

## VÝZKUM KLIMATICKÝCH ZMĚN

V uvedení рассматривается проблематика долгосрочного метеорологического прогноза. Необходимо отличать 30—90 — суточный прогноз от попытки, касающейся прогноза климатического тренда всего года или нескольких лет. Во всей истории Земли подвергается ее климат определенным необратимым изменениям, протекающим в геологических периодах. Эти необратимые изменения модулированы разными отклонениями — колебанием климата.

Для непосредственных задач уделяется внимание колебаниям климата на основании данных непрерывных метеорологических наблюдений. Рассматриваются применяемые методы учета климатических колебаний и теории возникновения этих колебаний.

Показывается, что исследование вариаций климата нельзя отделить от более широкой проблематики динамики и теории климата. Что касается учета изменений, надо критически оценить материал наблюдений при помощи проверенных и правильно примененных физическо-статистических методов. В теории надо уделить внимание полю давления, взаимодействиям в системе океан-атмосфера-континент, тепловому и энергетическому балансу атмосферы и изучению изменчивости солнечного сияния.

В заключение дается предложение этапов работ по исследованию динамики климата СССР.

*Forschungen der Klimaänderungen.* Eingangs wird die Problemstellung der meteorologischen Langfristvorhersage diskutiert. Man muss die 30- bis 90tägigen Prognosen von den Versuchen, gewisse klimatische Tendenzen eines oder mehrerer Jahre vorherzusagen, unterscheiden. In der ganzen Erdgeschichte ist das Klima unseres Planeten gewisser irreversibler, in geologischen Epochen sich abspielender Änderung unterworfen. Diese irreversible Änderung wird durch verschiedene Pendelungen - Klimaschwankungen moduliert.

Zum Zweck unserer unmittelbaren Aufgaben wird unsere Aufmerksamkeit an Klimaschwankungen der Periode von ununterbrochenen meteorologischen Beobachtungen gewendet. Die Methoden der Evidenz der Klimafluktuationen als auch die Theorien von den Ursprüngen dieser Variationen werden diskutiert.

Es zeigt sich, dass man die Forschung der Klimapendelungen von der weiteren Problematik der Dynamik und Theorie des Klimas nicht trennen kann. Was die Evidenz der Änderungen anbelangt, ist die notwendige Aufgabe in einer kritischen Bewertung des Beobachtungsmaterials der auf dem Grund sich erwiesenen und richtig verwendeten physikalisch - statistischen Methoden zu sehen. In der Theorie muss man unsere Aufmerksamkeit dem Luftdruckfeld, den Interaktionen im System Ozean-Atmosphäre-Kontinent, dem Wärme- und Energiehaushalt und dem Studium von Sonnenstrahlungsveränderlichkeit widmen.

In den Schlussfolgerungen wird ein Vorschlag an die Untersuchung der Klimadynamik in der ČSSR formuliert.

### Úvod

*Krátkodobá předpověď počasí* vychází z určitého okamžitého stavu atmosféry. Dnes je možno provádět v tomto případě extrapolaci z počátečních podmínek již nejen na základě statistických souvislostí, ale i fyzikálních zákonitostí. Bez ohledu na to, jakými metodami předpovídáme tlakové pole, výsledkem je předpověď toho, pro co má němčina termín „Wetter“.

*Také střednědobá předpověď* má společně s krátkodobou to, že extrapoluje na základě již existujících cirkulačních systémů na 3, maximálně 5 dní dopředu.

Při pokusech o prognózu na několik dalších týdnů a delší období už nelze vycházet z již vzniklého aktuálního cirkulačního pole. To je problematika *dlouhodobé meteorologické předpovědi* v nejširším slova smyslu. Je třeba si uvědomit, že v tomto případě při dnešním stavu meteorologie není možná předpověď počasí ve smyslu „Wetter“, tedy stavu atmosféry pro určitý časový okamžik k anebo dobu několika hodin, nýbrž vždy jde o předpověď „Witterung“ delšího časového úseku několika dní. Bohužel zná terminologicky toto odlišení jen většina germánských jazyků; vedle němčiny dánština, norština a švédština [20].

V případě dlouhodobé předpovědi jde již vždy o kombinaci synoptiky a klimatologie; čím delší doba nás dělí od časového úseku, pro který předpovídáme, tím více získává převahu klimatologie. Již z toho je patrné, že takto definovaná dlouhodobá předpověď není jednotným pojmem.

Je podstatný rozdíl mezi předpovědi na příští měsíc, kde sice výchozím stavem není již rovněž aktuální situace z určitého dne, ale nějaká charakteristika předcházejícího delšího období, sezóny, nebo měsíce, např. měsíční průměrná mapa, nebo sled situací (Grosswetterlagen) a mezi předpovědi na rok dopředu, např. dnešním odhadem teplot a srážek v létě 1966 anebo pokusem o předpověď klimatického charakteru příštích deseti let.

Je třeba si obecně uvědomit kvalitativně odlišné pojetí časového faktoru v různých typech prognóz při předpovědi tlakového pole. Krátkodobá a střednědobá předpověď tlakového pole neuvazuje dnes vůbec periodické děje. Pro třicetidenní prognózu jsou sezónální změny již závažným činitelem a jestliže nás dělí od období, pro něž předpovídáme, více než jedna sezóna, je

roční perioda, případně delší periody nebo rytmy, základem celé prognózy.

Míra uvažování roční periody je dalším důležitým dělitelkem mezi dlouhodobou předpovědi v užším slova smyslu, tj. předpovědi zhruba na 30 dní dopředu, a mezi prognózou, kterou nazveme předpovědi klimatologickou. Třicetidenní předpovědi, případně předpovědi na nastávající sezónu vycházejí dnes zpravidla z dosavadního vývoje cirkulace v konkrétním roce. Předpověď na rok nebo více let dopředu musí stavět nutně na celém trendu vývoje předchozích ročních period. Považujeme-li klimatologii za meteorologické odvětví, jehož základní časovou jednotkou je rok, pak je logické mluvit o klimatologické předpovědi.

Toto rozčlenění ovšem neznamená, že by nebylo možno sestavit na základě jen klimatologických údajů předpověď na kratší období. V oblastech, kde je nedostatek aktuálních pozorování a měření, jako např. tropy, jsou často i krátkodobé předpovědi vydávány na klimatologickém podkladě. Obecně je možno říci, že seriózní klimatologická předpověď by byla dobrým vodítkem i pro toho, kdo vydává měsíční předpovědi. O dlouhodobých předpovědích v užším slova smyslu zde uslyšíte podstatně více z úst daleko povolanějších, a proto si všimněme nyní otázek, souvisejících s možnostmi klimatologické předpovědi.

Je vidět, že důležitým momentem v klimatologické předpovědi je okolnost, že vždy počítá s jistým cyklickým dějem a studuje jeho modulaci v konkrétním časovém úseku. Třebaže můžeme jistě považovat dráhu Země kolem Slunce i sklon zemské osy za konstantní, mluvíme-li o klimatu posledních 200 let, z nichž máme pravidelná meteorologická pozorování, víme, že jen určité obecné rysy vývoje počasí se každoročně opakuji, ale samotný vývoj počasí je v každém roce jiný. Tak jako neexistují dvě stejné povětrnostní situace, tak neexistují dva stejné roky, jen roky podobné. Víme, že se podobné a diametrálně odlišné roky nestřídají jen na základě rozložení náhodných jevů. Existují série podobných roků. Tak vznikají víceleté periody v průběhu teploty, srážek i jiných meteorologických prvků. Přitom se však v tom relativně krátkém období asi 200 let meteorologických měření pohybují hodnoty prvků v určitých mezích jak nad, tak pod dlouholetým průměrem, aniž bychom však pozorovali v celém

tomto období neustálé změny v jediném směru, které by značovaly buď systematickou „nevratnou“ změnu v klimatu Země, anebo klimatickou periodu, vlnu o vlnové délce staletí či tisíciletí. Je tedy vlastně otázkou, zda neměl pravdu Hann, když nepropšně zdůrazňoval, že v historické době se nepodařilo v žádné oblasti Země prokázat deletrující změny některého meteorologického prvku ve stejném smyslu. Je otázka, co rozumíme pod slovem „deletrující“. Měl-li na mysli období 30 let, pak snad do konce minulého století se s tímto jevem neseťkal, ale již v roce 1936 ukázal Naegler [1] trvalý vzestup ročních průměrů teploty ze sedmi míst v Německu od roku 1898 až do roku 1935. Bezpochyby bylo možno pak dokázat, že v prvních desetiletích našeho století se velké oblasti Země systematicky oteplely. Dnes již víme, že pravděpodobně nešlo o trvalou změnu klimatu, nýbrž o jisté období, jakých snad byla v minulých stoletích celá řada. Bylo tedy snad Schmaussovo tvrzení o klimatickém *zvratu* na začátku našeho století poněkud nadsazené. Spočítáme-li stoletý průměr hodnot meteorologických prvků a nazveme jej „normálem“, nalezneme dnes jen kolísání kolem tohoto normálu, nikoliv trend, který by s ním svíral určitý úhel. Mám přitom ovšem na mysli údaje reprezentující makroklima.

Konečně i v pojetí klimatu jako charakteristického režimu počasí v mnohaletém klimatickém obrazu příslušného místa, se všemi jeho odchylkami a výjimečnými případy, jsou tyto výkyvy již obsaženy. Patří tedy ke *klimatu místa* v daném období a jejich nástupem se toto klima nemění. Kdybychom tyto víceleté teplé či studené, vlhké či suché periody považovali za změny klimatu, mlčky ztotožňujeme klima s oním „normálem“.

Zmiňuji se o této skutečnosti, abychom si uvědomili, že zbývá ještě vůbec vymezit i sám pojem klimatické změny. Jak velké mají být odchylky a jak dlouho mají trvat v jednom směru, a jak dlouho v opačném, abychom mluvili o kolísání, a jak dlouho, abychom mluvili o změnách?

#### *Kolísání klimatu - klimatické změny*

Není pochyb o zásadních změnách klimatu, jakými procházela naše Země v geologických epochách. Je-li v Antarktidě uhlí, pak musela kdysi ležet tato pevnina v podstatně jiném klimatu. Zda byla ve stejných zeměpisných šířkách jako dnes a celé klima Země bylo v příslušném poměru teplejší, či zda se nacházela v jiných zeměpisných šířkách, na to nemohou sami klimatologové odpovědět.

Kronikářské zprávy a jiné nepřímé údaje nás informují o změnách a kolísání klimatu v historických dobách, jak ukazuje např. publikace Pejmlöva.

Máme-li na mysli ekonomické důsledky studia klimatu, pak je na místě omezit zájem o klimatické variace, které se vyskytly od poslední doby ledové tím, že hlavní pozornost bude věnována době, z níž existují pravidelná meteorologická pozorování v dnešním slova smyslu. Zmínil jsem se již o markantním rysu v klimatu velkých oblastí severní polokoule, jakým bylo oteplování, které trvalo až do 40. let tohoto století. V některých dalších referátech uslyšíte podrobněji o výkyvech ve středoevropském klimatu.

#### *Metodika výzkumu klimatických kolísání a změn*

Nyní si všimněme metodiky výzkumu klimatických kolísání a změn. Jestliže se omezíme na klimatické změny z období nepřetržitých meteorologických pozorování, zjistíme, že je výzkum obvykle prováděn v jednom ze dvou směrů: *sledování dlouholetých pozorování meteorologických prvků nebo jiných jevů na jednom místě, a prostorové, nejčastěji kartografické zpracování změn elementů nebo cirkulačních charakteristik*. Pro odvození zákonitostí, jimiž se řídí změny klimatu, a vysvětlení mechanismu těchto změn je třeba zabývat se *za třetí teorii klimatických změn*. Všimněme si nyní těchto tří kategorií prací o klimatických změnách.

#### *I. Pozorovací řady*

Pozorování na jednom místě dává nám materiál, na němž by změny klimatu vůbec poprvé zpozorování. Nemusí se vždy jednat o meteorologické prvky. Někdy i nepřímé údaje jevů, které jsou výsledkem jednoho nebo celého komplexu meteorologických dějů, mohou nám poskytnout cenné informace. V historickém období, kdy ještě nebylo meteorologických pozorování v našem slova smyslu, jsou nepřímé údaje jediným zdrojem informací (kronikářské zprávy o záplavách, katastrofálním suchu, velkých mrazech nebo vedrech, nebo zprávy o dobré či špatné úrodě).

Ale ani v současné době nejsou nepřímá pozorování bez významu. Patří sem např. hydrologické údaje o stavech řek, glaciologické měření, oceánologická měření, údaje o kolísání hladiny jezer, fenologické údaje apod.

Časové řady nám poskytují základní materiál pro evidenci klimatických změn. Je tedy nutno věnovat pozornost především tomuto materiálu a jeho zpracování. Prvým krokem je vždy provedení spolehlivosti údajů, jejich reprezentativnosti a homogenity. Druhým závažným problémem je *metoda zpracování*. V dřívějších pracích byly prováděny rozborů *odchylek od „normálu“*, přičemž „normál“ je průměrná hodnota, založená na určité periodě (obvykle 30 let). Vzniká otázka, zda vůbec nějaký časový úsek může být označen za „normální“. Ukázalo se, že právě poslední „normální“ perioda 1901–1930, zvolená na konferenci ředitelů OMI 1935 ve Varšavě, je právě obdobím výrazných variací, takže se právě tato perioda vyznačuje extrémní anomáliou [2]. Jistým zlepšením bylo použití „klouzavých průměrů“ namísto odchylek od normálu. Avšak musíme si být vědomi, že sama metoda klouzavých průměrů má své hranice použití.

Všeobecnou praxí je konstrukce časových sérií z měsíčních průměrů teploty, založených na denních teplotních průměrech. Je však diskutabilní, zda jsou takové hodnoty skutečně vhodné pro zjištění klimatických změn. Např. W. A. L. Marshall v [3] ukázal na materiálu z Kew Observatory, že měsíční průměry teploty jsou někdy nereprezentativní a v některých případech klamné, jakožto prostředky pro porovnávání jednoho jednotlivého měsíce v jiných letech. Jak autor naznačuje, průměrné maximální a průměrné minimální teploty mohou být mnohem lepšími kritérii teplotních poměrů měsíce.

Domnívám se, že v každém případě je málo užitečné porovnávání průměrů z rozdílných period bez přezkoušení povahy rozložení četností. Kromě toho je vůbec diskutabilní užití měsíčních průměrů, či vůbec jakýchkoli měsíčních hodnot, protože měsíc je nejen naprosto formální časovou jednotkou v průběhu roku, ale odkud víme, zda jsme vůbec oprávněni srovnávat únor jednoho roku s únorem roku druhého? Totéž platí i pro dělení roku po třech měsících na formální sezóny. I když je považováno Bairovo dělení na sezóny za výhodnější [4, 5] a bývá užíváno [6], zůstává faktem, že jeho 8 sezón po 45 nebo 46 dnech zůstává převážně spojen s kalendářem. Přes řadu pokusů [7], [8], [9], [10] zůstává dělení roku na přirozené sezóny dosud nevyřešenou otázkou. Domnívám se, že právě přirozené dělení roku je jednou ze střežnějších otázek výzkumu dynamiky klimatu.

Kromě zajištění vhodných kritérií a vhodných časových měřitek zůstává problémem zpracování časových řad otázka statistické metody. Je třeba věnovat mimořádnou pozornost statistickému přístupu k časovým sériím, neboť je velmi dobře známo, že velká část publikované literatury o klimatických změnách trpí nekritickými a nedefinovanými statistickými měřítky. V pracích o kolísání klimatu bývaly často populární studie, vyhledávající různé „cykly“ v chodu meteorologických elementů. Oblíbenou metodou bývala harmonická analýza, používaná ostatně na počátku tohoto století i k aproximaci ročního chodu meteorologických elementů [11]. V posledních letech se stala harmonická analýza pro tyto účely méně populární, ale hon na „cykly“ dosud pokračuje. H. P. Berlage [12] sepsal všechny početné „cykly“, které „objevili“ různí autoři; zdá se, že ani jeden z „cyklů“ nebyl potvrzen nad jakoukoli pochybnost. Zkušenost s dlouhými řadami prozrazuje, že není opravdu možno očekávat vystižení fluktuací jednoduchými periodicitami sice rozdílných, ale přesných vlnových délek. Často vykazují časové série něco jako „pulzace“, ale s nestejnou měnou se měnící vlnovou délkou. Např. nedávná studie [13] tropického stratosférického proudění ukazuje zvětšující se a ubývajících fluktuací v zonální komponentě, měnící se od 23 do 29 měsíců, s průměrnou periodou 26 měsíců. Skutečně nemůže být pochyb, že různé zpožďující efekty, jakési „zpeřné vazby“, atd. působí v těchto případech v periodách se značně rozdílnou časovou škálou. Ukazuje se, že by v takovýchto otázkách byla velmi rozumná tzv. analýza kvadratických spekter („power-spectrum analysis“), používaná původně v elektrotechnických aplikacích [14, 15]. Dobrým příkladem v tomto směru je studie teplotních a srážkových poměrů na stanici Woodstock v Maryland [6]. Zdá se, že tato metoda by mohla být úspěšná při analýze pozorovacích řad.

Je opravdu překvapující, kolik pracovníků, zabývajících se klimatickými změnami, ignorovalo dosud nejen varianci studovaného elementu, ale také neuvažovalo možnost, že rozložení elementu by nemuselo být „normální“ nebo „cyklické“, ale ve skutečnosti může mít dva nebo více modů. Není ovšem tak snadné určit statisticky významné časové změny variance a extrémních hodnot jako určit změny průměrů, ale nemůže nikdo popřít, že

studie klimatických fluktuací nemožnou být založeny výlučně na průměrných hodnotách, ale že je nutno věnovat rovněž pozornost četnostem a extrémním hodnotám.

Na závěr úvahy o analýze pozorovacích řad ještě se zmíním o jednom důležitém momentu. Je třeba si uvědomit, že v sekulárních trendech pozorovacích řad meteorologických elementů jsou někdy obsaženy nejen makroklimatické změny. Naměřené hodnoty vyjadřují celý komplex vlivů nejen velkoprostorových, ale i mikroklimatických. Tyto mikrojevy hrají někdy podstatnou roli, jak upozornil např. J. M. Mitchell [16]. Na takové faktory, jakým je např. vliv výstavby města, který je někdy příčinou „umělého“ vzestupu teploty na městských meteorologických stanicích, nebývá často vůbec brán zřetel. Takový jev je samozřejmě reálný, ale musíme si vždy uvědomit, do jak velkého okruhu je účinný, a posuzovat jej z hlediska měřítka, které nás zajímá. Účinnými faktory nemusí být samozřejmě jen výstavba měst, ale i celá řada jiných důsledků lidské činnosti, působících na lokální, když ne na regionální nebo dokonce globální klima. Jako příklad uveďme práci [17], v níž autoři ukazují, že podle zavlažení a podle vzdálenosti po větru od zavlažované oblasti může zavlažování značně ovlivnit rozložení energie a tím i klima v blízkosti země. Rozdíly mezi stanicí „suchou“ a v zavlažované oblasti činily až 2 °C. V tomto směru se ukázalo např. být výhodným použití tzv. „tau-indexu“, který popsal Mitchell [18].

## II. Prostorové vztahy

Při výzkumu pouze na jedné stanici dostáváme zkrácené výsledky. Tím spíše platí pro takové jevy, jako jsou změny klimatu, že je nutno sledovat změny na pokud možno velké oblasti. Platí to nejen o teplotních nebo srážkových trendech, ale tím spíše o kolísání cirkulačních poměrů. V dnešní době není myslitelné zabývat se rozбором poměrů na několika málo stanicích, aniž bychom brali v úvahu změny velkoprostorových cirkulačních poměrů.

Podobně jako při studiu pozorovacích řad i zde je především nutno získat dostatečnou a kriticky zhodnocenou evidenci o skutečných časových změnách cirkulace. Všeobecnou cirkulaci je nutno považovat za všeobecnou nejen v prostorovém, ale i časovém měřítku. Logicky z toho plyne, že studium časových změn cirkulace je podstatnou otázkou výzkumu mechanismu všeobecné cirkulace atmosféry a naopak je pochopitelné, že studium změn v cirkulaci a jejího mechanismu se ukazuje být jedinou rozumnou cestou k vysvětlení klimatických změn. Nutným předpokladem pro vypracování teorii všeobecné cirkulace a dynamiky klimatu je, jak už bylo řečeno, získání dostatečné a výstižné evidence o atmosférických jevech. Bylo by přitom třeba nahradit formální časová měřítka přirozenou meteorologickou škálou. Druhým problémem je volba vhodné charakteristiky pro získání potřebné evidence. Jinými slovy značí tento druhý problém vhodné a cílevědomé zpracování stále narůstajícího množství klimatologického a aeroklimatologického materiálu, směřující k zaplnění mezery, která vzniká tím, že dosud neumíme fyzikálně a kvantitativně popsat a vysvětlit ani kauzální sled transformací energie, počínaje přicházejícím slunečním zářením a konče kinetickou energií atmosférické cirkulace, ani sezónální a dlouhodobé změny v tomto sledu.

Velmi cenným přínosem v tomto směru jsou poslední práce, od roku 1960 např. Borisenkova [19], práce Baurovy [20, 21], Flohnovy [22, 23], Lambovy [24, 25], Berkofskyho a Shapiro [26, 27], Chen Yung - san [28], Lorenze [29] a řady dalších. Z těchto prací je především patrný velkoprostorový charakter některých variací či dlouhodobých změn, jak např. ukazuje průběh četnosti blokových anticyklon v prostoru mezi Islandem a Finskem (viz obr. 1 v práci [22]). Na tomto znázornění je patrný cyklus 22 až 23 let. Jde přitom o kolísání, která mohou zasahovat atmosféru celé Země, jindy jen určitou velikou oblast jako je střední Evropa - jak ukázal Lamb na případu teplé periody okolo roku 1800 na území dnešního Rakouska, Bavorska a Čech. Tyto jevy pak musíme odlišovat od místních změn, např. v klimatu velkoměsta, které jsou způsobeny změnou aktivního povrchu v okolí stanice lidskou činností.

## III. Teorie klimatických změn

Přehledněme-li většinu dosavadních prací o klimatických změnách, nemůžeme se ubránit dojmu, že zatímco v případě změn v geologických epochách a historické době není někdy nouze o hypotézy, více či méně rozumné nebo fantastické, pro periodu instrumentálních pozorování platí, že se téma dostalo čistým empirismem do jistého popisného stadia a začíná se proje-

vovat nedostatek rozumných idejí. Snad prvním náznakem obratu byla konference [30] a symposium v Římě v roce 1961, kde účast teoretických meteorologů přinesla několik cenných referátů, hlavně od Sutcliffea, Dzerdzjevského, Bjerknesa, Godsona, Sawyera, Flohna, Namiase, Krause a Lorenze [31]. Velmi cenným byl rovněž přehled Varyardův, z něhož jsme převzali některé údaje pro tuto úvodní přednášku.

Je zřejmé, že pokud nebudou známy fyzikální příčiny variací v klimatu, tj. pokud bude nutno používat jen statistického zpracování empiricky zjištěných faktů, potud bude pravděpodobnost splnění předpovědi malá. Proto mají pokusy o vysvětlení celého mechanismu tak mimořádnou cenu.

V teorii můžeme zhruba rozlišit tři hlavní směry.

Prvý se týká změn extraterrestrického charakteru. Za nejzávažnější otázku v tomto směru považujeme především otázku změn sluneční činnosti. Jsou to především Baur [32, 33], [21] a Abbot [34], kdož studují soustavně již řadu let vliv sluneční činnosti na atmosféru a věnují především pozornost otázce konstantnosti tzv. „solární konstanty“. Vztahem solárních cyklů a cyklů v atmosféře se pak zabývá rovněž Shapiro a Ward [35]. Empiricky studuje tyto vlivy např. Vitěls [36] a energetický vliv slunečního záření zadržoval od svého teoretického modelu všeobecné cirkulace i Adem [37]. Také u nás byla těmto otázkám věnována pozornost, jak ukazují např. práce [38], [39], [40], a práce Stuchlíkovy [41], [42].

Druhý směr věnuje pozornost radiční a energetické bilanci atmosféry především v souvislosti se změnami složení a struktury atmosféry samé. Sem náleží práce Kaplanova a Kingova z [30] nebo práce Godsonova z [31].

Konečně třetí kategorie prací se soustřeďuje na možnosti změn klimatu působením „zpětné vazby“, obsažené v systému oceán - kontinent, aniž by bylo k vysvětlování nezbytně nutno rozšiřovat pomocné prostředky o jiné faktory, jako je radiace, zákal (prachové částice), CO<sub>2</sub> apod. Podle mého názoru náleží do této kategorie nejvýznamnější práce na římském symposiu [31], především přednáška předsedy sekce R. C. Sutcliffea, J. Bjerknesa a J. Namiase. Domnívám se, že tento směr má být základní etapou, neboť zde je možno se nejlépe držet reality.

### Etapy výzkumu variací klimatu

Výzkum variací klimatu nelze podle mého názoru oddělit od širší problematiky *dynamiky a teorie klimatu*. Poznání mechanismu vytváření klimatu zahrnuje v sobě např. i sezónální výstavbu roku - mechanismus sezónálních změn.

a) Především je třeba věnovat pozornost evidenci změn prověřenými statistickými metodami. To znamená kriticky zhodnotit změny a trendy v pozorovacích řadách i v prostorovém měřítku.

b) Druhým závažným problémem jsou teorie klimatických změn:

1. Zde je třeba především sledovat změny v cirkulaci pomocí kartografického znázornění tlakového pole, jak ukázal Lamb [24, 25], případně dalších charakteristik [43].

2. Studium interakce v systému oceán - atmosféra - kontinent, především vlivů na tepelnou bilanci.

3. Radiční a tepelná bilance atmosféry.

4. Studium proměnlivosti slunečního záření, též vliv záření korpuskulárního.

### Návrh postupu při výzkumu dynamiky klimatu Československa

Na základě úkolu, jak byl formulován - totiž studium možnosti dlouhodobé předpovědi v širším slova smyslu - nebylo by zdrávo omezovat se jen na sekulární změny v klimatu našeho území. Je tedy nutno sledovat celou dynamiku našeho klimatu.

I. V rámci loni nového úkolu státního plánu výzkumu „Sekulární změny klimatu ve vztahu k současným podmínkám“ vytvořit do konce III. čtvrtletí r. příslušné pracovní skupiny, bratislavskou a pražskou, a to z pracovníků, kteří budou v rámci tohoto úkolu skutečně řešit svěřenou etapu, přičemž bude kontrolován postup prací.

II. Pokud práce na jmenovaném úkolu již není v pracovní náplni těchto pracovníků, požádat prostřednictvím vědeckého kolegia AGGM ČSAV příslušné ústavy, aby bylo pamatováno v pracovním úvazku zaměstnanců, kteří přicházejí v úvahu, potřebným počtem hodin na požadované práce.

### III. Etapy úkolu:

III.1. Provést analýzu sekulárních pozorovacích řad z území ČSSR moderními statistickými metodami.

III.II. Hledat souvislost variací v průběhu meteorologických prvků s cirkulačními poměry v atlanticko-evropské oblasti a na severní polokouli.

III.III. Studovat možnou souvislost změn v cirkulaci s tepelnou bilancí atmosféry a sluneční činností.

#### Literatura

- [1] Naegler W.: Ein Klimaabschnitt erhöhter Wärmetätigkeit seit 1898. Das Wetter 1936, 295.
- [2] Knoch K.: Die „Normalperiode“ 1901/30 und ihre Verhältnis zu längeren Perioden. Meteor. Rundschau 1(1947-48), H. 1/2.
- [3] Marshall W. A. L.: Mean maximum and minimum temperature as criteria of temperature characteristics of a month. Met. Mag., Lond. 83, No. 982 (1954), 100.
- [4] Baur F.: Physikalisch-statistische Regeln als Grundlagen für Wetter- und Witterungsvorhersagen, vol. 1, 1956; vol. 2, 1958. Akademische Verlagsges., Frankfurt am Main.
- [5] Baur F.: Die meteorologischen Jahreszeiten. Wetterkarte des Deutschen Wetterdienstes, Berlin, Beilage No. 143, September 1958.
- [6] Landsberg H. E., Mitchell Jr. J. M., Crutcher H. L.: Power spectrum analysis of climatological data for Woodstock College, Maryland. Month. Weather Rev. 87 (1959), No. 8, 283-298.
- [7] Brádka J.: Der Jahresverlauf der zyklonalen und antizyklonalen Aktivität auf der Nordhemisphäre. Studia geoph. et geod. 1 (1957), 342-371.
- [8] Jilek J.: Roční období. Meteor. zprávy, X (1957), 65-68.
- [9] Brádka J.: Natürliche Jahreszeiten auf der Nordhalbkugel. Vorträge zur Meteorologischen Konferenz in Liblice 13.-16. Okt. 1964 (in Druck).
- [10] Bayer K.: Objektive meteorologische Teilung des Jahres in natürliche Jahreszeiten nach den Änderungen des Luftdruckfeldes. Zeitschr. f. Met., Bd. 17 (1965), Supplementheft, 103-126.
- [11] Van Rijckevorsel E.: Konstant auftretende sekundäre Maxima und Minima in dem jährlichen Verlauf der meteorol. Erscheinungen. I.-XI. Konink. Nederl. Met. Inst.-Mededeel. en Verhandel., Utrecht 1905-1911.
- [12] Berlage H. P.: Fluctuations of the general atmospheric circulation of more than one year. Amsterdam, K. Ned. Met. Inst., Meded. Verh. No. 69 (1957).
- [13] Veryard R. G., Ebdon R. A.: Fluctuations in tropical stratospheric winds. Met. Mag., London 90 (1961), 125-143.
- [14] Tukey J. W.: The sampling theory of power spectrum estimates. Symposium on applications of autocorrelation analysis to physical problems. Woods Hole, Mass. Juni 1949. Office of naval research, Washington D. C. 1950, 47-67.
- [15] Blackman R. B., Tukey J. W.: The measurement of power spectra from the point of view of communications Engineering. Dover Publications, New York 1958.
- [16] Mitchell J. M.: On the causes of instrumentally observed secular temperature trends. J. Met. 10 (1953), 244-261.
- [17] De Vries D. A., Birch J. W.: The modification of climate near the ground by irrigation. Aust. J. agric. Res. 12, No. 2 (1961), 160-272.
- [18] Mitchell Jr. J. M.: The Measurement of Secular Temperature Change in the Eastern United States. U. S. Wea. Bureau; Res. Paper No. 43, Washington D. C. 1961.
- [19] Борисенков Е. П.: Вопросы энергетики атмосферных процессов. ГИМИЗ, Ленинград 1960.
- [20] Baur F.: Grosswetterkunde und langfristige Witterungsvorhersage. Akad. Verlagsges., Frankfurt a. M. 1963.
- [21] Baur F.: Bericht über die III. Meteorologische Fortbildungstagung für Grosswetterkunde und langfristige Witterungsvorhersage. Met. Rundsch. 17 (1964), Heft 1, 19-25.
- [22] Flohn H.: Man's Activity as a Factor in Climatic Change. Ann. New York Acad. Sci. 95 (1961), 271-281.
- [23] Flohn H.: Klimaschwankungen und grossräumige Klimabeeinflussung. Bonner Meteor. Abh., Meteor. Inst. der Univ. Bonn, Hcft 2 (1963).
- [24] Lamb H. H.: Climatic Change within Historical Time as Seen in Circulation Maps and Diagrams, Ann. New York Acad. Sci., vol. 95 (1961), 124-161.
- [25] Lamb H. H.: Neue Forschungen über die Entwicklung der Klimaänderungen. Met. Rdsch. 17 (1964), Heft 3, 65-74.
- [26] Berkofsky L., Shapiro R.: A Dynamical Model for Investigation of the Downward Transfer of Energy Introduced by Upper Atmospheric Heating. Ballistic Missiles and Space Technology, vol. III, Pergamon Press - Oxford, London, New York, Paris - 1961, 434-444.
- [27] Berkofsky L., Shapiro R.: Some Numerical Results of a Model Investigation of the Atmospheric Response to Upper-Level Heating. Planetary and Space Science 12 (1964), 219-225.
- [28] Chen Yung-san: The Response of the Atmosphere to the Solar Actual Direct Radiation in a Linear Model of the Long-Range Numerical Prediction. Scientia Sinica XI (1962), No. 2, 275-291.
- [29] Lorenz E. N.: The Problem of Deducing the Climates from the Governing Equations. Tellus 16 (1964), No. 1, 1-11.
- [30] Pfeffer R. L., editor: Dynamics of Climate. The Proceed. of a Conf. on the Application of Numer. Integration Techniques to the Problem of the General Circulation, held October 16-28, 1955. Pergamon Press - Oxford, London, New York, Paris - 1960.
- [31] Changes of Climate. Proceed. of the Rome Symp. org. by UNESCO and the WMO, Rome: 2.-7. X. 1961. Arid Zone Res., No. XX, Paris 1963.
- [32] Baur F., Philipps H.: Der Wärmehaushalt der Lufthülle der Nordhalbkugel im Januar und Juli und zur Zeit der Äquinoktien und Solstitien. Cerl. Beitr. Geophys., 1. Mitteilung: „Die Einstrahlung bei normaler Solarkonstante“ - Bd. 42 (1934), 160-207; 2. Mitteilung: „Ausstrahlung Gegenstrahlung und meridionaler Wärmetransport bei normaler Solarkonstante“ - Bd. 45 (1935), 82-132.
- [33] Baur F.: Neufestsetzung der Epochen der Minima und Maxima der Sonnenflecken. Meteor. Abh. Fr. Univers. Berlin, Bd. L, Heft 3 (1964).
- [34] Abbott C. G.: Solar Variation and Weather. Smithsonian Miscell. Coll. 146, No. 3, Washington (1963).
- [35] Shapiro R., Ward F.: A Neglected Cycle in Sunspot Numbers? Journ. Atmosph. Sci. 19 (1962), No. 6, 506-508.
- [36] Вителс Л. А.: Атлас месячных аномалий температуры и осадков на европейской территории СССР при различных условиях циркуляции. ГИМИЗ, Ленинград 1957.
- [37] Adem J.: On the Theory of the General Circulation of the Atmosphere. Tellus 14 (1962), No. 1, 102-115.
- [38] Brádka J.: Kolísání četnosti anticyklon nad Evropou a Atlantickým oceánem během roku a v 11letém slunečním cyklu. Met. zprávy V (1952), 33-40.
- [39] Picha J.: Vliv sluneční aktivity na atmosférickou cirkulaci. Met. zprávy III (1949), č. 4/5.
- [40] Gregor Z., Křivský L.: Kolísání frontální zony v oblasti Atlantiku a Evropy během roku a ve vztahu k sluneční aktivitě. Met. zprávy V (1952), 122-131.
- [41] Stuchlík F.: O pořádkových zásadách v povětrnostním dění. Met. zprávy IX (1956), č. 2, 52-56.
- [42] Stuchlík F.: Rok 1959 - rokem značných povětrnostních extrémů. Met. zprávy XI (1958), č. 6, 152-156.
- [43] Bayer K.: Eine Methode zur Verfolgung jahreszeitlicher und langjähriger Änderungen in der Verteilung der Zirkulationszentren der Atmosphäre. Wiss. Zeitschrift der Karl-Marx-Universität Leipzig, 13. Jahrg. (1964), Math.-Naturwiss. Reihe, H. 3, 373-379.