupina je s přechodným stupněm mezi polostínomilnými a polosvětlomilnými rostlinami např. *Aegopodium podagraria*, *Artemisia vulgaris*, *Calamagrostis epigejos*, *Fragaria vesca*, *Galium album*, *Hieracium laevigatum*, *Padus avium*, *Pinus sylvestris*, *Rubus caesius* a *Vaccinium myrtillus*. Druhou nejvíce početnou skupinou jsou světlomilné rostliny např. *Bellis perennis*, *Dianthus deltoides*, *Larix decidua*, *Rosa canina*, *Senecio viscosus*, *Tussilago farfara*. Nejmenší výskyt v počtu druhů rostlin jsou stínomilné rostliny a heliofyty. Ze stínomilných rostlin se jedná o pouze dva zástupce *Dryopteris filix-mas* a *Fagus sylvatica*. Z heliofyt se vyskytují také pouze dva druhy *Melilotus alba* a *Potentilla argentea*.

Obr. 11: Nároky na světlo



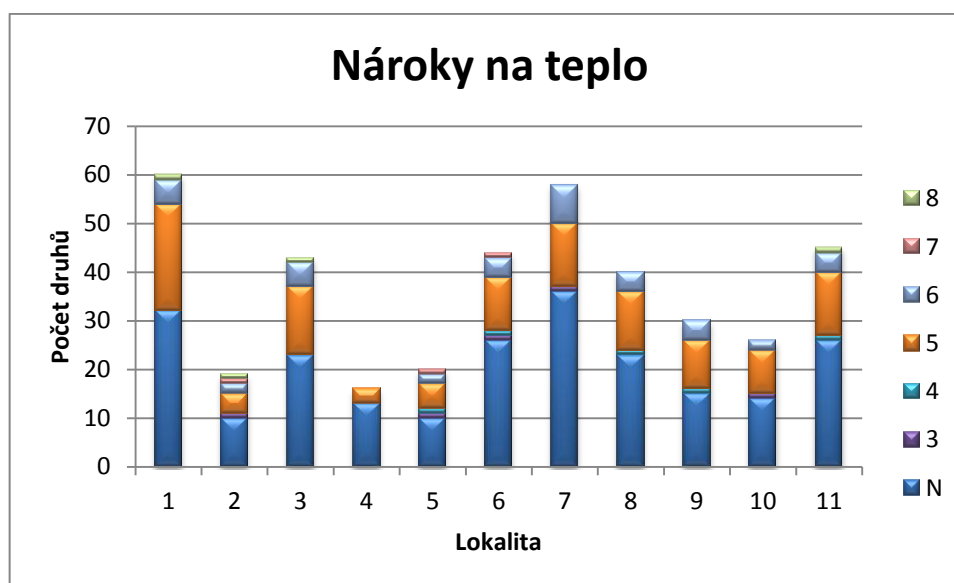
Legenda: 3 – stínomilné rostliny, 4 – přechodný stupeň, 5 – polostínomilné rostliny, 6 – přechodný stupeň, 7 – polosvětlomilné rostliny, 8 – světlomilné rostliny, 9 – heliofyty, N – neuvedeno

Nároky na teplo

Výsledky jsou dosti zkreslující, protože značné množství rostlin nemá přidělené číslo podle nároků na teplo (viz Obr. 12), což může znamenat, že se vůči výkyvům

teploty chovají značně indiferentně. Výsledky mohly být zajímavé díky snadno rozehřívajícímu se povrchu hald. Nejvíce zastoupených druhů, které mají přidělené indikační číslo, jsou rostliny mírně teplých podmínek např. *Arrhenatherum elatius*, *Campanula patula*, *Corylus avellana*, *Fagus sylvatica*, *Galium aparine*, *Malus sylvestris*, *Myosotis arvensis*, *Populus tremula*, *Sambucus nigra*, *Tilia platyphyllos*. Z teplomilných rostlin jsou uvedeny pouze dva druhy *Pyrus pyraeaster* a *Robinia pseudacacia*, z psychrofytů jen jeden *Picea abies*.

Obr. 12: Nároky na teplo

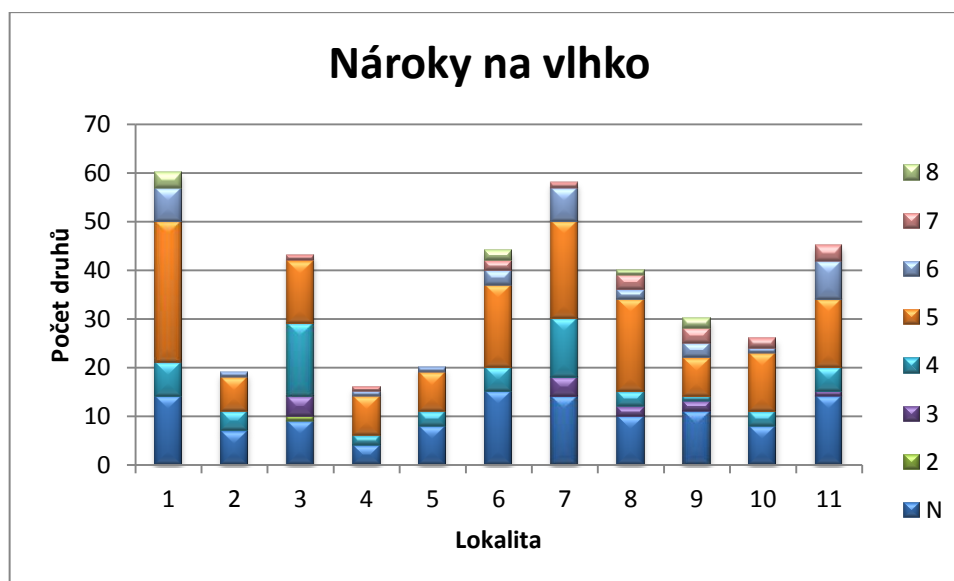


Legenda: 3 – psychrofyty – rostliny chladného pásma, 4 – přechodný stupeň, 5 – rostliny mírně teplých podmínek, 6 – přechodný stupeň, 7 – termofyty – teplomilné rostliny, 8 – přechodný stupeň, 9 – xerothermofyty – extrémně teplomilné rostliny

Nároky na vlhko

Zkoumané území je z většiny tvořeno snadno propustným břidličnatým substrátem. Dalo by se předpokládat, že se v oblasti budou převážně vyskytovat suchomilné rostliny. Ale podle výsledků v počtu jednotlivých druhů (viz Obr. 13) je nejvíce zastoupena skupina mezofytů. Do této skupiny patří *Capsella bursa-pastoris*, *Dryopteris filix-mas*, *Epilobium angustifolium*, *Heracleum sphondylium*, *Impatiens parviflora*, *Plantago major*, *Poa nemoralis*, *Populus tremula*, *Thlaspi arvense*, *Veronica hederifolia*. Ze suchomilných rostlin bylo nalezeno těchto dvanáct druhů: *Dianthus carthusianorum*, *Euphorbia cyparissias*, *Festuca ovina*, *Fragaria viridis*, *Linaria vulgaris*, *Melilotus alba*, *Melilotus officinalis*, *Myosotis stricta*, *Poa angustifolia*, *Sanguisorba minor*, *Senecio viscosus* a *Trifolium alpestre*.

Obr. 13: Nároky na vlhko



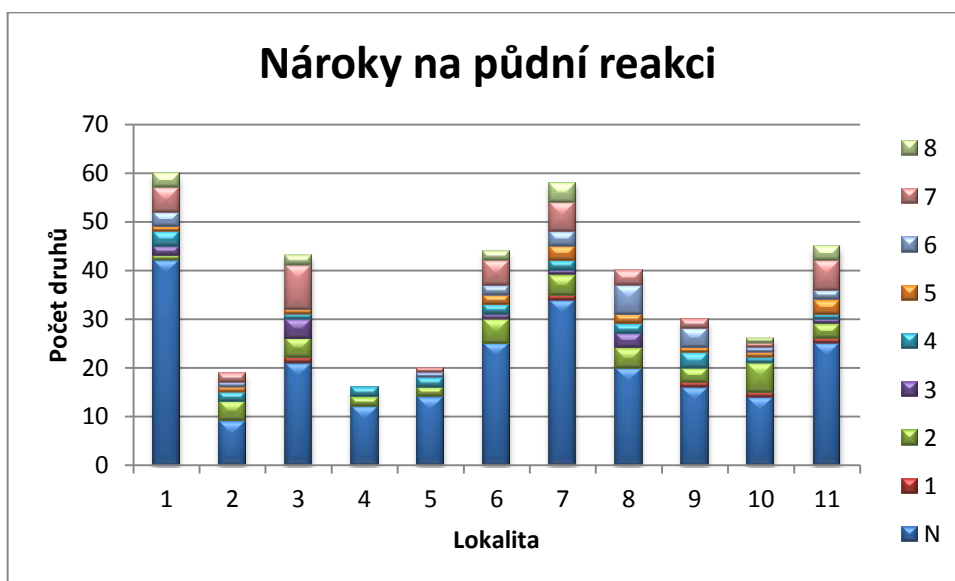
Legenda: 2 – přechodný stupeň, 3 – suchomilné rostliny, 4 – přechodný stupeň, 5 – mezofyty, 6 – přechodný stupeň, 7 – vlhkomilné rostliny, 8 – přechodný stupeň, 9 – rostliny vystavené vlhku, 10 – rostliny střídavých nároků, 11 – vodní rostliny

Nároky na půdní reakci

Překvapujícím zjištěním podle obrázku 14 je, že se ve sledovaném území nejčastěji vyskytovaly rostliny vyžadující slabě kyselé pH. Podle naměřených hodnot pH půdy z dřívějších výzkumů se pohybuje v rozmezí 3,28 – 4,10, což znamená, že půda je extrémně kyselá. Výsledky mohou být zkreslené, protože značné množství rostlin nemá přidělené číslo na půdní reakci.

Rostliny slabě kyselých půd jsou např. *Aegopodium podagraria*, *Crataegus laevigata*, *Fraxinus excelsior*, *Knautia arvensis*, *Malus sylvestris*, *Melilotus alba*, *Padus avium*, *Potentilla reptans*, *Rubus caesius*, *Thlaspi arvense*, *Veronica hederifolia*. Jediný druh rostoucí na substrátech se silně kyselou půdní reakcí byl *Calluna vulgaris*. Přechodný stupeň mezi silně kyselými a kyselými půdními reakcemi byly nalezeny druhy *Avenella flexuosa*, *Frangula alnus*, *Hieracium laevigatum*, *Rumex acetosella*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea* a *Veronica officinalis*. Druhy osídlující kyselé substráty jsou *Betula pubescens*, *Dianthus deltoides*, *Epilobium angustifolium*, *Festuca ovina*, *Luzula luzuloides*, *Polygala vulgaris*, *Potentilla argentea* a *Viola riviniana*. Rostliny preferující mírně kyselé půdy jsou zastoupeny druhy *Dryopteris filix-mas*, *Hieracium murorum*, *Luzula multiflora*, *Poa nemoralis* a *Sambucus racemosa*. Bazické a vápnomilné druhy nejsou zastoupeny.

Obr. 14: Nároky na půdní reakci



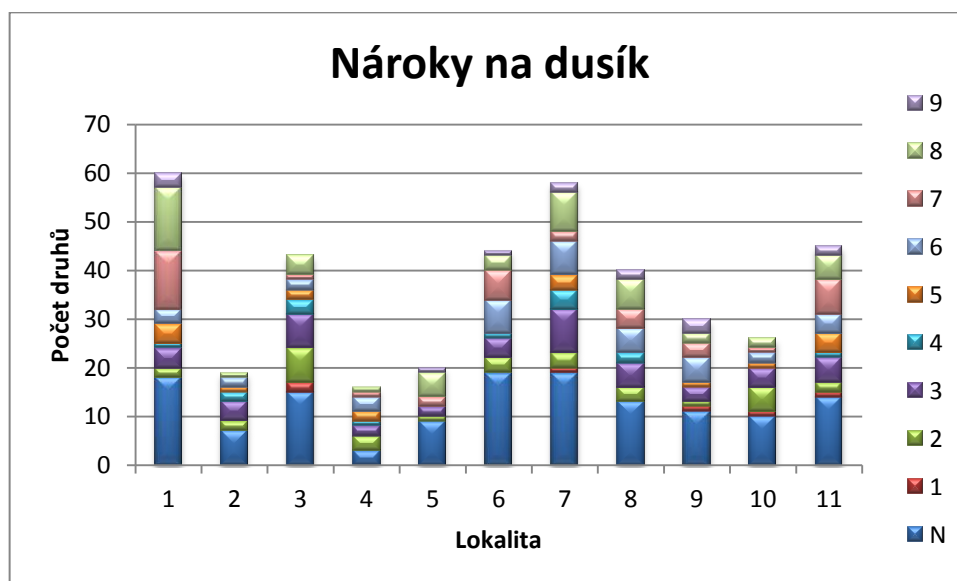
Legenda: 1 – silně kyselá, 2 – přechodný stupeň, 3 – kyselá, 4 – přechodný stupeň, 5 – indikátory mírně kyselých půd, 6 – přechodný stupeň, 7 – slabě kyselá půdní reakce, 8 – přechodný stupeň, 9 – bazické a vápnomilné druhy, N – neuvedeno

Nároky na dusík

V jednotlivých lokalitách sledovaného území převažovaly rostlinné druhy přechodného stupně mezi nitrofilním stanovištěm a stanovištěm chudých na dusík (Obr. 15). Tyto stanoviště jsou osídleny *Campanula rotundifolia*, *Dianthus carthusianorum*, *Dianthus deltoides*, *Galium pumilum*, *Hieracium laevigatum*, *Hieracium lachenalii*, *Hieracium pilosella*, *Polygala vulgaris*, *Rumex acetosella*, *Sanguisorba minor* a *Vaccinium vitis-idaea*. Druhou nejvíce zastoupenou skupinou jednotlivých lokalit byly rostliny ukazatelé dusíku např.: *Aegopodium podagraria*, *Galium aparine*, *Chelidonium majus*, *Rubus idaeus* a *Urtica dioica*.

Nejméně druhů na jedenácti lokalitách se vyskytovalo na dusík chudých stanovištích. Zástupci tohoto stanoviště jsou pouze dva: *Calluna vulgaris* a *Potentilla argentea*.

Obr. 15: Nároky na dusík



Legenda: 1 – rostliny na dusík chudých stanovišť (nitrofilní), 2 – přechodný stupeň, 3 – rostliny častější na dusíkem chudých stanovištích, 4 – přechodný stupeň, 5 – hojnější na dusíkem bohatých stanovištích, 6 – přechodný stupeň, 7 – rostliny na dusíkem bohatých stanovištích, 8 – ukazatelé dusíku, 9 – rostliny na stanovištích s přebytkem dusíku, N – neuvedeno

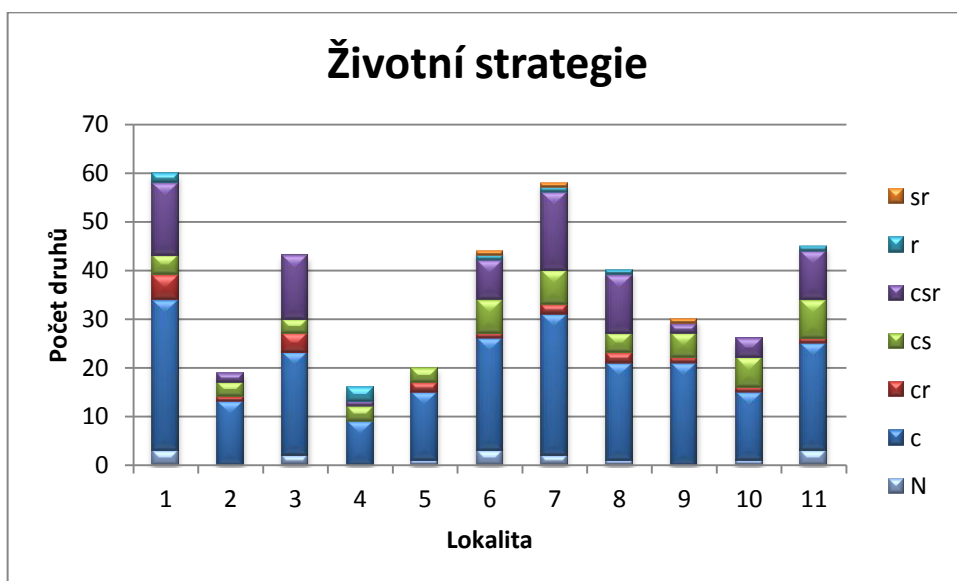
Životní strategie

Nejpočetnější druhovou skupinou (Obr. 16) byly C – stratégové. Charakteristickými druhy pro tuto skupinu jsou *Achillea millefolium*, *Betula pendula*, *Frangula alnus*, *Malus domestica*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *Urtica dioica* aj.

Nejméně se vyskytovaly R – stratégové, například *Capsella bursa-pastoris*, *Myosotis arvensis*, *Thlaspi arvense*.

Kombinací tří strategií vznikly sekundární strategie (CS –, CR –, SR –, CSR – stratégové). V tomto případě byly nejpočetnější druhy kombinující všechny výše uvedené strategie. Jsou zastoupeny druhy *Avenella flexuosa*, *Fragaria vesca*, *Leontodon hispidus*, *Medicago lupulina*, *Plantago major*, *Rumex acetosella*, *Vaccinium myrtillus* aj.

Obr. 16: Životní strategie



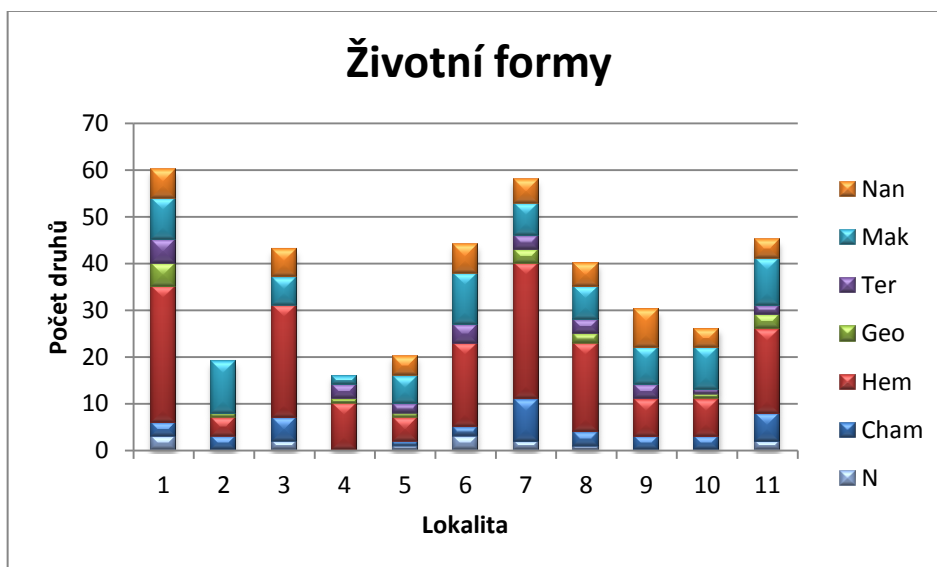
Legenda: C – rostliny konkurenční strategie, R – rostliny ruderalní strategie, S – rostliny stresolerantní strategie; CR, CS, SR a CSR, N – neuvedeno

Životní formy

Z grafu (Obr. 16) vyplývá, že nejpočetněji jsou zastoupeny hemikryptofty, například *Bellis perennis*, *Fragaria vesca*, *Hieracium lachenalii*, *Poa nemoralis*, *Sanguisorba minor*, *Viola odorata*.

Do méně časté skupiny patří geofyty. Byly nalezeny pouze druhy *Glecoma hederacea*, *Linaria vulgaris*, *Melica nutans*, *Myosoton aquaticum*, *Ranunculus ficaria*, *Rumex acetosella* a *Tussilago farfara*.

Obr. 16: Životní formy



Legenda: Cham – chamaefyty, Hem – hemikryptofty, Geo – geofyty, Ter – terofyty, Mak – makrofanerofty, Nan – nanofanerofty, Hyd – hydrofyty

8 Diskuse

Po těžbě pyritických břidlic bylo území tvořeno pouze břidličnatým materiálem vzniklých hald (viz Příloha x). Není známo, jestli území zcela bez vegetace obsahovalo diaspóry a vedlo tak k sekundární sukcesi. Jisté je, že deponie velmi neochotně zarůstá vlivem brzděné sukcese. Na Hromnickém jezírku dochází k brzděné sukcesi vlivem abiotického prostředí, který blokuje další sukcesní vývoj. Proto vzniklé haldy velmi neochotně zarůstají vlivem působením chemických podmínek břidličnatého materiálu. Překonat tyto nepříznivé podmínky je pro rostliny velmi náročné.

8.1 Stáří hald

Na západní straně jezírka se jedná zřejmě o nejmladší haldu, protože lom byl v době těžby nejvíce tímto směrem rozšiřován. Příčinou byla lepší kvalita suroviny. Pro snadnější přístup k surovině byly některé haldy převezeny ze západu na sever. Na jihozápadní haldě je část nevytěžené horniny, která patrně způsobuje větší kyselost povrchu (Hajšmanová 2002). To může být důvodem, proč se na lokalitě 9 (Obr. 3) značně vyskytují anomálie vegetace. Zřejmě má také vliv na nízkou druhovou diverzitu.

Haldy jižním směrem byly navázeny nejdříve, to znamená, že jsou nejstarší. Jedná se zde o pokročilejší sukcesi, což je patrně především na lokalitě 2 a 6 (Obr. 3). Lokalita 4 a 11 je velmi podobná v zastoupení rostlinných druhů, dalo by se usoudit, že se jedná o mladší haldy, než haldy lokalit 2 a 6. V lokalitách 4, 9 a 11 dominuje *Pinus sylvestris*, místy se tvoří malé ostrůvky s druhy *Vaccinium myrtillus* a v menší míře s *Calluna vulgaris*. V porovnání lokalit 4 a 11 lze říci, že starší haldou je oblast 11. Protože na lokalitě 11 se na borovici lesní vyskytuje méně fytoindikací, což může být způsobeno delší dobou vymývání břidličnatého substrátu. Tyto domněnky mohou být vyvráceny působením opadanky z *Betula pendula*. Opad listů z bříz příznivě zvyšuje pH, a tím druhovou diverzitu. V těsné blízkosti jezírka na lokalitách 7, 8 a 10 je dominantním druhem *Betula pendula*. Dále se ve větším množství vyskytuje na lokalitách 2 a 6. Za zvýšené hustoty listnatých stromů především *Betula pendula* zřejmě povede k acidofilní doubravě.

8.2 Dominantní druhy

Na celém sledovaném území ve stromovém patře je dominantním druhem *Pinus sylvestris* a *Betula pendula*. Keřové patro je převážně zastoupeno *Prunus avium*, *Sorbus aucuparia*, *Vaccinium myrtillus* a *Calluna vulgaris*. Bylinné patro je hojně osídleno

druhem *Avenella flexuosa*. Z bylin stojí za zmínku rod *Hieracium*, který se vyskytuje jen zřídka, ale téměř na všech lokalitách. V mechovém patře bylo celkem nalezeno devět druhů: *Hypnum cupressiforme*, *Pleurozium schreberi*, *Dicranella heteromala*, *Dicranum scoparium*, *Brachythecium rutabulum*, *Polytrichum formosum*, *Polytrichum piliferum*, *Pleurozium schreberi* a *Hylocomium splendens*. Z toho byl na všech dílčích lokalitách nalezen mechorost *Hypnum cupressiforme*.

8.3 Měření pH

Výsledky pH vody nebyly porovnány s dřívějšími hodnotami, protože pH bylo měřeno pouze po dobu dvou měsíců, mohlo by tak dojít k nevěrohodným závěrům.

Po šesti proběhlých měřeních se odlišují hodnoty pH, konduktivita i teplota vody mezi jednotlivými měřicími stanicemi. Překvapujícím zjištěním bylo, že nejnižší hodnota pH byla naměřena pod jihovýchodní haldou. V tomto místě byla naměřena i nejvyšší konduktivita. Konduktivita byla tak vysoká, že dosáhla maximální měřicí stupnice multimetrické sondy Combo (Hanna HI 98130), která přestala dále měřit. Maximální hodnota konduktivity multimetrickou sondou byla 3999 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Tato hodnota jistě není konečným výsledkem. Zajímavým zjištěním je také teplota vody pod jihovýchodní haldou. V prvních měřeních v měsíci duben se teplota pohybovala kolem 3,5°C v porovnání s teplotou měřicího místa pod východní haldou, která dosáhla 8,5°C, se odlišuje o 5°C. Jak teplota vzduchu stoupala, stoupala i teplota vody pod jihovýchodní haldou a už se nelišila v tak velké odchylce od teploty vody pod východní haldou.

Pozoruhodnost měřicího místa pod východní haldou je zoxidované železo pod hladinou vody. To je patrně způsobené zanesením odvodňovací štolý železitým sintrem. Pokud štola není zavalená, při extrémních srážkách by mohlo dojít ke zvednutí hladiny lomu a tlakem na štolu by mohl vytlačit železitý sintr, který by způsobil ekologickou katastrofu. Na povrch by se dostalo zhruba 1000 m³ sedimentu.

Výsledky pH posledního měřicího místa, na břehu jezírka, byly vždy o jednu až dvě desetiny vyšší s porovnáváním výsledky jihovýchodní haldy. Konduktivita dosahovala z naměřených hodnot v průměru 1762 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Měřicí místo – břeh jezírka se odchyloval vyšší teplotou vody o 5°C, odlišovala se od hodnot jihovýchodní haldy, tak i od hodnot východní haldy. Tyto odchylky jsou patrně způsobené oteplením vzduchu a působením slunečního záření. Tmavá břidlice odhalených hald, které obklopují jezírko, jsou snadno rozpáleny slunečním zářením a tím dochází k vzrůstu teploty vody.

8.4 Srovnání se staršími údaji

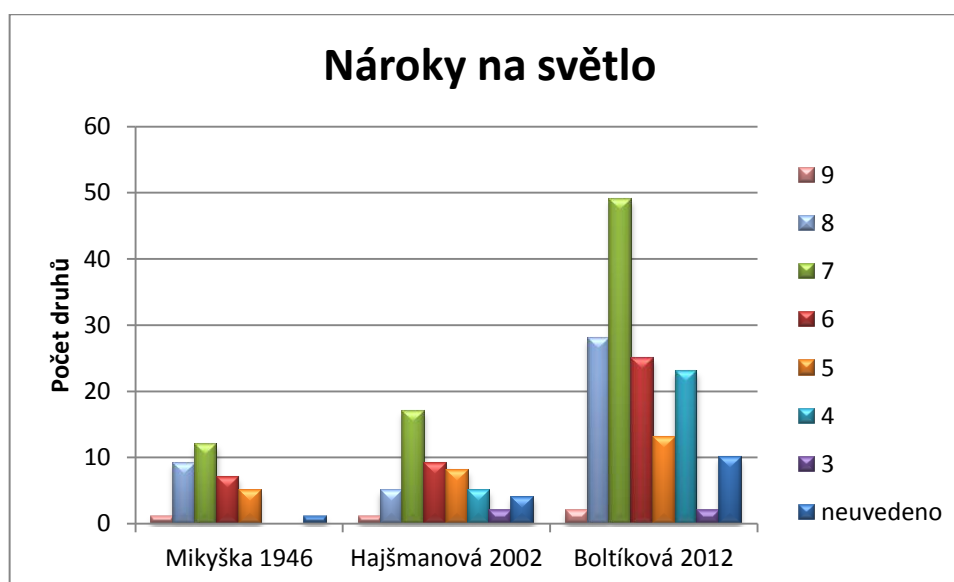
Hromnické jezírko se stalo zkoumaným územím, hlavně díky výrobě kyseliny sírové. Z hlediska vegetace byla lokalita zkoumána Mikyškou (1946) a Hajšmanovou (2002). Jejich výsledky práce byly použity pro srovnání s mými získanými rostlinnými druhy. Práce mezi sebou byly porovnány podle životních podmínek rostlin, životních strategií a životních forem.

Nároky na světlo

Z grafu (Obr. 18) vyplývá, že nejpočetněji jsou zastoupeny polosvětломilné rostliny (např. *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Quercus robur*). V mé práci a v práci Mikyšky byl druhou nejvíce vyskytovanou skupinou světlomilné rostliny: *Calluna vulgaris*, *Cerastium arvense*, *Rosa canina* aj. U Hajšmanové byl druhou skupinou přechodný stupeň mezi polostínomilnými a polosvětломilnými rostlinami.

Další vyšší počet rostlin, pouze v mé práci, byl přechodný stupeň mezi stínomilnými a polostínomilnými rostlinami. U Mikyšky se tyto rostliny nevyskytovaly, u Hajšmanové byly zastoupeny v menším počtu. Skupina stínomilných rostlin se nebyla opět uvedena u Mikyšky. Do méně časté skupiny patří heliofyty. Z heliofyt v mé práci byly nalezeny druhy *Melilotus alba*, *Potentilla argentea*, u Mikyšky *Spergula morisonii* a u Hajšmanové *Poa compressa*.

Obr. 18: Nároky na světlo



Legenda: 3 – stínomilné rostliny, 4 – přechodný stupeň, 5 – polostínomilné rostliny, 6 – přechodný stupeň, 7 – polosvětломilné rostliny, 8 – světlomilné rostliny, 9 – heliofyty, N – neuvedeno

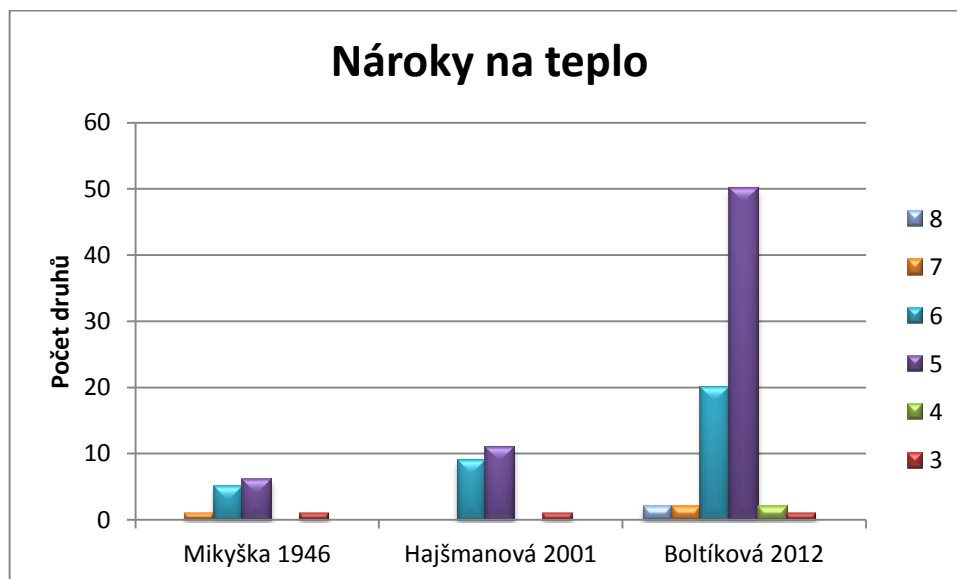
Nároky na teplo

Pro lepší znázornění grafu (Obr. 19) nebyl zobrazen celkový počet druhů ve všech pracích, protože převážný počet druhů rostlin nemá přidělené číslo podle nároků na teplo. Z toho tohoto ekologického hlediska nejvíce druhů spadá do skupiny mírně teplých podmínek. Z této skupiny byl v porovnávaných prací společný jeden zástupce *Populus tremula*.

V přechodném stupni mezi rostlinami mírně teplých podmínek a termofyty se vyskytoval jediný druh *Quercus robur* v porovnávaných pracích.

Xerothermofyty a přechodný stupeň mezi rostlinami chladného pásma a mírně teplých podmínek nebyly zastoupeny žádné druhy rostlin u Mikyšky ani u Hajšmanové.

Obr. 19: Nároky na teplo



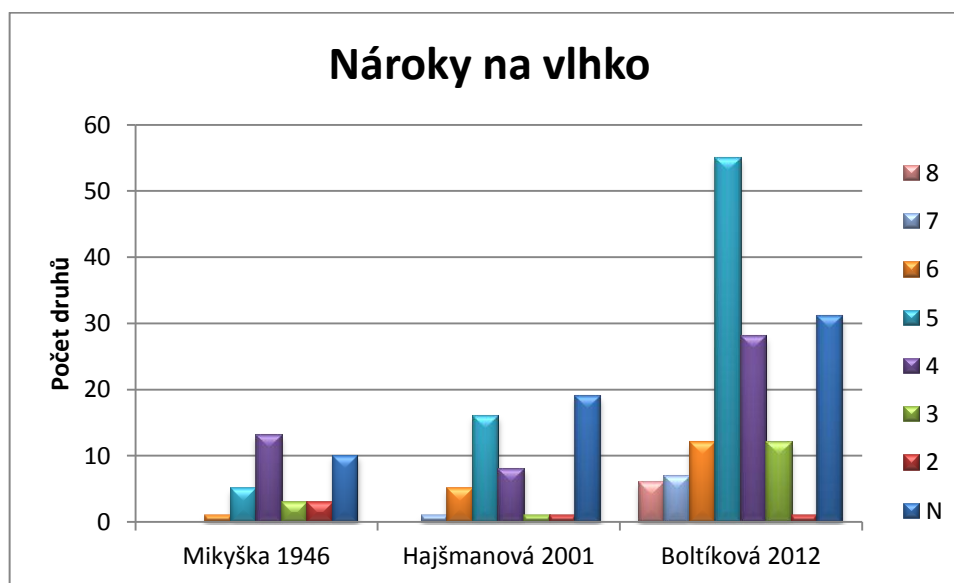
Legenda: 3 – rostliny chladného pásma (psychrofyty), 4 – přechodný stupeň, 5 – rostliny mírně teplých podmínek, 6 – přechodný stupeň, 7 – teplomilné rostliny (termofyty), 8 – přechodný stupeň, 9 – extrémně teplomilné rostliny (xerothermofyty)

Nároky na vlhko

Jak je patrné z grafu (Obr. 20), nejčastěji se vyskytovaly druhy mezofytů. Mé výsledky se shodovaly s Mikyškou pouze s druhy *Epilobium angustifolium* a *Poa pratensis*. V porovnání mých výsledků s Hajšmanovou byly nalezeny stejné druhy *Dryopteris filix-mas*, *Fragaria vesca*, *Galium album*, *Hieracium laevigatum*, *Chelidonium majus*, *Mycelis muralis*, *Poa nemoralis*, *Populus tremula*, *Quercus petraea*, *Rubus idaeus*, *Rumex acetosella*, *Senecio vulgaris*, *Taraxacum officinale*, *Vinca minor* a *Viola odorata*. Společným zástupcem porovnávaných prací byl druh *Populus tremula*.

Nejmenší počet byl zaznamenán u přechodného stupně mezi extrémně suchomilnými a suchomilných rostlin. U mě se vyskytoval pouze druh *Potentilla argentea*, u Hajšmanové také jeden druh *Poa compressa* a u Mikyšky druhy *Cerastium pumilum*, *Potentilla tabernaemontani* a *Spergula morisonii*. Přechodný stupeň mezi vlhkomilnými rostlinami a rostlinami vystavené vlhku neosidlovaly území zkoumané Mikyškou ani Hajšmanovou.

Obr. 20: Nároky na vlhko



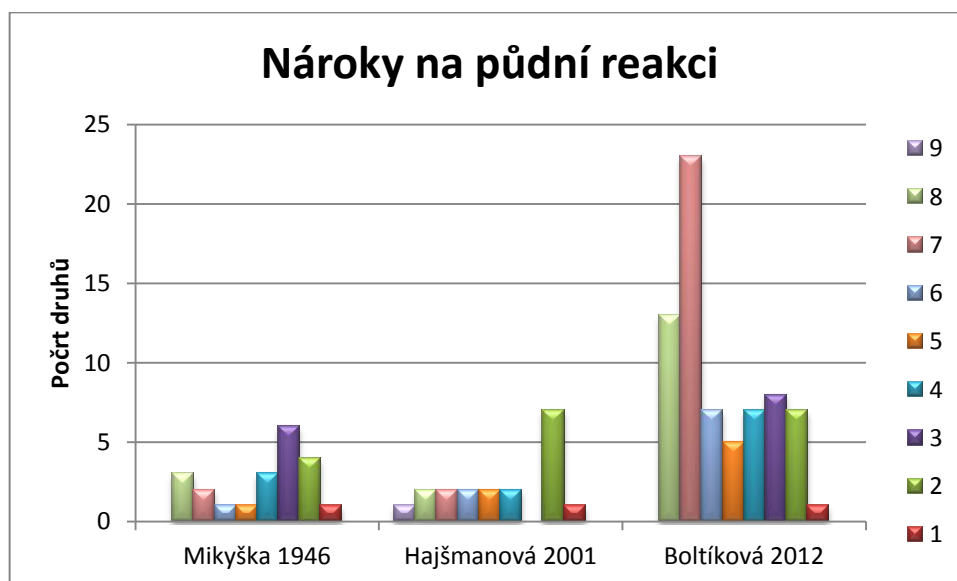
Legenda: 2 – přechodný stupeň, 3 – suchomilné rostliny, 4 – přechodný stupeň, 5 – rostliny čerstvých stanovišť (mezofyty), 6 – přechodný stupeň, 7 – vlhkomilné rostliny, 8 – přechodný stupeň, 9 – rostliny vystavené vlhku, 10 – rostliny střídavých nároků, 11 – vodní rostliny, N – neuvedeno

Nároky na půdní reakci

Pro lepší zobrazení, do grafu (Obr. 21) opět nebyl dán celkový počet druhů, u kterých nebylo přiděleno číslo podle nároků na půdní reakci.

V porovnání s předešlými roky je v současné době nejpočetnější skupinou slabě kyselá půdní reakce. U Hajšmanové nejvíce druhů spadalo do přechodného stupně mezi silně kyselou a kyselou půdní reakcí, která byla reprezentována druhy *Avenella flexuosa*, *Frangula alnus*, *Hieracium laevigatum*, *Rumex acetosella*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea* a *Veronica officinalis*. Všechny tyto vyjmenované druhy jsou charakteristické i pro mé výsledky přechodného stupně mezi silně kyselou a kyselou půdní reakcí. U Mikyšky byla nejpočetnější kyselá skupina rostlin tvořena *Agrostis capillaris*, *Dianthus deltoides*, *Epilobium angustifolium*, *Festuca ovina*, *Jasione montana* a *Luzula campestris*. U Hajšmanové skupina kyselých rostlin nebyla ve sledovaném území zaznamenána.

Obr. 21: Nároky na půdní reakci



Legenda: 1 – silně kyselá, 2 – přechodný stupeň, 3 – kyselá, 4 – přechodný stupeň, 5 – indikátory mírně kyselých půd, 6 – přechodný stupeň, 7 – slabě kyselá půdní reakce, 8 – přechodný stupeň, 9 – bazické a vápnomilné druhy

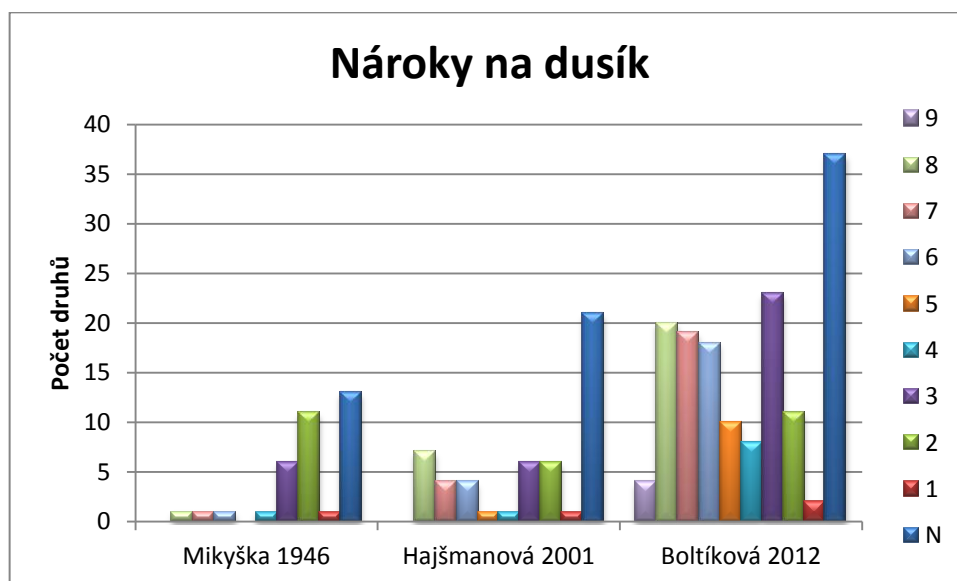
Nároky na dusík

Z grafu (Obr. 22) je vidět nárůst v obsahu dusíku oproti předešlým výzkumům. Nejvíce druhů u Mikyšky bylo nalezeno v přechodném stupni mezi rostlinami na dusík chudých stanovišť a rostlinami častější na dusík chudých stanovišť. Tyto druhy byly zastoupeny druhy *Campanula rotundifolia*, *Dianthus deltoides*, *Hieracium vulgatum*, *Hieracium pilosella*, *Hieracium umbellatum*, *Jasione montana*, *Luzula campestris*, *Nardus stricta*, *Potentilla tabernaemontani*, *Spergula morisonii* a *Vaccinium vitis-idaea*.

Nejpočetnější skupina u Hajšmanové byly rostliny ukazující dusík. Do této skupiny patří druhy *Aegopodium podagraria*, *Galium aparine*, *Chelidonium majus*, *Rubus idaeus*, *Senecio vulgaris*, *Urtica dioica* a *Viola odorata*.

Rostliny na stanovištích s přebytkem dusíku byly nalezeny pouze při mém mapování. Skupina je zastoupena pouze druhy *Lamium album*, *Rubus caesius*, *Rumex obtusifolius* a *Sambucus nigra*.

Obr. 22: Nároky na dusík



Legenda: 1 – rostliny na dusík chudých stanovišť (nitrofilní), 2 – přechodný stupeň, 3 – rostliny častější na dusíkem chudých stanovištích, 4 – přechodný stupeň, 5 – hojnější na dusíkem bohatých stanovištích, 6 – přechodný stupeň, 7 – rostliny na dusíkem bohatých stanovištích, 8 – ukazatelé dusíku, 9 – rostliny na stanovištích s přebytkem dusíku, N – neuvedeno

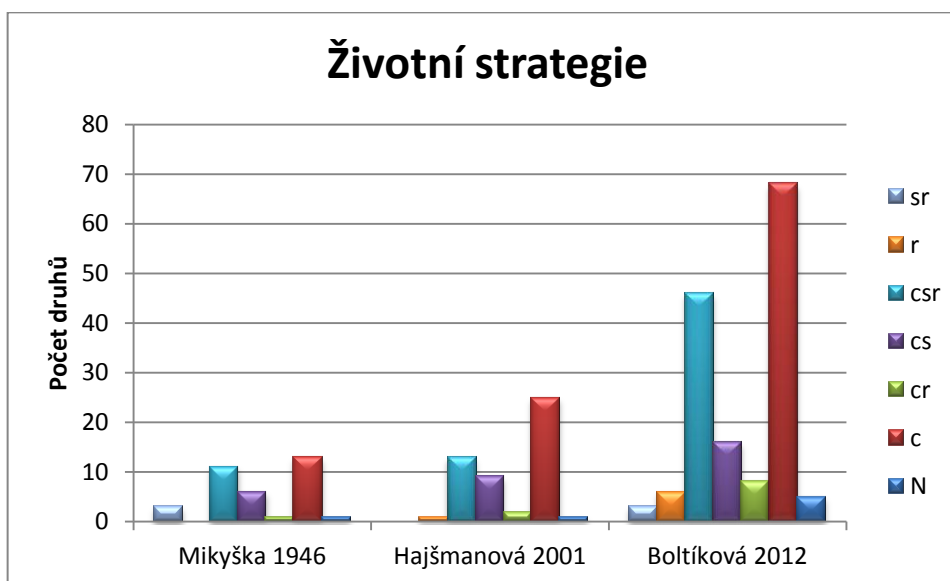
Životní strategie

Nejpočetnější druhovou skupinou (Obr. 23) byly konkurenční strategové u všech prováděných výzkumů. Druhy C – strategů jsou *Achillea millefolium*, *Betula pendula*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Quercus robur* aj.

Nejméně početnou skupinu tvořily R – strategové. Při sledování území Mikyškou se rostliny R – strategie nevyskytovaly.

Kombinací tří strategií vznikly sekundární strategie (CS –, CR –, SR –, CSR – strategové). V tomto případě byly nejpočetnější druhy kombinující všechny výše uvedené strategie.

Obr. 23: Životní strategie



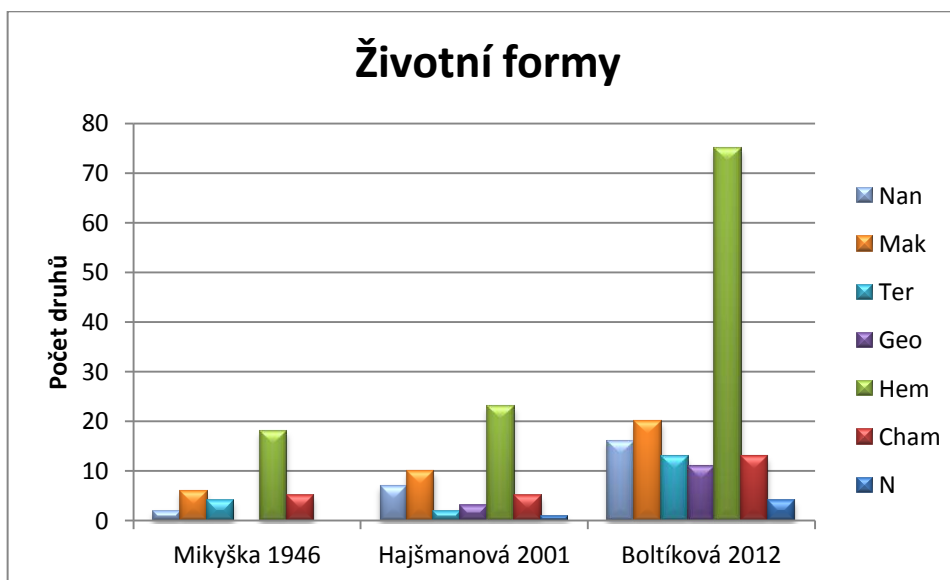
Legenda: C – rostliny konkurenční strategie, R – rostliny ruderální strategie, S – rostliny stresolerantní strategie; CR, CS, SR a CSR, N – neuvedeno

Životní formy

Graf (Obr. 24) ukazuje převládající zastoupení hemikryptofyt např.: *Achillea millefolium*, *Avenella flexuosa*, *Plantago lanceolata*, *Poa pratensis* aj.

Geofyty se nenacházely v době prováděného průzkumu Mikyšky.

Obr. 24: Životní formy



Legenda: Cham – chamaefyty, Hem – hemikryptofyty, Geo – geofyty, Ter – terofyty, Mak – makrofanerofyty, Nan – nanofanerofyty, Hyd – hydrofyty

Z předchozích grafů je vidět, jak se vyvíjí a vzrůstá druhová diverzita od roku 1946 až do současnosti.

9 Závěr

Během let 2012 – 2013 byl prováděn terénní výzkum na území Hromnického jezírka. Hromnické jezírko je extrémě kyselé území po těžbě pyritických břidlic. Acidita a další abiotické podmínky prostředí natolik ovlivňuje vývoj zdejší vegetace a způsobuje, že deponie velmi neochotně zarůstá. Vlivem těchto podmínek jsou na vegetaci makroskopicky viditelné anomálie především na *Pinus sylvestris* a *Betula pendula*. Ze zjištěných anomálií se jedná o mikrofilii jehlic, chlorózu jehlic, nekrózu, nanismy, podivné větvení, rozpukanou borku, čarověníky a zasychání horních větví bříz. Celá oblast je zasažena mikrofilii jehlic a opadem jehlic od kmene až ke koncům větví. Pouze na konci větví jsou jehlice zachovány.

Na celém sledovaném území Hromnického jezírka je dominantním druhem *Pinus sylvestris* a *Betula pendula*. Ve větší míře se vyskytovaly byliny *Avenella flexuosa* a *Vaccinium myrtillus* a mechorost *Hypnum cupressiforme*.

Na sledovaném území bylo zjištěno celkem 152 druhů rostlin a 9 druhů mechorostů. S porovnávanými dřívějšími výzkumy vzrostla druhová diverzita téměř v trojnásobném množství. To je patrně způsobeno propustností břidličnatého substrátu, z kterého jsou tak již delší dobu vymývány prvky a soli síry negativně působící na prostředí. Dalším vlivem na vzrůst druhové diverzity je opadanka z *Betula pendula*. Ta svým opadem listů zvyšuje pH a umožňuje, tak příznivější podmínky pro uchycení vegetace.

Další vývoj vegetace Hromnického jezírka bude patrně záviset na hustotě *Betula pendula*, která rostlinám umožňuje, snížením pH, překonat nepříznivé podmínky.

10 Resumé

The aim of the Bachelor's work was to work up the generic lists for the examined territory and characteristic of the vegetation. In the theoretical part of the Bachelor's work the selected area was characterized followed by the history of the area. Hromnice lake is flooded quarry after extraction of shale. The lake is located near the village Hromnice, approximately 12 km northeast from the Pilsen. Area of the lake with its surroundings is 12,20 ha. Flooded area lake is approximately 3 ha. Maximum water depth is 18 m. Hromnice lake reaches the level of the surrounding terrain up to 50 m and it is nearly 200 m long and 130 m wide over. Hromnice lake was declared a protected area in 1975. Practical part of the Bachelor's work was focused on evaluation of terraneous acquired data. The surface of Hromnice lake is formed of the slate. Slate contains elements and salts of sulfuric acid, which reduces pH of surroundings and water in the lake. An acidic environment has a negative influence on the development of the vegetation. The area can't easily overgrow and there arise anomalies on the vegetation. There are mainly *Pinus sylvestris* and *Betula pendula*.

11 Literatura

Valter, P.: *Hromnice Žichlice 820 let*, Horní Bříza, Granát, 2001. ISBN 80-86460-01-0

Jiskra, J.: *Johnn David Edler von Starck a jeho podíl na rozvoji hornictví a průmyslu v západních a severozápadních Čechách koncem 18. a v 19. století*, Sokolov, Krajské muzeum Sokolov, 2005. ISBN 80- 86630-05-6

Hajšmanová, M.: *Flóra a vegetace hald po těžbě pyritických břidlic na Plzeňsku*, [Diplomová práce]. Plzeň, ZČU 2002.

Neuhäuslová, Z. a kol.: *Mapa potenciální přirozené vegetace ČR*, Praha, Academia, 1998. ISBN 80-200-0687-7

Flek, J.: *Česká kyselina sírová a vitriolový průmysl v Čechách*, Praha, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 1977.

Mikyška, R.: *Lesnická práce*, Písek, 1946.

Kuberová, M.: *Řasová flóra extrémních biotopů na Plzeňsku*, [Diplomová práce]. Plzeň, ZČU 2000.

Jakrlová, J.; Pelikán, J.: *Ekologický slovník terminologický a výkladový*, Praha, Fortuna, 1999. ISBN 80-7168-644-1

Rajchard, J. a kol.: *Ekologie III*, České Budějovice, Kopp, 2002. ISBN 80-7232-191-9

Kubát, K.: *Klíč ke květeně České republiky*, Praha, Academia, 2002. ISBN 80-200-0836-5

Červená, A. a kol.: *Inventarizační průzkum v letech 1979 – 1982*, Plzeň, 1982

Laška, J.: *Chemická exkurse na Hromnické jezírko u Plzně*, Plzeň, 1973

Internetové zdroje

Wikipedia. *Hromnické jezírko* [online]. 29. 10. 2012 [cit. 2013-02-20]. Dostupné z: <http://www.cs.wikipedia.org/wiki/Hromnick%C3%A9_jez%C3%ADrko>

Regionální počasí. *Klimatické podmínky ČR* [online]. 5. 6. 2012 [cit. 2013-02-20]. Dostupné z: <<http://www.tpocasi.cz/zajimavosti/klimaticke-podminky-cr/>>

Plzeň – Evropské hlavní město kultury. *Geografické údaje města* [online]. 15. 1. 2013 [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <<http://www.plzen.eu/o-meste/informace-o-meste/geografie/geografie.aspx>>

Mapy. *Poloha Hromnického jezírka* [online]. 23. 4. 2013 [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: <<http://www.mapy.cz/#x=13.447190&y=49.853008&z=14&l=15&c=25-H>>

Agromická fakulta. *Půda a výživa rostlin* [online]. 25. 4. 2011 [cit. 2013-04-23].

Dostupné z: <http://web2.mendelu.cz/af_291_sklad/frvs/hrudova/index_soubory/Page2229.htm>

ZAPLETALOVÁ, E., BALEJOVÁ, V. *Průvodce chřadnutí a prosychání borovic* [online]. 2012 [cit. 2013-04-26].

Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/file/166327/Listovka_S.sophinea_25._6.opr.pdf>

Wikipedia. *Mohelenská hadcová step* [online]. 27. 6. 2013 [cit. 2013-04-28].

Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Mohelensk%C3%A1_hadcov%C3%A1_step>

Wikipedia. *Čarověník* [online]. 7. 4. 2013 [cit. 2013-04-28].

Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Carov%C4%9Bn%C3%ADk>>

KOSTELNÍČEK, M. *Čarověníky geneticky stálé, vznikající jako vnější projev mutací* [online]. 2007 [cit. 2013-05-02].

Dostupné z: <<http://www.caroveniky.cz/caroveniky/796/>>

ULBRICHOVÁ, L. *Význam prvků pro výživu rostlin* [online]. 2009 [cit. 2013-05-02]. Dostupné z: <http://fle.czu.cz/~ulbrichova/Skripta_EKOL/ziviny/ziviny.htm>

12 Přílohy

Tab. A: Přehled jednotlivých údajů rostlin 2012

Latinský název	L	T	F	R	N	STRAT	LEBFORM
<i>Acer platanoides</i>	4	6				c	p
<i>Acer pseudoplatanus</i>	4		6		7	c	p
<i>Aegopodium podagraria</i>	5		6	7	8	c	gh
<i>Agrimonia eupatoria</i>	7	6	4	8	4	c	h
<i>Achillea millefolium</i>	6		4			c	h
<i>Anthriscus sylvestris</i>	7		5		8	c	h
<i>Arabidopsis thaliana</i>	6		4	4	4	r	t
<i>Arrhenatherum elatius</i>	8	5	5	7	7	c	h
<i>Artemisia vulgaris</i>	7		6		8	c	hc
<i>Athyrium filix-femina</i>	4		7		6	cs	h
<i>Avenella flexuosa</i>	6			2	3	cs	h
<i>Ballota nigra</i>	8	6	5		8	c	ch
<i>Bellis perennis</i>	8	5			5	csr	h
<i>Betula pendula</i>	7					c	p
<i>Betula pubescens</i>	7			3	3	cs	p
<i>Calamagrostis epigejos</i>	7	5			6	c	gh
<i>Calluna vulgaris</i>	8			1	1	cs	z
<i>Campanula patula</i>	8	5	5	7	4	csr	h
<i>Campanula rapunculoides</i>	6	6	4	8	4	csr	h
<i>Campanula rotundifolia</i>	7		4		2	csr	h
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	7		5		7	r	t
<i>Carpinus betulus</i>	4	6				c	p
<i>Cerastium arvense</i>	8	6	4	6	4	cr	c
<i>Cirsium vulgare</i>	8	5	5		8	cr	h
<i>Cornus alba</i>						c	n
<i>Corylus avellana</i>	6	5				c	n
<i>Crataegus laevigata</i>	6	5	5	7		c	np
<i>Crataegus monogyna</i>	7	5	4	8	3	c	np
<i>Cystopteris fragilis</i>	5		7	8	5		h
<i>Dactylis glomerata</i>	7		5		6	c	h
<i>Deschampsia cespitosa</i>	6		7		3	c	h
<i>Dianthus carthusianorum</i>	8	5	3	7	2	csr	c
<i>Dianthus deltoides</i>	8		4	3	2	csr	ch
<i>Dryopteris filix-mas</i>	3		5	5	6	cs	h
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	8	8	4	8	7	c	h
<i>Elytrigia repens</i>	7		5		8	c	g
<i>Epilobium angustifolium</i>	8		5	3	8	c	h
<i>Euonymus europaea</i>							
<i>Euonymus europaea</i>							
<i>Euphorbia cyparissias</i>	8		3		3	csr	hg

<i>Fagus sylvatica</i>	3	5	5			c	p
<i>Festuca gigantea</i>	4	5	7	6	6	cs	h
<i>Festuca ovina</i>	7		3	3		csr	h
<i>Fragaria vesca</i>	7		5		6	csr	h
<i>Fragaria viridis</i>	7	5	3	8	3	csr	h
<i>Frangula alnus</i>	6		7	2		c	n
<i>Fraxinus excelsior</i>	4	5		7	7	c	p
<i>Galeobdolon argentatum</i>							
<i>Galium album</i>	7		5			c	h
<i>Galium aparine</i>	7	5	6	6	8	cr	tl
<i>Galium pumilum</i>	7	5	4	4	2	csr	h
<i>Galium verum</i>	7	5	4	7	3	csr	h
<i>Geranium pratense</i>	8	5	5	8	7	c	h
<i>Geranium robertianum</i>	4				7	csr	th
<i>Geum urbanum</i>	4	5	5		7	csr	h
<i>Glechoma hederacea</i>	6	5	6		7	csr	gh
<i>Hedera helix</i>	4	5	5			cs	zpl
<i>Heracleum sphondylium</i>	7	5	5		8	c	h
<i>Hieracium laevigatum</i>	7	5	5	2	2	cs	h
<i>Hieracium lachenalii</i>	5		5	4	2	cs	h
<i>Hieracium murorum</i>	4		5	5	4	csr	h
<i>Hieracium pilosella</i>	7		4		2	csr	h
<i>Hypericum perforatum</i>	7		4			c	h
<i>Hypochoeris radicata</i>	8	5	5	4	3	csr	h
<i>Chelidonium majus</i>	6	6	5		8	cr	h
<i>Impatiens parviflora</i>	4	6	5		6	sr	t
<i>Knautia arvensis</i>	7	5	4	7	3	c	h
<i>Lamium album</i>	7		5		9	csr	h
<i>Lamium purpureum</i>	7		5		8	r	th
<i>Lapsana communis</i>	5		5		7	cr	ht
<i>Larix decidua</i>	8		4		3	c	p
<i>Lembotropis nigricans</i>	6	6	4			c	n
<i>Leontodon hispidus</i>	8		4		3	csr	h
<i>Linaria vulgaris</i>	8	5	3	7	3	csr	gh
<i>Lolium perenne</i>	8	5	5		7	c	h
<i>Lotus corniculatus</i>	7		4	7	3	csr	h
<i>Luzula luzuloides</i>	4			3	4	csr	h
<i>Luzula multiflora</i>	7		6	5	3	csr	h
<i>Lysimachia punctata</i>						c	h
<i>Lysimachia vulgaris</i>	6		8			cs	h
<i>Mahonia aquifolium</i>	4				5	cs	n
<i>Malus domestica</i>	7	8	5		6	c	p
<i>Malus sylvestris</i>	7	5	5	7	5	c	p
<i>Medicago lupulina</i>	7	5	4	8		csr	th
<i>Melica nutans</i>	4		4	7	3	csr	gh

<i>Melilotus alba</i>	9	6	3	7	3	cr	ht
<i>Melilotus officinalis</i>	8	5	3	8		cr	h
<i>Moehringia trinervia</i>	4	5	5	6	7	csr	ht
<i>Mycelis muralis</i>	4	5	5		6	csr	h
<i>Myosotis arvensis</i>	6	5	5		5	r	th
<i>Myosotis laxiflora</i>						csr	h
<i>Myosotis stricta</i>	8	6	3	4	3	sr	t
<i>Myosoton aquaticum</i>	7	5	8		8	cs	gh
<i>Padus avium</i>	5		8	7	6	c	pn
<i>Petasites hybridus</i>	7	5	8	7	8	c	gh
<i>Picea abies</i>	5	3				c	p
<i>Pinus sylvestris</i>	7					c	p
<i>Plantago lanceolata</i>	6					csr	h
<i>Plantago major</i>	8		5		6	csr	ht
<i>Plantago media</i>	7		4	8	3	csr	h
<i>Poa angustifolia</i>	7	5	3		3	c	h
<i>Poa nemoralis</i>	5		5	5	3	csr	h
<i>Poa pratensis</i>	6		5		6	c	h
<i>Polygala vulgaris</i>	7		5	3	2	csr	hc
<i>Populus tremula</i>	6	5	5			c	p
<i>Potentilla argentea</i>	9					csr	h
<i>Potentilla argentea</i>	9		2	3	1	csr	h
<i>Potentilla reptans</i>	6	6	6	7	5	csr	h
<i>Prunus avium</i>							
<i>Prunus avium</i>							
<i>Prunus spinosa</i>	7	5				c	n
<i>Pulmonaria obscura</i>	4	5	6	8	7	csr	h
<i>Pyrus pyraister</i>	6	7	4			c	p
<i>Quercus petraea</i>	6	6	5			c	p
<i>Quercus robur</i>	7	6				c	p
<i>Ranunculus acris</i>	7					c	h
<i>Ranunculus ficaria</i>	4	5	7	7	7	csr	g
<i>Ribes rubrum</i>	4		8	6	6	c	n
<i>Ribes uva-crispa</i>	4	5			6	c	n
<i>Robinia pseudoacacia</i>	5	7	4		8	c	p
<i>Rosa canina</i>	8	5	4			c	n
<i>Rubus caesius</i>	7	5	7	7	9	c	zn
<i>Rubus idaeus</i>	7		5		8	c	nz
<i>Rumex acetosa</i>	8				5	c	h
<i>Rumex acetosella</i>	8	5	5	2	2	csr	gh
<i>Rumex obtusifolius</i>	7	5	6		9	c	h
<i>Salix caprea</i>	7		6	7	7	c	np
<i>Sambucus nigra</i>	7	5	5		9	c	n
<i>Sambucus racemosa</i>	6	4	5	5	8	c	n
<i>Sanguisorba minor</i>	7	6	3	8	2	cs	h

<i>Senecio viscosus</i>	8	6	3	4	5	sr	t
<i>Sorbus aucuparia</i>	6			4		c	pn
<i>Stellaria media</i>					8	cr	t
<i>Symphoricarpos albus</i>	6	4	5		7	c	n
<i>Symphytum officinale</i>	7	6	8		8	c	hg
<i>Tanacetum vulgare</i>	8		5		5	c	h
<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i>							
<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i>							
<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i>							
<i>Thlaspi arvense</i>	6	5	5	7	6	r	t
<i>Tilia platyphyllos</i>	4	5	5		7	c	p
<i>Trifolium alpestre</i>	7	5	3	6	3	csr	h
<i>Trifolium medium</i>	7	5	4		3	c	h
<i>Trifolium repens</i>	8		5		7	csr	ch
<i>Tussilago farfara</i>	8		6	8	6	csr	g
<i>Urtica dioica</i>			6	6	8	c	h
<i>Vaccinium myrtillus</i>	5			2	3	cs	z
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	5		4	2	2	cs	z
<i>Veronica hederifolia</i>	6	6	5	7	7	r	t
<i>Veronica chamaedrys</i>	6		4			csr	c
<i>Veronica officinalis</i>	5		4	2	4	c	c
<i>Vicia cracca</i>	7		5			c	hl
<i>Vicia sepium</i>			5	7	5	c	hl
<i>Vinca minor</i>	4	6	5		6	cs	c
<i>Viola odorata</i>	5	6	5		8	csr	h
<i>Viola reichenbachiana</i>	4	5	5	7	6	csr	h
<i>Viola riviniana</i>	5		5	3		csr	h

Tab. B: Přehled jednotlivých údajů rostlin 2002

Latinský název	L	T	F	R	N	STRAT	LEBFORM
<i>Acer platanoides</i>	4	6				c	p
<i>Aegopodium podagraria</i>	5		6	7	8	c	gh
<i>Achillea millefolium</i>	6		4			c	h
<i>Avenella flexuosa</i>	6			2	3	cs	h
<i>Bellis perennis</i>	8	5			5	csr	h
<i>Betula pendula</i>	7					c	p
<i>Calluna vulgaris</i>	8			1	1	cs	z
<i>Campanula rotundifolia</i>	7		4		2	csr	h
<i>Carlina vulgaris</i>	7	6	4		3	csr	ht
<i>Carpinus betulus</i>	4	6				c	p
<i>Cirsium arvense</i>	8				7	c	g
<i>Cornus sanguinea</i>	7	5		8		c	n
<i>Corylus avellana</i>	6	5				c	n
<i>Crataegus monogyna</i>	7	5	4	8	3	c	np
<i>Dryopteris dilatata</i>	4		6		7	cs	h
<i>Dryopteris filix-mas</i>	3		5	5	6	cs	h
<i>Fagus sylvatica</i>	3	5	5			c	p
<i>Fragaria moschata</i>						csr	h
<i>Fragaria vesca</i>	7		5		6	csr	h
<i>Frangula alnus</i>	6		7	2		c	n
<i>Galium album</i>	7		5			c	h
<i>Galium aparine</i>	7	5	6	6	8	cr	tl
<i>Hieracium laevigatum</i>	7	5	5	2	2	cs	h
<i>Hieracium racemosum</i>						csr	h
<i>Hieracium sabaudum</i>	5	6	4	4		c	h
<i>Chelidonium majus</i>	6	6	5		8	cr	h
<i>Larix decidua</i>	8		4		3	c	p
<i>Mycelis muralis</i>	4	5	5		6	csr	h
<i>Picea abies</i>	5	3				c	p
<i>Pimpinella major</i>	7		6	7	7	c	h
<i>Pimpinella saxifraga</i>	7		3		2	cs	h
<i>Pinus sylvestris</i>	7					c	p
<i>Plantago lanceolata</i>	6					csr	h
<i>Poa compressa</i>	9		2	9	2	csr	h
<i>Poa nemoralis</i>	5		5	5	3	csr	h
<i>Populus tremula</i>	6	5	5			c	p
<i>Prunus spinosa</i>	7	5				c	n
<i>Quercus petraea</i>	6	6	5			c	p
<i>Quercus robur</i>	7	6				c	p
<i>Rubus fruticosus</i>							
<i>Rubus idaeus</i>	7		5		8	c	nz
<i>Rumex acetosella</i>	8	5	5	2	2	csr	gh

<i>Senecio vulgaris</i>	7		5		8	r	th
<i>Sorbus aucuparia</i>	6			4		c	pn
<i>Taraxacum officinale</i>	7		5		7	csr	h
<i>Urtica dioica</i>			6	6	8	c	h
<i>Vaccinium myrtillus</i>	5			2	3	cs	z
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	5		4	2	2	cs	z
<i>Veronica officinalis</i>	5		4	2	4	c	c
<i>Vinca minor</i>	4	6	5		6	cs	c
<i>Viola odorata</i>	5	6	5		8	csr	h

Tab. C: Přehled jednotlivých údajů rostlin 1946

Latinský název	L	T	F	R	N	STRAT	LEBFORM
<i>Agrostis capillaris</i>	7		4	3	3	csr	h
<i>Achillea millefolium</i>	6		4			c	h
<i>Avenella flexuosa</i>	6			2	3	cs	h
<i>Betula pendula</i>	7					c	p
<i>Calluna vulgaris</i>	8			1	1	cs	z
<i>Campanula rotundifolia</i>	7		4		2	csr	h
<i>Cerastium arvense</i>	8	6	4	6	4	cr	c
<i>Cerastium pumilum</i>	8	7	2	8		sr	t
<i>Dianthus deltoides</i>	8		4	3	2	csr	ch
<i>Epilobium angustifolium</i>	8		5	3	8	c	h
<i>Euphrasia rostkoviana</i>	6		5		3		tb
<i>Festuca ovina</i>	7		3	3		csr	h
<i>Galium mollugo</i>	7		5			c	h
<i>Hieracium bifidum</i>	8		4	8	2	csr	h
<i>Hieracium pilosella</i>	7		4		2	csr	h
<i>Hieracium sabaudum</i>	5	6	4	4		c	h
<i>Hieracium umbellatum</i>	6		4	4	2	cs	h
<i>Jasione montana</i>	7	5	3	3	2	csr	h
<i>Luzula campestris</i>	7		4	3	2	csr	h
<i>Myosotis stricta</i>	8	6	3	4	3	sr	t
<i>Nardus stricta</i>	8			2	2	cs	h
<i>Picea abies</i>	5	3				c	p
<i>Pinus sylvestris</i>	7					c	p
<i>Plantago lanceolata</i>	6					csr	h
<i>Poa pratensis</i>	6		5		6	c	h
<i>Populus tremula</i>	6	5	5			c	p
<i>Potentilla neumanniana</i>	7	5	2	7	2	csr	h
<i>Pyrus communis</i>	5	6		8		c	p
<i>Quercus robur</i>	7	6				c	p
<i>Rosa canina</i>	8	5	4			c	n
<i>Salix caprea</i>	7		6	7	7	c	np
<i>Saxifraga granulata</i>		5	4	5	3	csr	h
<i>Spergula morisonii</i>	9	5	2		2	sr	t
<i>Vaccinium myrtillus</i>	5			2	3	cs	z
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	5		4	2	2	cs	z

Obr. A: Historická fotografie po těžbě Hromnického jezírka



Obr. B: Pohled na západní stranu



Obr. C: Čarovník



Obr. D: Nanismus



Obr. E: Měřicí místo pH pod jihovýchodní haldou



Obr. F: Měřicí místo pH pod východní haldou



Obr. G: Fytoindikace Hromnického jezírka

Fytoindikace Hromnického jezírka

