

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra geografie

Oldřich SKLENÁŘ

Jezera v Rakousku

Bakalářská práce

Vedoucí práce: doc. RNDr. Irena SMOLOVÁ, Ph.D.

Olomouc 2009

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci řešil sám, a že jsem uvedl veškerou použitou literaturu.

V Olomouci dne 15. května

.....

podpis

Děkuji paní doc. RNDr. Ireně SMOLOVÉ, Ph.D. za rady, připomínky a doporučení, dále své rodině a svým přátelům za podporu při studijním pobytu v Rakousku.



Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra geografie

Akademický rok 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student

Oldřich SKLENÁŘ

Obor (studijní kombinace)

Regionální geografie

Název práce:

JEZERA V RAKOUSKU

Lakes in Austria

Zásady pro vypracování:

Cílem bakalářské práce je provést charakteristiku jezer na území Rakouské republiky, která bude vycházet ze studia odborné literatury. Těžištěm práce bude rešerše literatury zabývající se problematikou výzkumu jezer na území Rakouska a přehled v současné době realizovaných výzkumů v dané problematice v zájmovém území. Součástí práce bude základní typologie jezer, přehledové tabulky a komplexní charakteristika nejvýznamnějších jezer, vše ve vybraných regionech na území Rakouska.

Struktura práce:

1. Úvod
2. Cíle práce a metodika
3. Přehled dosavadních výzkumů a odborné literatury
4. Současný výzkum jezer v Rakousku
5. Základní typologie jezer v Rakousku
6. Základní hydrologické charakteristiky rakouských jezer
7. Charakteristika nejvýznamnějších rakouských jezer
8. Závěr
9. Shrnutí – Summary (česky a anglicky), klíčová slova – key words

Bakalářská práce bude zpracována v těchto kontrolovaných etapách:

řešerše literárních pramenů	červenec 2008 – únor 2009
tematické mapy	listopad 2008 – únor 2009
analýzy, typologie	únor – březen 2009

Rozsah grafických prací: text, grafy, mapy, fotodokumentace, tabulky.

Rozsah průvodní zprávy: 10 000 až 12 000 slov základního textu + práce včetně všech příloh v elektronické podobě


Seznam odborné literatury:

- Bundesministerium für Land - und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Trophie - Gütebild der großen natürlichen Seen Österreichs, Stand 2005. Wien: Institut für Wassergüte, 4 s.
- Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2002 (2005). Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 650 s.
- JANSKÝ, B. (2005): Nové trendy geografického výzkumu jezer v Česku. Geografie – Sborník ČGS, roč. 110, č. 3, Praha, s. 129 - 140.
- MÜLLER, G. (2005): Mitteilungsblatt. Des Hydrographischen Dienstes in Österreich, 83, Wien: Hydrographisches Zenralbüro, 157 s.
- SEITLINGER, G. (1999): Neu entstandene natürliche Seen im Nationalpark Hohe Tauern – Salzburger. Anteil. Dipl. Arbeit Naturwissenschaftliche Fakultät Univ. Salzburg, Salzburg: Univerzita Salzburg, 95 s.
- STRAHLER, A., STRAHLER, A. (1999): Introducing Physical Geography. Wiley, New York, 575 s.
- SUMMERFIELD, M. A. (1991): Global geomorphology: an introduction to the study of landforms. Longman Scientific & Technical, New York, Singapore, 537 s.
- Webové stránky: např.: <http://www.nationalpark-neusiedlersee-seewinkel.at>, <http://www.kis.ktn.gv.at>, <http://www.wassernet.at>, <http://www.iugg.org/associations/iahs.html>

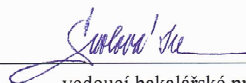
Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Irena Smolová, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: červenec 2008

Termín odevzdání bakalářské práce: květen 2009



vedoucí katedry



vedoucí bakalářské práce

Obsah

1. Úvod.....	7
2. Cíle práce a metodika.....	7
3. Přehled dosavadních výzkumů a odborné literatury.....	8
4. Současný výzkum jezer v Rakousku.....	18
5. Základní typologie jezer.....	22
5.1 Základní typologie jezer v Rakousku.....	23
6. Základní hydrologické charakteristiky rakouských jezer.....	27
7. Charakteristika nejvýznamnějších rakouských jezer.....	33
7.1 Jezera v Solné komoře	33
7.2 Jezera v Korutanech	39
7.3 Nezdiderské jezero.....	47
8. Závěr.....	53
9. Summary.....	54
Seznam literatury.....	55

1. Úvod

Rakousko je krajinou jezer. Na genezi těch plošně nejrozlehlejších se podílely především horské ledovce v poslední době ledové. Na rakouském území se nachází dvě významné oblasti větší koncentrace jezer. První oblastí je krajina Solné komory (Salzkammergut). Jezera v Solné komoře byla vypreparována působením Salzachského a Traunského ledovce podél řeky Salzach a především podél řeky Traun. Druhou typickou oblast najdeme ve spolkové republice Korutany (Kärnten). Korutanská jezera vznikla po ústupu Drávského ledovce. Neziderské jezero (Neusiedler See) mělo úplně jiný vznik a vývoj. Jde o stepní jezero ležící na hranicích Rakouska a Maďarska v mělké bezodtoké pánvi.

Bakalářská práce by měla poskytnout zevrubný přehled o vzniku a využití vybraných rakouských jezer, stejně tak i o jejich hlavních hydrologických a morfometrických charakteristikách.

Díky studijnímu pobytu na univerzitě v korutanském Klagenfurtu jsem si zvolil téma rakouských jezer. Téma jsem si vybral také kvůli jeho zajímavosti a do jisté míry i originalitě.

2. Cíle práce a metodika

Prvním impulsem pro výběr tématu bakalářské práce bylo vědomí, že letní semestr 2008/2009 budu absolvovat na Katedře geografie a regionálního výzkumu rakouské Alpen-Adria-Universität v Klagenfurtu. Tento čtyřměsíční studijní pobyt mi má pomoci nejen k jazykovému zdokonalení, ale také k lepšímu přístupu k místní rakouské odborné literatuře a lepším možnostem z ní čerpat. Dalším důvodem byla dozajista záliba rakouské přírody, především Alp a jezer. Rady kde si některá dílčí data ohledně rakouských jezer mohu obstarat mi poskytnul profesor Jürgen Adlmanneder, který na univerzitě vyučuje předměty fyzické geografie a jehož koníčkem je zejména glaciální morfologie a glaciologie. Základní informační zdroje pro zpracování bakalářské práce byly získány v klagenfurtské univerzitní knihovně. Práce s použitou literaturou je podrobněji popsána v třetí kapitole práce jako rešerše.

Základní statistická data o morfometrických parametrech jezer byla získána ze statistických ročenek, zejména ze Statistisches Jahrbuch 2008 vydaného rakouským

statistickým úřadem Statistik Austria. Podrobné informace ohledně teploty vody Wörthersee během celého roku jsou použity ze statistické ročenky Statistisches Jahrbuch der Landeshauptstadt Klagenfurt am Wörthersee 2008, vydané přímo magistrátem města Klagenfurt. Pro charakteristiku vývoje a historie korutanských jezer byly získány informace ze stránek Kärntner Institut für Seenforschung (KIS) sídlícího přímo v Klagenfurtu, viz obrázek č. 3.1. Na jeho oficiálních stránkách se nachází databáze všech jezer v Korutanech a ta rozlohou největší jsou zde detailněji popsána. Některá dílčí data, která nebyla možno získat ani z ročenek ani z jiných odborných článků, byla získána z nepublikovaných materiálů jednotlivých pracovníků daného výzkumného pracoviště tak, aby charakteristika jezer byla komplexní a navzájem srovnatelná. Například data o době cirkulace vody v Neziderském jezeře, byla získána od předního pracovníka Biologické stanice v Illmitz – Aloise Herziga. Podobně jsem postupoval u dat ohledně cirkulace vody ve Wolfgangsee, u kterého jsem potřeboval i plochu povodí a údaje o maximální šířce a délce jezera. Zde jsem se obrátil o pomoc přímo na známého vědce Limnologického institutu v Mondsee (IfL – Institut für Limnologie) - profesora Martina Dokulila.

Při tvorbě bakalářské práce byly využívány také kartografické metody prezentace výsledků práce. Vstupní data byla získávána z odborných publikací, nepublikovaných materiálů i webových portálů. Příkladem jsou data získaná vlastním vygenerováním v projektu Kärnten Atlas - Das geografische Auskunftssystem na portálu korutanské vlády, respektive na portálu spolkové vlády - lebensministerium.at. Tyto podklady jsem posléze graficky upravoval a doplňoval v programu CorelDRAW 11, aby měly jednotnou strukturu. Získaná data tím pádem byla prezentována v ilustračních a tématických mapách, či v tabulkách, nebo grafech. Pro dokreslení a ilustraci je zařazena i pořízená fotodokumentace zájmových jezer.

3. Přehled dosavadních výzkumů a odborné literatury

Limnologie je dílčí disciplína hydrologie, která se zabývá vnitrozemskou vodní akumulací – stojatou i tekoucí, sladkou i slanou, a jejich ekosystémy. Předmětem zájmu jsou jejich biologické, fyzikální, chemické, geologické a hydrologické aspekty. Tato věda v sobě skýtá studium přirozených i uměle vytvořených jezer, rybníků, řek, potoků,

mokřadů a podzemních vod. Dnes je limnologie využívána hlavně při řešení otázek ekologických problémů všech typů vod na Zemi a také pro sledování kvality vody.

Za praotce limnologie jako přírodovědné disciplíny můžeme považovat rodáka z Morges na břehu Ženevského jezera – Švýcara François-Alphonse Forela. Opravdovou vášní tohoto původně vystudovaného doktora medicíny byla právě věda týkající se vodních akumulací a následně také oceánografie. Zabýval se nejen biologickým a chemickým výzkumem, vodní cirkulací a sedimentací jezer, ale také vzájemnými interakcemi mezi nimi. Své počínání nazval limnologie. Limnografie by totiž mohla být zaměňována v anglosaských zemích s limnografem – přístrojem na měření výšky vodní hladiny jezer. V roce 1922 společně s německým zoologem A. Thienemannem a švédským botanikem E. Naumannem založil SIL – International Society of Limnology. Forelova strohá definice limnologie jako „oceánografie jezer“ byla později rozšířena pro studium všech vnitrozemských vod (WETZEL, 2001).

Následující definice jezera podle Forela, jenž žil na přelomu 19. a 20. století (1841-1912), bývá dodnes citována ve vybrané odborné limnologické i geografické literatuře: „Jako jezero je označována stojatá stagnující vodní hmota, která se nachází v prohlubni zemského povrchu, na všech stranách uzavřené, nemající přímé spojení s mořem.“ Podle B. Janského (2005) je tato Forelova definice ovšem velice málo konkrétní. Zahrnuje současně jak morfologický tvar jezerní pánve, tak také vodu v ní obsaženou. Nehraje zde přitom žádnou roli samotná velikost jezer. Podle ní je tedy libovolná vodní louže či tůňka v užším slova smyslu jezerem. A proto v ní probíhají limnologické procesy menšího rozsahu. Znamená to ale, že mezi jezera by potom patřily nejen louže, ale i močály a rybníky. B. Janský (2005) dále uvádí, že jezera by měla mít takovou hloubku, aby povrchové vlnění neovlivňovalo jejich dno. Břehová vegetace potom kvůli jejich hloubce nedosahuje dna, s výjimkou mělkovodních oblastí. Zjednodušeně se dá říct, že se jedná o vodní akumulace s nezarostlými oblastmi největších hloubek.

V současné době je výzkum jezer soustředěn do limnologických ústavů, mezi nejvýznamnější v Evropě patří:

- Limnologický institut v Kostnici – Kostnice (Konstanz), Německo
- Limnologický institut Max Planck - Plön, Německo
- NIOO limnologické centrum – Nieuwersluis, Nizozemsko

- Limnologický institut ÖAW – Mondsee, Rakousko
- Hydrobiologická stanice Mikolajki – Mazurská jezerní plošina, Polsko
- Limnologická stanice Institutu rostlinné biologie – Curych (Zürich), Švýcarsko
- Limnologický institut ruské Akademie věd – Petrohrad, Rusko

Limnologie v ČR

Výzkum jezer na území České republiky má dlouholetou tradici. Za předního odborníka považujeme profesora Václava Švambru, zakladatele geografické sekce na Univerzitě Karlově v Praze. V sedmdesátých letech na něj navázal Bohumír Janský, významný a celosvětově uznávaný hydrologický odborník, pracovník Katedry fyzické geografie UK. Ve svém výzkumu se zaměřuje na hydrologii, limnologii a ochranu vod před znečištěním. Stal se také řešitelem mezinárodního projektu Labe, v rámci kterého spolupracuje s hydrologickými pracovišti u nás i v zahraničí. Od roku 1990 se zabývá hydrografickou analýzou říční sítě v pramenných oblastech Amazonky na území Peru. Své doposud shromážděné informace publikuje v knize *K pramenům Amazonky* z roku 2004. Je také vedoucím výzkumného týmu zabývajícího se systematickým limnologickým výzkumem jezer v ČR. V 90. letech 20. století sledoval dynamiku zanášení Mladotického jezera, největšího závalového jezera u nás, které právě následky sedimentace postupně zaniká. Za podpory Grantové agentury ČR vedl odborný tým při mapování jezer ČR s cílem vytvořit komplexní atlas jezer ČR. V letech 2004-2006 se podílel jako spoluřešitel v Kyrgyzstánu na monitoringu vysokohorských jezer za účelem ochrany obyvatelstva před katastrofálními následky povodní vzniklých průtržemi morénových hrází (hl. řešitel M. Černý¹). Bohumír Janský je v současnosti náš největší odborník v oblasti hydrologie, limnologie, ale i oceánografie.

Mezi spolupracovníky B. Janského a do jisté míry i mezi jeho žáky můžeme zařadit Miroslava Šobra. Ten se specializuje na hydrologii a limnologii vysokohorských jezer a metody jejich batymetrického měření. Je odborníkem na šumavská ledovcová jezera a napsal několik odborných knížek a příspěvků do vědeckých periodik na toto téma.

¹ Monitoring vysokohorských ledovcových jezer a ochrana obyvatelstva před katastrofálními následky povodní vzniklých průtržemi morénových hrází, 2004-2006

Významným českým fyzickým geografem zabývajícím se hlavně světovou a obecnou hydrologií je Rostislav Netopil. Vydal větší množství publikací věnujících se hydrologii na kontinentech². Vysvětluje celkový koloběh sladké vody na pevnině jednotlivých světadílů. Jsou v nich také popisovány velké akumulace sladké vody na souši, tedy jezera. Můžeme si zde najít podrobnou typologii jezer na evropském kontinentě, včetně alpských ledovcových a stepních jezer. Limnologie se dotýká jen okrajově. Limnologický výzkum by v dnešní době nebyl možný bez spolupráce předních odborných pracovišť na území ČR. Především spolupráce pražských geografických odborníků se specialisty - botaniky, hydrobiologie a geochemiky z Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a Univerzity Palackého v Olomouci.

Limnologie v Rakousku

Rakouská limnologie má dlouholetou tradici. Dokládají to významná jména jako Franz Ruttner, Ingo Findenegg, nebo Heinz Löffler. Současné limnologické výzkumy se v Rakousku odehrávají podél osy východ-západ. Univerzitní výzkumné skupiny z Vídně a Lunzu se soustřeďují na říční systémy a jejich povodňové oblasti, Limnologický Institut rakouské Akademie věd (ÖAW) se zabývá všeobecným studiem alpských jezer a limnologická skupina působící na Univerzitě v Innsbrucku zaměřuje svoji činnost na vysoko položená horská jezera v oblasti Tyrolska. Monitoring jezer a řek zkoumají biologická stanice v Illmitz (oddělení Univerzity přírodních zdrojů a aplikovaných přírodních věd ve Vídni), Korutanský institut pro výzkum jezer (Kärntner Institut für Seenforschung) a řada dalších lokálních a regionálních pracovišť. Všechna tato pracoviště spadají pod kompetence hlavního státního řídicího orgánu Ministerstva pro zemské, lesní, vodní hospodářství a životní prostředí (BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft) se sídlem ve Vídni.

Nejnovějším projektem, který vznikl za koordinované spolupráce univerzit ve Vídni a v Kremsu a za finanční podpory města Vídně a spolkové vlády Dolních Rakous, je tzv. „WasserCluster Lunz“. Jde o biologickou stanici na břehu nevelkého jezera Lunzer See v Dolních Rakousech. Tato stanice má bohatou historii a po všemožných problémech byla takřka po sto letech roku 2003 uzavřena. Znovuotevření

² NETOPIL, R. *Hydrologie pevnin*. 1. vyd. Praha : Academia - nakladatelství ČSAV, 1972. 296 s., NETOPIL, R. *Přehled hydrologie pevnin*. 1. vyd. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1965. 242 s.

se dočkala v květnu 2007. Toto středisko vede jak základní, tak aplikovaný výzkum vodních ekosystémů. Skládá se ze tří laboratoří zabývajících se biochemickými funkcemi ekosystémů, biofilmem a ekotoxikologií (WEISSE, 2007).

Centrem limnologického výzkumu v Rakousku je v současné době Limnologický institut ve Vídni (IfL – Institut für Limnologie), založený rakouskou Akademií věd v roce 1972, který byl ale roku 1981 přesunut do Mondsee na břehu stejnojmenného jezera. Dnes je tento institut největším limnologickým pracovištěm na území Rakouska, pro něž je primární úlohou provádění základních výzkumů, a to v rozsahu od jednotlivých molekul až po velké populace ekosystémů. Tento přístup byl již několikrát využit při projektech Evropské Unie o účincích změn klimatu na jezera.

Hlavními odvětvími výzkumů v laboratořích Mondsee jsou mikrobiologická ekologie, paleolimnologie, výzkum podzemních vod. Mezi další potom patří taxonomie a evoluční ekologie "mikrocrustacea". Rakouská Akademie věd na této instituci také finančně podporuje program IPGL (International Post-Graduate Course in Limnology), který poskytuje postgraduálním studentům z rozvojových zemí možnost tréninku přenosu limnologických dat do sítě. IPGL se účastní i všichni významní limnologičtí pracovníci z celého Rakouska. Mimo ně například také vědci z Institutu pro vzdělávání v oblasti vodního hospodářství v nizozemském Delftu, nebo vědci z Institutu botaniky a Institutu systematické biologie a ekologie Akademie věd ČR z jihočeské Třeboně. Nejen díky těmto vzdělávacím aktivitám se počet zaměstnanců IfL zdvojnásobil. Dnes zde pracuje 44 zaměstnanců, z toho 10 vědců. Mimo ně se do výzkumů ve formě badatelských úloh aktivně zapojují také studenti. Výsledky těchto výzkumů jsou pravidelně prezentovány v odborných časopisech (WEISSE, 2007).

Na pracovišti Limnologického institutu v Mondsee nalezneme tato oddělení :

- 1) Fyziologie řas a molekulární ekologie sinic
- 2) Diverzita a ekologie flagellates & microalga
- 3) Diverzita a ekologie sladkovodních bakterií
- 4) Ekologie sladkovodních ryb
- 5) Experimentální a evoluční ekologie
- 6) Cytogenetický a molekulární vývoj nepohlavních vodních organismů
- 7) Mikrobiologická ekologie
- 8) Kvantitativní ekologie řas
- 9) Paleolimnologie

Biologická stanice v Illmitz na břehu Neusiedler See byla provizorně zřízena soukromou osobou již roku 1950 ve stylu dřevěné stavby na kůlech uprostřed rákosin. O několik let později vyhořela a burgenlandská zemská vláda rozhodla o znovupostavení stanice, tentokrát již na pevné zemi. Akademie věd vybrala Illmitz jako ideální místo uprostřed solných biotopů mezi jezerem Neusiedler See na západě a mokřady Seewinkel na východě. Od sedmdesátých let zde sídlí také Biologický výzkumný ústav spolkové země Burgenland. Mezi jednotlivá oddělení patří také sekce věnující se limnologickému výzkumu. Hlavní zájmovou oblastí je pro ni zkoumání Neusiedler See a solných „kaluží“ Seewinkel. Na 50 měřících místech v okolí bylo v roce 2006 provedeno 577 bakteriologických a 572 chemických zkoušek, což pomáhá lépe charakterizovat trofický stav jezera. Také se monitoruje množství a skladba rybí populace (WEISSE, 2007).

Historie Korutanského institutu pro výzkum jezer (Kärntner Institut für Seenforschung - KIS) je spojena s aktivitami profesora Ingo Findenegga. Ten se zasadil v sedmdesátých letech o otevření malé limnologické laboratoře u Landesmuseum in Kärnten. Sloužila pro monitoring vody v korutanských jezerech. Postupem času se laboratoř přidala k nově vznikajícímu institutu (KIS). Dalšími oblastmi zájmu se stal monitoring kvality vody, sledování ochrany životního prostředí. Institut zřizuje a finančně zajišťuje spolková vláda Korutan. Dnes se jedná o jedno z nejvýznamnějších regionálních pracovišť zabývajících se hydrobiologií a limnologií. Každoročně publikují jeho pracovníci několik tematických článků v odborných časopisech (např. tematicky zaměřených na kvalitu vody, monitoring mikroorganismů atd., či zaměřujících se na výzkum v Maďarsku)³. Výsledky některých výzkumů jsou potom každoročně prezentovány v hydrobiologické ročence Das Seenjahr (http://www.kis.ktn.gv.at/seenbericht_2008_cd/seenjahr.html). Zaměřuje se především na sledování kvality vody potoků, řek a jezer, ekologii a biologii spojenou s výskytem rybích druhů a monitoring vodních mikroorganismů. Takto získané informace potom pracovníci konzultují s kolegy v oboru vodní ekologie na národním i na mezinárodním poli.

³ KERSCHBAUMER, G., KONAR, M., LORENZ, E. (2005): Fischökologische Untersuchung der Tiebel und ihrer Hauptzubringer. – Kärntner Institut für Seenforschung : 101 s.; FRESNER, R., et al. (2005): Limnologische Untersuchung des Schotterteiches Asószolca (Ungarn) - Kärntner Institut für Seenforschung : 32 s.



Obrázek č. 3.1 : Budova v níž sídlí Kärntner Institut für Seenforschung (KIS), Klagenfurt, (O. Sklenář, 2009)

Mimo organizace a vědecká pracoviště je hydrologie také předmětem zájmu několika univerzit, na kterých je přednášena a zkoušena. Na rakouských vysokých školách je hydrologie, potažmo limnologie vyučována hlavně na přírodovědných fakultách nebo fakultách přírodním vědám blízkých. Následuje krátký výčet univerzit, které se této oblasti ve své výuce věnují a těch, které nějakým způsobem spolupracují s výzkumnými ústavami zabývajícími se hydrologií, hydrobiologií, kvalitou vody atd.

Hydrologie spolu s limnologií se vyučuje na Univerzitě v Innsbrucku na Institutu geografie, na Institutu geografie a regionálního rozvoje při Univerzitě Wien, ale také na stejnojmenném institutu v korutanském Klagenfurtu, kterou jsem měl možnost jeden semestr navštěvovat.

Institut hydrobiologie a vodního hospodářství Univerzity přírodních zdrojů Vídeň velice úzce spolupracuje s biologickou stanicí WasserCluster Lunz. Pořádá školení a výuku svých studentů přímo na jezeře a na Seebachu, jeho přítoku. Institut vodního hospodářství, hydrologie a vodních staveb taktéž při Univerzitě přírodních zdrojů Vídeň se zase zabývá výzkumem a studii povodňových rizik na rakouských řekách a projektováním staveb pro snížení těchto rizik. Především se soustředili na řeky

Dunaj a Salzach. Z mimorakouských aktivit se zajímali jeho vědci například o říční systém horního Atlasu v Maroku.⁴

Základní limnologická terminologie

Limnologie zkoumá hydrologické charakteristiky z několika hledisek a podle několika pomocných ukazatelů. V následující kapitole jsou nastíněny nejdůležitější z nich, a to například trofická klasifikace, teplotní zvrstvení, nebo také dělení jezer podle období cirkulace vody. Zařazeny jsou i kalnost a průhlednost vody, které přímo souvisí s čistotou vody.

Trofická klasifikace

Trofická klasifikace jezer je založena na obsahu živin ve vodě. Rozlišujeme podle ní tři hlavní skupiny, a to oligotrofní, mezotrofní a eutrofní jezera.

Oligotrofní jezera se vyznačují nízkou primární produkcí (produkce organických sloučenin z oxidu uhličitého obsaženého ve vodě nebo v atmosféře během fotosyntézy) důsledkem malé produkce živin. Produkují také malé množství řas a tudíž jsou typická svojí čistotou a čírostí, obvykle je viditelnost až 10 metrů (KEVERN, KING, RING, 1996). Díky tomu jsou velice vhodná pro výrobu pitné vody. Spodní části vody bývají bohaté na kyslík a proto zde žijí druhy ryb jako například pstruzi, kteří ke svému životu vyžadují chladné, dobře okysličené vody. Obsah kyslíku je zpravidla vyšší u hlubokých jezer a to kvůli jejich většímu objemu. Tato jezera se utvořila především v chladných oblastech na podloží odolných granitických magmatitů. Do této skupiny řadíme i Weissensee, Millstätter See (Das Seenjahr, 2007), Traunsee, Attersee a Wolfgangsee (JAGSCH, GASSNER, DOKULIL, 2002).

Původ názvu eutrofních jezer pochází z řečtiny a znamená – eu = dobrý/dobře, trophic = jídlo/živiny. Na rozdíl od oligotrofních vod obsahují vysoké množství živin a jsou typická velkou primární produkcí. Daří se tu sladkovodním řasám. To vše má za následek nadměrné kvetení vody a její nízkou kvalitu. Viditelnost ve vodě dosahuje zpravidla jen 2,5 metru (KEVERN, KING, RING, 1996). Nejnížší vrstvy vody obsahují

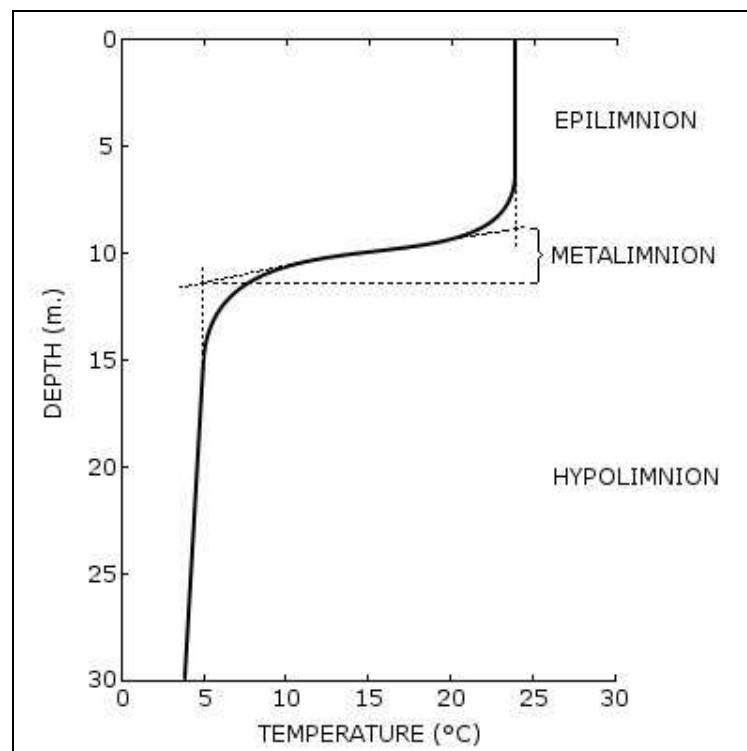
⁴ Klik, A., Kaitna, R., Badraoui, M. (2002): Desertification Hazard in a Mountainous Ecosystem in the High Atlas Region, Morocco. In: Wang L., Wu D., Tu X., Nie J. (Eds.): Proc., 12th International Soil Conservation Organization (ISCO) Conf., Vol. IV: Dynamic Monitoring, Forecasting and Evaluation of Soil Erosion ě Watershed Management and Development ě Desertification Control. Beijing, May 26 - 31, 2002, Tsinghua University Press: 636 - 644

málo kyslíku a tudíž zde nežijí rybí druhy typu pstruha. Typická jsou mělká jezera kvůli svému malému objemu.

Mezotrofní jezera tvoří skupinu mezi oligotrofními a eutrofními. Neprodukují takové množství živin jako eutrofní, ale zase více než oligotrofní. Vykazují průměrný obsah kyslíku u dna. Můžeme je dále rozdělit na slabě mezotrofní a mezotrofní. Do skupiny slabě mezotrofních patří také Wörthersee a Ossiacher See (Das Seenjahr, 2007). Jezera Hallstättersee a Mondsee bychom mohli klasifikovat jako jezera mezo-oligotrofní. (JAGSCH, GASSNER, DOKULIL, 2002).

Teplotní zvrstvení

Jednotlivé vrstvy vody v jezerech se prohřívají různě. Nejvíce se tato diverzifikace projevuje v teplých letních měsících, kdy narůstá rozdíl mezi vrchní a spodní vrstvou. Největší zdroj tepla představuje sluneční energie, mimo ní potom geotermální a antropogenní procesy. V hlubších jezerech obecně rozlišujeme tři vrstvy.



Obrázek č. 3.2 : Teplotní zvrstvení jezera (Wetzel, 2001)

Epilimnion nazýváme svrchní vrstvu, která se dobře a rychle prohřívá a je pro ni typické kvalitní promíchávání vody. Rozdíly mezi teplotami a hustotou vody jsou minimální. Pod ní se nachází metalimnion, nebo též oblast skočné vrstvy. Zde teplota

klesá s hloubkou velkou rychlostí a hustota naopak vzrůstá. Díky tomu působí jako zábrana směšování teplých a chladných vrstev vody především v letních měsících. Hypolimnion je nejspodnější vrstva, kterou od epilimnionu izoluje právě skočná vrstva. Stabilita tohoto zvrstvení je dána rozdílnou hustotou a viskozitou různě teplých vrstev.

Kalnost vody

Čistota vody v jezerech je spjata také s její kalností. Přičemž záleží na obsahu organických i anorganických částí, jako jemného písku, jílu, planktonu a jiných drobných organismů. Tyto prvky způsobují větší rozptyl a absorpci světla pronikajícího do vody. Přestože zjišťování kalnosti není složité, ne vždy přímo koreluje s množstvím usazeného materiálu. Důležité jsou hlavně refrakční charakteristiky a velikosti jednotlivých částic. Tato měření nám pomáhají určit a vyhodnotit stratifikaci mikroorganismů v jednotlivých vrstvách jezer. Odstranění částic obsažených ve vodě představuje hlavní operaci při čištění vody pro domácí a průmyslové využití. Někteří živočichové se nedokáží přizpůsobit zvýšené kalnosti a hynou.

Průhlednost vody

Tato charakteristika se měří tzv. Secchiho deskou pojmenovanou po italském oceánografovi 19. století. Princip je jednoduchý. Čistě bílý disk o průměru 20 cm se spouští ze zastíněné strany lodě do hloubky tak dlouho, dokud se nám neztratí z dohledu. Jedná se o hloubku, ve které se nám disk ztratí při nošení a znovu objeví při vytahování (WETZEL, LIKINS, 2000). Nejlépe se průhlednost stanovuje během poledne. Může se pohybovat od několika centimetrů v kalných jezerech až po 40 metrů v čistých jezerech. Nejčastější jsou hodnoty mezi 2 až 10 metry (WETZEL, 1983). Průhlednost může být snižována zákalem neboli turbiditou.

Tabulka č. 3.1 : Klasifikace jezer podle průhlednosti vody za využití Secchiho desky

	Průhlednost (m)	
	střední	minimální
Ultra-oligotrofické	≥ 12	≥ 6
Oligotrofické	≥ 6	≥ 3
Mezotrofické	3 - 6	3 - 1,5
Eutrofické	3 - 1,5	1,5 - 0,7
Hypertrofické	≤ 1,5	≤ 0,7

Zdroj : Kalff, J. (2002): *Limnology - inland water ecosystems*. New Jersey : Prentice Hall, 2002. 592 s.

Období cirkulace

Podle období cirkulace a teploty vody dělíme jezera na následující skupiny. Promíchávání je důležité pro navrácení akumulovaných živin do vodního sloupce.

Amiktická jezera jsou trvale zamrzlé vodní akumulace arktických oblastí bez jakéhokoli míchání vody. Najdeme je především v Grónsku a na Antarktidě.

Monomiktická jezera prodělávají každý rok jednu cirkulaci vody a dělíme je dále na teplá a studená. U studených teplota nepřesáhne 4°C (led) a teplotně se vyrovnají během léta. Příkladem uveďme jezera v Kanadě, na Aljašce či na severu Švédska. Teplá naopak neklesnou pod 4°C a jejich teplota se vyrovná v zimním období. Nalezneme je v jižní Evropě a na Britských ostrovech.

Dvojitý promíchávání ročně pozorujeme u dimiktických jezer. V létě je vodní sloupec teplotně stratifikován s poklesem teploty u dna. Na jaře a na podzim dochází k vyrovnávání teploty a ke kompletnímu promíchání vodního sloupce zejména činností větru. V zimě nastává opět stagnace s poklesem teploty u hladiny.

Poslední skupinu tvoří jezera polymiktická. Jsou typická malými hloubkami. Opět je dělíme na studená a teplá. Tyto vodní plochy se po většinu roku promíchávají, období stagnace trvá krátkou dobu nebo úplně chybí. Studená jezera jsou přes zimu zamrzlá a přes léto bez ledu. Najdeme je na Jižním ostrově Nového Zélandu a v Jižní Americe. Teplá polymiktická se potom nachází v tropech jako například v deštných pralesech dolního toku Amazonky (KALFF, 2002).

Zvláštní kapitolu představují meromiktická jezera definovaná rakouským vědcem Ingo Findeneggem roku 1935, jako jezera s velmi rozdílnou hustotou vody, kde se míchá pouze svrchní vrstva. Do této kategorie zařadil také velká Korutanská jezera.

4. Současný výzkum jezer v Rakousku

Středem zájmu limnologického výzkumu v Rakouské republice jsou v současné době především tekoucí vody, které jsou sledovány a zkoumány hlavně kvůli své kvalitě vody, a to státními institucemi již zmíněnými v třetí kapitole práce. Stojaté vody včetně velkých jezer nejsou prozatím pro Rakousko prioritou. Aktuálně však probíhá několik málo regionálních monitoringů věnovaných speciálně určitému problému na jednotlivém jezeře. Jde opět hlavně o problematiku kvality vody, rozšíření vodních mikroorganismů a rostlin, či o sledování výskytu rybích druhů a zkoumání jejich

prostředí. V současnosti tedy neprobíhají žádné komplexní výzkumy týkající se velkých rakouských jezer. V nedávné době však byly realizovány některé komplexní výzkumy s pozdějším rozbořením nashromážděných dat týkajících se evropských horských jezer jako bohatých ekosystémů. Jednalo se především o rozlohou menší jezera položená ve vysokých nadmořských výškách Alp.

Problematika kvality vody se týká především ryb. Ve všech velkých rakouských jezerech jsou rybí společenství ohrožována několika faktory. Především aktivity spojené s lidskou činností jako sportovní rybářství a s ním spojené vysazování určitých rybích druhů. Člověk také rozšiřuje svá stavení a zařízení pro rekreaci po pobřeží a zasahuje tak do břehové linie. Nepříznivě působí i eutrofizace a s ní spojené zhoršení kvality vody (GASSNER, WANZENBÖCK, 1999).

Velké projekty realizované v posledních letech (po roce 2000)

Zvyšující se výskyt řas v Ossiacher See

V posledních letech vědci z KIS⁵ společně se spolkovým radním pro vodní hospodářství Reinhartem Rohrem sledují pomalu rostoucí výskyt hnědých řas v mělké východní části Ossiacher See. Ty především v teplých letních měsících vytváří černohnědý povlak na hladině jezera. Podle nejnovějších analýz tyto řasy ovšem nepředstavují při koupání žádné ohrožení zdraví, přesto rozborů vody a zkoumání účinku její zhoršené kvality na lidské zdraví stále pokračují. Příčina je podle pracovníků jasná. Opětovný návrat řas na hladinu málo hlubokých částí má na svědomí vykácení a zatravnění jezerních břehů v sedmdesátých letech spojené s výstavbou lidských sídel a rekreačních objektů. To způsobilo menší zastínění a delší sluneční svit v nejteplejších dnech a pozvolné množení řas a sinic.

⁵ Kärntner Institut für Seenforschung



Obrázek č. 4.1 : Hnědá řasa ve východní části Ossiacher See (R. Rohr, 2008)

Spolková země Korutany společně s KIS vypracoval sanační projekt skládající se ze tří částí. V zimě 2006/07 již byly odstraněny usazeniny z plochy 2,5 hektaru z náplavového kužele při přítoku. Dalším krokem je vybudování poldru mezi východním břehem a oblastí mokřadů při přítoku. Tento poldr by měl zadržovat nánosy a sedimenty a do jezera by se tak mělo dostávat menší množství transportovaných látek, ale také živin. S těmito pracemi se ale může začít až po vykoupení všech potřebných pozemků. V třetím bodu projektu se počítá s plošným odčerpáváním usazenin východního zálivu po dobu tří let. Každou zimu by se měly odčerpat sedimenty až z 12 hektarů dna.

Souběžně s těmito akcemi bude probíhat výzkum vhodnosti výskytu jednotlivých vodních rostlin v této oblasti. Poté proběhne vyhodnocení, které rostliny jsou vhodné a které se zde ponechají dále volně růst. Pouze takováto ekologicky provedená sanační opatření mohou problém s řasami na východě Ossiacher See vyřešit (ROHR, 2008).

Dalším problémem do budoucna může být velký počet planktonem se živících ryb. Naproti tomu dravých ryb, které by udržovaly rovnováhu, je v Ossiacher See malé množství. Tuto pro ekosystém jezera složitou situaci posledních let pracovníci KIS prozatím monitorují a do budoucna se jí chtějí mnohem více věnovat.

Projekt EMERGE

EMERGE (European Mountain lake Ecosystems : Regionalisation, diagnostic & socio-economic Evaluation) v překladu : Ekosystémy evropských horských jezer : Regionalizace, diagnostika a socio-ekonomická hodnocení

Tento projekt probíhal v letech 2000-2003 a zmapoval více než 20 000 jezer. Orientoval se na těžko dostupná horská jezera po celé Evropě. Ta považujeme za nejcitlivější vodní ekosystémy Evropy. Jsou významnými prvky horské krajiny a jsou také domovem jedinečných druhů živočichů a rostlin. Zároveň představují významné zdroje vody. Bylo vytipováno 14 evropských regionů, mimo jiné v Norsku, Skotsku, Slovinsku, Tatrách, Pyrenejích či Jižních Karpatech. Zájmovou oblastí v Rakousku se stala oblast Tyrolska v okolí Innsbrucku. Hlavním řešitelem zde byli vědci z Institutu zoologie a limnologie (UIBK-IZL) a Institutu meteorologie a geofyziky (UIBK-IMG) Univerzity v Innsbrucku. V projektech, realizovaných v minulosti, zaměřených na výzkum vysokohorských jezer podporovaných EU (AL:PE1, AL:PE2 a MOLAR) se zjistilo, že přestože tyto arktické a vysokohorské ekosystémy jsou představiteli nejméně narušeného přírodního prostředí v Evropě, jsou zároveň významně ohrožovány a ovlivňovány kyselými atmosférickými srážkami, toxickými látkami v ovzduší, ale i klimatickými změnami na Zemi. Proto bylo cílem pochopit a zmapovat transport a rozložení imisí v jezerech, včetně sedimentárního toku. Zjistit jak se dostávají kovy a organické imise do potravního řetězce a jak se potom dále šíří. Pro svou vysokou citlivost jsou vysokohorská jezera nejen snadno zranitelná změnami prostředí. Také je registrujeme jako vynikajícími indikátory takovýchto změn. Důkazy o nich jsou bezpečně uchovány v jezerních sedimentech a mohou být použity k dalšímu sledování rychlosti, směru a biologických důsledků změn kvality ovzduší a klimatu. Proto byl zřízen integrovaný databázový systém GIS, aby případné jednotlivé hrozby byly co nejdříve publikovatelné. (UIBK-IZL, 2002)

Projekt CLIME

Hlavním cílem projektu CLIME bylo rozvinout metody a modely pro mapování a řízení jezera a jeho povodí v budoucnu. Vědci v CLIME, pod záštitou Evropské komise, využívali automatických vodních monitorovacích systémů pro měření kvality vody, které rozmístili na mnoha jezerech v cílových oblastech Evropy - Irsko, Finsko, Estonsko, Velké Británie, Švédsko, Rakousko a dalších. Na území Rakouska byl výzkum primárně uskutečněn na jezeru Mondsee u Salzburgu a sekundárně na jezeru

Piburgersee v Ötztalských Alpách na území Tyrolska. Po jeho ukončení došli odborníci ke dvěma komplexním závěrům. Problémy mohou v budoucnu nastat s vylučováním vysoce zbarvených vod z rašelinných povodí a zvyšující se četnost výskytu řas způsobujících kvetení vody v některých jezerech. U Piburgersee, ležícího v nadmořské výšce 919 m a velkého pouze 0,12 km², byla ještě speciálně zjištěna zvyšující se teplota vody jak u dna, tak na hladině.

5. Základní typologie jezer

Obecně se přírodní jezera jako oblasti velké vodní akumulace dělí podle geneze na šest hlavních kategorií (viz tabulka č. 5.1). Za samostatnou kategorii potom ještě považujeme jezera antropogenní.

Tabulka č. 5.1 : Zastoupení jednotlivých genetických typů jezer na světě

Původ	Odhadovaný počet	Podíl (%)	Plocha (km ²)	Podíl (%)
Glaciální	3 875 000	73,61	1 247 000	49,70
Tektonická	249 000	4,73	893 000	35,59
Pobřežní	41 000	0,78	60 000	2,39
Říční	531 000	10,09	218 000	8,69
Vulkanická	1 000	0,02	3 000	0,12
Krasová	567 000	10,77	88 000	3,51
Celkem	5 264 000	100,00	2 509 000	100,00

Zdroj : Kalff, J. (2002): Limnology - inland water ecosystems. New Jersey : Prentice Hall, 2002. 592 s.

Nejrozšířenějším typem jezer na Zemi jsou glaciální (ledovcová) jezera. Ta představují polovinu plochy všech jezer a jsou soustředěna v zeměpisných šířkách větších než 40° s.š. v Evropě a Severní Americe a větších než 60° s.š. v Asii. Mohla vzniknout čtyřmi způsoby - ledovou bariérou, glaciální erozí, glaciálními nánosy a nebo kombinací glaciální aktivity s jinými fyzickogeografickými procesy. Velká ledovcová jezera byla vytvořena většinou zaplavením deprese zahrazené morénovým valem vzniklé po ústupu ledovce.

Jezera tektonická se utvořila ve sníženinách vůči okolnímu terénu při tektonických procesech a pozdějším naplněním vodou. Jsou velice stará a nachází se v oblastech s malými atmosférickými srážkami, jako je střední a východní Asie, nebo východní Afrika.

Pobřežní jezera se tvořila zhruba před 6 000 lety, kdy skončilo tání ledovců a hladina světového oceánu se ustálila na dnešní hodnotě.

Pro říční neboli fluviální jezera je typický vznik zaškrcením meandru sedimenty na náplavové straně řeky. Najdeme je také v tropických oblastech, kde vlhké podnebí a hustá říční síť tvoří mokřady. Dalšími případy jsou dolní toky řek a především potom jejich delty. Příkladem uveďme říční delty v Indii a Bangladéši, nebo v severní Austrálii.

Po erupcích se v kráterech formují jezera vulkanická. Pozůstatky po explozivních erupcích, kaldery, se naplní vodou a vznikne jezero. Většinou nebývají velké rozlohy a monitorujeme je všude po světě, třeba i v německém pohoří Eifel.

Krasová jezera jsou plošně malá a typická pro krasové oblasti vápenců, dolomitů a travertinů. Nejznámější regiony najdeme na Balkáně, v Alpách, ve Španělsku, v USA, či na Tasmánii (KALFF, 2002).

Na území Evropy se nachází velké množství jezer. V severní Evropě jsou jezera ledovcového původu seskupena velmi hustě a tvoří typické jezerní oblasti. Největší evropská jezera – Ladožské a Oněžské leží v tektonických příkopech složité stavby. Další oblastí soustředění většího počtu jezer je území vysokohorského reliéfu, kde vznikly jezerní pánve erozní a akumulací činností pleistocenních horských ledovců. Alpská jezera můžeme rozdělit do dvou skupin. První tvoří velká jezera na úpatích hor. Jejich pánve tvoří konečné části ledovcových údolí, zahrazených mohutnými valy čelních morén. Do druhé skupiny spadají jezera karová a údolní hrazená jezera ve vysokých horských polohách. Typické jezerní oblasti jsou i na britských ostrovech, jedná se o velká jezera v tektonických příkopech. Poslední skupinu tvoří jezera sopečná, která se v Evropě vyskytují jen výjimečně, například v Itálii (NETOPIL, 1972).

5. 1 Základní typologie jezer v Rakousku

Rakousko je krajinou jezer. Ty rozlehlejší v údolích byly bez výjimek vymodelovány ledovci během poslední doby ledové. Korutanská jezera jako Wörthersee a Millstätter See jsou díky minimálnímu proudění vzduchu a velice skromnému vlnění vhodná pro letní koupání a rekreaci. Dalším jejich znakem je pomalejší cirkulace vody, díky které tyto vodní plochy každoročně na několik týdnů až měsíců zamrzají. Jezera ležící v Solné komoře se těmito vlastnostmi tolik nevyznačují.

Proto také například Hallstättersee není příliš vhodné pro koupání. Pro glaciální jezera je typická plochá morfologie dna, na kterých se nachází velké množství sedimentů. Jejich hloubka byla v době jejich vzniku podstatně větší.

Podle geneze rakouská jezera řadíme mezi Alpská jezera tvořená konečnými hrázemi ledovcových údolí. Hráz byla vypreparována akumulací činností horského ledovce. Jezera jsou po Rakouské republice rozmístěna poměrně nerovnoměrně. Existují však dvě hlavní oblasti s výskytem většího počtu jezer, které jsou společně s Neziiderským jezerem (Neusiedler See) znázorněny na obrázku č. 5.1.

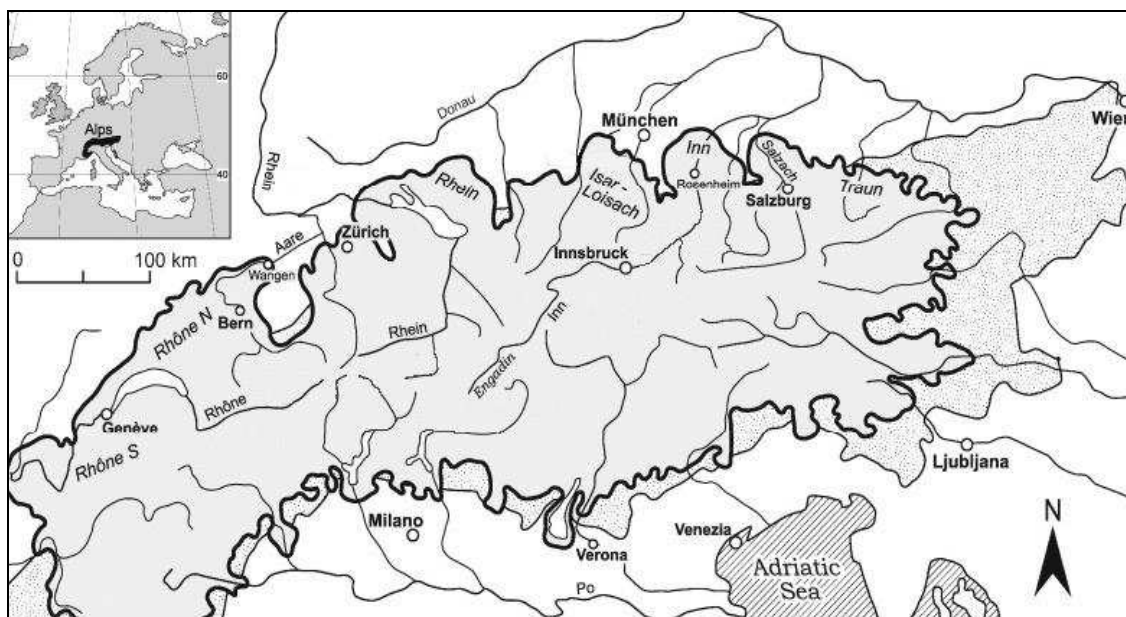


Obrázek č. 5.1 : Satelitní snímek Rakouska s vyznačenými zájmovými územími
(Wikipedia – Commons, 2005, upraveno O.Sklenář, 2009)

Jedná se o oblast Korutan (Kärnten), kde se nachází čtyři velká jezera a celá řada menších. Tato čtyři rozlohou největší jezera - Wörthersee, Millstätter See, Ossiacher See a Weissensee jsou podrobněji charakterizována v sedmé kapitole této práce. Druhou oblastí větší koncentrace jezer je území nedaleko Salzburgu zvané Solná komora (Salzkammergut) na pomezí Horních Rakous (Oberösterreich), Salcburska (Salzburg) a Štýrska (Steiermark). Opět se zde nalézají větší počet menších jezer, ale také svou rozlohou významná jezera Attersee, Traunsee, Mondsee, Wolfgangsee a Hallstättersee. Stejně jako největší jezera v Korutanech i těchto pět jezer je podrobněji charakterizováno v kapitole číslo 7. Úplně samostatnou kapitolu v typologii rakouských jezer tvoří Neziiderské jezero (Neusiedler See). Jedná se o menší ze dvou jezer stepního

charakteru v Evropě – druhým je Balaton (Plattensee). Vzniklo v tektonické pánvi na okraji Malé uherské nížiny. Proto je to do jisté míry rarita a vzácnost mezi jezery v Evropě vůbec. Lipský, Z. (2007) jej označuje dokonce jako „geografického exota ve střední Evropě“.

Rakouské Východní Alpy jako součást alpského masivu byly také pokryty pleistocénním zaledněním. Konec pleistocénu zahrnující do sebe i poslední dobu ledovou se odehrál zhruba před 11 000 lety. V té době se klimatické poměry ustálily a jsou srovnatelné s těmi dnešními. Vnitřní alpská Klagenfurtská pánev byla utvářena orogenezí během třetihor a doby ledové. Systém tří tektonických poruch nechal vzniknout pestré mozaice malých náhorních plošin, horských zářezů a vrcholů, které se skládají z krystalinických materiálů a částečně také z třetihorních slepenců. Rozmanitost terénu je v Klagenfurtské pánvi důsledkem působení mocného Drávského ledovce. Ten vymodeloval pánev ve směru západ – východ a při svém ústupu po sobě zanechal několik depresí, z nichž se později zformovala jezera. Typickým příkladem jsou horská jezera Millstätter See, Ossiacher See a Weissensee. V oblasti Horních Rakous nedaleko Salzburgu se společně rozprostíraly Salzachský a Traunský ledovec. V místě jejich styku s alpským podhůřím se vytvořila jezerní oblast zvaná Solná komora (LICHTENBERGER, 2000).



Obrázek č. 5.2 : Zalednění Alp během poslední doby ledové (IVY-OCHS, S., et al., 2008)

V minulosti byla zaledněna značná část rakouského území. Například při würmském zalednění led pokrýval 47 050 km², tedy více než polovinu dnešní rozlohy státu. Poté nastal rychlý ústup a v roce 1980 se ledovce v Rakousku rozprostíraly pouze na 543 km² (zhruba pětina celkové plochy ledovců v Alpách) a stále se zmenšují (LICHTENBERGER, 2000). Novější měření Institutu pro meteorologii a geofyziku Univerzity v Innsbrucku z roku 1998 tento úbytek ledové masы v ledovcích dokazují, a to na hodnotu 470 km² (IMGI, 2000).

Tabulka č. 5.2 : Rakouská jezera s rozlohou větší než 2 km²

	Název jezera	Spolková země	Rozloha (km ²)	Nadmořská výška (m)	Největší hloubka (m)
1	Bodensee	Vorarlberg, SUI, GER	538,5	396	252
2	Neusiedler See	Burgenland, HUN	* 156,9	115	2
3	Attersee	Oberösterreich	45,9	469	169
4	Traunsee	Oberösterreich	24,5	423	191
5	Wöthersee	Kärnten	19,4	439	86
6	Mondsee	Oberösterreich	14,2	481	68
7	Millstätter See	Kärnten	13,3	588	141
8	Wolfgangsee	Salzburg, Oberösterr.	13,5	538	114
9	Ossiacher See	Kärnten	10,8	501	52
10	Hallstättersee	Oberösterreich	8,4	508	125
11	Achensee	Tirol	6,8	929	133
12	Weissensee	Kärnten	6,5	929	99
13	Waller See	Salzburg	6,4	505	23
14	Obertrumer See	Salzburg	4,9	503	35
15	Zeller See	Salzburg	4,7	750	68
16	Grundlsee	Steiermark	4,2	708	64
17	Mattsee	Salzburg	3,6	503	40
18	Zeller See	Oberösterreich	3,5	553	32
19	Plansee	Tirol	2,8	976	78
20	Fuschlsee	Salzburg	2,7	664	66
21	Faaker See	Kärnten	2,2	555	30
22	Altausseer See	Steiermark	2,1	712	53

Poznámka : * bez rákosového pásu, s rákosovým pásem 276,4 km²

Zdroj : Statistik Austria - Statistisches Jahrbuch 2008, citace 2008

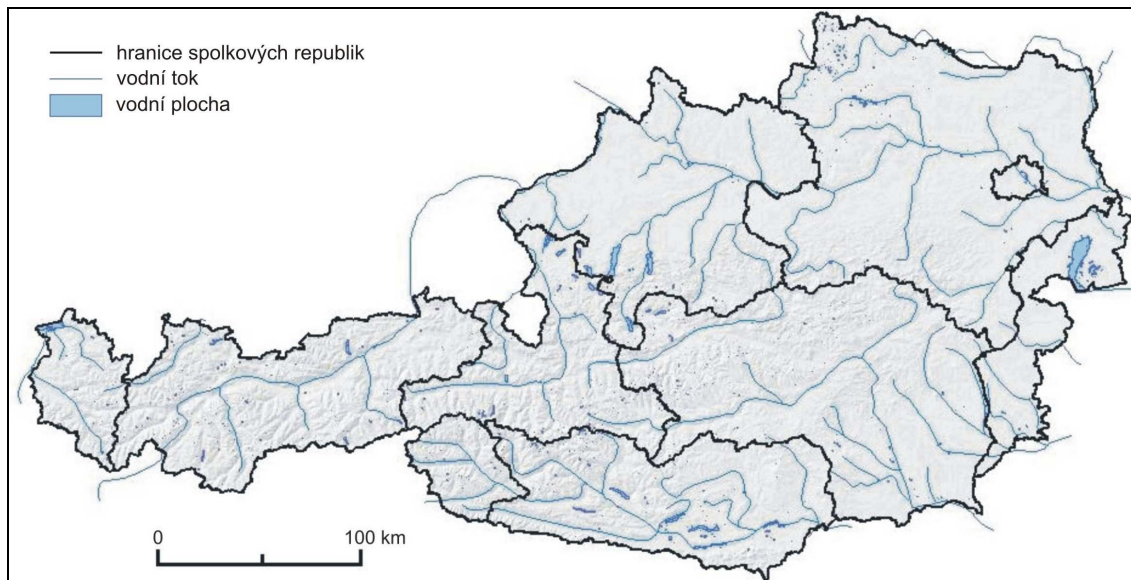
V tabulce č. 5.2 jsou vypsána jezera s plochou větší než 2 km², jak je uvádí statistická ročenka roku 2008 rakouského Statistického úřadu. Největším přírodním jezerem je Bodensee, 538,5 km², to ale z velké části leží na německém a švýcarském území a na Rakousko tak „zbývá“ pouze 63 km² a 28 km dlouhý břeh. Také Neusiedler

See jako druhé zaplavenou plochou největší jezero (320 km²- de.wikipedia.org, LIPSKÝ, 2007; 276,4 km² – Statistisches Jahrbuch 2008)⁶ zasahuje svou zhruba čtvrtinovou částí do Maďarska. Proto největším jezerem plně se nacházejícím na území Rakouské spolkové republiky je Attersee o rozloze 45,9 km². Mezi nejhlubší jezera potom patří Bodensee (252 m), Traunsee (191 m) a Attersee (169 m).

6. Základní hydrologické charakteristiky rakouských jezer

Rakouská jezera sami Rakušané vedle Alp považují za největší přírodní bohatství své země. Poskytují možnosti hospodářského využití, turistického ruchu, ale i odpočinku a regenerace. Z velkého zájmu turistů profitují především místní podnikatelé, ale samozřejmě i stát. Se zvyšující se oblibou u rekreatantů také přímo koreluje zvyšující se znečištění vod. Za největšího znečišťovatele považujeme cestovní ruch, ten působí více negativně než třeba průmysl v okolních městech. Celá rakouská společnost klade velký důraz na ochranu a na následná opatření potřebná k jejich čištění. Celkově ale rakouská jezera můžeme považovat za velmi čistá bez nějakých významných problémů s kvalitou vody.

Obrázek č. 6.1 zobrazuje hydrologickou mapu Rakouska se základní říční sítí a jezerními plochami.



Obrázek č. 6.1 : Schéma říční sítě Rakouska (MB2 Geo-Info, vygenerováno z Lebensministerium.at, 2009, upraveno O.Sklenář, 2009).

⁶ Diskuse o rozdílných hodnotách rozlohy Neusiedler See je součástí podrobnější charakteristiky jezera v sedmé kapitole práce.

Rakouská jezera se nachází ve výrazně odlišných klimatických regionech. Pro základní charakteristiku oblastí byla využita data z meteorologických stanic v Klagenfurtu (oblast korutanských jezer), Salzburgu (Solná komora), Feldkirchu (nedaleko Bodensee) a Eisenstadtu (u Neusiedler See), která jsou publikována v Statistik Austria - Statistisches Jahrbuch 2008. V následujících tabulkách jsou proto uvedeny srážkové a teplotní poměry v jednotlivých měsících roku 2006. Je zde také přiřazen údaj o odchylce od dlouhodobého průměru mezi lety 1961-1990.

Z dat vyplývá, že oblast Solné komory je srážkově poměrně bohatá, takřka 1 200 mm za rok. Zrovna tak Feldkirch reprezentující nejzápadnější část Rakouska Vorarlberg, asi 30 km jižně od Bodensee, vykazuje více než 1 100 mm. Oproti tomu hodnota 635 mm mezi léty 1961 a 1990 v Burgenlandu značí mnohem sušší klima a je typická pro stepní charakter okolí Neusiedler See. Jedná se také o nejsušší oblast celé Rakouské federace. Srážkový průměr v korutanském hlavním městě Klagenfurtu činí zhruba 930 mm za rok.

Největší amplitudy teplot registrujeme právě v Korutanech. V roce 2006 zde teploty spadly v lednu až na -22°C . Maximum bylo naměřeno v červenci, a to $35,6^{\circ}\text{C}$. Taková teplota překvapivě nebyla zaznamenána ani v suchém a teplém Burgenlandu. Musíme ale zmínit, že se jednalo o nadprůměrně teplý rok, i když právě v Korutanech se teploty v průměru lišily pouze o $0,7^{\circ}\text{C}$. Dlouhodobá průměrná teplota v Klagenfurtu činí $8,4^{\circ}\text{C}$, v Salzburgu $9,2^{\circ}\text{C}$, v Eisenstadtu $10,6^{\circ}\text{C}$ a ve Feldkirchu $9,6^{\circ}\text{C}$.

Klima regionu Východních Alp je typické nízkými zimními a vysokými letními teplotami. Klagenfurtská pánev společně s Grazskou pánví jsou dokonce klasifikovány jako oblasti nejčastějšího výskytu krupobití v Rakousku. A to právě díky své poloze na hranici styku teplého nížinného a studeného horského vzduchu na východním okraji Alp (WEISCHET, ENDLICHER, 2000).

Tabulka č. 6.1 : Teploty ve sledovaných regionech v roce 2006 (°C)

Klagenfurt
(447 m n.m.)

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	odch.*
Mín.	-22,0	-15,2	-12,8	-2,0	3,0	2,1	10,7	7,0	5,4	-0,2	-6,1	-5,1	
Max.	2,6	8,6	18,1	23,9	27,8	33,9	35,6	29,3	30,7	24,9	18,9	8,5	
Průměr	-6,8	-3,3	1,6	9,6	13,7	18,6	22,0	16,6	15,7	10,4	3,4	-0,1	0,7

*Poznámka : * odchylka od dlouholetého průměru (1961-1990)*

Salzburg
(430 m n.m.)

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	odch.*
Mín.	-14,7	-14,5	-9,1	-1,6	1,4	6,2	8,9	7,7	6,1	-0,7	-1,8	-11,8	
Max.	7,2	9,2	23,4	22,5	29,0	30,9	33,0	28,9	29,8	24,1	16,9	18,7	
Průměr	-4,8	-1,6	2,1	9,5	13,9	17,7	22,0	15,7	16,8	11,6	6,2	1,6	0,9

*Poznámka : * odchylka od dlouholetého průměru (1961-1990)*

Feldkirch
(439 m n.m.)

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	odch.*
Mín.	-13,8	-11,5	-12,7	-2,3	2,5	3,9	13,0	7,6	6,8	3,8	-1,6	-8,1	
Max.	11,3	11,5	23,3	22,3	27,5	32,6	32,6	27,2	27,6	23,3	22,7	19,9	
Průměr	-4,0	-0,1	2,8	9,1	14,1	18,1	22,5	15,1	16,7	12,3	7,0	1,1	1,0

*Poznámka : * odchylka od dlouholetého průměru (1961-1990)*

Eisenstadt
(184 m n.m.)

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	odch.*
Mín.	-15,9	-11,2	-4,4	-0,7	4,8	6,6	13,2	10,3	8,6	0,3	-1,4	-6,4	
Max.	8,3	13,1	22,3	26,0	25,8	31,2	34,1	31,9	28,1	27,7	17,5	16,5	
Průměr	-3,5	-0,4	3,8	11,7	14,8	19,2	23,5	18,1	17,3	12,5	7,6	3,1	1,7

*Poznámka : * odchylka od dlouholetého průměru (1961-1990)*

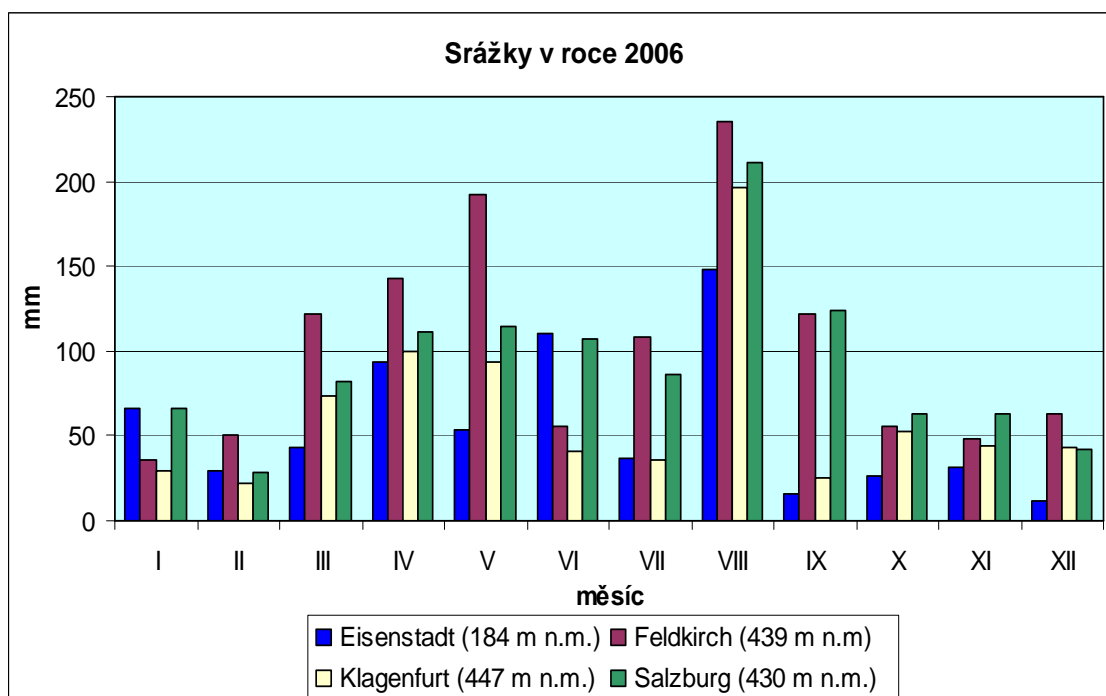
Zdroj : Centrální úřad pro meteorologii a geodynamiku 2006, převzato ze Statistisches Jahrbuch 2008, citace 2008.

Tabulka č. 6.2 : Srážky ve sledovaných regionech v roce 2006 (mm)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ	odch.*
Eisenstadt (184 m n.m.)	66	29	43	94	54	110	37	148	16	26	32	12	667	32
Feldkirch (439 m n.m.)	36	50	122	143	192	56	108	235	122	56	48	63	1231	151
Klagenfurt (447 m n.m.)	29	22	74	100	93	41	36	196	25	53	44	43	756	-177
Salzburg (430 m n.m.)	66	28	82	111	115	107	86	211	124	63	63	42	1098	-82

*Poznámka : * odchylka od dlouholetého průměru (1961-1990)*

Zdroj : Centrální úřad pro meteorologii a geodynamiku 2006, převzato ze Statistisches Jahrbuch 2008, citace 2008.



Obrázek č. 6.2 : Graf ročního srážkového úhrnu ve sledovaných regionech (Centrální úřad pro meteorologii a geodynamiku 2006, převzato ze Statistisches Jahrbuch 2008, citace 2008)



Obrázek č. 6.3 : Povodí významných řek v Rakousku (Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Umwelt, Wasserwirtschaft, 2005)

Rakouské území patří dvěma hlavním úmořím. Nejzápadnější oblast, téměř celá spolková republika Vorarlberg, je odváděna Rýnem do Severního moře, stejně jako malá část na severu řekou Vltavou, respektive Labem. Zbytek, téměř celé území Rakouska, odtéká přes Dunaj (Donau) do Černého moře. Z mapky vidíme, že takřka celé území Korutan odvodňuje řeka Dráva (Drau), která je pravým přítokem Dunaje. Dráva zde tvoří široké a hluboké údolí a velká korutanská jezera leží mimo její hlavní tok. Oblast Solné komory zase spadá přímo do povodí Dunaje, kam vodu odvádí řeka Traun. Malý odtok z Neusiedler See zajišťuje hlavní regulační kanál Einserkanal, který spojuje jezero s řekou Rabnitz a posléze přes Rábu (Raab) do Dunaje.

Můžeme si také všimnout, že je z mapky patrné, jak hranice mezi Itálií a Rakouskem skoro dokonale kopíruje rozvodnici Jaderského a Černého moře.

Tabulka č. 6.3 : Teplota vody v jezeře Wörthersee – stanice Freyenthurn (°C)

Rok	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen
2005	3,7	3,1	4,5	9,1	16,8	21,3
2006	2,3	2,7	3,7	10,2	16,0	20,3
2007	4,2	4,9	7,5	14,0	18,9	22,2
Rok	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
2005	23,1	22,5	20,5	15,5	11,0	5,5
2006	24,7	22,1	20,6	16,8	10,6	6,5
2007	24,2	23,3	19,5	15,1	9,6	5,4

Zdroj : Statistisches Jahrbuch der Landeshauptstadt Klagenfurt am Wörthersee 2008, citace 2008

Tabulka č. 6.4 : Maximální a minimální teploty vody v jezeře Wörthersee – stanice Freyenthurn (°C)

Rok	Roční průměr	Maximum	Minimum
1973	11,9	24,0 (20.8.)	1,4 (4.2.)
1975	12,4	24,3 (25.7.)	1,9 (18.2.)
1980	11,6	24,6 (4.8.)	1,3 (21.1.)
1985	12,1	24,8 (31.7.)	0,8 (17.1.)
1990	12,6	24,4 (22.7.)	1,0 (24.1.)
1995	12,8	26,6 (24.7.)	1,9 (6.2.)
2000	13,8	25,6 (20.8.)	1,6 (14.1.)
2005	13,1	27,2 (30.7.)	1,1 (31.1.)
2006	13,0	27,8 (26.6.)	1,4 (16.1.)
2007	14,1	28,9 (19.7.)	2,5 (27.1.)

Zdroj : Statistisches Jahrbuch der Landeshauptstadt Klagenfurt am Wörthersee 2008, citace 2008

Jezera v Korutanech se velice dobře a rychle prohřívají. Nejsou výjimkou ani teploty přesahující 23°C v měsíčních červencových průměrech. V posledních letech dokonce teplota vody ve Wörthersee přesáhla ve svém maximu 27°C a 19.července

roku 2007 vědci ve stanici Freyenthurn na východním břehu jezera naměřili maximum, nevídaných 28,9°C. V tabulkách č. 6.3 a č. 6.4 jsou uvedeny teploty jezera v posledních letech. Tabulka s podrobnějšími daty od roku 1973 je součástí příloh.

Regionální klimatické poměry nejsou jediným činitelem ovlivňujícím teplotu povrchové vody některých rakouských jezer. Vzdušné masy nad Atlantikem a převažující severozápadní proudění vzduchu také promlouvají do rázu počasí ve střední Evropě, tedy i v Rakousku.

Povrchová teplota jezer v Solné komoře závisí na sezónním působení severoatlantické oscilace (NAO) a na teplotách vzdušných mas v severní a západní Evropě. Na podzim a na jaře je ovlivněna klimatickými procesy nad severním Atlantikem, v létě pak více regionálním rázem počasí. Vliv NAO se nejvíce projevuje u nízko položených jezer, které v zimě zpravidla nezamrzají, což je případ Solné komory. Závislost jezer v Klagenfurtské pánvi a údolí Drávy v Korutanech na NAO nebyla z výzkumů tak prokazatelná (LIVINGSTONE, DOKULIL, 2001).

Vztah severoatlantické oscilace a teploty vody se u jezer v Solné komoře během roku mění. Nejmenší spojitost mezi povrchovou teplotou vody měřené v 50 cm hloubce a NAO pozorujeme v zimě a to v případě ledové vrstvy na hladině. I když je tato vrstva nesouvislá, nebo představuje pouze ledovou tříšť. Ovšem pokud jezero není ani z části zamrzlé je zde ovlivnění severoatlantickou oscilací patrné. Na jaře díky meteorologickým činitelům, které nekorelují s teplotou vzduchu, například geostrofický vítr, dochází k počátečnímu teplotnímu zvrstvení - stratifikaci. V letních měsících bývá povrchová teplota ovlivňována především slunečním zářením, záleží také na oblačnosti.

Teplota vody všech velkých jezer v Solné komoře (Attersee, Traunsee, Mondsee, Wolfgangsee a Hallstätter See) ve sledovaném období 1911 – 1990 do jisté míry odrážela dění nad severním Atlantikem. Důležitým prvkem při monitorování byla také délka zamrznutí hladiny. Z výsledků vyplývá, že chladnější a výše položená jezera jako Wolfgangsee a Hallstätter See jsou NAO ovlivněna více než jezera níže položená (LIVINGSTONE, DOKULIL, 2001).

7. Charakteristika nejvýznamnějších rakouských jezer

V Rakousku se nacházejí dvě hlavní oblasti akumulace velkých jezer. Jde o oblast Solné komory (Salzkammergut) a oblast spolkové republiky Korutany (Kärnten). Plošně nejrozsáhlejší jezera ležící plně na rakouském území se nachází v oblasti Solné komory. Největšími jsou Attersee a Traunsee, dalšími potom Mondsee, Wolfgangsee a Hallstättersee. Na třetím místě podle rozlohy je největší korutanské jezero Wörthersee. Ostatní velká korutanská jezera následují v pořadí Millstätter See, které je ovšem díky své velké hloubce třetím nejobjemnějším jezerem Rakouska, Ossiacher See a Weissensee (viz příloha č. 3). Významem v cestovním ruchu si jsou obě oblasti dost blízké. Státisíce rekreatantů ročně nejen z Rakouska využívají jezera a jejich okolí k trávení svých dovolených. Neziderské jezero (Neusiedler See) je vzácné především z pohledu ochrany přírody a z pohledu svého jedinečného stepního charakteru.

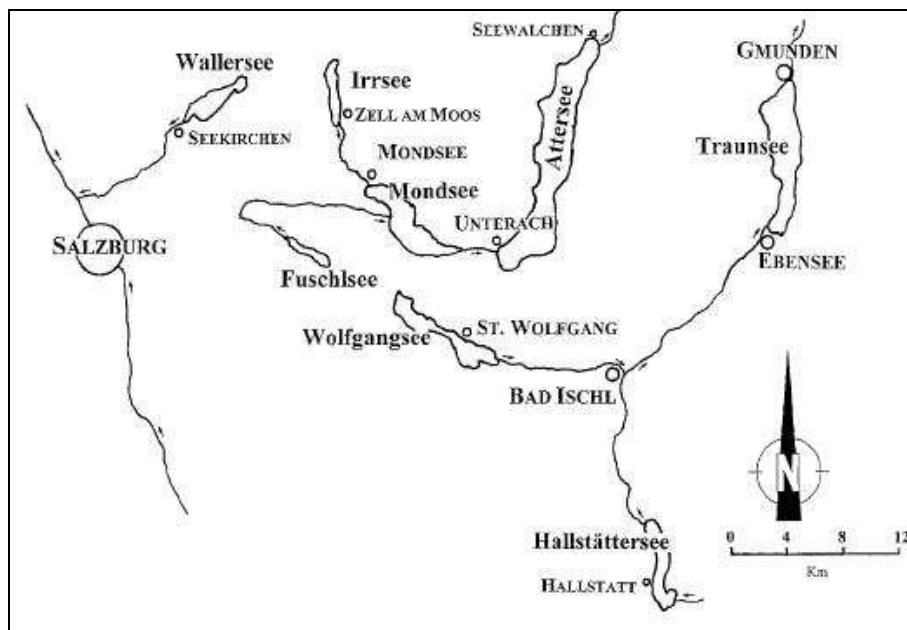
7.1 Jezera v Solné komoře

Krajina Solné komory náleží z velké části do povodí řeky Traun a na jejím území je lokalizováno 76 jezer, od těch nejmenších až po největší jezero rozléhající se plně v rakouské republice – Attersee. Oblast východně od Salzburgu leží na hranicích tří spolkových republik – Horních Rakous, Štýrska a Salcburska. Je zasazena do horských systémů Severních vápencových Alp jako Dachstein Gruppe, Totes Gebirge nebo Höllengebirge, což spolu s jezery tvoří jedinečnou scenérii, díky které je Solná komora známá po celém světě.

Zdejší jezera měla společnou genezi a podobný historický vývoj. Jedná se o erozní pánve uzavřené morénovým valem. Obecně se dá říci, že jde o jezera hrazená morénou Salzachského či Traunského ledovce z období würmského zalednění (KOLLE, 2006). Díky mírnému klimatu a rychlé cirkulaci vody jezera v Solné komoře v zimě zamrzají jen velice vzácně. Klimatické poměry jsou zde méně příznivé pro cestovní ruch než v Korutanech.

Díky své poloze na okraji Alp ji dělíme na tři krajinné typy. Na severu se nachází ploché předhůří Alp. Střední část je tvořena flyšovou zónou a na jih zasahují triasové severní Vápencové Alpy, které se skládají z dolomitu a vápenců zbarvených do červena. Hornorakouská a štýrská část Solné komory je značně ovlivněna

Dachsteinským ledovcem, ledovcem položeným nejseverněji a nejvýchodněji v Alpách v necelých 3 000 m n.m. V jeho masivu najdeme nejdelší jeskynní systém Rakouska Hirlatzhöhle s délkou 96,2 km.



Obrázek č. 7.1.1 : Schéma jezer v Solné komoře (GASSNER, WANZENBÖCK, 1999)

Attersee představuje největší rakouské jezero. Se svou plochou 45,9 km² a se svým objemem vody 3 943 milionů m³ (JAGSCH, GASSNER, DOKULIL, 2002) je zhruba dvakrát větší a objemnější než Traunsee. Pro západní a severní břehy jezera jsou typické morénou transportované sedimenty. Vyznačují se i mělkostí. Břehy na východě a na jihu jsou naopak příkré a díky hornatému reliéfu na těchto březích má jezero poměrně velkou střední hloubku – 85 m (JAGSCH, GASSNER, DOKULIL, 2002). Leží v severní části Solné komory. Hlavní přítok obstarává říčka Seeache vytékající z 2 km vzdáleného Mondsee. Ze severní hráze vodu odvádí řeka Ager, která se později vlévá do řeky Traun.

Podle reliktních nalezených na březích bylo Attersee osídleno již v mladší době kamenné. Už i Římané využívali jezero jako rekreační oblast, což dokazují zbytky římských vil. Také dnes jde o jednu z nejnavštěvovanějších rakouských lokalit během letní sezony. Lidé v okolí se rychle přizpůsobili rostoucímu cestovnímu ruchu a návštěvníkům poskytují mnoho volnočasových aktivit, jako jachting, windsurfing, cykloturistiku, potápění, či jízdu na motorových člunech. Ta je ovšem v červenci a srpnu zcela zakázána. Díky dobré viditelnosti někteří amatérští potápěči přecení své síly

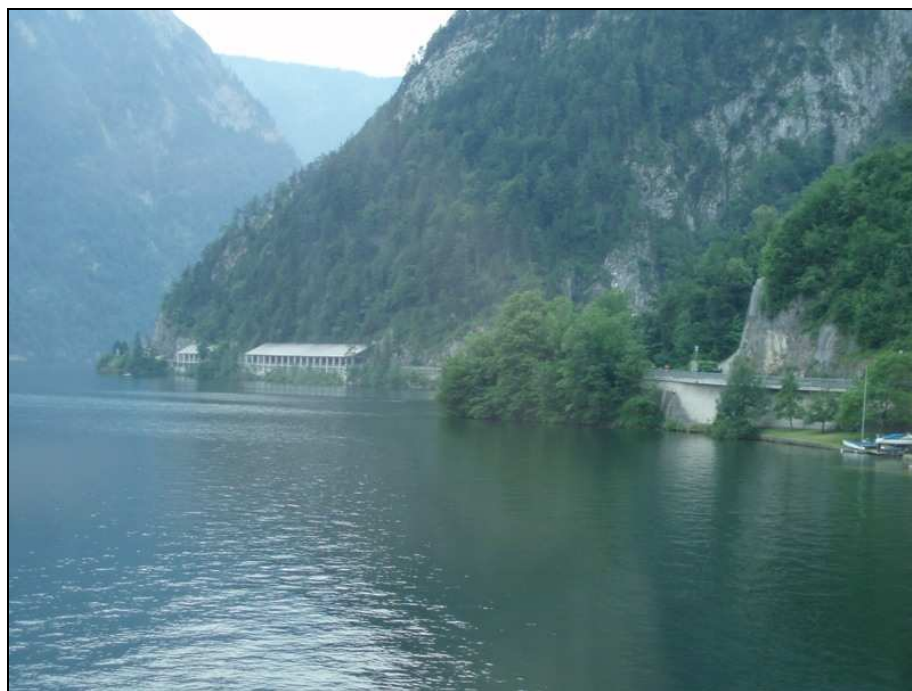
a zhruba pět z nich potom ročně podlehně smrtelným zraněním způsobeným hlubokým ponorem (de.wikipedia.org, 2009). Lodní doprava byla v minulosti využívána hlavně pro obchodní účely. Dnes ji místní provozují pro turisty.

I přes dlouholetý provoz lodní dopravy na jezeře, jsou vody jezera čisté a jsou také domovem mnoha rybích druhů. Koncentrace chlóru ve vodě se v Attersee nikdy nevymykala normálu, na rozdíl od Mondsee, které bylo do jisté míry ovlivněno splavováním nemrznoucí směsi používané na blízké frekventované dálnici A1 (GASSNER, WANZENBÖCK, 1999).

Attersee považujeme za nejčistší velké jezero v Solné komoře. Jeho poloha daleko od městských aglomerací, průmyslových podniků a jiných zdrojů znečištění se podílí na průzračné vodě po celý rok. Navíc systém tří výše položených jezer Mondsee, Irrsee a Fuschlsee z velké části zachycuje sedimenty a tak je Attersee velice čisté, viz obrázek č. 7.2.1.

Traunsee bývá v některých pramenech uváděno jako Gmundner See – podle třináctistého města Gmunden na severním okraji jezera. Pánev vymodeloval Traunský ledovec (odnož mocnějšího Salzachského ledovce) ve směru jih – sever. Severní část jezera zasahuje do Alpského předhůří, typického svou flyšovou stavbou, a obsahuje mělké zálivy a zátoky. Hlavní přítok obstarává řeka Traun vlévající se do jezera u města Ebensee a vytékající právě v Gmundenu. Díky dobrému protékání řekou Traun má jezero velice rychlou cirkulaci, která představuje zhruba 1 rok. (JAGSCH, GASSNER, DOKULIL, 2002). Odtok byl v Gmundenu přehrazen kvůli výrobě energie v místní hydroelektrárně. Od 14. století do roku 1850 bylo město hospodářským střediskem Solné komory, dnes zde najdeme vyhledávané klimatické lázně. Gmunden je znám především díky své stovky let trvající výrobě keramiky – „Gmunder Keramik“.

Jde o nejhlubší rakouské jezero s hloubkou až 191 metrů (Statistisches Jahrbuch 2008, 2008). Maximální hloubka byla naměřena v místě pokračování strmého západního svahu hory Traunstein (1 691 m n.m.) pod vodní hladinu. Velký sklon svahů je zřejmý i z foto na obrázku č. 7.2.2, kde je zachycena silnice lemující pobřeží i přes náročnost reliéfu.



Obrázek č. 7.1.2 : Traunsee (O.Sklenář, 2007)

Zhruba 40 km jižně od Traunsee se nachází Hallstättersee. Jezero bylo pojmenováno podle městečka Hallstatt⁷ ležícího na jeho západním břehu. Je situováno do okolního horského systému a představuje typický fjordový typ jezera v údolí řeky Traun, která později vtéká do Traunsee (JAGSCH, GASSNER, DOKULIL, 2002). Na rozdíl od něj není tolik ovlivněno průmyslovou výrobou. Je ovšem poznamenáno těžbou soli z doby železné a přirozenou absorpcí soli z okolních hor a z podloží. Dlouhodobé změny v limnologických měřeních dokazují velké antropogenní dopady dávné i současné lidské činnosti, především již zmíněného dobývání soli. Spolu s eutrofizací se podepsaly na zhoršení kvality vody v Hallstättersee a Traunsee. Těžba soli ovlivnila na dlouhá staletí i řeku mezi těmito dvěma jezery (JAGSCH, GASSNER, DOKULIL, 2002).

Břehy jezera se strmě zvedají až k 2 000 m n.m. Přístupnost na břeh je tak značně omezená a možná pouze na pár místech. Srážky a tání sněhu na vrcholcích Dachsteinu představují hlavní přísun vody. V důsledku své polohy pod vysokými

⁷ Hallstatt je historické město, jehož sláva se spojovala s těžbou soli. Ta se zde dobývala již v prehistorické době. O tom svědčí nálezy keramiky tzv. halštatské kultury na nalezišti Graberfeld nad samotným městem. Po odchodu Římanů město osiřelo. V roce 1305 se těžba soli obnovila. V 16. století zde byl zbudován dřevěný vodovod, kterým se solný roztok dopravoval do nedalekých lázní Bad Ischl. Nad městem se nachází zpřístupněný solný důl (KALIVODA, 2007). Všechny tyto činnosti člověka dokládají jedinečnost lokality. Díky své výjimečnosti proto byla kulturní krajina a typická architektura v okolí Hallstattu a Hallstättersee zapsána roku 1997 na seznam kulturního dědictví UNESCO.

vrcholky a v blízkosti Dachsteinského ledovce se jezero pomalu prohřívá a není příliš vhodné ke koupání.

Památka UNESCO - Hallstatt-Dachstein / Salzkammergut – kulturní krajina

Rozloha : 28 446 ha

Ochranná zóna : 20 014 ha

Rok vyhlášení : 1997

Popis : Lidské aktivity spojené s těžbou soli již v 2. tis. př.n.l. v souladu s velkolepou krajinou. Naleziště soli tvořila notné bohatství oblasti, které se odráželo na svébytné a jedinečné architektuře městečka Hallstatt. Jedná se o výjimečný příklad vědecké a ekonomické aktivity na pozadí nádherné přírodní krajiny.

Wolfgangsee jako jediné z popisovaných jezer Solné komory leží ve spolkové republice Salcbursko a je jejím největším a nejhlubším jezerem. Hráz byla vypreparována akumulací činností horského Salzachského ledovce. Ze všech stran jej obklopují skalnaté masivy horských systémů Osterhorngruppe, Gamsfeldgruppe a výrazného Schafbergu. Díky své poloze uprostřed hor bývá často označováno jako nejkrásnější z jezer v Solné komoře. Schafberg se svou špičatou siluetou a 1 783 m vysokým vrcholem leží přímo mezi trojicí velkých jezer Mondsee, Attersee a Wolfgangsee.

Jezero se skládá ze dvou stejně velkých částí oddělených od sebe mělkou úžinou. Na východním okraji se rozprostírají chráněné mokřady. Je napájeno řadou menších přítoků, hlavní z nich se jmenuje Zinkenbach. Odtok obstarává říčka Ischl vlévající se v lázeňském středisku Bad Ischl do řeky Traun. Centrum turistiky najdeme v přístavním městečku Sankt Wolfgang ležícím na severním břehu (KOLLE, 2006).



Obrázek č. 7.1.3 : Wolfgangsee (O.Sklenář, 2007)

Mondsee (Měsíční jezero) vděčí za svůj název svému protáhlému půlměsíčovitému tvaru. Jeho jihozápadní břeh tvoří hranici mezi Horním Rakouskem a Salcburskem. Jeho dominantou je Dračí stěna (Drächenwand). Díky poloze mimo hornatý reliéf jezero není příliš hluboké. Se svojí maximální hloubkou 68 m jej považujeme za nejměhlčí z velkých jezer v Solné komoře. V minulosti bylo Mondsee do jisté míry poznamenáno zvýšenou koncentrací chlóru důsledkem splavování nemrznoucí směsi používané na velmi blízké dálnici A1 (GASSNER, WANZENBÖCK, 1999).

Ke správní obci Mondsee ležící na severozápadním břehu se vztahuje nejstarší historie Rakouska. Právě zde totiž byly objeveny pozůstatky po tzv. Nordické kultuře (z mladší a pozdní doby kamenné, tedy 2200 – 2700 př.n.l.). V roce 1864 byly v jezeře také nalezeny zbytky kůlů z mladší doby kamenné (KALIVODA, 2007). V městečku Mondsee se nalézá Limnologický Institut rakouské Akademie věd (ÖAW).

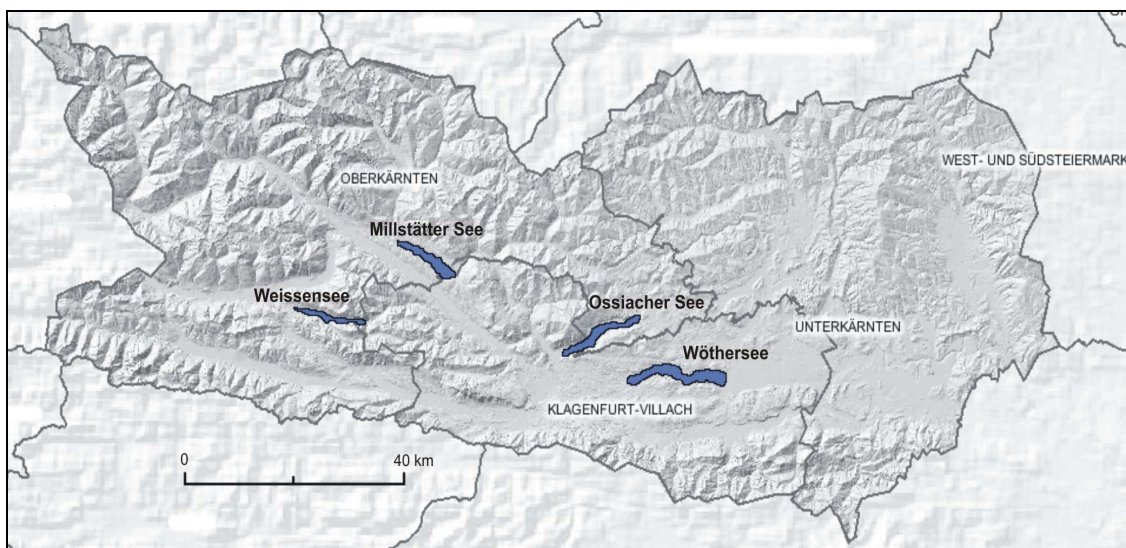


Obrázek č. 7.1.4 : Mondsee, v pozadí Dračí stěna (O.Sklenář, 2007)

Mondsee patří soukromému majiteli. Majitelkou jezera je Nicoletta Wächter. Ta již nějaký čas projednává s rakouskými spolkovými lesy (ÖBf) možnost jeho prodeje. ÖBf už vlastní a hospodaří s lesy okolo Traunsee, Attersee a Wolfgangsee. Nicoletta Wächter jezero zdědila po svém bratrovi v sedmdesátých letech (Wirtschafts Blatt, 2008).

7.2 Jezera v Korutanech

Korutany na svém území skýtají 43 jezer (Kärntner Institut für Seenforschung, 2008). Z těch rozlohou největších to jsou Wörthersee, Millstätter See, Ossiacher See a Weissensee, které jsou následně charakterizovány sestupně podle velikosti. Morfologie velkých korutanských jezer je totožná. Jsou protáhlého nudlovitého tvaru s osou ve směru východ – západ, ve směr jako důsledek ústupu mocného Drávského ledovce. Jedná se tedy o trogová jezera hrazená morénou. Geografické rozmístění těchto jezer znázorňuje obrázek č. 7.2.1.



Obrázek č. 7.2.1 : Georeliéf Korutan s vyznačenými jezery (Kärnten Atlas - Das geografische Auskunftssystem der Kärntner Landesregierung, 2008, upraveno O.Sklenář, 2009)

Této oblasti se nejen mezi turisty a návštěvníky, ale také mezi samotnými domorodci, přezdívá „Korutanská riviéra“. Klimatické poměry jsou zde již velkou měrou ovlivněny přímořským podnebím Jadranského moře. Velmi pomalá cirkulace vody trvající několik let, slabé působení větru a teplé podnebí mají za následek velice rychlé prohřívání a naopak i ochlazování vody, na rozdíl od jezer v Solné komoře. Jezera zde také nejsou protékána většími vodními toky jako v Solné komoře, proto se v nich usazuje větší množství různých sedimentů a viditelnost ve vodě u nich není tak dobrá. Jezera ve východních Korutanech jsou u rekreatantů velmi populární. Rezervují si zde své dovolené především lidé z Rakouska. Od roku 1970 tu vyrostlo několik desítek ubytovacích zařízení a kempů. Břehy jezera a také velmi vhodné klimatické poměry jsou ideální pro volnočasové aktivity jako koupání, rybaření, lodní turistika a také cykloturistika v okolí jezer (LICHTENBERGER, 2000).

Tabulka č. 7.2.1 : Charakteristika velkých korutanských jezer

Jezero	Plocha (km²)	Max hloubka (m)	Prům. hloubka (m)	Max délka (km)	Max šířka (km)
Wörthersee	19,38	85,2	41,9	16,5	1,7
Millstätter See	13,28	141,0	88,6	12,0	1,8
Ossiacher See	10,79	52,6	19,6	10,4	1,5
Weissensee	6,54	99,0	35,1	11,4	0,9
Jezero	Plocha povodí (km²)	Nadm. výška (m n.m.)	Doba obměny vody (roky)	Objem (mil. m³)	
Wörthersee	162,1	439	10,5	816,4	
Millstätter See	284,6	588	7,5	1204,6	
Ossiacher See	162,9	501	1,8	206,3	
Weissensee	49,6	929	9,2	226,1	

Zdroj: Kärntner Institut für Seenforschung, (2008)

Z tabulky č. 7.2.1 vyčteme základní informace o čtyřech největších korutanských jezerech. Přestože je plošně největší Wörthersee, nejvíce vody v sobě skýtá menší Millstätter See, a to díky své větší střední a maximální hloubce. Naopak Ossiacher See s pouhými 19,6 m průměrné hloubky obsahuje šestkrát méně vody než Millstätter See a v jeho mělké východní části se vědci potýkají se zhoršenou kvalitou vody. Weissensee leží v nejvyšší nadmořské výšce a je velice úzké – necelý 1 km. Díky své izolaci a slabému osídlení má ovšem nejčistší vodu z korutanských jezer.

Wörthersee

Jde o největší jezero Korutan. Leží ve Středokorutanské pahorkatině (Mittelkärntner Hügelland) v prohlubni poněkud stranou hlavní linie řeky Drávy. Tato prohlubeň vznikla jako tektonická porucha, která byla poté v době ledové zformována ledovcem. Má tvar protáhlé vany s dvěma ostrovy a několika poloostrovy, které jej člení do tří pánví. Západní a nejhlubší pánev sahá od Veldenu po Pörschach (plocha 7,9 km², max. hloubka 85,2 m), střední od Pörschachu po Maria Wörth (plocha 3,5 km², max. hloubka 39,9 m) a východní od Maria Wörth po Klagenfurt (plocha 8,0 km², max. hloubka 73,2 m).



Obrázek č. 7.2.2 : Molo Wörthersee v Klagenfurtu (O.Sklenář, 2009)

U jezera je nápadná tyrkysová barva zapříčiněná tzv. bělavým kalem. Způsobují jej vápenné částice, které se díky asimilační činnosti vodních řas a makrofytů rozpouští v tyrkysově zbarvené bikarbonáty. Ty se potom usazují v mělkých pobřežních oblastech a vytvářejí světle šedivé břehy.

Přítok Wörthersee obstarává velké množství potoků, které do jezera ústí ze všech stran. Hlavním z nich je Reifnitzbach se středním průtokem $0,63 \text{ m}^3/\text{s}$. Odtok zajišťuje především řeka Glanfurt vytékající v Klagenfurtu na východě a přes řeky Glan a Gurk se vlévá do Drávy.

Jezero se poměrně rychle zahřívá a do konce června se stihne vyhřát na více než 20°C . Pod tuto hranici se dostane až v průběhu měsíce září. Uprostřed jezera většinou teplota dosahuje i 25°C . Na březích je ohřev vody ještě rychlejší a teplotura je zde i o pár stupňů vyšší (Kärntner Institut für Seenforschung, 2008).



Obrázek č. 7.2.3 : Wörthersee (O.Sklenář, 2009)

Millstätter See

Se svou rozlohou 13,28 km² se řadí Millstätter See na druhou příčku mezi korutanskými jezery. Jedná se ovšem o nejhlubší (141 metrů) a nejobjemnější (1 204,6 mil. m³) jezero v Korutanech. Má tvar protáhlého nečleněného hlubokého koryta. Boky tohoto koryta se vyznačují velkou příkrostí a také proto jezero dosahuje vysoké střední hloubky – 88,6 m.

Glaciálně utvářená údolní brázda Millstätter See je vložena v krystalických břidlicích. Tato brázda probíhá souběžně s údolím Drávy. Mezi jezerem a údolím Drávy se zvedá 2 kilometry široká vyvýšenina pokrytá lesem a rašeliništi. Kvůli této vyvýšenině, která padá příkře do jezera, nemohlo na jižním břehu dojít k žádnému většímu osídlení. Na severu a na východě je jezero orámováno zaoblenými vrcholy Nockberge.

Klimaticky výhodný severní břeh se těší velké oblibě u turistů a vzniklo zde několik turistických center jako Seeboden, Millstatt, Döbriach. V důsledku velké akumulace vody a velké hloubky je jezero teplotně stálé. Ve srovnání s ostatními glaciálními jezery v Korutanech je ale chladnější. Uprostřed jezera se teplota vody na hladině mezi květnem a zářím vyšplhá k 22°C, zatímco u břehů se voda zahřívá na 24°C. Podzimní ochlazování vody potom probíhá velice pomalu. Jezero díky své

poměrně rychlé cirkulaci zamrzá jen zcela výjimečně. Ucelená ledová pokrývka se utvoří jen při extrémních mrazech (Kärntner Institut für Seenforschung, 2008).



Obrázek č. 7.2.4 : Millstätter See (O.Sklenář, 2009)

Ossiacher See

Ossiacher See se se svými 10,79 km² řadí na třetí místo podle plochy mezi korutanskými jezery. Je situováno mezi strmými stěnami Gerlitzenu na severu a západním výběžkem Ossiacher Tauern na jihu. Jezerní kotlina je vnořena do starých krystalických hornin, které byly částečně překryty glaciálními štěrky. Tvoří ji dvě pánve oddělené od sebe vyvýšeným prahem hlubokým pouze 10 metrů. Ta východní (3,9 km²) má hloubku jen okolo 11 metrů, zatímco západní pánev (6,9 km²) dosahuje hloubky až 52 metrů. A protože velká část je plochá a mělká je průměrná hloubka jen 19,6 m.

Hlavní přísun vody obstarává říčka Tiebel. Přítoky z jižních svahů jsou pro jezero takřka bezvýznamné. Na východě Tiebel protéká oblastí zvanou Bleistätter Moor, kde jí byla v minulých desetiletích odebírána voda systémem odvodňovacích kanálů kvůli intenzivnímu pěstování kukuřice. Z toho důvodu se střední odtok z jezera pohyboval od 2,61 m³/s v roce 1986 po 5,89 m³/s v roce 1965. Dlouholetá průměrná hodnota činí 3,32 m³/s. Ossiacher See je díky své ne příliš velké střední hloubce a malému objemu vody nejrychleji cirkulující jezero v Korutanech. Doba obměny vody trvá jen necelé dva roky.



Obrázek č. 7.2.5 : Ossiacher See (O.Sklenář, 2009)

V letních měsících se voda dokáže prohřát na více než 24°C. Limnologický vývoj Ossiacher See je monitorován již od roku 1931. Výzkumem v letech 1994-1997 byla v jezeře prokázána přítomnost 21 druhů ryb.

V oblasti jezera se rozvinul čilý cestovní ruch. Počet návštěvníků rostl ze 100 000 během padesátých let až po 2 miliony v poslední době. Za významná letoviska lze považovat Annenheim, Sattendorf, Bodensdorf, Steindorf a Ossiach. Největším sídlem v povodí je potom Feldkirch s přibližně 7 800 obyvateli (Kärntner Institut für Seenforschung, 2008).

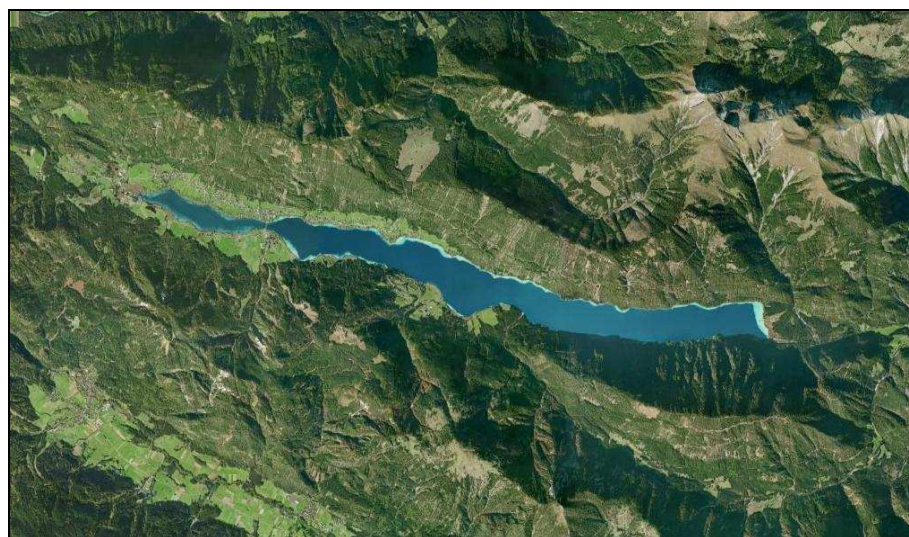
Weissensee

Weissensee je posledním významným jezerem v Korutanech. Jeho povodí leží především v triasových horninách jako jsou dolomit a kalcit. Jde o hluboce zakrojenou údolní brázdou táhnoucí se od západu k východu mezi vrcholky Spitzegel s nadmořskou výškou 2 118 m na jihu a vrcholem Latschur s 2 236 m n.m. na severu. Jedná se o pozůstatek jednoho z postraních splazů Drávského ledovce, který se u Greifenburgu oddělil od hlavního ledovce a u Paternionu se s ním opět spojil. Z tohoto důvodu je dnes údolí jak na západě tak na východě otevřené. Velká část jezera zůstala ohraničená příkře ukloněnými svahy ze severu i jihu. Klima zde tedy už není pro turisty tak příznivé jako u níže položených korutanských jezer.

V západní části je jezero poměrně mělké. V úžině zvané Gatschacher Becken, pouhých 5 metrů hluboké, spojuje most městečko Techendorf ležící na obou stranách jezera. Právě v této části obklopují jezero nápadně bíle zbarvené křídové břehy. Odtud tedy dostalo své jméno – Weissensee (Bílé jezero).

Zatímco strmé břehy na východě jsou prakticky neobydlené, nachází se zde pouze stanice lodní dopravy Gebäude, plochý západní konec jezera je domovem obyvatel z obcí Techendorf, Gatschach, Neusach a Oberdorf. Převážnou část břehů pokrývají lesy. Cestovní ruch se soustřeďuje do západní oblasti. Zhruba 2/3 břehů nejsou zastavěné. Tento fakt spolu s vysokou nadmořskou výškou činí vodu v jezeře velice čistou.

Jezero je napájeno jen několika málo stálými přítoky. Odtok zajišťuje na východě říčka Weissenbach, která u Farndorfu ústí do Drávy. Průtok Weissenbachu využívá několik menších vodních elektráren k ekologické výrobě elektřiny. I přes svou vysokou nadmořskou výšku (929 m n.m.) se dokáže jezero přes léto vyhřát až na 24°C, přičemž teploty v mělké západní části dosahují ještě o 1-2°C vyšších hodnot. S výjimkou sídel patří celé jezero do chráněné oblasti (Kärntner Institut für Seenforschung, 2008).



Obrázek č. 7.2.6 : Weissensee (Google Earth, 2005)

7.3 Neziderské jezero

Úplně samostatnou kapitolu mezi evropskými jezery tvoří jezera stepní. Neziderské jezero (Neusiedler See) je nejzápadnějším stepním jezerem skupiny jezer tohoto typu vedoucích napříč celou Eurasií. Jde o rozlehlou mělkou vodní plochu v bezodtoké pánvi v nejzápadnější části Panonské pánve. Na západním okraji ji ohraničují Leitha Gebirge, které již patří k východoalpské horopisné soustavě. Podle Netopil, R. (1972) Neziderské jezero vzniklo mezi plochými náplavovými kužely řek stékajících z východních Alp a přes tento svůj původ je zajímavé svou značnou rozlohou.

Bezodtoká jezerní pánev na okraji Malé uherské nížiny je částečně ohraničena štěrkopískovými sedimenty ze „starého Dunaje“ a částečně také Neziderskými vrchy tvořenými miocénními 12 mil. let starými vápenci (MÍSAŘ, 1987). V miocénu byla pánev zaplavena Panonským mořem, které se stalo později sladkovodním a nakonec úplně vyschlo. Pozůstatkem moře jsou právě ony mocné vrstvy vápence v podloží jezera. Během dob ledových sem Dunaj zanesl vrstvy štěrku a spraší. U městečka Seewinkel byla tato vrstva změřena na 10-15 m (Dotation des Neusiedler Sees, 2005). Geologicky se jedná o jezero poměrně velmi mladé – začátek vzniku odhadujeme v důsledku několika tektonických poklesů na konci poslední doby ledové, tedy před 13 000 lety. Při oteplení a zvlhčení podnebí naplnila voda postupně několik mělkých depresí východně od dnešního jezera v oblasti Hanság v Maďarsku a Seewinkel v Rakousku. První osídlení zde registrujeme před zhruba 8 000 lety, kdy se první lidé usadili na úpatích Leitha Gebirge.

Díky své poloze na pomezí Alpského předhůří a Malé uherské nížiny, ale také díky své historii a vývoji, je oblast velice vzácná svou biodiverzitou. Díky styku alpského, kontinentálního a submediteránního podnebí zde najdeme jedinečné životní podmínky pro velké množství druhů rostlin a živočichů.



Obrázek č. 7.3.1 : Nečiderské jezero (Maplandia.cz, 2005)

Plocha povodí představuje zhruba 900 km². Přísun vody v podstatě obstarávají pouze srážky a to z 80 % (The World Heritage, 2000). Mimo ně potom rakouská říčka Wulka, sbírající srážky z jihovýchodních svahů Leitha gebirge, maďarský Rakosi patak a nepatrně také podpovrchová voda. Naopak na ztrátě vody se podílí výpar 90 % a zbylá jedna desetina je odváděna tzv. hlavním regulačním kanálem Einserskanal / Hansagi föcsatorna (The World Heritage, 2000). Ten je jediným antropogenním zásahem do vodního režimu Nečiderského jezera a byl zbudován na přelomu 19. a 20. století (1895-1909). Kanál je hluboký 4,8 m a dlouhý přibližně 30 km (de.wikipedia.org, 2009). Po výstavbě umělého kanálu Einserskanal je vodní hladina více stabilizovaná. V případě zvýšení hladiny a objemu vody v jezeře odvádí přebytečnou vodu mimo bezodtokou jezerní pánev na maďarské území do řeky Ráby.

Kolísání vodní hladiny

V důsledku doznívajících tektonických pohybů a nestálému podnebí se vodní hladina pohybovala a měnila svou rozlohu. Například v souvislosti s vlhkými obdobími atlantiku a následně epiatlantiku 4000 – 1000 let př.n.l. byla pánev jezera jedním rozsáhlým mokřadem. Zatímco kolem roku 500 př.n.l. a následně kolem roku 1000 n.l., tedy v suchých obdobích, zase jezero prakticky vyschlo. Přibližně dnešního rozsahu dosáhlo Nečiderské jezero kolem roku 1520, jeho hladina však i nadále značně kolísala.

Mezi léty 1740 a 1742 dokonce úplně vyschlo a jeho dno bylo poměrně hojně zemědělsky využíváno. Oproti tomu roku 1786 pokrývala vodní hladina plochu až 515 km² (LIPSKÝ, 2007, de.wikipedia.org, 2009). Podobné anomálie se v minulosti ještě mnohokrát opakovaly a jsou také přesně zaznamenány. K dalšímu soustavnému vysušení jezera došlo v letech 1811 až 1813 a 1865 až 1871, kdy bylo dno znovu využíváno pro zemědělství, především pěstováním zeleniny, a byly na něm vystavěny cesty, které později opět zaplavila voda.

Vzhledem ke kolísání hladiny se už od počátku 17. století objevovaly plány na umělé vysušení nebo přehrazení jezera, naštěstí nebyly nikdy realizovány. Až do počátku 20. století tomu bránil nedostatek prostředků, od roku 1918 potom spojené úsilí ochránců přírody, myslivců a veřejnosti. Myslivců proto, že Neziderské jezero je vynikající lokalitou vodního ptactva a dalších druhů lovné zvěře. Pobřežní rákosiny, slaniska, vlhké i vysychající louky pro ně skýtají nepřehledné možnosti úkrytu a obživy.

V zimě mezi roky 1928 a 1929 díky nízké hladině a výjimečně nízkým teplotám jezero promrzlo v některých místech dokonce až na své dno. Souvislá ledová pokrývka trvala 100 dnů a dosahovala místy mocnosti až 60 cm (KALIVODA, 2007). Takto tuhá zima se zatím nikdy neopakovala.

Neziderské jezero v současnosti

Na délku jezero měří od severu k jihu 36 km, na šířku od 6 do 14 km a její střední výměra dosahuje 320 km² (LIPSKÝ, 2007, de.wikipedia.org, 2009). Podle Statistisches Jahrbuch 2008 ale rozloha Neziderského jezera představuje o něco méně, a to 276,4 km². Přesné stanovení plochy je obtížné kvůli možnosti různého určení hranic mezi volnou vodní plochou, vodní plochou zarostlou rákosovým porostem a pevninou pokrytou rákosím. Není jednoduché poznat, kde rákosí roste ještě z vody a kde už z pevniny. Ani metodou fotogrammetrie nelze přesně určit tuto hranici. Také při DPZ rákosová vegetace zkresluje faktickou vodní plochu. Proto zřejmě ty rozdíly v řádu desítek km². Osobně bych za důvěryhodnější zdroj ale považoval rakouskou statistickou ročenku. Bez ohledu na tyto rozdíly patří rakouské republice asi tři čtvrtiny jezera, čtvrtina potom sousednímu Maďarsku. Výška zemského zakřivení mezi Neusiedl am See a Mörbisch (osa S-J) je 9,6 m, takže není vidět z jednoho konce na druhý (de.wikipedia.org, 2009). V závislosti na vodní bilanci a klimatických výkyvech plocha i hloubka značně kolísají. Teplé a suché léto roku 2003 mělo za následek snížení

hladiny asi o 30 cm, což vedlo k vyschnutí rozsáhlých oblastí porostlých rákosím. Lodní doprava ovšem svoji činnost přerušit nemusela.

Jezero se nachází ve 115 m nad mořem a představuje tak nejnižší bod rakouské republiky (Statistisches Jahrbuch, 2008). Charakteristickým rysem je velmi malá hloubka vody – průměr celého jezera činí necelý jeden metr a maximální potom pouhých 1,8 m (de.wikipedia.org, 2009). Lipský, Z. (2007), ale i Statistische Jahrbuch 2008 uvádí vyšší největší hloubku, a to 2 m. Je otázkou do jaké míry instituce či jedinec při svém měření při takto malých hodnotách zaokrouhlují. Fertó znamená v překladu z maďarštiny louže, bažina. Lze tedy konstatovat, že se jedná o jeden velký mokřad. Tento mokřad je jedinečný nejen pro Rakousko, ale i v evropském měřítku. Zvýšení hladiny o pouhý 1 cm odpovídá 3 milionům m³ vody (LIPSKÝ, 2007).

Mělkost jezera má za následek rychlé kopírování teploty vzduchu teplotou vody v horních vrstvách. V horkých letních dnech, kdy je největší výpar z hladiny, totiž teplota vody přesahuje tropických 30 °C a rychle se zvyšuje její salinita.

Stupeň viditelnosti ve vodě je malý, a to kvůli vysoké koncentraci drobných částic písku a jemného štěrku na dně. Hodnoty pH vody se pohybují v zásadité rovině od 7,7 do 9,5 (The World Heritage, 2000), což znamená slanou vodu. Obsah solí se zvyšuje od západu k východu a v průměru dosahuje koncentrace 1 700 mg/l (The World Heritage, 2000). Zásoba rozpuštěného kyslíku také není rovnoměrná. Na volných vodách je ho více, zatímco v rákosím porostlých částech se vyskytuje dokonce kyslíkový deficit.

S ne vždy jasným přechodem mezi vodou a pevninou, trochu také s mělkostí jezera, souvisí i bohaté rozšíření rákosu v pobřežních oblastech. K velkému rozšíření přispěla stabilizace hladiny v 19. a na začátku 20. století. Najdeme ho především v jižní části jezera, kde šíře jeho pásu převyšuje 6 km. Plocha rákosových porostů měří 178 km² (LIPSKÝ, 2007). Větší plochu zarostlou souvislým rákosím už najdeme pouze v deltě Dunaje. Rákosový pás napomáhá i samočištění jezera. Díky rovinatému okolí zde vanou poměrně silné větry. Ty dokáží rozvlnit a rozproudit vodu i u samého dna. Vítr také veškeré organické látky odplavuje do rákosin, kde se usazují. Rákos zde plní také funkci hospodářské plodiny a je poměrně hojně průmyslově zpracováván. Na jezeře, v jeho rákosinách i přilehlých loukách napočítali ornitologové na 300 druhů ptáků, z nichž asi polovina tu hnízdí a druhá polovina využívá území jako zimoviště evropského významu (Dotation des Neusiedler Sees, 2005). Neziiderské jezero a celé jeho okolí je z hlediska ochrany přírody velmi vzácné.

Památka UNESCO – kulturní krajina Neziderského jezera

Rozloha : 52,5 ha

Ochranná zóna : 40 ha

Rok vyhlášení : 2001

Popis : Rozmanitá krajina zachycující evoluční symbiózu mezi lidskými činnostmi a přírodou. Pozoruhodná venkovská architektura ve vesničkách na březích jezera.

Tabulka č. 7.3.1 : Mezinárodní úmluvy na ochranu Neziderského jezera

	Rok vyhlášení/schválení
Biosférická rezervace UNESCO	1977
Natura 2000 - směrnice o ptácích	1979
Natura 2000 - směrnice o stanovištích	1992
Ramsarská úmluva	1983
Neusiedler See - Seewinkel National park	1993
UNESCO - kulturní krajina	2001

Zdroj : THE WORLD HERITAGE - Documentation for the nomination of the CULTURAL LANDSCAPE OF FERTÖ-NEUSIEDLER LAKE, 2000 a UNESCO World Heritage, 2008

Zajímavá je i stepní „panonská“ krajina, zejména v jihovýchodním okolí Neziderského jezera. Na rakouském území se příznačně nazývá Seewinkel, na maďarské straně potom Hanság. V oblasti Seewinkelu se také nachází několik izolovaných solných vodních ploch. Jejich rozloha je ale zanedbatelná. Jsou vytvořena na vápencovém podkladu. Většina jich v horkém létě vysychá - např. Zicklacke nebo Kirchsee v okolí Illmitz – a na jejich dně zůstane jen bílý povlak solí. Od podzimu do jara se zase naplní vodou. Některá z nich mají ale tendenci v několika budoucích letech zcela vyschnout.



Obrázek č. 7.3.2 : Mokřady v okolí Neusiedlerkého jezera (The World Heritage, 2000)

Okolí Neusiedlerkého jezera je tradiční rekreační oblastí Rakouské republiky. Nejznámějšími poskytovateli ubytování jsou obce Podersdorf am See, Illmitz, Mörbisch a Rust. Podle statistických údajů cestovního ruchu Úřadu spolkové republiky Burgenland plnou třetinu návštěvníků tvoří Němci. Většina - 62 % turistů potom pochází ze samotného Rakouska, přičemž šestina z Vídně. Ze zahraničních rekreantů si oblast nejvíce oblíbili Švýcaři a Nizozemci. Samotná vláda spolkové republiky Burgenland si mezi své priority zařadila propagaci oblasti jako krajiny vhodnou pro ekoturistiku, cykloturistiku, gastroturistiku a vinnou turistiku.

Do budoucna rakouská vláda spolu s vědci hledá variantu stabilizace hladiny a zabránění potencionálního vyschnutí jezera. Jedním z návrhů je výstavba kanálu, který by přiváděl vodu přímo z Dunaje. Dunaj na rozdíl od bližší Ráby obsahuje čistší vodu, má vyrovnaný vodní stav po celý rok a navíc by se u něj případný odběr do Neusiedlerkého jezera v podstatě neprojevil. Problémem ale mohou být finance, náklady se odhadují na 20 až 25 milionů Euro. Šlo by tedy o poměrně drahou variantu regulace hladiny vody. Pro srovnání, napájecí kanál z řeky Ráby by nyní stál mezi 10 a 15 miliony Euro.

8. Závěr

Bakalářská práce poskytuje základní přehled limnologických výzkumů v rakouské literatuře. Dále obsahuje zevrubný přehled vybraných rakouských jezer ve třech zájmových územích. Jedná se o čtyři plošně největší jezera ve spolkové zemi Korutany, a to o Wörthersee, Millstätter See, Ossiacher See a Weissensee. V Oblasti Solné komory nedaleko Salcburku jsou charakterizována jezera Attersee, Traunsee, Mondsee, Wolfgangsee a Hallstättersee. Posledním popisovaným jezerem je potom Neziderské jezero (Neusiedler See) na hranicích Rakouska a Maďarska. U jezer je uvedena základní hydrologická a morfometrická charakteristika, jejich vznik, vývoj a hlavní využití, což je především cestovní ruch a přidružené aktivity s ním spojené.

Geneze rakouských jezer vyjma Neziderského je totožná. Vznikala po ústupu horských ledovců, v Solné komoře Traunského a mocnějšího Salzachského, v Korutanech potom Drávského. Ledovec po sobě vždy zanechal prohlubeň ohraničenou čelní morénou, která se postupem času zaplnila srážkovou a přítokovou vodou. Neziderské jezero mělo úplně jiný vznik a vývoj. Jde o stepní jezero ležící na hranicích Rakouska a Maďarska v mělké bezodtoké pánvi.

I přes stejnou genezi a podobný vývoj se korutanská jezera od jezer v Solné komoře liší. Jezera v Solné komoře jsou dobře protékána vodními toky, zejména řekou Traun. Proto se tak rychle nezahřívají jako jezera v Korutanech, která mají pouze málo vodnaté přítoky. Ta dosahují během letních měsíců vysokých teplot, 25-27°C. Korutany jsou už také ovlivněné teplým submediteránním klimatem. Díky pomalejší cirkulaci vody obsahují korutanská jezera méně kvalitní vody než jezera nedaleko Salcburku. Pro cestovní ruch jsou ale velmi populární obě oblasti a jsou na turisty řádně připraveny, jak ubytovacími kapacitami, tak i volnočasovými aktivitami. Jezera těží také ze své atraktivní polohy mezi alpskými vrcholky. Především Rakušané si zde ve velké míře rezervují své letní dovolené. Neziderské jezero je velmi vzácné nejen díky svému vzniku a poloze, ale také z hlediska výskytu chráněných druhů živočichů, především vodního ptactva, a rostlin. Kvůli své malé hloubce a velkému výparu má zvýšenou salinitu.

Velká jezera jsou vedle Alp největším přírodním bohatstvím Rakouské republiky. Sami Rakušané jsou na ně patřičně hrdí a prezentují je jako svoji národní chloubu.

9. Summary

Bachelor work provides a basic overview of limnological researches in the Austrian literature. It also contains a comprehensive overview of selected Austrian lakes in three areas of interest. These are the four largest lakes in the Land of Carinthia - Wörthersee, Millstätter See, Ossiacher See and Weissensee. In Salzkammergut (the area near Salzburg) five lakes are characterized - Attersee, Traunsee, Mondsee, Wolfgangsee and Hallstättersee. The last described lake is Neusiedler See at the borders of Austria and Hungary. Basic hydrological and morphometric characteristics are listed with these lakes. There is mentioned genesis of lakes, evolution and the main use, which is tourism and related activities associated with it.

Genesis of Austrian lakes except Neusiedler See is identical. They originated after the retreat of mountain glaciers. In Salzkammergut it was Traun Glacier and larger Salzach Glacier. In Carinthia it was Drau Glacier. The glacier always left behind depression bounded with frontal moraine, which was filled by precipitation and tributary water over time. Neusiedler See had a completely different genesis and evolution. It is a steppe lake lying at the borders of two states - Austria and Hungary, in a shallow basin without outflows. Salzkammergut lakes are different from Carinthian lakes, despite they have had the same genesis and a similar evolution. The lakes in Salzkammergut are well run through by the River Traun, so they aren't as quickly warmed up as the lakes in Carinthia. The lakes in Carinthia have only small tributaries. They reach high temperatures, up to 25-27 °C during the summer months. The area of Carinthia has already been affected by the warm submediterranean climate. Carinthian lakes contain lower quality water due to slower water flow than the lakes near Salzburg. For tourists both the areas very popular and tourism is properly prepared, with accommodation facilities, as well as leisure time activities. The location of lakes between the Alpine peaks is attractive too. In particular, the Austrians largely book their summer holiday there. Neusiedler See is extraordinary because of its occurrence and location. Protected species, particularly rare waterfowl, and plants occur in closeness of Neusiedler See. Due to its small depth and high evaporation lake increased salinity.

The great lakes are besides the Alps the greatest natural richness of the Republic of Austria. Austrians themselves are proud of them properly and they present them as their national pride.

Seznam literatury

JAGSCH, A., GASSNER, H., DOKULIL, M. T. Long-term Changes in Environmental Variables of Traunsee, an Oligotrophic Austrian Lake Impacted by the Salt Industry, and Two Reference Sites Hallstättersee and Attersee . In *Water, Air, & Soil Pollution: Focus*. Amsterdam : Springer, 2002, no.4, s. 9-20.

JANSKÝ, B. Nové trendy geografického výzkumu jezer v Česku. In *Sborník České geografické společnosti*. 2005, č.3, s. 129-140.

JANSKÝ, B. Tradice geografických výzkumů jezer na Karlově univerzitě. In *Sborník České geografické společnosti*. 1999, č.1, s. 59-63.

KALFF, J. *Limnology : inland water ecosystems*. New Jersey : Prentice Hall, 2002. 592 s.

KALIVODA, J. *Rakousko : průvodce*. 1. vyd. Praha : Vodnář, 2007. 176 s.

KOLLE, T. *Salzburg, Salzburger Land*. Hamburg : Jahreszeiten-Verlag, 2006. 138 s.

LELLÁK, J., KUBÍČEK, F. *Hydrobiologie*. Praha : Karolinum, 1992. 257 s.

LICHTENBERGER, E. *Austria : Society and Regions*. Vienna : Austrian Academy of Sciences Press, 2000. 494 s.

LIPSKÝ, Z. Neziderské jezero : geografický exot ve střední Evropě. In *Geografické rozhledy*. 2007-08, č. 3, s. 26-27.

MÍSAŘ, Z. *Regionální geologie světa*. 1. vyd. Praha : Academia, 1987. 708 s.

NETOPIL, R. *Hydrologie pevnin*. 1. vyd. Praha : Academia - nakladatelství ČSAV, 1972. 296 s.

NETOPIL, R. *Přehled hydrologie pevnin*. 1. vyd. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1965. 242 s.

PETR, I. *Rakouské Alpy*. 1. vyd. Ostrava : Mirago, 2002. 216 s.

SCHWÖRBEL, J. *Einführung in die Limnologie*. Jena : Gustav Fischer Verlag, 1984. 233 s.

STOISER, G. *Statistisches Jahrbuch der Landeshauptstadt Klagenfurt am Wörthersee 2008*. Klagenfurt : Magistrat der Landeshauptstadt Klagenfurt am Wörthersee, 2008. 336 s.

STRAHLER, A., STRAHLER, A. *Introducing Physical Geography*. 2nd edition. New York : John Wiley & Sons, 1999. 575 s.

VAN HUSEN, D. *Das Gebiet des Traungletschers, Oberösterreich : eine Typregion des Würm-glazials*. Wien : Verlag den Österreichischen Akademie den Wissenschaften, 1987. 78 s.

WEISCHET, W., ENDLICHER, W. *Regionale Klimatologie : Teil 2 - Die Alte Welt*. Stuttgart : B.G.Teubner, 2000. 625 s.

WETZEL, R.G. *Limnology*. Philadelphia : W.B. Saunders Co., 1983. 767 s.

WETZEL, R.G. *Limnology : Lake and River Ecosystems*. 3rd edition. San Diego : Academic Press, 2001. 1006 s.

WETZEL, R.G., LIKENS, E.G. *Limnological Analyses*. 3rd rev. edition. New York : Springer, 2000. 429 s.

Documentation for the nomination : Cultural Landscape of Fertö - Neusiedler Lake. Vienna / Budapest : Austrian Federal Ministry of Education and Cultural Affairs / Hungarian National Ministry of Cultural Heritage, 2000. 439 s.

Internetové zdroje

Das Seenjahr 2007 [online]. 2008 [cit. 2009-01-31]. Dostupný z WWW:
<http://www.kis.ktn.gv.at/seenbericht_2008_cd/seenjahr.html>.

GASSNER, H., WANZENBÖCK, J. Fischökologische Leitbilder fünf ausgewählter Salzkammergutseen . *Limnologica*. 1999, Jahrg. 29, N. 4, s. 436-448. Dostupný z WWW:
<http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B7GX1-4GWP94Y-6&_user=483942&_coverDate=11%2F30%2F1999&_alid=877991841&_rdoc=18&_fmt=high&_orig=search&_cdi=20473&_sort=d&_docanchor=&view=c&_ct=37&_acct=C000023298&_version=1&_urlVersion=0&_userid=483942&md5=a92c608ace53faa2b3179653431a8483>.

Glacier Inventory / IMG1 [online]. 2000 [cit. 2009-03-06]. Dostupný z WWW:
<<http://img1.uibk.ac.at/iceclim/glacierinventory>>.

Index of World Lakes [online]. c2001 [cit. 2009-03-23]. Dostupný z WWW:
<<http://www.ilec.or.jp/database/index/idx-lakes.html>>.

IVY-OCHS, S. , et al. Chronology of the last glacial cycle in the European Alps. *Journal of Quaternary Science* [online]. 2008, vol. 23, no. 6-7 [cit. 2009-04-01], s. 559-573. Dostupný z WWW:
<<http://www.uibk.ac.at/geographie/personal/kerschner/ivyjqs2008.pdf>>.

Kärnten Atlas : Das geografische Auskunftssystem der Kärntner Landesregierung [online]. 2008 [cit. 2009-03-31]. Dostupný z WWW:
<http://www.kagis.ktn.gv.at/24462_DE-KAGIS-Kaernten_Atlas..htm>.

- Kärntner Institut für Seenforschung* [online]. c2008 [cit. 2008-11-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.kis.ktn.gv.at/index.htm>>.
- KEVERN, N.R., KING, D.L., RING, R.. *Lake Classification Systems* [online]. 1996 , 05/10/2004 [cit. 2009-01-31]. Dostupný z WWW: <<http://www.mlswa.org/lkclassif1.htm>>.
- LATH, U., et al. *Dotation des Neusiedler See* [online]. 2004 [cit. 2009-01-15]. Dostupný z WWW: <<http://stud3.tuwien.ac.at/~e0226446/Uni/Dotation%20des%20Neusiedler%20Sees.pdf>>.
- Lebensministerium.at - Waters condition monitoring 2007-2009* [online]. 08.10.2008 [cit. 2008-11-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.wassernet.at/article/articleview/70254/1/6423/>>.
- LIVINGSTONE, D.M., DOKULIL, M.T. Eighty years of spatially coherent Austrian lake surface temperatures and their relationship to regional air temperature and the North Atlantic Oscillation. In *Limnology and oceanography*. Waco : American Society of Limnology and Oceanography, 2001. s. 1220-1227. Dostupný z WWW: <http://aslo.org/lo/toc/vol_46/issue_5/1220.pdf>.
- Mapy.cz* [online]. 2005-2008 [cit. 2009-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.mapy.cz/#x=131424256@y=124329984@z=7@mm=TP>>.
- Neusiedler See - Wikipedia* [online]. 2007 , 16.01.2009 [cit. 2009-01-03]. Dostupný z WWW: <http://de.wikipedia.org/wiki/Neusiedler_See>.
- PROJEKT 2004-2007 - GEOMIN - geologická společnost* [online]. 2007 [cit. 2009-03-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.geomin.cz/index.php?menu=10015>>.
- ROHR, R.. *Treibende Algenfladen im Ossiacher See : Umfangreiche Sanierungsmaßnahmen im Laufen* [online]. 2008 [cit. 2009-03-02]. Dostupný z WWW: <http://www.kis.ktn.gv.at/news/Algenfladen-0627_neu.pdf>.
- Salzkammergut - Wikipedia* [online]. 2007 , 13.02.2009 [cit. 2009-01-03]. Dostupný z WWW: <<http://de.wikipedia.org/wiki/Salzkammergut>>.
- Satelitní mapa Evropa : podrobné satelitní snímky* [online]. 2005 [cit. 2009-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.maplandia.cz/evropa/>>.
- SIL News 51.pdf : December 2007* [online]. 2007 [cit. 2009-01-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.limnology.org/news/silnews51.pdf>>.
- STATISTIK AUSTRIA : Statistisches Jahrbuch Österreichs 2008* [online]. 2008 , 18.12.2008 [cit. 2009-01-03]. Dostupný z WWW: <http://www.statistik.at/web_de/services/stat_jahrbuch/index.html>.

UNIVERSITY OF INNSBRUCK : INSTITUTE OF ZOOLOGY AND LIMNOLOGY (UIBK-IZL) [online]. 2002 , 11.1.2002 [cit. 2009-02-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.mountain-lakes.org/emerge/teams/6.php>>.

Water on Web - Understanding - Lake Ecology - Density and Thermal Stratification [online]. 2004 , 05/01/2006 [cit. 2009-02-02]. Dostupný z WWW: <http://waterontheweb.org/under/lakeecology/05_stratification.html>.

WEISSE, T. Limnology in Austria and at Mondsee : Going Against the Trend?. In GULATI, R. *SIL news*. Nieuwersluis : [s.n.], 2007. s. 7-8. Dostupný z WWW: <<http://www.limnology.org/news/silnews51.pdf>>.

Wirtschafts Blatt :Mondsee soll verkauft werden [online]. 2008 [cit. 2008-11-11]. Dostupný z WWW: <<http://www.wirtschaftsblatt.at/home/oesterreich/unternehmen/oberoesterreich/321114/index.do>>.

Použité mapy

Rakousko. 1 : 500 000. SHOCart, spol. s r.o., 2005.

Přílohy

Seznam příloh:

Příloha č. 1: Poloha velkých korutanských jezer

Příloha č. 2: Hloubkové mapy korutanských jezer

Příloha č. 2a: Hloubková mapa Wörthersee

Příloha č. 2b: Hloubková mapa Millstätter See

Příloha č. 2c: Hloubková mapa Ossiacher See

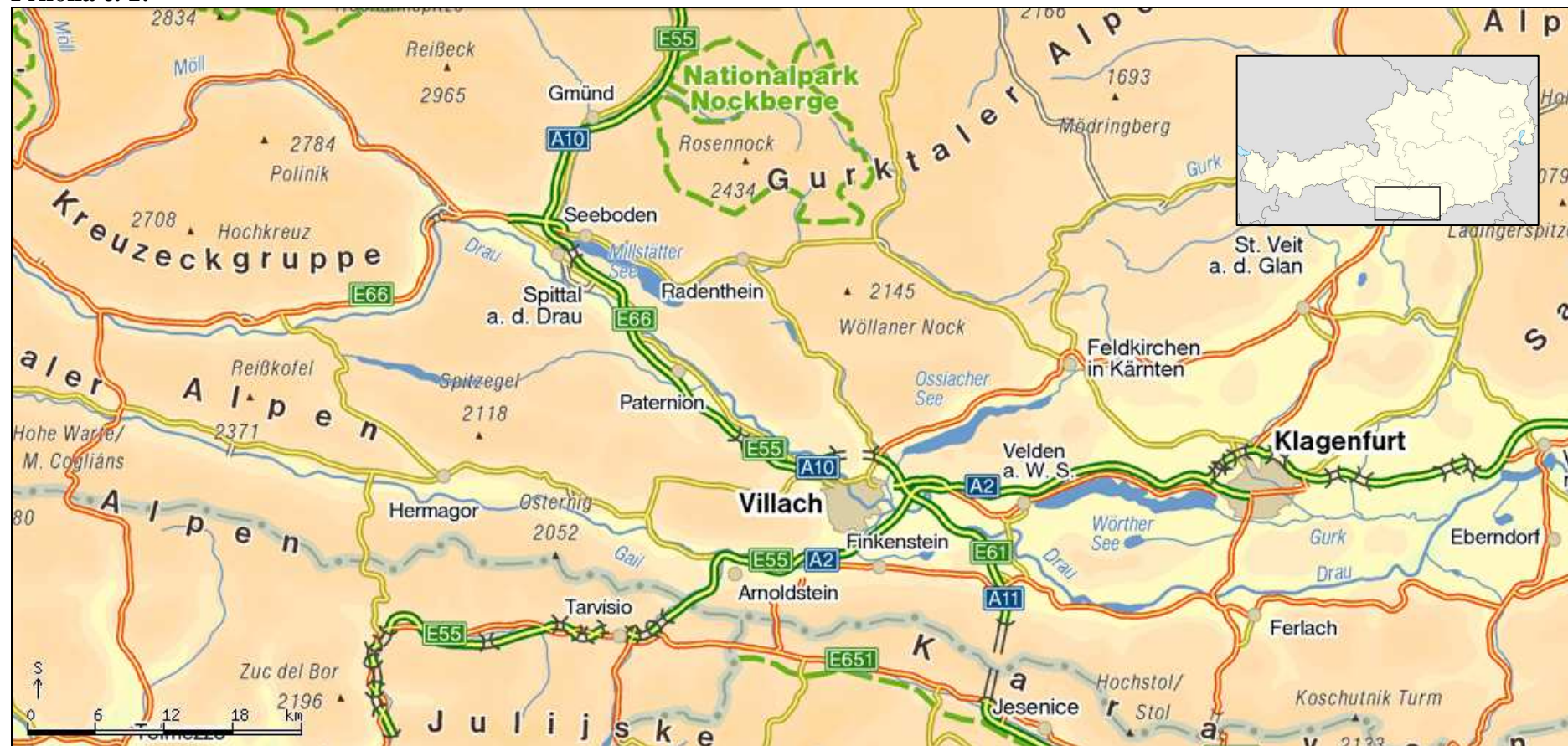
Příloha č. 2d: Hloubková mapa Weissensee

Příloha č. 3: Hydrologická a morfometrická charakteristika rakouských jezer

Příloha č. 4: Teplota vody v jezeře Wörthersee – stanice Freyenthurn

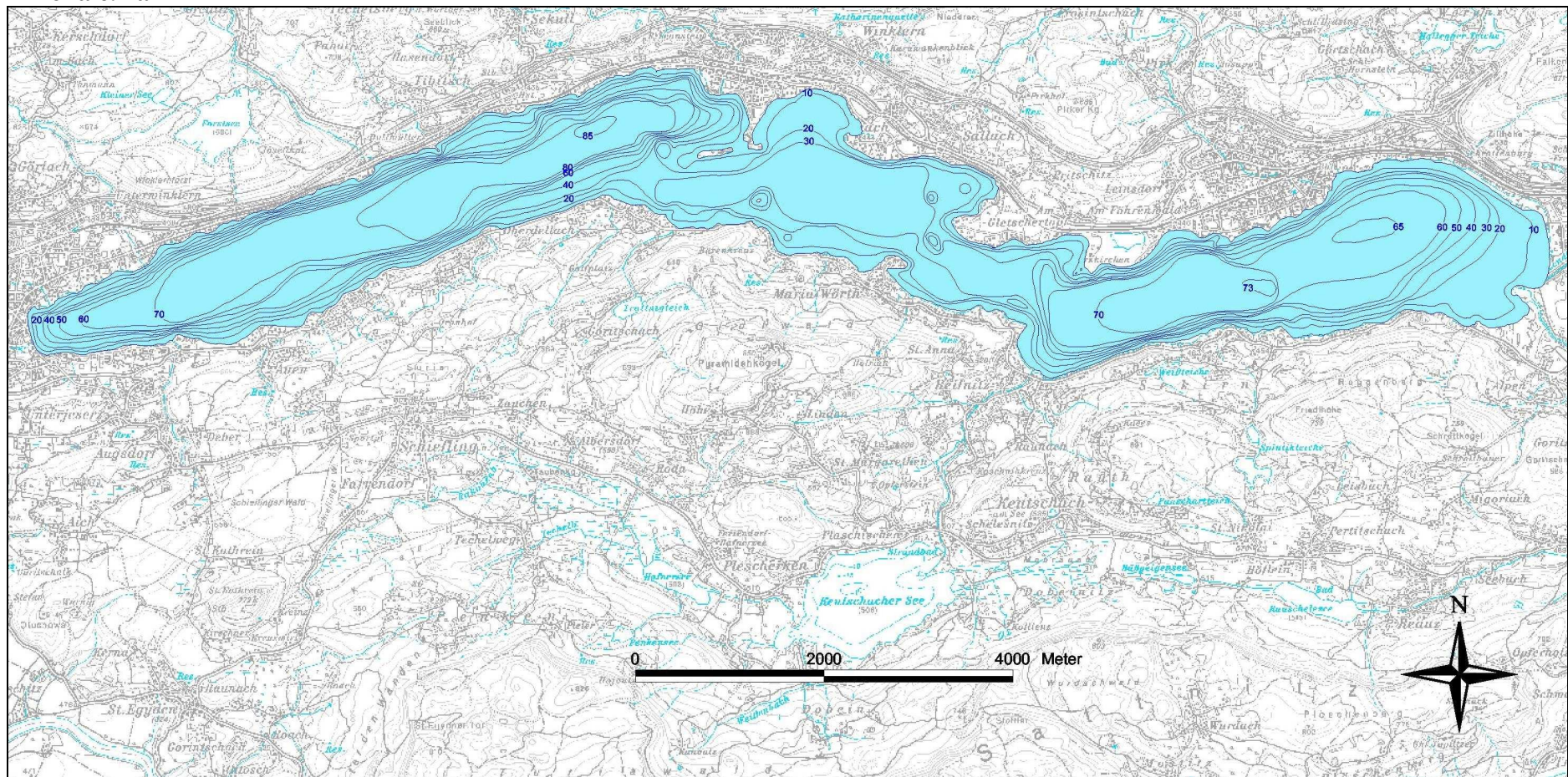
Příloha č. 5: Tloušťka ledu a doba trvání ledové pokrývky jezera Weissensee

Příloha č. 1:



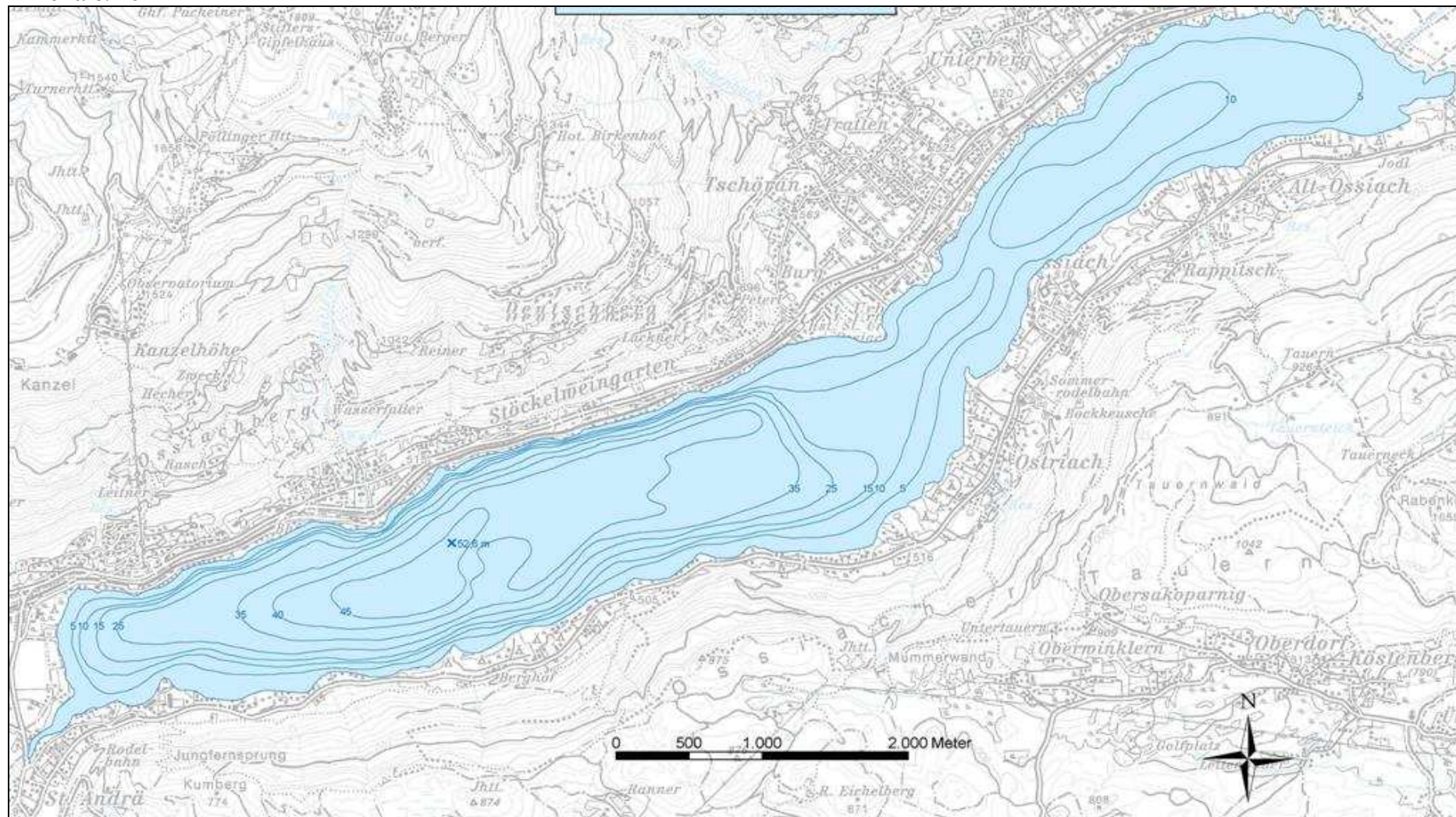
Zdroj: server mapy.cz (2009)

Příloha č. 2a



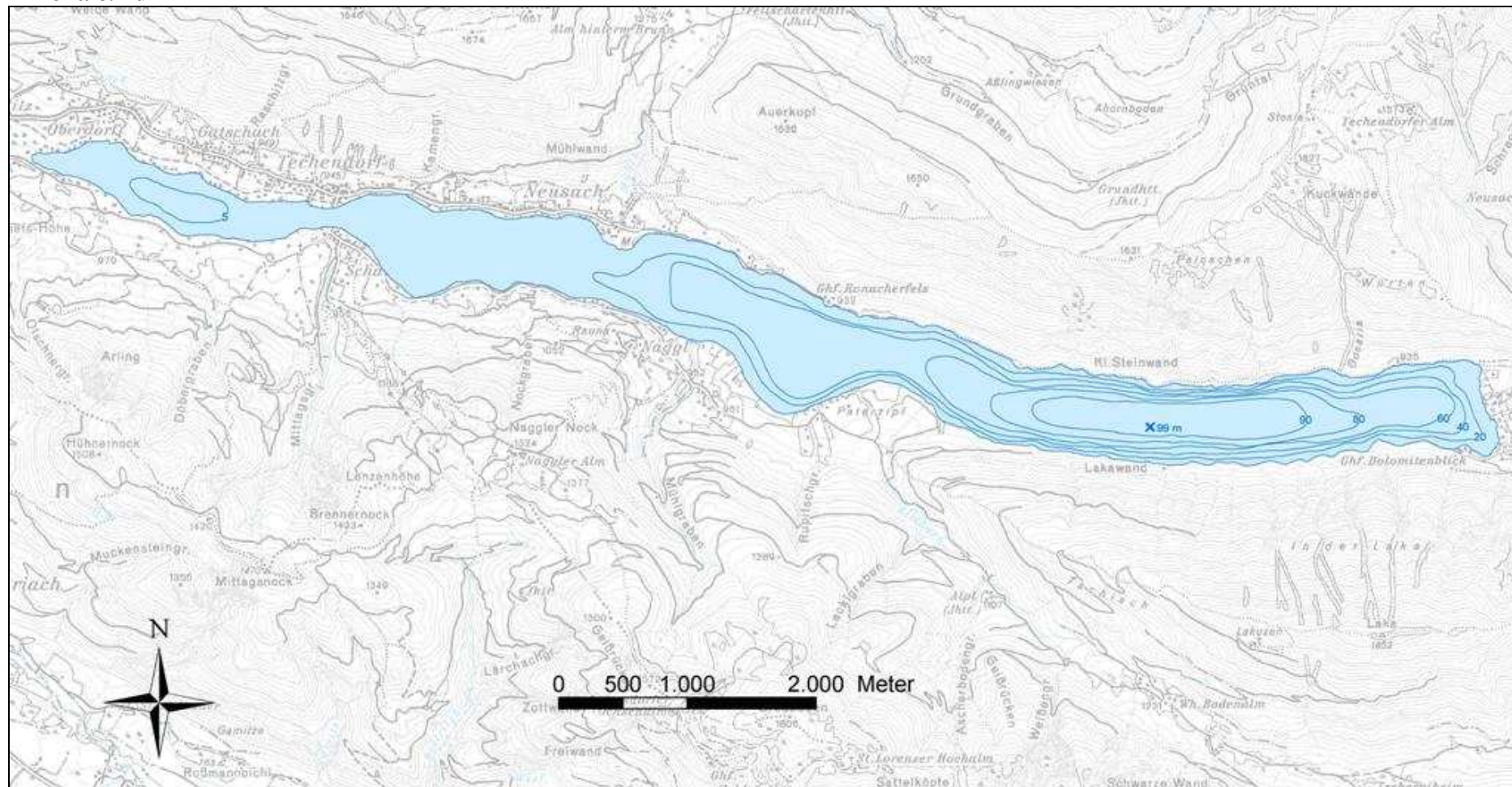
Zdroj : Kärntner Institut für Seenforschung (2009)

Příloha č. 2c



Zdroj : Kärntner Institut für Seenforschung (2009)

Příloha č. 2d



Zdroj : Kärntner Institut für Seenforschung (2009)

Příloha č. 3

		Rozloha (km²)	Nadmořská výška (m)	Objem (mil. m³)	Největší hloubka (m)	Průměrná hloubka (m)	Plocha povodí (km²)	Max. šířka (km)	Max. délka (km)	Doba obměny vody (roky)
1	Neusiedler See	276,4	115	325,0	1,8	1,0	1120,0	12,0	36,0	1,5
2	Attersee	45,9	469	3943,0	169	85,0	464,0	3,5	19,3	7,1
3	Traunsee	24,5	423	2302,0	191	94,5	1417,0	2,9	12,2	1,0
4	Wöthersee	19,4	439	816,4	85	41,9	162,1	1,7	16,5	10,5
5	Mondsee	14,2	481	970,0	68	36,0	247,2	1,5	11,0	1,7
6	Millstätter See	13,3	588	1204,6	141	88,6	284,6	1,8	12,0	7,5
7	Wolfgangsee	12,8	538	667,1	114	52,0	124,8	1,8	10,5	3,9
8	Ossiacher See	10,8	501	206,3	53	19,6	162,9	1,5	10,4	1,8
9	Hallstättersee	8,6	508	557,0	125	65,2	646,0	2,3	5,9	0,5
10	Weissensee	6,5	929	226,1	99	35,1	49,6	0,9	11,4	9,2

Zdroje: Jagsch, Gassner, Dokulil (2002), *Das SeenJahr 2007*, *Statistisches Jahrbuch 2008*, Alois Herzig (*Biologische Station Neusiedler See*), Roland Schmidt, Martin Dokulil (*Institut für Limnologie Mondsee*)

Příloha č. 4

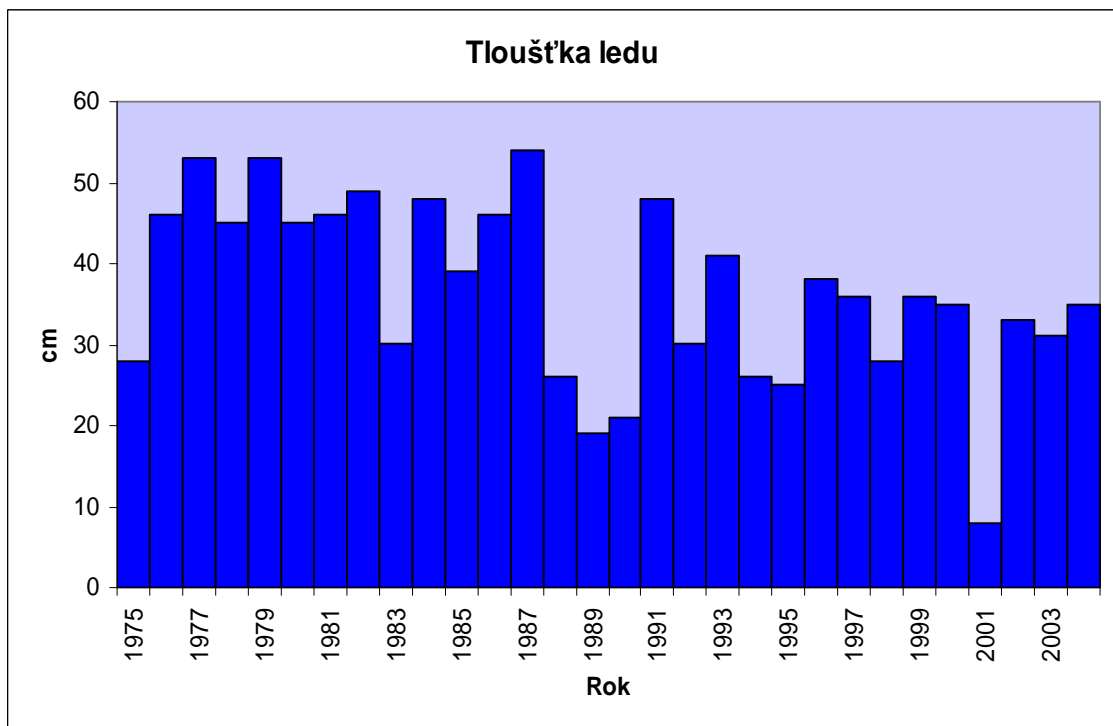
Měsíční průměr (°C)						
Rok	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen
1973	2,4	2,3	4,7	7,0	14,6	19,5
1975	3,7	3,9	4,8	7,3	15,4	18,1
1980	2,6	3,2	4,9	8,6	11,8	18,2
1985	2,4	2,2	3,6	7,9	14,5	19,2
1990	1,8	4,3	7,3	8,5	16,4	19,0
1995	3,5	3,1	4,4	9,0	16,0	19,0
2000	2,7	3,9	5,8	11,1	18,7	22,4
2005	3,7	3,1	4,5	9,1	16,8	21,3
2006	2,3	2,7	3,7	10,2	16,0	20,3
2007	4,2	4,9	7,5	14,0	18,9	22,2
Měsíční průměr (°C)						
Rok	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
1973	22,6	22,6	20,6	13,9	8,3	4,3
1975	22,2	22,6	20,8	15,8	9,4	5,1
1980	19,8	22,8	19,9	15,0	8,0	4,5
1985	22,0	23,2	20,4	16,4	8,6	4,6
1990	21,8	23,1	19,3	15,5	9,4	5,0
1995	23,8	23,5	19,1	16,1	10,0	5,6
2000	22,3	23,2	20,5	16,1	11,5	7,6
2005	23,1	22,5	20,5	15,5	11,0	5,5
2006	24,7	22,1	20,6	16,8	10,6	6,5
2007	24,2	23,3	19,5	15,1	9,6	5,4

Zdroj : Statistisches Jahrbuch der Landeshauptstadt Klagenfurt am Wörthersee 2008, citace 2008

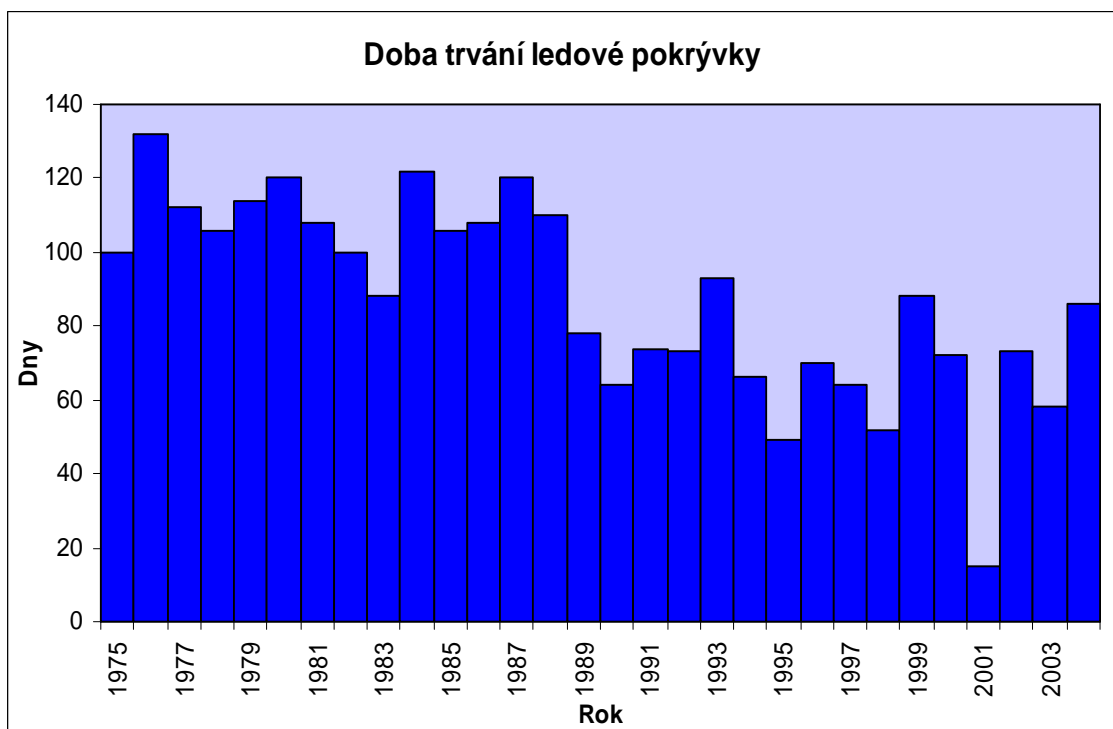
Rok	Roční průměr (°C)	Maximum (°C)	Minimum (°C)
1973	11,9	24,0 (20.8.)	1,4 (4.2.)
1975	12,4	24,3 (25.7.)	1,9 (18.2.)
1980	11,6	24,6 (4.8.)	1,3 (21.1.)
1985	12,1	24,8 (31.7.)	0,8 (17.1.)
1990	12,6	24,4 (22.7.)	1,0 (24.1.)
1995	12,8	26,6 (24.7.)	1,9 (6.2.)
2000	13,8	25,6 (20.8.)	1,6 (14.1.)
2005	13,1	27,2 (30.7.)	1,1 (31.1.)
2006	13,0	27,8 (26.6.)	1,4 (16.1.)
2007	14,1	28,9 (19.7.)	2,5 (27.1.)

Zdroj : Statistisches Jahrbuch der Landeshauptstadt Klagenfurt am Wörthersee 2008, citace 2008

Příloha č. 5:



Zdroj : Kärntner Institut für Seenforschung (2008)



Zdroj : Kärntner Institut für Seenforschung (2008)