

SYNOPTICKÁ A LETECKÁ SLUŽBA HYDROMETEOROLOGICKÉHO ÚSTAVU V PRAZE A V BRATISLAVĚ

Рабочее расчленение синоптической и авиационной службы с указанием главного назначения отдельных отделений.

Порядок работы и методика обеспечения авиатранспорта. Техническое оборудование авиационной метеорологической службы и ее перспективное развитие в связи с более высокими категориями авиатранспорта как в методической, так и в материальной областях.

Методика рабочих процессов в области синоптической метеорологической службы (исходные материалы, метод анализа, вычислительные методы, информации метеорологических спутников, метод прогноза). Виды и цель отдельных прогнозов (общий на 24 часа, на три дня, на 1 месяц, целевой, информации). План развития на будущие 5—10 лет, в первую очередь с точки зрения Всемирной Службы Погоды (WWW).

Современная и планируемая деятельность обсерватории в Праге-Либуше, подготавливаемое оборудование (аэрологические измерения, радиолокационные измерения, прием данных метеорологических спутников и основные метеорологические измерения). Будет подчеркнуто, что развитие деятельности этой обсерватории должно будет в ближайшее время происходить в направлении повышения качества нынешней службы.

В области метеорологических научных исследований будет рассмотрено современное состояние результатов исследовательских работ, которые решают научно-исследовательские отделения и будет приведен план дальнейших научных исследований.

Качественное сравнение чехословацкой синоптической и авиационной службы с развитыми метеорологическими службами в рамках Всемирной Метеорологической Организации.

Arbeitsgliederung des synoptischen und Flugdienstes mit Angabe der Hauptaufgaben der einzelnen Komponenten. Arbeitsprozesse und Methodik der Sicherung des Flugbetriebes. Technische Ausrüstung des Flugwetterdienstes und seine perspektivische Entwicklung im Zusammenhang mit höheren Kategorien des Flugbetriebes sowohl auf methodischem als auch materiellem Gebiet.

Methodik der Arbeitsprozesse im Fachgebiet des synoptischen Wetterdienstes (Unterlagen, Methoden der Analyse, numerische Methoden, Informationen von meteorologischen Satelliten, Methode der Vorhersage). Arten und Zweck der einzelnen Vorhersagen (allgemeine auf 24 Stunden, dreitägige, monatliche, einem bestimmten Zweck oder zur Information dienende). Entwicklungsplan für die nächsten 5—10 Jahre, vor allem vom Gesichtspunkt des Weltwetterdienstes (WWW).

Gegenwärtige und geplante Tätigkeit des Observatoriums in Prag-Libuš, in Bau befindliche Einrichtungen (aerologische Messungen, Radarmessungen, Empfang von meteorologischen Satelliten und die wichtigsten meteorologischen Messungen). Es wird betont werden, dass sich die Tätigkeit dieses Observatoriums in der nächsten Zukunft in Richtung einer Qualitätsverbesserung des bisherigen Betriebes entwickeln sollte.

Im Fachgebiet der meteorologischen Forschung wird über den Stand der Ergebnisse der gegenwärtigen Forschungsaufgaben, die die Forschungsstellen lösen, gesprochen und der weitere Forschungsplan angeführt werden. Qualitativer Vergleich des tschechoslowakischen synoptischen und Flugwetterdienstes mit den fortgeschrittenen Wetterdiensten im Rahmen der Weltorganisation für Meteorologie (WMO).

Účelem referátu je podat přehled o současné pracovní činnosti hlavních oborů Synoptické a letecké služby Hydrometeorologického ústavu v Praze a seznámit s plány do nejbližší budoucnosti.

Synoptická a letecká služba plní odborné úkoly celkem se 156 plánovanými pracovníky, z čehož je 33 pracovníků s vysokoškolským vzděláním. Z těchto 156 zaměstnanců je více než $\frac{1}{3}$ žen. Vedle uvedených odborných pracovníků pracuje v Synoptické a letecké službě 28 hospodářskosprávních zaměstnanců.

V jednotlivých oborech je následující rozložení odborných pracovníků síl:

- v synoptické meteorologické službě pracuje 46 zaměstnanců, z toho 12 s vysokoškolským vzděláním,
- v letecké meteorologické službě pracuje 67 zaměstnanců, z toho 14 s vysokoškolským vzděláním,
- na observatoři Praha-Libuš 30 zaměstnanců, z toho 5 s vysokoškolským vzděláním,
- v laboratoři meteorologie 13 zaměstnanců, z toho 7 s vysokoškolským vzděláním. Početní stav zaměstnanců laboratoře činí necelých 8 % všech zaměstnanců Synoptické a letecké služby.

1. Synoptická meteorologická služba plní tyto hlavní úkoly:

1. Vydává pravidelné předpovědi počasí, a to
 - čtyřikrát denně všeobecnou krátkodobou předpověď počasí na 12 až 24 hod. pro území ČSR, jedenkrát denně regionální krátkodobou předpověď počasí, členěnou v závislosti na konkrétní povětrnostní situaci, pro jednotlivé oblasti ČSR a jedenkrát denně předpověď počasí na 3 dny pro území ČSR. Tyto předpovědi jsou rozšiřovány Čs. rozhlasem,
 - jedenkrát denně předpověď počasí na příští den a další dva dny pro tisk prostřednictvím ČTK,

- jedenkrát denně ráno speciální předpověď počasí na běžný den pro ČSSR prostřednictvím Čs. rozhlasu pro SVAZARM pro potřeby sportovního bezmotorového létání.

2. Vydává sezonní a účelové předpovědi počasí pro pražské komunikace, pro dispečink dopravních podniků, pro hutě, hydrologické organizace, zemědělství apod.

3. Vydává výstrahy na ekonomicky důležité význačné meteorologické jevy, jako je námraza pro energetiku, náledí a zároveň pro dopravu, noční mrazíky pro zahradnictví a vinařství, silný vítr pro povrchové doly a stavebnictví, mlhy, velké srážky a další.

4. Podává informace o počasí

- pravidelně jedenkrát denně o průběhu počasí za uplynulý den na území ČSSR, jedenkrát denně o aktuálním stavu počasí na vybraných místech v ČSR a jedenkrát denně o stavu počasí ve vybraných místech v Evropě. Tyto informace jsou rozšiřovány prostřednictvím Čs. rozhlasu,

- nepravidelně na vyžádání pro různé účely, jako např. pro zemědělství, stavebnictví, zahraniční obchod, vodohospodářství, dopravu, film, kulturu, sport, rekreaci apod.

5. Prostřednictvím faximilového vysílače poskytuje odloučeným meteorologickým pracovištím podle pevného rozvrhu ty potřebné materiály, které tato pracoviště nemohou získat ze zahraničních faximilových vysílačů v rámci W W W.

6. Vydává denně tiskem čtyřstránkovou publikaci „Denní přehled počasí“.

Při své práci na plnění uvedených úkolů vychází synoptická meteorologická služba jednak z vlastních podkladových materiálů, jednak z materiálů přijatých ze světových meteorologických center MOSKVA a WASHINGTON a z meteorolo-

gického centra OFFENBACH. Přijaté materiály slouží ke konzultačním účelům a jako výchozí materiál pro zpracování 3denní předpovědi počasí.

Vlastní podkladový materiál tvoří:

- přízemní mapy 1 : 15 mil z hlavních termínů čtyřikrát za den,
- přízemní mapy 1 : 5 mil z vedlejších termínů dvakrát až třikrát za den,
- přízemní mapa severní polokoule 1 : 30 mil jednou za den,
- snímky oblačnosti z družic, Evropsko-atlantické oblasti jedenkrát za den,
- mapy ČSSR 1 : 2,5 mil podle potřeby, nejméně však dvakrát za den,
- grafický přehled počasí ze stanic ČSR každou hodinu, mapa přehledu počasí na území ČSSR za uplynulý den 1 : 2,5 mil jednou za den,
- mapa srážek z území Evropy 1 : 10 mil jednou denně,
- výškové mapy AT 850, 700, 500, RT 500/1 000 1 : 15 mil dvakrát denně,
- výšková mapa severní polokoule 1 : 30 mil jednou za den,
- kinematická mapa 1 : 15 mil jednou denně,
- prognózní mapy AT 500 mb 1 : 15 mil na 24 a 48 hod. jednou denně,
- prognózní mapa přízemní 1 : 15 mil na 24 hod. jednou denně.

Převzaté materiály tvoří:

- úplný program faksimilového vysílání po lince z centra MOSKVA, denně,
- 1 až 5denní předpovědi přízemní mapy z centra WASHINGTON, třikrát za týden,
- analýzy přízemních map čtyřikrát denně, analýza AT 500 mb jednou denně, prognózy přízemních map na 24 a 48 hod. dvakrát denně, prognózy AT 500 mb na 24, 48, 72 hod. jednou denně a mapu sněhové pokrývky dvakrát za týden z centra OFFENBACH.

Základní pracovní metodou synoptické meteorologické služby je metoda frontologická, která aktivně využívá výsledků numerické meteorologie, především numerických prognóz poli AT 500 mb a snímků oblačnosti z družic. Prognóza AT 500 mb je získávána podle vlastního barotropního modelu na samočinném počítači LEO ministerstva práce a sociální péče. Prognóza přízemní mapy se provádí subjektivně extrapolací front a přízemního tlakového pole s použitím prognózních map AT 500 mb. Metodika třídenní předpovědi spočívá v extrapolaci při plném využití přejatých materiálů, především schémat synoptických procesů, 72 hod. prognóz AT 500 mb, 1 až 5denních předpovědí přízemních a výškových tlakových polí a ve využití zpracovaných analogů pro jednotlivé typy povětrnostních situací.

Plán dalšího rozvoje synoptické meteorologické služby zatím nepočítá s rozšiřováním náplně práce, ale směřuje ke zkvalitnění dosavadní činnosti. Počítá se s větším využitím výsledků mezinárodní dělby práce v systému WWV, počítá se s postupným přesunem vlastní práce na automatické zpracování, to je se zakreslováním výškových map a s analýzou těchto map prováděnou objektivně pomocí automatických kresliců a konečně se počítá s plným využitím kompletní prognózní sestavy programu baroklinního víceparametrického modelu na vlastním počítači. Tento pracovní plán je závislý na technickém vybavení a spojovacích podmínkách. Uvedené podmínky řeší plán druhé a třetí etapy výstavby výpočetního střediska HMÚ v Praze v letech 1972–75.

2. Letecká meteorologická služba poskytuje meteorologické podklady pro řízení veškerého leteckého provozu na území ČSR, poskytuje předepsanou letovou meteorologickou dokumentaci pro 70 zahraničních letových tratí procházející letištěm Praha a pro 10 vnitrostátních letových tratí z letiště Praha, Brno, Ostrava, Holešov a Karlovy Vary. Poskytuje též informace a podklady k zabezpečení takzvané malé dopravy, to jest letecké taxislužby, sportovnímu a zemědělskému letectví. Vedle přímého zabezpečení letecké činnosti provádí letecká meteorologická služba na všech letištích základní pozorování pro meteorologické účely a pro klimatologii.

Ve své činnosti v oblasti pracovních postupů, v obsahu a množství dokumentů se letecká meteorologická služba přísně řídí předpisy ICAO. Veškerou činnost provádí na základě vlastních pozorování a na základě vlastních a převzatých podkladových materiálů.

Na letišti Praha tvoří vlastní podkladové materiály především přízemní mapy Evropy 1 : 7,5 mil, zhotovované každé tři hodiny (mimo 21. hod.), mapy AT 850 a 700 mb též o měřítka a mapy AT 550 a 300 mb 1 : 15 mil dvakrát denně. Na základě těchto materiálů a materiálů převzatých z leteckých předpovědních center MOSKVA, BRACKNELL, PARIŽ a OFFENBACH se zpracovávají předpovědní mapy význačného počasí (SW mapy) pro oblast Evropy a provádí se zabezpečení letů na tratích v Evropě. Pro zabezpečení letů na letových tratích mimo Evropu se používá soubor převzatých z příslušných leteckých předpovědních center, přijatých pomocí faksimile podle potřeby na základě plánu letů.

Na letištích pro vnitrostátní leteckou dopravu se veškerý podkladový materiál přejímá pomocí faksimile z centra PRAHA a leteckých center MOSKVA a OFFENBACH.

Technické vybavení služeben letecké meteorologické služby je celkem dobré. Na každém letišti je anemometr, anemograf a měřič výšky základny oblaků. Na letištích s vnitrostátní dopravou je ještě mrakoměr sovětské výroby IVO, na letišti Praha jsou dva ceilometry francouzské výroby TNS a jeden transmisometr západoněmecké výroby. Přestože meteorologické pozorovatelné nemají ani na jednom letišti neoptimálnější umístění a ceilometry mají v poslední době velkou poruchovost, stávající technické vybavení vyhovuje pro zabezpečení současného leteckého provozu. Úroveň celkového meteorologického zabezpečení má dobrý a s ostatními Evropskými službami srovnatelný standard.

Plán rozvoje letecké meteorologické služby pro nejbližší dobu se zaměřuje, v souladu s plánem přestavby letiště, na výstavbu pozorovatelů reprezentativně umístěných na letištích a na modernizaci jejich technického vybavení, přednostně na letišti Praha v souvislosti se zavedením II. kategorie leteckého provozu.

3. Observatoř Praha-Libuš prodělávala v minulých letech hlubokou krizi, způsobenou provizorním umístěním v marinkách, zastaralou a vysoce poruchovou měřicí technikou, potížemi se získáním nové techniky a trvale vysokou fluktuací zaměstnanců a s tím spojenou jejich nedostatečnou odbornou kvalifikací.

Za tohoto stavu udržovala observatoř jen s největším vypětím aspoň jedno radiosondážní měření denně v 00.00 hod GMT, a to ne vždy s vědomím, že dosažené výsledky jsou kvalitní. I za tohoto stavu se však podařilo koncem roku 1969 uvést do provozu aparaturu pro příjem snímků z družic.

K radikálnímu obratu by mělo dojít v průběhu tohoto roku. Stavba moderní budovy observatoře je před dokončením. V prosinci minulého roku a v lednu tohoto roku byla ze SSSR dodána radiosondážní souprava METEORIT, která je v současné době montována do provozních místností. Současně je montován do provozních místností meteorologický radar TESLA čs. výroby. Po dokončení stavby budovy bude přenesena souprava pro příjem snímků z družic na trvalé pracoviště. Koncem minulého roku se podařilo stabilizovat odborný kádr pracovníků a zajistit zapracování některých z nich v SSSR a v podniku TESLA.

Plán rozvoje observatoře Praha-Libuš počítá pro nejbližší dobu s uvedením provozní činnosti observatoře do chodu tak, aby provozní výsledky radiosondážního měření, radarového měření, příjmu snímků oblačnosti z družic a staniční pozorování během roku dosáhlo standardní světové úrovně. Se zahájením vyšší odborné observatořní činnosti počítáme až od roku 1972.

4. Hlavním oborem výzkumné činnosti laboratoře meteorologie jsou dva problémy; problém vypracování optimálního programu pro výpočet objektivní analýzy a prognózy poli meteorologických prvků pomocí samočinného počítače a problém zevšeobecnování meteorologických pochodů a dějů za různých povětrnostních situací na území ČSSR tak, aby dosažených výsledků mohlo být použito v praxi pro předpověď počasí v jednotlivých oblastech státu. Vedle těchto již tradičních úkolů začala laboratoř v roce 1969 řešit otázku dohled-

ností na letištích v soulase se čtvrtým tématem výzkumných úkolů konference ředitelů socialistických států a otázku využití radiačních údajů z družic KOSMOS, v soulase s programem INTERKOSMOS. Současně plní laboratoř i jeden provozní úkol: zpracovává měsíční předpověď počasí pro území ČSSR.

V řešení obou hlavních úkolů dosáhla laboratoř těchto výsledků:

- úkol numerické meteorologie bude v tomto roce ukončen modelem a programem automatické linky pro zpracování a kontrolu meteorologických dat, objektivní analýzu a prognózu polí meteorologických prvků,
- při řešení problematiky druhého úkolu byla nejdříve zpracována typizace meteorologické cirkulace pro území ČSSR a na jejím základě jsou postupně zpracovávány chody jednotlivých meteorologických prvků. Dosud byl úplně zpracován chod srážek a některé výjimečné synoptické situace v jednotlivých oblastech ČSSR.

Do budoucna se plánuje v souladu s programem W W W pracovat na lokální fyzikálně numerické předpovědi polí

meteorologických prvků v mezosynoptickém měřítku, dokončit zpracování synoptického chodu jednotlivých meteorologických prvků, hlouběji se zabývat otázkou družicové meteorologie a studiem vodorovné a šikmé dohlednosti.

5. Přehled činnosti celé synoptické a letecké služby lze uzavřít tímto konstatováním:

Z hlediska hlavních výsledků své činnosti, to je v množství a jakosti předpovědi počasí, lze celkovou úroveň naší služby považovat za službu průměrnou. Na teoretickém úseku numerické meteorologie je služba na úrovni většiny služeb, které se tímto problémem zabývají, v praktickém využití výsledků numeriky se však zpožďuje. Také technické vybavení služby jako celku zaostává za běžným standardem.

Ve svém dalším vývoji se musí naše synoptická a letecká služba svými pracovními postupy více zapojit do systému W W W, musí rychleji zavádět do provozní praxe teoretické výsledky numerické meteorologie a v co nejkratší době musí získat solidní technické vybavení. Jinak celá služba bude stagnovat a čím dál tím více bude zaostávat za světovým vývojem meteorologie a sebevíce obětaví a teoreticky výtečně připravení odborníci situaci nezachrání.

APLIKACE NUMERICKÝCH PŘEDPOVĚDNÍCH METOD V HYDROMETEOROLOGICKÉM ÚSTAVU

Обзор введения вычислительных методов в прогностическую практику Гидрометеорологического института:

- 1958 — бароклиническая модель Соуёра и Башби преобразована для графического интерполирования и испытана на серии прогнозов.
 - 1960 — Пробная серия графических баротропных прогнозов и субъективных прогнозов, вычисленных по так назыв. методу Дефанга. Статистический анализ показал, что объективный (графический) метод дает лучшие результаты, чем субъективный.
 - 1961 — Начало применения на практике графических прогнозов уровня 500 мб.
 - 1962 — ГМИ начал интересоваться вычислительными методами прогноза и начал сотрудничать постепенно со следующими организациями: Канцелярские машины нац. предпр., Вычислительная лаборатория транспорта. Метеорологическая кафедра Карлова университета в Праге. Были составлены программы для бароклинического и баротропного прогноза уровня 500 мб и от 1000—500 мб для вычислительной машины (ЭВМ) УРАЛ-2.
 - 1963 — Проведены испытания на практике ежедневного вычислительного прогноза уровня 500 мб при помощи баротропной модели (без объективного анализа).
 - 1964 — Разработана методика и программа объективного анализа методом оптимальной интерполяции.
 - 1965 — Была проведена оценка 100 вычислительных баротропных и бароклинических прогнозов уровня 500 мб (в сотрудничестве с кафедрой метеорологии Карлова университета в Праге).
 - 1966 — Началась регулярная эксплуатация «малой линии» для прогноза высот уровня 500 мб, содержащей объективный анализ и баротропный прогноз на 24, 36 и 48 часов. Область прогноза охватывает Восточную Америку, Европу по Урал, и от северного полюса до берегов северной Африки. 520 узловых точек, шаг сети на карте полярной стереографической проекции 1:15 мил. 330 км, интегративный шаг 45 минут. ЭВМ LEO 360.
 - 1967 — Разработана методика и программа автоматической обработки аэрологических сводок ТЕМП.
 - 1968 — Началась эксплуатация так назыв. «большой программы», т. е. автоматическая обработка аэрологических сведений, объективный анализ, баротропный и бароклинический прогнозы, вычисление направления и скорости термического ветра и вычисление диагностических величин, позволяющих синоптику делать количественные разборы в области фронтов. ЭВМ LEO 326.
 - 1969 — Усовершенствование объективного анализа путем введения переменной ошибки измерения соответствует типу радиозонда; после первого шага анализа следует так назыв. многократная интерполяция, которая уточняет высоту в области центров циклонов. Разработана программа анализа с различными шагами сети (330, 110, 50 и 30 км), программа для вычисления составляющих скорости по геопотенциальным высотам при помощи уравнения баланса.
 - 1970 — Трехуровневая модель Соуёра и Вайтеламы. Попытка мезосиноптического прогноза в сети с шагом в 30 км.
- Служба будет использовать анализы и прогнозы разрабатываемые региональным метеорологическим центром или всемирным метеорологическим центром в рамках проекта WWW с одной стороны как консультативным материалом, с другой стороны как специальными вводными данными для мезосиноптической модели, у которой эти прогностические величины будут заменять искусственные граничные условия.

Übersicht über die Einführung von Rechenmethoden in die prognostische Praxis im HMI:

- 1958 - wird das barokline Sawyersche und Bushbysche Modell in eine graphisch interpolierbare Form gebracht und an einer Reihe von Vorhersagen erprobt.
- 1960 - Versuchsreihe graphischer barotroper Vorhersagen und subjektiver Vorhersagen, die nach der sogenannten Defangsschen Methode berechnet wurden. Die statistische Untersuchung ergab, dass die objektive (graphische) Methode bessere Ergebnisse zeitigt als die subjektive Methode.
- 1961 - Aufnahme des Betriebes der graphischen Vorhersagen der 500-mbar-Fläche.
- 1962 - Das HMI begann sich für numerische Vorhersagemethoden zu interessieren und arbeitete dann mit folgenden Organisationen zusammen: Kancelářské stroje, n. p. (VEB Büromaschinen), Výpočetní laborator dopravy (Rechenlabor für Verkehr), Meteorologisches Institut der Karls-Universität in Prag. Es wurden Programme für die barokline und barotrope Vorhersage der 500-mbar-Fläche und RT 1000 - 500 mbar für die Rechenmaschine URAL-2 aufgestellt.
- 1963 - Betriebsversuche mit der täglichen numerischen Vorhersage der 500-mbar-Fläche mit Hilfe des barotropen Modells (ohne objektive Analyse) wurden durchgeführt.
- 1964 - wurden die Methodik und das Programm der objektiven Analyse nach der Methode der optimalen Interpolation ausgearbeitet.
- 1965 - Auswertung der Reihe von 100 numerischen barotropen und baroklinen Vorhersagen der 500-mbar-Fläche (in Zusammenarbeit mit dem Meteorologischen Institut der Karls-Universität in Prag).
- 1966 - wurde der regelmässige Betrieb der „kleinen Linie“ für die Vorhersage der 500-mbar-Fläche mit objektiver Analyse und der barotropen Vorhersage auf 24, 36 und 48 Stunden aufgenommen. Das Gebiet der Vorhersage umfasst Ostamerika, Europa bis zum Ural, im Norden vom Pol bis zu den Ufern Nordafrikas. 520 Knotenpunkte, Netzschritt auf der Karte der polaren stereographischen Projektion 1 : 15 Mill. 330 km, Integrationsschritt 45 Min. Rechenmaschine LEO 360.
- 1967 - wurden die Methodik und das Programm der automatischen Verarbeitung der aerologischen Nachrichten TEMP ausgearbeitet.
- 1968 - wurde der Betrieb des sogenannten „grossen Programmes“ aufgenommen, d. h. die automatische Verarbeitung aerologischer Informationen, objektive Analyse, barotrope und barokline Vorhersagen, Berechnungen der Thermalwindrichtungen und -geschwindigkeiten und Berechnungen der diagnostischen Grössen, die dem Synoptiker quantitative Erwägungen im Raum der Fronten ermöglichen. Rechenmaschine LEO 326.
- 1969 - wurde die objektive Analyse durch Einführung des veränderlichen Messfehlers nach dem Typ der Radiosonden vervollkommen; nach dem ersten Schritt der Analyse folgt die sogenannte vielfache Interpolation, die die Höhen im Bereich der Mitten der Tiefdruckgebiete präzisiert. Es wurde ein Analyseprogramm mit

verschiedenen Netzschritten (330, 110, 50 und 30 km) und ein Programm für die Berechnung der Geschwindigkeitskomponenten aus geopotentiellen Höhen mit Hilfe einer Balancegleichung ausgearbeitet. 1970 - Das Dreiparametermodell von Sawyer und Whitlam. Versuch einer mesosynoptischen Vorhersage in einem Netz mit einem Schritt von 30 km. Der Dienst wird die Analysen und Vorhersagen benutzen, die vom regionalen meteorologischen Zentrum resp. vom Weltwetterzentrum im Rahmen des Projekts WWW einerseits direkt als Konsultationsmaterial und andererseits als spezielle Eingangsangaben für das mesosynoptische Modell herausgegeben werden, wo diese vorhergesagten Werte die künstlichen Randbedingungen ersetzen.

Synoptická a letecká služba Hydrometeorologického ústavu v Praze se zabývá problematikou objektivních (grafických resp. numerických) předpovědních metod od roku 1958, kdy se začala úspěšně rozvíjet spolupráce mezi pracovníky Meteorologického ústavu matematicko-fyzikální fakulty Karlovy university a nově přijatými zaměstnanci Hydrometeorologického ústavu — absolventy této fakulty. V prvních letech (období 1958 až 1961) šlo o spolupráci při studiu a hlavně aplikacích grafických předpovědních metod. Později (přibližně od roku 1962) pokračuje tato spolupráce na poli numerických předpovědních metod a do kolektivu byli postupně přijati matematici-programátoři Výpočetní laboratoře dopravy. V této laboratoři byly také vypočteny první předpovědi na samočinném počítači Uralu 2.

Abychom si správně ujasnili situaci Synoptické a letecké služby, resp. mohli dobře posoudit stupeň rozvoje tohoto velmi náročného oboru meteorologie — výrazně závislého na technickém rozvoji státu — musíme hned v úvodu krátce popsat situaci ve světě. Je přirozené, že numerické předpovědní metody našly své uplatnění až s objevem samočinného počítače a z tohoto hlediska musíme také hodnotit neúspěšný pokus Richardsona [1] v roce 1922.

Koncem druhé světové války se objevily první počítače (Eniac ve Spojených státech a Zuse v Německu). Již v roce 1946 byla vytvořena první skupina pracovníků matematiků a meteorologů při Institute for Advanced Study v Princetonu, která zdůraznila význam počítačů pro kvalitativní rozvoj teorie předpovědi počasí. V letech 1949 a 1950 byly získány pracovním kolektivem Charney, Fjortoft a Neumann [2] první předpovědi pomocí barotropního modelu s reálnými vstupními hodnotami geopotenciálních výšek izobarické plochy 500 mb.

V roce 1955 byla tato metoda zavedena do každodenní praxe meteorologické služby Spojených států a později i do některých dalších velkých meteorologických služeb. Pochopitelně, že v tomto období procházely jak modely tak i výpočetní technika obdobím dětských nemocí a v podstatě byly výsledky numerických předpovědí jak v USA, tak i v SSSR a Anglii brány pouze jako konsultační materiál. Vlastní předpovědi počasí byly např. v USA až do roku 1964 [3] připravovány zkušenými synoptiky pomocí subjektivních metod klasické norské školy.

Mezitím došlo k bouřlivému rozvoji výpočetní techniky — podstatně se zvýšila spolehlivost počítačů, dále jak rychlost tak i kapacita vnitřní paměti, rychlost komunikace mezi vnitřní a vnější pamětí počítače, podstatně se zjednodušily typy vstupních medií. Z meteorologického hlediska byla nejdůležitější automatizace a kontrola vstupních dat z meteorologických zpráv typů TEMP a SYNOP a rozšíření předpovědní oblasti z několika stovek uzlových bodů na celou severní polokouli. V roce 1959 byla potom uvedena do provozu první automatizovaná předpovědní linka pro hemisferickou předpověď výšek izobarické plochy 500 mb pomocí barotropní rovnice vorticity včetně kreslení výsledných map, a to bez jediného zásahu člověka.

V roce 1961 byly zahájeny v Sovětském svazu provozní výpočty předpovědi několika izobarických hladin pomocí tříhladinového geostroficky aproximovaného baroklinního modelu [4].

V červnu 1962 byl uveden do provozu Cressmanův tříparametrický filtrovaný baroklinní model [5]. Od roku 1965 provádí samočinný počítač veškeré výpočty týkající se předpovědi výškových polí sám. Na druhé straně však předpovědi přízemního tlakového pole a atmosférických front jsou i nadále připravovány subjektivně — synoptiky.

Kvalitativní zlom v přesnosti předpovědi výškových polí, zvláště pak pole hladiny 500 mb na 72 hodin kupředu, který můžeme v naší předpovědní službě dík faximili denně potvrzovat, nastal od června 1966, kdy byl do provozu uveden šestihladinový baroklinní model pracující s úplnými (primi-

tivními) pohybovými rovnicemi vypracovaný Shumanem a Hovermalem [6].

Uzavřít tuto úvodní expozici můžeme tím, že v současné době ve službách SSSR, Švédska, Japonska a některých jiných menších službách jako např. Norsko, Anglie se používá plně automatizovaných linek pro předpověď výškových polí pomocí geostroficky aproximovaných baroklinních modelů, v USA a NSR modelů s primitivními rovnicemi. Jmenované státy využívají nejdokonalejší výpočetní techniku, která je nejen rychlá, ale, a to je důležitá podmínka, naprosto spolehlivá s poloautomatickým programovacím systémem.

Tolik tedy pro ilustraci a vřemě se domů do Československa.

Zakladatelem československé školy objektivních předpovědních metod a obecné aplikace hydro-termodynamických metod na zkvalitnění a objektivizaci předpovědi počasí je beze sporu profesor Stanislav Brandejs. Svoji pedagogickou a publicistickou činností (články v Meteorologických zprávách a knize „Úvod do početní předpovědi počasí“) postupně přibližoval meteorologické obci tuto novou problematiku a možnosti jejího využití v každodenní předpovědní praxi. Se svými žáky Kopáčkem, Věkovou, Vitkem, Zikmundem vytvořil velmi úspěšný pracovní tým, který se intenzivně zabýval jak problematikou grafické integrace prognostických rovnic tak i teorií dynamické meteorologie. V pozdějších letech se vytvořily tři samostatné kolektivy, a to na Karlově na matematicko-fyzikální fakultě, v Ústavu fyziky atmosféry ČSAV a konečně v Meteorologickém Ústavu v Komořanech.

Období grafických předpovědních metod

Vzhledem k tomu, že náš ústav neměl v letech 1958 až 1961 k dispozici žádný strojový čas na samočinném počítači (první počítač byl do ČSSR dovezen v roce 1960 a o první numerickou prognózu se pokusil Maloň, Vítek a Zikmunda [7] na počítači Ural 1 v roce 1961) převedli jsme alespoň do graficky integrovatelného tvaru dvouparametricky baroklinní model Sawyerův a Bushbyův.

Soustava geostroficky aproximovaných prognostických rovnic zmíněného modelu po obvyklých zjednodušeních se zapisuje ve tvaru

$$\left. \begin{aligned} \nabla^2 \frac{\partial z}{\partial t} + J[z, g\lambda^{-1} \nabla^2 z + \lambda] + \\ + \frac{1}{3} J[h, g\lambda^{-1} \nabla^2 h] = 0 \quad (a) \\ \nabla^2 \frac{\partial h}{\partial t} + 4g [R \Gamma_p \beta (p - p_0)]^{-1} [\nabla^2 z + \lambda^2 g^{-1}] \frac{\partial h}{\partial t} - \\ - 4g [R \Gamma_p \beta (p_0 - p_1)]^{-1} [\nabla^2 z + \\ + \lambda^2 g^{-1}] g\lambda^{-1} J[h, z] + \\ + J[z, g\lambda^{-1} \nabla^2 h] + J[h, g\lambda^{-1} \nabla^2 z + \lambda] = 0. \quad (b) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Vzhledem k provozním podmínkám jsme se zaměřili na rovnici (1a) umožňující předpovídat výšky hladiny 500 mb. Pomocí Helmholtzovy rovnice (1b) bylo spočteno pouze několik předpovědí relativních topografií 1000–500 mb, a to bez většího úspěchu.

Graficky integrovatelný tvar rovnice (1a) je potom

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} (z - \bar{z}) = -LJ[\bar{z} + S(\varphi), z - \bar{z} - S(\varphi)] - \\ - \frac{1}{3} LJ[h, h - \bar{h}], \quad (2) \end{aligned}$$

kde $S(\varphi)$ představuje vliv coriolisova parametru, $L = g m^2 \lambda^{-1}$, g tíhové zrychlení, λ coriolisův parametr $2\omega \sin \varphi$, m koeficient zkreslení, z pole výšek hladiny 500 mb, h pole tloušťek relativní topografie 1000–500 mb, $\bar{z}$ resp $\bar{h}$ prostorově průměrované pole absolutní resp. relativní topografie.

Příspěvek každého jakobiánu uvedeného v rovnici (2) dostaneme řešením Poissonovy rovnice

$$\left. \begin{aligned} (\Delta z)/670 \text{ km} &= \Delta(\xi + \xi_T) + \\ &+ 2 \Delta(\xi + \xi_T) \end{aligned} \right\} \quad (a) \quad (3)$$

resp.

$$(\Delta z)/1000 \text{ km} = \Delta(\xi + \xi_T). \quad (b)$$

Příspěvek prvního jakobiánu jsme označili symbolem $\Delta\xi$ a druhého jakobiánu symbolem $\Delta\xi_T$. Grafickým součtem Δz s výchozím polem z dostaneme konečné předpovědné pole výšek izobarické plochy 500 mb.

Zikmunda [8] ukázal, že použijeme-li při grafické integraci prostorový krok 1000 km, můžeme s dostatečnou přesností řešit Poissonovu rovnici pomocí vztahu (3b). Původní přesnější, ale velmi časově náročné řešení pomocí (3a) odvozené Fjortoftem je nutné používat při grafické integraci s prostorovým krokem 670 km. Mimo to jsme vyloučili příspěvek $\Delta\xi_T$ protože výrazně nezlepšoval kvalitu předpovědi. Díky oběma zjednodušením se čas potřebný k výpočtu předpovědi snížil o 70 minut. Kvalita předpovědi se podstatně nezhoršila a čas potřebný k vlastnímu výpočtu barotropní předpovědi byl již z provozního hlediska únosný.

Rovnice (2) bez druhého jakobiánu není nic jiného než do grafické formy převedená barotropní rovnice vorticity

$$\nabla^2 \frac{\partial z}{\partial t} = -f[g\lambda^{-1} \nabla^2 z + \lambda, z], \quad (4)$$

kteřá umožňuje předpověď proudění v hladině nondivergence, tj. přibližně v hladině 500 mb za následujících zjednodušujících předpokladů: a) směr a rychlost geostrofického větru se s výškou nemění, b) izobarické a izotermické resp. izopyknické plochy koincidují (izobarický teplotní gradient je nulový).

Protože jsme usilovali o rychlé zavedení grafické předpovědní metody do synoptické praxe služby, ukončili jsme nekonečnou diskuse mezi stoupenci subjektivních a objektivních předpovědních metod o kvalitě předpovědních polí tím, že jsme srovnali 45 předpovědí vypočtených v provozních podmínkách se subjektivními předpověďmi určenými Defantovou metodou. Na základě zhodnocení výsledků byla v říjnu 1961 zavedena objektivní grafická metoda do každodenní praxe. Všechny práce (výjma advekce tendence veličiny $z - \bar{z} - S(\varphi)$ úměrné absolutní vorticitě v poli průměrného proudění $\bar{z} + S(\varphi)$), prováděli dobře zacvičení asistenti meteorologů. Díky jejich zručnosti nepřesahoval výpočet dvacetičetýřhodinové předpovědi pole výšek izobarické hladiny 500 mb v průměru 90 minut. Předpovědi byly vysílány faximili. Uvedené grafické předpovědní techniky se používalo v Komořanech až do 4. října 1966, kdy byla nahrazena numerickou předpovědí.

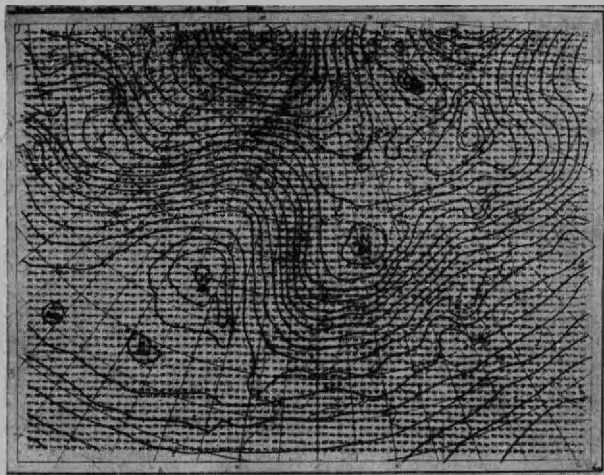
První zkušenosti s numerickou předpovědní technikou

Od roku 1960 jsme usilovali o získání finanční podpory na výpočty předpovědi na samočinném počítači. V roce 1961 nám byla ministerstvem zemědělství, lesního a vodního hospodářství přislíbena finanční podpora a od roku 1962 jsou naše finanční požadavky plně splňovány.

Po krátkém jednání s n. p. Kancelářské stroje, které obdržely anglický počítač National Elliott 803 b se vstupem děrnou páskou (ideální vstup pro provozní meteorologické úlohy), jsme byli direktivně převedeni do Výpočetní laboratoře dopravy (Praha 3, Olšanská 7) k počítači Uralu 2. Tento počítač byl sice podstatně výkonnější než jeho předchůdce Ural 1 ale měl pro úlohy našeho typu dvě nevýhody: a) vstupní údaje musely být perforovány na speciální celuloidový pásek, b) výstupní zařízení se skládalo pouze z úzké (přibližně 9 cm široké) rychlotiskárny. Uvedené nedostatky stroje znesnadnily provozní využívání naprogramovaných meteorologických úloh, jak ještě později uvidíme.

Programátoři M. Bařka a J. Vocetka, kteří nám byli laboratoři přiděleni se ujal programování matematicky velmi náročných úloh, představujících soustavu parciálních diferenciálních rovnic Poissonova, Hlemholtzova nebo Monge Ampèrova typu s velkou iniciativou.

Nejprve jsme však museli připravit pracovní mapu vhodnou pro numerické předpovědní metody. Při výběru polohy a velikosti výseku ze severní polokoule jsme vycházeli z požadavků synoptiků, leteckých meteorologů a v neposlední řadě též z možnosti počítače Uralu 2, zvláště jeho kapacity vnitřní



Obr. 1. Prognostická mapa používaná Československou meteorologickou službou. Objektivní analýza hladiny 500 mb ze dne 3. 2. 1969 00z v síti 110 km

paměti. Za optimální řešení jsme zvolili výsek mapy polární stereografické projekce 1 : 15 mil. (obr. 1, resp. obr. 2), která je dnes všeobecně používána na všech československých meteorologických pracovištích, kde se studuje problematika objektivních předpovědních metod. Pracovní mapa obsahuje 520 uzlových bodů (26 sloupců a 20 řádků) přičemž 14 sloupec koinciduje s nultým poledníkem a první řádek probíhá 330 km jižně od severního pólu. Krok sítě jsme zvolili vzhledem k podmínkám stability řešení jednotlivých soustav diferenciálních rovnic 330 km na 60° severní zeměpisné šířky.

Během roku 1962 byly připraveny programy jak pro barotropní (4) tak i pro baroklinní předpověď hladiny 500 mb a relativní topografie 1000–500 mb včetně vertikálních rychlostí (rovnice 1a a 1b).

V prosinci 1963 jsme provedli v Komořanech třídenní provozní zkoušky s barotropním modelem [9]. Ukázalo se bohužel, že časové ztráty vznikající při přípravě vstupních dat pro počítač (odečítání hodnot výšek hladiny 500 mb ze subjektivně analyzovaných map v síti 520 bodů a jejich kontrola), převoz těchto informací na Žižkov do Laboratoře, jejich děrování a kontrola u počítače a konečně odvoz výsledků zpět do Komořan jsou tak velké, že nebylo z provozního hlediska únosné zahájit v roce 1964 každodenní výpočty. Tím, že se data musela děrovat na speciální vstupní medium, nebylo možné využívat ani dálkopisného spojení jakožto prostředku vytvářejícího děrnou pásku a tu potom brát za vstupní medium. Důležité však bylo poznání, že Hydrometeorologický ústav byl již na podzim roku 1963 připraven zahájit pravidelné výpočty numerických předpovědí.

Je vhodné se také zmínit o tom, že období let 1958 až 1964 bylo poznamenáno jakýmsi kultem hodnocení vypočtených předpovědí. Každá grafická a později numerická předpověď se intensivně testovala pomocí řady statistických parametrů. Tento kult hodnocení vyplýval logicky z neustálé polemiky zastánců numerických předpovědních metod s meteorology dávajícími přednost klasickým subjektivním předpovědím.

Po odchodu Bařky z Výpočetní laboratoře na matematicko-fyzikální fakultu Karlovy university, spolupracuje synoptická služba pouze s programátorem-matematikem J. Vocetkou, který v roce 1966 zdokonalil a přeogramoval všechny naše programy do jazyka počítače LEO 360, kterým Výpočetní laboratoř dopravy nahradila Ural 2. Vstupní a výstupní medium tohoto počítače tvoří děrná páska a je možné programově pracovat s dálkopisnou páskou kódu CCITT. Od tohoto okamžiku bylo možné pomýšlet na provozní výpočty předpovědi výšek hladiny 500 mb.

Na základě výsledků poloprovozních zkoušek provedených v roce 1963 jsme se zaměřili na problematiku objektivní analýzy a automatického zpracování meteorologických informací, hlavně zpráv Temp. Objektivní analýza umožňující přímý výpočet hodnot výšek z nepravdělně rozmístěných stanic do čtvercové sítě uzlových bodů velmi urychluje předpovědní proces.

Na podkladě rozboru jednotlivých metod objektivních analýz používaných velkými meteorologickými službami (metoda polynomů, korekční a optimální interpolace), jsme se rozhodli pro metodu posledně jmenovanou, tedy metodu optimální interpolace odvozenou Gandinem [10]. Tato metoda pracuje pouze s měřenými údaji výšek na stanicích a měsíčními normály. Měřený vítr neuvažuje. Její výsledky jsou překvapivě dobré a pro účely geostroficky aproximovaných modelů naprosto vyhovující.

Odchylku výšky Z'_0 od normálu v uzlovém bodě o dostaneme pomocí vztahu

$$Z'_0 = \sum p_i z'_i = p_1 z'_1 + p_2 z'_2 + \dots + p_n z'_n \quad (5)$$

kde z'_i jsou odchylky naměřených výšek od příslušného měsíčního normálu na stanicích a p_i jsou váhy s kterými jednotlivé stanice přispívají k výpočtu výsledné odchylky. Váhy vypočteme řešením soustavy lineárních algebraických rovnic, a to pro každý uzlový bod zvlášť, celkem tedy provedeme 520 řešení soustavy

$$\left. \begin{aligned} \mu_{11}(p_1 + \eta) + \mu_{12}p_2 + \dots + \mu_{1n}p_n &= \mu_{10} \\ \mu_{21}p_1 + \mu_{22}(p_2 + \eta) + \dots + \mu_{2n}p_n &= \mu_{20} \\ \mu_{n1}p_1 + \mu_{n2}p_2 + \dots + \mu_{nn}(p_n + \eta) &= \mu_{n0} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

kde μ_{ij} jsou korelační koeficienty a představují vzdálenost dvojice stanic i a j vyjádřenou prostřednictvím autokorelační funkce. μ_{ii} značí vzdálenost mezi stanicí a uzlovým bodem. η střední kvadratickou chybu měření výšek hladiny 500 mb a zároveň vystupuje ve funkci stabilizátoru řešení soustavy (6).

Uvedenou metodu objektivní analýzy jsme upřesnili:

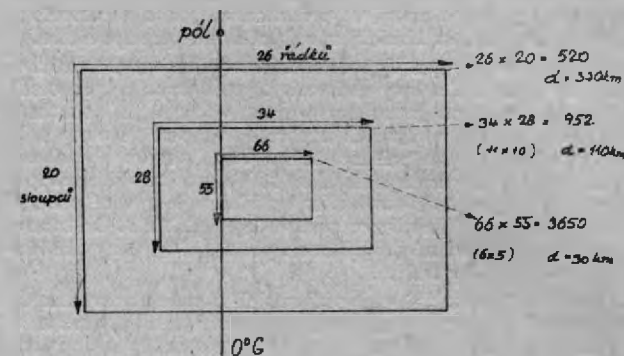
a) tím, že jsme zvolili proměnnou chybu měření η_i , a to podle typu sond (viz obrázek 3.).

b) Normální výpočet objektivní analýzy jsme nahradili tzv. procesem mnohonásobné interpolace, kdy po skončení prvního kroku (běžná optimální interpolace) se provádí zpětná interpolace vypočtených výšek do jednotlivých stanic, kde tyto údaje tvoří nové předběžné pole. Další výpočet pole výšek se provádí opět pomocí vztahu (5), kde od druhého kroku symbol z'_i představuje rozdíl mezi naměřenou a vypočtenou výškou v předcházejícím kroku na stanici. Váhy p_i se nemění během celé mnohonásobné interpolace.

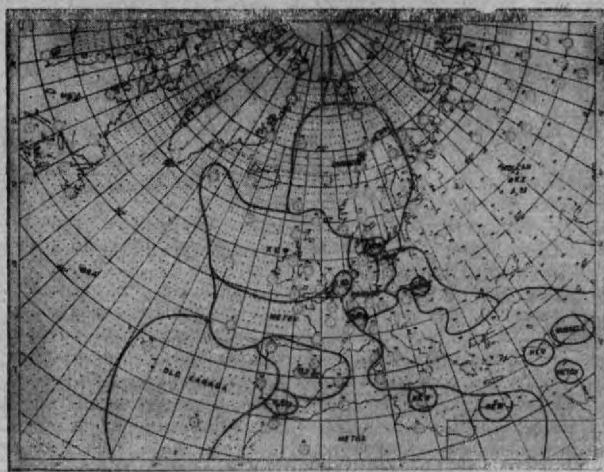
Naznačenou metodou se již po čtvrtém kroku upřesní výsledky objektivní analýzy natolik, že rozdíl v středech tlakových útvarů, kde u běžných analýz dochází k největším chybám, nepřesahuje jeden až dva dekametry [11].

K programu barotropní předpovědi výšek hladiny 500 mb byl připojen program výše popsané metody objektivní analýzy a 4. října 1966 byl zahájen pravidelný provoz. Vstupní data (výšky hladiny 500 mb na 312 aerologických stanicích nacházejících se v naší předpovědní oblasti), stejně jako výsledky objektivní analýzy a jednotlivých předpovědí, byly předávány dálkopisem. Tento systém pracoval naprosto spolehlivě až do listopadu 1968.

V roce 1967 byla připravena metodika a program automatického zpracování zpráv Temp umožňující výběr potřebných dat z celého programu mezinárodní meteorologické výměny jak přízemních tak i výškových pozorování, jejich



Obr. 2. Schematické znázornění všech tří typů prognostických map se sítí bodů a) 330 km, b) 110 km, c) 30 km, a to na 60° sev. zem. Sítky mapy polární stereografické projekce



Obr. 3. Rozdělení předpovědní oblasti podle typu radiosond používaných na jednotlivých stanicích

rozřídění, vyloučení duplikátů, kontrolu správnosti vybraných veličin a opravu zjištěných chyb.

Hodnocení dešifrovaných údajů na každé stanici provádíme pomocí tzv. vertikální kontroly. Princip metody spočívá v tom, že postupně porovnávané tloušťky $Z_{i+1} - Z_i$ vymezené hlavními izobarickými plochami s tloušťkami vypočtenými pomocí dešifrovaných údajů příslušných teplot t_{i+1} , t_i . Integrací rovnice hydrostatické rovnováhy, za předpokladu lineárního průběhu teploty v uvažované vrstvě, dostaneme rovnici

$$Z_{i+1} - Z_i = \frac{RT_0}{g} \ln \frac{p_i}{p_{i+1}} + \frac{R}{2g} \ln \frac{p_i}{p_{i+1}} (t_i + t_{i+1}), \quad (7)$$

kteřou můžeme rozepsat do následujícího pracovního schématu (obr. 4), kde symbolem 1 jsou označeny přípustné rozdíly mezi pravou a levou stranou v jednotlivých vrstvách. Vyskytne-li se chyba v některém z dešifrovaných údajů teploty nebo výšky, potom se zpravidla objeví ve dvou po sobě jdoucích vrstvách tím, že skutečné rozdíly Δ_{i+1} , Δ_i budou větší než přípustné hodnoty Δ_{i+1} , Δ_i .

Počítač přiřadí chybu výšce z oddělující od sebe obě vrstvy tehdy, jsou-li znaménka Δ_{i+1} a Δ_i různá. V opačném případě stroj přisoudí chybu údajů teploty t téže izobarické hladiny. Oprava se provádí pomocí vztahů

$$\pm (\mp) \Rightarrow z_i = z_i^* + \frac{1}{2} (\Delta_{i+1} + \Delta_i)$$

$$(\mp) (\pm) \Rightarrow t_i = t_i^* + \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta_{i+1}}{\Delta_{i+1}} + \frac{\Delta_i}{\Delta_i} \right)$$

Hvězdičkou je označen chybný údaj výšky resp. teploty.

Správnost údajů z hladiny 1000 mb testujeme za předpokladu $T = T_0 - \gamma (z - z_0)$, kde $\gamma = 0.5^\circ/100m$ pomocí pracovního vztahu

$$z = 2(273 + t_0) \left[1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{0.146} \right] + z_0$$

kde t_0 , p_0 jsou údaje teploty a tlaku na aerologické stanici a z_0 její nadmořská výška uvedená ve slovníku stanic společně s dalšími důležitými údaji o jednotlivých stanicích.

Vertikální kontrolou se nezjistí systematické chyby pozorování na aerologických stanicích. Tyto chyby zjišťujeme prostřednictvím tzv. horizontální kontroly, kdy porovnávané údaj teploty resp. výšky na stanici s příslušnou průměrnou hodnotou teploty nebo výšky vypočtenou z měření několika okolních stanic. Horizontální kontrolou prověřujeme pouze teplotu v hladině 850 mb a výšku v hladině 500 mb. Zjištěnou chybu v některém z obou prvků generalizujeme na celý výstup a stanici vyloučíme z dalšího zpracování.

V krátkosti popsaný systém automatické kontroly zpráv Temp byl doplněn o výpočet tzv. diagnostických veličin

$$\begin{aligned}
Z_{850} - Z_{1000} &= 1298,02 + 2,38(t_{850}^* + t_{1000}^*) & \Delta &= 30 \text{ m} \\
Z_{700} - Z_{850} &= 1550,73 + 2,84(t_{850}^* + t_{700}^*) & \Delta &= 20 \text{ m} \\
Z_{500} - Z_{700} &= 2687,34 + 4,92(t_{700}^* + t_{500}^*) & \Delta &= 15 \text{ m} \\
Z_{400} - Z_{500} &= 1782,26 + 3,26(t_{500}^* + t_{400}^*) & \Delta &= 15 \text{ m} \\
Z_{300} - Z_{400} &= 2297,66 + 4,21(t_{400}^* + t_{300}^*) & \Delta &= 20 \text{ m} \\
Z_{200} - Z_{300} &= 3238,85 + 5,93(t_{300}^* + t_{200}^*) & \Delta &= 40 \text{ m} \\
Z_{150} - Z_{200} &= 2297,66 + 4,21(t_{150}^* + t_{200}^*) & \Delta &= 30 \text{ m} \\
Z_{100} - Z_{150} &= 3238,83 + 5,93(t_{150}^* + t_{100}^*) & \Delta &= 30 \text{ m}
\end{aligned}$$

resp

$$Z_{100} - Z_{200} = 5536,08 + 10,14(t_{200}^* + t_{100}^*) \quad \Delta = 50 \text{ m}$$

Obr. 4. Pracovní vzorce pro výpočet vertikální kontroly jednotlivých zpráv TEMP

usnadňujících meteorologovi kvantitativní úvahy o vývoji počasí nad důležitými úseky front.

V lednu 1968 byl proveden pokus s komplexní automatickou linkou ve Výpočetní laboratoři. Pro nedostatek pracovních sil na dálnopisném oddělení Výpočetní laboratoře musel být provoz zastaven. Všechna jednání s představiteli Výpočetní laboratoře o zařazení „předpovědní linky“ do provozní náplně jejich počítače byly marné.

Hydrometeorologický ústav uzavřel novou hospodářskou smlouvu s výpočetním střediskem Státního ústavu sociálního zabezpečení (Praha 5, Křížová 25) vlastní počítač téže generace — LEO 326. Zapojení programu automatického zpracování dat resp. celé předpovědní linky vyžadovalo rychlý přenosový telekomunikační systém. Spojovací služba nájala Marconi data system s modeмы H 6010 a H 6011 od Výzkumného ústavu sdělovací techniky. Tento systém předával data rychlostí 600 resp. 1200 Bd ale byl velmi poruchový a proto nebyla po uplynutí ověřovací doby nájemní smlouva obnovena.

Od jara 1969 se pouze sporadicky počítal původní malý program objektivní analýzy a barotropní předpovědi výšek hladiny 500 mb. Informace oběma směry byly a jsou dosud předávány dálnopisem. Vzhledem k špatnému spojení mezi Komořany a Smíchovem vznikaly stále větší prostoje a v létě provoz ustal úplně.

K obnovení provozních výpočtů malého programu došlo až začátkem října 1969. S velkým programem, tj. automatickým zpracováním aerologických a synoptických zpráv, objektivními analýzami běžných výškových polí, tlouštěk relativních topografií, vertikálních rychlostí a jejich předpovědi včetně výpočtu termálního větru a všech diagnostických veličin se v roce 1970 s největší pravděpodobností nezačne opět ze stejného důvodu jako se nezačalo počítat v roce 1963!

Uvedme v krátkosti ještě některé další výsledky, které byly dosaženy v Synoptické a letecké službě v oboru numerických předpovědních metod.

V roce 1969 byl J. Vocetkou sestaven program řešení balanční rovnice

$$\begin{aligned}
\frac{1}{\lambda} \nabla^2 \Phi &= \nabla^2 \Psi + \frac{1}{\lambda} \nabla \lambda \cdot \nabla \Psi - \frac{2}{\lambda} \left[\left(\frac{\partial \Psi}{\partial x \partial y} \right)^2 - \right. \\
&\quad \left. - \frac{\partial^2 \Psi}{\partial^2 x} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} \right] \quad (8)
\end{aligned}$$

umožňující výpočet proudnic z pole výšek z hladiny 500 mb. Složky proudové funkce nám vytvoří vhodné předběžné pole pro výpočet objektivní analýzy skutečných složek rychlosti větru $\vec{w}$. Mimo to balanční rovnice upřesní výpočty jak barotropního tak i baroklinního modelu [12].

V téže roce bylo provedeno zhodnocení objektivních analýz metodou korekce (používanou ve Spojených státech) a metodou optimální interpolace používanou naší službou. Nejzajímavější jsou dva následující poznatky:

1. Odchytky směrů větru mezi vypočtenými (geostroficky) a skutečnými hodnotami jsou u korekční metody menší

v oblasti s dostatečně hustou staniční sítí než u metody optimální interpolace.

2. Střední kvadratické rozdíly mezi vypočtenými a naměřenými hodnotami výšek na 192 stanicích jsou výrazně menší u optimální interpolace než u metody korekce [13].

Pomocí statistického vztahu

$$AT_{300} = AT_{500} + 0,53 RT_{1000-500} + 70 \text{ dkm}$$

uvádějícího v souvislost výšky hladiny 300 mb s výškami izobarické plochy 500 mb a tloušťky relativní topografie 1000—500 mb, byl rozšířen počet předpovídaných hladin pomocí baroklinního modelu (1) o pole výšek 300 mb hladiny — zvláště důležité pro leteckou předpověď [14].

Závěr

Co lze říci závěrem k problematice objektivních předpovědních metod v synoptické službě. Je více než zřejmé, že rozvoj aplikovaného výzkumu numerických předpovědních metod bude ovlivňován činností evropských regionálních meteorologických center: Tato střediska budou v nejbližší době dodávat národním meteorologickým službám poměrně dobře regionálně specifikované výškové předpovědi.

Bude tedy nutné přehodnotit naše názory na výpočty hemisférických výškových předpovědi v národních meteorologických službách a obrátit pozornost na problémy mezosynoptické lokální předpovědi jednotlivých meteorologických prvků a tím vlastního počasí.

K tomuto problému chceme zaměřit práci našeho výzkumu v příštích letech. Prozatím jsme upravili objektivní analýzu optimální interpolací pro dva další typy předpovědní sítě s podstatně jemnějším horizontálním krokem sítě, a sice 110 km a 30 km. Sít s krokem 110 km obsahuje celkem 952 bodů a pokrývá centrální oblast Evropy s poměrně nejhustší sítí aerologických stanic. Budeme v ní studovat závislost přímo neměřených fyzikálních veličin jako např. vorticitu, divergenci, vertikální rychlosti apod. na velikosti prostorového kroku.

Naděje vložené do těchto neměřených veličin nepřinesly prozatím plný úspěch mimo jiné též proto, že nebyla doposud dostatečně vyjasněna funkční závislost fyzikálních předpokladů modelu, přesnost jejich matematických řešení (do této kategorie problémů patří též fyzikálně málo opodstatněná hlazení polí při náznaku početní instability) a velikost předpovídaného meteorologického jevu na volbě horizontálního a vertikálního kroku sítě. Uvedme pro ilustraci alespoň výrazné rozdíly v hodnotách vertikálních rychlostí resp. divergencí při změně kroku sítě.

Domnívám se, že komplexní předpověď počasí nemůžeme již nadále řešit pomocí modelů založených na rovnici vorticity, předpokladu hydrostatické rovnováhy atmosféry a škále málo reálných aproximací větru. Tyto a jiné běžně používané předpoklady nám umožňují vypočítat velmi kvalitní hemisférické předpovědi výškového proudění, ale nejsou samy schopny vyřešit problém vlastní předpovědi počasí.

Nejhustší sít pro tzv. mezosynoptické předpovědi jsme situovali do prostoru naší republiky. Obsahuje 3630 uzlových bodů na ploše původních 6×5 bodů. V této síti budeme nejprve studovat pomocí fyzikálně numerických, statistických resp. dynamicko-klimatologických metod a výsledků pozorování meteorologických družic, chování jednotlivých vzduchových hmot přicházejících do české kotliny přes pohraniční hory, tedy vzduchových hmot modifikovaných orografií, turbulencí a třením.

Podaří-li se nám na základě poznání skutečnosti sestavit fyzikálně numerický model pro lokální předpověď počasí, potom budeme řešit problém okrajových podmínek tohoto modelu pomocí předpovědních hodnot z makrosynoptických předpovědí získaných faximili z některého regionálního meteorologického centra.

Věřím, že i v národních meteorologických službách bude celý předpovědní proces plně automatizován. Meteorologové se postupně přesunou do výzkumných laboratoří budovaných u meteorologických ústavů, kde v těsné blízkosti řídicího počítače budou zdokonalovat provozně používané prognostické modely. Jiní meteorologové naopak odejdou do národních regionálních meteorologických středisek, kde budou připravovat detailní prognózy, vydávat výstrahy apod. pro jednotlivé stanice a důležité hospodářské aglomerace jako např.

Ostravu, Ústí nad Labem, Chomutov a jiné. Při této práci se pravděpodobně nejvíce uplatní moderní statistické metody. Ze vztahů mezi mezosynoptickou předpovědí, lokálními podmínkami proudění a detailně prozkoumaným dlouholetým průběhem počasí na uvažované stanici, vypočte meteorolog místní předpověď počasí.

Budeme-li extrapolovat dnešní úspěchy makrosynoptických předpovědí výškového proudění, potom můžeme s dostatečnou směrlostí tvrdit, že ještě před koncem našeho tisíciletí bude ukončen dlouhý vývoj od subjektivních k objektivním předpovědím počasí, a to jak krátkodobým tak i dlouhodobým a sezónním.

Lze si jen přát, aby i Československá meteorologie mohla přispět alespoň malým dílem k procesu poznání atmosférických dějů a tím i jejich kvalitnější předpovědi.

Literatura:

- [1] *Richardson L. F.* (1922): Weather prediction by numerical process. University Press, Cambridge p. 236.
- [2] *Charney J. R., Fjortoft R., J. von Neumann* (1950): Numerical integration of the barotropic vorticity equation. *Tellus* 2—4, p. 237.
- [3] *Klein W. H.* (1969): The computers' role in weather forecasting. *Weatherwise*, vol. 22, 5, p. 195.
- [4] *Белов П. Н.* (1963): Практические методы численного прогноза погоды. Гидрометиздат, Ленинград, p. 258.
- [5] *Cressman G. P.* (1963): A three level model suitable for daily numerical forecasting. NMC Technical Memorandum, no. 22, p. 27.
- [6] *Shuman F. G., Hovérnale J. B.* (1968): An operational six-level primitive equation model. *Journal of Applied Meteorology*, august, p. 527.
- [7] *Malot S., Vitek V., Žikmunda O.* (1963): Početní předpověď tlakového pole ve střední troposféře. *Meteorologické zprávy*, 5, p. 118.
- [8] *Žikmunda O.* (1961): Точность упрощенного графоаналитического прогноза абсолютной топографии 500 мб. *Studie geoph. et geod.* 5, p. 171.
- [9] *Škoda M.* (1965): Výsledky poloprovozních zkoušek numerických barotropních předpovědí AT 500 mb. *Meteorologické zprávy*, 4, p. 96—100.
- [10] *Гандин Л. С.* (1959): Задача об оптимальной интерполяции. Труды ГГО, выпуск 99.
- [11] *Škoda M.* (1969): Některé náměty na upřesnění objektivní analýzy metodou optimální interpolace. *Meteorologické zprávy*, 3, p. 55—60.
- [12] *Škoda M., Vocetka J.* (1970): Řešení balanční rovnice. Resortní úkol HMÚ, p. 20.
- [13] *Škoda M.* (1970): Porovnání výsledků objektivní analýzy metodou optimální interpolace a metodou korekční. *Meteorologické zprávy*, 2, p. 50—55.
- [14] *Vondráčková H.* (1969): Předpověď výšky hladiny 300 mb. *Meteorologické zprávy*, 4, p. 100.

ÚVAHA O STAVU A PERSPEKTIVÁCH VÝVOJE SYNOPTICKÉ METEOROLOGIE

Цели и задачи синоптической метеорологии. Требования, предъявляемые общественностью. Нынешнее состояние развития и методы возможные и используемые. Ограниченность их возможностей. Расширение возможностей, новые средства и новые способы подхода. Возможности развития малых служб. Предполагаемые результаты для метеорологии, как науки. Перспективы возможности удовлетворения требований общественности.

Ziele und Aufgaben der synoptischen Meteorologie. Forderungen der Gesellschaft. Bisherige Entwicklung und mögliche und angewandte Methoden. Beschränktheit ihrer Möglichkeiten. Erweiterung der Möglichkeiten, neue Mittel und neue Wege. Entwicklungsmöglichkeiten kleiner Dienste. Vorausgesetzte Ergebnisse für die Meteorologie als Wissenschaft. Aussichten auf die Befriedigung der Forderungen der Gesellschaft.

Úvaha neodpovídá přesně názvu, který mi byl dodán. Snad by se spíš měla jmenovat „Jak dál?“ nebo tak nějak. Ale to posuďte sami. Jde o poznámky prognostika, který předpovídá už 32 let a není spokojen s tím, jak pomalý byl pokrok za tu dobu a je přesvědčen, že teď nastává doba, kdy by se prognostika v meteorologii mohla posunout o několik kroků kupředu a byl by rád, kdyby se to u nás neproměškalo.

Cílem každé vědy je studovat, poznávat, pochopit a vysvětlit, případně měnit skutečnost. Meteorologie jako fyzika atmosféry a jako její část má vysvětlovat jevy a pochody v ovzduší. Nejen však to. Ona má už od svého začátku před více než sto lety jeden úkol, který se nevyskytuje v ostatních fyzikálních vědách. Má předpovídat jak budou jevy a pochody v atmosféře probíhat v dalších časových úsecích. „I to řeší např. fyzika“ řeknete. Ano, ale jsou tu poněkud jiné časové nároky. Fyzik si může svoje závěry a výpočty ověřit třeba desítkami experimentů, synoptik musí nechat experimentovat přírodu a nemůže jen čekat, jak experiment dopadne, ale má říci v jakém stadiu bude experiment dnes, zítra, za tři dny, nebo za měsíc zde, v místě, kde pracuje nebo v místech stovky kilometrů vzdálených a v různých výškových hladinách nad povrchem země. Toto ovšem nezáhdá žádný zákazník, ať je to instituce nebo jednotlivec. Ti obvykle chtějí znát jaké počasí bude zítra, nebo za týden, nebo v příštím měsíci, v Tatrách, na polích JZD nebo na silnici přes Vysočinu nebo na letišti v Moskvě. Tazatelé obvykle nejde o to, jak a proč vzniká dešť nebo vítr, ale o předpověď deště, větru atd. A většinou to chce vědět proto, aby podle toho mohl zařadit své další jednání, svou činnost, která je na počasí závislá.

Z hlediska společnosti je hlavním úkolem synoptiky teď i v budoucnosti předpověď. A každý synoptik se tak na věc i sám dívá.

Nechceme-li začínat u Babyloňanů nebo Řeků, ale začneme-li až dvacátým stoletím, potom můžeme směle tvrdit, že jsou používány dvě metody předpovědi: *Empirická* (fyzikálně logická) *extrapolace* a metoda *numerické* předpovědi. První je dle zavedena v praxi, druhá musela na zavedení do praxe čekat, až elektronika a matematika vyrobí dostatečně výkonné a velmi rychle počítací stroje. Obě jsou zatím zhruba stejně úspěšné, nebo chcete-li neúspěšné. Jejich úspěšnost velmi slabne s časem. Maximálně dosáhnou tak na pět dní dopředu. A to je nejzazší hranice. Za touto hranicí musíme používat statistické metody, analogy, zkušenost, persistenci a některé ještě horší náhražky hraniční někdy s astrologií.

Dříve byla používána jedna metoda (empirické extrapolace), dnes se používají obě současně. Při tom někde, a to i u nás, převládá extrapolace. Protože však obě předpokládají zhruba stejné počáteční informace, lze se domnívat, že převládne numerická prognosa, která je schopna rychleji zpracovat stoupající počet informací. Není ovšem vyloučeno, že dojde k určité symbioze mezi numerickou předpovědí a empirickými postupy frontologické synoptiky. Nové informace, hlavně fotografie oblačnosti z družic jsou totiž snáze zvládnutelné frontologicky než současnými numerickými modely. Je však vyloučené předpokládat, že by mohla existovat služba, která

by neměla elektronické počítače. Exploze informací, která již začala a která se bude stupňovat díky radarům, laserům, sputníkům, automatickým stanicím a rozšiřováním údajů a měření dosavadních stanic přízemních i výškových by jinak nebyla zvládnutelná. Dostával-li ještě nedávno synoptik na polokoulové mapě informace rovné 10^5 bitů, potom v polovině sedmdesátých let to bude už 10^{10} bitů (odhad S. F. Singer).

Takové množství přijatých informací umožní požadovat na prognostikovi víc informací výstupních. Vzniká reálná možnost zdokonalit nejenom současné modely „krátkodobé“, ale vypracovat i modely všeobecné cirkulace atmosféry, a to nejen „klimatické“ ale i prognostické.

To ovšem není moje úvaha, ale to je plán. A ne plán jedné služby, ale Světové meteorologické organizace. V 70. letech se začne uskutečňovat program WWW a s ním současně bude probíhat Garp.*)

*) WWW (World Weather Watch) — u nás mluvíme o Světové službě počasí nebo o Světové hlídce počasí. Tento nový systém Světové meteorologické organizace předpokládá normalizované sítě rovnoměrně rozložených stanic po celé zeměkouli, doplňované informacemi z letadel, umělých družic, radarů atd., jejich rychlý sběr, vysílání a výměnu jak těchto informací tak i rozborů, zpracování a prognostických mapových podkladů, jak ve formě kodovaných, tak i grafické (faksimile).

Protože je nerentabilní, aby každá služba zpracovávala všechno, je navrhována třístupňová dělba práce mezi centry světovými, regionálními a národními. Regionální centra zatím nebyla ustavena, světová již fungují.

Podrobnější vysvětlení viz: M. Novotný, Met. zprávy 1964, č. 3 A. Vesecký, Met. zprávy 1965, č. 4.

GARP (Global Atmospheric Research Programme) je společný program WMO a ICSU (tedy organizací vládních a nevládních) a týká se mezinárodní vědecké spolupráce. Velmi stručně jde o studium těch fyzikálních procesů v troposféře a stratosféře, které jsou podstatné pro pochopení náhlých změn atmosféry, které se projevují ve velkoprostorových fluktuacích a určují změny počasí. To pomůže upřesnit prognosu na den až několik týdnů.

Dále jde o pochopení těch faktorů, které určují statistické vlastnosti všeobecné cirkulace atmosféry, což povede k lepšímu pochopení fyzikálních základů klimatu. Takový program se skládá ze dvou navzájem na sebe působících částí.

1. Návrh a vyzkoušení řady teoretických modelů podstatných vztahů v atmosféře, aby byl možný popis význačných fyzikálních procesů a jejich působení.

2. Pozorovací a experimentální studie atmosféry, které by poskytl potřebná data pro takové teoretické modely.

První Garp globální pozorovací rok se předpokládá v letech 1974–75, přičemž vývoj přístrojový musí být ukončen nejpozději v první polovině r. 1971.

Podrobnější vysvětlení viz: Garp Publications Series, (zatím vyšla čísla 3, říjen 1969).

Pro nás z toho plyne nutnost přizpůsobit rozvoj naší služby celosvětovému vývoji, protože synoptiku nelze ani v té nejprimitivnější formě dělat na vlastním písečku bez mezinárodní spolupráce. Čím menší píseček, tím je nutnější spolupráce a tím je prognostická praxe relativně nákladnější, má-li být udržen krok.

A z toho plyne pro další léta, pro rozvoj naší meteorologie, pro zdokonalování a rozšiřování prognóz, pro jejich zkvalitňování, prodlužování jejich platnosti nutnost rozhodnout, co můžeme a co musíme dělat a co k tomu budeme potřebovat. K zvládnutí toku informací potřebujeme kvalitní spojovací prostředky včetně elektronického počítače. Pro zpracování, výpočty a prognózy opět elektronický počítač. Další vybavení jako radar a APT aparaturu předpokládám. A co budeme dělat. Rozhodně nebudeme schopni dělat všechno, co velké vybavené služby. A tady bude nutno rozhodnout podle vývoje, které materiály budeme přebírat už zpracované a které budeme zpracovávat sami. Už dnes, bez jakýchkoli zkušeností lze předpokládat, že materiály z jižní polokoule nebudeme zpracovávat i když pro dlouhodobou předpověď budou potřebné. Hlavní podkladový materiál pro krátkodobou prognózu budeme pravděpodobně zpracovávat sami. Je jisté, že i zde bude nutné používat některých výsledků a prognóz cizích služeb. Pro prognózy na delší dobu budeme asi nuceni používat cirkulačních prognóz cizích služeb a na

ty pak budeme asi naroubovávat regionální řešení vlastní výroby.

Mohl bych ještě dále rozvádět co budeme a co nebudeme dělat, jak po prognostické, tak po poznávací linii, ale to bude více záležet na tom, jaké budeme mít prostředky materiální, jaké vybavení. Podle mých zkušeností bylo vždy snazší v meteorologii sehnat lidi, kterým to myslí, kteří vědí, co by se dalo dělat, než zařízení, které by umožnilo to uskutečnit.

Budou-li prostředky, může společnost předpokládat, že dostane dobrou předpověď na 3 až 5 dní dopředu a vyhovující na 15 až 30 dní. Víc zatím nelze slíbit pro příštích 10 let. Půjde-li vývoj rychleji než předpokládám, budou meteorologové spokojeni a společnost příjemně překvapena. Nedojde-li k pokroku ve vybavení služby, nelze předpokládat, že se udrží na současné úrovni, ale musí jít nutně dolů, protože při nadbytku informací jich bude mít pro nepřehlednost prakticky méně než dříve měla. Alespoň náznaky toho se už objevují.

Je snad zřejmé, z toho co jsem uvedl, že nejde ani o plané fantazie, ani o pesimistické zastrašování, ale o strážlivý odhad dalšího vývoje jen v hrubých rysech. Před synoptiky, prognostiky i teoretiky staví nejbližší budoucnost problematiku sice složitou, ale myslím i zvládnutelnou. A byl bych rád, aby se jí mohli zabývat úspěšně i u nás.

DRUŽICOVÁ METEOROLOGIE

Современное состояние спутниковой метеорологии и ее проблемы.

Историческое введение. Метеорологические спутники, работающие в настоящее время, их рабочая программа и практическое использование (главным образом телевизионные снимки облачности и измерение инфракрасной радиации с высокой различительной способностью).

Состояние спутниковой метеорологии в ЧССР.

Первый опыт с внедрением АРТ-снимков в текущую практику, их использование в синоптической службе, в особенности в качестве ценного материала при анализе приземных карт. Некоторые открытия в анализе синоптических станций с использованием измерения инфракрасной радиации.

Будущая программа метеорологических спутников и перспективы развития спутниковой метеорологии.

Gegenwärtiger Stand der Satelliten-Meteorologie und ihre Problematik.

Historische Einleitung. Gegenwärtig arbeitende Wettersatelliten, ihr Arbeitsprogramm und praktische Ausnutzung (vor allem Fernsehaufnahmen der Bewölkung und Messungen der infraroten Strahlung mit hoher Auflösungsgüte).

Stand der Satelliten-Meteorologie in der ČSSR.

Erste Erfahrungen mit der Einführung von АРТ-Aufnahmen in den Betrieb, ihre Verwendung im synoptischen Dienst vor allem als wertvolles Material bei der Analyse der Bodenkarte. Einige Erkenntnisse aus der Analyse der Witterungslagen unter Verwendung der Messung der Infrarotstrahlung.

Das zukünftige Programm der Wettersatelliten und die Entwicklungsperspektiven der Satelliten-Meteorologie.

Družicová meteorologie je jedním z nejmladších odvětví meteorologie. Její počátek se datuje do roku 1960, kdy byla ve Spojených státech amerických vypuštěna a uvedena do provozu první meteorologická družice typu TIROS. V průběhu dalších let byly uvedeny na oběžnou dráhu kolem Země další družice této série, celkem jich bylo deset. Družice měly na palubě televizní kamery pro snímky obláčnosti a radiometry pro měření infračerveného záření. Roku 1964 byla vypuštěna první družice typu NIMBUS. Na družicích této série jsou zkoušeny nové přístroje a metody, které se pak používají na družicích systému TOS. V současné době pracuje družice NIMBUS 3, která předává na Zemi pomocí АРТ systému televizní snímky obláčnosti a radiální měření v oboru infračervených vlnových délek. АРТ systému pro přímé předávání televizních snímků obláčnosti na Zemi bylo po prvé použito na družici ESSA 2 TOS systému roku 1966. Tato družice jako první začala denně dodávat snímky, zachycující celý povrch zemský (vyjma oblastí polární noci). Družice ESSA 2 je stále ještě v provozu. Z téže série pracuje v současné době také družice ESSA 8. Družice typu ESSA létají ve výšce kolem 1400 km a rozlišovací schopnost jejich televizních snímků je ve středu obzoru asi 3 km. Družice typu NIMBUS létají ve výšce kolem 1100 km a rozlišovací schopnost jejich snímků je stejná, zatímco rozlišovací schopnost infračervených snímků je v bodu pod družicí necelých 10 km. Družice obou sérií mají téměř kruhovou dráhu. Průmět jejich dráhy na Zemi protíná rovník vždy ve stejný místní čas. V lednu roku 1970 byla uvedena na oběžnou dráhu první družice nové zdokonalené série ITOS 1, která začala provozně pracovat v únoru. Létá ve výšce necelých 1500 km, podobně jako družice typu ESSA a NIMBUS. Pracuje АРТ systémem a vysílá na Zemi střídavě vždy televizní snímek následovaný infračerveným snímkem. Posledním druhem amerických družic, které plní meteorologické úkoly, jsou stacionární družice ATS, létající ve výšce 36 000 km. Družice vysílají mozaiky televizních snímků АРТ stanicím. U nás je možno přijímat informace z družice ATS 3, která „visí“ nad ústím Amazonky.

Informace o projektech sovětských meteorologických družic jsou dosti omezené. První meteorologická družice KOSMOS 122 byla vypuštěna roku 1966 a ostatní následovaly v pozdějších letech. Tyto družice jsou funkčně podobné americkým družicím typu TIROS. Meteorologické úkoly plní také družice typu ZOND.

V naší meteorologické službě začaly být využívány informace z meteorologických družic až v srpnu roku 1969, kdy byla dána na aerologické observatoři v Praze-Libuši do provozu АРТ aparatura sestavená ing. Kyjovským se spolupracovníky z Hydrometeorologického ústavu. Byla sestavena speciální anténa a vysokofrekvenční přijímač, jako fotofaximile bylo použito sovětského výrobku Něva. Touto aparaturou je možno v současné době přijímat televizní snímky obláčnosti

ze všech čtyř amerických meteorologických družic, které jsou nyní v provozu: ESSA 2, ESSA 8, ITOS 1, NIMBUS 3. Z každé družice lze zachytit signály ze 3 až 4 sousedních přeletů denně, z jednoho přeletu lze získat nejvýše 4 až 6 snímků v závislosti na typu družice a roční době. Snímky se navzájem překrývají. Z každé družice se získá denně mozaika snímků, která zachycuje geografickou rozlohu o průměru asi 70° zeměpisné šířky a pokrývá téměř celou oblast pracovní synoptické mapy. Na každém snímku se určuje geografická poloha jeho středu, kromě toho existují sítě zeměpisných souřadnic, pomocí nichž se provádí geografické přiřazení snímků. Také na snímcích samotných bývají často vidět v bezoblačných oblastech rysy povrchu zemského. Pevnina se zpravidla jeví jako světlejší než moře vyjma míst, kde dochází k odrazu slunce na vodní hladině, který bývá velmi jasný. Oblasti vegetace, zvláště lesů, mají poněkud nižší albedo než ostatní pevnina. Výrazně jsou patrné rysy pevniny tam, kde leží sněhová pokrývka, která má vysoké albedo. Zvláště jasné bývají na snímcích vyjádřeny zasněžené hřebeny hor, které mají typickou dendritickou strukturu. Také zamrzlé vodní plochy se jeví na snímcích jako značně světlejší než nezamrzlá voda.

Z meteorologického hlediska si všímáme zejména obláčnosti, která má všeobecně vysoké albedo. Podle toho, jak se obláčnost na snímcích jeví, lze soudit o jejím typu, odhadnout její výšku, strukturu horní hranice, hustotu apod. Jinak se jeví obláčnost frontální, jinak nefrontální. Toho lze v bohaté míře využít při analýze synoptických map, neboť meteorolog může mít snímky k dispozici velmi brzy po té, co byly na družici exponovány. Pro analýzu jsou snímky zvláště cenné v oblastech s řídkou sítí synoptických stanic, jako jsou zejména oceány. Snímky dávají spojitý pohled na oblačné systémy. Frontální obláčnost má zpravidla svou horní hranici poměrně vysoko a zakrývá nejen zemský povrch, ale i nižší obláčnost. O její výšce lze soudit také podle stínů, které vrhá na zemský povrch či nižší obláčnost. Frontální obláčnost je zpravidla protažená podél front, má pásovou strukturu, ale její struktura se případ od případu poměrně značně liší; někdy má její horní hranice poměrně hladký povrch, jindy, zvláště při instabilním vrstvení atmosféry, v ní pronikají vzhůru cumulonimby nebo jejich konglomeráty. Frontální obláčnost má často na svém okraji směřujícím ke studenému vzduchu tzv. jet streamovou obláčnost skládající se z oblaků typu Ci, Cs, která má svoji hranici v těsné blízkosti osy jetového proudění. V centrální oblasti tlakových níží se obláčnost okluse i obláčnost vyskytující se ve studeném vzduchu zatáčí do spirály. Její střed udává střed ohniska kladné relativní vorticity ve výšce, kde se vyskytuje obláčnost. Kupovitá obláčnost ve studeném vzduchu má typický vzhled, zejména nad oceány. Při vpádu studeného vzduchu nad teplejší oceán dochází k tvorbě cumulu až po určité dráze jeho postupu, vzniklé cumuly se zprvu většinou řadí do řad rovnoběžných s termálním větrem vrstvy, ve které dochází ke konvekci. Při svém

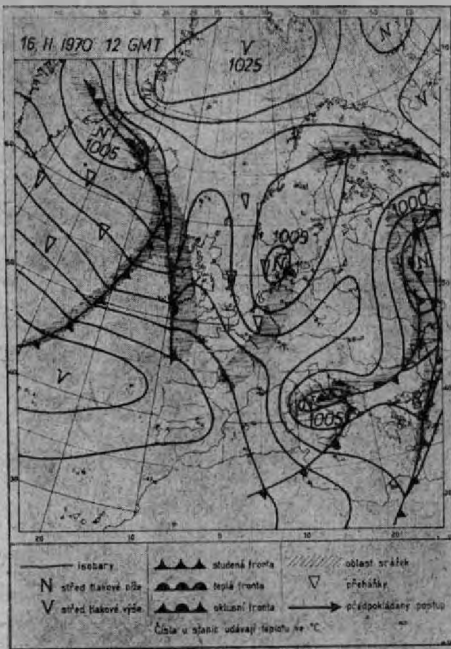
dalším postupu tvoří cumuly „buněčnou“ strukturu, cumuly tvoří hranice oblastí s poměrně jasným počasím tzv. buněk. Diametr buněk bývá řádově desítky km. Nízká vrstevnatá oblačnost a mlhy má typickou amorfní strukturu, neboť její horní hranice je relativně rovná. Její horizontální hranice se přizpůsobují terénu. Tato oblačnost často zaplavuje údolí, při jejím rozsáhlejší výskytu bývá na snímcích jasně patrné, jak z ní vystupují horské masívy. Ale nejen nízká oblačnost, rovněž oblačnost vysoká a střední bývá ovlivněna terénem, zejména horami. Při dostatečně vysoké rychlosti větru se tvoří za horskými hřebeny vlny, které jsou orientovány kolmo na směr proudění. V zimním období působí rozeznání oblačnosti nad zasněženým terénem určité potíže, ale při dobré kvalitě snímků a dostatečné zkušenosti jsou tyto potíže snadno překonatelné. Podle vzhledu oblačnosti se dá rovněž usuzovat na charakter a intenzitu srážek. Čím výše sahají vrcholky oblaků, tím při jinak stejných podmínkách jsou srážky intenzivnější. Při rovném vzhledu horní hranice oblačnosti bývají srážky svou intenzitou rovnoměrné, při nerovném vzhledu bývají značné územní a v závislosti na postupu i časové rozdíly v intenzitě srážek. To, co bylo právě řečeno o běžném provozním využití družicových snímků, zdaleka nevyčerpává všechny možnosti; byly pouze naznačeny některé nejdůležitější směry využití.

Jako příklad uvedeme situace ze dnů 16. a 17. února 1970. Na snímcích družice NIMBUS 3 ze dne 16. února 1970 (obr. 1) máme zachycenou oblast západní Evropy a východního Atlantiku. Z rysů terénu je zřetelně vidět zasněžená jižní část Norska, zasněžené pohoří Skotska a jižní část Anglie, kde je rovněž sněhová pokrývka. Na severozápadě je dobře patrné zaledněné Grónsko. V oblasti zachycené snímkem je zonální proudění, ve kterém postupují frontální systémy s Atlantiku nad Evropu (obr. 2). Brázda nízkého tlaku, táhnoucí se od Dánska nad Francii, je doprovázena sněžením. Na snímcích se jeví nad zasněženou pevninou jako ne příliš kompaktní oblast střední oblačnosti s dobře patrnou strukturou. Frontální systém nad východním Atlantikem je spojený s tlakovou níží se středem západně od Islandu. Oklusní fronta probíhá přes Island k jihovýchodu do oklusního bodu severozápadně od Skotska; Odtud se táhne teplá fronta přes Irsko nad Biskajský záliv, studená fronta probíhá směrem jihozápadním na sever od Azorských ostrovů. Na družicových snímcích je oblačnost celého frontálního systému výrazně patrná. V severní části



Obr. 1

frontálního systému, kde jsou fronty aktivní, má horní hranice frontální oblačnosti poměrně hladký vzhled (je tvořena zřejmě z oblaků typu Cs), z toho lze soudit na trvalé srážky rovnoměrné intenzity. V jižní části studené a teplé fronty je oblačnost již méně kompaktní. Oblačnost na frontách má více či méně patrnou pásovou strukturu s pásy rovnoběžnými s frontami. Pásová struktura je dobře patrná na studené frontě, kde také frontální oblačnost má za frontou ostrou hranici a vrhá stín na nižší oblaky, vyskytující se ve studeném vzduchu. Oblačnost teplé fronty má na studené straně neostrou hranici, je zde patrný postupný nástup vysoké oblačnosti typu Cs. V centrální oblasti tlakové níže, se středem západně od Islandu, tvoří frontální i nefrontální oblačnost ne příliš dobře patrný vír. Ve studeném vzduchu za studenou a oklusní frontou, je rozsáhlá oblast kupovité oblačnosti,



Obr. 2

tvořící výraznou prázdnobuněčnou strukturu. Na západě a severu je tato struktura jemnější a nese rysy oblačných řad, směrem po proudění se buňky postupně zvětšují. Podél jiho-východního pobřeží Grónska je pás, kde se oblačnost ještě nestačila vytvořit. Z této oblasti byla hlášena z pozorování lodí střídavá oblačnost typu Cu, Cb s dešťovými i krupkovými přeháňkami.

Snímky družice NIMBUS 3 ze dne 17. února 1970 (obr. 3) zachycují Evropu, kromě její východní části. Z terénních rysů je na snímcích dobře patrná zasněžená Skandinávie a Dánsko. Zasněžené hřebeny skandinávských hor mají typickou dendritickou strukturu a mají daleko větší albedo než ostatní, převážně zalesněná pevnina. Zamrzlá a zasněžená část Baltického moře je rovněž světlejší než zalesněná pevnina. Na jihu Evropy jsou dobře vidět zasněžené Apenniny a pohoří na Korsice, zasněžené Alpy jsou částečně překryty mraky. Zasněžená rovina Polska a Bílé Rusi má svůj typický vzhled. Na severním okraji lze rozeznat část zasněženého povrchu Islandu. Na přízemní mapě ze dne 17. února 1970 12 h GMT (obr. 4) vidíme, že frontální systém postoupil s východního Atlantiku nad západní Evropu. Oklusní fronta vychází ze středu níže severozápadně od Skotska nad Lamanšský průliv, kde je oklusní bod. Odtud se táhne teplá fronta nad východní Francii a západní Středomoří, studená fronta nad severozápadní Francii a Biskajský záliv. V blízkosti oklusního bodu se vytvořila samostatná tlaková níže. Oblačnost frontálního systému je na družicových snímcích opět dobře patrná. V centrální oblasti tlakové níže se středem severozápadně od Skotska je velmi dobře vyjádřený vír. Oblačnost oklusní fronty se spirálovitě zatačí do středu víru. Nově vytvořený střed tlakové níže v blízkosti oklusního bodu se již ve tvaru oblačnosti také projevuje. Hlavní oblačnost front se vyskytuje severně od Alp, zde také spadlo nejvíce srážek, ale přesto lze i oblačnost jižní části teplé fronty nad západním Středomořím dobře rozeznat, nad horstvy Sardinie se v ní tvoří orografické vlny. Zejména oblačnost teplé fronty severně od Alp si podržela hladkou horní hranici, oblačnost studené fronty má spíše pásovou strukturu. Ve studeném vzduchu, v tylu frontálního systému, tvoří kupovitá oblačnost s četnými přeháňkami opět prázdnobuněčnou strukturu. Ve vpadu studeného vzduchu od severu nad jiho-východní částí Jaderského moře vytváří kupovitá oblačnost řady podél proudění. Vyskytovaly se zde sněhové přeháňky. Pásky oblačnosti nad severní Skandinávií jsou zbytky oblačnosti staré oklusní fronty, která je stále vyjádřena na výškových mapách.

To byly dvě ukázky stručného vyhodnocení televizních snímků oblačnosti z družic. Snímky infračerveného záření, které vysílají v současné době družice NIMBUS 3 a ITOS 1,



Obr. 3

se u nás nepřijímají, protože není dosud k dispozici příslušně uzpůsobená aparatura. Družice NIMBUS 3 vysílá APT systémem měření infračerveného záření v noci. Filtrem na družici propouští k čidlu radiometru záření v rozmezí $3,4-4,2 \mu$ v blízkosti „okna“ atmosféry, záření těchto vlnových délek je jen minimálně pohlcováno atmosférou. Družice ITOS 1 vysílá snímky radiace APT systémem v noci spojitě, ve dne vysílá tyto snímky mezi jednotlivými televizními snímky oblačnosti. Na snímcích infračerveného záření jsou oblasti, které vyzařují nejvíce nejtmavší, čímž ta která oblast vyzařuje méně, tím se jeví světlejší. Při tom, jak známo, teplejší povrch vyzařuje více tepelné energie. Na obrázcích je běžně patrný teplotní rozdíl mezi pevninou a mořem, který je většinou ve dne opačný než v noci. Oblasti s oblačností bývají zpravidla na snímcích zřetelně světlejší než okolí, čím vyšší je horní hranice mraků, tím bývá chladnější a tím světlejší se jeví na snímcích. Na snímcích infračerveného záření lze tedy podstatně lépe odlišit oblačnost o různé výšce. Intenzita naměřeného záření se převádí na teplotu vyzařujícího povrchu. Při známém zvrstvení atmosféry se dá snadno spočítat výška horní hranice oblačnosti. Užitečnost těchto měření je nadsada.

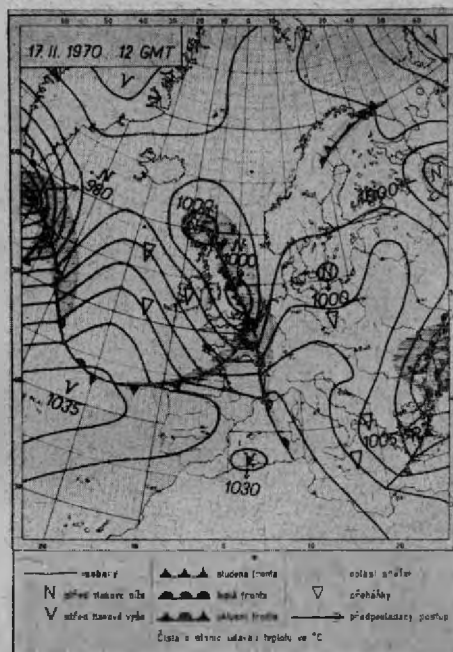
V rámci mezinárodní spolupráce Interkosmos byla vybrána některá radiální měření sovětských družic typu KOSMOS, která byla k dispozici ve formě pole. Zpracoval jsem několik měření infračerveného záření v oboru vlnových délek $8-12 \mu$, v blízkosti „okna“ atmosféry při rozboru povětrnostních situací. Přes to, že rozlišovací schopnost těchto měření je poměrně malá — kolem 30 km, bylo dosaženo pozoruhodné shody mezi výsledky měření družic a klasickými synoptickými měřeními, a to zvláště v oblastech s dostatečně spojitou oblačností vzhledem k rozlišovací schopnosti měření. Podrobný rozbor dvou synoptických situací bude uveřejněn v Meteorologických zprávách.

Z případů, které byly zpracovány, lze soudit, že teplota a výška horní hranice oblačnosti je v úzkém vztahu ke srážkám. Srážky vypadávaly zpravidla z oblaků, jejichž teplota na horní hranici byla nižší než -15°C . To souhlasí se známou zkušeností, že pevná fáze, jako nutná podmínka pro význačnější srážky, se v oblacích vyskytuje až většinou při teplotách kolem -10°C . Dále se ukazuje, že čím výše sahají vrcholky oblačnosti — při nepříliš velkých rozdílech ve výšce základny oblaků — tím intenzivnější srážky se vyskytují. Posouzení srážek na základě družicových měření je velice užitečné,

zvláště opět v oblastech s řídkou staniční sítí. Pro detailnější použití radiálních měření z družic, by bylo velmi účelné zvýšení rozlišovací schopnosti měření.

S tím se počítá také v programu budoucích amerických meteorologických družic, který byl zveřejněn. Do roku 1972 mají být vypuštěny další tři družice série, která začala družicí ITOS 1. Z nich bude možno přijímat APT systémem televizní snímky a snímky radiálního měření v oboru vlnových délek $10,5-12,5 \mu$ infračerveného záření a $0,52-0,73 \mu$ viditelného záření. Počínaje rokem 1972, bude příjem a vysílání zpráv pomocí APT systému nahrazen novým způsobem, vyhovujícím vyšším nárokům na kvalitu. Pomocí tohoto nového systému bude možno přijímat pouze snímky záření, které pokryjí denně celý povrch Země. Rozlišovací schopnost těchto snímků se zvýší až na 1 km. Vysílání na vlně 137,50 MHz a 137,62 MHz bude nahrazeno vysíláním na kratších vlnových délkách v pásmu 1690—1695 MHz. Podrobné informace o novém systému předávání zpráv budou podle příslibu rozeslány včas všem zájemcům. Vedle uvedených měření pro přímé předávání budou se družicemi měřit vertikální profily teploty k získání globálních dat pro využití v numerické předpovědi počasí.

Závěrem bych si dovil sdělit několik poznámek a návrhů, týkajících se dalšího rozvoje družicové meteorologie u nás.



Obr. 4

V současné době by bylo žádoucí učinit vše pro to, aby byly denně přijímány z družic, které jsou k dispozici, snímky takové kvality, aby mohly být plně využity.

V nejbližší době by bylo žádoucí opatřit aparaturu pro příjem radiálních snímků.

V budoucnu by bylo zapotřebí sledovat vývoj družicové meteorologie a zajistit, aby bylo možno využívat všech materiálů z družic, které budou k dispozici.

Materiály z družic by měly být pokud možno plně využívány v provozu, k tomu by byla užitečná těsná spolupráce s výzkumem. Domnívám se, že pro pracovníky v družicové meteorologii by bylo prospěšné dostatečně mezinárodně spolupracovat, aby jim bylo umožněno získat v zahraničí nové poznatky a zkušenosti.

Rukopis odevzdán 18. III. 1970.

RÁDIOLOKAČNÁ METEOROLÓGIA V ČSSR

Историческое развитие нашей радиолокационной метеорологии. Строительство метеорологической радиолокационной станции в Праге, учреждение Опытного-исследовательского метеорологического радиолокационного центра в Братиславе, разработка «Руководства по радиолокационной метеорологии» на основании современных радиолокационных методов, применяемых в Советском Союзе и в США.

Перспективы упомянутой дисциплины в связи с европейским развитием. Обсуждение вопроса основания единой европейской метеорологической сети.

Вопросы использования объективных радиолокационных наблюдений в синоптической и авиационной метеорологии и климатологии, в физике облаков и осадков. Комплексное использование радиолокационных и спутниковых наблюдений при анализе облачных мезо- и макросистем.

Die historische Entwicklung unserer Radar-Meteorologie. Aufbau einer Wetterradarstation in Prag, Gründung des Forschungs- und Entwicklungs-Wetterradarzentums in Bratislava, Ausarbeitung des „Handbuches der Radar-Meteorologie“ auf Grund der gegenwärtigen in der Sowjetunion und den USA angewandten Radarmethodiken. Perspektiven der angeführten Disziplin in Anknüpfung an die europäische Entwicklung. Betrachtungen über den Aufbau eines einheitlichen europäischen Wetterradar-netzes.

Fragen der Benützung der objektiven Radarbeobachtungen in der synoptischen und Flug-Meteorologie und Klimatologie, in der Physik der Wolken und Niederschläge. Komplexe Ausnützung der Radar- und Satellitenbeobachtungen bei der Analyse von Meso- und Makrowolkensystemen.

Rádiometeorológia ako samostatná disciplína meteorológie predstavuje súhrnné použitie poznatkov rádioelektroniky a rádiofyziky v meteorológii. Jednou z neefektívnejších a z najperspektívnejších metód, ktoré sa používajú pri skúmaní šírenia, rozptylu a odrazu elektromagnetických vln v atmosfére, je rádiolokačná metóda. Jej výsledkom sú objektívne a kvantitatívne informácie o charakteristikách oblačnosti a o poveternostných javoch, ktoré sú s nimi spojené. Hlavným kladom rádiolokačnej metódy je nepretržitosť podávaných informácií a to z priestoru, ktorého veľkosť je zrovnateľná s meradlom synoptických procesov.

Používanie rádiolokačných systémov v meteorológii, riešenie rozvoja teórie a metód rádiolokačných pozorovaní fyzikálnych javov a ich evolúcie v troposfére, malo za následok vytvorenie nového vedného odboru - rádiolokačnej meteorológie.

Historický vývoj rádiolokačnej meteorológie podľa Atlasa (1)

Vývoj rádiolokačnej meteorológie prešiel od jej vzniku – v roku 1941 – tromi výraznými etapami.

Obdobie do roku 1950 nazývame opisným, pretože v tomto čase pozoroval sa na obrazovkách radaru len rádiolokačný odraz, jeho forma, rýchlosť pohybu, výška, charakter rozvoja a skúmali sa iba jeho elementárne spojitosti so synoptickou situáciou a s poveternostnými javmi.

Roky päťdesiate vyznačujú sa ako nástup kvantitatívnej interpretácie rádiolokačnej meteorológie. Za hlavné úspechy tohto obdobia považujeme vysvetlenie podstaty „jasného pásma“ (angl. bright band – vrstva veľmi silne odrazivosti, kde sa sneh mení v dažď), objavujú sa práce o rádiolokačnom meraní množstva zrážok, o sledovaní závislosti medzi rádiolokačnou odrazivosťou, rozdelením kvapiek podľa rozmerov a intenzitou dažďa. Avšak aj v priebehu tohto desaťročia (1951–1960) objavujú sa opisné práce i keď ich počet ku koncu obdobia značne poklesol. Autori týchto opisných prác venujú sa štúdiu štruktúry a presunu uragánov a tornád, klasifikácii oblačných systémov, objavujú „anjelské echá“ a sledujú odraz od bleskov.

Začiatkom šesťdesiatych rokov boli dosiahnuté v Spojených štátoch severoamerických veľké úspechy v oblasti vybudovania automatických systémov pre spracovanie a prenos údajov, ktoré pomohli prekonať ohrozené možnosti meteorológa pri spracovaní ohromného množstva informácií vychádzajúcich z meteorologického radaru. Zároveň pomohli opísať trojrozmernú štruktúru búrkových oblastí a súčasne dali možnosť rýchle-automaticky odovzdávať kvantitatívnu informáciu do centra, kde na základe rádiolokačných údajov zostavujú sa synoptické mapy, zahrňujúce veľké územia. V tom istom čase nastupuje ďalšia etapa – etapa využitia rádiolokátorov pracujúcich na Dopplerovom princípe. Pomocou týchto zariadení môžu sa robiť kvantitatívne merania rozdelenia častíc podľa rozmerov, sledovať oblasti vertikálnych pohybov

v búrkach a detailne študovať fyziku procesov, ktoré spôsobujú tvorenie zrážok a dynamiku búrok.

V súčasnosti začínajú sa úspešne aplikovať meteorologické lidary v laboratóriách čistoty ovzdušia a pri určovaní turbulencie v zvetrí hôr (2). Lidar, ktorý používa pulzujúce lasery ako zdroj energie, aplikuje radarový princíp vo vlnových dĺžkach blízko viditeľného spektra. Lidar má schopnosť zistiť, aj za najjasnejších podmienok, v prízemnej vrstve atmosféry inverziu teploty a na vzdialenosť 10 km určiť deformáciu vzdušného prúdu v zvetrí hôr a stanoviť miesta s výskytom turbulencie. Lidary majú z hľadiska budúcnosti ešte ďalšiu výhodu – po určitom technickom zdokonalení – budú sa môcť použiť ako zariadenie pre meranie horizontálnej a šikmej dohľadnosti a spodnej hranice oblačnosti.

Rastúci vedecký význam rádiolokačnej meteorológie prejavuje sa v súčasnosti vo využívaní rádiolokačných systémov ako základných prístrojov pre pozorovanie a výskum v celkom rozličných oblastiach meteorológie ako sú fyzika oblakov a zrážok, umelé zásahy do počasia, atmosférická elektrina, čistota ovzdušia, mezometeorológia, letecká a synoptická meteorológia. V poslednom období vzrastá význam meteorologických radarov aj pri riešení mnohých hydrologických úloh.

Vývoj rádiolokačnej meteorológie v Československu

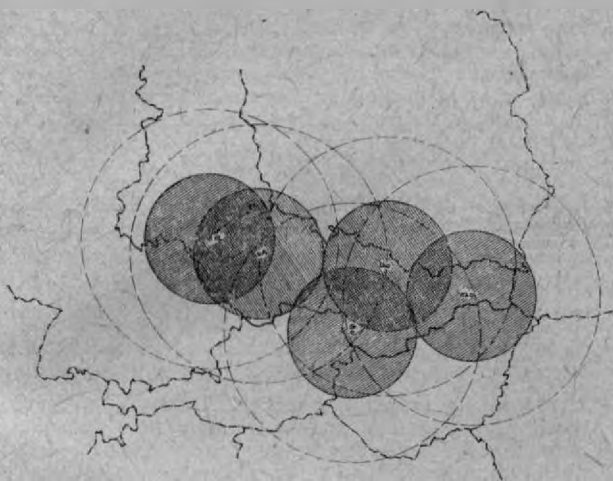
Československí meteorológovia už od roku 1945 zdôrazňovali význam používania rádiolokačných metód v meteorológii, ale ich úsilie o zavedenie radarov do synoptickej a leteckej prevádzky vždy skončilo len pri želaní. Vyplývalo to zo skutočnosti, že zakúpenie jedného meteorologického radaru predstavovalo pohltenie viacročného ústavného rozpočtu devíz, určených na dovoz prístrojov z kapitalistických štátov.

V roku 1959 bol publikovaný v Meteorologických správach prvý komplexný článok na danú tématiku „Pozemný rádiolokátor pre poveternostné účely“ od Svárovského. Začiatkom roku 1961 uverejnil Brandejs v Meteorologických správach príspevok „Vplyv zrážok na šírenie ultrakrátkych vln a na meranie množstva zrážok rádiolokátormi“, v ktorom skúmal základnú rádiolokačnú rovnicu, útlm elektromagnetických vln účinkom vodnej pary, kyslíka a prítomnosťou oblakov a zrážok.

V rokoch 1964/65 podarilo sa Hydrometeorologickému ústavu (Sobišek, Kyjovský) zabezpečiť vývoj československého poveternostného radaru typu TESLA RM-2 na Ústave pre výskum rádiotechniky Opočincek pri n. p. TESLA Pardubice.

Jeho prototyp bol po viacerých úpravách inštalovaný Ústavom fyziky atmosféry ČSAV na Milešovke a v rokoch 1967/68 uvedený do pokusnej prevádzky.

Druhá polovica šesťdesiatych rokov prejavuje sa tiež zvýšenou publikačnou činnosťou na poli radarovej meteorológie. V rokoch 1966 a 1967 sú to dve teoretické práce Sychru v časopise *Studia geophysica et geodetica*, „K otázke využitia



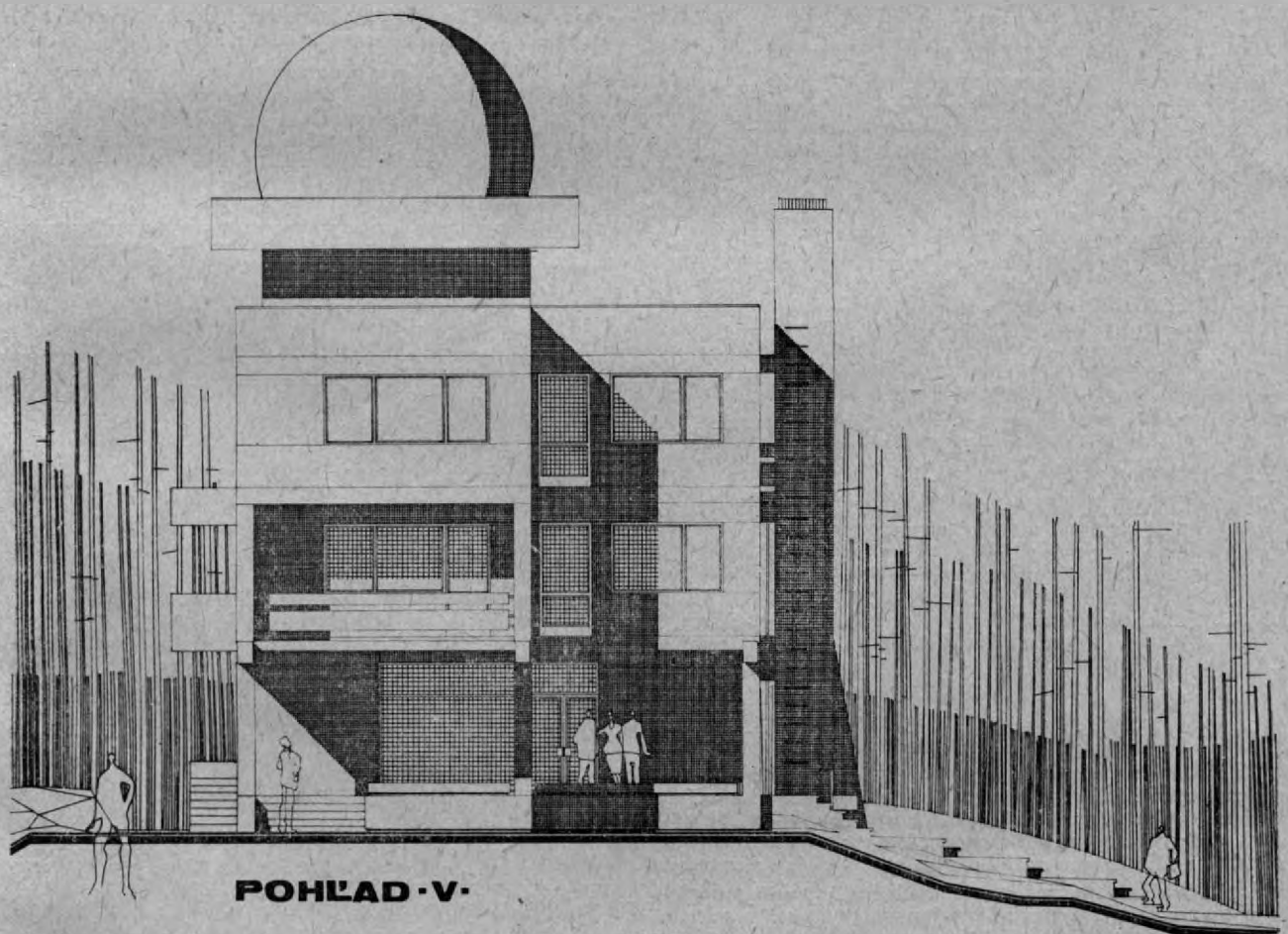
Obr. 1. Návrh na rozmiestnenie meteorologických radarových staníc v Československu. Vyšrafované kružnice predstavujú dosah radaru 300 km

diagramu rádiolokačnej antény pre meteorologické merania“ a „K otázke rádiolokácie malých meteorologických cieľov“. Začiatkom roku 1965 začína Podhorský spracovávať fotografický a filmový záznam z obrazoviek rádiolokátorov, ktoré sa používajú pri zabezpečovaní leteckej dopravy v Československu. Prvé výsledky o ich použití v synoptickú a v leteckú meteorológiu boli publikované v roku 1967 v Meteorologic-

kých správach pod názvom „Využitie leteckých radarov pre meteorologické účely“ a ďalšia časť bola prednesená na prvom československom seminári o družicovej a radarovej meteorológii v Prahe na jar 1968 a publikované v Acta facultatis rerum naturalium universitatis Comenianae.

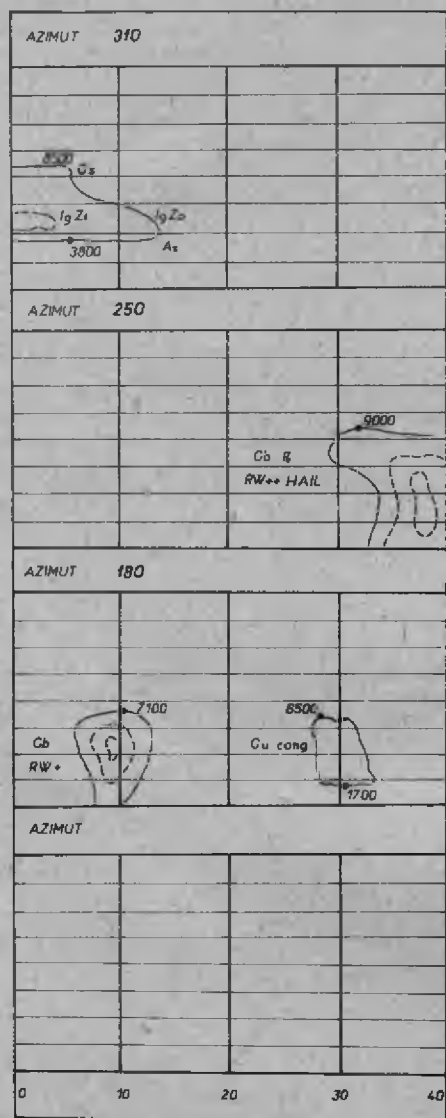
V tom istom čase prebieha už výstavba Observatória Hydrometeorologického ústavu na Libuši pri Prahe, kde sa plánuje umiestnenie meteorologickej rádiolokačnej stanice. Súčasne bola založená pri Hydrometeorologickom ústave pod vedením Sobiška pracovná skupina pre rádiolokačnú meteorológiu. Táto skupina doporučila návrh na vybudovanie piatich meteorologických radarových staníc na našom území a to: Krušné hory, Praha-Libuš, Praděd alebo Lysá hora, Bratislava - Malý Javorník a východné Slovensko (pravdepodobne Kojšovská hoľa) (Obr. 1). V septembri 1968 schválilo Ministerstvo lesného a vodného hospodárstva projekt na vybudovanie Výskumno-vývojového meteorologického radarového strediska (Obr. 2) ako celoštátneho metodického a školiaceho pracoviska pre rádiolokačnú meteorológiu. Stredisko bolo zriadené pri Hydrometeorologickom ústave Bratislava 1. októbra 1969.

Dnes môžeme konštatovať, že je pevne položený základ pre rozvoj rádiolokačnej meteorologie v Československu. Okrem Ústavu fyziky atmosféry ČSAV používa Hlavné poveternostné ústredie ČSLA pri poveternostnom zabezpečovaní meteorologický rádiolokátor zahraničnej výroby, na Observatóriu Libuš Hydrometeorologického ústavu Praha prebieha montáž radaru TESLA RM-2. Výskumno-vývojové meteorologické radarové stredisko Bratislava pripravilo do tlače „Príručku rádiolokačnej meteorologie“ (3) ako jednotnú pracovnú metódu, ktorá obsahuje inštrukcie pre pozorovanie a spravodajstvo a stručnou formou uvádza prehľad o základoch a o aplikácii rádiolokačných systémov v meteorológii. „Príručka rádiolokačnej meteorologie“ využíva poznatkov najnovšej americkej (7) a sovietskej príručky (4) pre meteo-



Obr. 2. Projekt budovy Výskumno vývojového meteorologického radarového strediska HMÚ Bratislava na Malom Javorníku. Termín ukončenia výstavby — leto 1971

logické rádiolokačné pozorovania. Z americkej príručky (7) boli prevzaté organizačné pokyny a spôsob určovania intenzity zrážok a zo sovietskej (4) postupnosť pozorovania, spracovanie a vykonanie analýzy rádiolokačných charakteristík. Bratislavské stredisko má okrem úlohy metodického a školiaceho pracoviska zabezpečovať zdokonaľovanie používanej rádiolokačnej techniky a vypracovávanie podkladov pre vývoj nových rádiolokačných systémov. Koncom minulého roku bol predložený Ústavu pre výskum rádiotechniky Opočínok návrh na výrobu nového typu TESLA RM-3 a zároveň sa pripravujú podklady pre vývoj meteorologického lidaru.



Obr. 3. Zobrazenie informácie o oblakoch a zrážkach v „blízkej“ oblasti podľa (3)

Rádiolokačná informácia pre synoptickú a leteckú meteorológiu

Na základe vypracovanej príručky (3) budú československé meteorologické radarové stanice spracovávať a robiť analýzu rádiolokačných charakteristík oblačnosti a zrážok v základných, čiže v synoptických termínoch a vo vedľajších termínoch, tj. každú hodinu medzi dvoma synoptickými termínmi.

Rádiolokačná informácia zo základného termínu predstavuje nasledujúcu komplexnú analýzu rádiolokačného odrazu a odrazivosti:

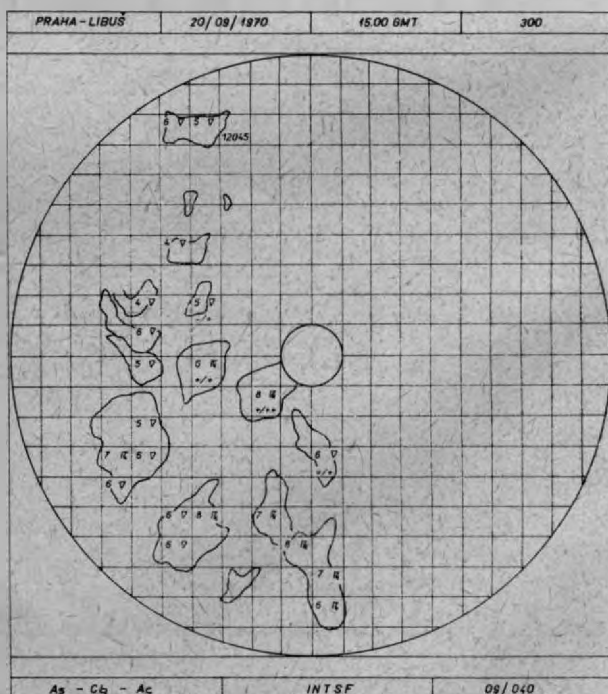
a) informáciu o oblakoch a zrážkach v „blízkej“ oblasti, tj. na vzdialenosť 40 km (Obr. 3), ktorá obsahuje

- kvalitatívne zobrazenie vertikálneho odrazu na indikátore dĺžka — výška v štvoroch stanovených azimutoch pre účely zabezpečenia leteckej dopravy v okruhu letiska. Azimuty φ_1 a φ_2 odpovedajú smerom štartovacej a pristávacej dráhy, φ_3 a φ_4 prislúchajú tým miestam v okruhu letiska, kde sa vyskytujú poveternostné javy, ohrozujúce prevádzku letiska,
- absolútne výšky hornej a spodnej hranice jednotlivých oblastí rádiolokačného odrazu v dekametroch,
- obrysy izochar odrazivosti (v lg Z), odpovedajúce zobrazeniu na indikátore dĺžka — výška,
- určenie oblačnosti, tvaru a intenzity zrážok.

b) informáciu o oblačných systémoch a o javoch, ktoré sú s nimi spojené vo „vzdialenej“ oblasti (Obr. 4), ktorá obsahuje

- kvalitatívne zobrazenie horizontálneho rozdelenia rádiolokačného odrazu na indikátore kruhového obzoru pri optimálnom uhle náklonu antény, ktorý prislúcha k najväčším plochám pozorovaného rádiolokačného odrazu,
- absolútne hodnoty maximálnych výšok rádiolokačného odrazu v jednotlivých bunkách priestoru o rozmeroch 30×30 km pri rozsahu časovej základne 300 km a 10×10 km pri rozsahu 100 km,
- vypočítané rádiolokačné kritérium pre určenie búrkovej a prehánkovej činnosti pre každú jednotlivú bunku priestoru. Kritérium je stanovené na základe absolútnych hodnôt odrazivosti (v lg Z) a to na hladine nulovej izotermy a na hladine nachádzajúcej sa o 2 km vyššie a podľa výšky hornej hranice rádiolokačného odrazu,
- evolúciu oblačného systému, tj. charakteristiky vyjadrujúce rýchlosť a smer pohybu a tendenciu rozvoja,
- intenzitu zrážok na vzdialenosť 150 km podľa klasifikácie uverejnenej v americkej príručke (7),
- typ oblačného systému. Sovietska metóda (4) určuje päť základných oblačných systémov:

- Cs - As - Ns oblačný systém typický pre teplý front
- As - Ns - Cb oblačný systém typický pre studený front prvého druhu,
- As - Cb - Ac oblačný systém typický pre studený front druhého druhu.



Obr. 4. Zobrazenie informácie o oblačných systémoch a o javoch, ktoré sú s nimi spojené vo „vzdialenej“ oblasti podľa (3)

St - Sc - As oblačný systém typický pre stabilné — teplé
vzduchové hmoty,
Cu cong - Cb oblačný systém typický pre vratké — stude-
né vzduchové hmoty.

Rádiolokačná informácia vo vedľajšom termíne môže
osahovať

a) informáciu o búrkach, ktorá sa vydáva jedine vtedy, keď
podľa rádiolokačného kritéria vychádzajú búrky alebo pre-
hánky,

b) informáciu o hraniciach a o type oblakov v „blízkej“
oblasti v stanovených azimutách,

c) informáciu o pohybe jednotlivých ohnísk oblačnosti. Po-
užívajú sa vtedy, keď v „blízkej“ oblasti nie sú žiadne meteor-
ologické ciele a vo „vzdialenej“ oblasti nevyskytujú sa búrky
alebo prehánky.

Z uvedeného vyplýva, že pri vyhodnotení rádiolokačných
pozorovaní používajú sa tak kvalitatívne ako aj číselné kri-
teriá. Na základe overovania spomenutej metódy na Hlavnom
geofyzikálnom observatóriu v Leningrade bolo dokázané, že
má vysokú štatistickú spoľahlivosť. Napríklad pri rádiolokač-
nom určovaní oblakov a oblačných systémov podľa prijatej
geneticko-morfologickej klasifikácie je spoľahlivosť blízka
100% a pri určovaní búrkových oblastí 80 až 85%. Nevýho-
dou použitej metódy je časová náročnosť na spracovanie
rádiolokačnej informácie, ktorá sa pohybuje v základnom
termíne, podľa zložitosti poveternostnej situácie, od 15 do 45
minút. V súčasnom období je tento problém riešený v Soviet-
skom zväze automatizáciou celého vyhodnocovacieho procesu.
Bolo vyvinuté zariadenie typu „Cyklon“, ktoré prostred-
níctvom ďalekopisu vydá súbornú rádiolokačnú informáciu
za 10 až 15 minút.

Význam a perspektíva rádiolokačnej meteorológie

Pri výstavbe meteorologickej rádiolokačnej siete v Česko-
slovensku sa často kladie otázka — a to nielen zo strany
ekonómov — ale aj z kruhu meteorológov, o čo bude kvalitejšia
informácia o oblačnosti a o nebezpečných javoch počasia
z radaru, vzhľadom na pravidelné pozorovania oblačnosti
pomocou synoptických a klimatických staníc.

V roku 1969 vypracoval Saľman štúdiu o efektívnosti
využitia meteorologických rádiolokačných staníc pri pozoro-
vaní oblačnosti a nebezpečných poveternostných javov,
vzhľadom na efektívnosť využitia tradičných synoptických
a klimatických staníc. Štúdia je výsledkom niekoľkoročného
porovnávanía radarových informácií s údajmi zaznamenanými
tradičným spôsobom:

a) výstrahy na nebezpečné javy počasia, ktoré boli vydané
na základe informácií z radaru mali efektívnosť využitia 40%
a na základe pozemných údajov 8,4 %,

b) hodinové pozorovania oblačnosti a nebezpečných javov
dosiahli pri využívaní meteorologických radarových staníc
efektívnosť 89% a pri pozemných staniách 43%,

c) komplexné informácie o oblačnosti a o nebezpečných
javoch pre leteckú dopravu mali pri rádiolokačnom pozoro-
vaní efektívnosť využitia 63% a na základe tradičných údajov
len 31%.

Podobne ako u nás, tak aj v ostatných európskych štátoch
pristupuje sa k vybudovaniu meteorologickej radarovej siete,
ktorá by optimálne pokrývala celé územie daného štátu. Je
predpoklad, že v priebehu desiatich až pätnástich rokov bude
v celej Európe zavedené rádiolokačné pozorovanie atmosfé-
rických javov. Táto skutočnosť nás upozorňuje, že je potrebné
už teraz vypracovať podklady na vybudovanie jednotnej
európskej meteorologickej siete, používajúcej rovnakú metódu
rádiolokačných pozorovaní, dosahujúcu zrovnateľné kvanti-
tatívne informácie a že je potrebné zamyslieť sa nad vytvorením
oblasti automatických systémov pre spracovanie a pre
prenos rádiolokačných údajov. Mnohé práce, ktoré boli
publikované v zahraničí, ukázali, že ohraničenie meteorologic-
kej rádiolokačnej informácie dosahom radaru (do 300 km) má
celý rad nedostatkov. Z týchto prác vyplýva, že je nevyhnutné
skúmať priestorovo-časové charakteristiky rádiolokačného
odrazu a ich evolúciu, robiť analýzu a diagnózu v priestore,
ktorý je zrovnateľný s meradlom synoptických procesov (do
1000 km) (6).

Predpokladáme, že európska rádiolokačná meteorológia
chce dať pre synoptickú a leteckú meteorológiu diagnostické

a najmä prognostické informácie o oblačných systémoch. Je
pochopteľné, že každá stanica prislúchajúca k európskej sieti
bude vyhodnocovať svoje pozorovanie elektronickým auto-
matizačným zariadením. Prednosť automatizácie spočíva
v prvom rade v skrátení času prevádzky radaru, ktorý je ne-
vyhnutný na pozorovanie a meranie. Veď životnosť radaru
pohybuje sa okolo 10 000 hodín. V prípade, že by sme robili
základné pozorovanie ručným spôsobom každú hodinu
a vedľajšie každú polhodinu, musel by rádiolokátor ísť kaž-
dých 18 mesiacov do generálnej opravy. Druhou kladnou
stránkou automatizácie je vysoká operatívnosť pozorovania,
odstránenie subjektívnych chýb a tým zvýšenie efektívnosti
rádiolokačných výstrah na nebezpečné javy.

Základom jednotnej radarovej siete v Európe mali by byť
regionálne radarové centrá, ktoré by vykonávali prostred-
níctvom samočinných počítačov nasledujúce úlohy (5, 6):

a) pravidelný zber meteorologických údajov o rádiolokač-
ných charakteristikách oblačnosti z jednotlivých celoštátnych
stredísk a na základe týchto údajov by vydávali meteor-
ologické radarové mapy regiónu, ktorého veľkosť by bola
zrovnateľná s meradlom synoptických procesov,

b) systematickú analýzu a diagnózu týchto radarových máp
počasí za účelom skúmania evolúcie oblačných systémov a
vydávania prognózy o stave oblačnosti a o charaktere zrážok
nad jednotlivými mezooblasťami, tj. nad oblasťami o veľkosti
100 × 100 km,

c) vypracovanie súbornej informácie o evolúcii oblačnosti
na základe syntézy rádiolokačných údajov a nefanalýzy z me-
teorologických družíc, ktorá je potrebná z týchto dôvodov:
— kvalitatívna nefanalýza družicového zobrazenia oblač-
nosti objektívne popisuje len jej veľkopriestorové charakteristi-
ky, hlavne ich synoptický charakter, jej priestorové rozloženie,
rýchlosť a smer pohybu. Avšak pri interpretácii charakteristik
oblačnosti z mezopriestoru, ako sú typ, tvar a hranice oblač-
nosti, lokalizácia nebezpečných javov a oblastí zrážok, nemajú
už družicové údaje objektívny charakter. Pri metódach
rádiolokačnej meteorológie, i keď aplikujeme údaje z viace-
rých staníc, nedostaneme zase zo synoptického priestoru
rozlohu a stupeň pokrytia oblačnosťou.

Z uvedeného vyplýva, že komplexnú informáciu o oblač-
nosti a o zrážkach z mezo- a z makropriestoru, ktorá by mala
vysokú štatistickú hodnovernosť, môžeme získať len na základe
syntézy družicových a radarových údajov.

Záver

Pri hodnotení súčasného stavu rádiolokačnej meteorológie
u nás sme konštatovali, že máme za svetovým trendom značné
oneskorenie. Z týchto dôvodov vyžaduje si spomenutú meteor-
ologickú disciplínu pri svojom rozvoji vysoké stavebné a prís-
trojové investície, rozsiahlu spoluprácu nielen medzi praž-
ským a bratislavským ústavom, ale aj na medzinárodnom poli
a to najmä v rámci socialistických štátov. Musíme si uvedomiť,
že nestačí len sledovať vývoj použitia rádiolokačných systémov
v meteorológii, ale je nevyhnutné sa na ňom aktívne zúčastniť
a výsledkami vlastnej práce tak priniesť prospech pre celú
našu spoločnosť.

Literatúra:

- [1] Atlas D.: Advances in Radar Meteorology, Advances in
Geophysics, vol. 10, 1964, 317—478
- [2] Collis R. T. H.: Lidar for routine meteorological observa-
tions, BAMS, vol. 50, 9, 1969, 688—694
- [3] Podhorský D.: Príručka rádiolokačnej meteorológie, 1970,
pripravené do tlače
- [4] Руководство по метеорологическому использованию МРЛ
— 1, Ленинград, 1969
- [5] Сальман Е. М.: Комплексное использование радиолока-
ционных и спутниковых наблюдений при анализе ме-
зо- и макромасштабных облачных систем, Метеорология
и гидрология, 2, 1969, 44—49
- [6] Сальман Е. М. и др.: Принципы построения системы ра-
диолокационных наблюдений за облаками облачными
системами и опасными явлениями с помощью сети ме-
теорологических радиолокационных станций, Труды ИГО.
231, 1968, 9—23
- [7] Weather Radar Manual (WBAN), part A and B, 8,
1967, Washington, D. C.

AUTOMATIZACE V METEOROLOGICKÉ SLUŽBĚ

Sуществующая система метеорологических информации не удовлетворяет современным требованиям ввиду значительной субъективности метеорологических измерений и наблюдений, медленного поступления информации и малой надежности передачи данных, продолжительной субъективной оценки сведений, поступающих из территории. Комплексное решение перечисленных недостатков за рубежом:

проект автоматизации метеорологического обслуживания авиатранспорта, разработанный Научно-исследовательским центром воздушных сил в КЕМБРИДЖЕ в 1957 году, частичная проверка которого произойдет с 1964 года. План генеральной автоматизации экспериментально осуществляемый в Белорусской ССР с 1967 года. Основными элементами обеих систем являются автоматические метеорологические станции (США: АМОС-V, СССР: УАТГМС-4), станции радиозондирования и радиолокации, соединенные через региональный центр с территориальным центром. Связь осуществляется исключительно при помощи линий, скорость передачи 50—1200 Вд, частота сбора сведений соответственно требованиям, даже в интервалах в несколько минут. Различные типы автоматических станций разрабатываются также во Франции, Японии и Великобритании. Разрабатываются также методы объективного определения количества облачности и вида осадков.

Решение автоматизированной системы информации в чехословацких условиях находится в начальной стадии исследования. Изучается разработка аналогичных систем за рубежом, изучаются возможности использования элементов автоматизационной техники, производимой в ЧССР (ЗПА, ТЕСЛА, АРИТМА, ЗИШ), подходящие средства связи (ДУКАТ из Научно-исследовательского института в Йинониче) и анализируется приемлемая, в экономическом отношении, сеть связи. Разрабатываются также проекты для объективного анализа и прогноза метеорологических элементов на территории при помощи средней ЭВМ.

Das gegenwärtige meteorologische Informationssystem entspricht den jetzigen Bedürfnissen nicht wegen der bedeutenden Subjektivität der meteorologischen Messungen und Beobachtungen, dem langsamen Umlauf der Informationen und der geringen Verlässlichkeit der Datenübertragung sowie der langwierigen subjektiven Auswertung der eingehenden Nachrichten.

Die komplexe Lösung der angeführten Mängel im Ausland, das vom Forschungszentrum der Luftwaffe in CAMBRIDGE 1957 ausgearbeitete Projekt der Automation der meteorologischen Flugsicherung, das in seinen Teilen seit 1964 geprüft wird. Plan der Generalautomatisierung, der seit 1967 versuchsweise in der Belorussischen SSR realisiert wird. Grundglieder beider Systeme sind automatische Wetterwarten (USA: АМОС-V; UdSSR: УАТГМС-4), Radiosondierungs- und Radarstationen, die mittels der regionalen Zentrale an das territoriale Zentrum angeschlossen sind. Die Verbindung erfolgt ausschliesslich über Linien, Übertragungsgeschwindigkeit 50—1200 Bd, Informationssammelfrequenz entsprechend der gestellten Forderung auch in Intervallen von einigen Minuten. Verschiedene Typen automatischer Wetterwarten werden auch vor allem in Frankreich, Japan und Grossbritannien entwickelt. Es werden auch Methoden der objektiven Bestimmung der Bewölkung und der Art der Niederschläge ausgearbeitet.

Mit der Untersuchung der Lösung eines automatisierten Informationssystems in tschechoslowakischen Bedingungen wurde erst begonnen. Die Entwicklung ähnlicher Systeme im Ausland wird studiert, die Möglichkeiten der Verwendung der Elemente der in der ČSSR erzeugten Automationsgeräte (ZPA, TESLA, ARITMA, ZJŠ) und geeignete Verbindungsmittel (DUKÁT aus dem Forschungsinstitut 060 in Jinonice) werden untersucht und ein ökonomisch tragbares Verbindungsnetz wird analysiert. Auch Projekte für die objektive Analyse und Prognose von Wetterelementen auf dem Gebiet der ČSSR mit Hilfe einer mittleren Rechenmaschine befinden sich in Vorbereitung.

1. Úvod

Vzrůstající tempo technického pokroku je determinováno především rozvojem elektroniky. Vysoce výkonné samočinné počítače, sdělovací a automatizované prostředky mění dosavadní způsoby a formy práce v nejrůznějších oborech lidské činnosti. Dochází k osvobození člověka od namáhavé duševní a stereotypné se opakující práce. Vytvářejí se podmínky pro organizaci integrovaných řídicích a informačních systémů, schopných zpracovávat nebývalý objem informací v krátkém čase a transformovat je do tvaru, umožňujícího rychlou orientaci a správné rozhodování.

Uvedené možnosti technického rozvoje nacházejí v meteorologii uplatnění na dvou různých úrovních meteorologické informační soustavy a to v měřítku mezinárodním a národním. Zatímco mezinárodní, tj. globální informační soustava je moderně řešena v rámci projektu Světové služby počasí, zůstávají národní, neboli teritoriální informační systémy v podstatě nezměněny.

Meteorologickou informační soustavu musíme pojímat jako ucelený řetěz na sebe navazujících operací. A jak je všeobecně známo, je každý řetěz jen tak silný, jak silný je jeho nejslabší článek. Má-li se tedy v integrovaném zpracování meteorologických informací dosáhnout výrazného úspěchu, musí být všechny spolupracující části stejně silné. To znamená, že přednostně je nutno zlepšovat a zdokonalovat ony slabé části řetězu a to v našich podmínkách je vlastně celá teritoriální informační soustava. Jejími hlavními nedostatky jsou:

- značná subjektivita a chybovost v meteorologických měřeních a pozorováních,
 - pomalý informační tok s malou spolehlivostí přenosu dat,
 - zdlouhavé a nepřehledné vyhodnocování informací z teritoria.
- Cesty řešení lze hledat jedině v racionální a postupné automatizaci informační soustavy zaváděním:
- automatizace měření,
 - moderních systémů pro kvalitní a rychlý dálkový přenos dat,
 - souborného a objektivního zpracování dat z teritoria pomocí samočinného počítače.

2. Automatizace měření

2.1. Automatické meteorologické stanice

Myšlenka [1] — zkonstruovat stabilní automatické zařízení pro měření, kódování a vysílání meteorologických měření — byla poprvé formulována profesorem P. A. MOLČANOVEM na „II. polárním kongresu“, který se konal v SSSR v roce 1928.

První automatické stanice na světě byly instalovány v Zemi Františka Josefa a na Pamiru již v roce 1931. Měřené prvky, tlak a teplota vzduchu, byly vysílány rádiem. Z dalších typů

můžeme jmenovat ARMS-1 a PORFIR z roku 1940, ARMS-3 z roku 1944 a ARMS-N, ARIV a DARDS z let 1947 až 1955. Podrobnější zmínku si zaslouží automatická radiometeorologická stanice ARMS-N, která v roce 1958 na Světové výstavě v BRUSELU obdržela zlatou medaili a o 5 let později byla dovezena ve dvou kusech do ČSSR.

ARMS-N je určena k automatickému měření, kódování a vysílání hodnot tlaku, teploty, směru a průměrné rychlosti větru za 10 minut, množství srážek za dobu od předchozího měření a existence slunečního svitu v době měření. Stanice pracuje zcela automaticky podle předem volitelného programu několikrát denně. Je řízena chronometrem a napájena z baterií, dobíjených větrným generátorem. Zprávy jsou kódovány do tvaru abecedních telegrafních znaků a vysílají se krátkovlnným vysílačem s dosahem do 600 km.

Podle původního záměru byly obě stanice nejdříve instalovány v pohraničních horách západních Čech. Stanice u Starého Žhůří na Šumavě byla v provozu od 15. května 1963 do 17. května 1965 a stanice u Božího Daru v Krušných horách od 10. června 1963 do 21. listopadu 1964. Pro časté poruchy a vážnější havárie, vyvolané silnou námrazou a větrem, byly stanice demontovány a podrobeny generální revizi. Od druhé poloviny roku 1965 jsou stanice v provozu při účebních základnách v Brně a Novém Městě n./Váhem a slouží k odbornému výcviku.

V USA [1] vyvstala potřeba automatických stanic nejprve v oblasti jižní Floridy pro včasné varování před postupujícími hurikány. První tři automatické stanice zde byly umístěny v roce 1945 a měřily každé 3 hodiny tlak vzduchu a směr a rychlost větru. Při překročení rychlosti větru 56 km/h byly měřené hodnoty automaticky vysílány každou hodinu.

Počátkem roku 1950 dospěla americká meteorologická služba k rozhodnutí postupně automatizovat pozorovací systém konvenčních stanic a dala tak impuls k vývoji nových typů automatických stanic. Přenos dat již byl výlučně řešen po dálkopisných linkách. První takováto stanice — AMOS-I (Automatic Meteorological Observing System) byla instalována v roce 1953. Vývojová řada pak pokračovala typy AMOS-II až AMOS-V a námořní stanicí MAMOS.

Podle informačního bulletinu [3], vydaného Světovou meteorologickou organizací, bylo do roku 1966 vyrobeno 32 typů automatických meteorologických stanic, 11 klimatologických a 6 námořních stanic. Výčet a popis jednotlivých typů stanic by byl příliš obsáhlý a proto uvedu aspoň souhrnné počty stanic vyvinutých v jednotlivých zemích, zařazených podle účelu použití do následujících tří skupin:

1. Automatické meteorologické stanice

- synopticko-letecké (měří též dohlednost a výšku základny oblaků)
celkem 3 (USA 2, Kanada 1)
- synoptické (základní, horské, pobřežní, polární)
celkem 16 (Japonsko 5, Francie 3, USA 3, SSSR 2, Rumunsko 1, Švédsko 1, V. Británie 1)
- srážkoměrné
celkem 5 (Japonsko 2, Francie 1, Indie 1, SSSR 1)
- speciální (hydrologické, pobřežní, agrometeorologické)
celkem 8 (Japonsko 5, USA 3)

2. Automatické klimatologické stanice

- základní
celkem 6 (Japonsko 2, Francie 1, Indie 1, NSR 1, V. Británie 1)
- s registrací srážek
celkem 3 (Indie 1, Japonsko 1, NSR 1)
- s registrací větru
celkem 1 (Francie)
- agroklimatologické
celkem 1 (V. Británie)

3. Námořní automatické stanice

celkem 6 (USA 3, Norsko 1, SSSR 1)

Nejdokonalejšími stanicemi v současné době jsou sovětská UATGMS-4 a americká AMOS-V. Obě stanice mají srovnatelné technické parametry a je s nimi počítáno jako se základními články automatizovaných pozorovacích systémů.

Stanice UATGMS-4 [10] [12] — unifikovaná automatická telemetrická hydrometeorologická stanice — automaticky měří a registruje hydrometeorologické parametry a může být použita pro vybavení zonálních observatoří, meteorologických a pobřežních hydrometeorologických stanic. Může pracovat automaticky v pravidelných intervalech (1, 2 nebo 3 h) nebo na výzvu řídicího střediska, případně v tzv. štormovém režimu při překročení předem stanovených limitů okamžité rychlosti větru, horizontální dohlednosti, výšky základny oblaků a teploty vody v blízkosti 0 °C. Překročením některého limitu se začne automaticky měřit vtr každých 10 minut a ostatní prvky v půlhodinových intervalech. Vizualně pozorované údaje vkládá pozorovatel ručně klávesnicí na pult řízení.

Programové řízení postupně připojuje čidla na vstup převodníků, měřené veličiny transformuje na napětí úměrné měřeným hodnotám a převádí na výchylku kompenzačního potenciometru. Z výchylky kompenzačního potenciometru se bezprostředně odvozuje dálkopisný kód MTA-2 a současně se ovládá registrační zařízení. Zápis měřených a pozorovaných hodnot se vyhotovuje na dálkopisu a buď přímo, nebo s využitím děrné pásky se zabezpečuje jejich přenos do centra.

Stanice měří následující prvky s přesností:

- teplotu vzduchu (standardním platinovým teploměrem) $\pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$
- teplotu maximální a minimální (bimetalem, který natáčí dva potenciometry do mezních hodnot) $\pm 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- teplotu rosného bodu (lithiumchloridovým čidlem v zapojení Fox-boro) $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- tlak vzduchu (rtuťovým tlakoměrem s fotoelektrickým snímačem výšky rtuťového sloupce) $\pm 0,25\text{ mb}$
- okamžitou, maximální a průměrnou rychlost větru za 10 minut $\pm (0,5 + 5\text{ \% v})\text{ m/s}$
- průměrný směr větru za 10 minut (impulsním anemometrem M-63-M)
- výšku základny oblaků (přístroj RVO-2):

50— 150 m	$\pm (5 + 1\text{ \% h})\text{ m}$
150— 500 m	$\pm (10 + 7\text{ \% h})\text{ m}$
500— 1500 m	$\pm (20 + 5\text{ \% h})\text{ m}$
1500— 2000 m	$\pm (50 + 5\text{ \% h})\text{ m}$

- dohlednost (přístroj RDV-1):

250— 400 m	$\pm 10\text{ \%}$
400— 1500 m	$\pm 7\text{ \%}$
1500— 3000 m	$\pm 10\text{ \%}$
3000— 5000 m	$\pm 15\text{ \%}$
5000— 6000 m	$\pm 20\text{ \%}$

- množství srážek (překlápěcím člunkem na 25 ml vody) $\pm (0,5 + 5\text{ \% r})\text{ mm}$
- výskyt slunečního svitu (upraveným heliografem s 37 fotodopory) ano -- ne
- váhu námrazků $\pm (5 + 5\text{ \% m})\text{ g}$
- teplotu půdy v hloubkách 10, 15, 20, 40, 80 a 120 cm a teplotu vody $\pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$
- teplotu vody v blízkosti 0 °C $\pm 0,02\text{ }^{\circ}\text{C}$
- výšku hladiny vody (od 0 do 12 m) $\pm (0,35\text{ \% h})\text{ m}$

Pro letiště byla vyvinuta stanice UATGMS-1, která navíc provádí potřebné výpočty všech odvozených dat.

Stanice AMOS-V [1, 3] — je určena k poloautomatickému zjišťování, zpracování, zápisu a číselné indikaci meteorologických prvků na letišti. Stanice automaticky měří buď v pravidelných intervalech (1, 3 nebo 6 h) nebo na vyžádání. Frekvence pozorování se zvyší, přesáhne-li některý z prvků kritickou mez. Vizualně pozorovaná data se zapisují na dálkopisu a tím se ukládají do paměťového bloku.

Poloautomatická stanice obsahuje:

1. Snímače měřených prvků
2. Vnější převodníky dat

3. Poloaautomatickou měřicí ústřednu
 - a) ruční vstup
 - b) automatickou kontrolu vstupu
 - c) paměťový systém (adresné utřídění a příprava dat pro výstup)
 - d) výstupní kontrolu
 - e) časový řídící blok s digitálními hodinami
 - f) digitální zobrazení vybraných prvků
 - g) reperforaci dat pro klimatologické účely
4. Zařízení pro přenos dat
5. Audiální výstup
6. Vizuální displej

Dálnopisný výstup umožňuje přenos dat do 3 nezávislých komunikačních linek. Rychlost přenosu 60–75 Bd se perspektivně zvýší na 1200 Bd.

Vizuální displej zabezpečuje přímé zobrazení 52 znaků na televizní obrazovce. Je řízen buď měřicí ústřednou nebo vestavěným dálnopisem. Může také přijímat a zobrazovat informace z libovolné dálnopisné linky.

Audiální výstup obsahuje filmový pás s optickým záznamem namluvených čísel, slov a frází. Kódovaným řízením a výběrem příslušných částí záznamu lze fónicky vysílat meteorologické informace a přenášet je telefonem nebo rádiem.

Stanice měří následující prvky s přesností:

- teplotu vzduchu skutečnou, maximální a minimální $\pm 0,56^\circ\text{C}$
- teplotu rosného bodu $\pm 0,56^\circ\text{C}$
- tlak vzduchu staniční, redukovaný na hladinu moře podle barometrické formule a redukovaný na hladinu moře podle standardní atmosféry —
- rychlost větru — průměr za 1 a 10 minut, maximální a minimální hodnotu trvající 1 vteřinu a nárazy $\pm 1\text{ m/s}$ nebo 2 %
- směr větru zeměpisný a magnetický $\pm 5^\circ$
- výšku základny oblaků — maximální, minimální a průměr za 1 minutu (ceilometr F 420) $\pm 30\text{ m}$ nebo 20 %
- dráhovou dohlednost — průměr za 1 a 10 minut, max. a min. hodnotu $\pm 400\text{ m}$ nebo 10 %
- množství srážek za posledních 6 h $\pm 0,7\text{ mm}$
- výskyt slunečního svitu ano — ne

Další čidla, např. pro měření druhu srážek, celkového množství oblačnosti, tlakové tendence a další, mohou být dodatečně připojena.

Stanice je plně tranzistorovaná a má 2100 integrovaných modulových prvků. Podle výsledků testování za 21 000 h provozu je průměrná doba bezporuchového stavu celého zařízení 970 hodin.

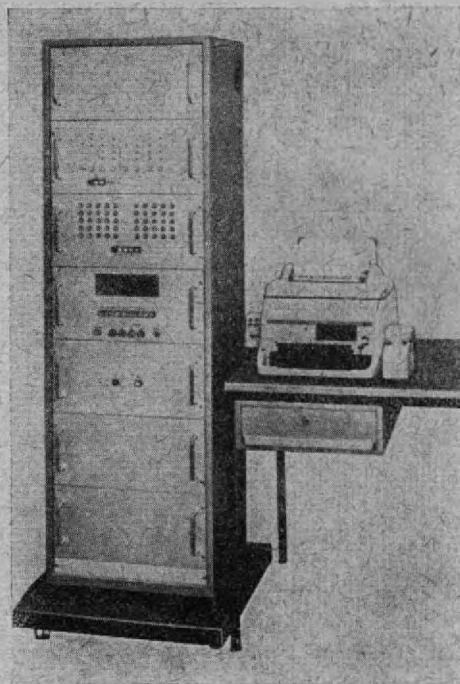
2.2. Měřicí ústředny

Měřicí ústředna, jakou obsahuje např. AMOS-V, se dnes běžně používá v řadě oborů k získávání, zpracování a vyhodnocení nejrozličnějších měřených dat. Za příklad univerzálnosti může sloužit měřicí ústředna DIGIZET od firmy SIEMENS, jejíž bohaté příslušenství zaručuje mimořádnou adaptabilitu požadavkům uživatele.

Na obr. 1 je meteorologická verze ústředny DIGIZET [11], která umožňuje automaticky snímat hodnoty z čidel, převádět je do správného digitálního tvaru v požadovaných jednotkách a vypočítávat potřebné průměry za libovolný časový interval. Údaje jsou zapisovány a děrovány na dálnopis a mohou být postupně indikovány digitronovou jednotkou.

2.3. Nové metody automatického měření prvků

Zavádění automatických stanic předpokládá, že subjektivní pozorování budou postupně nahrazována měřeními údaji. Příspěvkem k této problematice mohou být nové metody měření oblačnosti a určování druhu srážek.



Obr. 1

2.3.1. Měření oblačnosti

Měření množství oblaků známými metodami je neuspokojivé. Radiolokační metoda je nákladná a pro automatické stanice nedostupná. Určování množství oblaků z měření rozptýleného světla oblohy zase nemá praktický význam pro letecké účely. Proto v Kanadě [1] byla vypracována nová metoda založená na předpokladu, že se oblaky horizontálně pohybují a že rozložení oblačných a bezoblačných míst ve sledovaném prostoru je homogenní.

Základem měřicího přístroje je běžně používaný ceilometr s tzv. rotujícím paprskem. Na jeho výstup je připojeno zařízení, které ve 4 vrstvách (0–150, 150–300, 300–600 a nad 600 m) integruje výstupní signály v 10minutových intervalech. Během jedné hodiny tak získáme 6 integrovaných údajů o oblačnosti, které jsou na výstupu kódovány takto:

Kód	Údaj o oblačnosti v příslušné vrstvě
0	bezoblačno posledních 50 min. nebo více
1	bezoblačno posledních 40 min.
2	bezoblačno posledních 30 min.
3	bezoblačno posledních 20 min.
4	bezoblačno posledních 10 min.
5	zataženo posledních 10 min.
6	zataženo posledních 20 min.
7	zataženo posledních 30 min.
8	zataženo posledních 40 min.
9	zataženo posledních 50 min. nebo více

Při zkušebním provozu se ukázalo, že z 933 provedených měření jen 16 % případů nesouhlasu bylo zaviněno použitou metodou.

2.3.2. Indikátor druhu srážek

Indikátor druhu srážek [1] byl vyvinut pro stanici AMOS-V. Skládá se ze dvou kapacitních čidel, odporového čidla a termospínače. Kapacitní čidlo je napájeno z tranzistorového generátoru frekvencí 1000 Hz a spolehlivě reaguje na všechny druhy srážek. Aby bylo možno odlišit velmi slabé srážky, je stejný typ čidla nahříván termostatem. Tím dochází k odpařování srážek a nahřívání kapacitní čidlo je neindikuje. Odporové čidlo reaguje na změnu povrchové vodivosti a tedy jen na kapalné srážky. Termospínač doplňuje předešlá měření informací o výskytu kladných nebo záporných teplot.

Typické druhy srážek jsou pak na výstupu zakódovány následovně:

Druh srážek	R-1	R-2	R-3	R-4
rosa slabé intenzity	1	0	0	0
rosa silné intenzity	1	0	0	1
jíní nebo jinovatka	1	1	0	0
děšť	1	0	1	1
sníh	1	1	1	0
mrznoucí děšť nebo tající sníh	1	1	1	1

R-1: relé kapacitního čidla

R-2: relé termospínače

R-3: relé nahříváného kapacitního čidla

R-4: relé odporového čidla

Indikátor se v provozu osvědčuje, ale jsou problémy s korozi a znečišťováním elektrod odporového čidla.

2.4. Automatizace aerologických měření

Komplexní automatizace aerologických měření [2, 8] není dosud nikde na světě provozně zavedena, i když výzkum v tomto směru je velmi intenzivní. Celkem snadno lze automatizovat vyhodnocování výškového větru, pokud se výška sondy určuje z údajů šikmé dálky. Tak je tomu např. u další verze měřicí ústředny DIGIZET [11] vybavené nutnými pamětovými prvky a aritmetickou jednotkou.

Podstatně složitější, a zatím nedořešená, je automatizace vyhodnocování tlaku, teploty a vlhkosti vzduchu, kde největší obtíže představuje zavedení oprav z cejchovních diagramů a výběr zlomových bodů. Provedou-li se tyto operace ručně, je další výpočet na samočinných počítačích proveditelný.

2.5. Automatizace radiolokačních měření

Široké možnosti meteorologických radiolokátorů, zejména ve výstražné službě, jsou omezeny málo operativním a odborně náročným subjektivním vyhodnocováním. Proto bylo v SSSR vyvinuto zařízení CYKLON [9], které automatizuje radiolokační měření prakticky v úplném rozsahu. Zařízení programově řídí pohyb antény a potřebné zpracování radiolokačních signálů tak, že na výstupu jsou číselným tiskacím zařízením vyhotovovány:

- mapy videosignálu v pěti předem volitelných výškových hladinách,
- mapy maximálních výšek radioeča,
- souhrn údajů o maximálních výškách a maximálních intenzitách odrazů,
- mapy vertikálních řezů.

Změření a zpracování videosignálu v celém dosahu radiolokátoru trvá přibližně 15 minut.

3. Projekty automatizovaných informačních soustav

První projekt automatizované informační soustavy byl vypracován výzkumným střediskem vzdušných sil v CAMBRIDGE již v roce 1957 [4] a byl určen pro povětrnostní službu letectva. V zásadě je však použitelný i pro povětrnostní služby jiných druhů vojsk a také pro civilní službu.

Projekt předpokládá, že všechny stanice v USA budou včleněny do jediné pozorovací sítě propojené telefonními okruhy pro přenos dat rychlostí 1200 Bd. Zprávy z automatických stanic (popisovaná AMOS-V), budou na povel řídicí stanice předány do centra, kde se provede jejich formální a logická kontrola. Soubor zpráv se pak uloží do paměti k dalšímu zpracování a současně se stejnou sítí distribuuje. Jednotlivé stanice mohou vyloučit nepotřebné informace programovatelným filtrem. Tento uzavřený cyklus informačního toku může probíhat i v několikaminutových intervalech, takže na stanici jsou stále aktuální informace o počasí na všech letištích. Zprávy z aerologických a radiolokačních stanic, po zpracování na počítačích, se soustřeďují a distribuují

obdobně. V současné době se jednotlivé části systému provozně ověřují.

V SSSR [10] byl vypracován plán generální automatizace hydrometeorologické služby. Automatizace má probíhat postupně v souladu s technickými a ekonomickými možnostmi. Od roku 1967 se začíná automatizovaný systém budovat a ověřovat na teritoriu Běloruské SSR, kde po dokončení má být 50 automatických hydrometeorologických stanic, 12–14 radiolokátorů pro měření srážek, 4 zónální observatoře (BREST, GOMEL, VITEBSK a MINSK) a teritoriální centrum v MINSKU, napojené přímo na regionální a světové centrum v MOSKVĚ. Zprávy do zónálních observatoří budou ze stanic předávány po komutovaných dálkopisných linkách poštovní správy, které budou v pozorovacích termínech automaticky blokovány po dobu 30 vteřin.

Dostupné informace o obou projektech jsou zatím příliš obecné. Dávají však základní orientaci o sledovaných záměrech a cílech a mohou být tedy užitečné při řešení této problematiky v našich podmínkách.

4. Možnosti zavádění automatizace v ČSSR

4.1. Požadavky na informační soustavu

Bylo by předčasné v této přednášce popisovat nějaký projekt automatizovaného informačního systému, který by byl realizovatelný v ČSSR. Tato problematika je natolik složitá, že ji nelze řešit jinak, než komplexním rozбором. Určujícím a v jistém smyslu i limitujícím prvkem budou především dostupné možnosti spojení.

Informační soustava musí být jednotná pro celé území ČSSR a musí zabezpečovat sběr zpráv ze všech stanic a distribuci informací z teritoria i z globální informační soustavy na všechna letiště. Tomu je třeba přizpůsobit strukturu spojovací sítě, která by měla být linková a aspoň na hlavních směrech s telefonními okruhy, dovolujícími přenos dat rychlostí až 1200 Bd.

Na letištích pak budou přednostně zaváděny poloautomatické měřicí ústředny s možností telemetrie meteorologických prvků na vzletových a přistávacích pásmech a případně i na sestupových osách letu. Musí být také zabezpečena vyšší frekvence sběru a distribuce zpráv při zhoršených povětrnostních podmínkách, a to v 15–30minutových intervalech. Současně bude účelné řešit moderními prostředky zobrazování informací o počasí na letištích pro orgány řízení leteckého provozu a další případné zájemce.

Vyhodnocování měření na aerologických a radiolokačních stanicích, jakož i na pracovištích pro příjem informací z meteorologických družic, by mělo být prováděno objektivně a s nejvyšší možnou automatizací.

Centrální zpracování informací z teritoria v současné době prakticky chybí. Využitím samočinného počítače se však i v této oblasti naskytou nové možnosti. Bude umožněno souhrnné zpracování všech informací z teritoria pro trvalé sledování stavu a krátkodobého vývoje počasí a pro vytváření tzv. banky dat ke klimatologickému využití. Zkvalitní se kontrola meteorologického zpravodajství a zrychlí se informační tok.

4.2. Automatizace měření

Zavádění automatizace meteorologických měření v našich podmínkách nemusí být orientováno na dovoz automatických stanic ze zahraničí, protože celková úroveň prostředků průmyslové automatizace a výpočetní techniky a rozvinutá vědeckovýzkumná báze v těchto oborech dávají reálné předpoklady k řešení úkolů automatizace vlastními prostředky. Aby tato cesta mohla být nastoupena, je prvořadě naléhavé vyřešit některé teoreticko-technické problémy automatizace měření meteorologických prvků. Bude potřeba normalizovat umístění čidel a přístrojů a stanovit, které prvky mají být měřeny, v jakých jednotkách, jak často, jaké další zpracování (průměrování, výběr extrémních hodnot, redukování aj.) má být prováděno a jakým způsobem mají být indikovány. Potom může být přistoupeno k vymezení požadavků a případných návrhů řešení technických problémů, jako je volba vhodných čidel, konstrukce převodníků a dalších doplňkových zařízení k vybranému typu měřicí ústředny.

První kroky v tomto směru byly vykonány na Vojenské akademii A. Zápotockého v Brně, kde byl realizován labora-

torní vzorek pro měření 12 prvků, vyvinut panel pro automatizované pracovní postupy, zkonstruován převodník pro automatický výpočet průměrných hodnot rychlosti větru a převodník kódu analogově-číslicového převodníku NR-10 (používá se v měřicí ústředně UM-10) na dálkopisný kód CCITT-2. Studují se také nové metody měření tendencí meteorologických prvků jako teploty, teploty rosného bodu, dohlednosti a slunečního záření a byl již teoreticky rozpracován a navržen termovariometr. Těchto tendencí je možno prognosticky využívat pro několikahodinové místní předpovědi.

Počátky výzkumu jsou zatím slibné. Bylo by nesprávné nevyužít možností, které Vojenská akademie skýtá tím, že zahrnuje vědecko-pedagogická pracoviště z oborů meteorologie, automatizace, výpočetní techniky aj.

4.3. Popis některých československých výrobků

Sortiment výrobků, použitelných v automatizovaných informačních systémech pro sběr, zpracování a přenos dat, je dnes již značně široký. Není proto dost možné uvádět zde jejich popis či stručnou charakteristiku. Ostatně nebylo by to ani účelné a proto se omezíme jen na výrobky skutečně progresivní, které mají největší předpoklady pro začlenění do automatizovaných systémů.

Na prvním místě je třeba jmenovat *číslicové měřicí ústředny UM-10 a UM-20*, vyráběné n. p. METRA Blansko. Ústředna UM-10 [13] (obr. 2) je konstruována pro sběr dat z 50 měřících míst, umožňuje číslicovou indikaci a trvalý záznam měřených hodnot na elektrickém psacím stroji CONSUL 259.1 s možností vyhotovení děrné pásky. Chod ústředny je řízen automaticky ve zvolených časových intervalech.

Tato ústředna již našla uplatnění v meteorologii a to na Meteorologické observatoři Skalnaté Pleso [5]. Od září 1967 je používána k měření 29 meteorologických prvků, nutných pro výpočet tepelné a radiační bilance. Denně se provede průměrně 160 měření. Zatímco dříve zúžený program muselo vykonávat 6 pracovníků, pak po zavedení měřicí ústředny postačují plně jen dva pracovníci.

Ústředna UM-20 [13] (obr. 3) je oproti UM-10 doplněna o další blok, který umožňuje zavádět linearizační opravy měřených údajů a tím indikovat data přímo ve zvolených jednotkách a dále umožňuje zřetelně registrovat a indikovat překročení nastavitelných mezních hodnot.

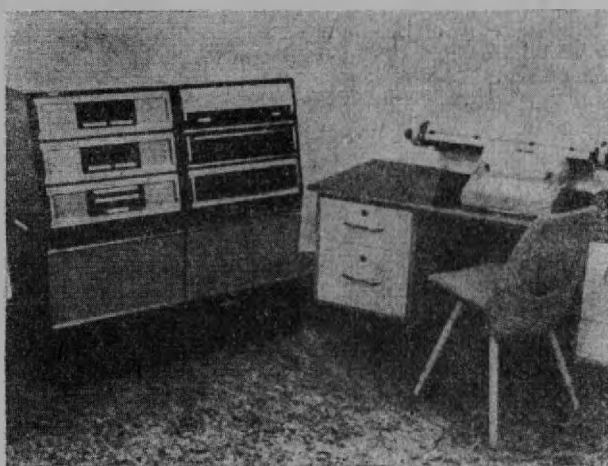
Oba typy měřících ústřed, po doplnění nezbytnými převodníky, paměti a aritmetickou jednotkou, se mohou stát základem poloautomatických meteorologických stanic.

V oblasti automatizace má nemalý význam úroveň analogové výpočetní techniky a to nejen jako počítačů, ale jako syntézy obvodů a prvků s širokou možností jejich dalších aplikací. Jsou to např. přesné potenciometry, relé, elektronické spínače, počítači zesilovače, integrátory, diodové násobičky, klopné a monostabilní obvody, logické a zpožďovací obvody, univerzální čítače, souřadnicové zapisovače aj.

Bylo by snad zbytečné zde zdůrazňovat světovou úroveň tranzistorových analogových počítačů, vyráběných n. p. ARITMA Praha. Na obr. 4 je jeden ze stavebnicových počítačů řady MEDA-T model 1969, nesoucí označení 41 TB.



Obr. 2



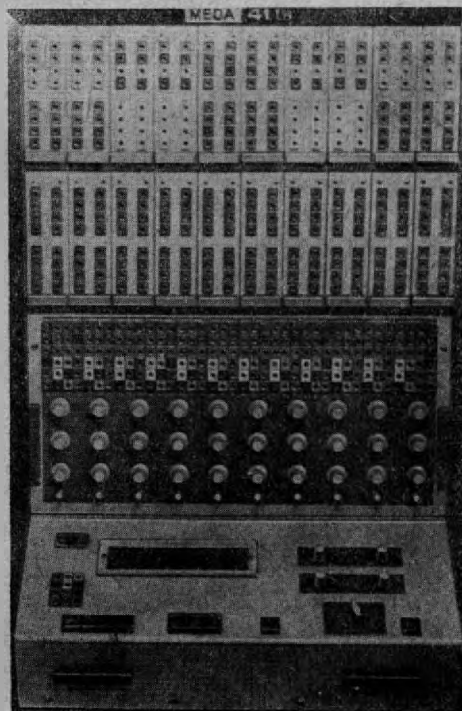
Obr. 3

Na ovládacím panelu má vestavěný čtyřmístný indikátor číslicového voltmetru s automatickou indikací polarity.

Do nové řady samočinných počítačů patří MEDA-LOG a MEDA-HYBRID 1 [6]. MEDA-LOG je iterací počítač, obsahující kromě běžných analogových spojitých počítačích prvků také řízené, po částech spojitě, počítačové prvky, prvky pro číslicově-analogový a analogově-číslicový převod a logické obvody. Doplněním tohoto počítače o prostředky pro přenos informací mezi univerzálním analogovým a univerzálním číslicovým počítačem vznikne výpočtový systém MEDA-HYBRID 1. Ve spojení např. s malým číslicovým řídicím počítačem ŘIP-1000 vznikne kompaktní hybridní počítač, umožňující řešit velmi náročné problémy. Konstrukce počítačů je založena na nejnovější součástkové základně, jako jsou monolitické integrované obvody, tenkovrstvové odpory, křemíkové tranzistory, tranzistory řízené polem apod.

Uvedená výpočetní technika může najít též uplatnění jako součást měřících ústřed a např. také jako systém automatizovaného vyhodnocování aerologického měření.

Přehledné zobrazení meteorologických informací dosud nebylo řešeno a přece se dá velmi snadno realizovat zařízením



Obr. 4

SIGNALTRON [14], licenčně vyráběným v n. p. PRAGO-TRON Praha. Toto zařízení se již běžně používá pro přiletové a odletové informace na většině našich letišť. Je neobyčejně jednoduché a vyznačuje se velmi dobrou čitelností. Základní jednotkou jsou překlápěcí listy, na které je možno sitotiskem reprodukovat číslce, písmena, znaky i obrázky ve všech barvách. Na jedné jednotce může být nejvýše 40 listů se znaky ve velikosti od 4 do 43 cm výšky. Počet sloupců i počet řádek, jakož i počet tabulí není ničím limitován.

Všechny tabule jsou řízeny z jediného místa, a to buď mechanicky čtyřicetipolohovými potenciometry, nebo automaticky děrným štítkem. Informace je možno vymazávat a přepisovat v jednom řádku a posouvat nahoru a dolů. Dálkové ovládání lze realizovat běžně do 2 km, ve zvláštních případech až do 30 km. Životnost součástek se pohybuje mezi 20–30 lety.

Posledním popisovaným zařízením je *elektromechanická jednotka pro sběr, přenos a zpracování dat*. Nese zatím pracovní označení DUKÁT [7]. Základní výzkum tohoto zařízení byl ukončen v roce 1969 a nyní je vyvíjen v n. p. KONSTRUKTA Brno a v n. p. TESLA Rožnov.

Předností zařízení DUKÁT je komplexnost a stavebnicovost řešení. To dovoluje vytvářet potřebné funkční varianty koncových zařízení sestavením potřebných bloků v jeden celek a to u výrobce nebo přímo u uživatele.

Hlavními stavebními bloky jsou:

1. *Klávesnice s vyrovnávací pamětí*, automatickým přiřazováním znaků (návrh vozu, nový řádek, číslcová nebo písmenná změna) a vysílačem vlastní značky. Výstup klávesnice je v paralelním kódu, v mezinárodní telegrafní abecedě CCITT 2 nebo CCITT 5. Základní provedení umožňuje rychlost psaní do 1600 znaků za minutu.

2. *Děrnopásková souprava* obsahující dva fotoelektrické snímače děrné pásky a jeden děrovač. Snímače i děrovač jsou přestavitelné na provoz s pětistopou nebo osmistopou páskou a jsou řešeny variantně pro rychlosti 1600, 3200 a 4800 znaků za minutu.

3. *Stránkovou tiskárnu* umožňující v základním provedení tisknout na řádek o délce 69 znaků všechny otiskované znaky kódu MTA č. 2, při paralelním vstupu v kódu MTA č. 2 nebo MTA č. 5, rychlostí do 1600 znaků za minutu. Variantní provedení umožňuje tisknout všechny otiskované znaky kódu MTA č. 5. Se stejnou mechanickou částí, ale se zdokonalenou elektronikou, je možno provádět tisk rychlostí až 9600 znaků za minutu. Mechanická část je řešena na principu letmého tisku s typovým válcem. S originálem je možno současně vyhotovit až 3 kopie textu.

4. *Elektronický blok* obsahuje v maximální variantě elektronickou jednotku vysílače a přijímače, základní jednotku pro řízení celé činnosti koncového zařízení, jednotku pro zabezpečení přenosu, jednotku pro utajení, přijímač pomocných funkcí, jednotku pro funkci pracoviště děrné pásky a ovládací panel se signalizací. Vstupy i výstupy jsou v paralelním kódu.

5. *Blok pro připojení k vedení* je řešen ve dvou variantách. Jedna varianta slouží k připojení zařízení na stejnosměrné telegrafní kanály umožňující rychlost přenosu do 200 Bd. Druhá varianta slouží k připojení na telefonní kanály pro rychlosti 200, 400 a 600 Bd. Na pevných telefonních okruzích dovoluje zvýšit rychlost až na 1200 Bd. Na stranu zařízení je

blok připojován paralelně, na stranu vedení pracuje v sériovém kódu.

Celé zařízení je konstruováno stavebnicově i uvnitř bloků tak, aby rozhodující funkční orgány bylo možné i bez seřízení snadno a rychle vyměnit. Elektronické části jsou řešeny technologií integrovaných obvodů v pevné fázi, montovaných na destičky tištěných spojů. Opravy budou zásadně prováděny výměnou vadné desky tištěných spojů deskou náhradní. Výrobky nulté série lze očekávat již v roce 1972, běžnou výrobu od roku 1974–1975.

5. Závěr

Všeobecně dosahovaná úroveň v automatizační, výpočetní a sdělovací technice dává reálné předpoklady pro postupnou automatizaci meteorologického informačního systému i v našich podmínkách. Realizace takového systému však nebude jednoduchá. Vyžádá si soustředěného úsilí týmu odborníků a nemalých ekonomických nákladů. Právě proto bude muset být již při projektování systému postupováno velmi zodpovědně, promyšleně a koncepčně. Bude žádoucí organizovat širokou a dobře koordinovanou spolupráci hydrometeorologických služeb a dalších institucí zemí tábora socialismu. Využití nejnovějších poznatků příslušných vědních oborů a dostupných zkušeností nejvyspělejších hydrometeorologických služeb, reálné hodnocení našich podmínek a možností, bude fundamentem ekonomicky efektivního a dostatečně perspektivního projektu. Nemalou pozornost bude třeba věnovat přípravě středoškolských a vysokoškolských meteorologických kádrů, které nesmí technický rozvoj služby zastihnout nepřipravené. Jen s účinnou pomocí a zájmem všech meteorologů lze vůbec takový projekt realizovat.

Literatura:

- [1] Technical Note No. 82 "Automatic Weather Stations"; WMO, 1967.
- [2] Pracovní dokumenty z CIMO-V; WMO, 1969.
- [3] Specifications of Automatic Weather Stations; WMO, 1963–1965.
- [4] Weatherwise; duben 1958.
- [5] Meteorologické zprávy, XXI (1968), čís. 6, str. 184.
- [6] Sborník přednášek ze 7. semináře MEDA; Aritma Praha, 1969.
- [7] Projekt zařízení DUKÁT; Výzkumný ústav 060 Praha, 1969.
- [8] ESSA Technical Memorandum WBTM DATAC 3; Weather Bureau Silver Spring, Md., 1969.
- [9] Š. Kyjovský: Cestovní zpráva ze studijní cesty do SSSR – využití radiolokačních prostředků; HMÚ Praha, 1969.
- [10] B. Sobišek, Š. Kyjovský: Cestovní zpráva o studijním pobytu v SSSR v rámci VTS; HMÚ Praha, 1968.
- [11] SIEMENS: Messgeräte, prospekt, květen 1969.
- [12] MAŠPRIBORINTORG: UATGMS-4, propag. leták, 1969.
- [13] METRA Blansko: Číslcová měřicí ústředna UM-10, prospekt, 1967.
- [14] Číslcová měřicí ústředna UM-20, prospekt, 1968.
- [15] PRAGOTRON: Informační systémy, technická informace, 1969.

SÚČASNÝ STAV KLIMATOLÓGIE NA HMÚ A JEJ PERSPEKTÍVNE ÚLOHY

Современное состояние.

Задачи климатологии пражского и братиславского институтов в целях народного хозяйства. Сотрудничество институтов по вопросам климатологии с другими организациями в ЧССР. Обработка климатического материала при помощи счетно-аналитических машин и использование соответствующих статистических методов. Участие климатологии в решении задач, принятых в рамках гидрометеорологических служб социалистических стран. Участие климатологии в рамках Всемирной Метеорологической Организации и наш вклад в кампанию WWW (Всемирной Службы Погоды).

Перспективные задачи.

Переосценка климатического материала. Новые методы обработки. Механизация обработки данных. Перестройка сети станций так, чтобы при минимальной густоте станций последние своей структурой оптимально выражали изменения климата на территории республики. Сотрудничество при решении задач с климатической тематикой в рамках гидрометеорологических служб социалистических стран. В рамках рекомендации климатической комиссии ВМО сотрудничество главным образом на составлении карт для регионального атласа европейской ассоциации, подготовка материала и карт для радиационного водного баланса территории ЧССР.

Gegenwärtiger Stand.

Aufgaben der Klimatologie am Prager und Bratislavaer Institut zum Nutzen der Volkswirtschaft. Zusammenarbeit der Klimatologie am Institut mit anderen Organisationen in der ČSSR. Auswertung des klimatischen Materials durch die Lochkartentechnik und Verwendung entsprechender statistischer Methoden. Beteiligung der Klimatologie an den im Rahmen der hydrometeorologischen Dienste der sozialistischen Staaten vereinbarten Aufgaben. Teilnahme der Klimatologie im Rahmen der Weltorganisation für Meteorologie und unser Beitrag zum Projekt WWW (Weltwetterdienst).

Perspektivische Aufgaben.

Umwertung des klimatischen Materials. Neue Verarbeitungsmethoden. Mechanisierung der Verarbeitung. Umbau des Stationsnetzes, damit es bei minimaler Dichte mit seiner Struktur optimal die Klimaveränderungen auf dem Gebiet der ČSSR erfasst. Zusammenarbeit an Aufgaben mit klimatischer Thematik im Rahmen der hydrometeorologischen Dienste der sozialistischen Staaten. Im Rahmen der Empfehlung der klimatischen Kommission der Weltorganisation für Meteorologie Zusammenarbeit vor allem an den Karten für den regionalen Atlas der europäischen Vereinigung, Vorbereitung der Unterlagen und Karten für die Strahlungs- und Feuchtigkeitsbilanz des Gebietes der ČSSR.

Vývoj klimatológie za 50 rokov existencie ústavu sme podali v stati o klimatológii, je v publikácii, ktorú ústav vydal z príležitosti 50 rokov meteorologickej služby. Koncom r. 1968 privodilo nové usporiadanie štátnej správy i osamostatnenie klimatickej služby na Slovensku, takže teraz vedľa seba, ale v úplnej zhode spolupracujú dve klimatické služby, jedna v českých krajoch a druhá na Slovensku. Obidve vychádzajú z rovnakých predpisov a metód spracovania, pričom navonok medzinárodne vystupuje klimatická služba ako jednotná.

Keď chceme načrtnúť perspektívy klimatológie v Československu, bude dobre zamyslieť sa najprv nad úlohami, ktoré klimatológii pripadajú a ktoré na nich žiadajú rôzne zložky nášho národného hospodárstva, ďalej poukázať na spoluprácu s inými organizáciami v ČSSR, potom na spoluprácu v rámci hydrometeorologických služieb socialistických štátov a v rámci Svetovej meteorologickej organizácie.

Klimatológia je jednou z najstarších vedeckých disciplín, ved charakterizovala prírodné vlastnosti svetadielov, štátov, krajov, miest. Klimatické pomery boli rozhodujúce pre rozvoj hospodárstva, dopravy, obchodu apod. Klimatické opisy nachádzame v najstarších písomnostiach, v cestopisoch. Preto bola právom až donedávna zaraďovaná medzi vedy popisné, a to ako súčasť geografie.

Dnešnými metódami práce sa však klimatológia jednoznačne pripája k meteorológii s jej fyzikálnym charakterom.

Rozvoj meteorológie v našom storočí, hlavne štúdium atmosférických dejov, všeobecnej cirkulácie, sondáže atmosféry postavili meteorológii do oblasti fyzikálnych vied. Ako sa v meteorológii plne uplatnili matematické metódy a modely, tak ani v klimatológii sa nedá teraz pracovať bez matematického vyjadrenia vo vzťahoch; vytvárajú sa špecifické matematické a štatistické postupy, pomocou ktorých sa analyzujú nahromaždené meteorologické údaje za dlhšie obdobia, vypracúvajú sa klimatické charakteristiky a klimatické predpovede. V tom zmysle i prof. C. I. Godske z Bergenu definuje klimatológiu ako vedu o mnohorozmerných rozloženiach atmosférických premenných.

Svetová meteorologická organizácia vytyčuje pre klimatológiu dvojaké zameranie. Klimatológia má predovšetkým

získavať čo najpresnejšie údaje o stave a javoch atmosféry za minulé obdobia, a to ako v prízemnej vrstve nad pevninami a oceánmi, tak aj v jej vysokých vrstvách. Vzhľadom na to, že ekonomické aspekty klímy majú základný význam v každom národnom hospodárstve, má klimatológia zároveň za úlohu vyhovieť žiadostiam o klimatologické informácie z najrôznejších odborov a pripravovať tieto informácie v takej forme, aby čo najlepšie vyhovovali potrebám užívateľov. Druhou úlohou klimatológie je študovať klimatické javy v najrôznejších dimenziách od klímy malých priestorov, klímy lokálnej až po planetárnu — od mikroklimy cez mezoklímu až po makroklimu, a tak poskytovať potrebné podklady pre výskum mechanizmu dejov v atmosfére a pre vypracovanie teoretických modelov.

Vráťme sa ku klimatologickej praxi. Jej úlohy vyplývajú z požiadaviek národnej ekonomiky. Ide predovšetkým o odbory produkcie a transportu, v poslednom čase i o odbor deštrukcie. Vo sfére záujemcov z oblasti produkcie najväčším a historicky najstarším užívateľom klimatologických informácií je poľnohospodárska výroba; poľnohospodárska činnosť a jej výsledky sú spiate tak s počasím, ako aj s klímou príslušného miesta. Medzi ostatných záujemcov z odboru produkcie patria projektanti výstavby závodov a zariadení, ďalej prevádzatelia rozličných zariadení závislých na počasi. Ako sú prevádzky povrchových baní, chladiacich veží, elektrotechnických zariadení apod.

V odbore transportu je to predovšetkým letectvo, ktoré vyžaduje nielen synoptické, ale aj klimatologické informácie, jednak pri situovaní letísk a letiskových zariadení, jednak pri zabezpečovaní ich efektívneho využitia. Podobne sú klimatologické dáta veľmi užitočné i pre ostatné druhy dopravy ako aj pre telekomunikácie a prenos elektrickej energie. Napokon nachádza klimatológia uplatnenie v odbore deštrukcie, pričom sa pomocou klimatológie postupuje proti ničeniu, resp. deštrukcii, vyvolanej v prírode exhalátmi, ktoré ohrozujú aj ľudský organizmus a zoslabujú ho, čím sa človek stáva menej odolným voči infekciám a ľahšie podlieha epidémiami a rôznym ochoreniam, najmä v chladnom polroku. Pomocou klimatologických prieskumov možno koncentráciu priemysel-

ných exhalátov znížiť. O tom bude ostatne obširnejšia správa v ďalšom príslušnom referáte.

Klimatologická služba v Československu má bohatý a rozsiahly podkladový materiál, má skoro 200-ročné pozorovania teploty vzduchu, jedny z najstarších v strednej Európe, má pomerne hustú sieť meteorologických staníc vyššieho stupňa a veľmi hustú sieť staníc zrážkomerných, pričom mnohé stanice majú rady vyše 60-ročné. Tento rozsiahly materiál je zatiaľ málo využívaný. Nenastala zatiaľ dostatočne úzka spolupráca medzi klimatológmi na jednej strane a užívateľmi ich práce na strane druhej. Požiadavky na klimatologické práce — okrem základných údajov — boli u nás doteraz väčšinou formulované len obecne, tak že výsledné správy a zhodnotenia dostali takú náplň a zameranie, ktorými mali podľa predstáv klimatológov pomôcť praxi, zatiaľ čo sami klimatológovia nenadobudli presvedčenie, že nimi vypracované posudky sú optimálne vyhovujúce a že i forma tých správ je primerane zvolená.

Konkrétnejšie práce sa spracovali pre leteckú dopravu, ktorá precizovala svoje požiadavky jednak podľa prvkov, jednak podľa triednych intervalov, prípadne podľa komplexov prvkov.

Väčšina obsiahlejších klimatologických prác vychádzala z vlastných podnetov klimatológov, overených diskusiou na meteorologických konferenciách, a v snahe nadviazať na obdobné práce v susedných službách. Tak vznikli naše základné klimatické práce, ako sú: Atlas podnebia Československa, Tabuľky k nemu a záverečná Souborná studie, resp. regionálne krajové štúdie Západoslovenského, Východoslovenského kraja a Podnebí a počasí Krušných hor v spolupráci s meteorologickou službou NDR. K týmto prácam patrí sa priradiť aj štúdiu Klíma Tatier, pripravenú pre tlač pracovníkmi meteorologických ústavov SAV a Prir. fakulty UK, v spolupráci s poľskými meteorológmi. Uvedené práce boli spracované prevažne klasickými klimatologickými metódami. V niektorých prvkoch sa venovala väčšia pozornosť početnostnému rozdeleniu nameraných hodnôt a použili sa aj vyššie štatistické momenty.

Náročnejšie klimatologické štúdie nie je možné spracovať bez použitia mechanizácie výpočtových prác. Preto bola českoslov. hydrometeorologická služba vybavená zatiaľ aspoň správou dierkoštitkových strojov. Na dierne štítky sa sústavne prevádzajú meteorologické pozorovania všetkých základných a doplnkových klimatologických staníc, synoptické pozorovania, leteckometeorologické hodinové hlásenia a výsledky aerologických meraní. Pomocou dierkoštitkových strojov sa potom kontrolujú namerané dáta, pripravujú sa súbory pre publikáciu ročeniek. Týmto postupom boli spracované klimatografie letísk, klimatografie vyšších vrstiev atmosféry nad ČSSR, tak bola spracovaná komplexná klíma vybraných miest metódou Čubukova. Mechanizácia výpočtu početnosti sa použila aj pri hodnotení veterných pomerov v krajových štúdiách. Mechanizácia výpočtov v klimatológii je ešte len v počiatkoch, ako vidno z uvedených príkladov. Rozsiahly klimatologický materiál sa priamo núka k podrobnejšiemu spracovaniu, a táto úloha už patrí k perspektívnym úlohám klimatológie.

Okrem Hydrometeorologického ústavu rozvíja sa klimatológia aj na viacerých ústavoch vysokých škôl a akadémií. V rámci ČSAV pracuje napr. observatórium na Milešovke, na tomto bode preskúšavajú meteorológovia niektoré nové prístroje, pomocou dát tohto observatória a nižšie položených staníc pracujú klimatológovia na metódach k štúdiu medznej vrstvy atmosféry. V rámci ústavu pre meteorológiu a klimatológiu SAV pracuje observatórium na Skalnom Plese, v Mlýňanoch a v Bábe, pričom tu klimatológovia sledujú všetky pevky radiačnej bilancie. Uvedené príklady naznačili, že na zmienených ústavoch sa klimatológovia sústreďujú na štúdiu základných problémov a okrem toho svojimi špeciálnymi posudkami pomáhajú aj praxi. Hydrometeorologický ústav všetkým výskumným pracoviskám poskytuje svoj pozorovací materiál a tým im pomáha pri riešení ich výskumných úloh.

Československá klimatická služba stále pozorne a so záujmom sleduje výsledky prác z klimatického odboru v socialistických štátoch. V pláne svojich prác postupne zaraďuje k rozpracovaniu úlohy, ktoré boli doporučené riaditeľskou konferenciou hydrometeorologických služieb socialistických štátov. Z doporučených tém touto konferenciou intenzívnejšie

pracujeme na úlohe: Agrometeorologické resursy na území európskych socialistických štátov, pri riešení tejto úlohy je naša pracovníčka dr. M. Kurlpelová v redakčnom výbore, ktorý pripravuje záverečný elaborát tejto úlohy. Naš ústav je koordinátorom jednej z doporučených tém a to tém č. 4: Metódy prognóz nízkkej oblačnosti, horizontálnej a šikmej dohľadnosti ako aj veterných pomerov v 12 km vrstve atmosféry. V rámci tejto témy spracovali sme na našom ústave podrobnejšie s týmto zameraním klimatografie niekoľkých letísk. Na nadviazanie spolupráce a porovnanie metód spracovania pripravuje náš ústav k tejto téme sympóziu s medzinárodnou účasťou. Organizáciu tohoto sympózia v dohode s riaditeľstvom v Prahe prevzal Hydrometeorologický ústav v Bratislave. Viacerí pracovníci pražského Hydrometeorologického ústavu a Ústavu hydrológie a hydrotechniky SAV v Bratislave riešili úlohy, ktoré možno zaradiť k téme 7: Výskum štatistickej štruktúry poli meteorologických prvkov so zameraním na racionálne rozloženie siete staníc. Riešenie tejto úlohy má mimoriadny význam, lebo rozvoj techniky a zmenený spôsob života človeka stavia meteorologickú službu pred problém, ako zaistiť pozorovania počasia čo najekonomickejšie a najefektívnejšie. Regionálne štúdie klimatologické, prinášajúce podrobnejšie zhodnotenie všetkých prvkov, vypracované na našich ústavoch, poskytujú mnoho podkladov, ktoré bude možné zužitkovať aj v rámci medzinárodnej spolupráce na téma 5: Výskum rozdelenia zrážok, teploty a veterných pomerov v karpatskej oblasti. Príspevkom k tejto téme môžu byť aj naše dynamickoklimatologické štúdie, ako ich pripravili meteorológovia zo synoptickej služby, klimatickej služby a pracovníci meteorologických ústavov ČSAV, SAV a univerzít. U ostatných tém, navrhnutých riaditeľskou konferenciou socialistických štátov, sa zatiaľ naša účasť obmedzila len na sledovanie výsledkov, aké dosiahli naši kolegovia v susedných službách, k vlastnému ich riešeniu sme ešte nepristúpili.

Československá meteorologická služba má svoj podiel aj na prácach celosvetového významu v rámci spolupráce Svetovej meteorologickej organizácie. Naš ústav poskytuje klimatické dáta pre medzinárodnú publikáciu „Monthly Climatic Data for the World“ a „World Weather Records“, spolupracuje na svetovej akcii prípravy Atlasu podnebia sveta. V súčasnej dobe pracuje na materiáloch pre Regionálny atlas podnebia Európy. Okrem toho zúčastňuje sa na práci v klimatickej komisií SMO. Na doporučenie SMO a ICAO (International Civil Aviation Organization) vypracoval HMÚ klimatické tabuľky čl. medzinárodných letísk Praha a Bratislava. Agrometeorológovia nášho ústavu zúčastňujú sa aj na prácach agrometeorologickej komisie SMO. Dr. M. Kurlpelová bola povolaná do jednej z pracovných skupín tejto komisie a podieľa sa na riešení úlohy, označenej ako Štúdium vzťahov meteorologických faktorov na veľkosť a kvalitu úrody obilnín a metód prognóz úrody.

Jubilejné slavnostné zhromaždenie, ktorého sme tu zúčastnení, priamo núka, aby sme na ňom načrtli aj nové úlohy, ktoré bude musieť čl. klimatológia v budúcnosti riešiť. Rýchly rozvoj ľudskej spoločnosti a tým stúpajúce požiadavky na ekonomické zdroje majú svoj dopad i na úlohy klimatológie. Odbory ľudskej činnosti, v ktorých sa klimatológia aplikuje, alebo v ktorých sa bude musieť začať uplatňovať, musia v záujme ekonomickej realizácie svojho príslušného projektu a jeho ekonomickej prevádzky v predpokladanom budúcom časovom období presne vedieť, ktoré klimatologické prvky alebo parametre ovplyvňujú projekt a činnosť plánovaného zariadenia, ktoré hodnoty klimatologických prvkov (parametrov) sú optimálne alebo naopak nežiadúce. Úlohou klimatológa potom musí byť, aby vypracoval analytickú štúdiu, ktorá bude vlastne prognózou — matematicky vyjadrenou — do akej miery, resp. s akou pravdepodobnosťou budú požadované podmienky (parametre) splnené. Bude teda hlavnou úlohou klimatológa určiť pravdepodobnosť výskytu rôznych prípadov. Pri normálnom početnostnom rozdelení hodnôt vo veľkom súbore je jednoduchý vzťah medzi početnosťou a pravdepodobnosťou. Väčšinou však nie je možné predpokladať, že súbor nameraných hodnôt má normálne rozdelenie. Preto je nutné teoreticky určiť pravdepodobnosť na základe matematického modelu rozloženia početnosti príslušného prvku použitím distribučných funkcií. Oprávnenosť použitia určitého matematického modelu musí byť samozrejme potvrdená vhodným testom. Vypracovanie takej analytickej štúdie pre jednu lokalitu a pre jeden prvok predpokladá dlhý rad pozorovaní, a to homogenný rad. Úloha sa komplikuje,

keď ide o viac prvkov s nerovnakou dobou pozorovania, v takom prípade treba potom použiť korelačného počtu.

V klimatologickej praxi sa však často vyskytujú prípady so žiadosťou na údaje z miest, pre ktoré mesačné hodnoty nie sú priamym meraním zistené. Takéto požiadavky je potom možné splniť len na základe znalosti priestorovej variability, ktorú zistíme zrovnávaním a rozborom dlhodobých pozorovacích radov v blízkom okolí a reprezentatívnosti pozorovaní.

Pri vypracovávaní klimatologickej prognózy treba priblídiť tiež k očakávaným zmenám alebo kolísaniu klímy v danom období. Okrem prirodzenej klimatickej zmeny, zistenej rôznymi metódami na základe veličín z dlhodobého pozorovania, treba podľa upozornenia delegácie ZSSR na V. zasadnutí klimatickej komisie v r. 1969 prihliadnúť i k zmenám klímy, aké vyvoláva priamo ľudská činnosť. Výskum v ZSSR ukázal, že množstvo energie, vyrobenej v priemyselne veľmi vyvinutých oblastiach, je už veľmi vysoké v zrovnaní s dopadajúcim žiarením slnečným, a že značná časť vyrobenej energie je súčasne zdrojom tepla pre atmosféru. Odhaduje sa, ak sa bude udržiavať doterajší trend výroby energie, zmení sa tým výrazne za takých 100 až 200 rokov klíma celej planéty.

Úlohy, pred ktorými dnešná klimatológia stojí, vyvolávajú celý rad problémov, ktoré bude treba riešiť v dohľadnom čase. Nie sú to len problémy našej klimatológie, ale problémy svetové. Diskutuje sa o nich aj vo SMO. Napr. na poslednom zasadnutí komisie pre klimatológiu v októbri 1969 vytvorili niekoľko pracovných skupín, ktorých úlohou bude štúdium najzávažnejších problémov. Ide predovšetkým o tieto problémy:

Nadviazať užšiu spoluprácu s užívateľmi klimatologických informácií a zistiť, ktoré klimatologické charakteristiky (prvky alebo parametre) sú pre ich potrebu rozhodujúce a v akej forme ich budú vyžadovať. V súvislosti s tým podniknúť u užívateľov výskum vplyvu meteorologických činiteľov na zadanú funkčnú aplikáciu, prípadne na ňom spolupracovať.

Na základe zistených požiadaviek revidovať programy pozorovania na meteorologických stanicích.

Realizovať systém Svetovej služby počasia (WWW = World Weather Watch), ním získa klimatológia významné súbory meteorologických pozorovaní, pripravených už na spracovanie elektronickým počítačom. Bude treba zvážiť, nakoľko môžu tieto údaje nahradiť doterajšie klimatologické pozorovania.

Pokračovať bez zmeny pozorovania na tzv. sekulárnych stanicích, na ktorých je k dispozícii dlhodobý pozorovací rad, aby sa tým zaistil podklad pre štúdium štatistických vlastností takého radu a jednotlivých klimatických prvkov.

Revidovať staničnú sieť (najmä dobrovoľnícku) a uvážiť výber pozorovacích termínov.

Zachovať bez zmeny pozorovania na tzv. sekulárnych stanicích, na ktorých je k dispozícii dlhodobý pozorovací rad, aby sa tým zaistil podklad pre štúdium štatistických vlastností takého radu a jednotlivých klimatických prvkov.

Študovať matematicko-štatistické modely, ich vhodnosť pre určité prvky alebo parametre a štatistickú pravdepodobnosť klimatologických predpovedí.

Pripraviť prechod na spracovanie klimatických dát na samočinné počítače, pripravovať k strojovému spracovaniu prvky a parametre, stanoviť početné algoritmy a pripravovať programy pre počítače.

Tento heslovitý výpočet tém, ktoré dávajú základ pre perspektívny rozvoj svetovej klimatológie, je veľmi obsiahly a jeho realizovanie v našich pomeroch vo všetkých bodoch

ťažko uskutočniteľný. Z vymenovaných tém musíme sa v našej klimatológii zamerať na tie, ktoré sú rozhodujúce pre rozvoj nášho národného hospodárstva a na také, ktoré máme riešiť ako členský štát SMO.

O výbere úloh, ktoré bude naša klimatológia postupne riešiť, sa diskutuje na riaditeľstvách HMÚ v Prahe a Bratislave. V pripravovanom perspektívnom pláne úloh do r. 1980 sa vyznačí i ďalší náš postup. Pri riešení viacerých úloh počítame i na spoluprácu klimatológov socialistických štátov, najmä ZSSR, aby sme pri riešení našich úloh maximálne využili výsledky, ktoré naši priatelia už dosiahli.

Spoluprácu klimatológie socialistických štátov do istej miery je už zabezpečená pracovnou skupinou pre klimatológiu, ktorej posledné zasadnutie bolo v jeseni minulého roku v Prahe, kde sme si postup a možnosti spolupráce tiež prediskutovali.

Rozhodujúcim faktorom pre klimatickú službu je sieť staníc. Tej bude treba venovať veľkú pozornosť a treba ju zrevidovať tak, aby pri optimálnej hustote sme ňou získali maximálny efekt. V rámci Svetovej služby počasia určiť klimatické stanice, ktorých pozorovania by dobre vystihli klímu nášho štátu. Pozorovania na týchto stanicích budú musieť byť prvotriedne, ktoré sa môžu zaistiť jedine profesionálnymi pozorovateľmi, takže bude potrebné počet profesionálnych staníc zvýšiť.

Zvýšenie počtu profesionálnych staníc vyššieho stupňa pri poklese dobrovoľníckych staníc sa pripravuje na riaditeľstvách v Prahe i Bratislave a obidve riaditeľstvá vo svojom perspektívnom pláne do r. 1980 s rozšírením profesionálnych staníc počítajú.

Z programových tém je u nás aktuálny problém pozorovacích termínov, ich prípadná zmena je vhodná začiatkom nového desaťročia, takže túto úlohu by bolo treba zvážiť ešte v priebehu tohoto roka.

Klimatologická služba v Prahe i v Bratislave má rozsiahly archívny materiál, je v ňom mnoho i takových záznamov, ktoré uchovávať znamená zaťažovať archívnu službu. Bude treba zvážiť, aký pozorovací materiál treba archivovať a v akej forme.

Zhodnotený a preverený klimatologický materiál potom môže byť podkladom pre všetky klimatické štúdie a prognózy, aké perspektívne bude treba riešiť i matematicko-štatistickými metódami v klimatológii.

Nadhodené perspektívne úlohy snád jasne ukázali, že klimatológia svoju prácu neskončila tým, keď pripravila základné klimatické štúdie. Klimatológovia sme mali niekedy dojem, že naša klimatológia je hodne podceňovaná, že ju pokladali za stagnujúci odbor, ktorý svoje už vyriešil. Táto tendencia sa prejavila napr. tým, že na matematicko-fyzikálnej fakulte Karlovej univerzity odbor klimatológie je pomerne málo pestovaný. A práve naša klimatológia nutne potrebuje mladých zantetých pracovníkov s matematickofyzikálnym vzdelaním, ktorí by sa plne uplatnili pri riešení nadhodených perspektívnych úloh klimatológie novými modernými metódami.

Uvahu o súčasnom stave klimatológie a jej perspektívnych úlohách snád môžeme uzavrieť konštatovaním, že najstarší odbor meteorológie, ktorou je klimatológia, po klasických postupoch a prácach má pred sebou ďalší rozvoj, v ktorom sa využijú moderné strojnopočetné a štatistické metódy, nimi bude možné rozsiahly klimatologický materiál spracovať podľa nového hľadiska tak, aby ďalej a lepšie slúžil potrebám nášho národného hospodárstva.

PROBLÉMY HORSKEJ METEOROLÓGIE V ČSSR

Проблемы метеорологических и климатологических условий наших горных областей, которые, в особенности в Словакии, занимают значительную часть территории страны; речь идет в первую очередь о следующих вопросах: понятие «горная метеорология». Условия циркуляции в средней Европе. Влияние рельефа местности на атмосферные условия (высота, экспозиция). Условия излучения в различно расположенных местах. Конвекция и инверсия в горах. Климат подветренных и наветренных склонов горных массивов. Климат горных долин и котловин — озера холодного воздуха. Возникновение орографических ветров (фен, бора) и их действие. Климатические условия склонов и вершин — атмосферные слои в горах. Оптимальная высотная климатическая полоса в горах. Температурные условия в горах. Осадки и грозы в горах — вопрос инверсии количества осадков. Снежный покров. Условия влажности. Условия облачности и солнечного сияния: ясные и пасмурные дни. Обледенение в горных областях. Верхняя граница леса. Биоклиматические условия в горах (охлаждение). Переход температуры через 0° в суточном ходе. Сравнение условий температуры на высших горных уровнях со свободной атмосферой. Монографическая обработка климатических условий горных областей. Обзор классификации климатических областей в горах, опирающийся на основные критерии, использованные в «Атласе климата ЧСР» с 1958 года и уточненные для подготовляемой монографии «Климат Татер» дальнейшим разделением холодной области (климатического района C₁).

Probleme der meteorologischen und klimatologischen Verhältnisse unserer Berggebiete, die besonders in der Slowakei einen bedeutenden Teil des Staatsgebiets bilden; es handelt sich vor allem um folgende Fragen: Der Begriff „Berg-Meteorologie“. Zirkulationsverhältnisse in Mitteleuropa. Einfluss des Terrains auf die Witterungsverhältnisse (Höhe, Exposition). Strahlungsverhältnisse in verschiedenen Lagen. Konvektion und Inversion im Gebirge. Klima der dem Wind zugekehrten und vom Wind abgekehrten Berghänge. Klima der Bergtäler und -kessel — Kaltluftseen. Die Entstehung orographischer Winde (Föhn, Bora) — und ihre Wirkungen. Klimatische Verhältnisse der Berghänge und Gipfel — die Schichten der Atmosphäre im Gebirge. Optimale klimatische Höhenlage im Gebirge. Temperaturverhältnisse in den Bergen. Niederschläge und Gewitter im Gebirge — die Frage der Inversion der Niederschlagsmenge. Schneedecke. Feuchtigkeitsverhältnisse. Verhältnisse der Bewölkung und des Sonnenscheins; klare und bedeckte Tage. Vereisung in Berggebieten. Die obere Waldgrenze. Bioklimatische Verhältnisse im Gebirge (Abkühlung). Übergang der Lufttemperatur über 0° im Laufe des Tages. Vergleich der Temperaturverhältnisse in höheren Gebirgslagen mit der freien Atmosphäre. Monographische Verarbeitung der klimatischen Verhältnisse der Berggebiete. Übersicht der Klassifikation der klimatischen Zonen im Gebirge auf Grund der grundlegenden Kriterien, die im „Klimaatlas der ČSR“ aus dem Jahre 1958 benützt und für die in Vorbereitung befindliche Monographie „Das Klima der Tatra“ durch weitere Teilung der kühlen Zone (des klimatischen Bezirkes C₁) präzisiert wurden.

O horskej meteorológii, ako o špeciálne zameranom odvetví meteorológie, sa hovorí všade, kde uvažované územie vykazuje v reliéfe značné výškové rozdiely. V Československu je to predovšetkým územie stredného a severného Slovenska, kde veľké horské masívy tvoria najmä Karpaty, Bezkydy, Nízke Tatry, Malá a Veľká Fatra, Poľana, Slovenské Rudohorie a niektoré rozsahom menšie horské pásma na krajnom východe krajiny, ako napr. Vihorlat. Najlepšie preskúmanou horskou oblasťou je komplex Tatier, teda oblasti Západných, Vysokých a Belanských Tatier, pričom Vysoké Tatry tvoria vôbec najvyšší masív v severnej časti Karpatského oblúka s najvyššími vrcholmi okružle 2630–2660 m n. m.; táto horská oblasť sústreďovala na seba záujem vedcov už v druhej polovici minulého storočia. V českých krajinách sú naproti tomu horské oblasti podstatne nižšie a dosahujú v oblasti pohraničných hôr ojedinelé výšky nad 1300 m; len v Krkonošiach dosahujú najvyššie hrebene a vrcholy výšky 1400 až 1600 m. Špeciálne zameraný výskum poveternostných a klimatických pomerov v horských oblastiach tvorí predmet tzv. horskej meteorológie.

Poveternostné pomery v každej horskej oblasti určuje predovšetkým nadmorská výška a orientácia horského hrebeňa so zreteľom na smer prevládajúceho prúdenia, prípadne prúdenia vzduchu, ktoré sa vyskytuje za niektorých typických poveternostných situácií. Ďalej ovplyvňuje počasie — v dlhšom časovom aspekte klimu — konfigurácia terénu danej horskej oblasti. Tu máme na mysli charakter predhoria, či sa svažuje do okolitej nížiny postupne a vytvára širšie údolia a kotliny, a či hraničí s ďalším horským masívom, oddeleným od prvého iba pomerne úzkymi dolinami.

Cirkulačné pomery v strednej Európe sú vcelku charakterizované v zimnom období prevládajúcim prenosom vzduchu od juhozápadu — západu, v letnom období v českých krajinách prevažne od západu, v Karpatskej oblasti naproti tomu viac od severozápadu. So zreteľom na to, že celkový ráz počasia je ovplyvňovaný cyklonálnou činnosťou, menia sa stále aj cirkulačné pomery; niekedy naša oblasť sa dostáva pod bezprostredný vplyv anticyklón, ktoré sa najmä v jesennom a zimnom období pomerne často stabilizujú nad vnútroze-

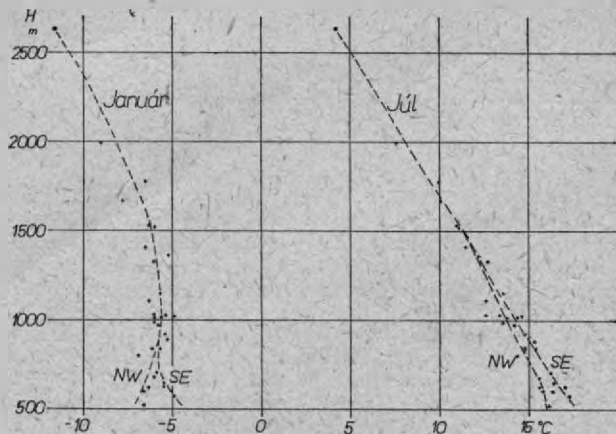
mím a určujú charakter počasia po celý rad dní, v osobitných prípadoch aj vyše týždňa.

Vplyv reliéfu sa prejavuje veľmi markantne tým, že odchyľuje pôvodný smer prúdenia vzduchu, za určitých okolností ich zabrzďuje alebo dokonca im uzatvára prístup do niektorých dolín a kotlin. Zreteľne vynikajú efekty náveternej a záveternej strany svahov. Ďalej sú poveternostné pomery v horách veľmi závislé na nadmorskej výške miesta. Výška, sklon svahu a expozícia zapríčiňujú veľké rozdiely v bilancii žiarenia, čo vedie zasa k rozmanitosti v termických pomeroch a k závislým od nich ostatným klimatickým pomeroch.

Kontrast medzi charakterom priebehu jednotlivých meteorologických prvkov v blízkosti zemského povrchu a vo vyšších vrstvách voľného ovzdušia vzrastá s nadmorskou výškou. V dôsledku rôznych expozícií vo vyšších horách sa vyskytujú tiež značné rozdiely v horizontálnom smere v meteorologických a klimatických pomeroch prízemnej vrstvy náveterného a záveterného svahu.

Výsledky pozorovaní v horách ukazujú, že intenzita slnečného žiarenia pribúda do výšky asi 1500 m n. m. podstatne rýchlejšie ako nad touto hladinou. V ročnom chode maximum priameho slnečného žiarenia pripadá v nižších polohách po celý deň na jún; na vyššie položených miestach sa posunuje maximum intenzity žiarenia v poľudňajších hodinách na apríl alebo dokonca už na marec, pričom sa súčasne zvyšuje s výškou podiel neviditeľného ultrafialového žiarenia, a to najmä v zime, čomu sa pripisuje priaznivý účinok polohy vysokohorských sanatórií vo výškach nad 1000 m n. m. Vo výške 2500 m je za bezmráčnej oblohy slnečné žiarenie v lete viac ako o 1/3, v zime dokonca o 50 % intenzívnejšie ako v nížine. Vysokohorské polohy majú teda v zime väčšiu intenzitu žiarenia ako v lete; sú to opačné pomery v porovnaní s nížinami, čo je pochopiteľne, dôsledok ročného chodu oblačnosti a efektov vyvolaných v zime nad vnútrozemím stagnáciou ovzdušia s príslušnými sprievodnými zjavmi.

Dôležitým činiteľom v horách sú účinky termickej konvekcie v letnom období a vznik inverzií teploty v zime. Zmena vertikálnej štruktúry ovzdušia je v horách mimoriadne zreteľne vyjadrená, čo vyplýva jasne z rozdelenia teploty s výškou



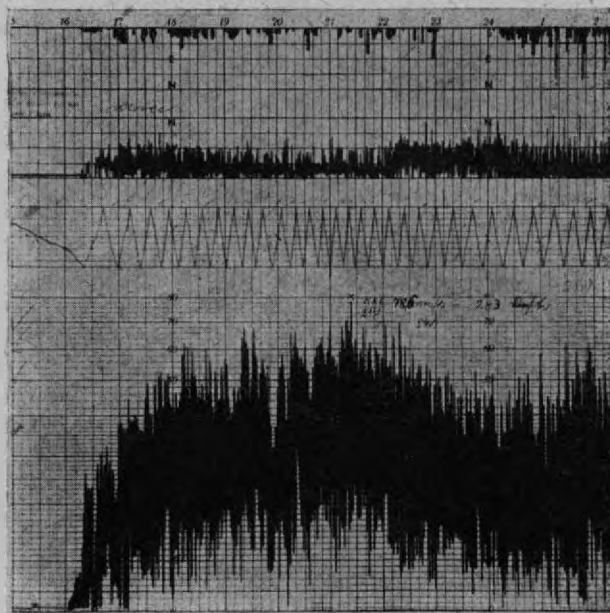
Obr. 1. Rozdelenie teploty s výškou v Tatrách v januári a v júli. NW - severozápadné svahy, SE - juhovýchodné svahy

v extrémnych ročných obdobiach (obr. 1). Intenzita zohriatia zemského povrchu v letnom období vyvoláva v dennej dobe výrazné výstupné pohyby vzduchu so silnými, často takmer suchoadiabatickými vertikálnymi gradientmi teploty. Nad horskými masivmi vzniká typická konvekčná oblačnosť s výrazným denným chodom, vznikajú orograficky podmienené preháňky a búrky; vrcholy vyšších hôr sú často zabalené mrakmi. V noci, vlastne už večer, keď slabne insolácia, slabnú aj výstupné pohyby a prechádzajú naopak do zostupných; pritom sa zostupujúci vzduch dynamicky otepľuje a vysušuje. Ako konečný efekt sa javí rozpadávanie horskej oblačnosti v noci, ktorá predtým za dňa vznikla v dôsledku konvekcie, účinne podporovanej horstvom.

Zima vyniká v horskej oblasti odlišným termickým režimom, ktorý tu spôsobuje aj zásadnú zmenu charakteru počasia. Za dlhšej noci sa spodné vrstvy ovzdušia vyžarovaním silne ochladzujú, v dolinách a kotlinách sa nabhromažďuje studený vzduch, v ktorom často vznikajú hmly, kým vo vyšších polohách je jasné alebo len málo oblačné počasie s podstatne vyššími teplotami. Tak sa vytvárajú výrazné inverzie teploty, ktoré sa za pokojného anticyklonálneho počasia udržiavajú viac dní za sebou. Prechod od zimného režimu k letnému nastáva rýchle a pripadá v priemere v našich zemepisných šírkach na marec. Opačná zmena — od letného režimu k zimnému — sa dostavuje obvykle koncom septembra — začiatkom októbra.

Zatiaľ čo za pokojného anticyklonálneho charakteru počasia sa uplatňujú opísané zmeny poveternostných pomerov dosť jednotne v celej horskej oblasti, prejavujú sa za situácií vyznačujúcich sa prúdením vzduchu určitého smeru podstatné rozdiely medzi náveternými a záveternými svahmi. Náveterné svahy, na ktorých je vzduch nútený vystupovať, majú podstatne väčšiu oblačnosť a zrážky, kým záveterné svahy sú súčasne charakterizované menšou oblačnosťou a prípadne aj vyjasnením. Ak uplatňujeme tieto úvahy na priemerný stav, teda na tzv. normálne pomery, musia zreteľne vyniknúť rozdiely v počasi (a tiež v klimatických pomeroch) medzi náveternými a záveternými svahmi horstva. Čím je horský masív vyšší, tým sú tieto rozdiely medzi náveternou a záveternou stranou horstva nápadnejšie.

Väčšia veternosť na hrebeňoch a vrcholoch je jednak zapríčinená menším trením vrstiev vzduchu vzdialených od povrchu zeme v nížine, jednak zhusťšením prúdnic najmä pri prúdení viac-menej kolmom na hlavný hrebeň. Napriek tomu absolútne najsilnejšie vetry sa v jednotlivých prípadoch nevyskytujú na voľne exponovaných vrcholoch, ale v polohách na svahoch, ako napr. na Skalnatom Plese na strmých juhovýchodných svahoch Vysokých Tatier, kde okrem bočného stlačenia prúdnic sa prejavuje aj zosilnenie najmä juhozápadného až západno-juhozápadného vetra po prekročení blízkeho Lomnického hrebeňa, kolmého na tento smer vetra a vzdialeného od Skalnatého Pleša necelých 2 km. Podľa doteraz známych najväčších nárazov vetra v strednej Európe nebola ešte rýchlosť vetra zaznamenaná na Skalnatom Plese 29. novembra 1965, a to 79 km/h alebo 283 m/s nikde prekročená; pozri obr. 2. (Ak uvážime, že u tlakových anemografov sa musí vziať do



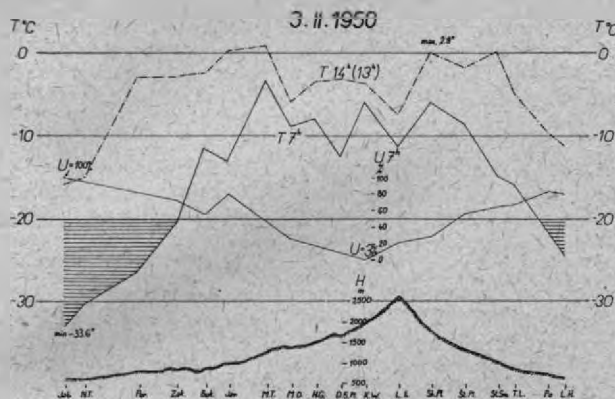
Obr. 2. Záznam univerzálného anemografu na Skalnatom Plese za víchrice v dňoch 29.—30. novembra 1965

úvahy zníženie účinku tlaku v pomere tlaku v nížine k tlaku vzduchu v hladine horskej stanice, vychádza rýchlosť maximálneho nárazu vetra na Skalnatom Plese vyše 300 km/h).

Osobitnú pozornosť zasluhujú klimatické pomery v horských dolinách a kotlinách. Ako už bolo spomenuté, sú poveternostné podmienky v horskej oblasti závislé na vertikálnej štruktúre ovzdušia. V dôsledku toho v zime sú tieto polohy charakterizované častými a dlhotrvajúcimi inverziami teploty. Pritom sú inverzie v mnohých oblastiach také silné, že aj v dlhoročných priemeroch sú v extrémnych zimných mesiacoch teploty na dne kotlín také nízke ako na svahoch v polohách o 500 až 600 m vyšších. Ale aj v lete, hoci sú v tomto čase noci krátke, vznikajú na dne kotlín a dolín za pokojných jasných nocí inverzie teploty, ktoré však majú iba malý vertikálny rozsah zhruba 100, maximálne 150 m. Po východe slnka sa tieto letné nočné inverzie rýchle rozplývajú, sú však spojené s natoľko nízkymi teplotami v noci a ráno, že priemery dennej (a teda aj mesačnej) teploty sú na dne kotlín a dolín nižšie ako na blízky návršiach o niekoľko sto metrov vyššie položených, kde sú noci teplejšie.

Najvýraznejšie nočné a zimné inverzie sa nevyskytujú v užších dolinách, ale naopak v širších a rozsiahlejších kotlinách, kde v obzvlášť tuhých zimách klesajú najnižšie teploty v našej oblasti príležitostne pod -40°C . Tieto slabšie ventilované časti kotlín označujeme ako jazerá studeného vzduchu. Príklad veľmi silnej inverzie, ktorá sa vyskytla 3. februára 1950, ilustruje na obr. 3 dobre rozdelenie teplôt v celom vertikálnom rozsahu Vysokých Tatier až po najvyššie vrcholy. Na tomto obraze vyniká zreteľne tzv. optimálne klimatické pásmo, ktoré leží nad spodnou vrstvou s veľmi nízkymi teplotami, no súčasne pod najvyššou časťou horstva, kde sa znova uplatňuje ubúdanie teploty, avšak už v dôsledku vertikálneho premiešania vzduchu a teda obvyklého ubúdania teploty s výškou v troposfére.

Dôležitým javom v horskej oblasti je výskyt tzv. orografických vetrov. Sem patria föhn a bóra. Föhn sa prejavuje v našej oblasti prakticky len na severných svahoch horstva, keď ide o prúdenie teplého vzduchu spúšťajúceho sa za priaznivého barického poľa z hrebeňových polôh najmä v tzv. föhnových žľaboch čiže údoliach smerujúcich k nížine. Podobné föhnové situácie sa prejavujú v Tatrách na severných svahoch najmä v doline Bystrej medzi Kaspovým Wierchom a Zakopaným. Rozdelenie meteorologických prvkov za južného až juhozápadného föhnu, po poľsky halného vetra, znázorňuje obr. 4 na základe pozorovaní z 5. decembra 1961. Posledný prípad mimoriadne silne vyvinutého föhnu v tejto oblasti Tatier sa vyskytol v dňoch 5.—6. mája 1968. Škody na lesných



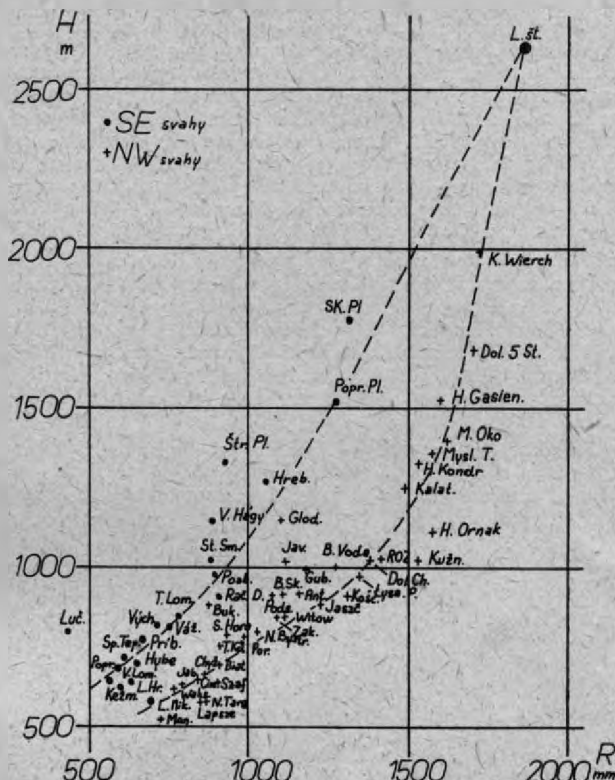
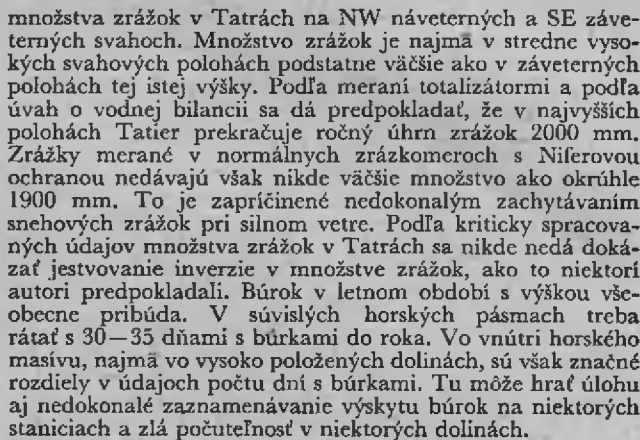
Obr. 3. Velmi silná inverzia teploty v oblasti Tatier 3. februára 1950. Prierez Tatrami od NW (Jablonka) k SE (Liptovský Hrádok). T - teplota v $^{\circ}\text{C}$, U - relatívna vlhkosť v $\%$.

porastoch boli vtedy v oblasti Javoriny a na poľských svahoch katastrofálne.

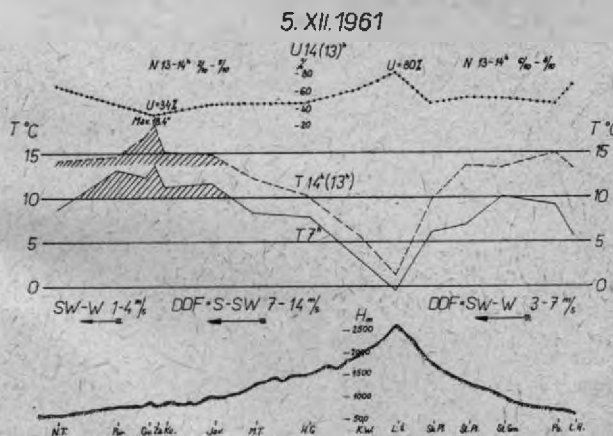
Ale aj bóra, ktorá sa vyskytuje v oblasti Tatier za severozápadných až severných vetrov, spravidla za prenikania studeného vzduchu v týle cyklóny, sa prejavuje zasa na južných svahoch a zanecháva tiež v dolinách, ktorými studený vzduch steká do nižších polôh, veľké spustošenie v lesných porastoch, ako tomu bolo na slovenskej strane horstva viac ráz v posledných desaťročiach, najmä však 1.—2. septembra 1941 v priestore Tichá dolina — okolie Štrbského a Popradského Plesa.

Klimatické pomery svahov vykazujú až na prípady výskytu fohnu alebo bory, ako už bolo uvedené, podstatne vyrovnanjšie pomery ako doliny a kotliny, kde dochádza k extrémnej výkyvom teploty — k veľmi nízkym zimným teplotám, ale aj k značne vysokým teplotám v lete, keď maximá dosahujú za prívlu subtrópického vzduchu príležitostne 35 až 36 °C. Za takých situácií môže teplota v lete vo výškach okolo 1000 m n. m. ešte vystúpiť o niečo nad 30°, vo výškach okolo 2000 m na 23°; dokonca na Lomnickom štíte vo výške 2635 m bola v auguste 1943 zaznamenaná najvyššia teplota 19 °C. O mimoriadne nízkych zimných teplotách v tzv. jazerách studeného vzduchu už bola reč. V o niečo vyšších svahových polohách klesajú teploty v mimoriadne tuhých zimách do výšok okolo 1000 m n. m. príležitostne pod —30°, ako tomu bolo vo februári 1929. V ešte vyšších častiach svahov sa nestretáme s takými nízkymi teplotami a len na vyšších vrcholoch Tatier nachádzame opäť teploty okolo —30 °C a nižšie, pravda, za celkom odlišného počasia, za intenzívneho prívlu arktického vzduchu prevažne pevninského pôvodu.

Najväčšie rozdiely medzi náveternými a záveternými svahmi sú vo výskyte zrážok. Obr. 5 ukazuje rozdelenie ročného



Obr. 5. Rozdelenie ročného množstva zrážok v mm: ● na SE svahoch
a + na NW svahoch



Obr. 4. S - SW föhn na severných svahoch Tatier 5. decembra 1961. Prierez Tatrami od NW (Nowy Targ) k SE (Liptovský Hrádok). T - teplota v °C, U - relatívna vlhkosť v %, DDF - smer a rýchlosť vetra v m/s v príslušných úsekoch terénu

So zrážkami súvisí aj výskyt snehovej pokrývky. V nižšie položených dolinách je do roka 75 až 90 dní so snehovou pokrývkou, na Lomnickom štíte vzrastá tento počet na 236 dní. Najmä v hrúbke snehovej pokrývky sa vyskytujú zreteľné rozdiely medzi náveternými a záveternými svahmi. Všeobecne môžeme povedať, že vo výške okolo 1000 m n. m. leží v Tatrách snehová pokrývka na náveterných svahoch 140 dní, na záveterných svahoch okolo 130 dní. Priemerná maximálna hrúbka snehovej pokrývky dosahuje v nižších polohách na náveternej strane asi 40, na záveternej strane 30 cm; vo výškach okolo 1000 m n. m. sú zodpovedajúce hodnoty 100 cm na náveterných a 60 cm na záveterných svahoch. Vo vysoko položených dolinách a na hrebeňoch a vrcholoch dosahuje priemerná maximálna hrúbka snehovej pokrývky 200 až 250 cm. Od výšky 1000 m n. m. môže vo výnimočných prípadoch snežiť aj v najteplejšom letnom období, od výšky 1300 m n. m. sa môže v mimoriadnom prípade vytvoriť v tomto období aj snehová pokrývka. Zaujímavé je, že napriek väčšej výške snehovej pokrývky na severných svahoch Tatier, je stabilita snehovej pokrývky na južných svahoch väčšia. To je dôsledok fohnových situácií, pri ktorých najmä na začiatku zimy sa snehová pokrývka prechodne rozpúšťa.

Relatívna vlhkosť má v lete jednoduché rozdelenie s výškou a pribúda od nižších polôh k hrebeňom a vrcholom, kde v dôsledku častého výskytu vrcholovej oblačnosti je relatívna vlhkosť vysoká. V zime sú pomery zložitejšie. V nižších polohách, kde sa nashromažďuje studený vzduch, nachádzame pri vrchole zimy relatívne vlhkosti okolo 85 %. Naproti tomu vo vysokých polohách s pomerne malou oblačnosťou a zostupnými pohybmi vzduchu v anticyklónach sú relatívne vlhkosti znížené asi na 70 % v priemere, pričom sa prejavuje aj určité zníženie relatívnej vlhkosti vo vyšších svahových polohách na záveternej strane horstva. Ale aj na severných svahoch zanecháva občasný výskyt föhnu vo vyšších polohách niektorých dolín stopu zníženia relatívnej vlhkosti.

Oblačnosť má v horách a v susedných nížinách opačný ročný chod. Veľká letná oblačnosť vo vysokých horských polohách je však vyvážená častým výskytom jasných dní v zime. Tie isté rysy sa prejavujú, pochopiteľne, aj v pomeroch snečného svitu, ktoré sú v ročnom priemere v celej oblasti zhruba vyrovnané.

Dôležitým činiteľom v horách je námraza, ktorej výskyt je však miestne veľmi rozdielny. Najviac námrazy sa usadzuje vo vyšších častiach náveterných svahov a najmä v hrebeňových a štítových polohách. Ročné množstvo námrazy merané na dvojici drevených žrdí dáva po prepočítaní na celú valcovú plochu žrde v priemere asi 1000 kg/m² na Lomnickom štíte, na Kasprowom Wierchu asi iba tretinu tohto množstva. Najväčšie množstvo námrazy za 24 hodín vyše 200 kg/m² bolo zaznamenané na Lomnickom štíte v lete za trvalého prilevu chladného a vlhkého vzduchu od severu.

Klimatické pomery, najmä ubúdanie teploty s výškou a väčšia rýchlosť vetra vo vyšších polohách, ako aj účinok námrazy robí životné podmienky lesných porastov od určitej výšky nevyhovujúcimi. Je to tzv. horná hranica lesa, ktorá však okrem klimatických pomerov je závislá aj od iných činiteľov, najmä však od činnosti človeka. Zhruba môžeme konštatovať, že horná hranica lesa leží v Čechách vo výške okolo 1300 m n. m., v oblasti Tatier vo výške okružle 1600 m n. m.

Bioklimatické pomery v horách sú najlepšie vyjadrené schladzovacou veličinou, vyjadrenou v kcal/cm² . s a meranou katateplomerom alebo vypočítanou podľa Hillovho vzorca.

Vyhodnotenie takýchto meraní v oblasti Tatier dovoľuje tento záver: Vo výške 850—1250 m n. m., kde je väčšina sanatorií, sa môže počítať s tým, že v lete 75 % všetkých dní sú pre pobyt v prírode priaznivé. V zime má zhruba $\frac{1}{3}$ všetkých dní priaznivé podmienky schladzovania a iba $\frac{1}{3}$ dní vykazujú nepriaznivé pomery.

Pre niektoré praktické účely je dôležité vedieť v akom období a v koľkých dňoch sa vyskytuje prechod teploty cez 0°. Sú to dni, v ktorých najnižšia teplota je pod 0°, avšak maximum vystupuje nad 0°. Takých dní je v nižších polohách tatranskej oblasti do roka zhruba 120 až 140, vo vysokohorských polohách 80 až 90 dní.

Porovnanie teplotných pomerov vo vysokých horských polohách s teplotou voľného ovzdušia v tej istej výške ukazuje, že vrcholy sú po celý rok chladnejšie ako voľné ovzdušie, a to o 1,2° v ročnom priemere. Vyššie polohy na strmom juhovýchodnom svahu (Skalnaté Pleso) sú v letných mesiacoch o 0,4 až 0,7° chladnejšie ako voľné ovzdušie, v zime naproti tomu o 0,1 až 0,4° teplejšie v porovnaní s voľným ovzduším.

Pred niekoľkými rokmi vypracovali českí meteorológovia v spolupráci s meteorológmi z NDR spoločnú štúdiu o klimatických pomeroch Krušných hôr. V minulom roku ukončil slovensko-poľský kolektív detailné spracovanie klimatických pomerov Tatier. Príslušná monografia, na ktorej sa zúčastnilo celku 27 autorov, pojednáva v 26 kapitolách o klimatických pomeroch Tatier. Podľa plánu má monografia vyjsť v r. 1972 súčasne v dvoch verziách: v slovenštine a v poľštine. V oboch obsahove rovnakých publikáciách budú okrem toho súhrny v dvoch svetových rečiach so zoznammi tabuliek a obrazov.

Monografia o klíme Tatier obsahuje aj klimatické rajónovanie oblasti Tatier. Za základ k tomu bola vzatá klasifikácia klimatických oblastí v „Atlase podnebia ČSR“, ktorý vydal Hydrometeorologický ústav v r. 1958. Pre oblasť Tatier, ktorá väčšinou spadá do chladného okrsku, označeného pôvodne ako C₁, bolo so súčasným použitím zavlažovacích pomerov pomocou indexu zavlaženia I_z podrobnejšie delenie okrsku C₁ na 4 podtypy (C_{1a} až C_{1d}), čo názorne charakterizuje rozloženie klimatických pomerov v celej oblasti horstva a dovoľuje kartograficky prehľadne znázorniť zásadné rozdiely v klimatických pomeroch náveternej a záveternej časti celej horskej oblasti.

NĚKOLIK POZNÁMEK K SOUČASNÉMU STAVU STUDIA MEZNÍ VRSTVY ATMOSFÉRY

Meteorologie pograničního sloja i ee část, nauka o turbulentním рассеянии i транспорте аэрозольв i нижних слоях атмосферы i использование ee при изучении вопросов чистоты атмосферы i образования жизненной среды. Измерение вертикального профиля температуры в Праге Начало новых исследовательских работ в области метеорологии пограничного слоя. Систематическое исследование i применение результатов этого исследования в ГМИ в Праге i Братиславе, ЧСАН i САН, участие других научно-исследовательских институтов (Научно-исследовательский институт энергетик, Институт гигиены i другие научно-исследовательские учреждения в области лесного i водного хозяйства, здравоохранения i энергетик).

В настоящее время оценивается первый этап исследования i работы проводятся более интенсивно. Установлено хорошее международное сотрудничество, в особенности с СССР, Югославией i Великобританией. Методические работы в области изучения рассеяния вредных веществ в наших условиях затруднительны. Теоретические разборы в большинстве случаев распространяются на условия равнинного рельефа, у нас практически не выполненны. Поэтому усилие направлено на эмпирическостатистическое изучение соотношений между метеорологическими данными i загрязнением. В этом направлении было написано несколько работ, заслуживающих внимания.

Перспективы можно предсказывать приблизительно в двух направлениях: в развитии методов краткосрочного прогноза рассеяния аэрозольв i загрязнении i на разработку климатологических методов изучения пограничного слоя. Будет полезно также шире применять полученные данные в науке i жизненной среде.

Meteorologie der Grenzschicht und ihr Teil, die Lehre von der turbulenten Diffusion und dem Transport der Aerosole in den unteren Teilen der Atmosphäre und ihre Anwendung beim Studium der Fragen der Luftreinheit und Gestaltung des Lebensmilieus.

Messung des vertikalen Temperaturprofils in Prag. Beginn neuer Forschungsarbeiten im Fachgebiet der Meteorologie der Grenzschicht. Systematische Forschung und Applikation im HMI in Prag und Bratislava und in der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften und der Slowakischen Akademie der Wissenschaften, Beteiligung weiterer Forschungsstellen (Forschungsinstitut für Energetik, Institut für Hygiene und weitere Institutionen aus dem Fachgebiet der Forst- und Wasserwirtschaft, des Gesundheitswesens und der Energetik).

Gegenwärtig wird die erste Etappe der Forschungen ausgewertet, und die Arbeiten werden intensiviert. Es besteht auch eine gute internationale Zusammenarbeit, besonders mit der UdSSR, Jugoslawien und Grossbritannien.

Methodisch sind die Arbeiten auf dem Gebiet der Untersuchung der Diffusion schädlicher Beimengungen in unseren Verhältnissen schwierig. Die theoretischen Betrachtungen sind sämtlich an die Voraussetzung eines ebenen Terrains gebunden, die bei uns grösstenteils nicht gegeben ist. Daher wendet sich das Bestreben nach dem empirisch-statistischen Studium der Beziehungen zwischen meteorologischen Grössen und der Verunreinigung. In dieser Hinsicht entstanden bereits mehrere bemerkenswerte Arbeiten.

Die Perspektiven liegen schätzungsweise etwa in zwei Richtungen: in der Entwicklung der Methoden zur kurzfristigen Vorhersage der Diffusion und Verunreinigung und im Entstehen von klimatologischen Methoden der Untersuchung der Grenzschicht. Es wird von Nutzen sein, auch die gewonnenen Erkenntnisse mehr auf die Lehre vom Lebensmilieu anzuwenden.

Meteorologické studium mezní a přizemní vrstvy atmosféry nemá takovou tradici v našem spektru meteorologických disciplín jako např. synoptika, klimatologie, meteorologické přístroje apod. Je tomu tak proto, že teprve aplikační požadavky praxe, jako ostatně v mnoha jiných oborech, vynutily na meteorologických pracovištích zájem o studium mezní vrstvy.

Dovolte mi však, abych se na počátku zmínil o skutečnosti, že přece jen v tomto oboru máme dosti starou tradici, i když je dnes již zapomenuta. První profesor meteorologie na české Karlově universitě Dr. František Augustin (zesnulý před 63 roky) založil na sklonku minulého století první profilová meteorologická měření v Praze. Byl to systém tří meteorologických stanic na Petříně. Jedna stanice byla u paty rozhledny, druhá v prvním patře a třetí u nejvyššího ochozu této šedesátimetrové věže. Stanice měřily a registrovaly teplotu a vlhkost. Prof. Augustin předpokládal pro úplné zpracování využít dvou dalších stanic, a to pod srážným svahem Petřína na Kampě a za řekou v Klementinu. Praha by tak měla jakýsi vertikální profil teploty a vlhkosti po převýšení zhruba 140 m. Kromě výchozího materiálu publikoval z něho Augustin též některé studie, např. o zpoždování teplotního maxima a změnách denní amplitudy teploty s výškou nad terénem. Další měření ve vertikálním profilu, jež jsou základem pro experimentální studium mezní vrstvy, jsme se však dočkali téměř o tři čtvrtě století později.

Současná aktivita v oboru mezní a přizemní vrstvy atmosféry byla v uplynulém desetiletí podnícena snahami mnoha přírodovědných a společenských vědních oborů o asanaci a zachování zdravého životního a přírodního prostředí. Negativní

popud k tomu dal extensivní průmyslový rozvoj nedbající ve svém rozmachu na zachování základních bilančních vztahů mezi přírodním a životním prostředím na jedné a jeho využitím na druhé straně. Z toho plyne, že se téměř všechny pracovní programy a energie lidí i institucí vynakládají na ochranný zaměřené cíle. Nicméně se skupina meteorologů, kteří se těmito problémy na různých pracovištích zabývají, snaží dojít i k lepšímu poznání ryze meteorologických otázek, nejen tedy k přímé a hlubokými znalostmi o věci nepodložené aplikaci.

Nechci se na tomto místě, kdy hovoříme o rozvoji meteorologické disciplíny samé, příliš široce zmiňovat o využití získaných poznatků. To bude ostatně především náplní následujícího referátu Dr. Böhma.

Dovolte mi proto, abych začal s definicí mezní vrstvy atmosféry, a to i pro ilustraci nesezná, s nimiž se setkáváme. Podobně jako v definici jiných meteorologických komplexů, např. v definici klimatu, projevuje se i při definování mezní vrstvy jak vývoj názorů na ni, tak i různé vlivy aplikací apod. Starší vysvětlení — nelze je ani nazvat definicí — hovořila o tom, že se v mezní vrstvě projevuje měřitelnou měrou tepelný a mechanický vliv podkladu na atmosférické děje. Toto vysvětlení neobstojí z mnoha aspektů, např. hned tehdy, ptáme-li se po výšce mezní vrstvy. Nemám možnosti probírat zde jednotlivé názory a jejich historický vývoj. Zastavím se u definice mezní vrstvy, která vychází z aerodynamických představ a spojuje tedy do jisté míry klasickou fyzikální představu mezní vrstvy nad obtékaným tělesem s představou mezní vrstvy atmosféry.

Domnívám se, že v současné době lze vzhledem k našim znalostem o mezní vrstvě přijmout tuto její definici:

„Mezní vrstva atmosféry je spodní částí troposféry mezi zemským povrchem a výškou, v níž se vektor větru shoduje s vektorem gradientového proudění.“

Jak sami vidíte, je tato definice mezní vrstvy atmosféry analogická definici aerodynamické, která hovoří o přiblížení rychlosti proudu na horní hranici mezní vrstvy k rychlosti proudění v nekonečnu. Fyzikální pojem „nekonečna“, opisovaný v praxi výrazem „dostatečně daleko“, nahrazujeme vzhledem k dynamickým dějům v troposféře pojmem fiktivního proudění, daného pouze makrometeorologickým rozložením barického pole volné atmosféry. Poslední věta ostatně napovídá, že počasí velkých rozměrů má vliv na poměry v mezní vrstvě, což je logické z hlediska kauzálních vztahů a vlivů meteorologických dějů velkých měřítek na děje menších rozměrů. Mezní vrstvu chápeme jako mesometeorologický jev, podmíněný mj. i jevy makrometeorologickými. Současný stav studia meteorologických charakteristik mezní vrstvy atmosféry ve světě lze charakterizovat jako detailní poznávání mechanismů přestupu tepla a mechanické energie mezi podkladem a atmosférou. Uplýnuly již doby generalisovaného vyjadřování pomocí rozličných charakteristik míry vertikálního transportu vlastností a současní autoři se teoreticky i experimentálně věnují podrobnostem. Bohužel se pouze málo prací zabývá mezní vrstvou nad zvlněným terénem. Teoreticky a modelováním se mezní vrstvou nad nerovným podkladem zabývá především sovětská škola, experimentálně a teoreticky pak autoři američtí a kanadští, jakož i některé práce ve střední Evropě.

Nemenší pozornost věnuje současná světová literatura i aplikacím poznatků o mezní vrstvě na šíření umělých příměsí v atmosféře. Jde především o rozptyl exhalací z průmyslových zdrojů, o difusi zplodin spalování v přízemní vrstvě a nakonec i o šíření radioaktivních látek v ovzduší. V souvislosti s tím se počala v uplynulém desetiletí výrazně formovat a skupina klimatologických problémů. Vzniká tak svěbytný obor klimatologie mezní vrstvy, pojednávající o dlouhodobém režimu stavů mezní vrstvy s ohledem na reálný charakter podkladu a existující makroklima. K tomu se přidružují i úvahy o dlouhodobých charakteristikách energetické bilance systému podklad – atmosféra.

Jednou ze závažných aplikačních otázek, které se věnovalo mnoho pozornosti, je výška převýšení kouřové vlečky nad vyvýšeným bodovým kontinuálním zdrojem exhalací. V padesátých letech se autoři prvních empirických formulí pro výpočet převýšení vlečky zabývali převážně výstupem podmíněným vlastní tepelnou energií exhalovaných částic na základě Suttonových teorií. V pozdější době se zvláště u velkých zdrojů začaly uplatňovat představy o převládajícím vlivu pohybového pole. Dnes existuje kromě velkého množství empirických a poloempirických vzorců pro výpočet převýšení i několik srovnávacích prací. Jedna z nich byla vykonána i u nás. Poslední slovo má zatím velmi podrobně a seriózně porovnání jednotlivých metod, jež vzniklo v Kanadě péčí tamní komise pro atomovou energii. Je pozoruhodné, že jeho autoři v závěru pouze „inklinují k doporučení výsledné formule“. Z toho lze vyvodit, že problém není zdaleka uzavřen. S převýšením kouřové vlečky pak úzce souvisí i otázka jejího rozptylu. Byl již definitivně opuštěn zjednodušující pohled na vliv teplotní stability v mezní vrstvě a současné modely se více či méně starají i o zvrstvení atmosféry, jakožto o parametr, ovlivňující difusi kouřové vlečky (viz např. Pasquill, Uhlíř aj.).

V některých zemích se rozptýl částic vypouštěných v nenulové výšce nad povrchem studuje s úspěchem i experimentálně. Jednou z prvních vážných prací tohoto druhu s podrobným meteorologickým měřením v třístimetrovém vertikálním profilu nad rovinou jsou studie Ústavu experimentální meteorologie v Obninsku (SSSR). U nás se podobný experiment plánuje.

V Československu se po počátečním období tápání a neujasněného pojetí začala tvořit meteorologie mezní vrstvy před necelými deseti lety. Teprve před třemi lety však získala i odpovídající organizační základnu v naší největší meteorologické instituci, jejíž jubileum slavíme. Meteorologii mezní vrstvy se však prozatím u nás zabýváme většinou z pozice aplikací. Bylo to vynuceno tlakem požadavků národního hospodářství. Nemůžeme však základní poznatky do nekonečna přejímat odjinud a pouze je aplikovat. V našem klimatu

a v našich nerovných terénech je skryto mnoho otázek, které si dříve či později vyžádají vlastní ryze meteorologický přístup, že se budeme muset i jimi zabývat. V současné době se meteorologii mezní vrstvy a jejím aplikacím na problémy difuze škodlivých látek v ovzduší zabývá kromě Laboratoře ochrany ovzduší HMÚ i několik jiných pracovišť, např. v Československé akademii věd část Ústavu fyziky atmosféry, skupina ve Výzkumném ústavu energetickém, v Hydrometeorologickém ústavu SSR v Bratislavě, ve Slovenské akademii věd v Ústavu pro meteorologii a klimatologii, v Laboratoriu meteorologie university Komenského v Bratislavě a mnoho dalších jednotlivců na ostatních meteorologických pracovištích a v institucích zaměřených na výzkum přírodního prostředí. Účelná koordinace těchto prací je, bohužel, otázkou budoucnosti.

O činnosti Laboratoře čistoty ovzduší v HMÚ pojedná následující referát Dr. Böhma. Nebudu se proto o ní zmiňovat – je samozřejmě svým rozsahem největší.

Akademické pracoviště v Praze se převážně věnuje studiu vztahů mezi parametry mezní vrstvy (např. koeficientem výměny, chodem stability, charakterem rychlostního profilu v osmdesátimetrové vrstvě apod.) na jedné a krátkodobými změnami znečištění ovzduší na druhé straně. Znečištění se přitom modeluje koncentracemi SO_2 , jak je tomu nejen u nás zvykem. Kromě toho se studují mikrosynoptická a klimatologická hlediska mezní vrstvy ve vztahu ke znečištění v nerovném terénu Podkrusnohoří. Snažíme se přiblížit i formulaci metod v oboru klimatologie mezní vrstvy.

Bratislavská pracoviště vzájemně úzce spolupracují jednak v oboru výzkumu energetické bilance zemského povrchu a ovzduší, jednak v oboru empirických charakteristik rozptylu v nerovném terénu. Jejich předností je několik dobře vybudovaných experimentálních základů jak ve slovenské meteorologické službě, tak i ve vědeckých institucích.

Mezi dalšími pracovišti, která se jen okrajově zabývají problematikou meteorologie mezní vrstvy, je např. Výzkumný ústav energetický. Věnuje se řešení současných vlivů několika zdrojů znečištění na pole měřených imisí. V prvním období činnosti všechny zúčastněné skupiny vyvíjely metody měření základních charakteristik a seznamovaly se se základními vlastnostmi naměřených hodnot. Došlo se tak k představě o konkrétních oborech hodnot jednotlivých veličin v našem klimatu. Začaly se rýsovat i představy o tom, nakolik jsou v prostředí nerovného reliéfu deformovány výsledky teorií, předpokládajících homogenní rovinný povrch. V současné době se pociťuje potřeba pro praktické účely aplikované klimatologie mezní vrstvy nějak utřídit možné případy do definovatelných typů. Děje se tak analogicky ke snaze makroklimatologie a synoptiky získat abstrakci z jednotlivých situací synoptické typy. Jsou dobře známa úskalí, o nichž se v souvislosti se synoptickými typy u nás i v zahraničí diskutovalo. Máme-li co činit s typizací mezní vrstvy, pak se situace komplikuje menším prostorovým rozsahem – a tedy větší prostorovou variabilitou typů, jejich nejednoznačnou závislostí na synoptické situaci i rozdíly v účelu jejich použití (jak vzhledem k velikosti, výšce a rozloze zdrojů znečištění, o něž při aplikaci jde, tak i vzhledem k charakteru terénu v různých částech našeho území). Navíc se v některých našich velmi znečištěných oblastech jen stěží rozlišují vlivy jednotlivých zdrojů. Pojetí takových oblastí jako plošného zdroje znečištění se však rovněž setkává se zásadními potížemi. Nejsou např. známa fyzikálně-meteorologická kritéria pro kvasihomogenitu plošného zdroje, zvláště tehdy, je-li rozložen jakožto průmyslová nebo velkoměstská aglomerace v údolích nepravidelných tvarů. Pro plošný či jen liniový zdroj aerosolů je v mnoha případech komplikovaného reliéfu obtížné stanovit kritéria pro charakteristické hodnoty meteorologických veličin ovlivňujících difusi. Positivních výsledků v tomto oboru nebylo u nás zatím dosaženo. V zahraničí dosáhl nedávno v posuzování kritérií plošného zdroje zajímavých výsledků Fortak pro oblast Hamburгу.

Rozvoj studia mezní vrstvy u nás ovlivňuje i nedostatek adekvátních experimentálních zařízení. Nejlépe jsme na tom v Podkrusnohoří, kde lze využívat pro poznání charakteru přízemní vrstvy výsledky z měření na třech stožárových stanicích o výšce 80 m a z několika horských přízemních meteorologických stanic (zejména z Milešovky). V této krajině je poměrně hustá síť měření koncentrací škodlivin, jež však pro nedostatek vhodných přístrojů nedává příliš podrobné údaje. I vybudované stožárové stanice jsou pro požadované účely

příliš nízké. Vyšší se nepodařilo vystavět díky některým desinformacím, byť i např. expertisa sovětských odborníků souhlasila s návrhem na stožár o výšce 300 m.

K vybudování experimentální základny na světové úrovni a tedy k řádné možnosti poznání meteorologických příčin rozptylu škodlivin u nás nedošlo, i když míra obtíží pramenících ze znečištění ovzduší u nás na světové úrovni je.

Zhruba je možno konstatovat, že se všechna zúčastněná pracoviště věnují převážně aplikačním otázkám. Jen na některých z nich je možno najít i menší náznaky snahy po řešení ryze meteorologických problémů. Jde přitom o ty otázky, jež nelze převzít bez vlastních úvah ze zahraničních pramenů. Domnívám se, že jsou takové snahy oprávněné, a že by je bylo v blízké budoucnosti třeba rozšířit. Jinak hrozí nebezpečí, že pro aplikace nebude dostatečné zázemí vlastních základních empirických, experimentálních a nakonec i teoretických poznatků.

Zejména bude podle mého mínění nutno poznat klimatické poměry mezí vrstvy na našem území v podmínkách nerovného reliéfu (tj. vyplnit mezeru mezi přízemními a aerologickými měřeními), věnovat se ve větší míře výzkumu detailních charakteristik znečištění ve vztahu k chodu meteorologických veličin a pokusit se o řešení některých dílčích problémů modelováním jak experimentálním, tak výpočtovým.

Pro účelnější využití nákladů věnovaných na studium mezí vrstvy je však podle mého soudu třeba důkladněji zkoordinovat práce, a to v obou částech federace tak, aby měly jednot-

nou koncepci vzájemně skloubených dílčích studií. V této souvislosti je nezbytně nutné dojít i k intensivnější mezinárodní spolupráci. Málo např. využíváme možnosti spolupráce s institucemi v SSSR, z níž oba partneři by mohli mít prospěch jak v základním experimentálním studiu, tak v teorii a konečně i v otázkách přístrojů a měřicích metod. Naopak spolupráce s dalšími zeměmi v blízkém sousedství, jako např. s Jugoslávií, Bulharskem, Maďarskem a NDR by napomohla v představách o struktuře mezí vrstvy ve zvlněném terénu. Byla by vzájemně prospěšná proto, že se v těchto zemích setkávají meteorologové s analogickými problémy. Spojení dílčích úsilí by zajisté přispělo k rychlejšímu poznání charakteru mezí vrstvy i rozptylu příměsí ve zvlněném reliéfu středoevropského klimatu. Konečně nelze podceňovat ani kontakty a poznatky s ostatními zeměmi.

Československá pracoviště, zabývající se mezí vrstvou atmosféry a otázkami rozptylu mají již takovou spolupráci téměř se všemi socialistickými zeměmi. Myslím si však, že je dosud dosti náhodná a povrchní; věci by prospělo její oboustranné prohloubení.

Myslím, že se mohu závěrem odvážit konstatování, že v současné době končí první období, v němž se naši meteorologové seznamovali se specifickými rysy studia mezí vrstvy a rozptylu exhalací v našich podmínkách. Plány dalších let, mají-li přinést efektivní výsledky, musí být cílevědomé a koordinované jak uvnitř státu, tak i v mezinárodním měřítku, a to zejména s blízkými státy, které mají vzhledem k charakteru reliéfu a klimatu velmi podobné problémy.

ČISTOTA OVZDUŠÍ

Účastie GMI v řešení задач защиты атмосферы. Организация Лаборатории защиты атмосферы в Праге.

Исследовательская задача по рассеянию вредных веществ в атмосфере, направленная на возможности строительства электростанций в северо-западной Чехии. Установление меры загрязнения в зависимости от метеорологических условий. Уточнение знаний о способности рассеяния атмосферы в пограничном слое. Экспертная деятельность.

Дальнейшее развитие отделений Лаборатории защиты атмосферы зависит от общегосударственной концепции и организации защиты жизненной среды. Ожидается замедление экстенсивного повышения количества специализированных учреждений при одновременном повышении их сотрудников. Оснащение химической измерительной техникой удовлетворительно, в последующие годы надо будет дополнить оборудование для метеорологии пограничного слоя и ввести автоматизацию измерения и обработки данных. Выбор новых работников будет ориентирован на пополнение молодыми специалистами, которые дополнят ряды работников среднего поколения. Центром работ и в дальнейшем останутся метеорологические и атмосферные аспекты загрязнения атмосферы. От современных работ, направленных на изучение и констатацию состояния, перейдем к причинному изучению и прогнозу, краткосрочному или климатологическому. Для этой цели будут использованы работы метеорологического и химического характера, а именно: использование климатологических данных, целевые измерения и зондирование структуры пограничного слоя, применение гидродинамики, экспериментальное изучение рассеяния, связь с синоптикой, химическое оборудование для измерений в полевых условиях, статистические характеристики иммисий вредных веществ, контроль качества атмосферы, сигнализационная сеть и предупреждение загрязнения, материалы для утверждения строительства промышленных предприятий и для проектов ассенизации.

Teilnahme des HMI an den Aufgaben des Schutzes der Atmosphäre. Organisation des Laboratoriums für Atmosphärenschutz in Prag.

Forschungsaufgabe der Diffusion von schädlichen Beimengungen der Luft, orientiert auf die Möglichkeit des Aufbaus von Kraftwerken in Nordwestböhmen. Bestimmung des Masses der Verunreinigung in Anknüpfung an die Witterungsbedingungen. Präzisierung der Kenntnisse hinsichtlich des Diffusionsvermögens der Atmosphäre in der Grenzschicht. Expertise-Tätigkeit. Die weitere Entwicklung des Laboratoriums für Atmosphärenschutz hängt von der für den ganzen Staat angenommenen Konzeption und Organisation des Schutzes des Lebensmilieus ab. Es ist eine Verlangsamung des extensiven Wachstums der spezialisierten Arbeitsstellen bei Erhöhung ihrer fachmännischen Qualität zu erwarten. Die Ausrüstung mit chemischer Messtechnik ist befriedigend, in den nächsten Jahren muss die Technik für Meteorologie der Grenzschicht ergänzt und die Automation der Messungen und Datenverarbeitung eingeführt werden. Bei der Auswahl von neuen Mitarbeitern wird man sich auf junge Fachmänner orientieren, die das vorhandene Team der mittleren Generation ergänzen werden.

Der Schwerpunkt der Arbeiten wird weiterhin in den meteorologischen und atmosphärischen Aspekten der Luftverunreinigung liegen. Von den jetzigen auf die Forschung und Feststellung des Standes eingestellten Arbeiten werden wir zur Untersuchung der Ursachen und zur Prognose, sei es nun zur kurzfristigen oder klimatologischen, übergehen. Diesem Ziel werden Arbeiten meteorologischen und chemischen Charakters dienen: Verwendung klimatologischer Daten, Zweckmessungen und Sondierung der Struktur der Grenzschicht, Applikation der Hydrodynamik, experimentelle Diffusionsforschung, Zusammenhänge mit der Synoptik, chemische Technik für Messungen im Terrain, statistische Eigenschaften der Immissionen der schädlichen Beimengungen, Kontrolle der Qualität der Luft, Signalisierungsnetze und Warnungen bei Verunreinigung, Unterlagen für die Bewilligung zum Aufbau von Industrieunternehmen und für Assanierungsprojekte.

Útvary, které se zabývají čistotou ovzduší, jsou jednou z nejmladších složek Hydrometeorologického ústavu: první z nich byly zřízeny na počátku roku 1967. Pochopitelně se v ústavu pracovalo na dílčích otázkách již dříve, avšak pouze formou servisu pro jiné instituce, ať již šlo o poskytování klimatologických údajů či o meteorologická měření při experimentálním výzkumu rozptylu kouřových vleků z továrních komínů.

Specializované útvary vznikly až v souvislosti s novou zákonnou úpravou ochrany ovzduší a s převodem této problematiky do resortu vodního hospodářství. V té době došlo také k rekonstrukci výzkumného úkolu týkajícího se rozptylu škodlivin v ovzduší. Úkol byl vyčleněn z resortu ministerstva zdravotnictví a novým koordinačním pracovištěm se stal náš ústav. Do ústavu bylo pak delimitováno i 18 pracovníků z Ústavu hygieny, kteří se podíleli na řešení dosavadního výzkumného úkolu. Ti pak spolu s částí skupiny technické meteorologie vytvořili specializovaný útvar — odbor čistoty ovzduší.

Jeho hlavní náplň spočívala v řešení výzkumné problematiky představující podstatnou část zmínovaného úkolu, který po rekonstrukci nese název „Výzkum rozptylu škodlivin v atmosféře s ohledem na zajišťování čistoty ovzduší“. Jedná se o komplexní výzkumný úkol a v plánech centrálně sledovaného výzkumu je veden pod číslem J-1-30. Úkol byl pláno-

ván na období 1967—1970, je však nepochybné, že nás i v dalším období čeká na tomto poli hodně práce. Hned v úvodu je třeba říci, že při plnění úkolu nezůstaly útvary čistoty ovzduší v ústavu osamocené. Na pracích se významně podílely i jiné složky ústavu, Nakonec i samotnou koordinaci komplexního úkolu byl pověřen zkušený pracovník útvaru ředitele — náměstek Dr. Vesecký. Výběr jeho osoby jistě dokumentuje společenský význam úkolu i místo, které je mu v plánech ústavních prací přiznáváno.

Studovaná problematika se týká v podstatě dvou okruhů otázek, a to jednak čistě meteorologických, jednak atmosféricko-chemických aspektů znečištění ovzduší. Jde nejen o objektivní zjištění stavu a režimu znečištění v našich nejvíce postižených oblastech, ale i o získání dalších poznatků o šíření a rozptylu kouřových vleků a o zpřesnění odhadu znečištění, jaké by ve svém okolí mohly způsobit nové průmyslové zdroje. Středem zájmu je Podkráňohorská průmyslová oblast, kde aktuálnost práce je akcentována záměrem výstavby dalších elektráren na bázi tamních uhelných revírů. Naše výsledky z této oblasti mají být jedním ze základních odborných podkladů pro rozhodnutí, zda, v kterých místech a za jakých podmínek je výstavba možná, nemá-li dojít k neúnosné devastaci přírodního prostředí.

Na řešení výzkumného úkolu s námi spolupracuje slovenský Hydrometeorologický ústav, Výzkumný ústav energetický a

oddělení mezní vrstvy Ústavu fyziky atmosféry ČSAV. Naše hlavní práce je pak hlavně zaměřena na studium míry stávacího znečištění v tangovaných oblastech ve vazbě na meteorologické podmínky.

Při dnešní slavnostní příležitosti se jistě všichni zamýšlíte nad úspěchy i programy našich pracovišť, dovolte mi proto skromný pokus o posouzení naší práce v oboru ochrany ovzduší. Může se jistě jednat jen o předběžné hodnocení. První tři roky v životě nového výzkumného útvaru nemohou být víc než obdobím formování týmu pracovníků a rozvinutí výzkumných programů, jejichž výsledky by se měly projevit v letech pozdějších. Mladé, ještě nezformované útvary ČO se musely takřkajíc za pochodu konstituovat, rozvíjet a upevňovat a přitom nezanedbat technicky náročné zavádění výzkumných měření v terénu. Přitom jsme byli nuceni — zvláště v Praze — pracovat ve zcela nevyhovujícím pracovním prostředí. Teprve letos došlo k dílčí nápravě, která umožňuje rozvinutí laboratorních prací; chybí však ještě mnoho k uspokojivému řešení. Provisorní jsou i objekty našich observatoří u dvou 80metrových meteorologických stožárů na Chomutovsku, a rovněž umístění ústeckého pracoviště je dočasné.

Dovolte, abych se na prvním místě zmínil o výrazné kvantitativní i kvalitativní změně kolektivu pracovníků v ochraně ovzduší. Kvalifikovaný a vyvážený kolektiv je totiž jedním ze stěžejních předpokladů efektivní výzkumné práce a z koncepního pohledu je třeba mu přiznat prioritu před prvními výsledky výzkumných prací.

V uplynulých letech došlo ke zvýšení počtu pracovníků v oboru ochrany ovzduší. Jestliže z Ústavu hygieny bylo delimitováno 18 míst, pak dnes v řídicím výzkumném útvaru — Laboratoři ochrany ovzduší — pracuje 43 lidí a dalších 17 jich je v provozních odděleních na střediscích HMÚ.

Kvantitativní růst však není změnou hlavní, daleko důležitější je výrazné zlepšení kvalifikační struktury. Tak zatímco z Ústavu hygieny přešli 3 pracovníci s vysokoškolským vzděláním, dnes je v samotné Laboratoři ochrany ovzduší 14 absolventů vysokých škol, z toho 2 s vědeckou kvalifikací. Nejvýrazněji bylo posíleno chemické oddělení, kde pracuje 5 inženýrů. Přednostní dotaci chemického oddělení lze zdůvodnit jednak časovou naléhavostí úkolů, jednak tím, že druhé základní oddělení — oddělení meteorologie — má možnost užší kooperace s jinými složkami ústavu. V něm pracují 3 meteorologové a 2 vysokoškoláci se tam zabývají početní analýzou výsledků výzkumných měření. Součástí Laboratoře ochrany ovzduší je též oddělení radioaktivity ovzduší se dvěma odbornými pracovníky. Časová tiseň nás vedla k přednostnímu přijímání takřkajíc hotových pracovníků s dostatečně dlouhou praxí, přičemž jsme kladli značnou váhu na praxi v provozu nebo souhli.

Možná, že se mnou nebudete souhlasit, ale já osobně za největší klad pokládám právě vytvoření tohoto týmu pracovníků. Jsem přesvědčen, že má předpoklady pro solidní výzkumnou práci a osobně bych nerad viděl, kdyby došlo k jeho rozpadu. Snad ještě chybí generační vyvážení a doplnění mladými absolventy vysokých škol — to je úkol příštích let. Dosáhli jsme též podstatného zvýšení kvalifikace u středních technických kádří, a to jak v Praze, tak i na observatorních základnách u meteorologických stožárů, kde musel být v zájmu zavedení nepřetržité služby stav pracovníků značně zvýšen.

První a také nejpočetnější detašovaná skupina byla zřízena v ústeckém Středisku. Po ní následovala skupina ostravská, která mile překvapila svým elánem i výsledky své práce. Slibné se vyvíjejí i přípravy výzkumných měření na brněnském pracovišti.

Také vybavení přístrojovou technikou doznalo značných změn, zejména pokud jde o techniku na měření obsahu prachu a kyslíčnicku siřičitého v ovzduší. Do vlnu jsme dostali registrační aparatury, které byly výsledkem nešťastného tuzemského vývoje. Máme s nimi dosud potíže a nacházíme pro ně jen dílčí uplatnění. Kromě nich jsme si v ústavu pořídili přístrojové vybavení pro základní síť stanic, z dovozu jsme pak získali cenné registrační přístroje, takže naše observatorní pracoviště jsou po této stránce vybavena jako málokterá jiná. Probíhá jednání o nákupu přístrojů na meteorologická měření v mezní vrstvě ovzduší a pracuje se na realizaci projektu automatizace observatorních měření a vyhodnocování dat.

Rozbor výsledků výzkumné práce by zatím nebyl asi namístě — výzkumný úkol ještě neskončil a analýzy dat dosud

nejsou k dispozici. Jisté úspěchy při oponenturách dílčích výzkumných zpráv nás nemožno svádět k optimismu. Proto se zmíním jen stručně o některých nesporných faktech.

Nesporným přínosem je především zavedení systematických nepřetržitých měření obsahu hlavních škodlivin v ovzduší průmyslových oblastí. To je kvalitativní změna proti dřívějším letům, kdy dlouho trval silný tlak na zavedení takových měření, nikdo je však nerealizoval. Naše měření jistě nejsou bez závad; lze mít proti nim výhrady, nicméně kvalitativní obrat nelze upřít.

Za zmínku stojí i některá meteorologická měření. Došlo k realizaci trvalé registrace gradientu teploty na meteorologických stožárech i k zavedení registrace směru a rychlosti větru ve výškách několika desítek až set metrů nad zemským povrchem. Také v tomto případě se jedná o měření, jejichž potřeba je již dlouhou dobu známa a která budou mít cenu i pro meteorology z jiných útvarů.

S uspokojením lze kvitovat, že se — i když opožděně a s velkými obtížemi — začíná realizovat program komplexních měření na stožárových observatořích a že stožárové konstrukce nejsou už nákladným nevyužitým exponátem vedle meteorologické budky, jako tomu bylo v době, kdy ústav je přejímal.

Ani ve stručném výčtu pak nelze zapomenout na měření umělé radioaktivity ovzduší, které si mezi službami socialistických států nadále udržuje svou dobrou pověst.

Nerad bych svými slovy vzbudil dojem, že se nám práce všude daří a že dosahuje samých úspěchů. To by nebyla pravda. Častokrát jsme ve své práci neuspěli a na mnoha úsecích máme co napravovat. Jistě mi však prominete, když ponechám tyto neradostné poznatky při dnešní oslavě stranou.

Pokud jde o program prací v příštích letech, je možné očekávat, že další vývoj pracovišť ochrany ovzduší bude ovlivněn celkovým koncepčním řešením a organizačním uspořádáním problematiky ochrany ovzduší a přírodního prostředí v našem státě. Zatím tyto otázky nejsou dořešeny a existuje více představ o možném uspořádání.

Jisté nemůžeme zůstat bez koncepce a čekat, jak dopadnou celková řešení na vyšších úrovních řízení. Proto máme připraven náš vlastní relativně skromný a ze strážlivého hodnocení situace vycházející program dalších prací.

Program vychází ze zásady, že útvary ochrany ovzduší zůstanou trvalou součástí Hydrometeorologického ústavu a proto jsme odborné zaměření prací stanovili tak, aby bylo konformní s programy meteorologických služeb a útvarů v jiných státech. Uvažujeme pouze relativně širší paletu prací v oboru evidence znečištění v přizemní vrstvě, nepokládali bych však za vyloučené, že k podobnému vývoji dojde i v jiných státech.

Podstatná část úkolů, které útvary ochrany ovzduší HMÚ řeší, zůstane i nadále výzkumného charakteru a to proto, že tlak potřeb národního hospodářství si vynucuje řešení problémů, v nichž nelze aplikovat přejaté zkušenosti nebo metody. Neznamená to, že by měla být výrazným způsobem omezena provozní část činnosti. Bude i nadále směřována na službu aplikovanému výzkumu.

Výzkumný úkol J-1-30 končí v letošním roce, tím však nekončí potřeba získávání dalších poznatků o chování škodlivin v ovzduší i o míře znečištění významných oblastí státu. To je v souhlase s zadáním úkolu J-1-30, který si nekladl za cíl a ani nemohl vyřešit všechny důležité otázky této problematiky. Proto i v dalších letech počítáme s prací ve stejné oblasti, v aplikovaném výzkumu meteorologických a atmosféricko-chemických aspektů znečištění ovzduší. Tuto orientaci volíme jednak proto, že tlak požadavků praxe si vynucuje vyšší úroveň poznatků v těchto oborech, a dále proto, že při tomto výzkumu můžeme využít odborných zkušeností existujícího týmu pracovníků, technického vybavení a jistě, třeba nepřilíh dlouhé tradice práce na tomto poli.

Podobně jako u úkolu J-1-30 se chceme zaměřit především na otázky přímo se vztahující k naší krajině a k naší oblasti problematiky s vědomím, že výsledky obecněji orientovaného, nanejvýše základního výzkumu budeme v převážné míře přebírat z výzkumných pracovišť těch států, které si ekonomicky mohou dovolit řešit podstatně širší spektrum výzkumných prací. K tomu nás vede nejen množství naléhavých otázek našich oblastí, které je třeba řešit, ale i vědomí reálných možností. Chceme navázat zejména na ty části úkolu J-1-30, které v souhlase s rozpisem plánu zůstávají rozpracovány. Jedná se především

o výzkum režimu znečištění v našich exponovaných oblastech, v nichž bylo zavedeno výzkumné měření, avšak řady výsledků jsou zatím natolik krátké, že v tomto roce nebudou moci být plně vyhodnoceny. Tak je tomu např. na Ostravsku a Brněnsku. Z odborných i ekonomických hledisek však bude vhodné i nadále využívat výsledky měření ze sítě v oblasti centra zájmu dosavadního úkolu v Podkrušnohoří. V této oblasti se jeví potřeba rozšířit měření dále na západ a věnovat pozornost prostoru lázeňského trojúhelníku vyžadujícímu mimořádnou ochranu. Středem našeho zájmu zůstane i nadále jeden z hlavních problémů: získat reálnější a názornější metody pro odhad přínosu znečištění od nově projektovaných závodů. Význam takových znalostí pro správnou orientaci nové výstavby, event. asanace exponovaných lokalit, je evidentní. Pro tyto účely se budeme snažit především účelně využít existující meteorologické údaje a získat z nich další nutné klimatologické charakteristiky mezní vrstvy nad naším územím.

Jestliže v období 1967—70 jsme se zaměřili na studium režimu znečištění ve vybraných oblastech ve vazbě na meteorologické a klimatologické podmínky, pak v dalším období chceme studovat podrobněji i vazby imisí na zdroje znečištění. Zdá se, že budeme nuceni urychleně se zabývat i metodami operativní prognózy hladiny znečištění na několik nejbližších hodin, popř. na příští dny. Vnější tlak na takové práce již existuje. Tak např. vláda ČSR uložila zřízení meteorologického dispečinku u zdrojů v Podkrušnohoří. To jistě představuje ve své komplexnosti problém daleko přesahující rámec

činnosti LOO. I když dosud nejsou dorešeny koncepční otázky, je třeba se bezodkladně v předstihu zabývat metodami krátkodobé předpovědi znečištění. Jde zde v první řadě o hledání co nejtěsnějších vazeb mezi krátkodobou předpovědí počasí a předpovědí znečištění. Pokud by koncepce dispečinku uvažovala o zřízení signálních sítí, znamenalo by to navíc dosti obtížné řešení některých otázek přístrojové techniky a dálkového přenosu.

Vedle těchto hlavních problémů, na něž chceme soustředit pozornost v příštích letech, přicházejí v úvahu některé vedlejší, jako např. naše napojení na mezinárodní síť stanic (background stations), nebo takové, jejichž řešení bude potřeba pro studium hlavních témat. Růst motorismu nás patrně povede k tomu, že bude nutno část kapacity věnovat i škodlivinám z provozu motorových vozidel.

Ještě jedna další otázka si žádá dorešení. Útvary ochrany ovzduší představují zatím v určitém slova smyslu cizí živé v ústavu a dosud nedošlo k harmonickému splynutí s jeho ostatními složkami. Je to pochopitelné, v naší práci bylo dost objektivních rozdíků, ať již se jednalo o způsob financování, ekonomické možnosti, přímou a trvalou kontrolu resortními orgány, umístění na odloučeném pracovišti či o nemožnost dodržování zavedených postupů při nákupech technického vybavení, a řadu rozdíků dalších. Je jistě žádoucí, aby v příštích letech došlo k vytvoření užších vazeb a kontaktů a aby-
chom našli více vzájemného pochopení.

Budu velmi rád, jestliže tato informace, osvětlující naši práci a programy, jakkoliv přispěje této snaze.

NĚKTERÉ ASPEKTY UŽITÉ AGROMETEOROLOGIE A BIOKLIMATOLOGIE

Primenenie meteorologie a klimatologie v selskom hospodárstve, lesovodstve, v veterinárnych disciplinách a v iných odvetviach, spriahnutých s poslednými, má v Československu bohatú tradíciu, ktorú treba využívať i v budúcnosti.

Československí agrometeorológovia a bioklimatológovia z vedeckých ústavov, vyšších učebných zariadení a akademii z GMI zaoberajú sa v prvú ruku riešením nasledujúcich problémov: štúdium teplotného a vodného bilancia podľa typu a druhu pôdy a vegetácie v jednotlivých produktívnych oblastiach poľnohospodárskych republík — a vyplývajúce z toho regionalizácie a odporúčania pre výrobu. Štúdium závislosti makro- a mikroklimatických faktorov (ich zmenlivosti) od agrotechnických, kultivačných a melioračných opatrení. Určenie agrometeorologických hraníc a noriem (vo vzťahu k stavu a chodu prvkov mikroklimatu a miestneho klimatu z jednej strany a k stavu a štádiám vegetácie z druhej strany). Spriahnutosť fenologických a fenometrických meraní a pozorovaní — použitie fyziko-matematických metód v agrometeorológii a bioklimatológii s tým, aby sa v našich podmienkach získalo čo najviac informácií o fyzikálnych vlastnostiach pôdno-atmosféry, v ktorej žijú organizmy vo všetkých štádiách vývoja.

Zootechnická a veterinárna bioklimatológia. Rozšírenie štúdií klimatu chovov na bioklimatickú hodnotu projektov nových chovov s prihľadom na teplotné a teplotné podmienky, ďalej podmienky vlhkosti, osvetlenia, obsahu CO_2 , NH_3 , stupňa šumu a prachu. Určenie hlavných parametrov pre určenie korelácií medzi stavom agrofyzikálnych prvkov a produkčnou kvalitou objektu.

Agro- a silvometeorologické metódy.

Spriahnutie pri výstavbe a vytváraní krajiny (štúdium miestneho a regionálneho klimatu v určených oblastiach), lesovodstvo a stromárstvo. Štúdium vertikálnych prvkov miestneho klimatu a mikroklimatu v lesoch, výstavba stálych bodov s automatickou registráciou pravidelne meraných prvkov (V. Báb, Lednice, oblasť Želivky a iné).

Vychovávanie poľnohospodárskych pracovníkov, najmä tých, ktorí majú riadiť, v zmysle správneho prístupu k meteorológii a klimatológii všeobecne. Vzdelávanie v vyšších učebných zariadeniach (poľnohospodárskych a technických inštitútoch), aspirantúry, štipendijní, vedecké výpravy do našich a zahraničných inštitútov.

Die Applikation der Meteorologie und Klimatologie in der Landwirtschaft, im Forstwesen, in den Veterinärdisziplinen und weiteren an sie anknüpfenden Fachgebieten hat in der Tschechoslowakei eine gute Tradition, von der auch in Zukunft ausgegangen werden muss.

Die tschechoslowakischen Agrometeorologen und Bioklimatologen in den Forschungsinstituten, an den Hochschulen, Akademie und im Betrieb der HMI lösen vor allem folgende Probleme: Studium der Wärme- und Feuchtigkeitsbilanz nach Typen und Arten der Böden und Vegetation in den einzelnen landwirtschaftlichen und Forst-Produktionsgebieten beider Republiken — die daraus hervorgehende Einteilung in Bezirke und Empfehlung für die Produktion. Studium der Abhängigkeit der makro- und mikroklimatischen Faktoren (ihrer Variabilität) von agrotechnischen, Kultivierungs- und Meliorationsmassnahmen. Bestimmung der agrometeorologischen Limits und Normen (im Verhältnis zum Stand und Gang der Elemente des Mikroklimas und des Ortsklimas einerseits und zum Stand und den Phasen der Vegetation andererseits. Anknüpfung an phänologische und phänometrische Messungen und Beobachtungen — Applikation physikalisch-mathematischer Methoden in der Agrometeorologie und Bioklimatologie, um auch in unseren Verhältnissen möglichst viele der physikalischen Eigenschaften des Boden-Luftmilieus, in dem die Organismen in allen Entwicklungsstadien leben, kennenzulernen.

Zootechnische und Veterinär-Bioklimatologie. Vertiefung der Forschung des Stallklimas um die bioklimatologische Bewertung der Projekte neuer Hallen und Ställe im Hinblick auf die Wärme-, Temperatur-, Feuchtigkeits- und Lichtverhältnisse, auf den CO_2 und NH_3 Gehalt, auf Lärm und Staub. Definition der Grundparameter für die Suche nach Korrelationen zwischen dem Stand der aerophysikalischen Elemente und der Produktionsqualität der Objekte.

Agro- und silvometeorologische Methoden. Mitwirkung bei Landschaftsschutz und -gestaltung (Untersuchungen des örtlichen und regionalen Klimas in bestimmten Gebieten), Obstgärtnerei und Obstzucht. Forschung der vertikalen Komponenten des örtlichen Klimas und Mikroklimas im Wald, Konstruktion stabiler Türme mit automatischer Registrierung der regelmässig gemessenen Elemente (V. Báb, Lednice, Gebiet der Želivka u. a.).

Erziehung der in der Landwirtschaft und im Forstwesen tätigen Öffentlichkeit, vorläufig wenigstens der leitenden Kader, zum richtigen Verhältnis zur Meteorologie und Klimatologie überhaupt. Der Unterricht an den landwirtschaftlichen Hochschulen und Techniken, Aspiranturen, Praktika, Studienaufenthalte an unseren und fremden Arbeitsstellen.

Všetchny práce aplikované meteorologie a klimatologie pro zemědělství, lesnictví, veterinární disciplíny a dlouhou řadu dalších oborů, mají v Československu dobré a dlouholeté tradice. Za dobrou organizaci agro- a silvometeorologických měření, fenologických pozorování, za četné teoretické i praktické publikace, mapové soubory, za obsáhlý statistický materiál, za vývoj nové přístrojové techniky, za užitečné a stále mezinárodní kontakty na poli aplikované meteorologie a klimatologie, vděčíme činnosti Hydrometeorologického ústavu. Poměrně značný rozsah výzkumné aktivity, která v uvedených oblastech byla na našem území dlouho před rokem 1920, byl později, pod vedením Státního hydrometeorologického ústavu lépe,

účinněji a pro národní hospodářství efektivněji koncentrován a ve svých hlavních oborech jednotně řízen. Platí to zejména o síti agrometeorologických stanic, o organizaci jednotné fenologie, a později i o agrometeorologickém pokusnictví na evropské úrovni.

Prakticky všechny resortní výzkumné ústavy, ústavy a katedry vysokých škol, pracoviště akademií i jednotliví výzkumníci a badatelé přistupovali k součinnosti s Hydrometeorologickým ústavem vždy, kdykoliv se kterákoliv konkrétní problematika měla dostat nad lokální rámec. Rada pracovních postupů, výzkumných metod, nových přístrojů i způsobů praktického zpracování výsledků, byla většinou ověřována na

pracovištích, observatořích a ve stanicích sítě Hydrometeorologického ústavu. Mnohé výsledky výzkumu z oboru aplikované meteorologie a klimatologie vděčí za svou publicitu „Meteorologickým zprávám“, které se nikdy neuzavíraly externím spolupracovníkům, mnohé přínosné práce byly publikovány ve Sbornících z celostátních meteorologických konferencí. Tak se dostávaly výsledky čs. aplikované meteorologie a klimatologie na mezinárodní fórum a měly zasloužený ohlas a řada z nich našla v cizině stejně uplatnění jako doma.

Vznik Čs. meteorologické a později též Čs. bioklimatologické společnosti při České a Slovenské akademii věd nezaznamenal ani na tomto úseku oslabení spolupráce resortních pracovišť a vysokých škol s Hydrometeorologickým ústavem, právě naopak. Tím, že velká řada pracovníků Hydrometeorologického ústavu je činnými členy a funkcionáři těchto odborných společností, dochází k ještě užší integraci odborné a vědecké činnosti, než tomu bylo dříve.

Všechna pracoviště Hydrometeorologického ústavu v Praze i v Bratislavě pomáhají při aplikaci agrometeorologie a bioklimatologie, ať už jde o metodiky, literaturu, přístroje, prognosy, statistické materiály, mapové podklady, expertizy v nejrůznějších oblastech čs. národního hospodářství, průmyslu, zemědělství, zdravotnictví a dalších. Tím, že v posledních letech dochází k budování oblastních středisek Hydrometeorologického ústavu, je postupně realizováno staré přání praxe, přiblížit provozní a odborné činnosti ústavu přírodním výrobním oblastem především z hlediska jejich geografického členění. Umožní to i specializované zaměření pracovišť podle místní a regionální problematiky i užší součinnost mezi regionálními pedagogickými a výzkumnými centry na jedné straně a Hydrometeorologickým ústavem na druhé straně. Dochází k společné výchově odborníků, zejména v agrometeorologii a aplikované bioklimatologii. Společenské prostředky jsou tedy na tomto úseku racionálně uplatňovány, mizí nežádoucí paralely odborné a výzkumné činnosti, kdy více pracovišť řešilo současně jednu a touž problematiku na vzájemně nesrovnatelné úrovni, i když často nároky praxe jsou větší než dosavadní, byť integrované síly čs. aplikované meteorologie a klimatologie.

Přestože je dosavadní činnost Hydrometeorologického ústavu na poli aplikované meteorologie a klimatologie známa a byla již po zaslule oceněna, nebude jistě na škodu, když si v krátké rekapitulaci připomeneme alespoň heslovitě i její hlavní, větší i drobnější každodenní provozní úkoly určené přímo široké zemědělské veřejnosti a praxi.

Oddělení zemědělské meteorologie pravidelně vypracovává a vydává zemědělsko-meteorologické zprávy, na základě rozborů meteorologických a fenologických podkladů vypracovává prognózy nástupů některých fenologických fází u důležitých zemědělských plodin, např. žné ozimého žita, dále poskytuje ve formě signalizací důležité informace o vhodných povětrnostních podmínkách pro výskyt a šíření některých chorob rostlin, v době vegetace předává, zatím pokusně, místní krátkodobé předpovědi počasí, a to přímo zemědělským závodům. Vedle všech těchto prací má i poměrně rozsáhlou posudkovou činnost, poskytuje rady a informace v oblasti zemědělství.

Pracoviště aplikované meteorologie vykazuje úspěšnou činnost i na poli mezinárodní spolupráce, a to jak se zeměmi RVHP, např. na vypracovávání Agroklimatických resursů socialistických států Evropy, tak i s pracovní skupinou agrometeorologie při SMO.

Dále bude jistě na místě, když se při této příležitosti pokusím alespoň ve stručnosti naznačit, které konkrétní úseky, a to zejména na poli zemědělsko-lesnických a k nim se vztahujících oblastí, by bylo v budoucnu vhodné mít na zřeteli proto, aby i tam byla zabezpečena soudobost z hlediska současného trendu světového výzkumu i praxe, vždyť mnohé z deviz loňského Světového meteorologického dne na tyto potřeby rovněž poukazovaly.

Jde mimo jiné problémy zejména o ty, které se úzce vztahují k předpokladům pro zabezpečení vyšší produkce organické hmoty, vyššího využívání stávajících výrobních možností v zemědělství a lesnictví, tedy o zabezpečení výživy rostoucího počtu obyvatel všech zemí na světě. Úroveň poznání fyzikálněchemických a biologických dějů zde není dosud úměrná tomuto požadavku. Nám pak podle zaměření našeho oboru připadá poznávací činnost v oboru využití

poznatků fyziky atmosféry v nejnižší vrstvě ovzduší, včetně povrchových vrstev půdy, v oblasti vegetačního krytu.

Jde například o soustavné a organizované studium bilance tepla a vláhry podle typů a druhů půd i podle jejich současného využití nejprve ve významných, postupně pak ve všech čs. výrobních oblastech.

Na to navazuje výzkum řady dalších veličin, které s uvedenými souvisejí, nebo jsou jejich hodnotami podmíněny. Například nevystačíme s dosud standardně měřenými prvky, které sice svou sekularitou pomohly charakterisovat obecně geografický obraz celku i oblasti, ale které ani při zpracování podle různých způsobů, faktorů, vzorců a indexů nedokážou pro budoucno nahradit vlastní regionálně pojatou experimentální činnost, a to přímo s organickou hmotou, sledovanou všemi dostupnými biologicko-chemickými analýzami, za souběžného pravidelného a zejména správně interdiurně pojatého systému meteorologických a mikroklimatických měření.

Půjde o stanovení vlastností dosud používaných agrotechnických, melioračních a kultivačních zásahů (včetně používání plošných nebo tunelových krytů z umělých hmot) i z fyzikálního hlediska. Dosud známé veličiny jsou odvozeny spíše z praktických výsledků, než z předcházejících teoretických předpokladů, avšak i na tomto úseku se již namnoze pracuje, a to jak ve výzkumu, tak i na odborných úsecích činnosti Hydrometeorologického ústavu.

Dopracovány musí být i agrometeorologické limity a normy ve vztahu k stavu a chodu prvků mikroklimatu na jedné straně a stavu a fázím vegetace v jednotlivých plodinách na druhé straně. Fenologie, fenometrie a rostlinná biometrie integrují za použití fyzikálněmeteorologických metod tak, aby metody dosud užívané namnoze jen ve výzkumu, a to ještě v zahraničí (Holandsko, SSSR, NSR, NDR a USA), přišly by nevyhnutelnou součástí praxe před jakýmkoliv projektováním, plánováním a racionizací. To vše bude v příštích desetiletích směřovat k stále hlubšímu poznání fyzikálních vlastností půdně ovzdušného prostředí, determinujících vývoj organismu v jednotlivých fázích a stadiích jeho existence.

Je potřeba mapového zpracování získaných dat. Perspektivní plánování zemědělsko-lesnické i plánování a tvorba krajiny potřebují nejen data, mapy a statistiky malého měřítka, které poskytuje Atlas podnebí ČSSR, ale také tytéž a další údaje ve velkých měřítcích. To bude zřejmě úkol regionálních středisek HMÚ a odborných ústavů s nimi spolupracujících.

Na tomto poli bude třeba prohloubit spolupráci se zeměmi RVHP a postupovat podle zásad SMO, případně zavádět iniciativně a samostatně moderní metody z ověřených meteorologických úseků takových světových úkolů, jako je třeba Mezinárodní biologický program a další.

V oboru zootechnické a veterinární bioklimatologie a agrometeorologie půjde o další prohloubení výzkumu stájového klimatu, kde můžeme dále rozvíjet naše vlastní dobré domácí tradice, o bioklimatologické hodnocení projektů nových hal a odchoven se zřetelem na poměry místního klimatu, poměry tepelné a teplotní, světelné, obsah proměnlivých složek ovzduší, stav prašnosti apod. Zde může sehrát agrometeorologie významnou roli v normotvorné činnosti, může dále definovat základní parametry kvality ovzdušného prostředí tak, aby byly odpůry o základní známé korelace mezi stavem aerofyzikálních elementů a produkční kvalitou objektů.

V oborech další aplikace agro- a silvimeteorologických metod můžeme očekávat součinnost při ochraně a tvorbě krajiny, ať jde o zásahy běžné, nebo mimořádné. Za běžné zásahy lze např. považovat opatření pěstební a těžební v lese v různém měřítku, k čemuž je nashromážděno již dlouholetou výzkumnou činností takových center, jako je Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti ve Zbraslavi, nebo obdobné ústavy a pracoviště jinde, dosti dlouhodobých a seriózních podkladů. Mimořádnými zásahy je pak mino budování velkých průmyslově-energetických základen, které, ať kdekoliv, zasahují do krajiny a působí nejen místní změny klimatu, ale i na klima širších měřítek. Výzkum, který zde úspěšně provádí jednak Hydrometeorologický ústav, jednak další složky, má charakter nejen dodatečného zjišťování změn, k nimž došlo výstavbou zmíněných průmyslově-energetických center, ale zejména charakter prevence.

V současné době jsou vytvořeny předpoklady pro výzkum vertikálních, dosud namnoze opomíjených složek místního klimatu a mikroklimatu, a to zejména v lese, v návaznosti na

probíhající úkoly Mezinárodního biologického roku, který je i po této stránce sledován z ženevského ústředí Světové meteorologické organizace.

Přístupuje se zde k náročným projektům, nákladným konstrukcím různých věžových systémů, s plnou automatizací příjmu, registrace a zpracování základních meteorologických veličin, při čemž je tentokrát nově a široce akcentováno zejména záření a jeho bilance jako zdroj energetických přeměn v živých organismech. S ohledem na stávající a trvalý nedostatek prostředků pro zabezpečení potřebných přístrojů, na náročnost odbornou a technickou, na potřebu reprezentativnosti takových akcí z mnoha různých hledisek současně, je zde více než dříve zapotřebí integrovaných postupů. K tomu také dochází a je potěšitelné, že tyto výzkumy nejsou již jen nárazové a krátkodobé, ale že se u všech počítá s delšími časovými úseky činnosti.

Toto je však jen jedna stránka nastíněného vývoje, kterým by se agrometeorologie a agroklimatologie měla ubírat v následujících letech. Současně se však nesmí zapomínat na předávání nově získaných poznatků zemědělské a lesnické praxi, protože pouze touto cestou je možno dovršit poslání agrometeorologie.

Tímto směrem se ubírají záměry Hydrometeorologického ústavu i při zřizování a prohlubování činnosti regionálních středisek v oboru krátkodobých prognóz pro zemědělství, provozních pokynů a doporučení na základě analogií mezi stavem a chodem aerofyzikálních podmínek a vývojem vegetace v jednotlivých fázích vývoje. Jsou rozpracovávány plány na užší součinnost mezi výzkumem vědeckovýzkumných pracovišť tohoto úseku a prací Hydrometeorologického ústavu.

Důležitou podmínkou i pro tuto činnost našeho ústavu v nedaleké budoucnosti musí být i nová, moderní technika jako radiolokační zařízení, výkonné počítačové stroje, rychlé a spolehlivé předávání zpráv a informací atd. Toto vše společně je zárukou budoucího úspěšného rozvoje aplikované meteorologie.

S tím ovšem souvisí i výchova a výuka, a to nejen odborníků, ale i vedoucích pracovníků zainteresovaných oborů tak, aby byli schopni správně využívat a aplikovat odborný přínos činnosti Hydrometeorologického ústavu a výzkumných pracovišť tohoto oboru. Dosud je tomu namnoze tak, že podklady z meteorologie, klimatologie a agrometeorologie nebo bioklimatologie málokdy tvoří něco jiného než ilustrace a neorganické části různých projektů a plánů, že není výsledek naší společné činnosti uplatněn tou měrou, jak by bylo třeba. Toto se ovšem netýká pouze činnosti a úkolů výzkumného charakteru, ale v plné míře to platí i pro běžnou praxi a službu.

Je proto třeba zaměřit výchovu a výuku na vysokých školách zemědělských, na technikách a dalších vysokých školách a jejich fakultách tak, aby i u těch, kdo přímo využívají meteorologii poskytovaných materiálů, byla záruka správné aplikace a plného využití. Je třeba, a to alespoň v postgraduálním studiu, vychovávat jednotlivé specializované pracovníky tak, aby jak biologové, tak pracovníci vzdělání fyzikálněmeteorologicky našli širší základnu pro vzájemnou spolupráci než dosud. Pak také budou ukončeny neplodné diskuse o tom, co je dosud rozděluje, a nastane plodná spolupráce všude tam, kde je jejich práce společná, jak je tomu v zahraničí delší dobu. Vhodným způsobem, který je již praktikován jak z iniciativy Hydrometeorologického ústavu, tak vysokých škol a dalších pracovišť, jsou například současné aspirantury, studijní pobyty, společná výzkumná témata i vědecká činnost našich odborných společností při akademických věd.

V tomto příspěvku nebylo možno vyjmenovat všechny významné úkoly minulosti a současnosti, ani jednotlivé jejich nositele a řešitele, nebo osobnosti, které stály v popředí vzájemné spolupráce v různých obdobích existence aplikované meteorologie v celé její historii. Nicméně vzpomínáme dnes vděčně všech bez výjimky a chceme i nadále jít jejich cestou. Bude to nejen ku prospěchu tohoto vědního oboru, ale i celé naší společnosti.