Jihočeská univerzita

Pedagogická fakulta

Katedra geografie

VYUŽITÍ POZNATKŮ KLIMATOLOGIE V ZÁJMOVÝCH CHOVECH ZOOZVÍŘAT

Knihovna JU - PF
3115172643

Vypracovala: Michaela Jerhotová

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Roman Kössl

2006

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně a veškerou literaturu, ze které jsem čerpala, jsem uvedla do seznamu literatury.

Michaela Juhaszová

Ráda bych touto cestou poděkovala RNDr. Romanu Kösslovi za jeho pomoc, odborné vedení a cenné rady při tvorbě této diplomové práce. Také děkuji Mgr. Ivanu Kubátovi za poskytnutí odborné literatury a chovatelských rad.

Obsah

1. ÚVOD **5**

2. METODIKA **6**

2.1. Získávání a zpracování informací *6*

2.2. Rozbor chovatelské literatury *7*

3. KLIMATICKÉ EKOLOGICKÉ FAKTORY A JEJICH VLIV NA ŽIVOČICHY **21**

3.1. Ekologické faktory a jejich členění *21*

3.2. Klimatické faktory *25*

3.2.1. Sluneční záření 25

3.2.1.1. Vliv slunečního záření na živočichy 29

3.2.1.2. Vliv ultrafialového záření na živočichy 34

3.2.2. Teplota půdy 36

3.2.2.1. Vliv teploty půdy na živočichy 38

3.2.3. Teplota vzduchu 39

3.2.3.1. Vliv teploty vzduchu na živočichy 45

3.2.4. Vlhkost vzduchu a srážky 58

3.2.4.1. Vliv vlhkosti na živočichy 63

3.3. Klasifikace klimatu *66*

3.3.1. Köppenova klasifikace klimatu 66

3.3.2. Bergova klasifikace klimatu 69

3.3.3. Alisovova klasifikace klimatu 74

3.4. Kategorie klimatu *77*

3.5. Vliv makroklimatu, význam mikroklimatu stanoviště *84*

4. VYUŽITÍ KLIMATOLOGIE PŘI CHOVU ZVÍŘAT **88**

4.1. Návrh metodiky využití poznatků klimatologie v zájmových chovech *88*

4.2. Odkazy na klimatologickou literaturu *93*

4.4. Odkazy na internetové stránky s klimatologickými daty *95*

5. ZÁVĚR **97**

6. SEZNAM LITERATURY **98**

7. SEZNAM PŘÍLOH **105**

8. PŘÍLOHY **106**

1. ÚVOD

Téma této diplomové práce bylo zvoleno z důvodu nedostatečné informovanosti začínajících chovatelů o vlivu klimatických podmínek na chovaná zvířata. V chovatelských příručkách lze sice najít kapitolu, která se, více či méně podrobně, věnuje klimatickým podmínkám panujících v různých částech světa, stejně tak lze najít kapitolu o vlivu jednotlivých klimatických podmínek na chovaná zvířata, ale bohužel jsou tyto informace podávány pouze v obecné rovině, často bez souvislostí a bez vztahu ke konkrétním podmínkám klimatu místa původního rozšíření živočicha. Z tohoto důvodu jsem se snažila téma klimatických podmínek a jejich vlivu na živočichy zpracovat uceleně tak, aby chovatelé mohli zvířatům v teráriu vytvořit co nejlepší podmínky pro život.

Chovatelé se také mohou setkat s problémem, že v odborné literatuře nemohou najít potřebné informace týkající se chovu určitého druhu živočicha, nebo se situací, kdy je nutné z nějakého důvodu v terárium pozměnit stávající, literaturou doporučené, klimatické podmínky. Proto se dalším, neméně důležitým, cílem mé práce, stala tvorba jednoduchého návodu, jak a kde si každý chovatel může opatřit potřebná klimatologická data a jak s nimi dále pracovat. Nejvíce jsou klimatickými podmínkami ovlivňovány poikilotermní a ektotermní živočichové. Proto většina příkladů vlivu klimatických podmínek na živočichy je prezentována na těchto zvířatech, hlavně na plazech.

2. METODIKA

2.1. Získávání a zpracování informací

Nejprve bylo třeba prostudovat dostupnou chovatelskou literaturu a zjistit do jaké míry je nastolenému problému věnována pozornost. Podařilo se mi sehnat velké množství česky psané chovatelské literatury, nebo alespoň té, která je běžně dostupná ve veřejných knihovnách (konkrétně Státní vědecká knihovna v Českých Budějovicích a knihovny jednotlivých fakult Jihočeské univerzity). Využila jsem i přístupu k odborné, především zahraniční, literatuře knihovny Zoologické zahrady Ohrada u Hluboké nad Vltavou. Zaměstnanci Zoo, jmenovitě RNDr. Roman Kössl a Mgr. Ivan Kubát, mi ke studiu zapůjčili i svoji soukromou odbornou literaturu. Oba mají cenné zkušenosti s chovem zvířat v zoologických zahradách a zároveň jsou i dlouholetými chovateli různých druhů terarijních živočichů.

Dále bylo nutné prostudovat skripta a jinou odbornou literaturu týkající se klimatologie, ekologie živočichů, obecné ekologie, částečně i etologie. Důležitou součástí práce bylo i hledání v zeměpisných atlasech, zda-li obsahují mapy, na kterých by byla zobrazena rozložení klimatologických prvků na Zemi. V dnešní době je už naprostou samozřejmostí vyhledávat potřebná data také na internetu. Zde je obsaženo nepřeberné množství informací, ale musím připomenout, že se čtenář musí mít na pozoru, s jak kvalitními informacemi pracuje. Neocenitelným pomocníkem je internet hlavně při vyhledávání klimatologických dat z různých částí světa.

Pro jednotné zpracování tématických klimatologických map jsem jako podklad použila mapu, která byla překreslena do počítače podle vybrané mapy z atlasu (Fiziko-geografičeskij atlas mira, 1964). Mapy nejsou vytvořené na základě primárních dat jednotlivých meteorologických prvků, všechny jsou překreslené v programu Corel Draw 8 podle již vytvořených a publikovaných map (vždy s odkazem na zdroj, který je také uveden v kapitole zabývající se odkazy na příslušnou literaturu a ostatní zdroje informací). Vzniklé mapy mají sloužit k prvotní orientaci začínajících chovatelů, mají jim názorným způsobem představit zeměpisné rozložení klimatických prvků na

Zemi. Z tohoto důvodu jsou mapy z kartografického hlediska generalizované a do určité míry nepřesné.

Při vytváření klimadiagramů jsem nepoužila klasickou formu klimadiagramu, v které se znázorňují průběhy roční průměrné teploty a ročních průměrných srážek. Pro potřeby teraristů nejsou tato data dostatečně reprezentující, a proto jsem zvolila znázornění ročního chodu maximálních a minimálních teplot, které mají pro chovatele větší hodnotu.

2.2. Rozbor chovatelské literatury

Chovatelství obecně má v našich zemích dlouholetou tradici, podobně jako s chovem související publikační činnost. Z pohledu teraristiky, na kterou je diplomová práce zaměřena, vznikaly různé spolky a sdružení zájemců o akvaristiku a teraristiku, začal vycházet první odborný časopis *Akvaristický obzor* zabývající se chovem terarijních zvířat, následovaly *Akvaristické listy* a *Akvárium terárium*, které vychází dodnes. Články věnované teraristice se pravidelně objevují i v časopise *Fauna* a částečně se teraristice věnuje i časopis pro biologickou práci *Živa* (Baruš, Oliva, 1992b). V poslední době začal vycházet měsíčník *Akva tera fórum*.

Na ***přelomu 60. a 70. let*** byly u nás vydány první odborné teraristické publikace. Mezi prvními se objevila knížka Teraristika v koutku živé přírody autorů Štrauba a Niedla (1971). Autoři se věnují hlavně stavbě, vnitřní úpravě a vybavení terárií, která jsou rozdělena do 4 základních typů (pouštní, polosuché, tropické a akvaterárium). Popis klimatických podmínek pro jednotlivá terária vypadá následujícím způsobem. Pouštní terárium: „... *Druhy chované v tomto typu terária vyžadují hodně slunce, poměrně vysokou teplotu, minimální vlhkost, ale současně stálý přístup čerstvého vzduchu.....V létě, kdy do našeho terária vniká sluneční záření v plné intenzitě, vypínáme buď zavěšenou žárovku, nebo i spodní topení. Za podmračených dnů je nezbytné nádrž přisvětlit a vyhřát na potřebnou teplotu, tj. 28 až 36 °C. Pouštní terária vydatně větráme, neboť naši svěřenci potřebují sice teplý až horký vzduch, ale přitom stále*

čerstvý...Pouze v zimních měsících snižujeme teplotu, abychom dopřáli zvířatům i rostlinám aspoň částečně údobí zimního klidu. Část zvířat necháme přezimovat mimo nádrže v bedně, kterou přemístíme do suchého sklepa, ve kterém je stabilní teplota 8 až 10 °C... " . Ve speciální systematické části pak u některých druhů bývají připojeny přesnější informace jako např. u agamy písečné *(Phrynocephalus mystaceus): „...Pouštní terárium se sypkým pískem. Teplota 29 až 35 °C, přechodně ji můžeme na krátkou dobu zvýšit až na 40 °C...*". Jedna z podkapitol je věnována i životnímu rytmu zvířat. Upozorňuje na důležitost kolísání teploty v průběhu dne i roku. Stupeň denního ohřátí a nočního chladu se řídí klimatickými podmínkami druhu. Ale jen ve výjimečných případech jsem našla poznámku o snížení noční teploty a na jakou konkrétní hodnotu. Obdobný problém se opakuje u ročního rytmu.

Z následujících knih jsem vybrala Zvířata celého světa 3 - Hadi od Felixe (1978). Pravděpodobně proto, že nejde o teraristickou příručku, lze v této publikaci najít důležité informace týkající se ekologie a etologie hadů. Hadi jsou živočichové bezprostředně závislí na teplotě okolí, a proto se autor věnuje hlavně vlivu teploty na tato zvířata. Upozornil na mylnou představu veřejnosti, mezi níž převládá názor, že čím vyšší teploty, tím je plaz aktivnější. Ve skutečnosti jsou plazi přizpůsobeni zvyšování své tělesné teploty jen do určité, překvapivě nízké, hranice. Dále se autor věnoval i nutnosti přirozeného kolísání teplotních podmínek, kdy kromě optimální tělesné teploty jedinec potřebuje odlišné teploty při odpočinku, jiné při trávení potravy a jiné při zimním spánku. Vše je doplněno příklady pokusů, kdy byli hadi vystaveni působení vysokých teplot po delší dobu a jaké to na ně mělo fatální vliv.

80. léta

Vergner J., Vergnerová O., 1986: Chov terarijních zvířat.

Spíše než samotným klimatickým podmínkách se autoři věnují jejich vytváření a udržování po technické stránce. Jednotlivé oddíly knihy popisují vytápění, osvětlení, vlhčení a větrání terária. Na zajištění vhodných klimatických podmínek se nazírá hlavně z pohledu technické

proveditelnosti a hospodárnosti provozu terária. Čtenář se dočte, že má pro zajištění vhodného osvětlení možnost využívat denního světla, umělého osvětlení nebo kombinaci denního a umělého světla, i to, že by osvětlení mělo imitovat délku dne příslušné klimatické oblasti, ale bohužel už se nikde nedočte, jak takové světelné podmínky v různých částech planety vypadají. Podobně je tomu např. u imitování období dešťů, ale opět v knize není žádná zmínka, v které části roku má k tomuto napodobení dojít. V kapitole o rozmnožování je uveden důvod nutnosti kolísání meteorologických prvků: „*...Rozmnožovací sezóna je ovlivněna hlavně teplotními podmínkami a délkou dne - fotoperiodou, méně často je ovlivňována srážkami. Kromě tropů začíná rozmnožovací sezóna se vzrůstající délkou fotoperiody...*". Terária jsou rozdělena podle mikroklimatu na tropické suché, tropické vlhké, subtropické suché, subtropické vlhké, pouštní, mírného pásu suché a mírného pásu vlhké. Charakteristika pouštního terária je následující: „*...Pouštní klimatické poměry dosahují značných extrémů, které nelze vždy v zajetí napodobit. Musíme proto vycházet z prostředí odchytové lokality nebo alespoň oblasti ..... Vyhříváme lokálně jednu část na uvedenou teplotu a druhou část, chladnější, v jednom rohu udržujeme vlhčí. Také spodní část vrstvy písku (50 – 200 mm vysoká) by měla být mírně vlhká.....Denní teplota 35 – 40 °C, s možností lokálního ohřevu pod zdrojem tepla 45 °C, nejnižší noční teplota 20 – 15 °C, relativní vlhkost 40 – 80 %. Terárium jednou za týden mírně porosíme.....*". Začínající chovatel (pro něž, je publikace mj. určena) se bohužel nedoví, proč je důležitá např. vlhkost písku. Autoři se zmiňují, že rozdělení terárií, hodnoty teplot i vlhkosti jsou pouze orientační a že mělo by se přihlížet ke specifickým nárokům jednotlivých chovanců. Ve speciální popisné části, ale žádné upřesňující informace čtenář nenalezne.

V knize Chováme korytnačky autorů Szalay, Szalayová (1985) se dokonce hledá popis klimatických podmínek přirozeného prostředí velmi obtížně. Na druhou stranu je u popisu zimujících druhů uveden časový údaj probuzení ze zimního spánku (např. u želvy žlutohnědé *(Testudo graeca)* „*... Zo zimného spánku sa prebúdza v apríli, kedy sa aj pári...*"). To jsou

v podstatě jediná konkrétní data, která jsou v knížce udávána. A navíc postrádají i předchozí vysvětlení problematiky. Kladem jsou určitě mapky areálu výskytu jednotlivých druhů.

Čihař (1989): Teraristika.

První část knihy je věnovaná biologii terarijních zvířat, kde z hlediska klimatických podmínek a jejich vlivu na chovaná zvířata, autor zmiňuje hlavně výskyt a biotop druhu, podmínky pro rozmnožování, inkubaci a vývoj mláďat, zimování. U některých skupin jsou i informace týkající se teploty, příp. jejich nočního poklesu. Jak je žádoucí znát biologii chovaných druhů dokládá na příkladu užovky pardálí *(Elaphe situla)*, která *„...Je rozšířena na Maltě a Sicílii, v jižní části Apeninského poloostrova a podél pobřeží Balkánského poloostrova (Bulharsko, Jugoslávie, Řecko, Kréta). Zasahuje také na Krym a do Turecka...Obývá sušší kamenité biotopy zarostlé křovinami, žije i v řídkých lesích. Setkáme se s ní do nadmořské výšky 500 – 600 m. Omyl mnoha teraristů, kteří ji považují za hada choulostivého a těžko chovatelného, tkví v tom, že ji chovají při vysokých teplotách, tj. 30 °C a více...Optimální teplota pro chov je 18 – 25 °C. Přestože žije na teplých lokalitách, vyhledává stinnější a chladnější místa...“*.

Druhá část knihy je věnována základům teraristiky. V návaznosti na první část knihy autor upozorňuje na důležitost poznatků biologie druhu pro jeho zdárný chov. Přestože jsou zde pouze „univerzální“ průměrné klimatické hodnoty, cenné jsou hlavně popisy klimatických prvků s ohledem na biologii poikilotermních živočichů. Např. *„...Obojživelníci a plazi mají proměnlivou tělní teplotu – živočich ji může ovlivňovat tím, že se přemísťuje z chladných míst na místa teplejší a naopak. Živočichové z jedné lokality, obývající různá lesní patra či žijící na zemi a pod zemí, mají často velmi rozdílné nároky na teplotu. Rozhodujícím činitelem při jejich rozmnožování je často kolísání denních a nočních teplot...“*. Rozmezí teplot (denních i nočních) pro jednotlivá podnební pásma doplňuje poznámkou, že *„...živočichové pouštní a horští jsou zvyklí na velký teplotní rozdíl mezi dnem a nocí...“*. A pokračuje: *„...Délka světelného dne během roku ovlivňuje velmi výrazně rozmnožování terarijních zvířat. To se ovšem netýká druhů, které pocházejí z rovníkových oblastí – tady jsou den a noc stejně dlouhé. Při chovu*

obojživelníků a plazů z mírného a subtropického pásma je výhodné zapínat a vypínat světlo přes fotobuňku. Chováme-li zvířata z jižní polokoule a zachovali-li jsme v létě světelný posun dne a noci v poměru 10 : 14 hodinám, musíme na podzim začít světelný den prodlužovat...Světlo nehraje zvláštní roli a je nežádoucí u druhů, které jsou aktivní v noci, žijí v šeru nebo pod zemí. Druhy světlomilné, obyvatelé otevřených, prosluněných biotopů, jsou však na světlo velmi náročné... ".

90. léta

V tomto období lze sledovat velký nárůst údajů o biologii a chovu plazů, souvisejících zvláště s jejich reprodukcí. Mnoho nových informací bylo získáno díky velkému rozvoji chovu plazů v lidské péči. Tato data byla publikována hlavně v časopise Akvárium terárium, příp. ve Fauně. Obdobné články lze najít také v časopise Živa, ale s ohledem na jeho jiné zaměření, jich je mnohem méně než ve výše zmíněných časopisech. Kromě článků týkajících se jednotlivých druhů, vyšlo v Akváriu teráriu několik sérií článků věnovaných obecnějším podmínkám chovu – např.:

Rehák I. (1993 - 1994): Rozmnožování hadů,

Vergner I. (1993 - 1994): Začínáme s teraristikou,

Rehák I. (1995): Teplotní požadavky a termoregulace hadů,

Rehák I. (1996): Časová a prostorová aktivita hadů,

Rehák I. (1996): Populační ekologie hadů,

Kössl R. (1998): Potřebují plazi ultrafialové záření?,

Velenská N. (2000): Začínáme s teraristikou.

Zvláště ve druhé polovině 90. let se na našem knižním trhu objevilo větší množství teraristických příruček, které byly určeny hlavně pro začínající teraristy, zvláště pak pro děti a mládež. Styl byl téměř u všech jednotný, kdy se na malý počet stránek muselo vtěsnat co

největší množství informací o všech zvířatech, která lze v teráriích chovat. Velká část každé publikace se věnovala popisu stavby a technického vybavení terárií (vytápění, osvětlení, příp. UV paprskům, vlhčení a větrání), ale možnosti prezentace vhodných, a hlavně rozdílných, klimatických podmínek v jednotlivých klimatických oblastech světa, nebyla věnovaná dostatečná pozornost. Většina autorů uvádí, že je nutné snažit se co nejvěrněji napodobovat různé biotopy, které se liší denní a noční teplotou, vzdušnou vlhkostí, délkou osvitu apod., ale podrobněji se tomuto problému nevěnují. Několik příkladů:

Rogner (1997): Naše první terárium.

V kapitole věnující se stavbě terária a podkapitole Větrání a vzdušná vlhkost (!) autor píše, že *„Klimatické podmínky našich domovů se od vnějšího klimatu neliší jen rozdílným osvětlením a teplotou, ale i délkou světelného dne, měnící se v přírodě podle ročních období. Mnozí živočichové jsou ve své domovině na světlo mnohem náročnější než my, takže jim podmínky našeho klimatického pásma vyhovují velice výjimečně. Proto si terarista musí pomáhat některou technikou, která umožňuje uspokojit nároky těchto zvířat na světlo a teplotu"*. Ve speciální části pak popis podmínek vypadá následovně (příkladem je anolis (*Anolis sagrei*): *„...aktivní ve dne, rád se sluní, zdržuje se hlavně na zemi...savanové terárium* (suché a teplé), *20 – 28 °C, lokální vyhřívání, večer porosit..."*

Fokt (1998): Bydlí s námi ještěr.

Z pohledu klimatických podmínek jsou zde pouze vyjmenované typy terárií podle podnebí s následujícím popisem - terária mírného pásu: *„Denní teplota v létě okolo 27 °C, noční letní teplota okolo 20 °C. V zimě ukládáme zvířata k zimnímu spánku."*

Fokt (2000): Žáby jako terarijní zvířata.

Také on upozorňuje, že se délka dne v určitých zeměpisných šířkách a ročních obdobích mění a že je třeba toto respektovat při vytváření podmínek v teráriu, zvlášť když změny délky dne mohou vyvolat např. nástup rozmnožování. Ve speciální části knihy, věnované popisu podmínek pro chov jednotlivých druhů, jsem ale odkaz na tyto změny našla pouze ve výjimečných

případech.

V češtině vychází Teraristika německého autora Ludwiga Trutnaua (1997). Také on se potýkal s problémem stávající teraristické literatury, která se orientovala především na stavbu a technické vybavení terárií. Hned v předmluvě knihy upozornil na nutnost co nejvěrnějšího napodobování všech podstatných faktorů životního prostředí, které chované zvíře vyžaduje. Píše: *„...v závislosti na chovaném druhu jsou to především rovnoměrné nebo střídající se teplotní cykly, nejen denní a noční, ale také podle ročního klimatického cyklu, nutnost orientovat se podle přirozených podmínek a zajišťovat změny osvitu, vlhkosti substrátu a vzduchu včetně potřebných vhodných úkrytů ve formě na sebe naskládaných plochých kamenů apod...".* Neméně podstatné je podle něho studium způsobu života zvířat. V jeho knize jsou tedy kromě kapitol o pořizování či stavbě terária, kapitol o péči o terária a chovaná zvířata, také informace o biologii, ekologii a etologii chovaných zvířat. Klimatologii se věnuje v kapitole Zemské klimatické pásy, kde popisuje jaké klimatické podmínky panují v různých částech světa. Vznikl tak ucelený a podrobný přehled, který kromě popisné části vysvětluje také příčiny a možné odchylky v klimatickém systému. Rovníkové pásmo popisuje následujícím způsobem: *„...zahrnuje Amazonskou nížinu, údolí Konga a části západní Afriky, Malajský poloostrov, Sundské ostrovy a Novou Guineu s ostrovy. Vyznačuje se vysokou vlhkostí vzduchu, která se zejména k ránu blíží bodu nasycení a rovnoměrně vysokou teplotou. Teplotní výkyvy jsou zpravidla během jednotlivých dnů větší, než za dobu několika měsíců. Srážky se vybíjí často formou prudkých bouřek, a to většinou odpoledne, ale také v noci. Podle lokality kolísají roční srážky mezi 150 až 1 200 mm...".* Pokračuje bližším popisem, protože rovníkové pásmo zahrnuje deštné pralesy, ale i džungle, suché lesy, savany atd. Následuje kapitola věnující se nárokům obojživelníků a plazů na faktory životního prostředí (teplotu, světlo, vlhkost, vzduch), také tomu jaký vliv mají tyto faktory na živočichy a jak se zvířata vyrovnávají a adaptují na podmínky prostředí. Ekologicky zaměřená je kapitola Biotopy obojživelníků a plazů s popisem následujících biotopů (mokřady, rybníky, jezera, potoky, řeky, oblasti s brakickou vodou, moře, lesy, savany a stepi,

krasové oblasti, pouště a horské oblasti), které čtenáři pomohou s vytvořením představy, jak by mohla vypadat lokalita výskytu chovaného živočicha. Další kapitola Chování obojživelníků a plazů popisuje mj. jejich rozmnožování a rozmnožovací chování, růst, svlékání pokožky, stáří, klidová období a přezimování ad.

Ve speciální části popisuje podmínky pro chov vybraných druhů následujícím způsobem - charakteristické znaky, rozšíření a prostředí, chov, rozmnožování a odchov. Uvádím příklad trnorepa skalního (*Uromastyx acanthinurus*): *„...vykazuje velmi variabilní zbarvení a má schopnost fyziologicky podmíněné změny zbarvení...obývá pouštní oblasti severní Afriky od Maroka až po Egypt. Na jihu se oblast výskytu rozkládá od Súdánu až po Čad. Žije na skalnatém pouštním povrchu s řídkým rostlinným porostem. Často se vyskytuje na horských svazích u náhorních plošin. Zde se tento živočich s denní aktivitou sluní na velkých kamenech před skálou nebo svou norou s druhově typickým postojem...Vyhrabává si úkryty v písčité půdě...proto potřebuje prostorná terária s hlubokým substrátem...Tomuto ještěru, který je přizpůsoben extrémním podmínkám prostředí, nabízíme jako úkryty cementem spojené kameny...Vodní nádrž je poměrně zbytečná, je nutno ale 1x nebo 2x týdně ráno nebo večer rosit vodou tak, aby trnorepi mohli přijímat vlažnou vodu a aby bylo zaručeno současně poměrně rychlé odpařování. V červenci a srpnu nerosíme. V přírodě se vystavuje silnému slunečnímu záření a enormnímu horku, které je nutno v terárium napodobit. To musí být na velmi osluněném místě, přičemž navíc osvětlujeme 12 až 14 hodin denně zářivkami v kombinaci s rtuťovými výbojkami tak, aby teplota vzduchu byla 30 až 40 °C s tím, že na povrchu substrátu je možno naměřit teploty 25 až 50 °C. V žádném případě nesmí chybět pravidelné ozařování ultrafialovým zářením...Noční ochlazení na 18 až 24 °C je stejně potřebné jako suché horko přes den. Bezpodmínečně nutné pro to, aby se chovanci cítili dobře i pro jejich reprodukci je přezimování při teplotách 12 až 18 °C. Počátkem poloviny října redukujeme osvětlení na 9 až 10 hodin denně a trnorepy již nekrmíme. Počínaje polovinou listopadu osvětlení vypneme a nádrž zakryjeme. Zhruba 1x týdně lehce rosíme. V polovině února začneme pozvolna zvyšovat osvětlení a ohřev*

terária... nakladená vajíčka podrobujeme inkubaci při denních teplotách 29 až 34 °C, v noci 23 až 31 °C na mírně vlhkém až suchém písku.....".

Ke konci 90. let začaly vycházet publikace nakladatelství Polaris (edice Příručka pro teraristy). Autoři se při sestavování knih z této edice snažili o odlišný přístup než jaký byl používán u dřívějších teraristických příruček. Každá kniha je věnována jen určité skupině terarijních zvířat, takže i informace, týkající se chovu jednotlivých druhů, mohou být konkrétnější a obsáhlejší, příp. doplněné o mapku výskytu. V obecné části je klimatickým podmínkám věnován větší prostor.

První z řady vyšel díl Chameleoni a gekoni (Kraus, Kocián, 1998). Knížka je rozdělena do dvou částí – obecná část se základními informacemi o chovatelství a teraristice a speciální část s popisy jednotlivých druhů a jejich chovu. Obecná část obsahuje i kapitoly týkající se hlavně světelných a teplotních podmínek v teráriích, s upozorněním na nutnost jejich kolísání během dne i roku. Druhý díl Leguáni a agamy (Kocián, 1998) je koncipován obdobně. Podle biotopů jsou terária rozdělena do 7 (v prvním díle edice do 5) typů. Např. terárium deštného lesa (pro typový chovný druh bazilišek) je popisováno následovně: *„...tento typ terária by měl zajišťovat stálou relativní vlhkost vzduchu ve dne 80 % a v noci až 100 %, při teplotách kolem 27 – 30 °C, maximálně 35 °C ve dne a 25 °C v noci. Vyznačuje se poměrně malými větracími plochami ve stropě...Intenzivně osvětlujeme jen asi jednu třetinu terária a to po dobu 6 – 10 hodin denně...Rostliny pomáhají zvyšovat vlhkost...Chováme v něm hlavně arborikolní druhy, a proto jsou vhodné silné větve...".* V následujících dílech už chybí obecná část (aby se stále neopakovalo to samé) anebo se věnuje jiným, v předchozích dílech, neprobraným problémům (např. problematice UV záření v díle Scinkové, varani a ještěrky (Cerha, Kocián, 1999). Následovaly díly Hroznýši a krajty (Kocián, 2000) a Užovky (Cerha, Kocián, 2001). V nich je jedna kapitola věnována klimatickým biotopům. Autoři použili nesprávného označení pro

biomy[1]. Ty představují jakési prvotní vodítko pro stanovení vhodných klimatických údajů v případě, že neznáme podmínky pro chov. Je zde mapa světa s rozmístěním biomů, následuje slovní popis každého biomu, doplněný o ukázkový klimadiagram. Pěkné je srovnání klimadiagramů pobřežní pouště a pouště ze středu Sahary, na kterých je vidět, jak různé podmínky v rámci jednoho biomu panují na různých místech. Škoda jen, že ho autoři nedoplnili ještě o klimadiagram pouště z mírného podnebného pásu, kde by rozdíly byly markantnější.

Popis klimatických podmínek jednotlivých druhů ve speciální části vypadá následovně – areál rozšíření, biotop, teploty denní a noční, lokální ohřev (maximum teploty), relativní vlhkost, délka osvitu, UV záření a klimatické podmínky pro inkubaci. Pouze délka osvitu je uváděna jen výjimečně (resp. je uvedena v obecné části v popisech jednotlivých typů terárií). Příklad popisu klimatických podmínek ve speciální části - teju pruhovaný (*Tupinambis teguixin*): *„Obývá tropická a subtropická území Kolumbie, Venezuely a Guyany; podél velkých řek zasahuje jeho výskyt až do Paraguyae a Argentiny. Jeho přirozeným biotopem jsou jak deštné lesy, tak savany a pláně porostlé trnitými keři; travnaté i písčité břehy řek, i subtropické stromové či křovinaté porosty. Žije terestricky, doupata si vyhrabává v zemi.....Ve dne terárium vytápíme na 25 – 30 °C s možností lokálního ohřátí ještě o 15 °C více, relativní vlhkost vzduchu by se měla v závislosti na teplotě pohybovat od 60 – 100 %. Svítíme 12 hodin denně a zvířata navíc denně ozařujeme po dobu 20 minut UV výbojkou. Na noc snížíme teplotu na 20 - 24 °C.....Köhler inkuboval vejce na lehce vlhkém písku při teplotě kolem 30 °C a relativní vlhkosti 80 – 100 % "(Kocián, Cerha, 1999).*

Na konci knihy Agamy a leguáni (Kocián, 1998) je vložena tabulka, v níž jsou označeny soumračné druhy a jednotlivým druhům přiřazen typ terária a biotop.

Po roce 2000

V novém tisíciletí začaly vycházet knihy nakladatelství Madagaskar. Jde o velmi obsáhlé

[1] Jednou z popisovaných kategorií jsou i vysoké hory, což není biom.

a ucelené teraristické publikace. Na druhou stranu mi kniha Ještěři 1 od Ivana Vergnera (2001) přišla náročná pro průměrného chovatele či dokonce začátečníka. Jednu z kapitol autor věnoval rozšíření a klimatologii ještěrů (fakticky ale nelze mluvit o klimatologii ještěrů; klimatologie je věda zabývající se podnebím). Používá zde klasifikaci klimatu podle Trolla a Pfaffena, která rozděluje zemské klima do 5 klimatických pásů (zón) a 38 typů. Ty nejdůležitější z hlediska teraristiky jsou popsány a doplněny mapami s rozložením těchto pásů, resp. typů na Zemi. Následuje pasáž věnovaná základní charakteristice klimatických faktorů – srážkám, teplotě a vlhkosti vzduchu. Pokud odhlédnu od chybného zařazení Golfského proudu do systému vzdušného proudění, tak mi tato část, kromě pěkných příkladů rozdílných teplot na povrchu a ve 2 m nad zemí, připadá velmi nepřehledná. K této kapitole se vztahuje několik tabulek s klimatologickými údaji a to:

- průměrné měsíční srážky ve vybraných místech po celém světě (současně se zařazením těchto míst do klimatických zón výše zmíněné klasifikace klimatu, zeměpisná šířka a délka, nadmořská výška, roční úhrn srážek a jejich měsíční chod).
- průměrné měsíční teploty – obdobně koncipované
- měsíční nejvyšší, nejnižší a průměrné teploty v některých místech Afriky
- teploty na povrchu země a ve 2 m výšky
- relativní vzdušná vlhkost v některých místech Afriky
- závislost teploty vzduchu na nadmořské výšce ve Střední Americe
- trvání nejdelšího a nejkratšího dne v závislosti na zeměpisné šířce
- přibližná délka dne v závislosti na zeměpisné šířce v jednotlivých měsících roku.

Také v dalších kapitolách (terárium, přezimování a estivace ještěrů, rozmnožování ještěrů v teráriu, líhnutí a odchov mláďat) se autor velmi podrobně zabývá jednotlivými tématy a vždy v souvislosti s vlivem podmínek prostředí.

Nečas (2003) ve své knize Chameleoni (která nejdříve vyšla v zahraničí a teprve poté u nás)

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
PEDAGOGICKÁ FAKULTA
ÚSTŘEDNÍ KNIHOVNA -8-
Husova 458, 370 05 České Budějovice

upozorňuje, že chov těchto zvířat není vhodný pro začínající teraristy, a proto v jeho publikaci chybí základní teraristické informace. Odlišný autorův přístup je zřetelný v kapitole věnující se chovu chameleonů v terárium, v níž se nesnaží o rozdělení terárií podle podmínek chameleony obývajících biomů, nepíše konkrétní hodnoty, resp. rozmezí hodnot klimatických prvků. Spíše upozorňuje na důležitost studia mikroklimatu oblasti původního výskytu jedince. Mezi chameleony je velký počet druhů, které obývají i značně variabilní biotopy, a tak obecný popis životních podmínek by byl nedostačující. Co je pro jeden druh nutnou podmínkou pro přežití, může druh jiný fatálně ohrozit. Základním pravidlem, jak uvádí autor, je: *„...zachovat alespoň v hlavních rysech přírodní podmínky domoviny...a vytyčit si faktory nezbytné 1. pro zachování života zvířete (resp. přežití), 2. pro jeho rozmnožování, 3. pro to, aby se živočich "cítil v zajetí dobře", 4. pro to, aby byly podmínky chovu považovatelné za „téměř přirozené."* Místo klasického popisu, jak po technické stránce zajistit podmínky mikroklimatu v terárium, raději informuje, které údaje jsou pro chovatele využitelné – jako např. průměrné denní teplotní maximum a minimum v průběhu měsíce, absolutní maxima a minima denní teploty v průběhu měsíce, průměrné denní vlhkostní maximum a minimum v průběhu měsíce, roční úhrn srážek, měsíční úhrn srážek aj. A samozřejmě znalost biotopu. Ve speciální části používá k popisu podmínek následující kategorie: popis živočicha, systematika a zoogeografie, klima a biotop, poznámky k biologii a chovu v zajetí. Příklad:

Chameleon dvoupruhý *(Chamaeleo (Trioceros) bitaeniatus):*

- *zoogeografie: žije v Etiopii, Keni, Somálsku,jižním Súdánu, Tanzanii, Ugandě a severovýchodním Zaire*
- *klima, biotop: obývá nadmořské výšky až do 3000 m n. m. Obývá nejčastěji keře a stromy, druhotně často osídluje i zemědělsky využívanou krajinu, kde žije například na polích a plantážích i v zahradách. Denní teploty dosahují hodnot kolem 25 – 27 °C, výjimečně stoupají přes 30 °C. V noci klesají obvykle na 16 – 18 °C, ve vyšších polohách až na 10 °C. Relativní vlhkost vzduchu ve dne se pohybuje kolem 60 – 70 %, v noci*

stoupá přes 80 %. Ročně naprší asi 1500 mm, prší téměř po celý rok s maximy v listopadu a březnu až květnu.“

Vyšlo druhé vydání Encyklopedie teraristiky od Eugena Bruinse (2001). Autor popisuje následující typy terárií: vodní terárium (s několika podtypy – paludárium, ripárium), vlhké tropické terárium, stepní terárium a další, která se ale nevztahují ke klimatickým oblastem (jako karanténu, pokojové terárium). Pouštní terárium popisuje následujícím způsobem: *„...musí obsahovat silnou vrstvu písku a pomocí kamenů vybudujte nejrůznější skrýše, které zajišťují místa, kde se lze schovat před teplem i možnost snášet vajíčka. Teplota vzduchu přes den je minimálně 30 °C, vystupuje však až na 40 – 45 °C. Tam, kde dopadá světlo topných zářičů (reflektory a bodová svítidla z lisovaného skla), dosahuje teplota až 45 – 55 °C.....Protože tento typ terária vyžaduje důkladné větrání, bývá obtížné udržet zde stálou teplotu. V poušti bývá v noci často velmi chladno s teplotami okolo bodu mrazu, avšak není třeba terárium ochlazovat, neboť v doupatech pouštních živočichů se udržuje teplota 15 – 25 °C. Tuto teplotu zajistěte podlahovým vytápěním. V noci vypněte všechny ostatní tepelné zdroje, aby teplo stoupalo z povrchu, což vyhovuje nočním zvířatům nebo těm, která se probouzejí za soumraku. Pro zdraví, aktivitu a schopnost rozmnožování řady plazů je třeba dostatek světla. Pokud možno doplňte světelné zdroje ještě ultrafialovými zářivkami...Rosu nahrazujeme každé ráno a večer postřikováním. Zvířata někdy tuto vodu pijí a pomáhá jim při shazování kůže...“*. U tohoto popisu a popisu dalších typů (kromě vlhkého tropického terária) chybí roční kolísání klimatických prvků, jako např. délka osvětlení. U stepního typu terária je alespoň naznačeno střídání suchého a deštivého období.

S charakteristikou klimatických podmínek pokračuje v následující kapitole o vybavení terária: *„V přírodních podmínkách se neudržuje stálá teplota. Snažte se proto co nejvěrněji napodobit přírodní teplotní výkyvy během dne a noci a během ročních období. Ideální teploty jsou uvedeny pod jednotlivými typy terárií a pod popisem každého druhu.....Snažte se přesně napodobit délku*

dne země, odkud určitý druh pochází. Zvířata pocházející z rovníkových oblastí jsou zvyklá na stálou délku dne 12 hodin. Délka dne v severní Evropě okolo padesátého stupně severní šířky se pohybuje kolem 16 hodin v létě do 8,5 hodiny v zimě." V části věnované ultrafialovému záření popisuje jeho význam pro živočichy a „*...rozsah použití ultrafialových zářivek závisí na druhu živočicha (zda má rád slunce nebo ne), jeho původu (otevřená pláň nebo podloží deštného pralesa), pigmentaci a složení potravy...*". Tolik citace. Ve skutečnosti jsou u každého druhu napsána pouze rozmezí denní a noční teploty a možnost výhřevu (resp. maximální místní teplota). Kolísání teplot během roku je pouze u některých druhů. Také délka dne je zmiňována pouze u několika vybraných druhů. U druhů pocházejí z mírných šířek, a u nichž jsou rozdíly mezi délkou dne a noci v průběhu roku výrazné, jsem je nenašla.

Příklad agamy osadní (*Agama agama*): „*Vyskytuje se v suchých oblastech střední a jižní Afriky...Žije na zemi a na zdech... Vytvořte pro ni suché terárium se spoustu úkrytů. Udržujte teplotu 25 – 30 °C, pod světlem lamp až 45 °C. Osvětlujte také ultrafialovým světlem...Nezbytnými předpoklady pro rozmnožování jsou ultrafialové záření, dobré ubytování a střídání suchých a vlhkých ročních období.*" Jak dlouho mají období trvat, v kterém období roku apod. se ale čtenář nedoví.

Příklad anolisů: „*Terárium osvětlujte na 12 – 14 hodin denně a udržujte denní teplotu mezi 20 – 35 °C (teplejší místo je pod lampami) a relativní vlhkost 60 – 80 % (u druhu Anolis roguet summus 80 – 100 %). Noční teplota by měla být 20 – 25 °C, vlhkost 80 – 95 %... Anolis carolinensis i Anolis sagrei potřebují přibližně dvouměsíční zimní odpočinek při teplotě 20 – 24 °C a zkrácení dne na 8 – 10 hodin ...Po osmi týdnech období odpočinku pomalu ukončete a začněte postřikovat denně.*"

3. KLIMATICKÉ EKOLOGICKÉ FAKTORY A JEJICH VLIV NA ŽIVOČICHY

3.1. Ekologické faktory a jejich členění

Každý organismus obývá prostředí, jehož podmínky mu umožňují přežití. Většina z těchto podmínek se periodicky mění a organismy musí na tyto změny reagovat. Mezi organismem a prostředím existují obousměrné vztahy – prostředí působí na organismus a organismus zase zpětně ovlivňuje prostředí. Jednotlivé faktory prostředí mají buď kladný nebo záporný (popř. neutrální) význam pro život organismů, vystavených jejich vlivu. Těchto faktorů prostředí je celý komplex a označují se jako *ekologické faktory*. Rozdělují se na:

a) *abiotické faktory* – působení neživé složky životního prostředí (sluneční záření, teplota, světlo, vlhkost, atmosférický tlak, proudění vzduchu, chemické složení vzduchu, vody, půdy, sopečná činnost, slapové jevy atd.),

b) *biotické faktory* – působení ostatních živých organismů (vnitrodruhové a mezidruhové vztahy),

c) *antropogenní faktory* – podmíněné činností člověka.

Další možná dělení ekologických faktorů uvádí Rajchard (1999). Podle periodicity působení ekologických faktorů:

a) *primárně periodické faktory* – jsou vyvolávány planetárními pohyby. Patří sem např. světlo, teplota, slapové jevy. Tyto faktory nejvýraznějším způsobem ovlivňují život organismů ve všech prostředích s výjimkou afotických, kde světlo chybí a ostatní faktory jsou stálé. Světlo a teplota vymezují klimatické zóny Země, ve směru vertikálním i horizontálním a limitují rozšíření organismů.

b) *sekundárně periodické faktory* - jsou závislé na primárně periodických faktorech. Příkladem je vlhkost vzduchu, která je závislá na teplotě, nebo potravní podmínky. Tyto faktory působí uvnitř areálů, ale neovlivňují jejich hranice a velikost.

c) *neperiodické faktory* – působí neočekávaně a organismy na ně nejsou adaptovány. Příkladem jsou klimatické extrémy (vulkanická činnost, požáry apod.) nebo zásahy člověka (vykácení lesa, použití pesticidů apod.).

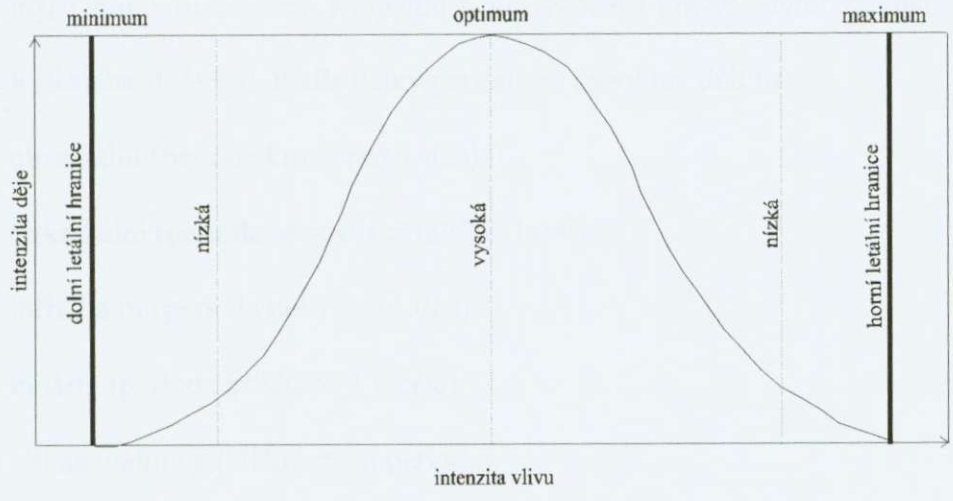
Klasifikace faktorů podle charakteru působení na organismy (Rajchard, 1999):

a) *faktory morfoplastické* – mají vliv na stavbu těla organismu ve fylogenezi druhu. Příkladem je rozdílná velikost ušních boltců psovitých šelem žijících v prostředí o různé teplotě.
b) *faktory fyzioplastické* – ovlivňují fyziologické děje v organismu, např. termoregulaci jako reakci na změny teploty prostředí.
c) *faktory etoplastické* – mají vliv na chování živočichů, např. na déšť jako etoplasticky působící faktor prostředí reaguje řada živočichů vyhledáváním úkrytu.

Některé faktory jsou nezbytně nutné pro přežití organismů (např. zdroje energie, voda, určité rozpětí teplot a další) a jiné nejsou nezbytné nutné. Pokud je některá z nutných životních potřeb nedostatečně zastoupena, nebo může být i ve škodlivém přebytku, stává se *limitujícím faktorem*. Např. pro obojživelníky je nejdůležitějším limitujícím faktorem vlhkost prostředí.

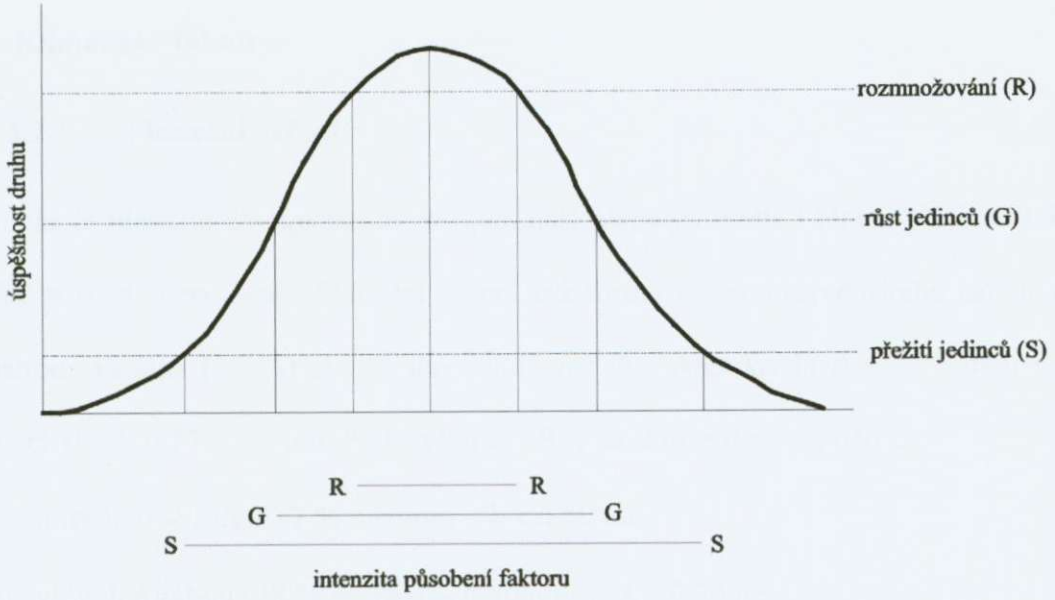
Rozpětí faktorů prostředí, ve kterém je organismus schopen existovat, se nazývá *ekologická amplituda*. V jejím rámci je možné určit minimální, optimální a maximální hodnotu účinku faktorů prostředí. Organismus nejlépe prospívá, působí-li vnější vlivy v rozsahu optimálních hodnot. Nejnevhodnější podmínky při horní i dolní hranici, za nichž může organismus ještě přežít, je tzv. pesimum. Jejich hodnoty představují pro druh dolní a horní mezní hranice existence. Někteří živočichové během působení ekologických faktorů kolem těchto letálních hodnot snižují svoji aktivitu a ostatní životní funkce a upadají do stavu strnulosti, ve kterém přečkávají nepříznivé podmínky prostředí.

Ekologickou valencí (viz obr. 1) se nazývá rozmezí působení faktoru prostředí, kterému se organismus může přizpůsobit (na grafu je to vzdálenost mezi minimem a maximem). Pro každý druh je odlišná a určité rozdíly lze najít i mezi jedinci téhož druhu podle toho, v jakém prostředí se organismus vyvíjí a v jakém časovém úseku svého životního cyklu se nachází. K jednomu faktoru může mít organismus úzkou toleranci (*stenovalentní druh*), k jinému širokou (*euryvalentní druh*). Z hlediska geografické density populací druhu je, vzhledem k různým podmínkám prostředí v rámci druhového areálu, početnost nejvyšší v areálovém optimu a nižší je, kde populace obývá pejus[2] areálu. Současně se k okrajům areálu zužuje ekologická valence druhu. V centru areálu eurytopní druh se může na okrajích areálu projevovat jako druh stenotopní. Jako příklad uvádí Rehák (1996b) užovku podplamatou (*Natrix tessellata*), která v teplejších částech areálu obývá nejrozmanitější biotopy od mořských břehů, přes tekoucí a stojaté vody všech typů a velikostí až po dočasné prameny, a to jak v nížinách, tak až do výšek 2 000 – 3 000 m n. m. Na okraji druhového areálu (v Čechách) má však velmi vyhraněné nároky a vyskytuje se pouze ve vazbě na říční fenomén na vhodně exponovaných místech v údolí některých toků.



Obr. 1 Ekologická valence druhu (upraveno podle Rajchard, 2002a)

[2] Pejus – část areálu rozšíření mezi optimem a pesimem; na křivce v grafu ekologické valence druhu jsou to úseky po obou stranách křivky, kde dochází ke snížení životních projevů a funkcí



Obr. 2 Životní úspěšnost druhu ve vztahu k intenzitě působení některé podmínky životního prostředí (upraveno podle Begon a kol., 1997)

Biorytmy

Pod vlivem různých faktorů se živočichové v určitou dobu rozmnožují, v jinou se stěhují nebo zvyšují zásoby tuku v těle a upadají do zimního spánku, jindy línají nebo pelichají atd. Pravidelné střídání, opakování nebo kolísání životních projevů se označuje jako *biorytmy* (Jaroš, Vosičková, 1999). Endogenní (vrozené) biorytmy jsou periodickými změnami faktorů vnějšího prostředí jen synchronizovány, exogenní jsou navozené pravidelnými změnami určitých složek prostředí (Rajchard, 1999) .Podle délky periody se biorytmy dělí na:

- ultradiální (perioda kratší než 1 den),
- cirkadiální (perioda se rovná přibližně 1 dni),
- infradiální (perioda delší než 1 den),
- lunární (perioda přibližně 1 měsíc),
- cirkaanuální (přibližně roční perioda).

3.2. Klimatické faktory

3.2.1. Sluneční záření

Slunce je hlavním energetickým zdrojem naší planety a tudíž i hlavní příčinou klimatických poměrů a rozdílů na Zemi. Sluneční záření má formu elektromagnetického záření s nestejnou intenzitou. Většina (99 %) slunečního záření má charakter krátkovlnného záření s intervalem vlnových délek 0,17 – 4,2 μm. Podle vlnové délky se sluneční záření dělí na:

a) ultrafialové záření (7 % energie) – $\lambda < 0{,}40$ μm,

b) viditelné záření (48 % energie) - 0,40 μm $\leq < \lambda \leq 0{,}76$ μm,

c) infračervené záření (45 % energie) - $\lambda > 0{,}76$ μm.

Celkové množství slunečního záření dopadající na horní hranici atmosféry za jednotku času na jednotku plochy kolmé ke slunečním paprskům při střední vzdálenosti Země od Slunce se označuje jako *solární (sluneční) konstanta.* Její hodnota (1373 ± 20 $W.m^{-2}$) kolísá v závislosti na proměnlivých vlastnostech Slunce (Králová, Zvěřina, 2002). Z celkového množství záření, které se dostává na hranici zemské atmosféry, se 42 % odráží zpět do vesmíru. Poměr tohoto odraženého záření k celkovému je tzv. *albedo Země.*

Zbývající část slunečního záření, které prochází atmosférou, je zeslabována. Část je pohlcována, část se rozptyluje a část se odráží od zemského povrchu zpět do vesmírného prostoru. V oblasti viditelného záření převládá rozptyl na tuhých a kapalných příměsích atmosféry. V oblasti ultrafialového a infračerveného záření převládá absorpce, která má selektivní charakter. Sluneční spektrum je ochuzováno nerovnoměrně ve formě tzv. absorpčních pásů a absorpčních čar. Schopnost pohlcovat záření mají některé plyny (kyslík O_2, ozón O_3, oxid uhličitý CO_2, vodní pára H_2O) a prach obsažený v atmosféře.

Intenzita slunečního záření

Množství sluneční energie dopadající na povrch Země závisí především na zeměpisné šířce. Největší množství tepla za rok získává rovníková zóna a tropické šířky, nejmenší množství pak polární oblasti. Hlavní příčinou těchto rozdílů je výška Slunce nad obzorem v průběhu roku. Na rovníku dopadají v poledne sluneční paprsky kolmo na povrch dvakrát do roka (v době jarní a podzimní rovnodennosti). V tropických šířkách dosahuje Slunce zenitu v poledne je jednou za rok, a to v době slunovratu. V ostatních vně tropických šířkách dosahuje Slunce nejvyšších výšek nad obzorem rovněž v době slunovratů (Horník a kol., 1982).

Sluneční svit

Trvání slunečního svitu představuje dobu mezi východem a západem Slunce, kdy dopadalo na zemský povrch přímé sluneční záření. Postavení Slunce s vyloučením dalších vlivů vymezuje *astronomicky možné trvání slunečního svitu*, které vyjadřuje dobu mezi východem a západem Slunce pro ideální obzor. S ohledem na stínící vliv reliéfu se určuje *efektivně možné trvání slunečního svitu*, které je vždy kratší než astronomické. *Skutečné trvání slunečního svitu*, naměřené slunoměrem, je výsledkem vlivu oblačnosti (Rožnovský, Havlíček, 1998).

Přímé sluneční záření

Záření přicházející k zemskému povrchu přímo od Slunce, se nazývá přímé sluneční záření. Paprsky, které se při průchodu atmosférou rozptylují, tvoří rozptýlené (difúzní) záření. Souhrn přímého a rozptýleného záření se nazývá globální záření.

Intenzita přímého slunečního záření je závislá na:

a) *úhlu dopadu slunečních paprsků* (výšce Slunce nad obzorem) - pokud je plocha kolmá ke slunečním paprskům, je intenzita přímého slunečního záření maximální, se zmenšováním

úhlu dopadu paprsků klesá insolace[3]. Jestliže Slunce svítí šikmo, procházejí sluneční paprsky ovzduším po delší dráze a více se zeslabí. Při východu nebo západu Slunce je sluneční záření zeslabeno nejvíce, protože atmosférou prochází 35krát delší drahou než v okamžiku, kdy Slunce svítí na zemský povrch kolmo.

b) *nadmořské výšce* - hodnoty naměřené v různých nadmořských výškách vykazují, díky kratší dráze, kterou urazí sluneční paprsky, vzestupnou tendenci se zvětšující se nadmořskou výškou.

c) *množství vodních par* - v rovníkových oblastech, kde je trvale zvýšený obsah vodních par v atmosféře, je hodnota přímého slunečního záření menší než v oblastech s větší zeměpisnou šířkou. Také v přímořských oblastech jsou hodnoty nižší než v oblastech se stejnou zeměpisnou šířkou, ale ležících ve vnitrozemí. Nulová je v případě zakrytí Sluncem oblaky.

d) *úhlu sklonu* terénu a jeho *expozici* ke světovým stranám.

V *denním chodu přímého slunečního záření* se vyskytují maximální hodnoty kolem poledne, minimální ráno a večer jsou rovny nule. *Roční chod* se vyznačuje maximem v jarních nebo v prvních letních měsících a minimem v prosinci (platí pro severní polokouli).

Rozptýlené (difúzní) sluneční záření

Rozptýlené sluneční záření vzniká rozptylem slunečních paprsků a na zemský povrch dopadá ze všech směrů. Při jasném počasí je jeho intenzita nízká, naopak s oblačností roste. Zvyšuje se i s větším množstvím částic zakalujících vzduch, na nichž dochází k rozptylu. V mírných zeměpisných šířkách představuje rozptýlené sluneční záření 30 – 40 % z celkového dopadajícího slunečního záření (Rožnovský, Havlíček, 1998). Ve vyšších zeměpisných šířkách, zejména v zimním období, prodlužuje den. Jeho intenzita je podstatně menší v porovnání s přímým slunečním zářením

[3] Insolace je intenzita záření dopadající na vodorovnou nebo nakloněnou plochu za jednotku času [W. m^2]

Globální sluneční záření

Globální sluneční záření je důležitou charakteristikou přenosu sluneční energie na zemský povrch. Z hlediska biologického a klimatického je právě znalost tohoto záření nejdůležitější, protože přímo ovlivňuje veškerý život na Zemi. Jeho intenzita se mění v závislosti na výšce Slunce nad obzorem, na oblačnosti a znečištění atmosféry (viz příloha 10). Při zcela zatažené obloze, v časných ranních hodinách před východem Slunce a večer po jeho západu je globální záření tvořeno pouze rozptýleným zářením. Se snižující se oblačností roste zastoupení přímého slunečního záření (Rožnovský, Havlíček, 1998).

V denním chodu nastává maximum v poledních hodinách, počátek a konec křivky udávající průběh globálního záření je asi jednu hodinu před východem, resp. po západu Slunce, kdy se začíná projevovat, resp. končí rozptýlené záření. V ročním chodu globálního záření (pro severní polokouli) je maximum v červnu, minimum v prosinci. První polovina vykazuje vyšší hodnoty než druhá. Hodnota ročního součtu globálního záření je závislá na zeměpisné poloze. Nejnižší hodnoty jsou v polárních oblastech, směrem k rovníku celková hodnota narůstá.

Odražené sluneční záření

Část slunečních paprsků, které dopadají na zemský povrch, se odrazí zpět do atmosféry. Intenzita a spektrální složení tohoto záření je závislá na vlastnostech dopadajícího záření a na odrazivé schopnosti povrchu (na charakteru povrchu a jeho barvě). Poměr záření odraženého a dopadajícího se nazývá *albedo.* Např. albedo čerstvě napadaného sněhu se pohybuje kolem 0,80. Odráží tedy 80 % záření, které na něj dopadá.

Vyzařování aktivního povrchu a atmosféry

Neodražené sluneční záření je absorbováno aktivním povrchem, ohřívá ho a od něho se pak ohřívají spodní vrstvy atmosféry. Zemský povrch odevzdává teplo do ovzduší v podobě dlouhovlnného záření i v nočních hodinách, ale protože chybí přímé sluneční záření, je

výsledným efektem pokles teploty povrchu Země a následně i přilehlých vrstev atmosféry. Odevzdávání tepla zemským povrchem do okolí se nazývá *vyzařování.* Je závislé na oblačnosti - při zatažené obloze nemůže teplo volně unikat do meziplanetárního prostoru, a proto je při zvýšené oblačnosti noční pokles teploty mnohem pozvolnější než při jasné obloze.

3.2.1.1. Vliv slunečního záření na živočichy

Světlo a jeho periodické denní a sezónní změny jsou jedním ze základních ekologických faktorů s přímými (vliv na aktivitu, rozmnožování, zbarvení živočichů apod.) či nepřímými účinky (závislost heterotrofů na autotrofech) na živočichy. Podle nároků, které mají živočichové na světlo, jsou rozdělováni na živočichy se širokou amplitudou světelné intenzity (*euryfotní)* a s úzkou amplitudou světelné intenzity (*stenofotní)*. Živočichové vyžadující ke svému plnému rozvoji dostatek světla se označují jako *světlomilní (fotofilní, heliofilní),* živočichové žijící na zastíněných místech jako *stínomilní (sciofilní)* a živočichové vyhýbající se světlu jako *temnofilní (fotofobní, heliofobní, afotní)*(Losos a kol., 1985).

Světelné podmínky prostředí vyvolaly u živočichů různá přizpůsobení. U afotních druhů, kteří žijí v naprosté tmě, vyvolává nedostatek světla zakrnění očí (např. krtek, macarát jeskynní). Ztráta zraku je však nahrazena zvýšenými výkony jiných smyslových orgánů (čichových, hmatových, sluchových). Častým jevem u těchto živočichů je také depigmentace pokožky, a proto jsou tito živočichové většinou mléčně bílí nebo zcela průhlední (např. larvy chroustů, tesaříků, pilatek a jiného hmyzu)[4]. Dochází také k zániku periodicity některých životních projevů, jako je např. rozmnožování a samice jsou pak plodné po celý rok (Losos a kol., 1985). U světlomilných živočichů vyvolává kombinace nadměrného množství světla a sucha světlé zbarvení pokožky, ochlupení, srsti či peří (pouštní živočichové), méně světla a vyšší vlhkost způsobuje tmavší zbarvení (lesní živočichové).

Losos a kol. (1985) uvádí, že na živočichy má vliv:

---

[4] výjimkou jsou někteří hlubinní živočichové jako medúzy, sépie, garnáti, jejichž tělo je různě zbarveno

a) *intenzita světla* a její změny ovlivňují hlavně chování živočichů. Hodnota světelné intenzity kolísá v závislosti na denní a roční době, zeměpisné šířce a stupni zastínění oblohy mraky nebo vegetačním pokryvem. Jaroš, Vosičková (1999) uvádí jako příklad dravé mouchy, u kterých je nutné přímé sluneční záření pro jejich plnou životní aktivitu. Pouhé zakrytí Slunce mrakem u nich vede ke zpomalení nebo zastavení pohybové aktivity. Na druhou stranu je u řady druhů hmyzu (např. pakobylek) známá tzv. sluneční strnulost jako důsledek přímého sluneční záření. Dalším typickým příkladem často uváděným v literatuře (např. Losos a kol. (1985)) je ranní (i večerní) zpěv pěvců na jaře. Druhy nasazují svůj zpěv jakmile bylo dosaženo určité prahové intenzity světla („ptačí hodiny"). Pokusně také bylo zjištěno, že intenzita slunečního záření má nepostradatelný vliv na aktivitu plazů. Scinkové lékařští *(Scincus scincus)* byli chováni v teráriu s osvětlením 800 W/m^2, které odpovídá hodnotám během poledních hodin v mírném klimatickém pásu na severní polokouli. Snížením na 300 W/m^2 došlo ke zkrácení doby aktivity přes den z 10 na 5 hodin (Hartmann (1989) cit. Schleich a kol. (1996).

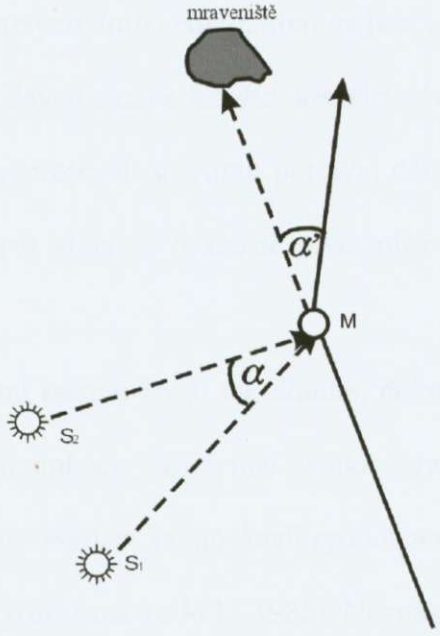
b) *spektrální složení světla* (včetně odraženého) - ovlivňuje celkový zdravotní stav, pohyb a zbarvení těla živočichů s denní aktivitou

c) *délka působení světla* - vyvolává fotoperiodické reakce (viz dále)

d) *stupeň polarizace* - polarizované světlo má význam hlavně při stěhování vodních, zvláště mořských, ale i některých suchozemských živočichů (včely a jiný hmyz). možná by to chtělo stručně vysvětlit jak – třeba otázka vnímámí polarizovaného světla včelami je často popisovaná.

e) *směr působení* - směrované světlo vyvolává různé polohové a pohybové reakce živočichů, které mohou být pozitivní (otáčejí se nebo směřují ke světlu) nebo negativní (odklánějí se nebo utíkají před světlem). Jednotlivými fotokinetickými reakcemi jsou:

1. *fototropismus* – natáčení těla směrem ke světlu - u živočichů se vyskytuje hlavně u přisedlých živočichů (např. láčkovci ke světlu obracejí přední části láčky s chapadly), hmyz v klidu zaujímá určitou polohu vůči světlu
2. *fotokineze* – ke světlu nesměrované pohyby živočichů. Příkladem je zmatený pohyb živočichů žijících pod kameny při náhlém osvětlení.
3. *fototaxe* – ke světlu přímočaře směrované pohyby živočichů (pozitivní fototaxe) - většina hmyzu nalétává ke světlu, v opačném případě jde o negativní fototaxi; např. mravenci jsou ráno pozitivně fototaxičtí, večer negativně (Franck, 1996)
4. *menotaxe* – pohyby živočichů podle určitého úhlu ke světelným paprskům a také orientace podle světelného kompasu (např. včely, ptáci)[5]. Losos (1980) popisuje pokus s mravencem obecným (*Lasius niger*), který se do mraveniště vrací pod určitým úhlem. V určitém místě je přikryt na hodinu a půl krabičkou nepropouštějící světlo. Po odklopení krabičky se mravenec odchyluje o úhel, který zaujímá slunce s původní polohou po expozici hodiny a půl (viz obr. 3).



Obr. 3 Menotaxe mravence obecného. S1-S2 polohy Slunce v 16 a 17,30 h., α – úhel svírající přímky obou poloh Slunce, α'- úhel, o který se mravenec po odkrytí odchýlí od původního směru (upraveno podle Losos, 1980)

[5] Penzlin (1980) cit. Petrásek a kol. (1992) uvádí, že častěji se však pravděpodobně jedná o menotakticlou orientaci na základě polarizace světla

Střídání světla a tmy vyvolává u živočichů pravidelné střídání spánku a bdění, resp. aktivity a klidu. Svou aktivitou jsou živočichové vázáni buď na světelnou část dne (fotofázi) nebo na tmavou část dne (skotofázi), popř. jsou aktivní v ranních a večerních hodinách a období klidu pak mají na vrcholu dne a uprostřed noci (Rajchard, 1999). Mezi denní živočichy patří většina želv, ještěrů, ptáků, z našich savců např. veverky. Naopak v noci je aktivní většina obojživelníků, z ještěrů např. gekoni. Někteří scinkové jsou aktivní při setmění. Z ptáků lze jmenovat sovy, lelky, ze savců některé šelmy (jezevci) a hlodavce (plchové, poletušky). Mezi živočichy s dvouvrcholovým cirkadiálním[6] biorytmem (s aktivitou v ranních a večerních hodinách a obdobím klidu na vrcholu dne, stejně jako uprostřed noci) patří značná část obratlovců.

Vliv na aktivitu jedinců v různé části dne mají i roční období, věk, biotop, klima a srážky. Jako příklad se v literatuře často uvádí evropské zmije a severoameričtí chřestýši, kteří jsou na jaře a na podzim aktivní ve dne, což se přičítá hlavně nízkým teplotám. V letních vedrech se jejich aktivita přesouvá do ranních a večerních hodin, přes den jsou zalezlí v doupatech. Dále Trutnau (1997) uvádí příklad některých druhů čolků, kteří na jaře v době páření jsou aktivní přes den. Pulci a mladé ropuchy vyhledávají slunce, kdežto dospělci dávají přednost stinným místům. U hmyzu se cirkadiální biorytmy projevují v příjmu potravy, defekaci, páření, snášení vajíček, líhnutí, ekdyzi kutikuly, pohybové aktivitě, intenzitě metabolismu, barvoměně atd. (Petrásek a kol., 1992).

Biorytmy podřízené světelnému režimu trvají tak dlouho, dokud na živočicha působí změny světla a tmy. V konstantních podmínkách tyto rytmy zanikají. Jedinci švába obecného *(Blatta orientalis)* v podmínkách trvalého osvětlení zachovávali rytmus noční aktivity jen velmi krátkou dobu a nakonec se stali arytmickými (Losos a kol., 1985). Naopak Rajchard (1999) uvádí, že za těchto podmínek probíhají endogenní cirkadiální biorytmy s periodou blížící se 24hodinové, většinou se liší jen mírně (myš 23,43 hod., člověk 24,20 – 25,00 hod.).

---

[6] perioda cirkadiálních biorytmů se rovná přibližně 1 dni

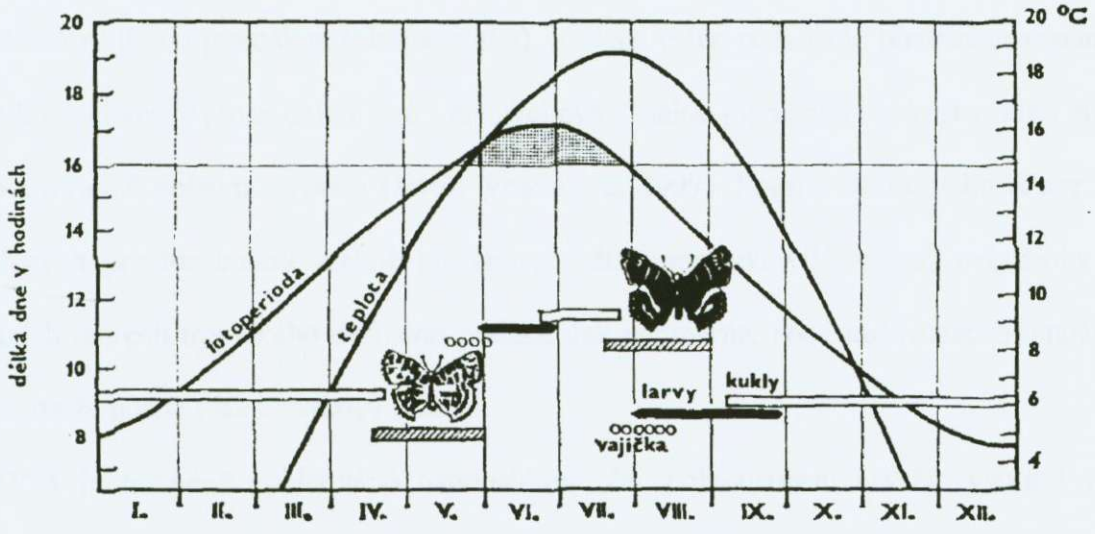
Fotoperiodismus

Vzájemný poměr fotofáze a skotofáze závisí na zeměpisné šířce. Na rovníku je tento poměr vyrovnaný (12 : 12 hodinám), směrem k pólům se jednu část roku prodlužuje délka světelné části dne na úkor tmavé a v druhé části roku se naopak prodlužuje tmavá část dne na úkor světelné. V oblastech pólů je pak půlroku polární noc a půlroku polární den (viz příloha 9). Přizpůsobení organismů změnám v délce světelné části dne (fotoperiodě) se nazývá *fotoperiodismem*. Fotoperioda má vliv v podstatě na všechny děje související s reprodukcí živočichů. Světlo hormonálně urychluje vývoj zárodečných žláz a současně s tím zvyšuje pohlavní aktivitu dospělých jedinců. Minimální intenzita osvětlení potřebná k nástupu rozmnožovacího cyklu je druhově specifická. Doba pohlavní aktivity je synchronizována s ročními dobami tak, aby vývoj mladé generace probíhal v nejpříznivější době. Někteří savci mírného a polárního pásma jsou pohlavně aktivní na jaře, kdy se den prodlužuje (hrabošovití *(Arvicolidae)*, rejskovití *(Soricidae)*, zajícovití *(Lagomorpha)*, mnozí kunovití *(Mustelidae)*, srnec obecný *(Capreolus capreolus)*, kůň *(Equus)* aj.), jiní koncem léta a na podzim, kdy se den zkracuje (jelenovití *(Cervidae)*, ovce *(Ovis)*, koza *(Capra)*, vlk eurasijský *(Canis lupus)*, liška obecná *(Vulpes vulpes)* aj.). Mnozí savci se rozmnožují vícekrát během roku např. myšovití *(Muridae)*. Fotoperioda ovlivňuje také línání srsti (přelínání hnědého šatu u lasice hranostaje *(Mustela erminea)* a zajíce běláka *(Lepus timidus)* vyvolává zkracující se fotoperioda), ukládání podkožního tuku u hibernantů (např. myšivka labradorská *(Zapus hudsonicus)*, myšivka lesní *(Neozapus insignis)*) nebo migraci (Vlasák, 1986).

Nejznámějším příkladem, jak změny fotoperiody ovlivňují živočichy, jsou ptáci, u kterých nejenže dochází k růstu pohlavních žláz, ale díky prodlužující se fotofázi dochází i k pelichání, k jarnímu tahu na sever apod. (Petrásek a kol., 1992). Také u plazů a ryb má fotoperioda vliv na gametogenezi a reprodukční chování. S pravidelným kolísáním fotoperiody, a zároveň i teploty, souvisí zimování plazů. Kocián, Cerha (1999) uvádí, že bez zimního spánku či klidového období u některých druhů ještěrkovitých vůbec nedochází ke zrání pohlavních buněk a produkci

pohlavních hormonů, a tudíž ani nedochází k žádným projevům sexuálního chování. Příkladem může být ještěrka zelená (*Lacerta viridis*), u níž bez zimování samci v následující sezóně vůbec neprojevují zájem o páření a totéž se týká také většiny samic.

U hmyzu vyvolává fotoperioda sezónní změny tvaru, velikosti a zbarvení těla. Jde o tzv. sezónní dimorfismus (polymorfismus). Losos a kol. (1985) uvádí jako příklad babočku síťkovanou *(Araschnia levana)*, jejíž jarní forma je menší, červenožlutá s černými skvrnami, naopak letní forma je větší, černohnědá s bílými skvrnami (viz obr. 4). Vlivem dlouhé fotoperiody přechází většina druhů hmyzu (u bource morušového rozhoduje krátká fotoperioda) do stádia diapauzy, která představuje přerušení vývoje. Kromě fotoperiody se tohoto procesu účastní také teplota, vlhkost a další faktory (Losos a kol., 1985).



Obr. 4 Sezónní dimorfismus babočky síťované (zdroj Losos a kol., 1985)

3.2.1.2. Vliv ultrafialového záření na živočichy

Ultrafialové záření je jednou ze složek slunečního spektra. Většina je zemskou atmosférou absorbována nebo odražena zpět do vesmírného prostoru. Pouze malá část dosáhne zemského

povrchu.[7] Vyšším dávkám jsou vystaveny organismy žijící ve vyšších nadmořských výškách. Rajchard (1999) uvádí, že množství pronikajícího UV záření se zvyšuje o 20 – 30 % na 1 000 metrů. Nejvyšších hodnot dosahuje intenzita UV záření v poledních hodinách a při bezoblačné obloze.

UV záření lze podle vlnové délky rozdělit do následujících kategorií:

a) UV-A o $\lambda = 400 - 320$ nm,

b) UV-B o $\lambda = 320 - 280$ nm,

c) UV-C s $\lambda < 280$ nm.

Jde o záření s výraznými biologickými účinky a teprve v posledních letech je tomuto tématu věnováno více pozornosti v chovatelské, zejména herpetologické literatuře (např. Kocián, Cerha (1999), Kössl (1998), Vergner (2001)). Zvlášť zřetelný účinek UV záření je u suchozemských živočichů s vlhkou pokožkou (obojživelníci), u nichž těžce poškozuje především mechanismus kožního dýchání. Vysoce citliví jsou i živočichové s malou pigmentací pokožky, kteří žijí skrytě nebo výhradně nočním životem (Jaroš, Vosičková, 1999). Pouštní druhy nebo druhy z jiných otevřených prostor budou zřejmě potřebovat větší množství UV záření, než druhy žijí ve spodních patrech tropického deštného pralesa. Jak nadměrné, tak i nedostatečné množství UV záření může působit jako stresový faktor.

UV-A je nejméně pohlcováno ozonosférou. Za spolupůsobení UV-B vyvolává hnědnutí pokožky a tvorbu vitamínu D při opalování. U některých ještěrů může ovlivňovat agresivní, reprodukční a signální chování (Gehrmann (1997) cit. Kössl (1998c). Dále Kössl (1998c) uvádí, že také zřejmě napomáhá lépe rozlišovat signály od ostatních živočichů. Ještěři, kteří v teráriu bez UV-A záření byli k sobě neteční, se po dodání této složky slunečního spektra začali chovat značně teritoriálně, naopak opačná pohlaví o sebe začala projevovat zájem. Zvířata pravděpodobně vnímají prvky zbarvení pod vlivem UV-A záření, které člověk nevnímá. Podobně pestřeji mohou vnímat i vzhled kořisti či rostlinné potravy. Příkladně je známé, že

[7] Množství dopadajícího UV záření na horní hranici zemské atmosféry je kolem 5 – 7 % slunečního záření. Na zemský povrch ale dopadne jen asi 1 % (Rožnovský, Havlíček, 1998).

leskle černé tělo štíra, osvícené UV-A zářením, získává zářivě bílé, lehce namodralé nebo nazelenalé zbarvení (Castellví (1998) cit. Vergner (2001)).

UV-B je pohlcováno atmosférou jen částečně (hlavně ozónem) a lidé mohou pociťovat jeho účinek jako spálení kůže. Způsobuje denaturaci bílkovin a může mít i karcinogenní vliv. Vše závisí na intenzitě UV záření. Pozitivním účinkem UV-B záření je vyvolávání tvorby vitamínu D_3 (cholekalciferol) z 7-dehydrochholesterolu v kůži obratlovců a vliv na metabolismus vápníku, hořčíku a fosforu. Proto hlavně mladí jedinci některých savců (např. ježci), u nichž je potřeba vitamínu D v období růstu nejvyšší, vyhledávají slunná místa (Jaroš, Vosičková, 1999). Při nedostatku vitamínu D (hypovitaminóze) dochází u mláďat ke křivici (rachitis) (viz příloha 1) a u dospělců k měknutí kostí (osteomalacii). Také vejce snášená samičkou s osteomalacií mají nedostatečně kalcifikovanou skořápku. Příčinou hypovitaminózy může být buď nedostatek prekurzorů vitamínu D v potravě nebo nedostatek UV záření či cholesterolu, ze kterého prekurzor vitamínu D vzniká. Při nadbytku (hypervitaminóze)[8] tohoto vitamínu se vápník ukládá v měkkých tkáních a ledvinách a může tak způsobit smrt organismu (Kocián, Cerha (1999), Vergner, 2001).

UV-C je pro život na Zemi nebezpečné, ale zemského povrchu prakticky nedosáhne, protože je pohlcováno kyslíkem a ozónem v atmosféře. V posledních letech však dochází ke ztenčování ozónové vrstvy vlivem emisí některých plynů. Poškozená ozónová vrstva pak nebrání průniku UV záření na povrch Země a tím umožní jeho biologický účinek na živé organismy. Kromě narušení DNA pohlavních buněk, a tím nebezpečí vzniku mutací, jde také o karcinogenní účinek a poškození zraku (Rajchard, 1999).

3.2.2. Teplota půdy

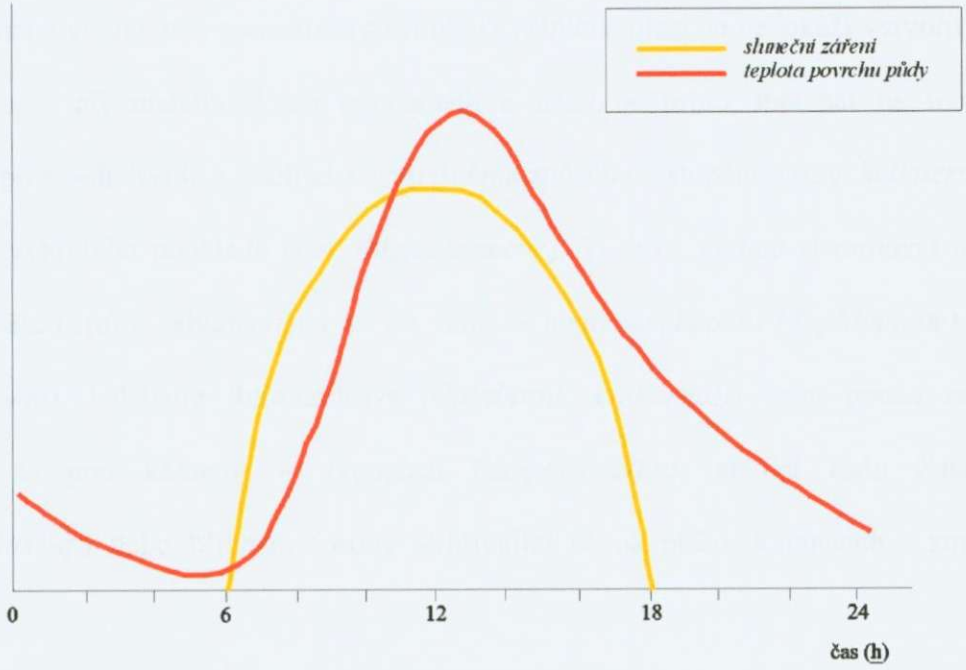
Záření, které dopadne na povrch půdy a je zde pohlceno, se přeměňuje v teplo. Povrch půdy se ohřívá a předává získanou energii jednak do hlubších vrstev, jednak do ovzduší. Teplotní

[8] Hypervitaminóza je v přírodě nepravděpodobná; při chovu je vyvolávána nadměrným podáváním vitamínu D v potravě (Vergner, 2001)

poměry povrchu půdy a jejího podloží vykazují v denním i ročním chodu značné výkyvy, ale jen do poměrně malé hloubky (cca 1 m). Výkyvy v podstatě souvisí s režimem energetické bilance v průběhu dne (roku) a výrazný vliv má i oblačnost (Vysoudil, 2000).

Denní a roční chod teploty povrchu půdy

Denní a roční chod teploty povrchu půdy se vyznačuje jedním minimem a jedním maximem. Nejnižších hodnot dosahuje ráno před východem Slunce. Dopoledne se při zvětšující insolaci zvětšuje vyzařování a do hlubších vrstev přechází více tepla. Přesto jsou ztráty tepla na povrchu menší než příjem, proto teplota povrchu stoupá a maxima dosahuje kolem 13. hodiny. V odpoledních a nočních hodinách jsou ztráty tepla větší než příjem a teplota povrchu klesá až k rannímu minimu (viz obr. 5). V našich zeměpisných šířkách může teplota povrchu půdy v poledních hodinách dosahovat hodnot kolem 50 °C, v jižních zeměpisných šířkách i 70 – 80 °C. Denní amplituda daná rozdílem maximální a minimální teploty daného dne bývá v létě velmi značná, často přesahuje i 40 °C (Králová, Zvěřina, 2002).



Obr. 5 Porovnání denního chodu slunečního záření a teploty povrchu půdy v mírných zeměpisných šířkách (upraveno podle Vysoudil, 2000)

Na denní chod teploty povrchu půdy mají vliv:

a) *expozice vůči světovým stranám* - maxima dosahují jihozápadní svahy,

b) *vlastnosti půdy* - tmavé a drsné půdy se prohřívají nejvíce (viz albedo[9]), měrná tepelná kapacita půdy[10](vlhké půdy se zahřívají pomaleji než suché), tepelná vodivost půdy[11] (vlhké půdy, půdy jílovité a ulehlé jsou studené),

c) *rostlinný kryt* - zakrývá půdu před přímým slunečním zářením a brání vyzařování, čímž snižuje teplotní maxima a zvyšuje minima,

d) *zeměpisná šířka* – v rovníkových oblastech je malá denní amplituda, směrem k pólům se zvyšuje,

e) *počasí* - při zatažené obloze je denní amplituda malá, při jasné naopak vysoká (Klabzuba, 2001).

Roční chod teploty povrchu půdy se sleduje podle průměrných měsíčních teplot. Vyznačuje se maximem v červenci a minimem v lednu.

3.2.2.1. Vliv teploty půdy na živočichy

Ektotermní živočichové, mezi které patří obojživelníci a plazi, si nedokáží vytvořit dostatečné množství tepla při metabolických pochodech a musí se proto spoléhat na teplo získané z okolního prostředí. Teplo z okolí získávají dvěma způsoby – sluněním (tzv. *heliotermové*) nebo kondukcí z vyhřátého podkladu (tzv. *thigmotermové*). Ti druzí mohou absorbovat teplo celým povrchem těla (druhy zahrabávající se do země – např. slepákovití (*Typhlopidae*), dvouplazi (*Amphisbaenia),* kalabárie Reinhardtova (*Calabaria reinhardtii)*) nebo pouze zády (druhy ukrývající se pod kameny – dvouplazi (*Amphisbaenia)*, gekoni rodu *Saurodactylus*, *Stenodactylus* aj.) nebo břichem (druhy vyhřívající se na písku, kamenech - zmije obecná

[9] albedo čerstvě napadlého sněhu 80 – 90, vlhké tmavé půdy 10, písek 28 – 38

[10] Měrná tepelná kapacita udává množství tepla, které je zapotřebí ke zvýšení teploty tělesa o 1 stupeň.

[11] Při větší měrné tepelné vodivosti je teplo snadněji odváděno do větších hloubek, a proto se povrch pomaleji ohřívá. Tepelná vodivost půdy závisí i na její pórovitosti a vlhkosti.

(*Vipera berus*), větvích či na silnicích po západu Slunce) (Schleich a kol., 1996). Samozřejmě že lze oba způsoby kombinovat.

Trutnau (1997) a další autoři uvádí důležitost vyhřátého povrchu půdy pro druhy z mírného pásu hlavně brzy na jaře, kdy průměrné teploty vzduchu jsou ještě nízké, a přesto je možné pravidelně pozorovat některé druhy plazů, jak se sluní a přijímají teplo z prvních jarních paprsků. Pravděpodobně je pro tyto živočichy důležitější teplota substrátu. Při ideálních podmínkách se jejich tělesná teplota může při vyhřívání na tmavém podkladu a při okolní teplotě vzduchu jen několik stupňů nad nulou ohřát až na 30 °C. Plaz tak může být aktivní i za nepříznivých teplot vzduchu. Příkladem může být ještěrka živorodá (*Lacerta vivipara*), která se začíná slunit, jakmile teplota substrátu dosáhne 20 °C. Při poklesu pod tuto hodnotu se opět ukrývá (Glazov a kol. (1977) cit. Baruš, Oliva a kol., 1992b). Také zmije obecné (*Vipera berus*) opouštějí zimní úkryty hromadně, jakmile teplota vzduchu vystupuje ke 12 °C[12]. První samci se však mohou objevit již při denním maximu málo nad 6 °C, samice nad 8 °C, kdy vyhledávají mikroklimaticky vhodná, prohřátá místa, na kterých se sluní (Baruš, Oliva, 1992b).

Rozhodující roli měla teplota podkladu také při pokusech, během nichž byli hadi vystaveni přímému slunci za různých teplot vzduchu. Jeden z hadů zahynul po 85 minutách, kdy maximální teplota ve stínu byla pouhých 25 °C. Důležitější byla teplota podkladu a tělesná teplota hada, které dosáhl při slunění (Felix, 1978).

Na teplotě substrátu je závislý také správný vývoj plazích zárodků, protože plazi kladou vejce do mělkých nor nebo do dutin pod kameny apod. Výběr místa je důležitý, protože se vejce nesmí přes den přehřát a v noci nesmí prochladnout.

3.2.3. Teplota vzduchu

Teplota vzduchu je základním meteorologickým prvkem, který udává tepelný stav ovzduší. Hlavním zdrojem tepla v atmosféře je zemský povrch, který je ve dne při insolaci teplejší než

[12] Hodnoty teplot vzduchu jsou měřené podle standardů v meteorologické budce ve 2 m nad zemí. Teplota vzduchu při povrchu bude mít jinou hodnotu.

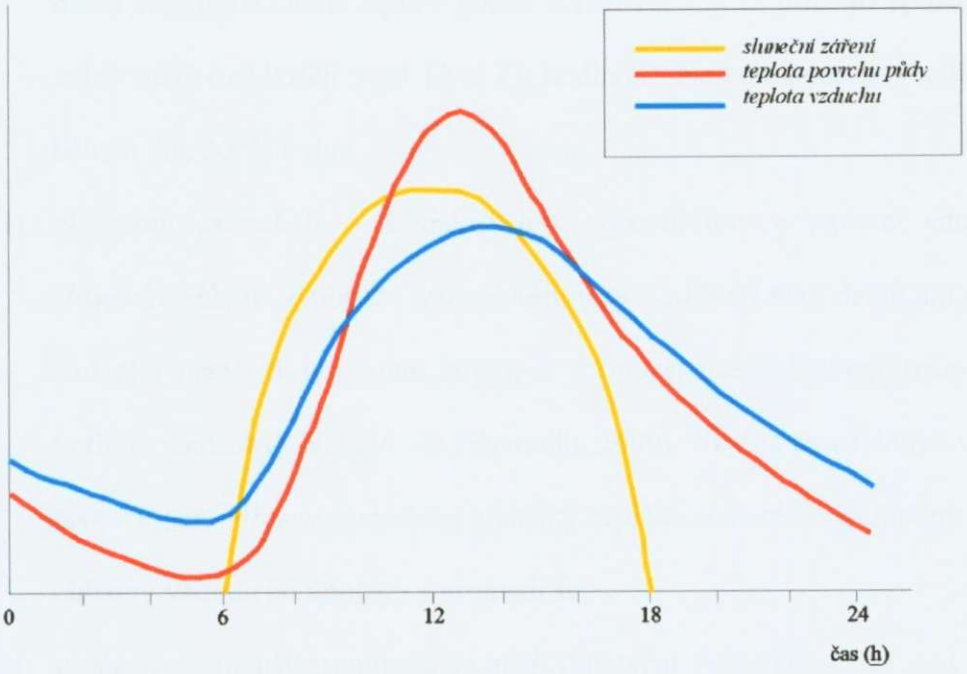
ovzduší, a proto se od něj vzduch ohřívá. Z tohoto důvodu bývá nejteplejší vzduch v blízkosti zemského povrchu a se stoupající výškou teplota vzduchu klesá. V noci jsou poměry odlišné. Chybí příjem energie ze slunečního záření, a proto se povrch půdy neustálým vyzařováním ochlazuje. Stává se chladnějším než přilehlý vzduch, což vede k postupnému přenosu tepla ze spodních vrstev půdy a ze vzduchu k povrchu.

Rozložení teploty v ovzduší (termické zvrstvení) je charakterizováno tzv. *vertikálním gradientem teploty*. Jeho hodnota je proměnlivá jednak během dne, vlivem různých meteorologických situací, a jednak je závislá na různé povaze terénu a na výšce nad povrchem. Průměrná hodnota gradientu činí asi 0,65 °C/100 m.

V přízemní vrstvě vzduchu (zvláště do 1 m) se projevuje vliv zahřátého povrchu a mikroreliéfu terénu. Po poledni, při maximálních denních teplotách, zde nastává velmi vysoký teplotní spád, který dosahuje hodnot 10 °C .m^{-1} i více. S výškou se teplotní gradient snižuje, až se ustálí na obvyklých teplotách. Za jasného dne jsou teplotní rozdíly větší, při zatažené obloze jsou méně výrazné (Kemel, 2000).

Denní chod teploty vzduchu

Vzhledem k tomu, že se vzduch nejintenzivněji ohřívá od zemského povrchu, souvisí denní chod teploty s chodem slunečního záření a s chodem teploty aktivního povrchu (viz obr. 6). Samozřejmě s určitou časovou prodlevou. Zatímco čas denního maxima teploty vzduchu se s výškou zpožďuje proti času teplotního maxima na zemském povrchu, časy nástupu minima teploty se prakticky shodují (Vysoudil, 2000).



Obr. 6 Porovnání denního chodu slunečního záření, teploty povrchu půdy a teploty vzduchu v mírných zeměpisných šířkách (upraveno podle Vysoudil, 2000)

Rozdíl mezi maximální a minimální denní teplotou se nazývá *denní amplituda teploty vzduchu*. Vysoudil (2000) uvádí následující činitele, kteří mají vliv na její hodnotu:

a) *vzdálenost od aktivního povrchu* - s přibývající vzdáleností od povrchu amplituda klesá,

b) *počasí* – při radiačním typu počasí dosahuje vyšších hodnot než při oblačném nebo advekčním typu počasí,

c) *roční období* – v našich zeměpisných šířkách je nejvyšší denní amplituda na jaře a k zimnímu období se snižuje,

d) *zeměpisná šířka* – s rostoucí zeměpisnou šířkou se amplituda zmenšuje, neboť klesá výška Slunce nad horizontem v čase kulminace a tím i celková insolace[13] (např. na Sahaře se denní amplituda může pohybovat kolem 50 °C, v šířkách kolem 60 ° je asi 6 °C a na šířce 80 ° kolem 2 °C,

e) *vzdálenost od pobřeží (tj. stupeň kontinentality*) – s rostoucí kontinentalitou roste hodnota denní teplotní amplitudy. Voda má značnou teplotní setrvačnost, takže její téměř konstantní teplota má stabilizující vliv na teplotu vzduchu nad mořem. Nad oceány je

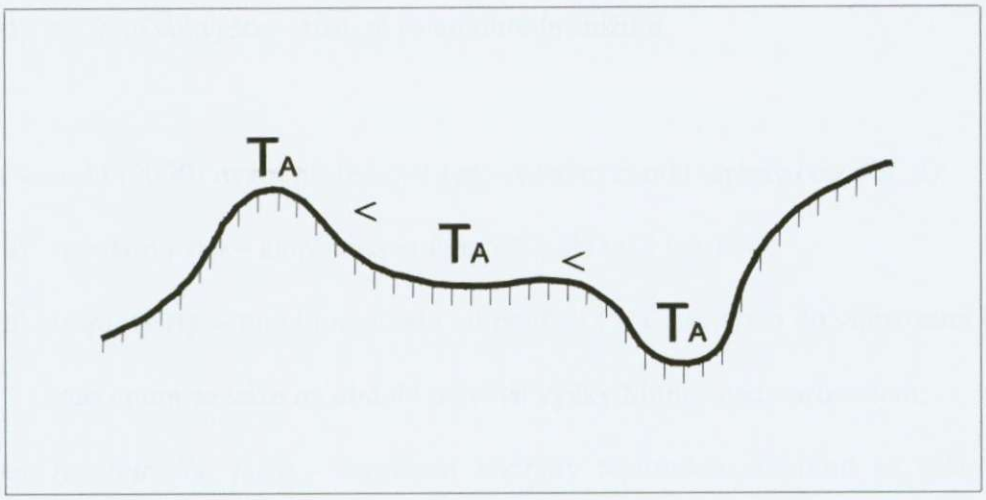
[13] V rovníkových oblastech se denní chod teploty vzduchu během roku příliš nemění díky málo proměnlivé délce dne a polední výšce Slunce nad obzorem

denní amplituda chodu teploty pouze kolem 1 – 1,5 °C, přičemž zpoždění za kulminací je velmi malé (nejčastěji mezi 12. a 13. hodinou). Na kontinentu je rozdíl extrémních teplot během dne 30 °C i více.

f) *charakter georeliéfu* – závislost mezi georeliéfem a teplotní amplitudou vyjadřuje Vojejkův zákon: vypouklé tvary reliéfu (kopec, hřbet) mají denní amplitudy teploty (T_A) vzduchu menší než rovinné polohy a ty menší než vhloubené tvary georeliéfu (údolí, kotliny, soutěsky) (viz obr. 7) (Vysoudil, 2000). Ve dne se v údolích vzduch více ohřívá, protože jsou ztíženy podmínky výměny teplého vzduchu za chladný. V noci zase stéká chladný vzduch po úbočích a hromadí se.

g) *vegetace* – menší amplituda je nad vegetační pokrývkou než nad úhorem nebo nad asfaltovou silnicí,

h) *nadmořská výška* – s jejím růstem amplituda klesá.



Obr. 7 Vztah mezi georeliéfem a amplitudou teploty vzduchu (Vojejkův zákon) (upraveno podle Vysoudil, 2000)

Roční chod teploty vzduchu

Roční chod teploty vzduchu závisí na změnách energetické bilance aktivního povrchu během roku. V rovníkových oblastech je roční chod charakteristický dvěma nevýraznými maximy (související se dny rovnodenností) a dvěma nevýraznými minimy (související se dny slunovratů). Mimo rovníkové oblasti lze prakticky ve všech zeměpisných šířkách určit jedno teplotní

maximum (po letním slunovratu) a jedno minimum (po zimním slunovratu). Nad pevninou severní polokoule připadá teplotní maximum většinou na červenec a minimum na leden. V pobřežních oblastech a nad oceány se extrémy posouvají na srpen a konec února až začátek března (Klabzuba, 2001).

Roční amplituda teploty vzduchu je rozdíl mezi průměrnou teplotou nejteplejšího a průměrnou teplotou nejchladnějšího měsíce v roce. Sleduje se podle průměrných denních, dekádních nebo měsíčních teplot. Hodnoty amplitudy závisejí na:

a) *ročním režimu výměny vzduchových hmot,*

b) *zeměpisné šířce* - směrem od rovníku k pólům vzrůstá, protože tímto směrem vzrůstá sezónní nerovnoměrnost v přísunu slunečního záření (viz příloha 11),

c) *stupni kontinentality* - nad oceány a nad pobřežím je nižší, směrem do vnitrozemí amplituda vzrůstá (na pobřeží Irska je 8 °C, na Sibiři 50 °C),

d) *nadmořské výšce* – růstem se amplituda snižuje.

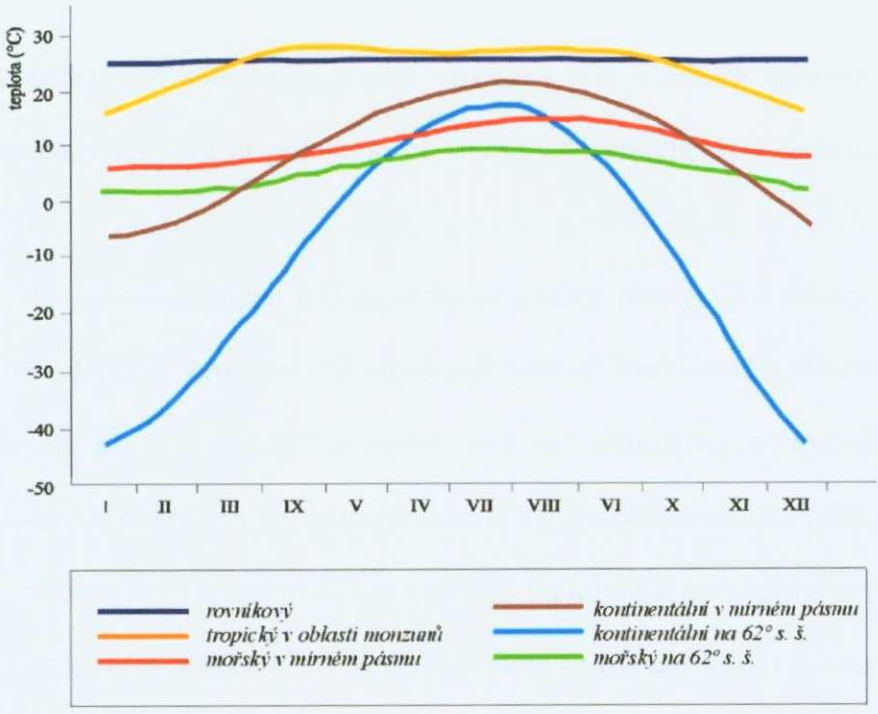
Vysoudil (2000) uvádí následující typy ročního chodu teploty (viz obr. 8):

a) *rovníkový typ* – amplituda kolem 5 °C, ale také jen 1 °C,

b) *tropický typ* – amplituda roste od pobřeží (5 °C) směrem do vnitrozemí (10 - 15 °C) a její maximum se váže na období největší výšky Slunce nad horizontem,

c) *typ mírného pásu* – extrémní hodnoty teplotních amplitud se váží na letní a zimní slunovrat; hodnoty kolísají od 10 do 15 °C v přímořských oblastech až k extrémním hodnotám 60 °C na pevnině,

d) *polární typ* – minimum teploty se posouvá na konec polární noci, což je na severní polokouli v únoru až březnu a na jižní v srpnu až září. Maxima pak souvisejí s vrcholením polárního léta na severní polokouli v červenci a na jižní v lednu. Roční amplitudy jsou poměrně vysoké a dosahují 30 – 40 °C na ostrovech a vyšší než 20 °C bývají při pobřeží.



Obr. 8 Některé typy ročního chodu teploty vzduchu (upraveno podle Klabzuba, 2001)

Geografické rozložení teploty vzduchu

Rozložení teploty vzduchu na zemské povrchu je ovlivněno především:

a) *zeměpisnou šířkou* – závisí na ní intenzita slunečního záření dopadajícího na povrch a také výdej tepla vyzařováním,

b) *rozdíly v intenzitě ohřívání a ochlazování pevniny a moře,*

c) *vzdušnými proudy přenášejícími teplé nebo chladné vzduchové hmoty,*

d) *mořskými proudy,*

e) *nadmořskou výškou.*

Z toho vyplývá, že průměrná roční teplota vzduchu klesá se vzrůstající zeměpisnou šířkou. Tento pokles je mnohem intenzivnější v zimě než v létě. Nad pevninou klesá teplota se vzrůstající zeměpisnou šířkou mnohem rychleji než nad oceánem. Pevnina je v zimě chladnější než oceán ve stejné zeměpisné šířce, v létě je naopak kontinent mnohem teplejší než vodní povrch. Zvláště výrazně se tyto rozdíly projevují ve středních a vyšších zeměpisných šířkách. Na severní polokouli se v zimě izotermy stáčejí k jihu, nad oceány naopak k severu. Zvláště výrazné je toto stáčení izoterm v severní části Atlantského oceánu u břehů západní Evropy, kdy na

průběh teplot ještě navíc působí oteplující vliv Golfského proudu. V létě je situace opačná – izotermy na severní polokouli se stáčejí nad kontinenty k severu, u břehů a nad oceány pak k jihu.

Na teplotu vzduchu nad kontinenty výrazně působí také oceány. Tento vliv závisí na směru převládajícího proudění. V západních částech kontinentů v důsledku převládajících větrů ze západu je vliv oceánu výraznější než na východních pobřežích. V mírných šířkách je na západním pobřeží kontinentů všeobecně roční teplota vzduchu vyšší než na východních.

V červenci lze zaznamenat nejvyšší teploty na kontinentech v oblasti pouští mezi 15 až 40 ° s. š. (viz příloha 12). Průměrné teploty se zde pohybují i kolem 35 °C (Sahara, oblast kolem Perského zálivu). Absolutní maxima zde dosahují až 57 °C (poušť Karakum 50 °C, Údolí smrti až 57 °C). Nejchladnějším místem v tuto roční dobu je Antarktida s průměrnou teplotou -42 °C.

V lednu jsou nejteplejší místa na jižní polokouli (viz příloha 13). V západní části Austrálie se průměrná teplota pohybuje kolem 32 °C a absolutní maxima dosahují 50 až 55 °C. Nejnižší teploty se lze zaznamenat v severovýchodní Sibiři (v Jakutsku). Průměrná lednová teplota se zde pohybuje kolem -50 °C, absolutní minimum teploty klesá až na -70 °C (Verchojansk, Ojmjakon). Druhý pól chladu se rozprostírá nad Grónskem, kde se průměrné teploty v lednu pohybují kolem -55 °C a absolutní minimum zde bylo naměřeno -71,8 °C.

3.2.3.1. Vliv teploty vzduchu na živočichy

Teplota je pravděpodobně nejdůležitějším faktorem prostředí, který ovlivňuje život organismů. Často se stává faktorem limitujícím. Teplotní režim prostředí ovlivňuje tepelný režim živočichů, a proto je pro chovatele (a nejen pro ně) důležité znát rozmezí teplot vnějšího prostředí, při kterém se mohou živočichové optimálně vyvíjet a kdy je optimální i jejich metabolismus. Tento interval optimální teploty je pro každého jedince individuální, protože závisí nejen na druhu živočicha, ale i na jeho stáří a životních podmínkách.

Ve starší literatuře se často používalo rozdělení na organismy teplokrevné a studenokrevné. Tyto názvy jsou značně nepřesné, a proto se od nich v novější odborné literatuře pomalu upouští.

Další možností, jak dělit organismy ve vztahu k teplotě, je rozdělení na organismy:

a) *homoiotermní* – se stálou tělesnou teplotou (ptáci a savci),

b) *poikilotermní* – s proměnlivou tělesnou teplotou (bezobratlí, ryby, obojživelníci, plazi).

I tento typ rozdělení přináší určité problémy a výskyt mnoha přechodných forem. Např. mláďata ptáků a savců jsou spíše poikilotermní a pravou homoiotermii získávají až během ontogeneze. Občas se ještě můžeme setkat s další skupinou živočichů, vyčleněnou v rámci homoiotermních živočichů, a to s tzv. *heterotermními* živočichy, kteří v době chladu přecházejí do stavu strnulosti těla, snižují přitom tělesnou teplotu, kterou ale dovedou opětovně zvyšovat a udržet na odpovídající úrovni. Patří k nim hlavně hibernanti (zimní spáči) (Losos a kol., 1985) jako např. ježci, křečci, syslové, plši, svišti, zemní veverky, letouni a další.

Naopak antarktické ryby, jako zástupci poikilotermních živočichů, znají teplotní odchylky pouhých desetin stupně, protože teplota jejich okolí je téměř konstantní. Většina poikilotermních živočichů ale žije v prostředí, jehož teplota se neustále mění, a jsou tak nuceni chránit se před přehřátím nebo před prochladnutím. Svoji tepelnou bilanci mohou ovlivnit buď tím, že tělesnou teplotu přizpůsobují teplotě okolí (*pasivní termoregulátoři*) anebo si udržují stálou tělesnou teplotu díky fyziologickým adaptacím nebo vyhledáváním míst s optimální teplotou (*aktivní termoregulátoři*)[14]. Příkladem prvního typu jsou ropuchy, které se ukrývají ve stínu pod kameny a tolerují oscilaci tělesné teploty během měnících se teplotních podmínek okolí. Jako příklad aktivních termoregulátorů uvádí Pivnička (1984) pouštní ještěrky, které ráno, kdy je teplota vzduchu nejnižší, si vyberou takové mikrobiotopy, kde je v tu dobu nejtepleji (malé prohlubně v rovném terénu, větve stromů). Přitom se postaví tak, aby na ně sluneční paprsky dopadaly pokud možno kolmo. Jakmile se v průběhu dne zvýší teplota, ještěrky začínají vyhledávat

[14] V zahraniční literatuře, např. Schleich a kol. (1996), se používá označení termokonformátoři a termoregulátoři. Tělesná teplota termokonformátorů kolísá v několikastupňovém rozmezí s měnící se okolní teplotou. Naopak termoregulátoři mění svoji tělesnou teplotu změnou polohy těla nebo přesunem na teplotně vhodnější místo.

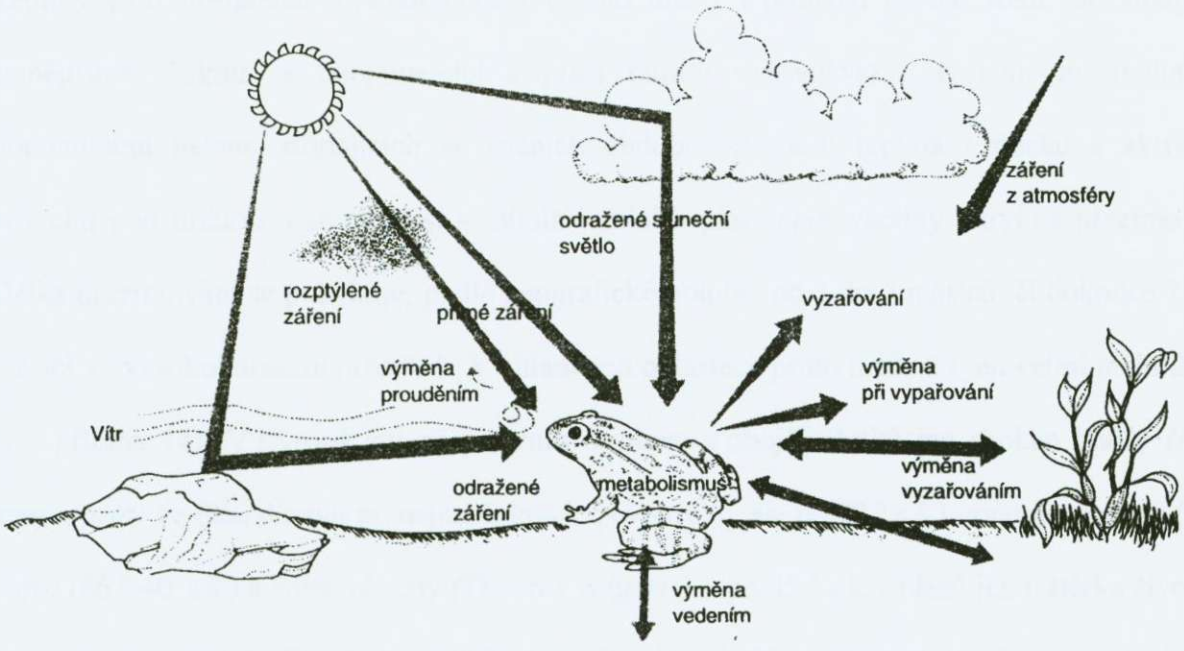
chladnější, zastíněná místa. Některé se ukrývají v norách, jiné si najdou vyvýšená místa, kde je chladněji. Tímto chováním si ještěrky zajistí maximální aktivitu téměř po celý den.

Dalším typem rozdělením organismů podle jejich vztahu k teplotě je dělení na organismy:

a) *endotermní* – regulují svou tělesnou teplotu vytvářením tepla ve vlastním těle (ptáci a savci),

b) *ektotermní* – jsou závislí na zdrojích tepla zvenku (bezobratlí, ryby, obojživelníci, plazi) (viz obr. 9). K co nejefektivnějšímu příjmu tepla přizpůsobují i polohu těla, které nastaví kolmo k dopadajícím slunečním paprskům, nebo zplošťují svůj trup[15], aby zvětšily plochu, na kterou dopadají sluneční paprsky (viz příloha 3).

Také zde se najdou výjimky, jako např. některé včely, motýli a vážky, které využívají k regulaci tělesné teploty po určitou omezenou dobu teplo, které vytvářejí ve svých tělech (Begon, 1997). Také u samic krajt, a v menší míře u varanů, se uplatňuje produkce metabolického tepla (tzv. fakultativní endotermie) (Baruš, Oliva, 1992b).



Obr. 9 Schématické znázornění hlavních cest výměny tepla mezi ektotermním organismem a různými fyzikálními složkami jeho prostředí (zdroj Begon a kol., 1997)

[15] Zploštění těla v dorzoventrální rovině využívají např. ještěrky, agamy, gekoni rodu *Tarentola, Ptyodactyllus, Quedenfeldtia* aj., v rovině laterální např. chameleoni (Schleich a kol., 1996)

Podle tolerance vůči vnějším teplotám se rozeznávají druhy *eurytermní*, které snášejí i velké teplotní výkyvy, a *stenotermní*, které osídlují prostředí teplotně značně vyrovnaná. *Oligostenotermní (psychrofilní)* druhy obývají studená prostředí polárních a vysokohorských oblastí, kde žijí na sněhu a ledu (kryofilní formy), dále žijí v jeskyních, ve studených mořích a v mořských hlubinách, resp. všude tam, kde jsou nízké a víceméně vyrovnané teploty. *Polystenotermní (termofilní)* druhy jsou charakteristické pro faunu tropů a subtropů, horkých pramenů apod., vyznačující se naopak vyšší, málo kolísající teplotou (Losos a kol., 1985).

Vliv teplot na rozšíření živočichů

Homoiotermní živočichové se dokáží lépe přizpůsobovat teplotním podmínkám prostředí než živočichové poikilotermní. Geografické rozšíření obojživelníků a plazů je dáno nejen jejich nároky na teplo, ale i na vlhkost prostředí. V tropických oblastech se nachází největší množství a největší diverzita těchto živočichů. Pro ektotermní živočichy zde totiž panují ideální podmínky. Teploty jsou dostatečně vysoké během celého dne i v průběhu celého roku. Se stoupající zeměpisnou šířkou se obojživelníci a plazi musejí vyrovnávat s nepříznivými teplotními podmínkami během střídajících se ročních období. Klesne-li teplota vzduchu a aktivního povrchu pod určitou hranici musí si obojživelníci a plazi najít vhodný úkryt na přezimování. Délka přezimování se pohybuje, podle geografické polohy, od 3 do 5 měsíců, či dokonce 7 až 9 měsíci ve vysokohorském prostředí. V chladných oblastech proto může žít jen velmi málo druhů (viz příloha 14). V Evropě žijí za polárním kruhem z obojživelníků jen skokan hnědý *(Rana temporaria)* ve Skandinávii po nejzazší konec pevniny (tj. asi po 70 ° s.š.), ropucha obecná *(Bufo bufo)* (66 ° 40' s.š.) a čolek obecný *(Triturus vulgaris)* – po 65 ° s.š, z plazů jen ještěrka živorodá *(Lacerta vivipara)* rozšířená až po 70 ° s.š., zmije obecná *(Vipera berus)*, která se ve Skandinávii vyskytuje se až na 69 ° s.š. a užovka obojková *(Natrix natrix)* nalezená až na 67 ° s.š. (Opatrný, 1999). Obdobně severoamerická užovka proužkovaná *(Thamnophis sirtalis)* dosahuje v Yukonu na 67 ° s.š. (Mattison, 2001). Nejseverněji žijícím obojživelníkem je pamlok sibiřský

(Salamandrella keyserlingi) nalezený v Jakutsku až na 72 ° s.š. Z želv se nejdále na severu vyskytuje želva bahenní *(Emys orbicularis)* na 55 ° s.š. ve východním Pobaltí. Mořské želvy se výjimečně zatoulají až k 70 ° s.š. (Opatrný, 1999).

Hodně druhů plazů obývá i horské oblasti, ale od výšky 3 000 m n. m. jejich četnost prudce klesá. Limitujícími faktory jsou nízká teplota a nedostatek úkrytů, které by v zimě nepromrzaly, a v nichž by mohli plazi zimovat. Tyto drsné podmínky dokázaly osídlit jen výjimečně odolné druhy. Jedním z nich je ropucha obecná *(Bufo bufo)*, která v Alpách vystupuje do výšky 2 200 m, resp. 3 000 v Tibetu (Opatrný, 1999), u plazů např. zmije obecná *(Vipera berus)*, která vystupuje ve švýcarských Alpách až do výšky 3 000 m, dalšími jsou zmije Ursiniho *(Vipera ursinii)* a zmije západní *(Vipera aspis)*. V Severní Americe byla užovka *Thamnophis elegans* nalezena ve výšce 3 200 m a chřestýš zelený (*Crotalus viridis*) vystupuje až k hranici 3 350 m. Některé druhy leguánů (např. andský liolemus mnohotvarý *(Liolaemus multiformis)* se vyskytují až do výšky 5 000 m n. m. (Moravec, 1999). Výškový rekord mezi hady drží ploskolebec himálajský *(Agkistrodon himalayanus)* nalezený při úpatí ledovce ve výšce 4 900 m n. m. (Burton, 2001). Zástupce čeledi scinkovitých *Scincella ladacensis* žije dokonce v Himálaji v nadmořské výšce až 5 500 m (Cerha, Kocián, 1999).

Podobně jako světlo má také teplo vliv na zbarvení a kresbu, velikost a tvar těla (viz ekologická pravidla[16]), na aktivitu, na příjem potravy (u poikilotermních se zvyšuje příjem potravy s teplotou, u homoiotermů je vyšší v chladnějším období roku – regulace teploty těla), na vývoj, růst a délku adultních stádií (se zvyšující se teplotou se urychluje růst a zkracuje celková

---

[16] Ekologická pravidla:
Bergmannovo pravidlo: geografické rasy téhož druhu mají v teplejších částech areálu menší tělesné rozměry než v chladnějších oblastech. To se projevuje v závislosti na zeměpisné šířce i nadmořské výšce. Platí jen všeobecně pro homoiotermní živočichy.
Allenovo pravidlo: v chladnějších oblastech areálu mají živočichové relativně kratší končetiny, ocas, uši, zobák než v teplejších oblastech. Platí jen všeobecně pro homoiotermní živočichy.
Glogerovo pravidlo: v teplých a vlhkých oblastech se u homoiotermních živočichů tvoří více pigmentu, což způsobuje vznik tmavších forem s červenohnědými tóny; naopak v chladných a suchých oblastech jsou formy světle či šedě zbarvené

doba života[17]), počet generací v roce, na diapauzu, určuje pohlaví, má vliv na pohlavní dospívání, způsoby rozmnožování (zoogeografická partenogeneze), produkci potomstva, chování zvířat a v menší míře ovlivňuje orientaci (termokineze a termotaxe) (Losos a kol., 1985).

Vliv teploty na aktivitu poikilotermních živočichů

Rehák (1996a) ve své článku popisuje změnu aktivity vlivem denních a sezónních teplotních změn u hadů. Je-li relativně chladno, aktivita se posunuje do nejteplejší části dne a je jednovrcholová (např. zmije *Echis multisquamatus*). Toto lze pozorovat i u druhů, které se jinak vyznačují nočním způsobem života (jako jsou mnozí chřestýši a zmije mírného a subtropického pásu) a zvláště patrné je u populací z vyšších nadmořských výšek a zeměpisných šířek. Jsou-li dny teplejší, stává se denní aktivita dvouvrcholová, s jedním vrcholem ráno či dopoledne a druhým odpoledne či navečer. To je typické pro letní aktivitu mnoha druhů z chladnějších oblastí. Výrazně diurnální hadi, jako jsou užovky z rodů *Malpolon, Masticophis* a *Psammophis*, takovou aktivitu zachovávají, i když v místech jejich výskytu panují přes den velká vedra. Mnoho dalších druhů v takových oblastech (subtropické pouště a polopouště a nejteplejší oblasti mírného pásu) však přesouvá v letních vedrech svoji aktivitu do nočních hodin, a to nejen druhů výrazně nočních, ale i za jiných okolností denních, jako jsou některé užovky z rodů *Elaphe, Lampropeltis, Natrix,* aj.

Např. denní rytmus u nás žijící zmije obecné (Vipera berus) je velice proměnlivý a závislý na ročním období, počasí, charakteru lokality a fyziologickém stavu jedince. Během jarního slunění, rozmnožování, za chladnějších letních dní, koncem léta a na podzim a po celou sezonu ve vyšších nadmořských výškách se zmije vyznačují denní aktivitou. V teplých letních dnech se jejich aktivita částečně přesouvá do soumračných a nočních hodin. Denní aktivita v letních měsících zpravidla začíná při ranních teplotách vzduchu mezi 6 až 8 °C a večer končí při 18 až

[17] Pivnička (1984) naopak uvádí, že se prodlužuje délka života některých druhů hmyzu, pokud jejich vývoj probíhal při nižších teplotách. Např. imago octomilky obecné *(Drosophila melanogaster)*, které se vyvíjí při teplotě 34 °C žije 6 dní, pokud se vyvíjí při teplotě 19 °C, žije 12,3 dne. Obdobně u lososovitých ryb, které se v severním Atlantiku dožívají více než 10 let, ale v jižních oblastech svého rozšíření pouze 6 let.

20 °C. Nejvíce aktivních jedinců bývá pozorováno při teplotách mezi 19 až 25 °C. Jakmile teplota přesáhne 30 °C, zmije se ukrývají. Nemají-li možnost úkrytu, jsou při 30 °C velmi neklidné a teploty kolem 40 °C jsou pro ně letální. Za nepříznivého počasí se sluní vždy, když vysvitne slunce. Za letního vedra se sluní krátce zrána, potom se ukrývají a případně opakovaně sluní, využívají stínu a polostínu, případně se chladí ve vodě. Přes poledne jsou v úkrytu a odpoledne se opět s přestávkami sluní. Po soumraku se mohou vyhřívat na teplé zemi a na kamenech (Voženílek, 2000).

Vliv teploty na rozmnožování poikilotermních živočichů

Změny teploty, a také fotoperiody, mají vliv na rozmnožování plazů, kteří se začínají pářit ihned po probuzení ze zimního spánku. Např. evropské suchozemské želvy se ze zimního spánku probouzejí, když polední teploty dosahují nejméně 14 °C. Sladkovodní evropské a severoamerické želvy se ze zimního spánku v bahně vod probouzejí již při tání ledu a při teplotě 8 °C jsou již zcela čilé (Szalay, Szalayová, 1990). Kocián, Cerha (1999) uvádí na příkladu ještěrky zelené (*Lacerta viridis*), že různě staří jedinci se ze zimního spánku probouzejí v různou dobu; někdy je odlišná doba započetí aktivity spojena s pohlavím jedinců a je nutné k tomu přihlížet v chovu. V přírodě se u určitých druhů ještěrkovitých probouzejí dříve samci a než se na scéně objeví samice, jsou již připravení k páření. Probudíme-li v zajetí zástupce obou pohlaví současně, může se stát, že samci začnou tokat až v době, kdy samice již ztrácejí zájem.

Teplota prostředí dále ovlivňuje pohlavní dospívání poikilotermních živočichů, určení jejich pohlaví a také formy aktivity v období rozmnožování. Např. některé vosy pohlavně dospívají při teplotách 15 – 30 °C, naopak při nižších teplotách jsou sterilní. U mravence lesního *(Formica rufa)* se z vajíček vylíhli samci při nižších teplotách, ale samice až při vyšších teplotách (Losos a kol., 1985).

U želv, krokodýlů, některých ještěrek a gekonů, u kterých není pevné rozlišení pohlavních chromozomů, je budoucí pohlaví jedince ovlivňováno vnějšími podmínkami inkubace,

především teplotou. Jde o tzv. labilní determinaci pohlaví (TSD – *Temperature sex determination*). V závislosti na teplotě prostředí ve druhé polovině první třetiny inkubace se líhnou v určitém procentuálním poměru samci nebo samice (Cerha, 1996). Kovář (1993) uvádí, že prahová hodnota teploty oddělující vývoj samců a samic je dědičná a pro daný druh je v celém areálu výskytu neměnná. Při teplotách v rozmezí 22 – 27 °C se většinou líhnou samci, při 30 °C a výše většinou samice. Při přechodných teplotách (1 – 2 °C) se líhnou obě pohlaví. V přírodě to obvykle znamená, že z vajec na dně snůšky se líhnou samci, z horní teplejší vrstvy samice (Baruš, Oliva, 1992b). U ještěrů je vliv teploty opačný, takže se při nízkých teplotách většinou líhnou samice a při vyšších samci (Kovář, 1993). Obdobně je pohlaví určováno u aligátorů – při teplotách pod 32 °C se vyvíjí samice, při teplotách nad 33,5 °C samci. Při teplotách mezi 32 a 33,5 °C se mohou vyvinout samci i samice (Rue, 1999). U obojživelníků se tento mechanismus určování pohlaví okolní teplotou objevuje např. u žebrovníků (rod *Pleurodeles)* a ropuchy obecné (*Bufo bufo)* (Schleich a kol., 1996).

Také způsob rozmnožování může být u poikilotermních živočichů ovlivněn teplotou prostředí. Některé druhy se v určitých teplotách množí partenogeneticky, v jiných teplotách naopak pohlavně (pravidlo zoogeografické partenogeneze, známé u některých nižších korýšů z řádů *Conchostraca* a *Notostraca*). Teplota také ovlivňuje vývoj a počet vajíček ve vaječnících, a tím i počet skutečně nakladených vajíček. Samice sosnokaze borového (*Panolis flammea)* mívají ve vaječnících zpravidla po 185 – 219 vajíčkách, při teplotě 8 °C jich bylo 20 ks, při 18 °C 210 ks a při 28 °C 50 ks (Losos a kol., 1985). Chladnému podnebí vyšších zeměpisných šířek a vyšších nadmořských výšek, a tudíž kratšímu vegetačnímu období, se plazi přizpůsobili živorodostí (viviparie) nebo vejcoživorodostí (ovoviviparie). Jejich vajíčka, kladená na zem, by se v těchto podmínkách jen stěží mohla zahřát na potřebnou teplotu, a proto je samice kladou až v okamžiku, kdy se začínají líhnout mláďata. Do té doby se vyvíjí v těle matky, která svou tělesnou teplotu může dostatečně zvýšit vyhříváním se na slunci. Např. u ještěrky živorodé

(*Lacerta vivipara*), pro kterou je obvyklá ovoviviparie, byla na jihu areálu (v Pyrenejích, v Kantaberských horách) zjištěna v několika případech oviparie (Baruš, Oliva a kol., 1992b).

Berec (2003) ve svém článku upozorňuje na to, že vznik živorodosti, resp. vejcoživorodosti, vlivem nižších teplot nebyl nikdy vědecky podložen detailním měřením teplotního režimu hnízd s vejci v kritických oblastech. První pokusy v tomto směru, provedené australskými vědci na scincích druhu *Bassiana duperreyi*, ukázaly, že určující nejsou průměrné teploty, ale teplotní variabilita v průběhu roku i dne. Pokud klesá teplotní minimum, je nutné, pro udržení stejného teplotního průměru, zvýšit teplotní maximum. Teplotní maxima povrchu půdy a těsně pod ním se ve vyšších nadmořských výškách blíží nebo i překračují letální teplotní maxima embryí, která se tak v podstatě v horách „uvaří".

Teplota ovlivňuje také délku inkubace. Např. u menších druhů leguánů trvá inkubační doba při teplotě 25 °C 52 dní, při teplotě 26 °C 40 dní. Vyšší teploty pak vedou k poruchám vývoje zárodku[18] (Jiroušek, 1987).

Odolnost a adaptace živočichů vůči chladu

U poikilotermů dochází ke smrti chladem při velmi nízkých teplotách, často pod bodem mrazu (larva chrousta -4 °C, některé housenky -47 °C). Jsou známé výjimky i mezi zástupci obojživelníků či plazů, kteří přežívají krátkodobé poklesy teplot. Trutnau (1997) uvádí skokana hnědého (*Rana temporaria),* který krátkodobě přežívá teplotu -1,4 °C, ještěrku zední *(Podarcis muralis)* -4,5 °C nebo ještěrku obecnou *(Lafeta agilis)* -5,4 °C. I zmije obecné *(Vipera berus)* snesou několikadenní teploty pod bodem mrazu, podobně jako ploskolebci *Agkistrodon contortrix, Agkistrodon halys, Agkistrodon intermedius, Agkistrodon blomhoffi* a užovka amurská (*Elaphe schrencki).* U tropických druhů je tato hranice posunuta k vyšším teplotám (nejčastěji 0 °C – 10 °C). U homoiotermů leží vysoko nad bodem mrazu (nejčastěji na 15 – 20 °C

[18] Neplatí pro pouštní druhy, které snášejí vyšší teploty

tělesné teploty). Rozhodující je však schopnost udržet víceméně stálou tělesnou teplotu i při velkých výkyvech teplot vzduchu (Horník a kol., 1982).

Rajchard (1999) zmiňuje přizpůsobení určitých druhů ryb, které obývají studené vody v antarktických mořích. Jejich krevní plazma obsahuje kryoproteiny, což jsou bílkoviny zabraňující při výraznějším poklesu teploty tvorbě ledových krystalků, které by jinak poškodily tkáně. Totéž uvádí Reichholf (1999) u některých druhů hmyzu a členovců, kteří žijící vysoko v horách a dokáží zkoncentrovat své tělesné tekutiny tak, že bez úhony vydrží mráz -30 °C, aniž by zmrzly.

Vlivem nízkých teplot se snižuje pohybová aktivita většiny poikilotermních živočichů a ustávají metabolické procesy. Mnozí z nich přecházejí do klidových stádií. Někteří si vytvářejí kolem těla různé obaly, které je chrání před zmrznutím, jiní vyhledávají úkryty v půdě, pod kameny, pod kůrou stromů apod., kde teplotní i vlhkostní poměry jsou mnohem příznivější (Losos a kol., 1985).

Homoiotermní živočichové nejsou bezprostředně závislí na změnách teploty okolí a díky velké schopnosti termoregulace mohou trvale žít ve studených a vysokohorských oblastech. Při poklesu tělesné teploty se dostávají do stavu strnulosti (*hypotermie*), ze kterého se opět mohou dostat svalovým třesem. Adaptace homoiotermů na nízké teploty směřuje ke zvětšení chladové rezistence. Jejich odolnost k chladu závisí na teplotní izolaci těla tělními pokryvy (srst, peří, vrstvy podkožního tuku), doplněné sníženou vaskularizací a tudíž nižším prokrvením tkání nebo tzv. periferní vasokonstrikcí (krátkodobým stažením cév), která omezuje přísun krve k povrchu těla a tím zmenšuje tepelné ztráty organismu. Termoizolační účinnost srsti a peří může být zvyšována stahy drobných svalů, což vede ke zježení srsti či načechrání peří, resp. ke zvětšení objemu vzduchového polštáře, který má izolační vlastnosti (viz příloha 4) (Rajchard, 1999). Mnozí savci mají dvě vrstvy srsti: jemnou podsadu, v které se drží vzduch, a hrubší pesíky, které slouží k ochraně před nepříznivým počasím. Zvláště kvalitní kožešinu má irbis žijící v horách Střední Asie. Přestože jeho srst nepatří k nejhustším, podsada je natolik jemná, že zadržuje mezi

chlupy značné množství vzduchu. Prodloužené a výrazně zvlněné chlupy se do sebe vzájemně zaklesávají a vytvářejí kompaktnější vrstvu, která účinně brání nadbytečnému úniku tělesného tepla zvířete a zároveň chrání tělo před působením extrémně nízkých teplot. Mimořádně hustý kožich mají jihoamerické lamy, činčily a jakové, žijící na náhorních plošinách Himálaje a jiných středoasijských hor. Horští savci nespoléhají na silnou vrstvu podkožního tuku tolik jako tuleni či kytovci, kteří jsou rovněž dlouhodobě vystaveni působení chladu. U některých horských ptáků, např. bělokura horského (*Lagopus mutus*), přechází husté opeření až na běháky a prsty (Anděra, Hošek, 2000).

Ke snížení tepelných ztrát přispívá i vhodný tvar těla. Končetiny, ocas, uši nebo zobák jsou menší nebo dobře ukryté, takže jimi uniká jen malá část tepla. Většina ptáků adaptovaných na chladné podmínky má zakulacený obrys, který je pro udržení tepla vhodnější. Také doutníkovitý tvar těla savců žijících v chladných vodách napomáhá při snižování tepelných ztrát (Scott, 1996).

Svůj význam má i zbarvení těla. Hadi žijící vysoko v horách např. zmije obecná *Vipera berus*, zmije západní *Vipera aspis* nebo iberská zmije *Vipera seoanei* jsou často tmavě zbarveni, protože tak mohou intenzivněji vstřebat sluneční energii během krátkého vegetačního období (Trutnau, 1997).

V neposlední řadě tepelné ztráty může omezit také vhodné chování živočichů – např. shlukování jedinců nebo vyhledávání úkrytů s vhodnějšími teplotními podmínkami. Zajíc bělák (*Lepus timidus*) si vyhrabe v hlubokém sněhu chodby, v nichž se i při velkých mrazech udržuje teplota kolem nuly. Drobná zvířata, jako hraboš sněžný (*Microtus nivalis*), tráví pod sněhem celou zimu schoulení do klubíčka, čímž zmenší povrch těla, a tím i tepelné ztráty (Anděra, Hošek, 2000).

Zvláštní adaptací homoiotermních živočichů na chlad během zimy v mírném pásmu je *zimní spánek (hibernace)*, během něhož se tělo vyznačuje stavem strnulosti, v níž jsou všechny životní funkce sníženy na minimum. Hibernací se rozumí aktivní schopnost snižovat a zvyšovat tělesnou teplotu a udržovat homeostázu v podmínkách podchlazení. Je podmíněna určitým endogenním

rytmem a její nástup usnadňuje snížení teploty prostředí, fotoperioda, množství a složení potravy apod. Probouzení se uskutečňuje vlastními termogenetickými zdroji nebo vlivem vnějších stimulů. K hibernantům patří např. ježci, křečci, sysli, plši, svišti, zemní veverky, letouni, kolibříci, lelci, rorýsi a další (viz příloha 5). Částečně také jezevci a medvěd, kteří však během hibernace nesnižují tělesnou teplotu (*nepravý zimní spánek*).

Odolnost a adaptace živočichů vůči vysokým teplotám

V přírodním prostředí s vysokou teplotou může být buď nízká nebo vysoká vlhkost vzduchu, čímž vznikají dva velmi odlišné typy prostředí. Každý vyžaduje jiné způsoby adaptace, a proto Rajchard (1999) a Losos (1980) rozlišují „suché teplo" a „vlhké teplo".

Oblasti se suchým teplem (stepi, polopouště a pouště) se vyznačují vysokými teplotami a nízkou vzdušnou vlhkostí. Denní i roční teploty značně kolísají. Průměrné letní teploty se pohybují přes 30 °C, stejně tak denní amplituda teploty vzduchu může být přes 30 °C. Živočichové v tomto prostředí ztrácejí mnoho vody a jejich těla se přehřívají. Fyziologické adaptace spočívají ve zvýšeném vydávání tepla do okolí, v přizpůsobení mechanismů oběhové soustavy a hospodaření s vodou a solemi.

Poikilotermní obratlovci jsou těmto podmínkám přizpůsobeni po stránce fyziologické i etologické. Přehřátí organismu se brání odpařováním vody přes tělní povrch a z dýchacího ústrojí prostřednictvím zvýšené frekvence dýchání. Často můžeme pozorovat otevírání tlamy u krokodýlů nebo ještěrů, kterým se z otevřené tlamy odpařuje velké množství vody (viz příloha 6). Také z kůže krokodýlů se odpařuje velké množství vody. Tímto způsobem regulují svoji teplotu i obojživelníci.

Význam má i světlé zbarvení živočichů a tělní pokryvy, které odrážejí nadměrné sluneční záření a také omezují přehřátí těla (viz příloha 7). Na druhou stranu musí tito živočichové omezit ztráty vody z těla, takže jejich moč, ve formě polotuhé kyseliny močové, je značně koncentrovaná. Také vhodné termoregulační chování - maxima aktivity v ranních a večerních

hodinách, vyhledávání úkrytů s nižší teplotou, zahrabávání do písku (pouštní hadi, např. zmije rohatá *(Cerastes cerastes))* - mohou omezit ztráty vody. Někdy stačí, aby zvířata pouze zalezla do vysoké trávy. Byly pozorovány evropské zmije *Vipera ammodytes* a zmije západní *(Vipera aspis)*, jak vystavují přední část těla slunci, zatímco zbytek trupu je schován v úkrytu (Trutnau, 1997). Vodní želvy a krokodýli regulují tělesnou teplotu střídavým pobytem ve vodě a na souši. Homoiotermové mohou navíc využít termoizolační vlastnosti peří či srsti, savci i potních žláz.

Za nejvyšší letální teploty se považují teploty kolem 45 – 50 °C, kdy živočichové upadají do stavu strnulosti (*hypertermie*). Jejich životní projevy slábnou, snižuje se aktivita a mnozí přecházejí do *letního spánku (estivace).* Plazi, hlodavci a další živočichové se tak brání vysokým teplotám. Například tropické žáby se vysokým teplotám, a zároveň nedostatku vlhkosti, přizpůsobily tak, že se zavrtají do země a kolem svého těla vytvoří slizovou komůrkou, v níž přečkávají řadu měsíců. Krokodýlové v Africe, aligátoři v Americe se ukryjí do hlubokých děr na březích vysychajících vodních toků a ve stínu a zbytcích vlhka zde čekají na déšť. Také mnohé želvy se zahrabávají do země (např. želva myší *(Gopherus polyphemus)* (Moravec, 1999), želva čtyřprstá *(Testudo horsfeldi))* aj.

V tropických deštných lesích a na celoročně či po část roku zaplavených územích (porosty mangrove, rozsáhlé mokřady) se živočichové adaptují na *vlhké teplo.* Charakteristickým znakem je vyrovnaná denní (amplituda 3 – 10 °C) i roční (amplituda 1 – 5 °C) teplota. Minima neklesají pod 18 – 20 °C, průměrná teplota činí až 35 – 40 °C. Charakteristické je také velké množství srážek. Průměrné roční úhrny se pohybují kolem 2 000 – 4 000 mm. Z toho vyplývají vysoké hodnoty vzdušné vlhkosti, v průměru 80 – 90 % i více, přičemž záleží i na momentálním průběhu počasí: za jasného počasí vzdušná vlhkost klesá, za deště (mlhy) se blíží 100 % (Rajchard, 1999). Obecně jsou živočichové z vlhkých tropů méně adaptabilní na změněné podmínky. Lze vysledovat rozdílnou odolnost vůči velkým a rychlým změnám teploty u druhů boreálních a tropických. Tropičtí savci jsou adaptováni na poměrně úzké sezónní i denní kolísání teploty. Extrémem jsou lenochodovití *(Bradypodidae)*, kteří jsou chladově stresováni již při

teplotě kolem 22 °C (Vlasák, 1986). Také pouštní hadi, kteří jsou přizpůsobeni velkým denním výkyvům teploty, dokáží lépe regulovat svoji tělesnou teplotu v závislosti na teplotě okolí. Naopak tropičtí hadi, zvyklí na stálejší teploty, se s většími teplotními výkyvy vyrovnávají jen velice obtížně.

3.2.4. Vlhkost vzduchu a srážky

Vlhkost vzduchu udává množství vodní páry obsažené ve vzduchu. Vodní pára se do vzduchu dostává vypařováním (evaporací) z povrchu půdy a z vodní plochy, transpirací (výparem z rostlinných orgánů) nebo sublimací. Vypařování ustává v okamžiku, kdy je vzduch vodní párou nasycen. Toto maximální nasycení vzduchu vodní párou je závislé na teplotě vzduchu. Předkročením stavu nasycení dochází ke kondenzaci nebo sublimaci a dochází k tvorbě oblaků. S ohledem na proudění vzduchu pak probíhá přenos oblaků z míst jejich vzniku.

Vlhkost vzduchu lze vyjádřit několika způsoby:

a) *Absolutní vlhkost vzduchu* udává hmotnost vodní páry obsažené v jednotce objemu vzduchu. V meteorologii se vyjadřuje v $kg.m^{-3}$ nebo v $g.m^{-3}$.

b) *Tlak vodní páry* je dílčí tlak vodní páry ve vzduchu. Vyjadřuje se v hPa.

c) *Relativní vlhkost vzduchu* vyjadřuje poměr mezi skutečným a maximálně možným množstvím vodní páry ve vzduchu. Vyjadřuje se v procentech.

d) *Specifická vlhkost vzduchu* se vyjadřuje vahou vodních par ve váhové jednotce vzduchu.

e) *Sytostní doplněk* je rozdíl mezi maximální a skutečnou vlhkostí, tedy množství par, které může vzduch za daných podmínek ještě pojmout. Se zvětšováním sytostního doplňku se zvětšuje schopnost vzduchu přijímat vodní páru. Na jeho velikosti závisí výpar a některé fyziologické pochody v organismech.

f) *Rosný bod* je teplota, při níž vzduch začíná být nasycen vodními párami. Vyjadřuje se ve °C. Udává tedy teplotu, na kterou se musí vzduch ochladit, aby relativní vlhkost vzduchu stoupla na 100 % nebo aby bylo dosaženo maximální absolutní vlhkosti.

Denní a roční chod absolutní vlhkosti vzduchu

Denní chod absolutní vlhkosti vzduchu je těsně svázán s denním chodem teploty vzduchu. Absolutní vlhkost je závislá na množství vypařené vody a na jejím přenosu do vyšších vrstev ovzduší. Nad oceány, moři a v pobřežních oblastech roste zvyšováním teploty a naopak. Stejnou závislost lze pozorovat v chladné části roku na kontinentech.

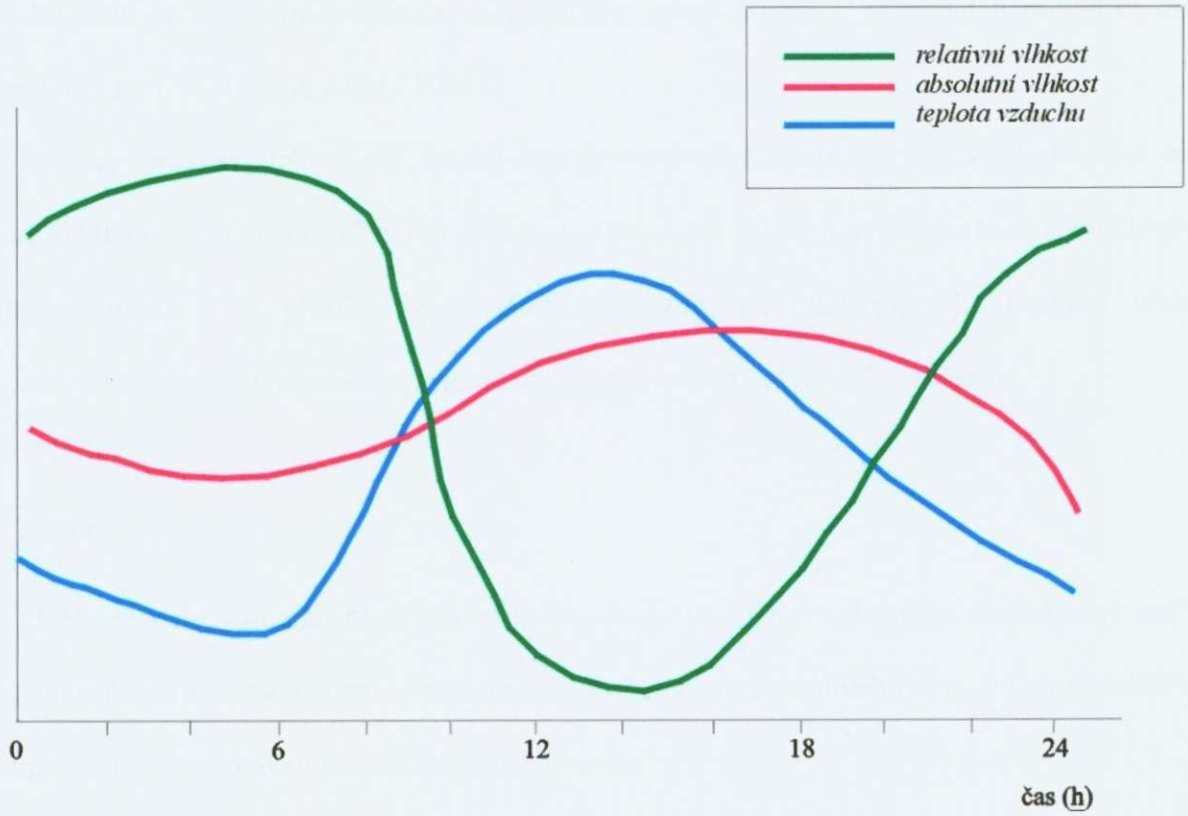
V případě, že je povrch půdy dostatečně vlhký a nepřetržitě dochází k přenosu vodní páry do vzduchu, pak i v teplé části roku roste absolutní vlhkost s teplotou. Většinou je však v létě na kontinentech odlišný denní chod absolutní vlhkosti se dvěma teplotními minimy a maximy. Určující příčinou jsou velké změny teploty povrchu, a tím i intenzity výparu a víceméně pravidelný vznik výstupného konvektivního proudění během dne. Kolem východu Slunce (v době nejnižších teplot) nastává první minimum absolutní vlhkosti. Poté se rychle zvyšuje teplota povrchu, a tím i výpar, vzrůstá obsah vodních par v přízemní vrstvě a vzniká tak kolem 8. až 9. hodiny první maximum. Postupně se vyvíjejí konvekční proudy přenášející vodní páry do vyšších vrstev ovzduší. Výpar nestačí krýt takto způsobený úbytek vodních par. Výměna vzduchu konvekcí dosahuje nejvyšší intenzity kolem 14. hodiny a tehdy nastává druhé minimum absolutní vlhkosti. Postupem času vertikální výměna, a zároveň přenos vodních par do výšky, slábne a absolutní vlhkost vzduchu díky stálému výparu začíná vzrůstat do druhého maxima kolem západu Slunce. Teplota vzduchu pak začne intenzivně klesat a část vodních par kondenzuje v podobě rosy. V důsledku toho absolutní vlhkost klesá, až dosáhne svého minima před východem Slunce (Horník a kol., 1982).

Roční chod absolutní vlhkosti vzduchu je analogický ročnímu chodu teploty vzduchu. Největší je tedy v červenci a nejnižší v lednu.

Denní chod relativní vlhkosti vzduchu

Jestliže je obsah vodní páry ve vzduchu konstantní, relativní vlhkost vzduchu se mění v závislosti na teplotě a to tak, že při vzrůstu teploty relativní vlhkost klesá, při poklesu teploty

relativní vlhkost roste. Proto je denní chod relativní vlhkosti vzduchu opačný ve srovnání s denním chodem teploty vzduchu. Minimum relativní vlhkosti nastává kolem 14. až 15. hodiny a maximum v době východu Slunce (viz obr. 10). Denní amplituda relativní vlhkosti je v létě větší než v zimě, za jasného počasí je výraznější než při zatažené obloze (Horník a kol., 1982).



Obr. 10 Porovnání denního chodu teploty, relativní a absolutní vlhkosti vzduchu v mírných šířkách (upraveno podle Vysoudil, 2000)

Roční chod relativní vlhkosti vzduchu je v nepřímé závislosti na chodu teploty během roku, ale projevuje se v něm i měnící se obsah vodních par ve vzduchu během roku. V jarních měsících je obsah par v ovzduší menší než na podzim, proto minimum relativní vlhkosti připadá na jaro, příp. na počátek léta, maximum na prosinec nebo leden. Vlivem místních klimatických zvláštností se vyskytují odchylky.

Geografické rozložení relativní vlhkosti vzduchu

Nejvyšších hodnot dosahuje relativní vlhkost vzduchu v podmínkách vlhkého tropického klimatu. V Amazonii je průměrná hodnota relativní vlhkosti kolem 89 %. V létě zvyšuje výrazně relativní vlhkost vzduchu mořský jihozápadní monzun (v Indii). Malou relativní vlhkost mají pouště, kde se její průměrná hodnota pohybuje kolem 30 %. V extrémních případech může klesnout i na 1 % (Horník a kol., 1982).

Vliv na relativní vlhkost má, kromě teploty a proudění vzduchu, také vzdálenost od moře. Nad hladinou moří bývá průměrná relativní vlhkost asi 80 % a vyšší, směrem do vnitrozemí vlhkosti ubývá (viz příloha 15). Nejnižší hodnoty jak relativní, tak absolutní vlhkosti v přízemních vrstvách atmosféry jsou pozorovány uvnitř rozsáhlých kontinentů.

Srážky

Ochlazováním vzduchu na teplotu rosného bodu dosahuje vodní pára stupně nasycení. Při dalším poklesu teploty pod rosný bod dochází ke kondenzaci vodních par a vzniku srážek. Podle skupenství se rozeznávají srážky kapalné a pevné.

Denní chod srážek

Rozlišují se dva typy denního chodu srážek:

a) *pevninský* – maximum srážek lze pozorovat po poledni, kdy se intenzivně rozvíjejí vzestupné proudy způsobující kondenzaci vodní páry. Druhé maximum se vyskytuje časně ráno, kdy po intenzivním nočním vyzařováním dochází k silnějšímu vývoji vrstevnaté oblačnosti. Minimum připadá na noc a dopoledne.

b) *mořský (přímořský)* – ochlazení vlhkého vzduchu nočním vyzařováním způsobuje maximum srážek v noci až ráno. Minimum připadá na odpolední hodiny (Horník a kol., 1982).

Roční chod srážek

a) *rovníkový* typ (mezi 10° s. a j. zeměpisné šířky) – roční chod srážek je analogický ročnímu chodu teploty – dvě maxima (duben a listopad) a dvě minima (leden a červenec),

b) *tropický typ* (mezi 10 až 30°) – období dešťů v létě, v ostatních měsících sucho,

c) *subtropický typ* (mezi 30 až 40°) – málo srážek, které spadnou hlavně na podzim nebo v zimě,

d) *pevninský typ mírných šířek* – maximum v létě, minimum v zimě,

e) *oceánský typ mírných šířek* – srážky rozloženy rovnoměrněji během roku, maximum v zimě,

f) *polární typ* – pro pevninu je typické letní maximum (Vysoudil, 1991).

Geografické rozložení srážek na Zemi

Představu o rozložení srážek na Zemi nám poskytují mapy, na kterých jsou místa se stejným úhrnem srážek spojena čarami (izohyetami) (viz příloha 16). Největší roční úhrny srážek jsou zaznamenávány v rovníkové oblasti (1 000 až 2 000 mm). Na návětrných svazích dosahují hodnoty až 10 000 mm. Velké srážky v této oblasti jsou způsobeny mohutnými výstupnými proudy a vysokou vlhkostí vzduchu. Od rovníku se množství srážek postupně k subtropům snižuje na 250 mm i méně. Je to oblast rozsáhlých tropických pouští a stepí. V mírných šířkách roční úhrn srážek opět stoupá, zvláště na západním pobřeží kontinentů s převládajícími západními větry přinášejícími vlhké vzduchové hmoty. Zde se roční množství srážek pohybuje kolem 1 000 mm. Směrem do vnitrozemí roční úhrn srážek postupně klesá, i pod 250 mm. Polární oblasti jsou na srážky poměrně chudé a roční úhrny se pohybují kolem 250 mm (Horník a kol., 1982).

3.2.4.1. Vliv vlhkosti na živočichy

Voda je nezbytnou podmínkou života na Zemi. Mezi organismy a prostředím dochází k neustálému koloběhu výměny vody. Celková vodní bilance organismu je závislá na příjmu, hospodaření a výdeji vody. Zdrojem vody jsou primárně atmosférické srážky, jejichž rozložení na Zemi je značně nerovnoměrné. Důležité není ale jen množství srážek, ale i jejich rozdělení v průběhu roku a vztah k teplotám. Jak v humidních, tak v aridních oblastech se museli živočichové přizpůsobit vlhkostním podmínkám.

Podle tolerance k vlhkosti se rozlišují druhy *stenohygrické*, které nesnášejí velké kolísání vlhkosti, a *euryhygrické*, kterým naopak nevadí kolísání vlhkosti. Podle přizpůsobivosti živočichů k vlhkosti prostředí se rozlišují *vlhkomilné (hygrofilní)* druhy, které potřebují ve svém prostředí vyšší vlhkost vzduchu a preferují vlhká až mokrá stanoviště, *suchomilné (xerofilní)* druhy, které se spokojí s malým množstvím vody, a spousta přechodových forem. K vlhkomilným živočichům řadíme obojživelníky, půdní živočichy (hlísty, žížaly), měkkýše ad. Také netopýři vyžadují vysokou relativní vlhkost vzduchu. Jinak jim přesychají létací blány. Suchomilné druhy najdeme na suchých stanovištích, skalách, píscích, v pouštích a polopouštích. Těmto životním podmínkám jsou velmi dobře přizpůsobeny. Nadbytečnému výparu vody zabraňuje u hmyzu kutikula, u plazů šupiny, u želv i krunýř. Velbloudi využívají vodu získanou štěpením tukových zásob. Někteří přečkávají kritická období sucha v latentním stavu estivací. Hlemýžď *Helix desertorum* upadne do letního spánku a je schopen takto přežít i 4 roky (Pivnička, 1984). Dvojdyšné ryby bahníci přežívají suchá období v bahně ve slizových kokonech, které si kolem sebe samy vytvoří (viz příloha 8). Také mezi obojživelníky se najdou výjimky, které snášejí i značně suché klima. Jsou to hlavně některé druhy ropuch, které jsou schopny využívat močový měchýř jako zásobárnu vody. Např. hrabavka nadmutá (*Cyclorana platycephalus*) ze suchého australského vnitrozemí se množí pouze krátkodobě během období prudkých dešťů. Po jejich skončení se zahrabe hluboko do země, kde si staví komůrku ve tvaru kokonu s vodotěsnými stěnami. Ta je naplněna vodou, tak jako močový měchýř, lymfatické

váčky a tkáně žáby. V této podzemní komůrce přežívá dlouhá období sucha (Trutnau, 1997). Také většina želv ze suchých oblastí si ukládá vodu v močovém měchýři. Pouštním ještěrům (korovci, gekoni, scinkové) zase slouží jako zásobárna vody jejich zesílené ocasy. Buňky v této části těla umí absorbovat a také uvolňovat vodu díky chemické přeměně tuku, přičemž vzniká voda.

Vlhkost výrazně ovlivňuje aktivitu a rozmnožování živočichů. Podobně jako světlo a teplota může navodit pravidelný rytmus aktivity zvláště hygrofilních a xerofilních forem – např. noční aktivita některých obojživelníků nebo pouštních savců, význam vlhkosti při rojení dospělých jedinců hmyzu apod. V mnohých oblastech se živočichové rozmnožují právě v době, kdy je prostředí dostatečně vlhké. Saranče stěhovavá *(Locusta migratoria)* a saranče pustinná *(Schistocerce gregaria)* se nejúspěšněji rozmnožují při vlhkosti vzduchu 65 – 75 %. Saranče pustinná se navíc úspěšně rozmnožuje pouze tehdy, octne-li se určité vývojové stadium v suchém prostředí a nastane diapauza. Jen diapauzující samice pak při zvýšené vlhkosti vzduchu rychle pohlavně dospívají a po oplození kladou bohaté snůšky vajíček (Losos a kol., 1985). Při chovu hlavně tropických ryb (Novák, 2006) a obojživelníků (Vergner, 1994b) se často využívá metody umělého deště, protože začátek rozmnožování souvisí s nástupem období dešťů. Proto se chovatelé snaží napodobovat tropické deště a bouřky pomocí sprchy, světelných záblesků a zvukovou kulisou napodobující hřmění.

Dostatečná vlhkost je nutná i pro přirozené svlékání staré pokožky plazů. Na druhou stranu také trvale vysoká vlhkost vzduchu je nebezpečná, protože podporuje kožní infekce a může tak živočichovi způsobit dýchací potíže (Kocián, 2000).

Vliv relativní vlhkosti vzduchu

Relativní vlhkost je fyziologicky významná hodnota, neboť na její změnu reagují živé organismy. Je důležitým parametrem pro posouzení pohody prostředí (u člověka jsou tyto hodnoty mezi 40 – 70 % relativní vlhkostí). Důležitá je zvláště pro hospodaření živočicha

s teplem. Při nízké vlhkosti vzduchu roste výpar, živočich může více ochlazovat své tělo a lépe pak snáší vysoké teploty. Může ale dojít i k nadměrným ztrátám vody z organismu. Naopak při vysoké vzdušné vlhkosti dochází k nižšímu výparu (a tak výdeje tepla), což se při vyšších teplotách projeví pocitem dusna a může dojít i k přehřátí organismu.

Druhým důležitým faktorem je teplota vzduchu, protože relativní vlhkost vzduchu, která je pro organismus přijatelná při nižší teplotě, může být nevyhovující při teplotě vyšší. Čím vyšší je relativní vlhkost vzduchu, tím menší je nesoulad mezi živočichem a jeho prostředím, a čím menší je tento nesoulad, tím méně musí živočich omezovat nebo vyrovnávat svou ztrátu vody (Begon, 1997).

Tím, že je vlhkost vzduchu závislá na teplotě, se v prostředí s kolísající teplotou závisle mění i vlhkost. Není výjimkou, že jsou např. obojživelníci svými majiteli zapomenuti na okenním parapetu a intenzivní sluneční paprsky dopadající na terárium uvnitř rychle zvýší teplotu a tudíž dojde ke snížení relativní vlhkosti. Živočich se snaží ochlazovat své tělo zvýšeným výdejem vody a během několika minut či hodin mohou tito živočichové uhynout kvůli rychlé dehydrataci.

3.3. Klasifikace klimatu

Podnebí každého místa na Zemi je výsledkem složitého působení klimatotvorných faktorů (sluneční záření, teplota vzduchu a půdy, atmosférické srážky, vlhkost vzduchu a další). V jejich rozložení lze pozorovat určité geografické zákonitosti, tj. souvislost rázu klimatu se zeměpisnou šířkou, georeliéfem nebo stupněm kontinentality. Vyjadřuje se pásmovitostí (zonalitou) a stupňovitostí. Proto lze podnebí rozdělit do klimatických pásů, které mají stejný charakter makroklimatu, a stupňů, které jsou dány nadmořskou výškou. Klimatické pásy jsou základem klasifikace podnebí Země. Stupeň klimaticko-vegetační je oblast vymezená vlivem nadmořské výšky s podobným klimatem a určitým charakteristickým rostlinným společenstvem (Rožnovský, 1999).

Vlivem klimatotovorných faktorů a procesů a vzhledem k mnohotvárnosti krajinné sféry je obtížné stanovit klasifikaci klimatu, která by byla všeobecně mezinárodně uznávaná. Jednotlivé klasifikace definují a vymezují jednotlivé typy podnebí buď na základě projevů určitých klimatotvorných prvků, které jsou popisovány podle stanovených mezních hodnot (klasifikace klimatu podle W. Köppena, L. S. Berga, A. Pecka ad.) anebo sledují utváření (genezi) klimatu, a pak vycházejí zejména ze všeobecné cirkulace atmosféry (klasifikace klimatu podle H. Flohna, B. P. Alisova).

3.3.1. Köppenova klasifikace klimatu

Nejčastěji používanou klasifikací klimatu je Köppenova klasifikace, vycházející z rozložení teplot a srážek s ohledem na vegetaci. Zemský povrch je rozdělen do 5 klimatických pásů, které se dále dělí na typy a podtypy (viz příloha 17) (Rožnovský, Havlíček, 1998, Horník a kol., 1982).

1. *pás vlhkého tropického klimatu (A)*
   - s průměrnými měsíčními teplotami nad 18 °C, malou roční teplotní amplitudou (do 6 °C), neprojevuje se chladné roční období, průměrný roční úhrn srážek nad 750 mm, s projevy pasátového a monzunového proudění. Dělí se na podtypy:
   - *klima vlhkých tropických pralesů (Af)* – s rovnoměrnými srážkami během celého roku; Amazonská nížina, povodí Konga, východní pobřeží Střední Ameriky, východní pobřeží Brazílie, Východní pobřeží Madagaskaru, Malajsie, Indonésie, Filipíny.
   - *klima savan (Aw)* - s výraznou suchou periodou během zimy; severní a východní Indie, Zadní Indie, severní Austrálie, llanos ve Venezuele, campos v Brazílii, západní pobřeží Střední Ameriky, jižní Florida, Karibské ostrovy
2. *pás suchého klimatu (B)*
   - s malými srážkami a s vysokým potenciálním výparem. Hranice pásu jsou určeny poměrem mezi průměrnou roční teplotou vzduchu a průměrným ročním úhrnem srážek. Dělí se na typ:
   - *klima stepí (BS)*
     - *klima subtropických stepí (BSh)* – řídké, ale intenzívní deště, suchá zima, nejchladnější měsíc od 2 do 22 °C, nejteplejší mezi 22 až 34 °C.
     - *klima prérií (BSk)* - teplota nejchladnějšího měsíce klesá až k -30°C, nejteplejší měsíc má teplotu nad 18 °C.
   - *klima pouští (BW)*
     - *klima saharské (BWh)* – téměř bez dešťů, nejteplejší měsíc má nejméně 26 °C, nejchladnější 10 až 22 °C. Průměrná roční teplota je větší než 18 °C.
     - *klima chladných pouští (BWk)* – v zimě chladné pouštní klima se sněhovými bouřemi. Nejchladnější měsíc má teplotu 2 až -16 °C, nejteplejší 20 až 30 °C.

3. *pás mírně teplého klimatu (C)*
   - typický proměnlivostí počasí a výraznou cyklonální činností. Rok má typická roční období, kdy v zimě je nepravidelný výskyt sněhové pokrývky. Průměrná teplota nejchladnějšího měsíce kolísá od -3 do 18 °C a srážky jsou vyšší než v pásu B. Dělí se na typ:
   - *mírně teplého klimatu se suchou zimou (Cw)*
   - *mírně teplého klimatu se suchým létem (Cs)* – zimy jsou mírné, vlhké
   - *mírně teplého vlhkého klimatu s rovnoměrně rozloženými srážkami během roku (Cf)*
4. *pás mírně studeného (boreálního) klimatu (D)*
   - jen na severní polokouli. Jeho jižní hranice je dána izotermou -3 °C nejchladnějšího měsíce a severní izotermou 10 °C nejteplejšího měsíce v roce. Dělí se na typ:
   - *mírně studeného klimatu se suchou zimou (Dw)*
   - *mírně studeného klimatu s rovnoměrným rozložením srážek (Df)* – sever Severní Ameriky, Eurasie
5. *pás polárního (sněžného) klimatu (E)*
   - s mírnou až velmi studenou zimou, většinou se zápornými teplotami. Nejteplejší měsíc má průměrnou teplotu pod 10 °C. Malé úhrny srážek jsou většinou sněhové. Dělí se na:
   - *klima tundry (ET)* – s teplotou nejteplejšího měsíce nad 0 °C; severní pobřeží Severní Ameriky a Eurasie, pobřeží Grónska, arktické ostrovy
   - *klima věčného mrazu (EF)* – s teplotou nejteplejšího měsíce pod 0 °C; Antarktida, Grónsko,
   - *klima vysokohorských oblastí (EH).*

3.3.2. Bergova klasifikace klimatu

L. S. Berg ve své klasifikaci podnebí vychází nejen z teplot a množství srážek, ale i z charakteristických znaků krajiny. Rozlišuje 12 typů, jak uvádí Horník a kol. (1982):

1. *podnebí věčného mrazu*

Vyskytuje se v Arktidě a vysokých zeměpisných šířkách centrální části Grónska, Země Františka Josefa, severní části Nové Země a v oblasti Antarktidy. Převládající vzduchovou hmotou je chladný arktický vzduch, který způsobuje velmi kruté podnebí. V centrální části Grónska je průměrná teplota v zimě kolem -55 °C, v nitru Antarktidy až -70 °C. V létě stoupne na -14 °C v Grónsku a v Antarktidě na -30 °C. Srážek je málo, kolem 200 až 300 mm za rok.

2. *podnebí tundry*

Vyskytuje se na severním okraji kontinentů Severní Ameriky, Evropy, Asie a na řadě ostrovů v arktické oblasti. Za jižní hranici lze považovat severní hranici rozšíření lesa, která je totožná s izotermou 10 až 12 °C nejteplejšího měsíce. Podnebí je velmi studené s dlouhou tuhou zimou a krátkým chladným létem. Výpar je díky nízkým teplotám malý, a proto je absolutní vlhkost vzduch nízká, ale relativní vlhkost vysoká. Časté jsou mlhy, ale srážek padá málo (200 až 300 mm za rok, místy i pod 150 mm). Na srážky je nejbohatší srpen až září, nejchudší únor až březen. Půda je dlouhodobě zmrzlá a její nízké teploty v hloubce snižují v létě její povrchovou teplotu a neumožňují průsak vody, což má negativní vliv na rozvoj rostlinstva. Pro teplou část roku je při malé výšce Slunce nad obzorem typická velká oblačnost s častými mlhami. Hlavním zdrojem energie je difúzní záření. Denní úhrny množství dopadajícího slunečního záření jsou v létě srovnatelné s nižšími zeměpisnými šířkami. Během 2 až 3měsíčního vegetačního období získá vegetace vcelku dostačující množství světelné energie a vláhy, chybí ale dostatek tepla.

3. *podnebí tajgy*

V Severní Americe se vyskytuje v převážné části Aljašky a Kanady. Jižní hranice tajgy zde leží na 50 ° s.š. V Evropě se vyskytuje na Skandinávském poloostrově, ve Finsku a v severní části evropského Ruska, na Sibiři, na Kamčatce a Sachalinu. V létě jsou zde mírné teploty, vyšší vlhkost vzduchu a dostatek srážek. Delší vegetační období, oproti tundře, umožňuje růst lesů. Podnebí je ovlivňováno hlavně mořským a pevninským vzduchem mírných šířek, s typickými vpády arktického vzduchu v zimě a tropického z jihu v létě. Oblasti kolem Ochotského moře jsou ovlivněny monzuny. Typická je velká kontinentalita podnebí. V Evropě a Asii se zvětšuje od západu na východ. Zimy jsou velmi chladné. V Severní Americe průměrné lednové teploty klesají místy až na -28 až -30 °C, ve východní Sibiři dokonce -46 °C. Léto je poměrně teplé s průměrnou červencovou teplotou vyšší než 10 až 14 °C, v jižních částech kolem 18 až 20 °C. Teploty vystoupají na 30 až 35 °C. Roční úhrn srážek je od 300 do 600 mm. Nejvíce jich spadne v létě.

4. *podnebí listnatých lesů mírných šířek*

Vyskytuje se ve střední a východní části USA, v převážné části střední a západní Evropy až po střed evropské části Ruska, v jižní části Sibiře, v Jižní Americe v dolní části povodí řek Paraná a Uruguay, na jihovýchodním pobřeží Austrálie a Nového Zélandu. Léto je teplé, zima většinou mírná. Teplota nejteplejšího měsíce není vyšší než 22 °C.V oblastech převládajícího působení oceánických vzduchových hmot (např. v západní Evropě) je charakteristická velmi mírná zima s intenzivní cyklonální činností. Průměrná teplota nejchladnějšího měsíce kolísá kolem 0 °C a roční amplituda leží mezi 15 až 25 °C. Srážky jsou v průběhu roku rozloženy rovnoměrně s ročním úhrnem kolem 500 – 600 mm. Ve vyšším a členitějším terénu i 1 000 až 2 000 mm. V oblastech převládajícího působení kontinentálních vzduchových hmot (východní Evropa, Sibiř) je charakteristická chladná zima a velká roční amplituda teploty. Srážky jsou rozloženy

v průběhu roku nepravidelně, nejvíce jich spadne v létě. Roční úhrn se pohybuje kolem 500 - 600 mm, místy v závislosti na reliéfu i přes 1 000 mm.

5. *podnebí monzunové mírných šířek*

Vyskytuje se v oblasti Mandžuska, středního toku Amuru a Ussuri, jižního Sachalinu, severního Japonska, v Koreji a severní Číně. Léto je pod vlivem monzunu, který přináší vlhké oceánické vzduchové hmoty. V tomto období spadne velké množství srážek. Léto je teplé, vlhké, s průměrnou červencovou teplotou kolem 20 – 25 °C. V zimě přináší monzun kontinentální vzduchové hmoty ze Sibiře. Ty obsahují málo srážek, a proto bývá v zimě obvykle jasné suché počasí. Průměrné lednové teploty se pohybují do -20 °C. Roční srážkový úhrn dosahuje 600 – 1 000 mm i více.

6. *podnebí stepní*

Stepi se dělí na dva druhy – stepi mírných šířek s chladnou zimou (stepi v evropské části Ruska, v Kazachstánu, Mongolsku, západních státech USA) a stepi subtropických a tropických šířek s teplou zimou (jih Sahary, západní část Jižní Ameriky, sever Austrálie, stepi v Severní Americe po Rio Grande). Roční úhrn srážek bývá menší než 450 mm, jen místy se zvyšuje na 500 až 550 mm. Výpar je značný, léto horké a suché s nízkou relativní vlhkostí vzduchu. Maximální úhrny srážek připadají na léto.

7. *podnebí středomořské*

Vyskytuje se na pobřeží Středozemního moře, na jižním pobřeží Krymu, na černomořském pobřeží Kavkazu, na tichooceánském pobřeží Kalifornie, na pobřeží Chile jižně od Santiaga a na jižním pobřeží Austrálie. Je to teplé podnebí s dostatkem srážek. Zima je mírná, vlhká, bez trvalé sněhové pokrývky. Léto je teplé a suché. Srážky spadnou hlavně v zimě. Jejich roční úhrn závisí na charakteru reliéfu a kolísá od 300 do 1 000 mm i více. Průměrná teplota nejchladnějšího měsíce je vyšší než 0 °C a nejteplejšího 22 až 28 °C. V Iráku, jižním Íránu a středním Turecku je léto zvláště horké (28 – 30 °C) a suché. Na kalifornském a chilském pobřeží a v okolí mysu Dobré naděje je kvůli studeným

mořským proudům léto poněkud chladnější s průměrnou teplotou 14 až 22 °C. Zimy jsou velmi teplé a roční kolísání teploty malé.

8. *podnebí vlhkých subtropických lesů*

Vyskytuje se na pobřeží Mexického zálivu, v jihovýchodních státech USA, v Bolívii, Paraguayi a jihovýchodní Brazílii, na náhorních plošinách Afriky, na jihovýchodním pobřeží Černého moře a jihu Kaspického moře, v severní Indii, jižní Číně, Japonsku a Koreji a na severovýchodním pobřeží Austrálie. Typická je teplá zima, průměrná teplota nejchladnějšího měsíce není nižší než 2 °C. Léto je horké. Roční úhrn srážek převyšuje 1 000 mm s maximem většinou v létě.

9. *podnebí mimotropických pouští v nitrech pevnin*

Patří sem především středoasijské pouště a polopouště, dále pak pouště Severní Ameriky kolem středního toku řeky Colorado, polopouště ve východní Patagonii.Podnebí je charakterizováno vysokou suchostí a velkým výparem. Srážek bývá méně než 250 až 300 mm za rok. Léto je horké, suché, s malou oblačností, ale zimy jsou chladné. V polopouštích Střední Asie průměrná lednová teplota kolísá od -10 °C v severní části po 3 °C na jihu. V létě se pohybují maximální teploty i nad 50 °C. Poněkud odlišné je podnebí polopouští východní Patagonie. Průměrná teplota nejteplejšího měsíce se pohybuje od 15 do 18 °C (místy klesá až na 12 °C) a nejchladnějšího měsíce od 2 °C do -3 °C. Podnebí je charakterizováno silnými větry.

10. *podnebí subtropických pouští*

Patří sem pouště Sahara a Namib v Africe, pouště na Arabském poloostrově, Atacama v Jižní Americe, pouště v dolním toku řeky Colorado a v Kalifornii, pouště v centrální části Austrálie. Průměrná roční teplota je vyšší než 18 °C, místy i více než 25 °C. Léto je horké s průměrnou teplotou nejteplejšího měsíce 32 – 36,5 °C (v Údolí smrti 39 °C). Ve dne se teplota povrchu může zvýšit i na 80 °C, v noci mnohdy klesá na 0 °C. Nejchladnější měsíc má průměrnou teplotu vyšší než 10 °C. Roční amplituda teploty není velká (kolem

18 °C), zato denní amplitudy teploty převyšují 35 – 40 °C. Roční srážkový úhrn je pod 250 mm, místy i pod 100 mm. Atlanstké pobřeží Sahary a pouště Namib je ovlivňováno studenými mořskými proudy, a tím se zmírňuje průměrná roční teplota na 18 – 19 °C. Denní a roční amplitudy teploty jsou zde menší, srážek spadne málo, ale relativní vlhkost je vysoká (zvláště v létě). Často se vyskytují mlhy. Suché podnebí s častými mlhami je i na pobřeží Peru a severního Chile, které je také omýváno studeným mořským proudem.

11. *podnebí savanové*

Vyskytuje se v tropické části Afriky a Jižní Ameriky, na pobřeží Střední Ameriky, v západní části Madagaskaru, v Indii na jih od 22 ° s.š., na Srí Lance, v centrální části Myanmaru, severní části Austrálie a na Havajských ostrovech. Podnebí je charakterizováno sezónní změnou vzduchových hmot, v létě převládá vlhký vzduch přicházející od rovníku, v zimě pak suchý kontinentální tropický vzduch přinášený pasáty. Proto v létě spadne většina srážek, zima je suchá. Denní amplitudy teploty jsou v létě malé, v zimě se výrazně zvětšují. Průměrná teplota nejteplejšího měsíce se pohybuje mezi 25 až 30 °C, někdy i více. Teplota nejchladnějšího měsíce neklesá pod 15 – 18 °C. Amplituda ročního kolísání teplot je kolem 12 °C. Roční srážkový úhrn se pohybuje kolem 1 000 mm, u návětrných svahů hor se zvyšuje na 2 000 mm i více.

12. *podnebí vlhkých tropických pralesů*

Vyskytuje se v rovníkové Africe, v Jižní Americe, v povodí řeky Amazonky, na jihovýchodním pobřeží Brazílie, místy i ve Střední Americe, Velkých Antilách, Velkých Sundách, na Filipínách a Nové Guineji.Podnebí je teplé a vlhké. Průměrná teplota nejchladnějšího měsíce je nad 18 °C. Noční minima teploty neklesají pod 16 °C. Průměrná roční teplota kolísá mezi 24 °C až 30 °C. Roční amplituda teploty je také malá (1 – 6 °C). Roční srážkový úhrn se pohybuje kolem 2 500 mm i více. Období sucha neexistují.

3.3.3. Alisovova klasifikace klimatu

Podle této klasifikace jsou vymezeny podle převládajících vzduchových hmot 4 hlavní a 3 vedlejší pásy, které se dále dělí podle vlastností zemského povrchu na typy klimatu kontinentálního a oceánského. Rozdělení na typ klimatu západních a východních pobřeží pevnin je dáno rozdílnými podmínkami všeobecné cirkulace atmosféry a rozložením mořských proudů.

Hlavní pásy jsou:

1. *Pás rovníkového klimatu (rovníkový pás)*

- má největší příkon sluneční energie na zemský povrch a malé rozdíly mezi podnebím oceánů a pevniny. Teploty jsou s malou amplitudou jak u denních (10 °C až 15 °C), tak měsíčních a ročních teplot vzduchu. Vysoký výpar podmiňuje vzdušnou vlhkost blízkou stavu nasycení. Rozložení srážek je přibližně rovnoměrné, úhrny srážek jsou 1 000 až 3 000 mm.

2. *Pás tropického vzduchu (tropický pás)*

- dělí se na typ *kontinentální* s velkou suchostí a vysokými amplitudami teploty vzduchu. Roční úhrn srážek dosahuje kolem 200 mm. Naopak vysokou vlhkost vzduchu a malou teplotní amplitudu má *oceánský* typ. K nejsušším místům na Zemi patří typ *tropického klimatu západních břehů* pevnin (roční srážky pod 100 mm).

3. *Pás vzduchu mírných šířek (mírný pás)*

- má podnebí u typu *kontinentálního* dáno vlivem mohutných anticyklon, s poklesy teploty vzduchu až pod -40 °C. V letních měsících se maximální teploty blíží 40 °C. Průměrné roční úhrny srážek se pohybují mezi 300 až 600 mm s nejvyššími úhrny v létě. Nižší amplitudu teploty vzduchu a rovnoměrnější rozložení srážek během roku vlivem celoroční cyklonální činnosti má typ *oceánský*. Dále je vymezen *typ podnebí západních pobřeží pevnin* ovlivňovaný přílivem oceánského vzduchu, u *typu klimatu východních pobřeží pevnin* je významný vliv monzunu.

4. *Arktický a antarktický pás*

- podnebí s nízkými teplotami vzduchu a nevýrazným ročním chodem. Typické jsou nízké hodnoty radiační bilance, ke které přispívá vysoké albedo sněhového a ledového povrchu. V oblastech *kontinentálního typu*, které je typické pro Antarktidu, jsou studená léta s teplotami pod 0 °C a zimy mimořádně studené. Typické jsou studené větry v okrajových částech. V centrální části Antarktidy činí úhrn ročních srážek průměrně 40 až 50 mm, na pobřeží narůstají na 600 až 700 mm. *Oceánský typ polárního klimatu* má Arktida, kde díky Atlantickému oceánu klesají v zimě teploty na -40 °C až -55 °C, v létě vystupují teploty vzduchu nad 0 °C. Srážkové úhrny za rok dosahují až 200 mm, v pobřežních částech až 300 mm.

K vedlejším pásům patří:

5. *Pás rovníkových monzunů*

- podnebí ovlivňuje letní monzun s vysokými srážkovými úhrny v podobě lijáků a zimní monzun, kdy je výskyt srážek malý, klesá vlhkost vzduchu a zvyšuje se teplotní amplituda. *Kontinentální typ* v místech, kde působí orografické vlivy, vykazují roční srážkové úhrny několik tisíc mm.

6. *Pás subtropický*

- má *typ kontinentální*, kde v létě převládá suché a jasné počasí, v zimě a na jaře je srážkové období. Typ oceánský má vyrovnanější chod teplot. Monzunový charakter podnebí má *typ klimatu východních pobřeží pevnin*.

7. *Pás subarktický*

- *pevninský typ* je typický dlouhou a chladnou zimou, krátkým létem, roční úhrny srážek se pohybují kolem 200 mm. *Typ oceánský* má v létě menší roční amplitudu teplot vzduchu (Rožnovský, Havlíček, 1998).

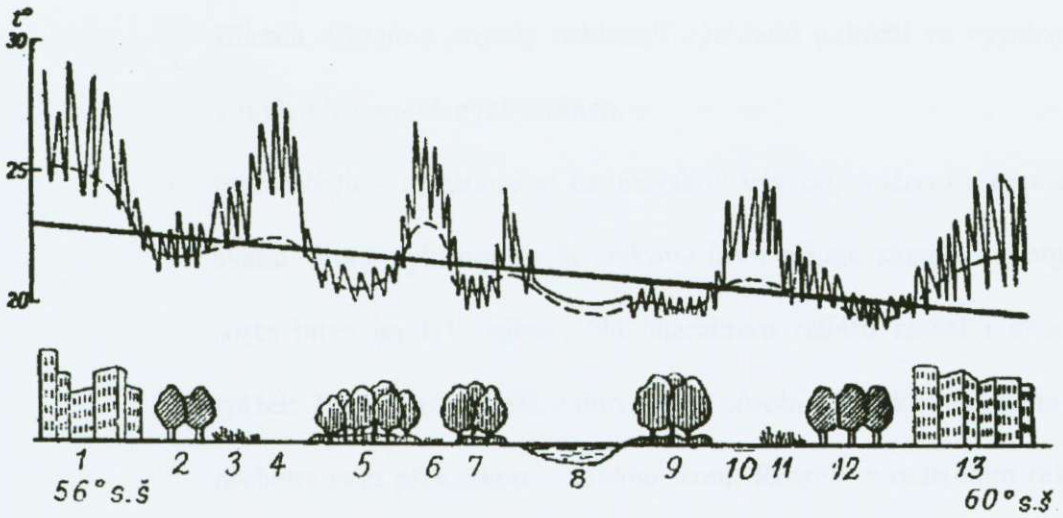
3.4. Kategorie klimatu

Podnebí lze rozdělit podle jeho horizontálního a vertikálního rozsahu do několika základních kategorií. V tomto členění není jednotný systém, takže se jednotlivé kategorie mohou v různých publikacích překrývat. Následující rozdělení používá Rožnovský (1998).

Pod pojmem *makroklima* se rozumí klimatické jevy dané činiteli velkého rozsahu (procesy všeobecné cirkulace, zeměpisnou šířkou místa, vzdáleností od moře a makroreliéfem). Jedná se o podnebí kontinentů, podnebných pásů, oceánu. K jejich klasifikaci slouží data z meteorologických stanic po celém světě. Žaluziové meteorologické budky jsou stavěny ve podle standardů na otevřeném volném prostranství a data jsou měřena ve výšce 2 m nad povrchem.

Mezoklima je podnebí středních rozměrů (horizontálně jednotky až desítky km). Podle některých autorů se překrývá s kategorií *místní klima*, které je vytvářeno klimatickými činiteli menšího rozsahu v závislosti na reliéfu a charakteru aktivního povrchu. Vertikální rozměr je dán mezní vrstvou atmosféry. Měření v různých výškách a v různých podmínkách místního klimatu dávají vertikální i horizontální gradienty teploty, vlhkosti a rychlosti větru, které převyšují příslušné gradienty makroklimatické. Vyjadřuje podnebí lesa, mýtiny, údolí atd.

Mikroklima zahrnuje jevy, které většinou probíhají ve vrstvě vzduchu do výšky 1,5 až 2 m nad povrchem půdy v bezprostřední závislosti na lokálních vlastnostech stejnorodého aktivního povrchu. Horizontální rozsah může být i několik m^2. Jde o kategorii klimatu s nejmenšími rozměry. Charakteristické jsou výrazné vertikální gradienty teploty, větru a vlhkosti (viz obr. 11).



Obr. 11 Schématické znázornění poměrů jevů makroklimatických, místně klimatických a mikroklimatických (zdroj Sapožnikovová, 1952)

——— *makroklimatické změny průměrné maximální červencové teploty vzduchu (podle zeměpisné šířky a podle pozorování v otevřené rovině ve výšce2 m,*

- - - - - - - - - - *místní změny teploty ve výšce 2 m,*

——— *mikroklimatické změny teploty ve výšce 5 cm.*

1 město, 2 sad, 3 louka, 4 černý úhor, 5 les, 6 mýtina, 7 les, 8 jezero, 9les, 10 černý úhor, 11 louka, 12 sad, 13 město.

Klimatotovorné faktory makroklimatu

1. *astronomické* – představují podmínky přenosu slunečního záření k aktivnímu povrchu a jeho přeměnu. Závisí na astronomických podmínkách, na vlastnostech Země a na stavu a cirkulaci atmosféry.
2. *geografické* - vyjadřují vlastnosti a vlivy zemského povrchu:
   - *zeměpisná šířka a délka* - ovlivňují chod a intenzitu slunečního záření.
   - *rozčlenění zemského povrchu na pevninu a oceány* - nestejné ohřívání a vyzařování oceánů a pevnin se projevuje v rozdílném denním a ročním chodu teploty vzduchu. Její amplituda je na oceánech a na pobřežích malá, s rostoucím stupněm kontinentality se zvyšuje.
   - *teplota mořských proudů* - teplé proudy ohřívají západní pobřeží kontinentů v mírných a vysokých šířkách a východní pobřeží kontinentů v nízkých

šířkách. Chladné proudy ochlazují východní pobřeží ve vysokých a západní v nízkých zeměpisných šířkách.

- *tvar reliéfu* – uplatňuje se nadmořskou výškou, směrem a expozicí horských svahů. Hory vykazují vyšší celkový úhrn přijaté sluneční energie. S výškou roste intenzita UV záření. Na charakteru reliéfu závisí i chod a intenzita srážek. Pohoří rovnoběžkového směru působí jako „klimatické hráze". Horské hřebeny jsou překážkou v pohybu front. Rozdíly v radiačním režimu u svahů s různou expozicí způsobují rozdílné teplotní poměry půdy a následně ovzduší.

3. *cirkulační* – vyvolávají přenos teplých, studených, suchých a vlhkých vzduchových hmot ve směru horizontálním i vertikálním. Tyto přesuny jsou vyvolávány nerovnoměrným rozložením množství slunečního záření dopadajícího na povrch Země, rozložením pevnin a oceánů, rotací Země a jinými příčinami.
4. *antropogenní* – soubor vlivů daných hospodářským působením člověka (odlesňování, kultivace půdy, výstavba měst apod.) (Rožnovský, 1999).

Faktory formující mezoklima a mikroklima

Vliv reliéfu

Na tvorbu mezoklimatu a mikroklimatu působí hlavně tvar reliéfu, jeho orientace ke světovým stranám a sklon svahů. V noci se vlivem vyzařování tepla z povrchu vytváří při zemi vrstva chladného vzduchu, který se snaží v členitém terénu přesouvat do nižších poloh. Na místo sklouzávajícího chladného vzduchu postupuje teplejší vzduch z horních vrstev ovzduší. Tak se vytvářejí na dně údolních poloh jezera studeného vzduchu. Teplotní rozdíly mezi přízemní vrstvou vzduchu a teplotami na svazích často bývá i přes 5 °C (Horník a kol., 1982). Je zde větší sklon k tvoření mlh a vyšší relativní vlhkost vzduchu.

Reliéf má vliv i na množství dopadajícího slunečního záření. Největší rozdíly v ozáření terénu jsou v zimních měsících a klesají k létu. Místa s nízkými úhrny dopadajícího slunečního záření představují polohy s delší dobou trvání sněhové pokrývky, v zimním a přechodném období jsou výrazně chladnější. Významné jsou rozdíly v hospodaření s přijatou energií. Velká část sluneční energie dopadající na východní svahy je spotřebovávána na výpar rosy a vysušení povrchu. Ranní slunce ozařující východní svah tedy jen málo přispívá k oteplení aktivního povrchu, a tím i vzduchu. Sluneční záření dopadající odpoledne na západní svahy je naopak daleko účinněji využíváno k oteplení, jelikož půda v této době je již suchá a přijatá energie je využita jen ke zvýšení teploty vzduchu. Proto jsou západní svahy v průměru teplejší než východní (Horník a kol., 1982).

Vliv aktivního povrchu

Základním zdrojem tepla dodávaného do ovzduší jsou sluneční paprsky pohlcované aktivním povrchem. Odtud se teplo šíří zčásti do hloubky a zčásti je odevzdáváno přilehlým vrstvám vzduchu. Různé druhy povrchů se výrazně odlišují způsobem hospodaření s přijatou energií. Následující přehled uvádí Horník a kol.(1982):

1. *Půda* – množství přijaté energie je závislé na schopnosti půdy pohlcovat sluneční záření, tedy na některých fyzikálních vlastnostech půdy. Patří sem:
    - barva půdy,
    - charakter půdního povrchu,
    - teplotní vodivost – při velké teplotní vodivosti proniká teplo dopadající na povrch rychle do hloubky a na povrchu lze pozorovat jen malé zvýšení teploty. Velký vliv na teplotní vodivost má pórovitost a struktura půdy. Čím je půda kypřejší, tím má menší teplotní vodivost. Písčitá půda se proto ohřívá ve svrchních vrstvách velmi rychle, směrem do hloubky však teplota velmi rychle klesá, jelikož vzduch nacházející se mezi zrnky písku má jen nepatrnou

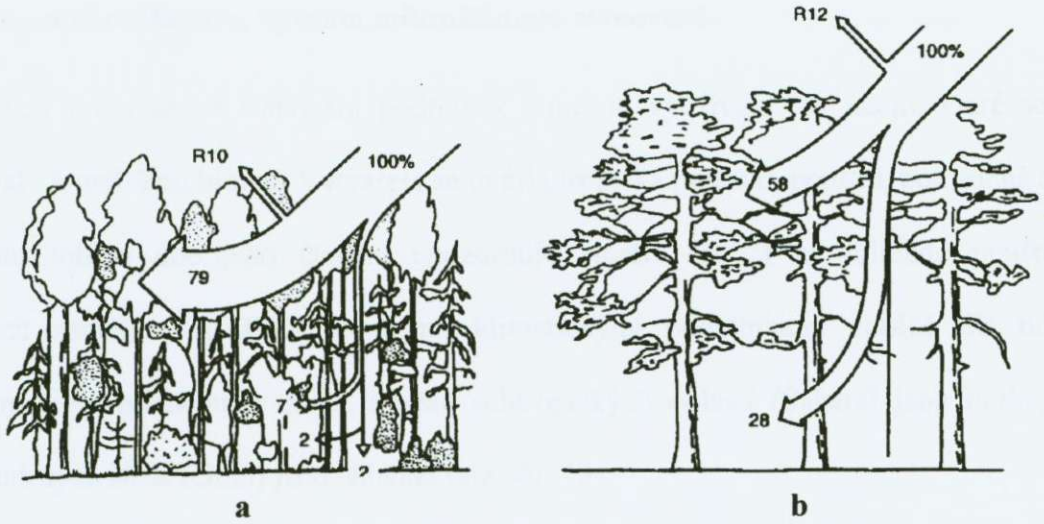
teplotní vodivost. V hloubce kolem 60 cm se proto u písku už téměř nezaznamená denní kolísání teploty. V rašelině proniká denní kolísání teploty jen do hloubky 25 cm. Zcela opačně se chovají skály. Během dne proniká přijatá tepelná energie velmi hluboko a v noci je nahromaděná energie přiváděna k povrchu zpět. Proto je povrchová teplota skal v noci obvykle větší a ve dne nižší než u kypré půdy.

2. *Vodní plochy* – díky průzračnosti vody může sluneční záření pronikat do určité hloubky, takže absorpce záření je rozložena do většího prostoru než u půdy (tam je omezena jen na povrch), a proto i zvýšení teploty na hladině vody je daleko menší než u povrchu půdy. K tomu přistupuje i pohyblivost vody a promíchávání vodních vrstev. Také větší objemová tepelná kapacita vody ve srovnání s půdou způsobuje pozvolnější teplotní změny vody. Tzn. že na ohřátí určitého objemu vody je třeba 2krát až 3krát více tepla než na ohřátí stejného objemu půdy. Charakteristickou vlastností vodního povrchu je i odraz slunečního záření. Při vysoko postaveném Slunci vodní hladina odráží 9 % viditelného a 5 % krátkovlnného záření. Odraz však roste s klesající výškou Slunce nad obzorem a při malé výšce dosahuje hodnot kolem 90 %.

3. *Sněhová pokrývka* – ovlivňuje teplotní poměry přilehlého vzduchu i půdy. Sníh obsahuje vzduch, a má proto malou teplotní vodivost a tudíž i malou výměnu tepla mezi sněhem a půdou. Sněhová pokrývka tedy působí jako termoizolátor a způsobuje tak zeslabení výkyvů teploty půdy a promrzání půdy do větších hloubek. Na jaře naopak brání rychlejšímu oteplování půdy. Povrch sněhu má vysoké albedo a odráží tedy velké procento na něj dopadajících slunečních paprsků.

4. *Vegetační pokrývka* – snižuje význam povrchu půdy, protože povrch rostlin z velké části přejímá úlohu aktivního povrchu. V rostlinných patrovitých porostech se listy vzájemně překrývají a zastiňují. Dopadající sluneční záření je při průchodu těmito patry postupně absorbováno a k povrchu půdy se dostává jen v nepatrné míře. Např.

přes hustý travní porost o výšce kolem 50 cm proniká na povrch půdy kolem 20 %, přes pšenici vysokou 75 cm méně než 9 – 10 % dopadající energie. Závisí na stáří, výšce porostu a stupni zápoje korun (viz obr. 12). V opadavých lesích a řídkých porostech jehličnatých lesů mírného pásma dosahuje bylinného patra během vegetačního období v průměru 10 – 20 % z dopadajícího záření. Pokud jsou stromy holé, jeho průnik vzrůstá až na 50 – 70 %. V hustých jehličnatých lesích a v druhově bohatých tropických lesích klesá relativní ozářenost povrchu půdy až na několik procent, nebo dokonce na méně než 1 % (Larcher, 1988). Vegetační pokrývka snižuje teplotní výkyvy v přízemní vrstvě vzduchu. Proto jsou maximální teploty uvnitř porostů ve srovnání s volnou krajinou nižší, naopak minima teplot jsou vyšší. V nočních hodinách je ochlazování půdy dlouhovlnným vyzařováním porostem omezováno, a tak teplota povrchu země je ve srovnání s volným terénem relativně vyšší. Také vertikální rozložení teplot v porostech se ve srovnání s volným terénem mění. Vyšších teplot je dosahováno vždy v horních partiích porostů, a tak vertikální teplotní gradient vykazuje nulové či záporné hodnoty. V nočních hodinách naopak převládá v důsledku radiačního ochlazování horních vrstev porostů slabá labilita (Kudrna, 1998). Uvnitř vegetace lze zaznamenat zvýšenou vlhkost vzduchu. Je to důsledek silného výparu a nižších teplot. Relativní vlhkost je uvnitř porostu závislá na hustotě porostu a charakteru olistění. Ve vertikálním rozložení mohou být mikroklimatické odchylky relativní vlhkosti ještě nápadnější než odchylky teplotní. Např. je vcelku běžné, že relativní vlhkost vzduchu dosahuje téměř 100 % při zemi, mezi hustou vegetací, zatímco vzduch bezprostředně nad touto vegetací (o 40 cm výše) má jen 50 % relativní vlhkost (Begon, 1997). Vegetace má vliv i na hospodaření se spadlými srážkami. Velká část se jich totiž nedostane k povrchu země, deštěm se smáčejí hlavně listy a z nich se část vody vypaří.

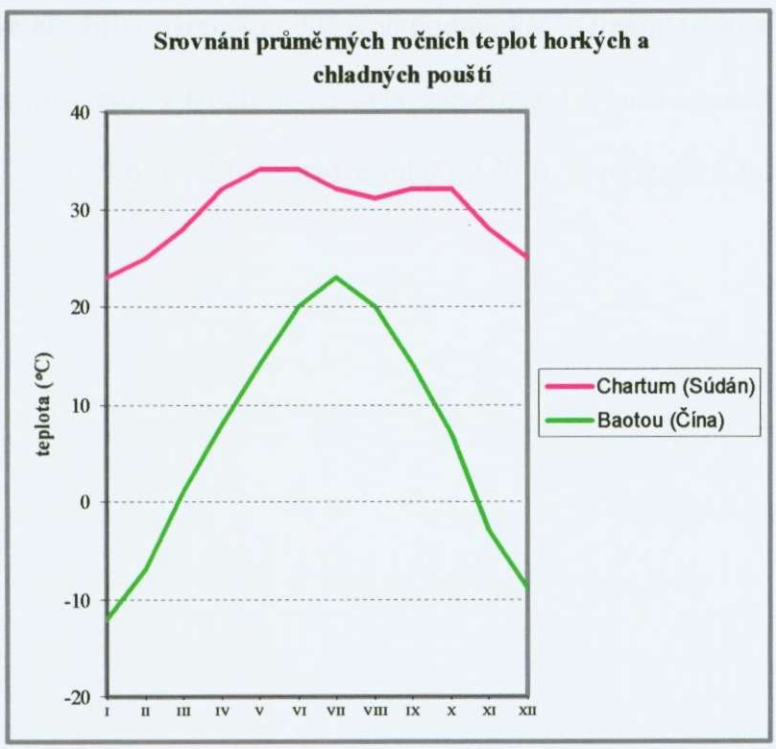


Obr. 12 Odraz (R) a průnik slunečního záření dopadajícího na boreální smíšený les břízy a smrku (a) a borového lesa (b). Šipky ukazují procenta z celkového dopadajícího slunečního záření prostupující porostními patry. (upraveno podle Kudrna a kol., 1988)

5. *Zastavěný povrch* – se vyznačuje vysokou pohltivostí, velmi dobrými akumulačními schopnostmi a nízkou vlhkostí. Z toho pramení jak denní, tak i roční chod teplotních poměrů mezi zastavěnou plochou a volnou krajinou. Po východu Slunce vzrůstá ve volné krajině teplota vzduchu rychleji než mezi budovami, kde se slunečním paprskům do cesty staví budovy a velká část přijaté energie se spotřebovává na vyrovnávání úbytku tepla během nočního vyzařování. Dopoledne pak tmavý povrch silnic a střech pohlcuje mnohem větší množství slunečního záření než vegetací pokrytý povrch. Ještě větší teplotní rozdíly jsou pak během pozdního odpoledne a večerních hodin (Horník a kol., 1982).

3.5. Vliv makroklimatu, význam mikroklimatu stanoviště

Dlouhou dobu se ke stanovení podmínek v teráriu využívalo jen údajů, které se obecně vztahovaly k určitému biomu. Vytvářela se terária tropická pralesní, pouštní, polosuchá apod. Na nevýhodu tohoto obecného členění upozorňuje Horčic (2002) na příkladu pouští. Poušť z mírných zeměpisných šířek se svými klimatickými podmínkami značně liší od pouště v subtropickém podnebném pásu. Pouště subtropických oblastí (Sahara) jsou horké, naopak pouště mírných šířek (Gobi) jsou chladné (viz obr. 13).

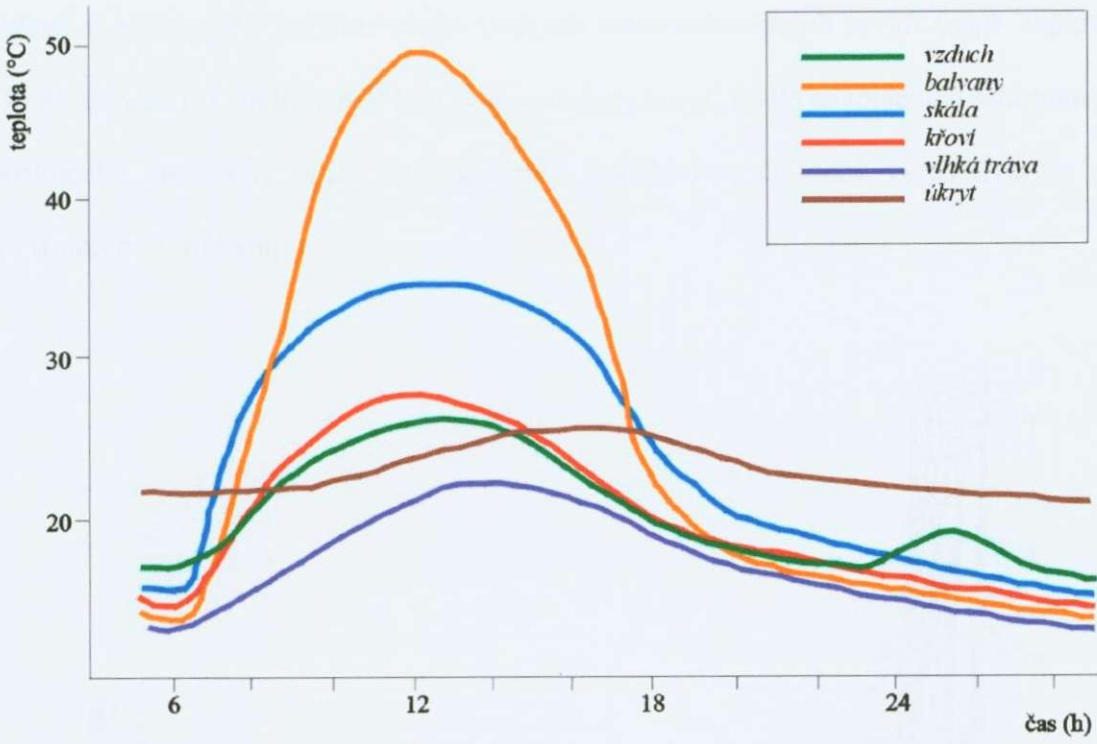


Obr. 13 Porovnání průměrných ročních teplot v pouštích subtropických oblastí a mírných šířek

Ale ani biotop není nikdy homogenní. Jak v horizontálním, tak vertikálním směru má mozaikovitý charakter. Skládá se z komplexu mikrobiotopů (Vlasák, 1986). Živočichové z jedné lokality mohou obývat různá lesní patra či žít na zemi nebo pod povrchem, z čehož vyplývají velmi rozdílné nároky na teplotu, intenzitu a spektrum slunečního záření, délku slunečního svitu nebo na vzdušnou relativní vlhkost. Organismy obývající jeden biotop tedy mohou žít za velmi odlišných podmínek.

V posledních letech již vycházejí chovatelské příručky, ve kterých autoři nabádají chovatele k co nejvěrnějšímu napodobování klimatických podmínek přirozeného biotopu zvířat. Ani při nejlepší vůli se nepovede dokonale napodobit přirozený biotop, ale chovatelé by se měli o to v co největší míře pokusit. U většiny zvířat už jsou dnes uvedena klimatická data specifická pro daný druh, jako např. délka osvětlení, denní teploty, noční teploty, jejich maxima a minima, vlhkost vzduchu apod. S těmi údaji je ale spojen problém. Uvedená data jsou měřena na meteorologických stanicích podle standardů, tzn. že např. teplota je měřena teploměrem umístěným v meteorologické budce ve 2 m nad zemí a bez vlivu přímého slunečního záření[19]. Živočichové ale žijí v naprosto odlišných podmínkách. Jiná je teplota na povrchu půdy a jiná ve 2 m nad zemí. Např. v Údolí smrti byla naměřena 1,5 m nad zemí teplota vzduchu 51,7 °C, 30 cm nad zemí 65,6 °C, 25 cm nad zemí 73,9 °C a na povrchu 82,2 °C (Felix, 1978) (viz obr. 14).

[19] Podle metodiky Světové meteorologické organizace jsou některé z měřicích přístrojů umístěny v žaluziové meteorologické budce, což je dřevěná skříň se žaluziemi, opatřená zevnitř i zvenku lesklým bílým nátěrem. Mezi žaluziemi může dobře pronikat vzduch, vnitřek však nemůže být zasažen přímým slunečním zářením. Dno budky je tvořeno drátěnou sítí, aby vzduch měl volný přístup, a tak bylo zajištěno měření neovlivněných meteorologických prvků. Budka se staví na volném prostranství, aby byla větrána přirozeným prouděním vzduchu. Odlehlost budky od předmětů (stromy, budovy apod.), které by mohly negativně ovlivňovat měření, musí být minimálně 3 – 4 násobek jejich výšky. Teploměrná nádobka suchého teploměru musí být přibližně 2 m nad povrchem země. Dvířka budky jsou orientována na sever, aby při jejich otevření nebyly přístroje zasaženy slunečními paprsky (Kemel, 1996).



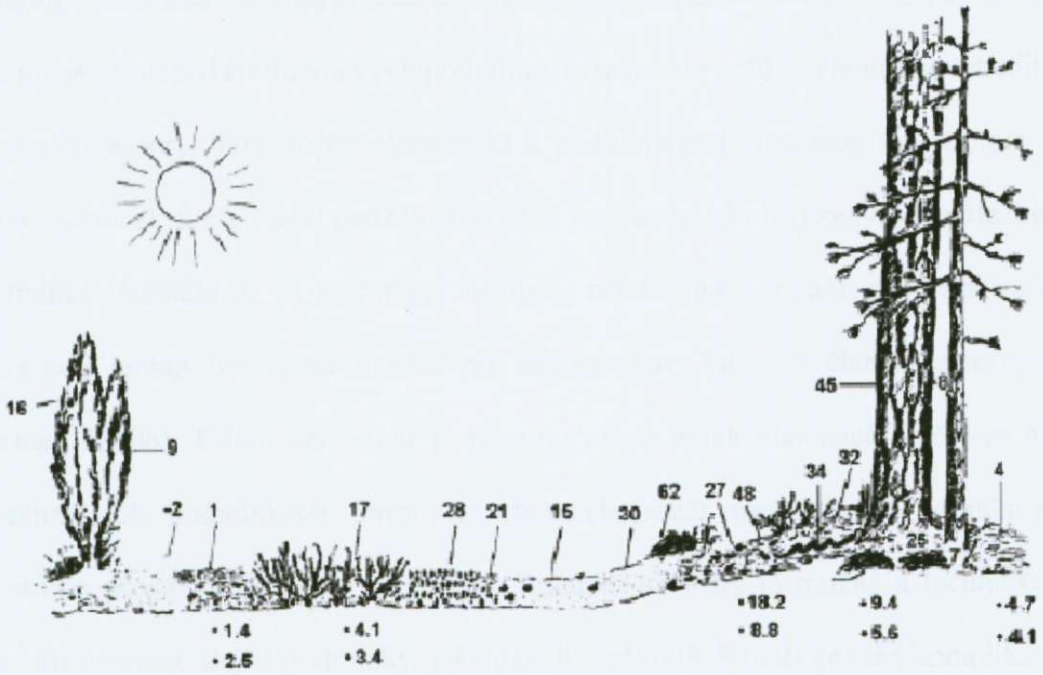
Obr.14 Teploty během letního dne ve Vysokém Atlase (upraveno podle Schleich a kol., 1996))

Blízko zemského povrchu jsou (oproti hodnotám naměřeným ve 2 m) značné teplotní rozdíly, jak ve dne a v noci, tak na osluněných místech a místech ležících ve stínu (viz obr. 15). Na jednom biotopu se nachází několik mikrobiotopů s odlišnými mikroklimaty, která jsou zvláště pro poikilotermní živočichy životně důležitá. Příkladem mohou být malé pouštní ještěrky, které pokud nenajdou chladné místo, vysoké letní teploty se pro ně stávají smrtelnými (Schleich a kol., 1996). Podobně i v teráriu musíme zvířatům zajistit dostatečný teplotní gradient, aby si živočich mohl vybrat místo s takovými teplotními vlastnostmi, které mu v danou situaci vyhovují. V teráriu by mělo být místo, kde se živočich může vyhřívat a také místo, kde naopak může svou tělesnou teplotu snížit.

Také Nečas (2003) upozorňuje na příkladu chameleonka nejmenšího *(Brookesia minima),* že využití dat z meteorologických stanic při tvorbě mikroklimatu v teráriu může být problematické. Data získaná na meteorologické stanici na pobřeží jsou zcela odlišná od podmínek v podrostu pralesa v blízkosti země.

Data z meteorologických stanic tedy chovatelům neposkytují přesné informace o životním prostředí živočicha, ale přesto jsou důležité, protože udávají nepostradatelné informace o klimatu

oblasti a o denním a ročním chodu určitých meteorologických prvků (např. teplota, sluneční záření, vlhkost). Z nich by měl každý chovatel vycházet. Podle adaptačních schopností a rozsahu ekologické amplitudy druhu se organismy dokáží více či méně vyrovnávat se změněnými životními podmínkami.



Obr. 15 Rozložení povrchových teplot a teploty půdy v hloubce 4 a 9 cm na okraji lesního porostu (upraveno podle Kulhavý, 2003)

4. VYUŽITÍ KLIMATOLOGIE PŘI CHOVU ZVÍŘAT

4.1. Návrh metodiky využití poznatků klimatologie v zájmových chovech

Ještě před tím, než si (začínající) chovatel přinese domů nové zvíře, měl by se nejprve ujistit, že je schopen zajistit mu potřebné životní podmínky v teráriu. Ty se liší podle nároků jednotlivých druhů. Někteří živočichové jsou více adaptabilní na nové či pozměněné podmínky, jiní méně. Z hlediska klimatických podmínek (a nejenom jich) je vhodné soustředit se nejprve na limitující faktory. Tím je pro ektotermní a poikilotermní živočichy teplota, pro obojživelníky navíc i vlhkost. S výjimkou podzemních nebo jeskynních druhů jsou velmi důležité také světelné podmínky. Nemělo by se zapomínat ani na ty ostatní, jako je např. proudění vzduchu, tlak aj., které také mohou být velmi důležité pro zdárný chov. Ve svém článku na to upozorňuje např. Cermak (2006). Cílem chovatelů je rozmnožování jejich chovanců, které se ale daří pouze v optimálních podmínkách. Proto se chovatelé snaží napodobovat podmínky přirozeného životního prostředí zvířat co nejvěrněji. Bohužel ne vždy je možné a technicky proveditelné vytvořit naprosto stejné podmínky, jaké panují v přírodě. Situace je také komplikovanější tím, že jednotlivé klimatické faktory působí jako celý komplex. Proto pokud budeme v terárium měnit jeden faktor, musíme si uvědomit, jak se změní faktory ostatní. Klasickým příkladem je závislost relativní vlhkosti na teplotě. Pokud se zvýší teplota v terárium, automaticky se sníží relativní vlhkost. Živočichové se budou snažit ochlazovat svá těla zvýšeným výdejem vody a během krátké doby mohou uhynout kvůli rychlé dehydrataci.

Při stanovování vhodných životních podmínek je nutné vycházet z podmínek prostředí, ve kterém daný druh žije, tzn. že by si měl chovatel zjistit původ jedinců. Pokud zvířata pocházejí přímo z odchytu, je žádoucí získat informace o lokalitě (místo, nadmořskou výšku, biotop apod.), jak uvádí např. Cerha (2001), a doplnit je o klimatické informace, které si můžeme zjistit z literatury nebo vyhledat na internetu. Pokud v chovatelské literatuře nejsou informace o klimatických podmínkách využitelné pro chov živočicha, nezbývá než využít klimadiagramů a tabulek s klimatickými daty. Někteří chovatelé se používání klimadiagramů brání. Např.

Velenská (2000) ve svém článku přímo píše, že „*...řídit se podle klimadiagramu, tj. přizpůsobit teplotní podmínky v terárium skutečným životním podmínkám je nebezpečné a zavádějící...*". Své tvrzení dokládá na dvou příkladech. Prvním je ještěrka živorodá (*Lacerta vivipara*), jejíž areál rozšíření zasahuje až za severní polární kruh. Autorka uvádí, že průměrné letní teploty kolem polárního kruhu se pohybují kolem 12 až 15 °C, zatímco ještěrka vyhřívá své tělo na teplotu dvakrát vyšší. Dosáhne toho díky svému tmavému zbarvení a výběrem vhodného místa pro vyhřívání, tzn. např. tmavý pařez, závětří, plochu, na kterou dopadají sluneční paprsky pod úhlem 90 ° a rozplácne se, aby splynula s tmavým podkladem. Jako druhý příklad uvádí středomořskou užovku levhartí (*Elaphe situla*), která obývá vápencová území, v nichž si vždy najde místo s potřebnou konstantní denní i noční teplotou. Pro srovnání autorka uvádí průměrnou červencovou teplotu Athén 27,6 °C.

Cerha (2001) zvolil jiný přístup k využívání klimadiagramů při stanovování podmínek než jejich kategorické odmítání. Upozorňuje na fakt, že pokud se chovatel rozhodne využít této metody, měl by mít na paměti, že hodnoty klimadiagramů jsou zpravidla průměrnými měsíčními teplotami. „*Nelze tedy např. průměrnou červencovou teplotu na Borneu v hodnotě 32 °C brát jako optimální pro chov zvířete během července. Jde spíš o to, že nám je napovězeno, abychom tamního živočicha nechovali ve 26 °C, ale spíše v rozpětí 28 – 30 °C*", píše autor doslovně. Důležitá je i poznámka o typu biotopu, který živočich obývá a který může být další nápovědou při stanovování podmínek v terárium. Klimadiagramy mají být pouze vodítkem, ne dogmatem (Cerha, 2001).

Připomínám také problém spojený s daty z meteorologických stanic, který byl již zmíněn v kapitole *Vliv makroklimatu, význam mikroklimatu stanoviště*, tzn. že data jsou měřena podle standardů stanovených metodikou Světové meteorologické organizace. Také to že vzdálenost a podmínky prostředí v místě meteorologické stanice jsou odlišné od lokality, kde živočich žije (viz příklad chameleonka nejmenšího *(Brookesia minima)*, který zmiňuje Nečas (2003) a je také uveden v kapitole *Vliv makroklimatu, význam mikroklimatu stanoviště*). A neměli bychom

zapomenout na možnost několika mikrobiotopů s různými mikroklimaty na jednom místě (např. na jednom stromu).

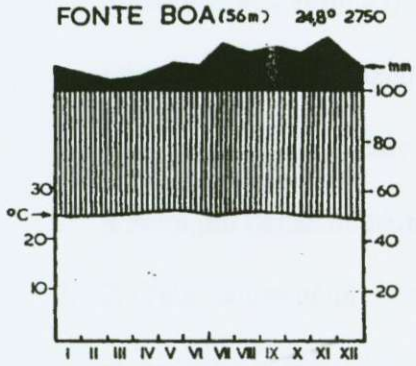
Jak je důležité spojit data získaná z klimadiagramu se studiem života zvířete, abychom se nedopustili omylu, uvádí Praschag (1999): „ *...při koupi mláďat želvy poddruhu Chrysemys picta belli jsem k nim dostal ne zcela mylné, ale zavádějící údaje, že tyto želvy snášejí teploty až -30 °C. Tento poddruh se skutečně vyskytuje i v Kanadě, kde v zimě může teplota klesnout tak hluboko. V té době jsou ovšem želvy zahrabány pod ledem v bahně na dně vod, kde se teplota pohybuje minimálně kolem 4 °C. Želvy proto nejsou vystaveny přímému mrazu.* "

Obdobně druhy plazů vyskytující se i vysoko v horách, většinou obývají vyhřátá a intenzivně osluněná místa. Modrý (1995) uvádí příklad agamy *Laudakia tuberculata*, která byla nalezena i v nadmořských výškách kolem 3 500 m. Jde o teplomilný druh, který vyhledává pouze nejteplejší a osluněná stanoviště. Typickou lokalitou jsou kamenité svahy, skupiny balvanů, skalnaté srázy kolem říčních toků a cest, většinou bez porostů a vyšší vegetace. Zvláště ve vysokých nadmořských výškách se vyhýbají místům s porosty dřevin, které brání přístupu slunečních paprsků.

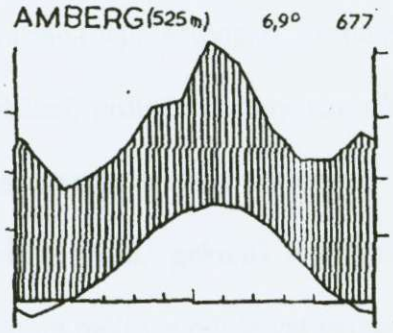
Klimadiagramy (viz obr. 16) jsou konstruované tak, že dávají do vztahu průběh křivky průměrných měsíčních teplot a průběh křivky průměrných měsíčních srážek. Na vodorovné ose je tedy 12 měsíců roku a na svislých osách jsou stupnice dvou meteorologických prvků: na levé svislé ose teplota, na pravé svislé ose srážky. Byl zvolen poměr 1:2, tzn. že 10 °C odpovídá 20 mm srážek. Teplotní křivka tak má s určitým přiblížením vyjadřovat možný výpar. Potom období, kdy křivka srážek leží nad křivkou teplot, je možné považovat za období humidní, protože převažují srážky nad výparem. Plocha odpovídající humidnímu období je šrafována svisle. Klesne-li křivka srážek pod křivku teplot, je tedy menší než možný výpar, jde o období suché až velmi suché. Tato plocha je znázorňována tečkovaně.

Výjimka platí při nízkých teplotách, kdy se hodnoty výparu blíží nule a křivka teplot ji překračuje. Naopak jsou-li měsíční úhrny srážek větší než 100 mm, jak je typické zvláště

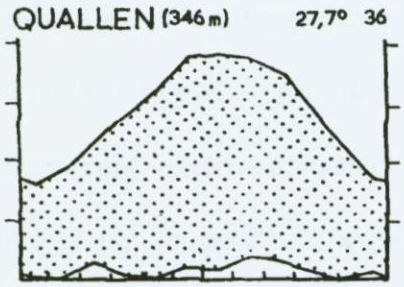
v tropech, potom pro srážky převyšující 100 mm se volí měřítko 1:10 a příslušná plocha se označí černě. Změna měřítka má praktický význam, protože klimadiagramy by byly pro některé stanice příliš vysoké (Rožnovský, 1999). Při levé (teplotní) ose mohou být doplňující charakteristiky jako absolutní minimum a denní průměr v nejchladnějším měsíci (dole), průměrná amplituda denních teplot (uprostřed), průměrné denní maximum v teplé části roku a absolutní naměřené maximum (nahoře).



Typický klimadiagram pro rovníkové klima



Typický klimadiagram podnebí mírného pásu



Typický klimadiagram aridního pouštního podnebí

Obr. 16 Ukázkové klimadiagramy podnebí rovníkového, podnebí mírného pásu a pouštního podnebí (zdroj Jeník, 1995)

Jak již bylo napsáno, pro zdárný chov je nutné studovat také biologii a chování živočichů. Tyto údaje můžeme načerpat např. z monografií, z učebnic zoologie, z chovatelských příruček, článků v odborných časopisech či vlastním pozorováním apod. Tyto informace, společně s hodnotami z klimadiagramu, základní znalostí klimatologie a biotopu výskytu živočicha, nám pomohou lépe stanovit či upravit životní podmínky v terárii. Uvádím několik příkladů:

1. Doba a intenzita osvětlení a spektrum světla (včetně UV záření) je významnější pro živočichy s denní aktivitou, především pro zvířata žijící na pouštích (pouštní agamy rodu *Phrynocephalus* nebo trnorepi (*Uromastyx*)) nebo vysoko v horách na otevřených prostorech – v teráriích se pro ně používají bodová svítidla a speciální UV lampy v kombinaci se svítidly, která osvětlí plochu celého terária o intenzitě a složení, jež se blíží skutečnému slunečnímu záření.
2. Podzemní (např. slepákovití (*Typhlopidae*)) a jeskynní druhy (mločík italský *Speleomantes italicus*) nevyžadují nadbytek světla, které pro ně může být stresujícím faktorem. Také u pozemních druhů v tropickém pralese (např. křovináři z rodu *Bothrops*) není jejich aktivita závislá na vysoké úrovni osvětlení, protože koruny stromů propustí k zemi jen nepatrný zlomek světla než které dopadá na vrcholky korun stromů.
3. Zvířata soumračná nebo s ranní či noční aktivitou (např. gekoni) nepotřebují tolik slunečního záření jako denní formy, ale přesto bychom měli napodobovat podmínky jako v přírodě, aby zůstal zachován obvyklý cyklický režim).
4. Způsobu vyhřívání těla (a jejich kombinace) musí odpovídat i způsob vytápění terária – druhy thigmotermní a heliotermní - pro druhy zvyklé ohřívat se zespoda teplem vyzařovaným povrchem (např. ještěři v doupatech, v podloží deštného pralesa, noční hadi a gekoni aj.) je důležitá teplota podkladu a její setrvačnost – využívá se podlahové vytápění, topné kameny apod. Přesto použít pouze tento typ vytápění je nepřirozené a doporučuje se kombinace se svítidly (Bruins, 2001) . Pro leguány, chameleony a jiné stromové ještěry jsou výhřevné kameny či topné kabely nevhodné, protože vyhřívání na zemi je pro ně nepřirozené. Protože sedí na větvi, ohřívají se díky absorpci slunečního záření povrchem těla .
5. U poddruhů z chladnějších oblastí areálu rozšíření můžeme předpokládat delší dobu zimování než u poddruhů z teplejších oblastí – např. poddruhy ještěrky živorodé (*Lacerta vivipara*) z teplejších oblastí nepřezimují, ale u nás se uchyluje k zimnímu spánku již

koncem září nebo začátkem října. Probouzí se z něj v dubnu až červnu (Cerha, Kocián (1999). Ale rozdíly se mohou vyskytovat i u druhů z tropického pásma. Např. hroznýš královský je druh s rozsáhlým areálem výskytu. Některé jeho populace se množí po zimním období klidu při teplotách 16 – 19 °C udržovaných po dva měsíce. Jiné populace pro množení toto období nepotřebují (Čihař, 1989).

6. Pokud se živočich rád zdržuje v blízkosti řek či jiné vodní nádrže, bude mu vyhovovat prostředí s vyšší vlhkostí vzduchu.

4.2. Odkazy na klimatologickou literaturu

Horník S. a kol., 1982: Základy fyzické geografie. 400 s., SPN, Praha.

Kemel M., 1996: Klimatologie, meteorologie, hydrologie. 289 s., Vydavatelství ČVUT, Praha.

Kopp J., Suda J., 2004: Vybrané kapitoly z fyzické geografie. Klimatologie. 2. vyd., 104 s., Západočeská univerzita, Plzeň.

Králová H., Zvěřina Z., 2002: Vodohospodářská meteorologie a klimatologie. 152 s., Akademické nakladatelství Cerm, Brno.

Lauer W., 1993: Klimatologie. 267 s., Westermann, Braunschweig.

Rožnovský J., 1999: Klimatologie. 146 s., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.

Trefná E., 1970: Klimatografie světa. 84 s., Hydrometeorologický ústav, Praha.

Vysoudil M., 2000: Meteorologie a klimatologie pro geografy. 232 s., Univerzita Palackého, Olomouc.

4.3. Odkazy na atlasy s klimatologickými mapami

Bayer H. (editor), 1953: Works geographic atlas: a composite of man´s enviroment. 368 s., Priv. Print. For Container Corporation of America, Chicago.

Bičík I. a kol., 2000: Školní atlas dnešního světa. 175 s., Terra, Praha.

- Tématické mapy:
  - Podnebné pásy s klimadiagramy
  - Bilance tepelného záření (atmosféra – zemský povrch)
  - Průměrné roční srážky
  - Průměrná roční teplota vzduchu
- Graf rozložení vegetačních pásů a šířkových pásem

Hudson, G. D. (ed.), 1963: Encyclopaedia Britannica – World Atlas. 518 s., Encyclopaedia Britannica, Chicago.

- Klimatické oblasti světa s klimadiagramy
- Rozložení průměrných ročních teplot vzduchu na Zemi (°F)
- Nejchladnější měsíc roku a jeho průměrná teplota (°F)
- Nejteplejší měsíc roku a jeho průměrná teplota (°F)
- Rozložení průměrných ročních srážek na Zemi (inches)
- Období s největším množstvím srážek

Kolektiv, 1964: Fiziko-geografičeskij atlas mira. 298 s., Akademija nauk SSSR i glavnoe upravlenie geodezii i kartografii GGK SSSR, Moskva.

- obsahuje mapy přírodních jevů pro celou Zemi i pro jednotlivé kontinenty

Kolektiv, 1989: Atlas International. 464 s., Bertelsmann Lexikothek Verlag, Berlin.

- Mapy všech kontinentů s průměrnými lednovými a červencovými teplotami
- Mapy všech kontinentů s průměrnými srážkami v obdobích od prosince do dubna a od května do října
- Klimatické oblasti světa
- Pravidelné větry v lednu a červenci
- Klimadiagramy s ročním chodem a průměrnými teplotami, srážkami a relativní vlhkosti

Kolektiv, 1991: Neuer Atlas der Welt. 2. vyd., 312 s., RV Verlag, Berlín.

- Obsahuje stejné mapy jako Kolektiv, 1989: Atlas International.

Kolektiv, 2002: The great world atlas. 2. vyd., 492 s., Dorling Kindersley, London

- Mapky malých rozměrů s průměrnými lednovými a červencovými teplotami vzduchu pro jednotlivé kontinenty
- Mapy podnebí pro každý kontinent, doplněné počtem hodin slunečního svitu v lednu a červenci
- Klimatické oblasti světa s klimadiagramy
- Rozložení průměrných lednových a červencových teplot na Zemi
- Rozložení průměrných ročních srážek na Zemi
- Mapy USA - průměrné roční srážky, znázornění oblastí s vlhkým nebo suchým klimatem, průměrná délka bezmrazového období, počet slunečných dní (%)

McNally R. (ed.), 1953: Collier´s world atlas and gazetteer: presenting the world in its geographical, physical and commercial aspects. 473 s., P. F. Collier & son, New York.

Walter H., Lieth H., 1960: Klimadiagramm Weltatlas. Fischer, Jena, 1. vydání.

- velký atlas s klimadiagramy pro 8 000 klimatologických stanic po celém světě

4.4. Odkazy na internetové stránky s klimatologickými daty

Austrálie

Australian Bureau of Meteorology (http://www.bom.gov.au/)

Brazílie

Brazil Eco Adventure Tours (http://www.brazadv.com/brazil_map/climate_map_brazil.asp)

USA

Weather.com (http://www.rssweather.com/climate/)

Svět

Weather and climate statistics (http://en.allmetclim.com/)

WorldClimate (http://www.worldclimate.com/)

Klimadiagramme weltweit (http://www.klimadiagramme.de/)

Global Climate Animation (http://geography.uoregon.edu/envchange/clim_animations/)

Food and Agriculture Organization of the United Nations

(http://www.fao.org/sd/eidirect/climate/eisp0002.htm)

Hong Kong Observatory (http://www.hko.gov.hk/wxinfo/climat/world/eng/world_climat_e.htm)

Department of Geography University of Oregon

(http://geography.uoregon.edu/envchange/clim_animations/)

BBC Weather (http://www.bbc.co.uk/weather/world/country_guides/)

ClimateZONE.com (http://www.climate-zone.com/)

Weatherbase (http://www.weatherbase.com/)

Meteo France (http://www.meteofrance.com/FR/climat/clim_monde.jsp)

Východ a západ Slunce

EarthTools (http://www.earthtools.org/)

GAISMA (http://www.gaisma.com/en/)

U.S. Naval Observatory (http://aa.usno.navy.mil/)

Biomy

http://fp.arizona.edu/khirschboeck/climate/koeppen_map_climo.htm

http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geog101/uwsp_lectures/climates_toc.html

http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter19/moist_cont.html

5. ZÁVĚR

Smělým cílem této diplomové práce bylo vytvoření netradiční chovatelské příručky, která by poskytla chovatelům ucelenější a komplexnější přehled vlivu klimatických podmínek na zvířata. Přestože byly vybrány pouze ty nejdůležitější klimatické faktory, tak doufám, že se mi na nich podařilo ukázat, že každá akce vyvolává určitou reakci a že než se chovatel rozhodne změnit stávající podmínky v terárium, měl by mít představu jaké následky jeho jednání může přinést a jaký vliv to bude mít na zvířata. Při stanovování podmínek v terárium jsem se na tento problém soustředila pouze z pohledu klimatologie a určitě by bylo cenné, pokud by se mě, nebo někomu jinému, podařilo doplnit toto téma také z hlediska technických možností vybavení terária.

6. SEZNAM LITERATURY

Adler K., Zhao E., 1993: Herpetology of China. 522 s., Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Oxford.

Anděra M., Hošek J., 2000: Zvířata v horách. 223 s., Aventinum, Praha.

Anděrová R., 1998: Bydlí s námi sladkovodní želva. 31 s., Fragment, Havlíčkův Brod.

Baruš V., Oliva O. a kol., 1992a: Obojživelníci – Amphibia. 340 s., Academia, Praha.

Baruš V., Oliva O. a kol., 1992b: Plazi – Reptilia. 224 s., Academia, Praha.

Bednář J., 1989: Pozoruhodné jevy v atmosféře. 240 s., Academia, Praha.

Begon M., Harper J. L., Townsend C. R., 1997: Ekologie: jedinci, populace a společenstva. 949 s., Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc.

Berec M., 2003: Vejce na horách: zima nebo vedro? Akvárium terárium, 46 (12): 70.

Bruins E., 2001: Encyklopedie teraristiky. 2. vyd., 317 s., Rebo Productions, Dobřejovice.

Budyko M. I., 1974: Climate and life. 508 s., Accademic Press, New York.

Buchar J., 1980: Úvod do zoogeografie. 173 s., SPN, Praha.

Burton J. A., 1998: Kniha o hadech. 144 s., Václav Svojtka & Co., Praha.

Cerha V., 1996: Ovlivnění pohlaví během zárodečného vývoje plazů. Fauna, 7 (11): 5.

Cerha V., 2001: Chov šupinatých plazů. 155 s., Dona, České Budějovice.

Cerha V., Kocián M., 1999: Scinkové, varani a ještěrky. 268 s., Polaris, Frenštát pod Radhoštěm.

Cerha V., Kocián M., 2001: Užovky. 239 s., Polaris, Frenštát pod Radhoštěm.

Cermak M., 2006: Krajty zelené. Akva tera fórum, 2 (2): 66 – 71.

Čihař J., 1989: Teraristika. 248 s., Práce, Praha.

Čuřík P., 1998: Živé drahokamy v teráriích. 65 s., Ratio, Úvaly.

Diesener G., Reichholf J., Diesenerová R., 1997: Obojživelníci a plazi. 287 s., Ikar, Praha.

Dmitrijev J., 1988: Obojživelníci a plazi. 168 s., Lidové nakladatelství, Praha.

Felix J., 1978: Zvířata celého světa 3. Hadi. 156 s., Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Felix J., 1988: Zvířata celého světa 13. Ještěři. 208 s., Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Felix J., Dobroruka L., 1989: Chovatelství cizokrajných zvířat 4. 222 s., Institut ministerstva kultury ČSR ve Státním zemědělském nakladatelství, Praha.

Figala J., 1998: Základy chronobiologie se zřetelem k ekologickým podmínkám. Část speciální. 55 s., Univerzita v Ústí nad Labem.

Firth R., Sheikh-Miller J., 2004: Hadi. 63 s., Ottovo nakladatelství, Praha.

Fokt M., 1998: Bydlí s námi ještěr. 32 s., Fragment, Havlíčkův Brod.

Fokt M., 1999: Bydlí s námi had. 32 s., Fragment, Havlíčkův Brod.

Fokt M., 2000: Žáby jako terarijní zvířata. 64 s., Svojtka a Vašut, Praha.

Franck D., 1996: Etologie. 2. vyd., 322 s., Karolinum, Praha.

Griehl K., 1998: Hadi. Hroznýšovití a užovkovití hadi v teráriu. 64 s., Jan Vašut, Praha.

Hegner D., 1999: Jedovatí hadi v přírodě a v teráriích. 188 s., Ratio, Úvaly.

Hes O. a kol., 2003: Podmínky chovu plazů v zajetí. 80 s., Ministerstvo zemědělství ČR.

Heselhaus R., 1992: Tropische Laubfrösche. 2. vyd., 96s, Ulmer, Stuttgart.

Horčic R., 2001: Slunce a vitamíny. Fauna, 12 (17): 8 – 9

Horčic R., 2002: Teplotní nároky při chovu hadů. Fauna, 13 (14): 14 – 15.

Horník S. a kol., 1982: Základy fyzické geografie. 400 s., SPN, Praha.

Jacobs J.-C., 2004: Teraristika pro začátečníky. 61 s., Rebo Production, Dobřejovice.

Jarofke D., Lange J., 1999: Plazy – choroby a chov. 188 s., Hajko & Hajková, Bratislava.

Jaroš J., Vosičková J., 1999: Vybrané kapitoly z ekologie. 72 s., Univerzita Karlova, Praha.

Jeník J., 1995: Ekosystémy. 135 s., Univerzita Karlova, Praha.

Jes H., 1998: Ještěři. 72 s., Nakladatelství Jan Vašut, Praha.

Jiroušek V. a kol., 1987: Chovatelství cizokrajných zvířat 3. 200 s., Institut vzdělávání pracovníků v kultuře a umění ve Státním zemědělském nakladatelství, Praha.

Kemel M., 1996: Klimatologie, meteorologie, hydrologie. 289 s., Vydavatelství ČVUT, Praha.

Klabzuba J., 2001: Aplikovaná meteorologie a klimatologie V. díl. Bilance tepla na aktivním povrchu, teplota půdy, vzduchu a vody. 48 s., Česká zemědělská univerzita, Praha.

Klabzuba J., Kožnarová V., 2004: Aplikovaná meteorologie a klimatologie VI. díl. Voda v atmosféře, výpar, vlhkost vzduchu, půdy a materiálu. 40 s., Česká zemědělská univerzita, Praha.

Klátil L., 1999: Obrazový atlas gekonů.127 s., Nakladatelství a vydavatelství Petr Esterka – Forsáž, Vizovice.

Kocián M., 1998: Leguáni a agamy. 279 s., Polaris, Frenštát pod Radhoštěm.

Kocián M., 2000: Hroznýši a krajty. 175 s., Polaris, Frenštát pod Radhoštěm.

Kocourek I., Král J., 1996: Terárium A – Z. 236 s., Ratio, Úvaly.

Kocourek I., Modrý D., 1998: Obojživelníci v teráriích.95 s., Ratio, Úvaly.

Kolektiv, 1964: Fiziko-geografičeskij atlas mira. 298 s., Akademija nauk SSSR i glavnoe upravlenie geodezii i kartografii GGK SSSR, Moskva.

Kolektiv, 1980: Bioklimatologický slovník terminologický a explikativní. 242 s., Academia, Praha.

Kolektiv, 1989: Atlas International. 464 s., Bertelsmann Lexikothek Verlag, Berlin.

Kolektiv, 2003: Počasí. 128 s., Fortuna Print, Praha.

Kopp J., Suda J., 2004: Vybrané kapitoly z fyzické geografie. Klimatologie. 2. vyd., 104 s., Západočeská univerzita, Plzeň.

Kořínek M., 1999: Zoologická zahrada. 326 s., Rubico, Olomouc.

Kössl R., 1998(a): Potřebují plazi ultrafialové záření? Akvárium terárium, 41 (7): 57 – 58.

Kössl R., 1998(b): Potřebují plazi ultrafialové záření?(2) Akvárium terárium, 41 (8): 61.

Kössl R., 1998(c): Potřebují plazi ultrafialové záření?(3) Akvárium terárium, 41 (9): 58.

Kössl R., 1998(d): Potřebují plazi ultrafialové záření?(4) Akvárium terárium, 41 (10): 47 – 50.

Kössl R., 1998(e): Potřebují plazi ultrafialové záření?(5) Akvárium terárium, 41 (11): 51 – 52.

Kovář R., 1993: Vliv teploty na určení pohlaví plazů. Terarista, 4 (2-3): 34 – 38.
(http://www.teraristika.cz/cz/terarista/4_2/34.html)

Král J., Olexa A., 1969: Zvířata s námi doma. 212 s., PRÁCE, Praha.

Králová H., Zvěřina Z., 2002: Vodohospodářská meteorologie a klimatologie. 152 s., Akademické nakladatelství Cerm, Brno.

Kraus R., Kocián M., 1998: Chameleoni a gekoni. 223 s., Polaris, Frenštát pod Radhoštěm.

Kudrna K. a kol., 1988: Biosféra a lidstvo. 532 s., Academia, Praha.

Kulhavý J. a kol., 2003: Ekologie lesa (CD). 220 s., Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.

Lanc V., 2001: Nebojte se zmijí.40 s., TYPOS, Klatovy.

Larcher W., 1988: Fyziologická ekologie rostlin. 368 s., Academia, Praha.

Lauer W., 1993: Klimatologie. 267 s., Westermann, Braunschweig.

Losos B., 1975: Úvod do živočišné ekologie. 63 s., Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Brno.

Losos B., 1980: Ekologie živočichů. 307 s., Univerzita J. E. Purkyně, Brno.

Losos B., Gulička J., Lellák J., Pelikán J., 1985: Ekologie živočichů. 320 s., SPN, Praha.

Lowry W. P.,1969: Weather and life. 305 s., Academic Press, New York.

Manthey U., Grossmann W., 1997: Amphibien & Reptilie Südostasiens. 512 s., Natur und Tier – Verlag, Münster.

Mattison C., 2001: Hadi. 192 s., OTTOVO nakladatelství, Praha.

Modrý D., 1995: Horská agama z Nepálu. Živa, XLIII (LXXXI)(4): 178.

Moravec J., 1999: Svět zvířat VII. – Obojživelníci, plazi. 184 s., Albatros, Praha.

Nečas P., 2003: Chameleoni. 303 s., Madagaskar, Jihlava.

Novák J., 2006: Metoda umělého deště a rozmnožování ryb. Akva tera fórum, 2 (2): 5.

Ondráček J., 1994: Chováme zvířata. 114 s., Dona, České Budějovice.

Opatrný L., 1999: Zoogeografie. 190 s., Univerzita Palackého, Olomouc.

Papáček a kol., 1997: Zoologie. 2. vyd., 285 s., Scientia, Praha.

Petrásek R., Šimek V., Janda V., 1992: Fyziologie adaptací u živočichů a člověka. 162 s., Masarykova universita, Brno.

Pivnička K., 1984: Ekologie. 204 s., Univerzita Karlova, Praha.

Plesník P., Zatkalík F., 1992: Biogeografia. 268 s., Univerzita Komenského, Bratislava.

Pouště a polopouště. Slovart, Praha, 1997, 165 s.

Praschag R., 1999: Vodní želvy. 48 s., OTTOVO nakladatelství, Praha.

Rajchard J. a kol., 2002a: Ekologie I. 121 s., Kopp, České Budějovice.

Rajchard J. a kol., 2002b: Ekologie III. 200 s., Kopp, České Budějovice.

Rajchard J., 1999: Základy ekologické fyziologie obratlovců. 162 s., Jihočeská univerzita, České Budějovice.

Rehák I., 1994: Rozmnožování hadů. Akvárium terárium, 37 (4): 37 – 40.

Rehák I., 1995a: Teplotní požadavky a termoregulace hadů (1). Akvárium terárium, 38 (10): 42 – 45.

Rehák I., 1995b: Teplotní požadavky a termoregulace hadů (2). Akvárium terárium, 38 (11): 42 – 46.

Rehák I., 1996a: Časová a prostorová aktivita hadů (část 3.). Akvárium terárium, 39 (3): 39 – 43.

Rehák I., 1996b: Populační ekologie hadů (část 3.). Akvárium terárium, 39 (7): 39 – 43.

Reichholf J., 1999: Žít a přežít v přírodě. 223 s., Ikar, Praha.

Rogner M., 1997: Naše první terárium. 70 s., Granit, Praha.

Rogner M., Philippen H. D., 1999: Naše vodní želvičky. 2. vyd., 71 s., Art Area, Bratislava.

Rosenberg N. J., 1974: Microclimate: The Biological Environment. 315 s., Wiley, New York.

Roudenský P., 2004: Kompletní stavba terária. Fauna, 15 (14): 14 – 15.

Rožnovský J., 1999: Klimatologie. 146 s., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.

Rožnovský J., Havlíček V., 1998: Bioklimatologie. 155 s., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.

Rue L. L., 1999: Alligators & Crocodiles. 80 s., Todtri, New York.

Sapožnikovová S.A., 1952: Mikroklima a místní klima. 260 s., Brázda, Praha.

Scott M., 1996: Příroda a ekologie. 160 s., Svojtka a Vašut, Praha.

Schleich H. H., Kästle W., Kabisch K., 1996: Amphibians and reptiles of North Africa. 630 s.,

Koeltz Scientific Books, Koenigstein.

Schmitz S., 1998: Terarijní zvířata. 128 s., Slovo, Bratislava.

Smrčková L., Smrček M., 1990: Začínáme se zvířaty. 296 s., Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Szalay F., Szalayová H., 1985: Chováme korytnačky. 146 s., Príroda, Bratislava.

Szalay F., Szalayová H., 1990: Želvy. 2. vyd., 144 s., SZN, Praha.

Szalay F.,Szalayová H., 1997: Chováme vodní želvy: želva nádherná.54 s., KONTAKT PLUS, Bratislava.

Štraub R., Niedl J., 1971: Teraristika v koutku živé přírody. 280 s., SPN, Praha.

Trefná E., 1970: Klimatografie světa. 84 s., Hydrometeorologický ústav, Praha.

Trutnau L., 1997: Teraristika. 316 s., Blesk, Ostrava.

Vácha M., Bičík V., Petrásek R., Šimek V., 2002: Srovnávací fyziologie živočichů. 166 s., Masarykova universita, Brno.

Velenská N., 2000: Začínáme s teraristikou (9). Akvárium terárium, 43 (6): 58 – 62.

Vergner I., 1993: Mikroklima v teráriu. Akvárium terárium, 36 (5): 36 – 38.

Vergner I., 1994: Podmínky a průběh inkubace. Akvárium terárium, 37 (2): 27 – 28.

Vergner I., 1994b: Rozmnožování obojživelníků v teráriu. Akvárium terárium, 37 (6): 31 – 34.

Vergner I., 2001: Ještěři 1: Biologie/chov/Gekoni. 462 s., Madagaskar, Jihlava.

Vergner J., Vergnerová O., 1986: Chov terarijních zvířat. 328 s., Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Vít R., 2002: Chladné vlhko je nebezpečné. Fauna, 13 (4): 13

Vlasák P., 1986: Ekologie savců. 292 s., Academia, Praha.

Voženílek P., 2000: Ty zmije. 79 s., Ministerstvo životního prostředí, Praha.

Vysoudil M., 1991: Klimatologie – základy bioklimatologie. 152 s., Univerzita Palackého, Olomouc.

Vysoudil M., 2000: Meteorologie a klimatologie pro geografy. 232 s., Univerzita Palackého,

Olomouc.

Weidensaul S., 1997: Hadi světa. 128 s., Svojtka a Vašut, Praha.

Wilke H., 1998: Želvy. 63 s., Jan Vašut, Praha.

Wilms T., 1995: Dornschwanzagamen. 130 s., Herpeton, Monster.

Zych J., 2000: Želvy. 2. vyd.,140 s., Nakladatelství Brázda, Praha.

7. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Fotografie rachitických změn želvího krunýře

Příloha 2: Fotografie termoregulačního chování želv

Příloha 3: Fotografie termoregulačního chování chameleona

Příloha 4: Fotografie adaptace na chlad u ptáků

Příloha 5: Fotografie adaptace na chlad – hibernující plch

Příloha 6: Fotografie termoregulačního chování krokodýla

Příloha 7: Fotografie vliv teploty na zbarvení krokodýlů

Příloha 8: Fotografie adaptace na sucho – bahník africký

Příloha 9: Graf změny délky dne v průběhu roku v různých zeměpisných šířkách (severní polokoule)

Příloha 10: Mapa rozložení průměrného množství globálního slunečního záření na Zemi

Příloha 11: Mapa rozložení ročních amplitud teploty vzduchu na Zemi

Příloha 12: Mapa rozložení průměrných červencových teplot vzduchu na Zemi

Příloha 13: Mapa rozložení průměrných lednových teplot vzduchu na Zemi

Příloha 14: Mapa rozšíření plazů na Zemi

Příloha 15: Vliv stupně kontinentality na relativní vlhkost

Příloha 16: Mapa rozložení průměrných ročních srážek na Zemi

Příloha 17: Mapa Köppenova klasifikace klimatu

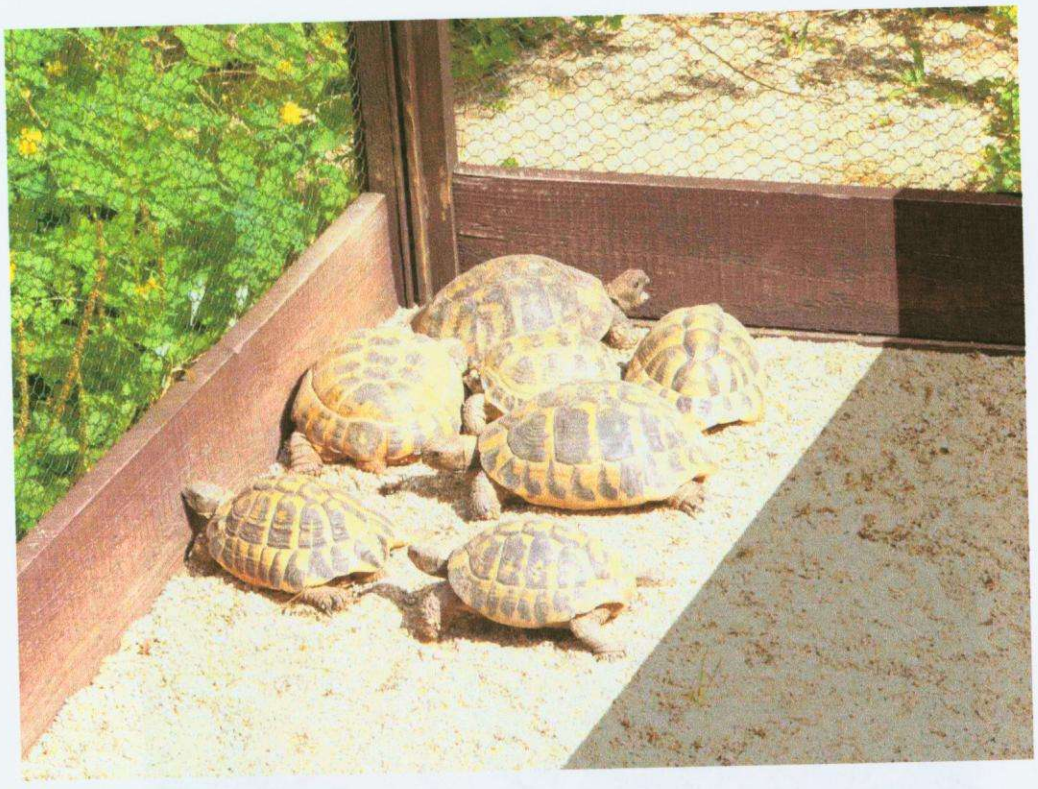
8. PŘÍLOHY

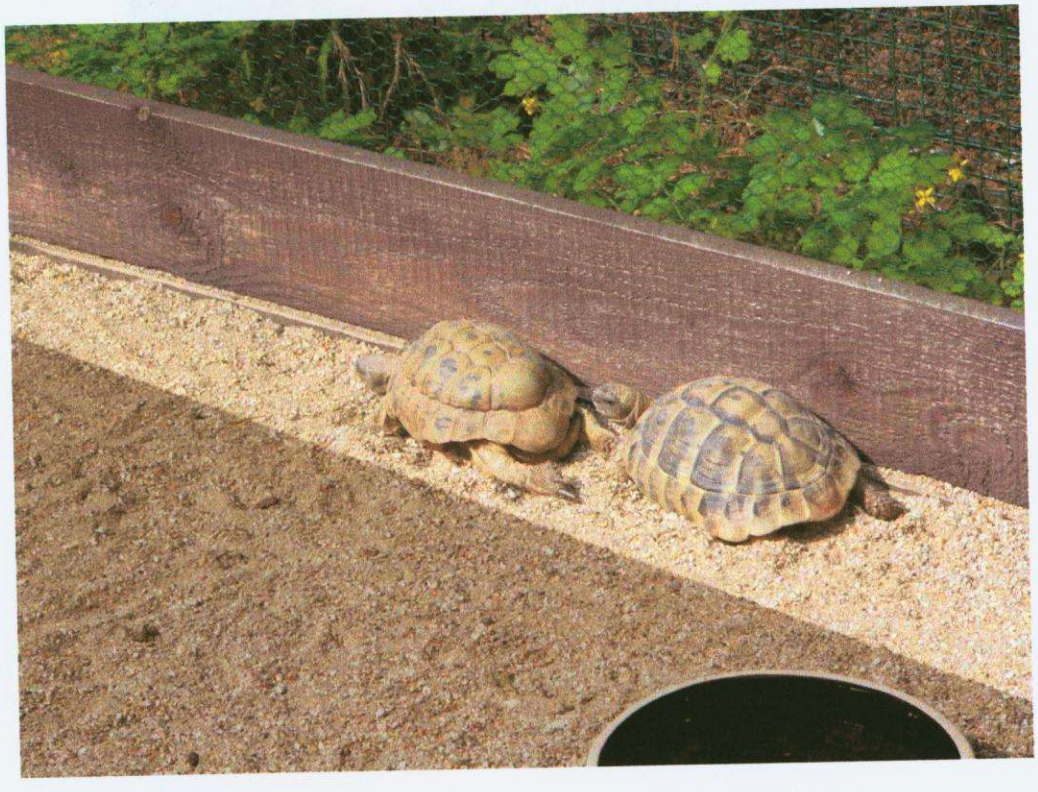
Příloha 1



Porovnání dokonale rostlého krunýře s krunýřem poznamenaným rachitickými změnami v průběhu růstu u druhu *Kinosternon flavescens* (zdroj Zych, 2001)

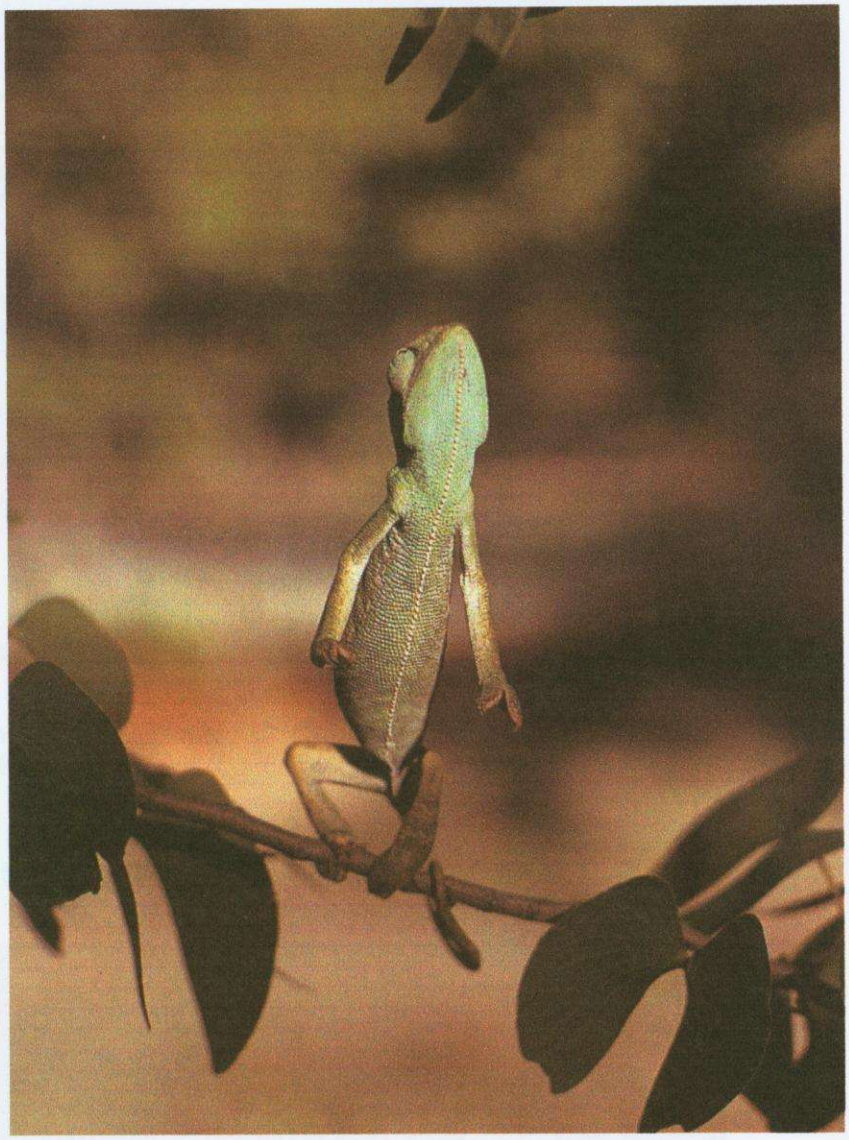
Příloha 2





Termoregulační chování želv (zdroj archív Zoo Ohrada Hluboká nad Vltavou)

Příloha 3



Termoregulační chování chameleona (zdroj: Pouště a polopouště, 1997)

Příloha 4



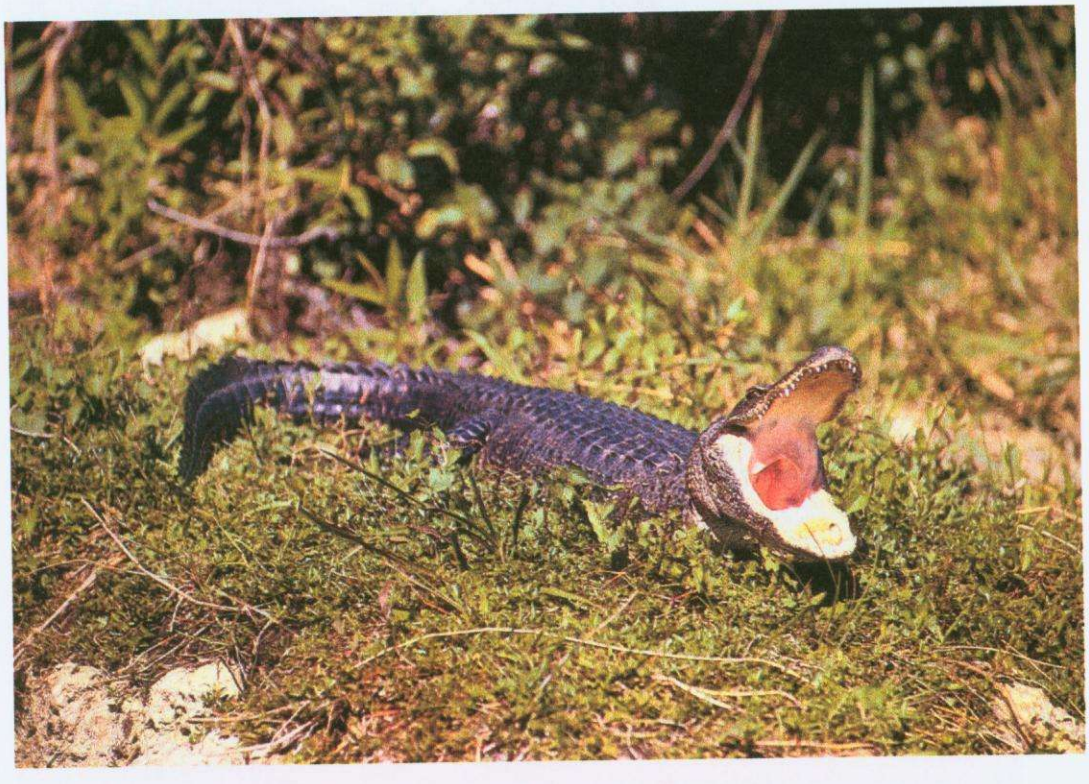
Načepýřené peří křivky obecné zadržuje izolační vrstvu vzduchu, která udržuje ptáka v teple i v chladné zimě.

Příloha 5



Plch velký během zimy hibernuje

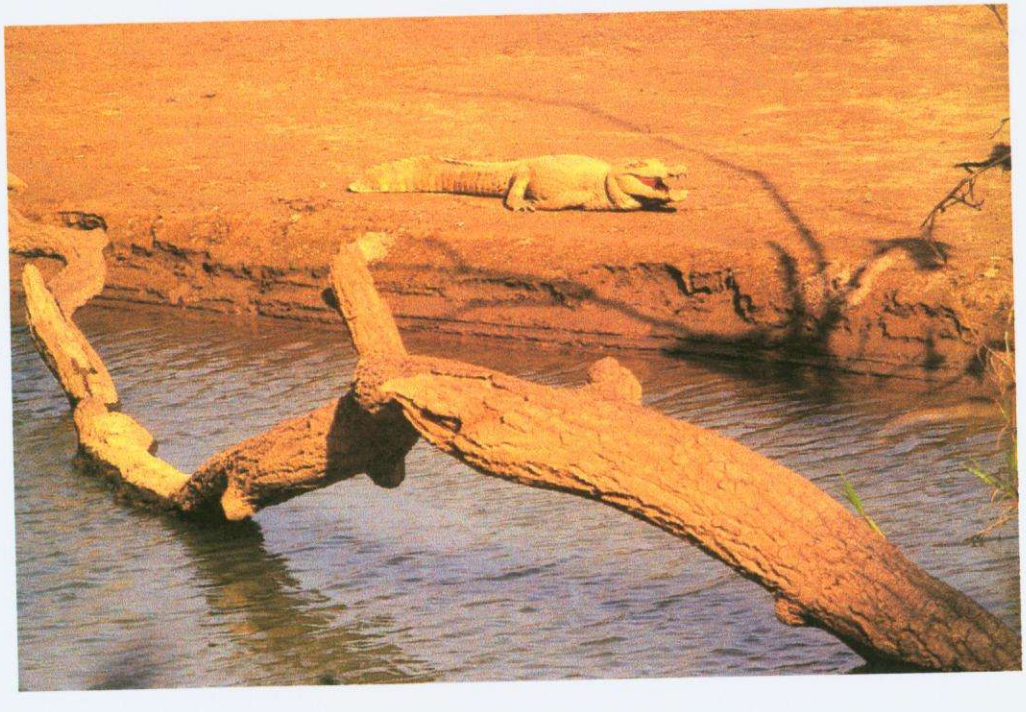
Příloha 6



Termoregulační chování krokodýlů (zdroj Rue, 1999)

Příloha 7





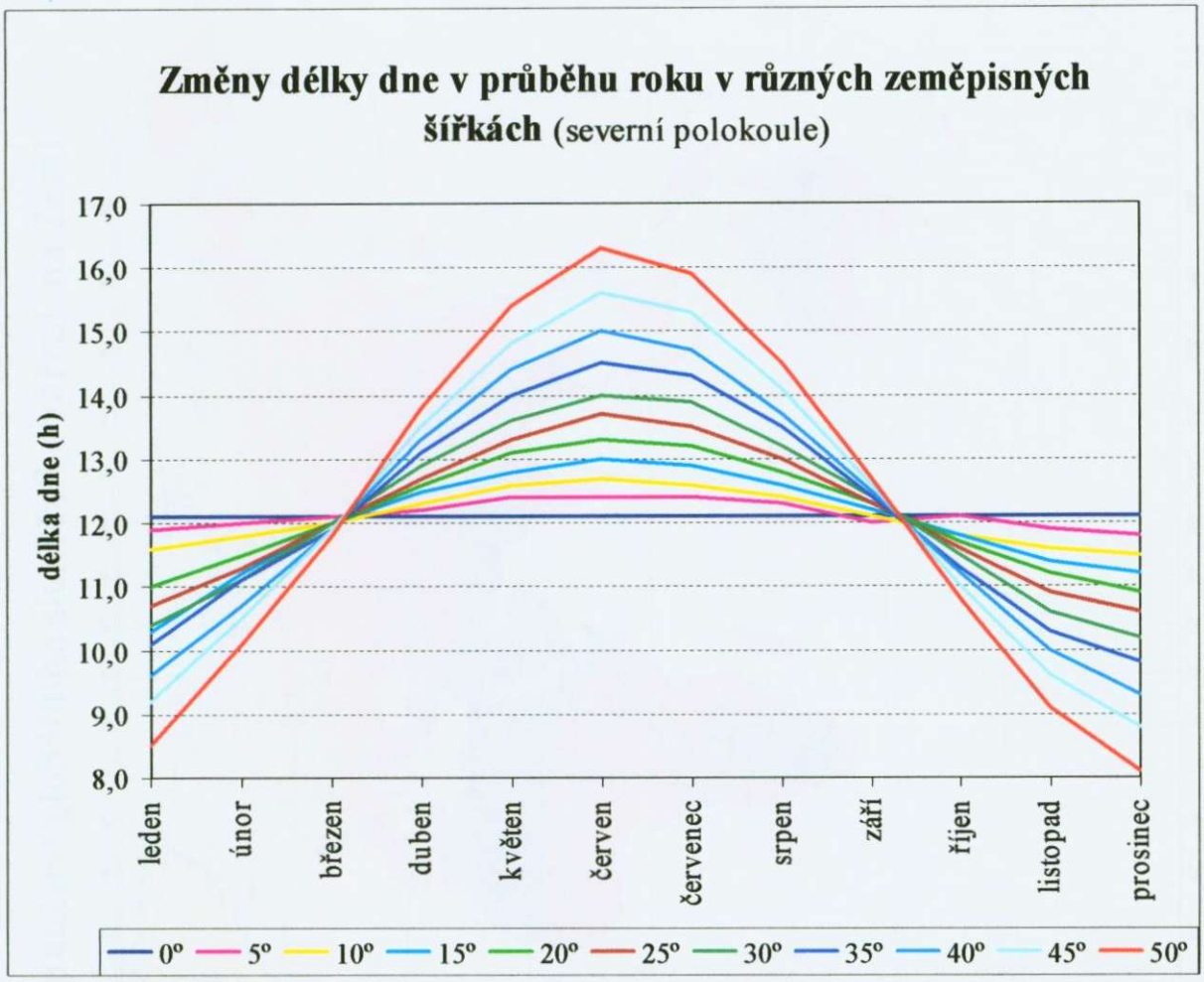
Vliv teploty na zbarvení krokodýlů – tmavě zbarvená pokožka lépe absorbuje sluneční záření; naopak v době veder krokodýlí kůže zesvětlá (zdroj Rue, 1999)

Příloha 8



Bahník africký se před horkem ukrývá do bahna, kde si vytvořil komůrku z vyschlého bláta (zdroj Scott, 1996).

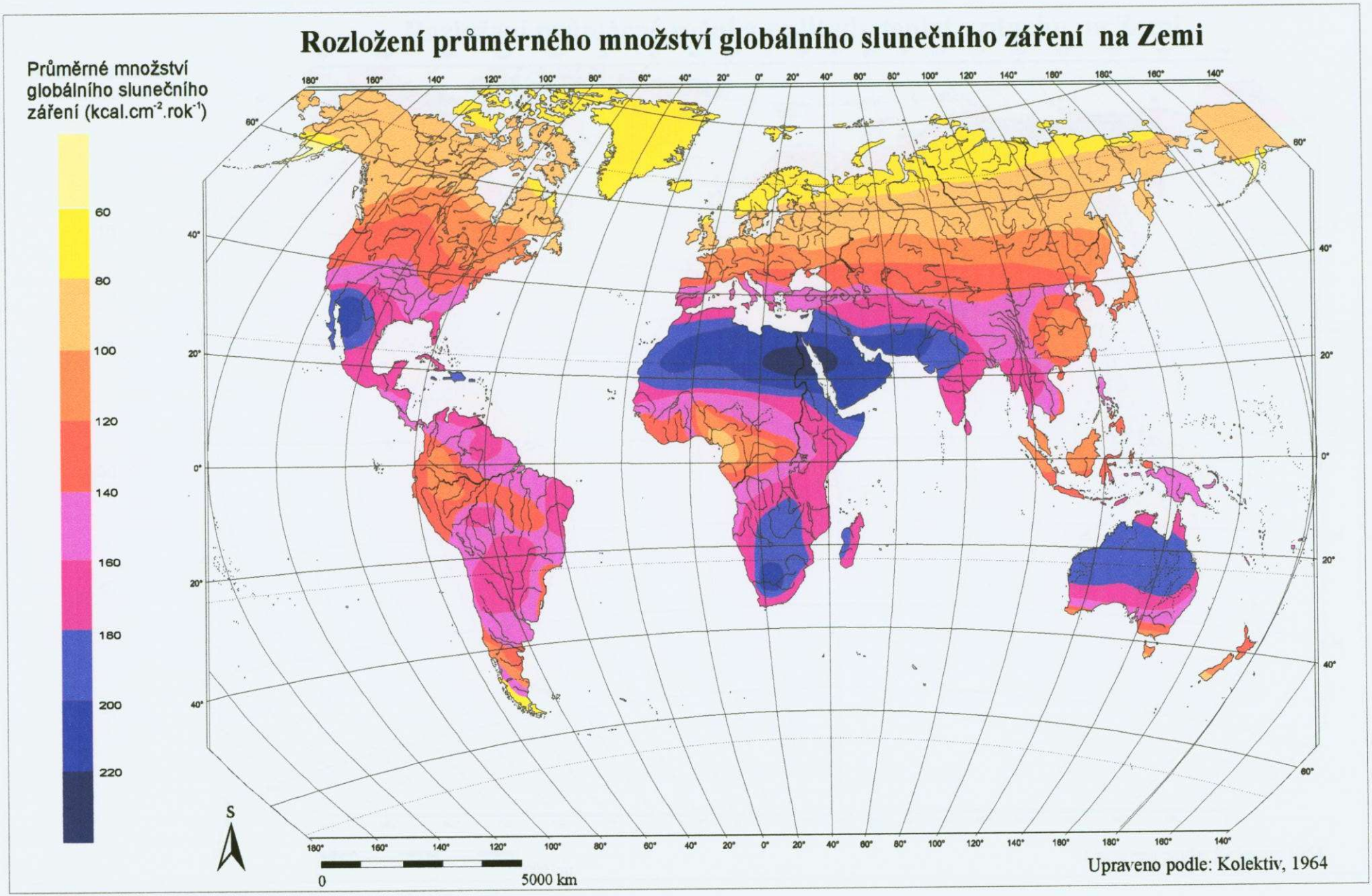
Příloha 9



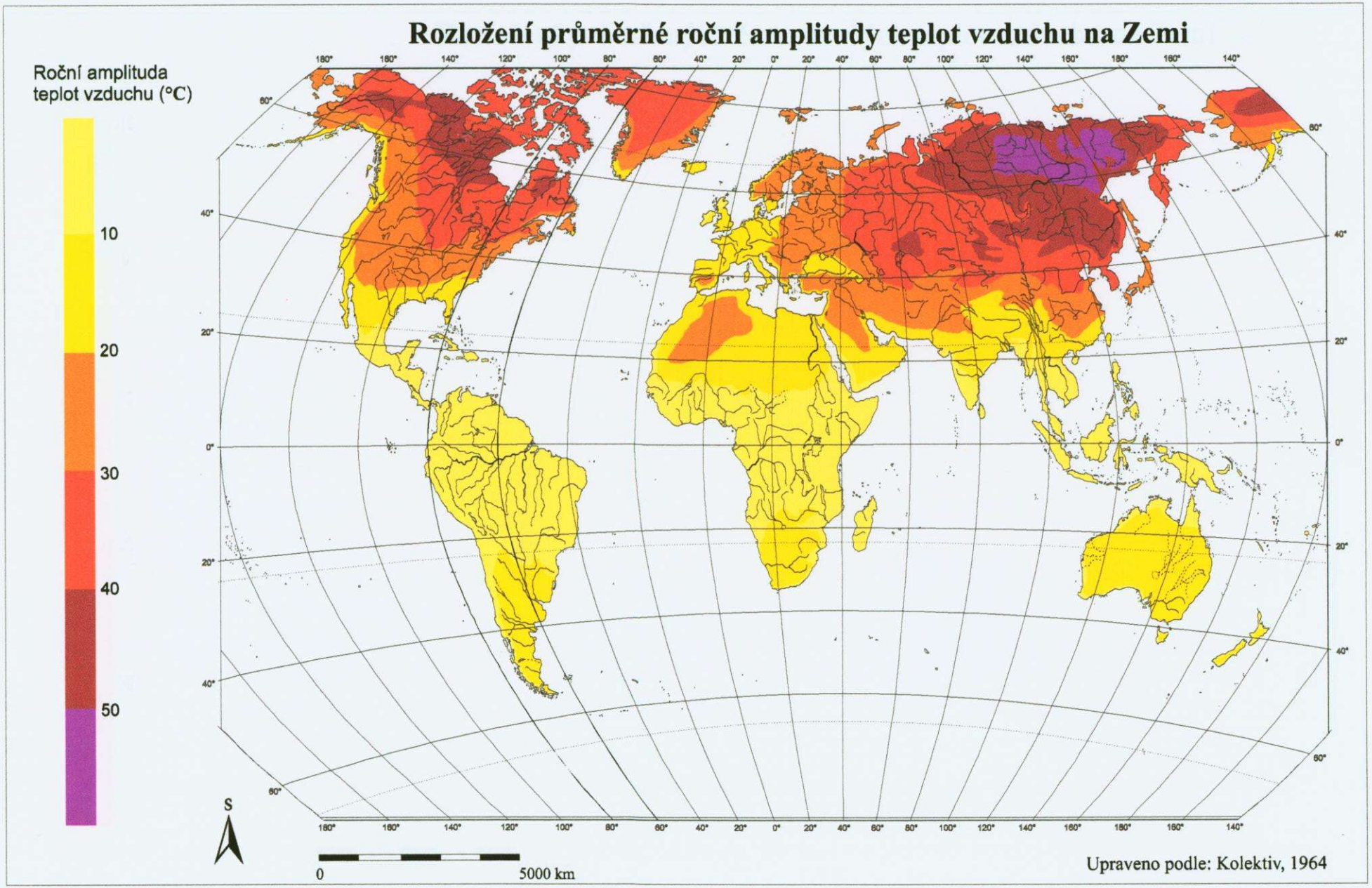
Přibližná délka dne v závislosti na zeměpisné šířce v jednotlivých měsících roku												
	leden	**únor**	**březen**	**duben**	**květen**	**červen**	**červenec**	**srpen**	**září**	**říjen**	**listopad**	**prosinec**
0°	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
5°	11,9	12,0	12,1	12,2	12,4	12,4	12,4	12,3	12,0	12,1	11,9	11,8
10°	11,6	11,8	12,0	12,3	12,6	12,7	12,6	12,4	12,1	11,8	11,6	11,5
15°	10,3	11,2	12,0	12,5	12,8	13,0	12,9	12,6	12,2	11,8	11,4	11,2
20°	11,0	11,5	12,0	12,6	13,1	13,3	13,2	12,8	12,3	11,7	11,2	10,9
25°	10,7	11,3	12,0	12,7	13,3	13,7	13,5	13,0	12,3	11,6	10,9	10,6
30°	10,4	11,1	12,0	12,9	13,6	14,0	13,9	13,2	12,4	11,5	10,6	10,2
35°	10,1	11,1	11,9	13,1	14,0	14,5	14,3	13,5	12,4	11,3	10,3	9,8
40°	9,6	10,7	11,9	13,3	14,4	15,0	14,7	13,7	12,5	11,2	10,0	9,3
45°	9,2	10,5	11,9	13,5	14,8	15,6	15,3	14,1	12,6	11,0	9,6	8,8
50°	8,5	10,1	11,8	13,8	15,4	16,3	15,9	14,5	12,7	10,8	9,1	8,1

Zdroj dat: Vergner (2001)

Rozložení průměrného množství globálního slunečního záření na Zemi

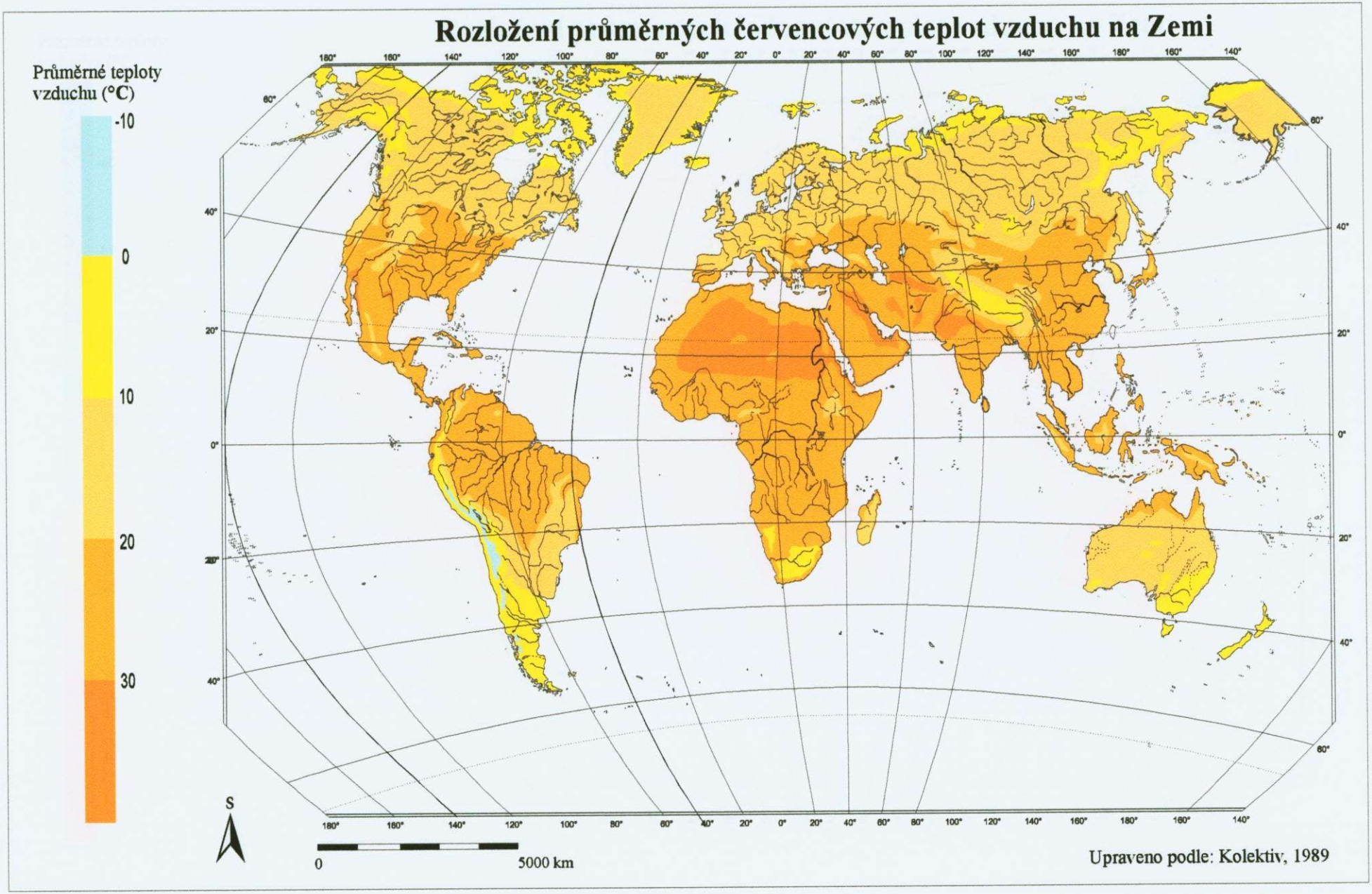


Rozložení průměrné roční amplitudy teplot vzduchu na Zemi



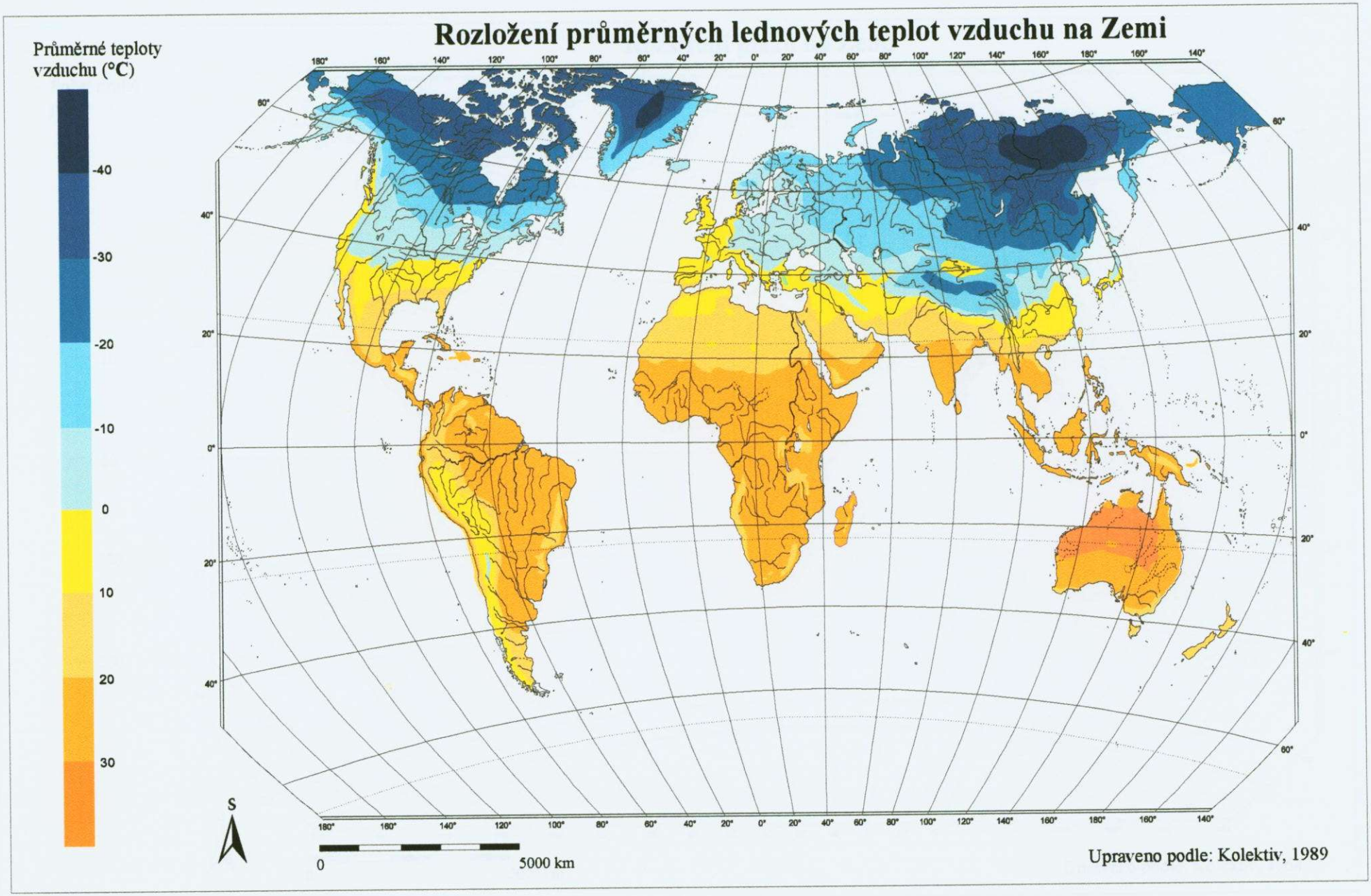
Upraveno podle: Kolektiv, 1964

Rozložení průměrných červencových teplot vzduchu na Zemi

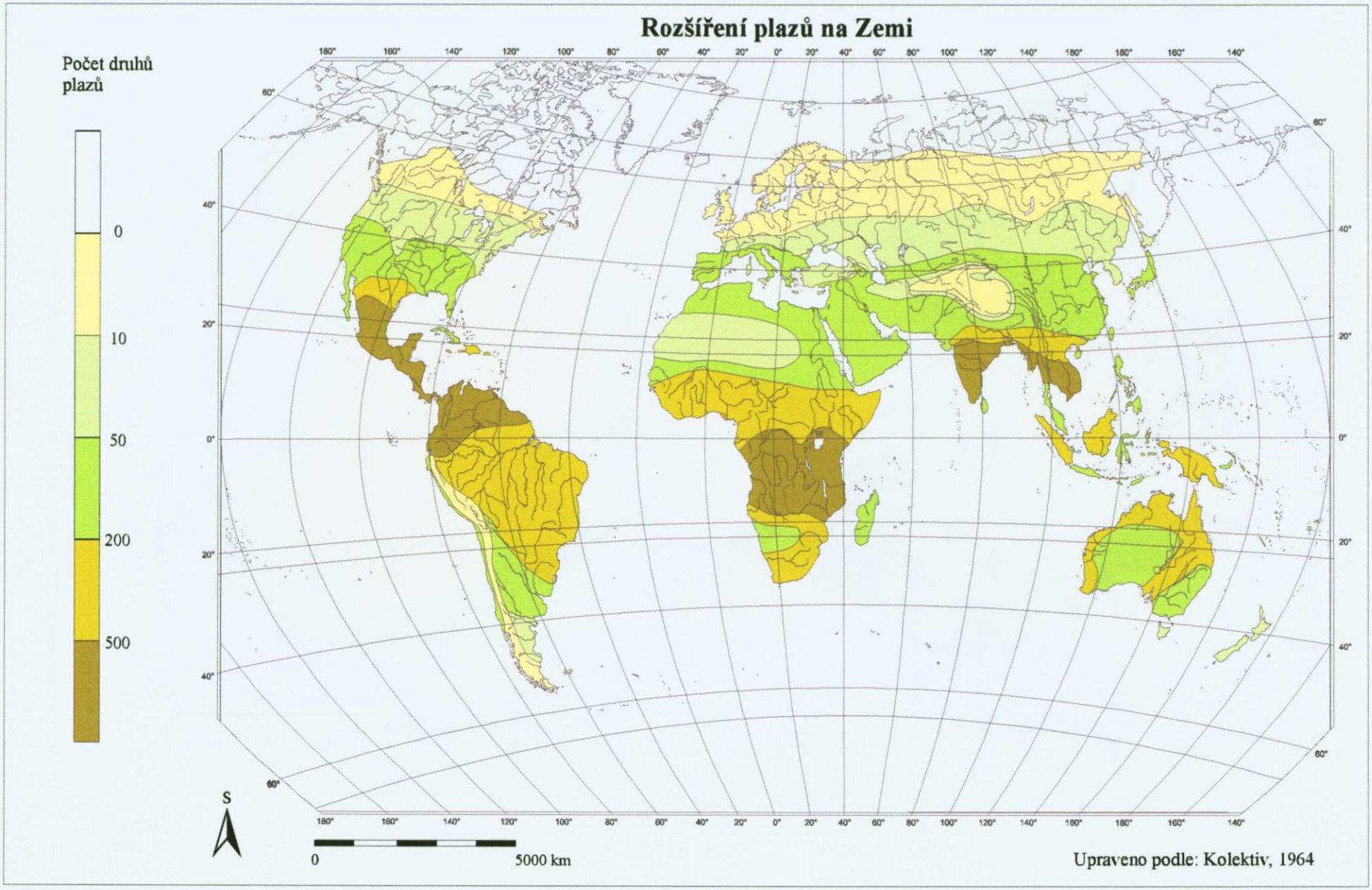


Upraveno podle: Kolektiv, 1989

Rozložení průměrných lednových teplot vzduchu na Zemi

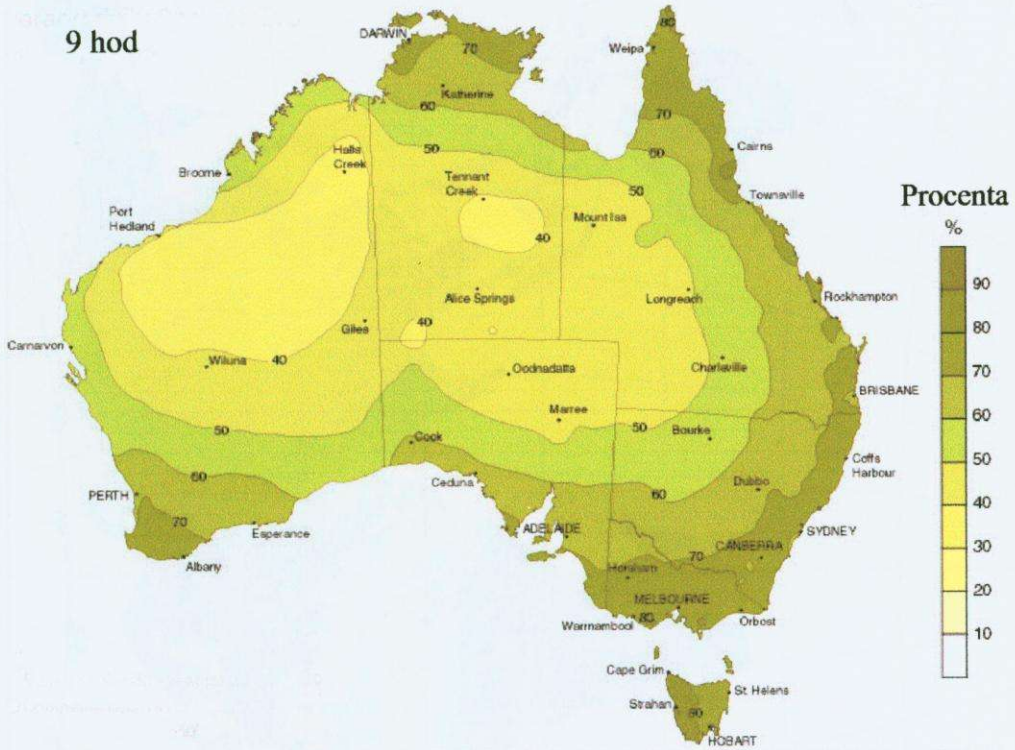


Rozšíření plazů na Zemi



Příloha 15

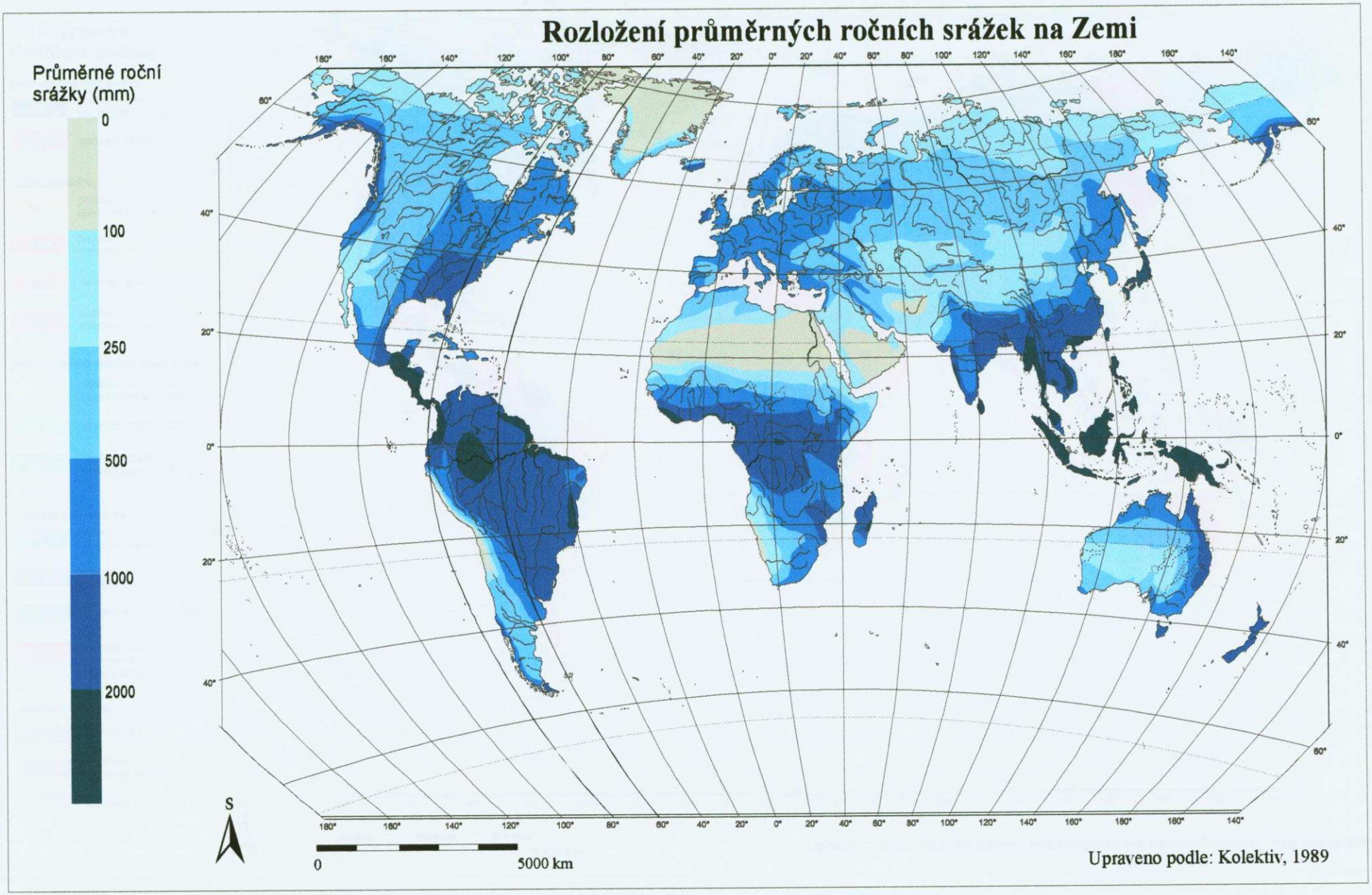
Vliv kontinentality na průměrnou relativní vlhkost v 9h a 15 h



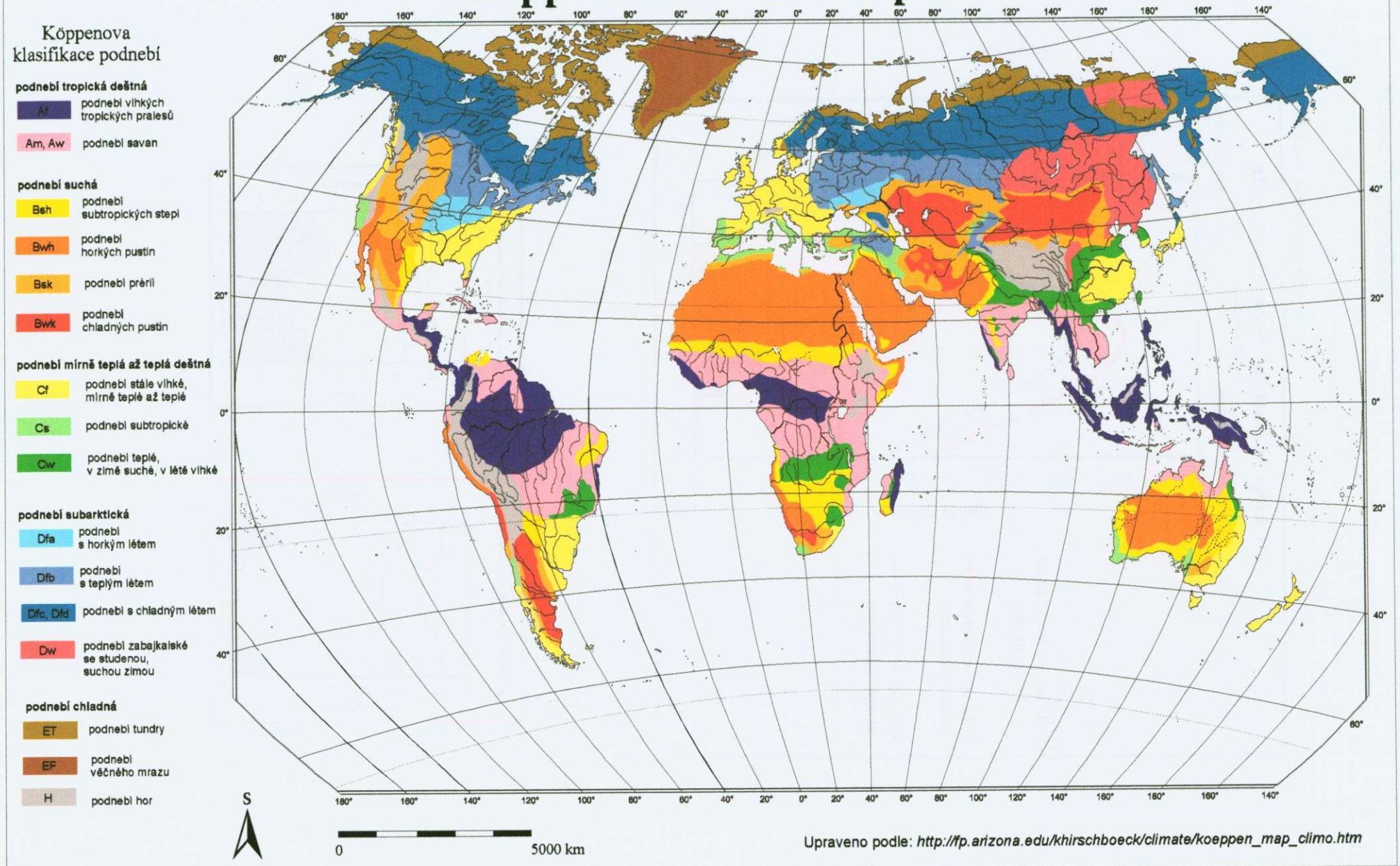


Upraveno podle Australian Bureau of Meteorology
(http://www.bom.gov.au/cgi-bin/climate/cgi_bin_scripts/idl_RH_graphs/rh_map_script.cgi)

Rozložení průměrných ročních srážek na Zemi



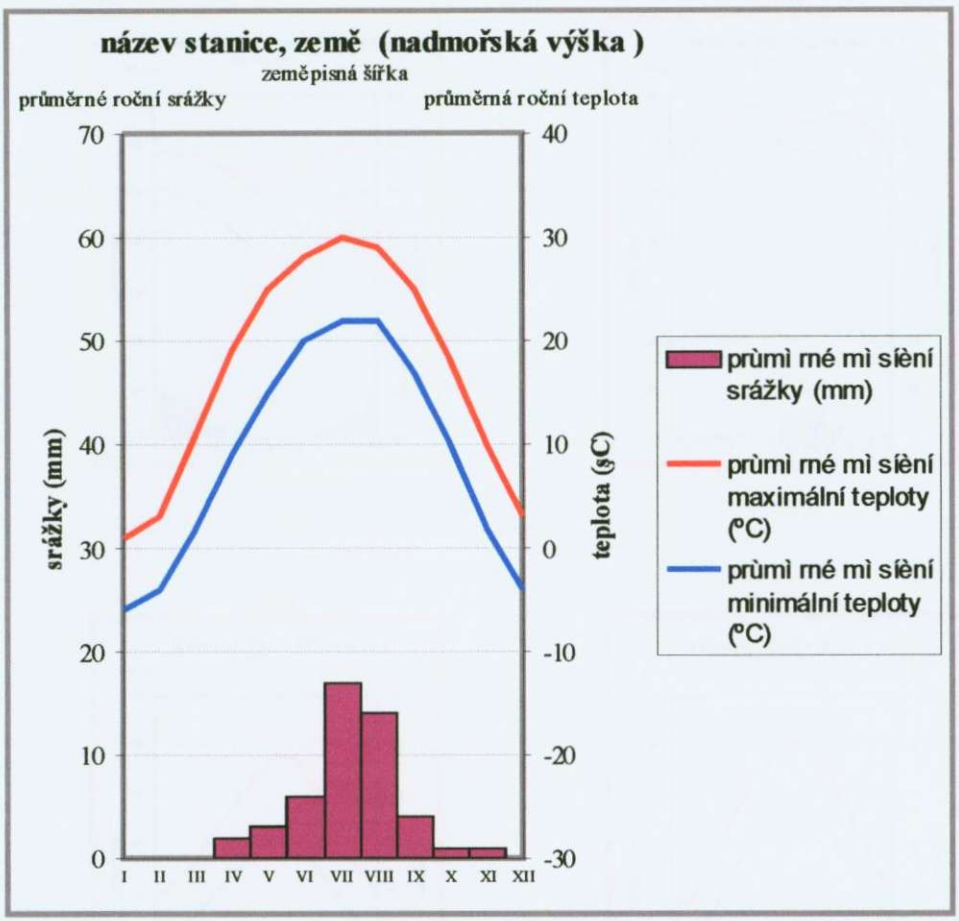
Köppenova klasifikace podnebí



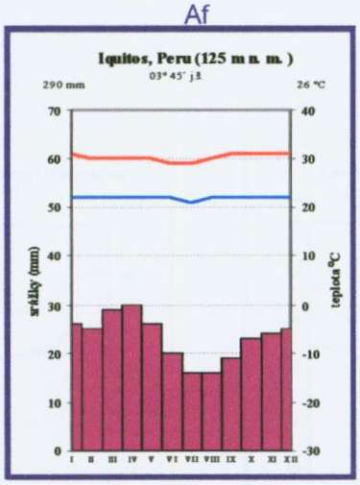
Upraveno podle: *http://fp.arizona.edu/khirschboeck/climate/koeppen_map_climo.htm*

Příloha 17- pokračování

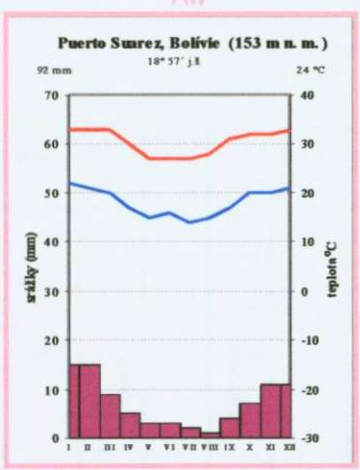
Ukázkový klimadiagram



Af

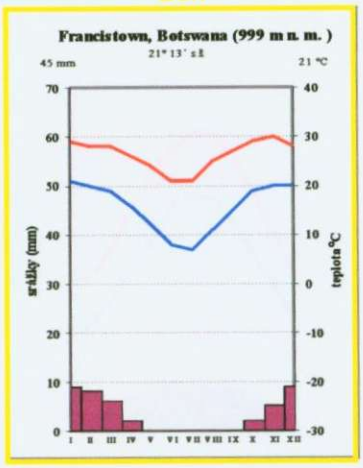


Aw

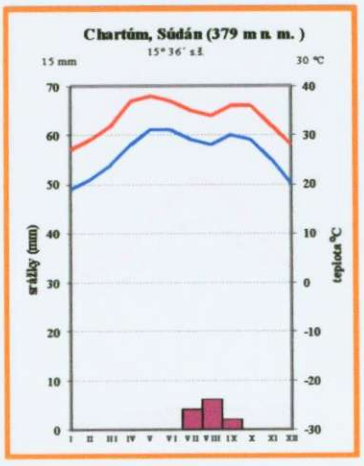


Příloha 17- pokračování

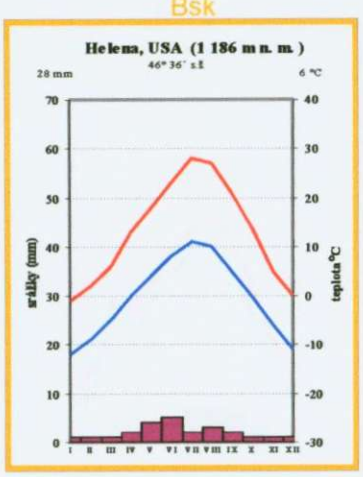
Bsh



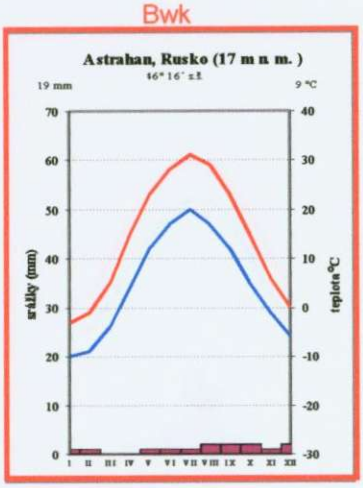
Bwh



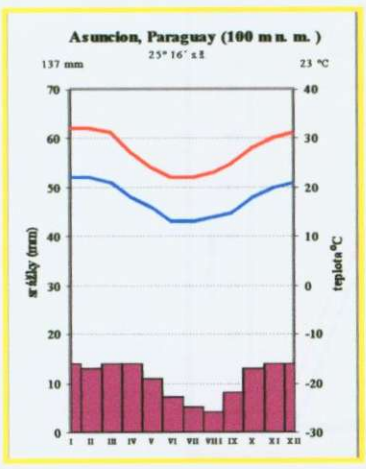
Bsk



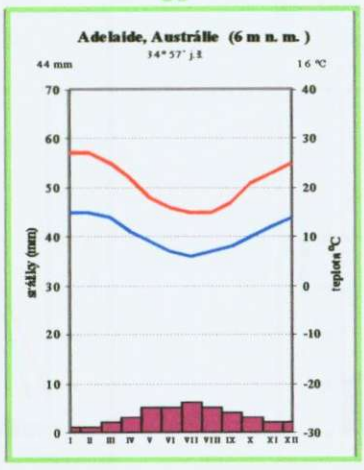
Bwk



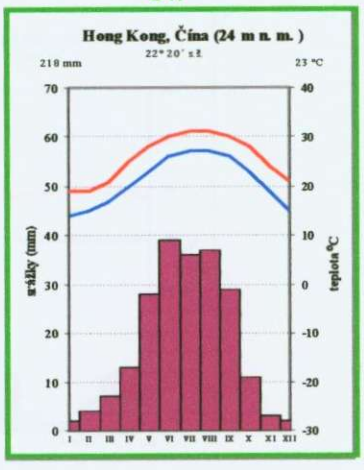
Cf



Cs

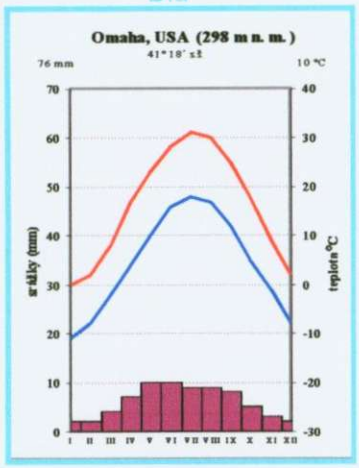


Cw

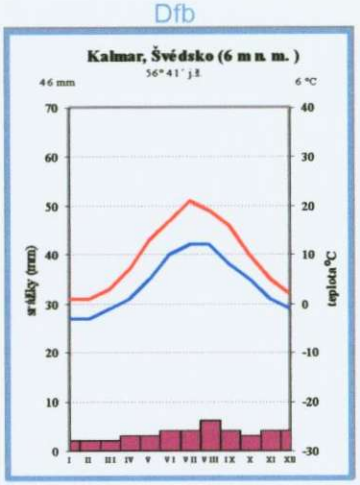


Příloha 17- pokračování

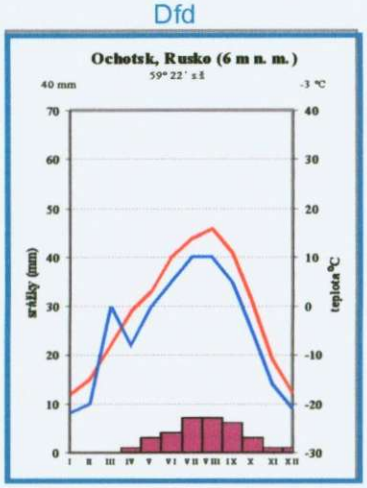
Dfa



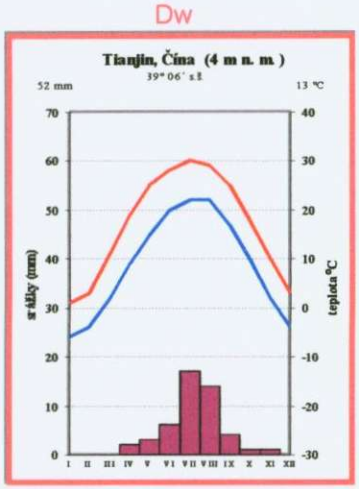
Dfb



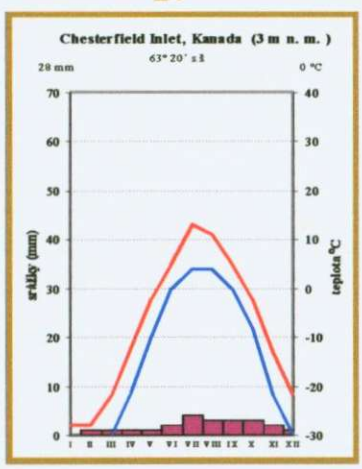
Dfd



Dw



ET



H

