

# 50 let

---

## Observatoře Praha-Libuš



# **50 let**

## **Observatoře**

# **Praha-Libuš**

**Editor:**

Martina Francová

**Autoři textové části:**

Martina Francová

Petr Havránek

Pavel Kačírek

Jan Kráčmar

Štěpán Kyjovský

Martin Motl

Petr Novák

Štěpán Rychlík

Martin Setvák

Pavla Skřivánková

Jaroslav Šantroch

Pavel Žárský

**Autoři fotografií:**

Petr Dvořák

Martina Francová

Petr Havránek

Petr Novák

Lukáš Ronge

Martin Setvák

Jan Strachota

Pavel Žárský

archiv ČHMÚ

foto na obálce: Aerodata s.r.o.

# Obsah

---

Předmluva .....	5
1. Společná historie .....	7
2. Aerologie .....	13
3. Synoptická stanice.....	20
4. Radarová meteorologie .....	23
5. Radarové produkty .....	31
6. Družicová meteorologie .....	36
7. Družicové produkty .....	40
8. Tornáda a silné bouře.....	44
9. Centrální a kalibrační laboratoře imisí .....	46
10. Oddělení přístrojové techniky .....	49



## Předmluva

---

50 let existence bývá jak v osobním, tak profesním životě zpravidla důvodem k hodnocení, oslavám i vzpomínání. Ani Observatoř Praha-Libuš, která je již 50 let součástí Českého hydrometeorologického ústavu, ať už se v různých dobách názvy obou jakkoliv měnily, není výjimkou a má za dlouhou dobu své existence na co vzpomínat, co hodnotit. Důkazem nechť je tato publikace, kterou jste právě začali číst. Na následujících stránkách se Vás kolektiv autorů pokusí seznámit s Observatoří Praha-Libuš od jejího zrodu mezi poli v roce 1967, přes její růst a vývoj v prvních desetiletích její existence, až po současnost.

Z dochovaných dokumentů vyplývá, že již samotný zrod Observatoře Praha-Libuš by vydal na menší román. Jeden z takovýchto dokumentů s názvem „Rozbor provozní situace na AS Ruzyně a návrh na přemístění“ je datován 21. ledna 1959. Dalších dlouhých osm let trvalo, než došlo k převzetí staveniště pro výstavbu aerologické stanice v Libuši, o čemž byl 20. června 1967 sepsán zápis. I přesto, že součástí tohoto zápisu je prohlášení investora: „že má zajištěno financování ke dni zahájení stavby k 1. 7. 1967“ a „že souhlasí se zahájením stavby v tomto termínu“, trvalo více než čtyři a půl roku, než došlo na slavnostní zahájení činnosti v budově observatoře dne 23. března 1972. Těch skoro pět let pracovali první zaměstnanci observatoře ve vskutku polních podmínkách, za což si jistě zaslouží obdiv, uznání a poděkování.

Observatoř Praha-Libuš se za uplynulých 50 let rozrůstala nejen odborně, ale i stavebně a personálně. Původně plánovaná aerologická stanice dnes zahrnuje pracoviště všech tří odborných úseků ČHMÚ (meteorologie a klimatologie, ochrany čistoty ovzduší, hydrologie). Postupně přibýly k původní stavbě observatoře další budovy, do kterých byly umístěny jak laboratoře úseku ochrany čistoty ovzduší, tak další pracoviště úseku meteorologie a klimatologie, která zabezpečují přístrojovou techniku na profesionálních stanicích a observatořích ČHMÚ a kalibrace těchto přístrojů. Úsek hydrologie vybudoval ve zrekonstruovaných suterénních prostorách původní budovy observatoře laboratoře jakosti vod.

Během předchozích 50 let pracovala na observatoři řada zaměstnanců, z nichž někteří zde svou profesní kariéru začínali a někteří zde strávili většinu, ne-li celý svůj produktivní věk. Někteří odcházeli, ale byli a jsou i takoví, kteří se po pár letech zase na „svou“ observatoř rádi vrátili.

První vedoucí observatoře byla dr. Dana Vítková, která se nemalou měrou zasloužila o její vznik a která vedla meteorologická pracoviště observatoře dlouhých dvacet let. Po ní převzal v roce 1987 (také na dvacet let) štafetu Ing. Petr Havránek a dále řada dalších vedoucích jednotlivých původních i nových pracovišť observatoře. Všem bývalým, současným a doufejme i budoucím vedoucím a řadovým zaměstnancům záleželo, záleží a mělo by záležet na dobrém fungování a rozvoji observatoře.

Observatoř zažila a přežila jak změny politické, tak několik vln redukcí v obdobích úsporných opatření. Ačkoliv některé redukce byly bolestné, je úroveň odborné práce na observatoři stále vysoká. O tom mimo jiné svědčí i rozsáhlá mezinárodní spolupráce jednotlivých pracovišť observatoře.

Observatoř je jednak svou polohou, jednak velmi rozmanitou činností vyhledávaným místem exkurzí škol nebo natáčení různých pořadů o počasí nebo měření stavu a pozorování atmosféry. Každoročně pořádaný Den otevřených dveří ČHMÚ přiláká i na Observatoř Praha-Libuš širokou veřejnost. Některé návštěvníky zaujmou prezentované činnosti na observatoři natolik, že se o ně začnou zajímat hlouběji a najdou tím buď nový zajímavý koníček, náplň studia nebo i práci v ČHMÚ.

Tak jako je 50 let existence důvodem ke vzpomínkám a hodnocení, je zároveň okamžikem, kdy lze zúročit předchozí zkušenosti k plánování dalšího směřování a rozvoje. I o tom se v této publikaci dočtete.

RNDr. Pavla Skřivánková



# 1. Observatoř Libuš

Vznik Observatoře Praha-Libuš podnítila potřeba nalézt nové umístění aerologické stanice. Kvůli zvyšujícímu se leteckému provozu na ruzyňském letišti a kvůli rušení příjmu dat ze sond pro vertikální měření atmosféry letištními přístroji bylo potřeba hledat pro stanici nové místo. Hledání probíhalo na několika místech po Praze, nakonec byla vybrána lokalita původní skládky uprostřed polí poblíž Libuše. Místo vyhovovalo nerušeným obzorem nejen aerologické stanici, současně bylo rozhodnuto, že na observatoři budou prováděna



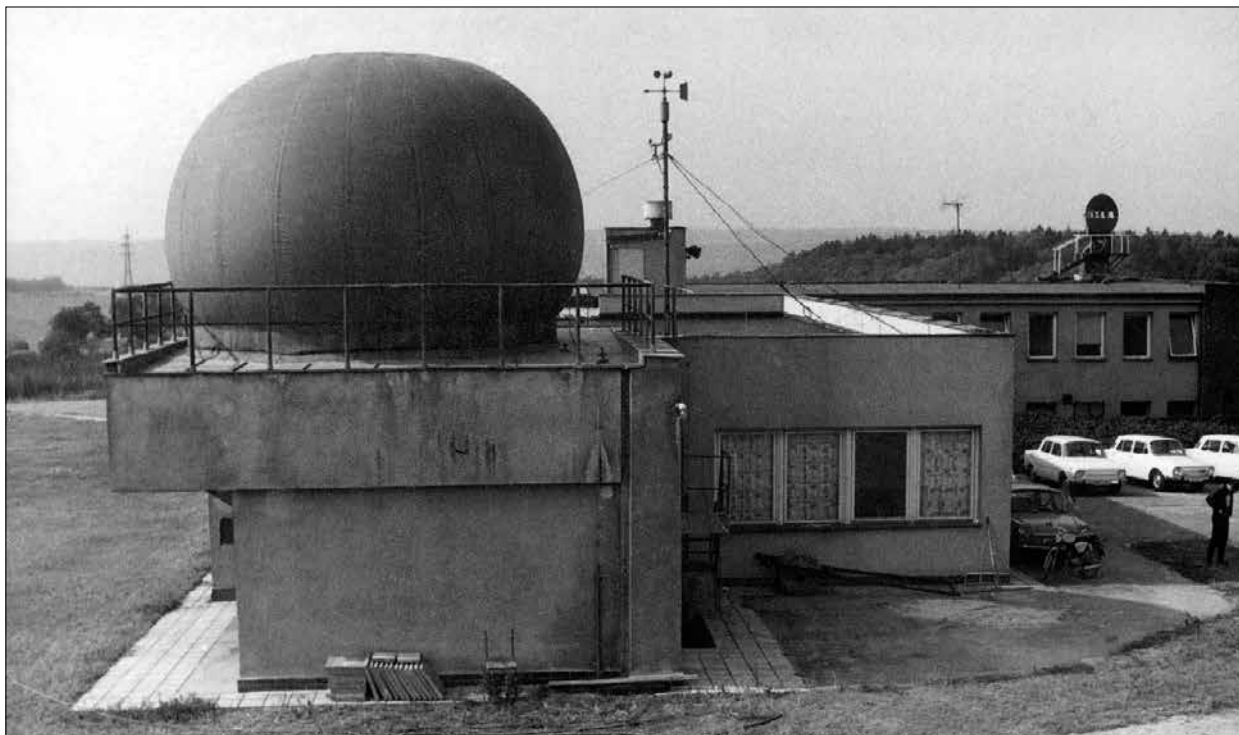
Obr. 1.1 Na počátku byly v Observatoři Libuš pouze maringotky s přístroji a zázemím pro jejich obsluhu.



Obr. 1.2 Pohled na první budovu Observatoře ještě s původními maringotkami, s meteorologickou zahrádkou a plínou balonů.



Obr. 1.3 Západním směrem byla původně pouze pole; výhled ze západního křídla budovy A.



Obr. 1.4 Budova z východní strany. V popředí je Meteorit 1 s kopulí zakrývající přijímací anténu, nejbližší okna náležejí synoptické pozorovatelně, na střeše v pozadí je nainstalován radar Tesla RM-2.



i radarová měření a příjem snímků z meteorologických družic a budou zde také probíhat synoptická měření na meteorologické zahrádce.

Stávající prostory na letišti byly natolik nevyhovující, že bylo v létě 1967 rozhodnuto o přestěhování stanice na Libuš do provizoria maringotek, ještě před zahájením samotné stavby objektu, a stanice dostala přidělen nový indikativ WMO – 11520.

Zpočátku zde byly tři maringotky pro provoz Observatoře Libuš a zpracování dat. Výstavba budovy se zpozdňovala a protahovala, například s instalací radaru bylo započato téměř rok před předáním samotné budovy do užívání. Podobně i tehdy nový sondážní systém Meteorit 1 byl nainstalován ještě do rozestavěné budovy a začal měřit a zpracovávat data o půl roku dříve, než byla předána samotná budova.

První výroční zpráva tehdejšího Hydrometeorologického ústavu za rok 1969 hovoří v souvislosti s Observatoří Libuš o „hluboké krizi v minulých letech“. První roky byla veškerá činnost směřována ke zprovoznění observatoře, k získávání kvalitní techniky a jejímu zprovoznění, ať se již jednalo o měření sondážní či radarové, nebo příjem družicových snímků. První budova z dnešního komplexu byla dostavěna až v roce 1970. Ovšem již v roce 1969 byl do tehdy ještě rozestavěné budovy instalován radar TESLA RM-2, zkušební provoz bylo možné zahájit až na konci října 1970. Koncem roku 1970 byl do budovy přestěhován i systém na příjem dat z meteorologických družic. Výroční zpráva z roku 1970 dodává: „Přestěhování pracovišť z provizoria a z objektů v Komořanech se uskutečnilo až v listopadu, v posledním čtvrtletí roku 1970 se podařilo doplnit stavy zaměstnanců tak, aby bylo možno řádně plnit všechny provozní úkoly v roce 1971.“ 1. ledna 1971 zahájila svou činnost na Observatoři Libuš i synoptická stanice. To byla původní a na dlouhou dobu jediná oddělení v objektu.

Tehdejší zaměstnanci observatoře neměli jednoduchou ani cestu do práce. Observatoř se nacházela v relativně odlehle oblasti, tramvajové linky končily u branického ná-



Obr. 1.5 Zastávka Observatoř Libuš vznikla svépomocí zaměstnanců Observatoře.



Obr. 1.7 Současně se stavbou věže byla přistavěna východní část hlavní budovy pro nový systém příjmu radio-sondážních dat.



Obr. 1.6 Stavba šedesátimetrové radarové věže, v popředí družicová přijímací anténa.



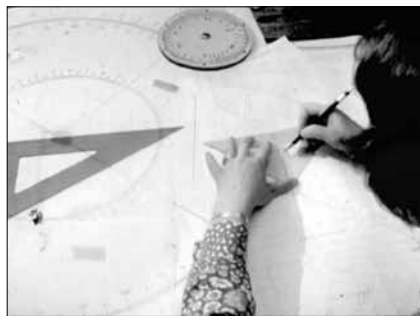
Obr. 1.8 Observatoř Libuř navštívil v roce 1986 tehdejší generální sekretář Světové meteorologické organizace (WMO) G. O. P. Obasi. Na snímku jsou z ČHMÚ dr. Vítková, Ing. Richter, Ing. Havránek a dr. Strachota.



Obr. 1.9 Pohled na areál z dronu, vlevo je budova C, s ní spojena je budova B. Vpravo je budova A, první budova Observatoře. Na zahrádce u budovy A jsou umístěny meteorologické přístroje, menší budova za nimi je plniřna balonů.

původní budovou a radarovou věží. Budova s dnešním označením C byla původně stavěna pro oddělení přístrojové techniky a kalibrační laboratoře, druhá budova B byla určena právě chemickým laboratorím. V letech 2003–2004 byly obě budovy rekonstruovány, a zejména budova B byla rozšířena do dnešní podoby.

Unikátní pracoviště lákalo od samého počátku novináře, fotografy a filmové i televizní štáby. Autorům publikace nejstarší známý veřejný filmový dokument, televizní pořad pro děti a mládež Vlaštovka z roku 1973, se dokonce dostal



Obr. 1.10 Snímky z dokumentárního filmu o Observatoři z roku 1973.

draží. Na druhé straně vedla autobusová linka do starší zástavby v Libuři. Dopravní podnik byl tedy požádán o zajištění spojů k observatoři. Žádost byla zamítnuta s odkazem na to, že zde není zastávka. Zaměstnanci observatoře tedy sami vystavěli zastávku pomocí odpadních trubek a škváry. Poté již Dopravní podnik zřídil linku jedoucí ráno od konečné tramvajových linek na stanici Observatoř Libuř.

V oněch prvních letech provozu Observatoře Libuř výborně fungovala vzájemná zastupitelnost zaměstnanců. Většina z nich mohla vypouštět sondu, obsluhovat radar i družicový příjem. Výrazněji se lidské zdroje rozdělily koncem 70. let, kdy nejprve došlo k výrazné změně na poli sondážním, později i v družicovém příjmu a také v radarových měřeních. Sondážní systém Meteorit 2 byl dovezen a zpočátku provizorně instalován v roce 1977. V roce 1979 byl v lednu instalován digitální příjem z meteorologických družic a později v květnu zprovozněn radar MRL 2. Nový radar byl instalován již na nově postavené věži. Při výběru lokality observatoře v 60. letech 20. století bylo zásadní najít nerušený horizont pro všechna tři dálková měření a příjem dat. Tehdy byla lokalita Libuře z tohoto hlediska ideální, ovšem v 70. letech 20. století bylo rozhodnuto o nutnosti rozšířit panelovou výstavbu i do těsné blízkosti libušské observatoře. Zejména radarová měření by byla vysokými panelovými domy značně dotčena, a proto byla v letech 1978–1979 vystavěna radarová věž vysoká 60 m. Tato věž vyšla z dílny Ing. arch. Karla Hubáčka, stavitele Ještědu. Současně se stavbou věže byla také dokončena přístavba hlavní budovy pro nový sondážní systém Meteorit 2 na východní části budovy. V současnosti je v tomto prostoru umístěn příjem a zpracování dat z geostacionární družice MSG a počítače používané ke zpracování radarových a bleskových dat.

V roce 1984 přestala být meteorologická sekce ústavu jedinou na Libuři. Do provizorních suterénních prostor se sem přestěhovaly chemické laboratoře ze sekce čistoty ovzduší. V roce 1989 se začaly stavět další budovy mezi

na web EUscreen, který slouží jako evropský audiovizuální archiv.

Z roku 1973 je i propagandistický film o neprostupnosti naší západní hranice, kde meteorologické balony hrály jako filmařské nosiče štvavých letáků a cíle pilotů stíhaček.

Veselejší účinkování Observatoře bylo ve filmové komedii Kotva u přívozu, s postavami TV hlasatelky a meteorologa z roku 1980. Například v 10. minutě filmu je zmíněna

veškerá tehdejší činnost na Observatoři Libuši; Petr Haničinec sedí v nové radarové věži, mluví o družici, sondě i radaru.

Nejčastěji se Observatoř ovšem objevovala v časopisech a novinách. Fotografie z časopisů jsou často jediným zdrojem barevných obrázků v archivu z dob před kompaktními digitálními fotoaparáty.

Nejkomplexnější představování činností Observatoře veřejnosti probíhá při pravidelných Dnech otevřených dveří ČHMÚ (DOD), ale pracoviště je i oblíbeným místem pro exkurze, zejména pro studenty, žáky i návštěvy odborníků v ČHMÚ. Při DOD, konaných při příležitosti Světového dne

vody (22. března) a Světového meteorologického dne (23. března) se sejde nejvíce zájemců při vypuštění balonu se sondou, ale velmi kladně jsou hodnoceny také populárně naučné prezentace jednotlivých oddělení ústavu i názorné představení přístrojů na meteorologické zahrádce.

Snad díky velké pracovní spolupráci mezi jednotlivými odděleními, možná díky mládí většiny tehdejších zaměstnanců nebo i díky malému kolektivu se „libušáci“ zejména v raných dobách rádi sdružovali i při mimopracovních aktivitách. Svépomocí si vystavěli např. hřiště na volejbal. Později se volejbal hrával na ploše pod věží a na této ploše se hrál také tenis.

Hudba je také soudržným činitelem, na Libuši se zformovala kapela OBS Band, která hrála mj. na společenských akcích, často konaných v komořanské restauraci Dřevák. Společně trávili pracovníci čas i na několikadenních zájezdech ČHMÚ, narozeninových oslavách, dětských dnech a při podobných aktivitách.

Za 50 let se v Odboru distančních měření a informací vystřídal více než 150 lidí, řada z nich stojí alespoň za krátkou zmínku. Mezi nejvýznamnější osoby spjaté s Observatoří Libuš jistě patří dr. Dagmar Vítková, která přivedla sondážní měření z Ruzyně na Libuš. Oficiálně byla



Obr. 1.11 Fotografie použité k reportáži v týdeníku Květy.



Obr. 1.12 Den otevřených dveří na Observatoři Libuš.



Obr. 1.13 Volejbal se hrával na hřišti ve východní části areálu.



Obr. 1.14 Zkratka OBS používaná pro Observatoř Libuš dala název kaple složené převážně z místních zaměstnanců: OBS Band.



Obr. 1.15 Dr. Dagmar Vítková byla první vedoucí Observatoře Libuš.

jmenována vedoucí observatoře v roce 1969 a v této funkci působila až do roku 1987. Sondážní měření byla jejím posláním i tématem kandidátské práce. Od začátku svého působení v HMÚ v roce 1962 Ing. Štěpán Kyjovský pracoval na technickém vylepšení všech dálkových detekčních systémů, a nejen těch. Díky zkušenostem s radary v armádě přesvědčil tehdejší HMÚ o nutnosti pořízení radarů na detekci srážkové oblačnosti. Dále byl autorem sondážního příjmu v nerušeném pásmu frekvence, podle něj nesl tento přijímač přezdívku „Kyjostroj“. A v neposlední řadě také sestrojil přijímač dat z meteorologických družic. Byl u každé modernizace systémů na Libuši, ve všech odděleních, tedy sondážním, radarovém i družicovém až do roku 2006.

V roce 1987 převzal vedení observatoře od dr. Vítkové Ing. Petr Havránek. Ten byl spjat na Libuši především s radary. Jeho první úkol po nástupu na Observatoř v roce 1970 byl seznámit se technicky s již nainstalovaným prvním radarem, v té době ve zkušebním provozu. V době svého působení ve funkci vedoucího Oddělení distančních měření a informací (ODMI) se mj. počátkem 90. let podílel na mezinárodní spolupráci v oblasti radarové meteorologie. Věrný Libuši zůstal až do svého odchodu do důchodu v roce 2009. Výrazná postava radarové meteorologie u nás je RNDr. Jan Strachota. Na Libuš přišel v roce 1973, velmi výrazně se zasadil o modernizaci radarů. Za mnohé je vhodné zmínit například

jeho úsilí získat kótu na Brdech na umístění radaru už v průběhu 80. let 20. století. Nejdéle na Libuši působí Pavel Žárský, od konce roku 1967 až dodnes. Byl je především spjat se sondážemi, zejména zpočátku, ale i dnes, byl a je u všeho souvisejícího s technikou.

V roce 2007 převzala funkci vedoucí ODMI RNDr. Pavla Skřivánková. S pětiletou přestávkou, kdy byla náměstkyní pro meteorologii a klimatologii ČHMÚ, je vedoucí ODMI dodnes. Podobně jako dr. Vítková, byla i dr. Skřivánková původně vedoucí aerologického oddělení, kam přinesla vyšší odbornost, zejména v ozonové sondáži.



Obr. 1.16 Ze jmenovaných zaměstnanců na této fotografii lze nalézt Petra Havránka, Pavla Žárského, Štěpána Kyjovského a Jana Strachotu.



Obr. 1.17 Pavla Skřivánková u radiosondážního systému.



*Obr. 1.18 Všechny jmenovitě připomenout nelze, a ani to není úkolem této publikace. Je zde připomenuta alespoň podoba těch, jejichž fotografie je k dispozici.*

## 2. Aerologie

Pravidelná aerologická měření byla v tehdejším Československu zahájena armádou v roce 1948 na kbelském letišti v termínech 02:00 a 14:00 UTC. Když v roce 1954 vznikl Hydrometeorologický ústav (HMÚ), tak do jeho správy přešla i vojenská aerologická stanice, toho času již přemístěná na letiště Ruzyně. Prvním vedoucím aerologické služby, v rámci III. Provozního oddělení odboru synoptické a letecké služby HMÚ, se stal RNDr. Oldřich Kostka. Aerologická měření se v té době potýkala s nedostatkem i špatnou kvalitou sovětských radiosond typu Molčanov RZ-042 nebo jejich tuzemským ekvivalentem. Problémy byly ale i s poměrně primitivním a nespolehlivým příjmem jejich vysílačů, vysílajících data v morseově kódu. Zásadní změna se udála koncem roku 1957, kdy byl ze SSSR dovezen nový radioteodolit typu Malachit (obr. 2.1), který byl do rutinního provozu zařazen od 1. 1. 1958, a konečně nahradil optické měření výškového větru, které bylo limitováno oblačností a zcela blokováno mlhou na stanici. Také používání větších balonů z přírodního latexu zvýšilo dostup měření na 20 km. V té době se již měřilo 4x denně v termínech 00:00, 06:00, 12:00 a 18:00 UTC se sovětskými sondami typu RZ-049, vysílajícími morseovkou data tlaku, teploty a vlhkosti (PTU) na nosné frekvenci 216 MHz. Tato frekvence ale byla rušena letištními zařízeními, proto byl Malachit v roce 1960 přestěhován k nově postavené plněné balonů za hangáry a místo sovětských sond RZ-049 byly nasazeny tuzemské kopie s označením Metra 972 (obr. 2.2). V této době již vedla stanici dr. Dagmar Vítková, která nahradila dr. Kostku, který tragicky zahynul na polární výpravě. Pro zkvalitnění výsledků měření byly postupně zaváděny teplotní opravy na vliv radiace slunečního záření a setrvačnost bimetalu.

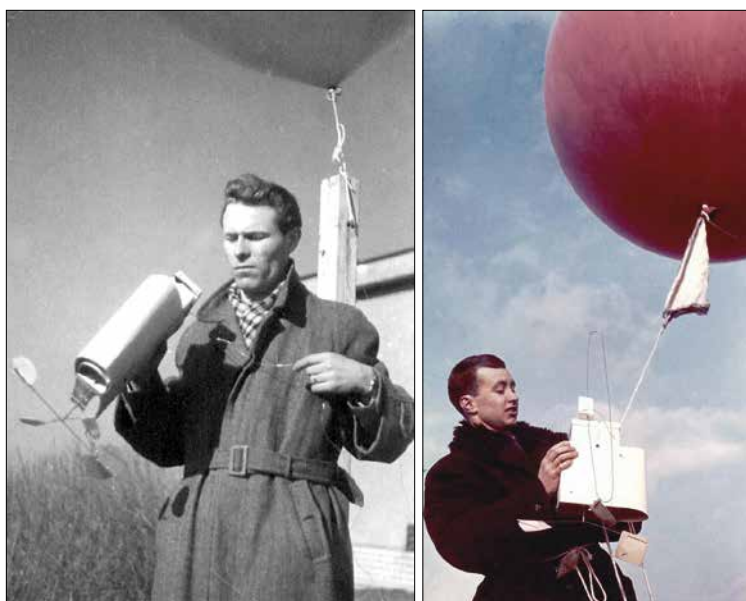
Zejména kvůli rušení sondážního příjmu a nedostatku prostor na rozšiřujícím se letišti bylo nutné vyhledat nové umístění aerologické stanice. Bylo vytipováno několik lokalit, mimo jiné i Vidoule či Juliska. Jako nejvhodnější se nakonec ukázalo území bývalé skládky uprostřed polí poblíž Libuše.

Počátky provozu po přestěhování na Libuš v roce 1967 spadají do kritického období aerologie v HMÚ. 10 let starý systém Malachit a improvizace při zajišťování měření několika typy radiosond negativně ovlivnily dostup i kvalitu. První pokusy s měřením na nerušeném kmitočtu 1 782 MHz probíhaly se sondami RKZ-1 ze SSSR a Metra MARS 1K na systému bývalého vojenského střeleckého radaru, který byl modifikován pracovníky Laboratoře techniky (LT) HMÚ na Smíchově. Parabola tohoto „Kyjostroje“ (LT HMÚ byla vedena Ing. Štěpánem Kyjovským) byla naváděna podle síly signálu ručně, bez přesných parametrů polohy, čili výškový vítr mohl být opět měřen pouze optickým teodolitem. Až v prvním čtvrtletí roku 1970 byla svépomocí dokončena montáž sovětského radiolokátoru Meteorit 1 v ještě nedokončené stavbě Observatoře Praha-Libuš. Tím definitivně skončila éra elektro-mechanických kódových radiosond a již od dubna 1970 na dlouhá desetiletí nastoupily nové generace elektronických frekvenčních radiosond.

Meteorit 1 byla civilní modifikace radiolokátoru, který koncem 2. světové války zaměřoval letadla a řídil střelbu protiletadlových kanonů. V HMÚ zaměřoval radiosondy MARS 1K (Metra 972). Parabolická anténa pomocí rotujícího zrcadla zářiče automaticky zaměřovala azimut a elevaci letící sondy a vysílala dotazovací pulz vysílače směrem k radiosondě, která na něj uměla odpovědět. Z časové prodlevy mezi dotazem a odpovědí systém vypočítal šikmou vzdálenost, čili třetí prvek do trigonometrie

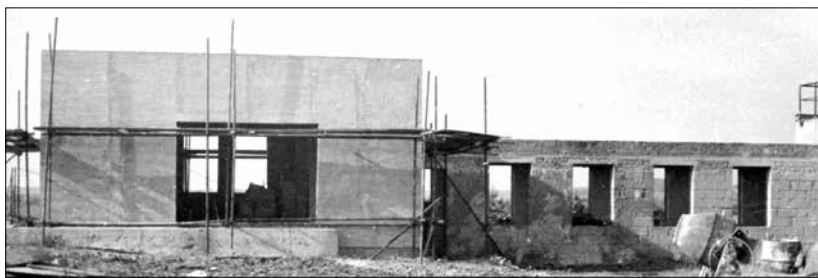


Obr. 2.1 Příjmací systém Malachit.



Obr. 2.2 Sovětská radiosonda RZ-049 (vlevo) a česká Metra 972 (vpravo).

výpočtu polohy sondy, a tedy i směru a rychlosti výškového větru. Od roku 1966 používané balony sovětské výroby č. 200 se sice musely před použitím nahřívát a máčet do kerosinu, aby byl dokončen proces vulkanizace, ale celkem spolehlivě vynášely poměrně těžké radiosondy do výšek 25 až 30 km, s rekordy až nad 40 km. Radiosondy byly poměrně těžké, přičemž většinu jejich hmotnosti tvořily nálevné hořčičkové baterie. Proto byla sestava vybavena brzdícím padáčkem z voskovaného papíru. Jako teplotní čidlo sloužil termistor, vlhkost měřila zlatotepecská blána a cejchovaný baropřepínač nejen ovládal režim měření, ale nespojitě udával i hodnotu tlaku.



Obr. 2.3 Přístavba pro Meteorit 2 budovaná v r. 1977 a jeho dočasné umístění v maringotce.

Data tlaku, teploty a vlhkosti (PTU)

a polohy byla Meteoritem 1 automaticky tištěna na papírový pás v číselné i grafické podobě. Tříčlenná obsluha zajišťovala provoz systému, vyhodnocení PTU na Stůve diagramu a grafický převod polohy na výškový vítr. K tomu bylo využíváno množství pomocných tabulek a specializovaná logaritmická pravítka. Po zakódování dat ze standardních a zlomových hladin byla zpráva TEMP (kódovaná zpráva obsahující informace o meteorologických prvcích ve standardních tlakových hladinách a ve zlomových hladinách teploty, vlhkosti a větru) dálkopisem předávána do Komořan.

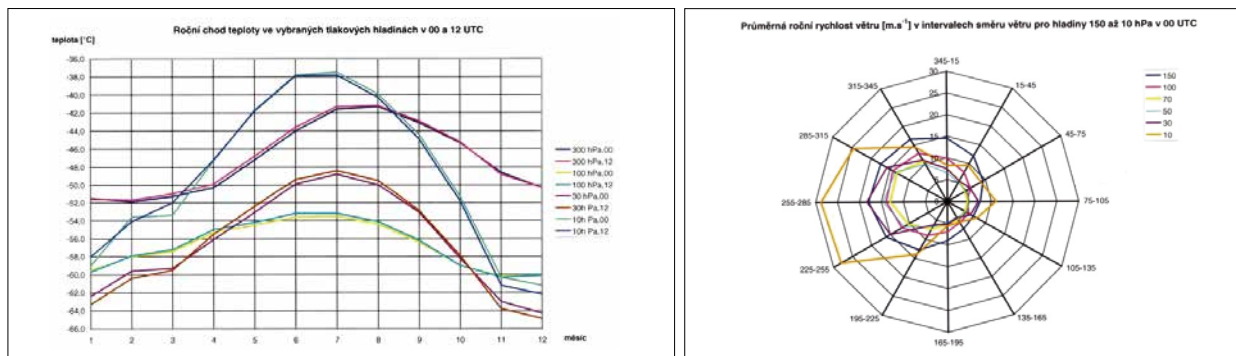
V roce 1977 byl dovezen nový přijímací systém – Meteorit 2, který byl vylepšen zařazením parametrického zesilovače s postupnou vlnou na vstup přijímače. Změnou kmitočtového spektra telemetrie PTU dat se zjednodušil převod mezi zaznamenanou frekvencí a fyzikální hodnotou z cejchovní tabulky. Pro instalaci nebyla včas dokončena přístavba Observatoře Praha-Libuš, a tak byla dočasně použita mobilní buňka (obr. 2.3). Stále se ale vyhodnocovaly naměřené profily PTU a větru postaru, tedy třemi zaměstnanci a manuálně.

K významným změnám došlo i v oblasti radiosond vyráběných v pražském závodě Metra. Díky mezinárodní kooperaci s výrobcem vysílačů v tehdejší NDR byly v roce 1973 nahrazeny elektronky polovodiči, a tím mohlo být sníženo napětí i hmotnost baterií. Dalšího vylepšení bylo dosaženo roku 1986 přechodem z baropřepínače vyráběného leptáním z desky pro tištěné spoje na novou technologii napařování kovových kontaktů na skleněnou podložku. Tím se docílila lepší přesnost měření tlaku, zejména v nejvyšších hladinách sondáže. Původní lisovaná hliníková plechová kostra baropřepínače byla u tohoto modelu nahrazena tvarově pevnějším kovovým výstřikem.

S nástupem výpočetní techniky v HMÚ byly také zahájeny pokusy o automatizaci vyhodnocení aerologických měření. Povedla se digitalizace polohových dat a výpočet parametrů větru. Primárně byl použit systém SAPI, který byl naprogramován ve strojovém kódu, další zpracování probíhalo v operačním systému DOS, tabulkové a grafické výstupy v programovacím jazyce BASIC. Získaná data, doplněná o ručně získané hodnoty PTU, byla dálkopisem



Obr. 2.4 Až do roku 1991 byli k vypuštění balonu s radiosondou zapotřebí dva operátoři a k příjmu a zpracování jejich dat v průběhu letu dokonce tři.



Obr. 2.5 Vybrané aeroklimatické charakteristiky stanice Praha-Libuš.

předávána na sálový počítač EC 1030 do Komořan, kde došlo k celkovému vyhodnocení a produkci datových výstupů v požadovaných formátech i tvorbě zpráv TEMP.

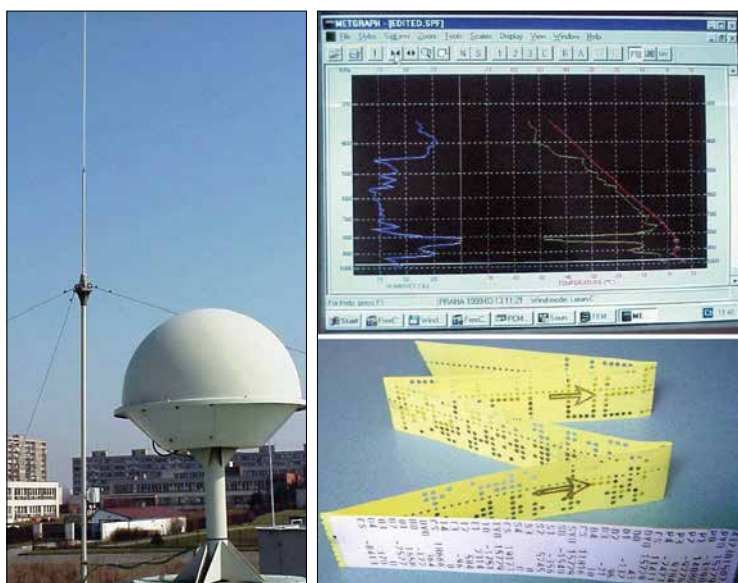
Postupně docházelo k modernizaci celé řady radiosond podniku METRA/Laboratorní přístroje. 31. ledna 1971 bylo ve spolupráci s Ozonovou observatoří v Hradci Králové zahájeno pokusné měření vertikálního profilu ozonu v dopoledních termínech ozonovými sondami s čidly typu Brewer-Mast z NDR. Po několika letech pokusů se sondážní měření ozonu ustálilo od roku 1982 na termínech pondělí-středa-pátek v období leden až duben, kdy dochází ve středních zeměpisných šířkách k nejvýraznějším změnám ve struktuře ozonové vrstvy v důsledku cirkulačních změn. Dodnes se tak na Libuši provádí kolem 50 měření vertikálního profilu ozonu ročně.

V osmdesátých letech probíhala první zpracování aeroklimatických charakteristik, kdy podle doporučení RGKNIR (pracovní skupina pro vědeckovýzkumná témata při Konferenci ředitelů hydrologických a meteorologických služeb socialistických zemí) bylo ve spolupráci se stanicí Gánovce SHMÚ zpracováno desetiletí z let 1961–1970. Na to navázala další práce, vrcholící zpracováním aeroklimatických charakteristik stanice Praha-Libuš za roky 1971 až 2000. Ty byly v roce 2003 publikovány ve formě tištěných tabulek, grafů a výsledných datových souborů na CD (autor Mgr. Anna Benešová). Jedná se zejména o charakteristiky základních a odvozených prvků na vybraných tlakových, výškových a teplotních hladinách, včetně tropopauzy a inverzních vrstev (ukázky zpracování na obr. 2.5). Byly zpracovány především průměry, odchylky, relativní četnosti, maxima a minima.

Rok 1989 nepředstavoval revoluci jen v politickém systému, ale i v technice pro aerologii. Modernější generace systémů Meteorit zaostávala za trendy ve světě, zejména v oblasti výpočetní techniky a přesnosti čidel pro měření PTU. Také budoucnost tuzemského výrobce radiosond a pokračování dodávek vysílačů z ruského Sverdlovsku byly nejisté.

Při výběru nové aerologické technologie pro HMÚ našťastí padla volba na světového lídra v oblasti aerologie, finskou firmu Vaisala. Byl zakoupen její radiosondážní systém DigiCORA I. Při jeho zprovoznění, před Vánocemi 1991, jako první měřila sonda Vaisala RS80 s čidlem ozonu ECC 5A (Electrochemical concentration Cell, USA).

Systém DigiCORA I (obr. 2.6) byl nejen plně automatický, ale k jeho obsluze postačoval jen jediný operátor, měl nízkou spotřebu elektrické energie a nepotřeboval provozovat napájecí síť 3 x 380 V, 400 Hz pomocí měničů a dieselového agregátu, jako bylo potřeba pro Meteority. Systém komunikoval se sondami RS80 v pásmu 400 MHz a zpočátku využíval globální námořní a leteckou navigaci OMEGA. Sedm majáků systému OMEGA pracovalo po celé zeměkouli a díky užití velmi dlouhých vln (cca 10 až 14 kHz), se jejich signály šířily v přízemní vlně tisíce kilometrů daleko. Velkou výhodou systému DigiCORA I bylo také to, že nepoužíval žádné pohyblivé me-



Obr. 2.6 Systém DigiCORA I: Přijímací anténa (vlevo), grafický výstup na monitoru (vpravo nahoře) a děrná páska pro načtení parametrů radiosondy (vpravo dole).



chanické díly. Anténu pro příjem signálu z radiosondy nebylo potřeba natáčet. Místo toho bylo použito sedm směrových anténních segmentů, mezi kterými se elektronicky přepínalo tak, aby byl příjem z radiosondy co nejlepší. Také odpadla nutnost přiřazování fyzikálních hodnot telemetricky přijímaným datům ze sondy prostřednictvím cejchovních grafů nebo tabulek. Ty byly ke každé sondě dodávány ve formě krátké devítistopé děrné pásky, která se načetla při ručním protažení čtečkou v DigiCORA I. Další zpracování a vyhodnocení dat již proběhlo automaticky na připojeném PC, na jehož monitoru se zobrazovaly profily PTU v grafické formě a tabulkové výstupy bylo možné zaznamenat na připojené tiskárně. Primární data byla ukládána na disk PC a externí paměťová média pro účely archivace, případně pro generování jiných formátů výstupních zpráv.



Obr. 2.7 Mgr. A. Benešová při předstartovní přípravě ozonové sondy ECC 6A.



Obr. 2.8 Současná radiosonda RS92.

V roce 1994 bylo zahájeno i měření vertikálních profilů radioaktivity záření beta a gama. To bylo ukončeno v roce 2017 kvůli nestabilitě čidel vedoucí k opakovaným chybám a výpadkům dat při měření.

V roce 1997 došlo k několika zásadním změnám. Začal se používat modernější navigační systém LORAN-C, provozovaný na vlnové délce cca 100 kHz, s využitím řetězců jeho vysílačů v Evropě. Tento navigační systém byl původně určen primárně pro námořnictvo. Dále se v tomto roce začala používat ozonová čidla typu ECC 6A, která mají termistor pro měření teploty prosávaného vzduchu vložen do otvoru v pumpě čidla a zaručují přesnější výsledky měření koncentrace ozonu (obr. 2.7). Tato ozonová čidla používá ČHMÚ dodnes, lze je na rozdíl od radiosond používat opakovaně, proto má ČHMÚ zájem na jejich navrácení. Na každé ozonové sondě je lístek s instrukcemi pro nález-

ce. S přechodem na navigační systém GPS a rozvojem komunity sonderů – radioamatérů, kteří signál ze sondy přijímají na vlastní antény a sondy pak v terénu „loví“ – se podíl vrácených ozonových sond v posledních letech vyšplhal až k 70 %.

Na počátku roku 1999 byla sonda RS80 nahrazena modernějším typem RS90 s dvojitým střídavě vyhřívaným čidlem vlhkosti, což zabráňovalo jeho zamrzání ve vyšších hladinách atmosféry. V roce 2004 byl proveden upgrade pozemního systému na model DigiCORA MW21. Díky pokročilé miniaturizaci a modernizaci se změnilo jeho ovládání, nyní jen pomocí softwaru na síťově připojeném PC.

V únoru 2005 následoval přechod na další generaci radiosondy – RS92 (obr. 2.8). Zpočátku na její variantu RS92-KL, s navigací LORAN-C, na začátku roku 2007 navázal typ RS92-KLE s interface pro čidlo ozonu. Změnila se i metodika přípravy sondy k letu. V tzv. GroundChecku GC25, který obsahoval i temperovanou komůrku se silikagelem, se prováděla předstartovní „regenerace“ teplotního i obou vlhkostních čidel radiosond



Obr. 2.9 Testování radiosond RS90 a RS41.



Obr. 2.10 Na startu Stratocachingu 2015.

a určovaly se jejich opravy v podmínkách nulové vlhkosti a při pokojové teplotě. V červenci 2012 byly spotřebovány poslední zásoby radiosond pro navigaci LORAN-C a až do současnosti (rok 2017) je používán už jen typ RS92-SGP s GPS navigací. Pouze se časem měnily modifikace podle použitých baterií. Původní vodou aktivované nálevné baterie byly postupně nahrazeny alkalickými články, nejnověji lehčími lithiovými bateriemi. Zatím posledním významným datem v historii aerologických měření je 1. 1. 2013, kdy bylo v důsledku úsporných opatření ukončeno po více než 50 letech měření ve večerním termínu. V současnosti probíhá radiosondáž již jen třikrát denně, a to v 00:00, 06:00 a 12:00 UTC. Přestože WMO doporučuje 4 sondáže denně, obdobný trend snižování počtu sondáží lze pozorovat i u zahraničních meteorologických služeb.

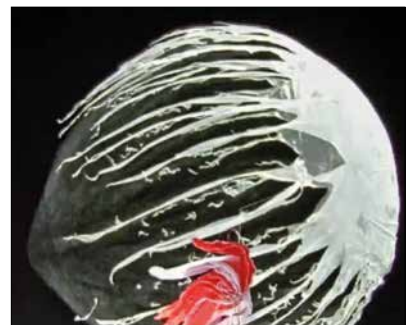
Aerologická stanice Praha-Libuš se od počátku podílela na testování nových nebo modifikovaných radiosond. Pro testy vývoje nových technologií ji využíval zejména tuzemský výrobce METRA/Laboratorní přístroje/TESLA. U radiosond z řady MARS se jednalo zpočátku o srovnání se sovětskou RZ-049, později zejména o hledání takové polohy teplotního snímače, kde bude nejméně náchylný k ovlivňování teploty radiací ze Slunce. Dále také hledání druhu nátěru termistoru pro jeho odolnost vůči dešti a radiaci. Před uvedením do finálních dodávek se na stanici Praha-Libuš testovaly modernizované typy vysílačů radiosond, nebo modifikace baropřepínače. Pro HMÚ z toho plynula výhoda účasti na hledání řešení problémů čidel a možnosti ovlivnění jejich konečného provedení. Desítky let trvající spolupráce skončila

posledními pokusy se sovětskými radiosondami řady MARZ a nepomohla ani snaha o doplnění modelu MARZ o osvědčené tuzemské tlakové čidlo – baropřepínač.

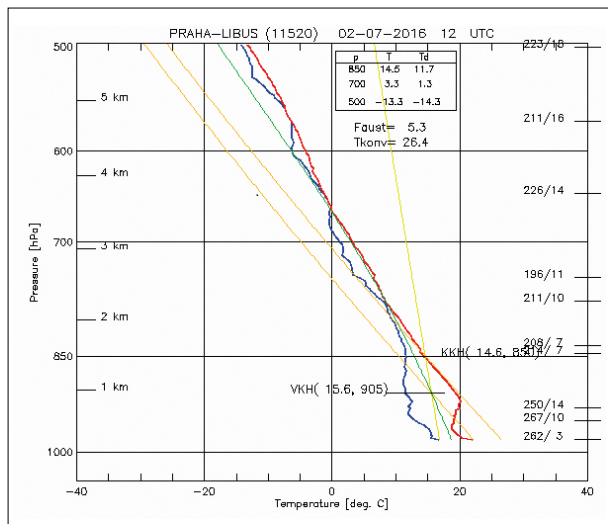
Spolehlivost, pečlivost a technické dovednosti personálu libušské aerologické stanice začala později využívat i finská firma Vaisala. Testovaly se zde nové modely radiosond, postupně typy RS80, RS90 i RS92 (obr. 2.9). Většinou testy probíhaly formou dvojevýstupů se standardním a inovovaným modelem. Vyvrcholením byla spolupráce na testování a vývoji nejnovějšího systému MW41 a radiosond RS41, která probíhala v letech 2011 až 2013. Tehdy byly testovány kromě radiosond samotných i celkové vlastnosti systému, ale třeba i zkouška intuitivnosti jeho ovládání v programu pro operátory bez znalosti konkrétní dokumentace.

Aerologická stanice Praha-Libuš dlouhodobě spolupracuje se stanicí Poprad-Gánovce, s níž měla na počátku aerologických měření společné vedení v HMÚ, a se stanicí Armády České republiky v Prostějově, jejímž je ČHMÚ metodickým garantem. Zástupci těchto stanic se pravidelně již téměř 50 let setkávají na aerologických poradách a vyměňují si provozní zkušenosti. Porad se účastní též zástupci ozbrojených sil Slovenské republiky a kolegové ze Solární a ozonové observatoře ČHMÚ v Hradci Králové, kteří spolupracují na měření ozonu v Praze i Gánovcích. V průběhu let zde měli své zastoupení také odborníci z výrobního závodu Metra nebo později výrobci radiosondážních systémů Vaisala a Graw, kteří zde prezentovali svou novou techniku.

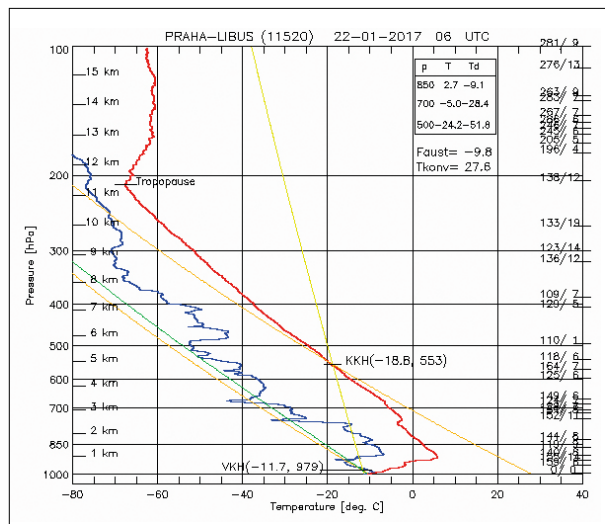
Odborníci aerologického oddělení se po celou dobu existence Observatoře Praha-Libuš aktivně zapojovali do mezinárodní spolupráce jak v rámci pracovních skupin a komisí WMO, tak v rámci monitoringu ozonu. Ozonová data jsou zakódována do speciálních zpráv a posílána do Světového ozonového a UV datacentra (World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Centre), do amerického centra Sítě pro detekci změn ve složení atmosféry (Network for the Detection of Atmospheric Composition Change) a do Norského ústavu pro výzkum atmosféry (Norwegian Institute of Air Research). Stanice Praha-Libuš se zapojila do mezinárodního ozonového výzkumného programu



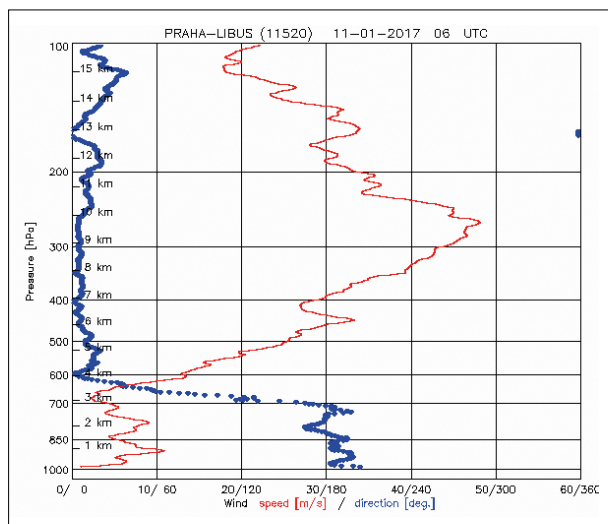
Obr. 2.11 Prasknutí balonu ve výšce cca 32 km.



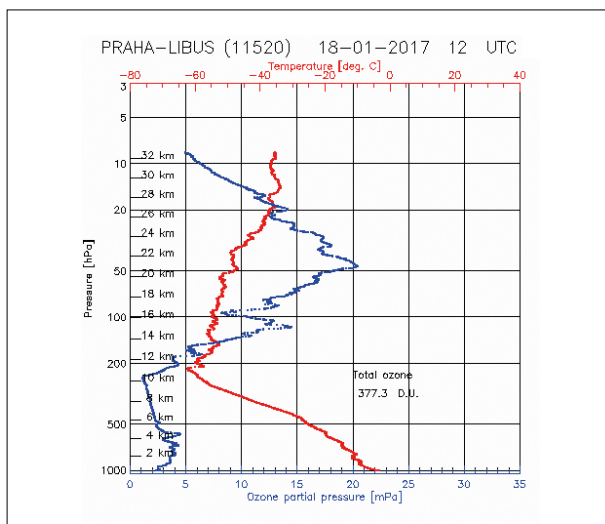
Obr. 2.12 Profil teploty a vlhkosti při zvrstvení příznivém pro vznik bouřek dne 2. 7. 2016.



Obr. 2.13 Naměřená teplotní inverze v přízemní vrstvě při smogové situaci dne 22.1.2017 06 UTC.



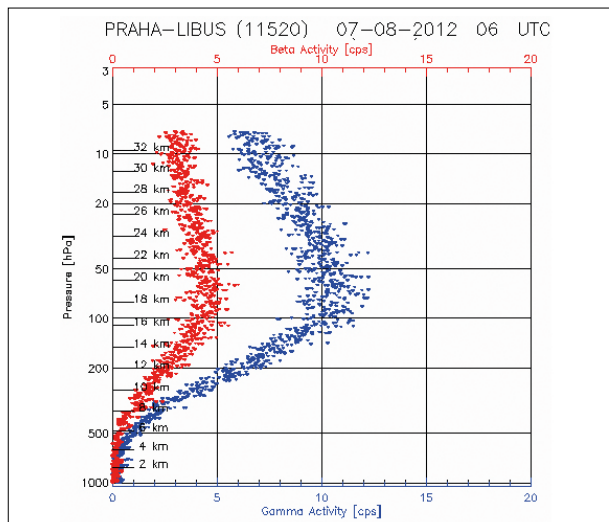
Obr. 2.14 Profil měření větru z 11. 1. 2017 06 UTC s výraznou změnou směru proudění – v přízemní vrstvě jižní vítr, od 3 km výšky severní.



Obr. 2.15 Vertikální profil ozonu (modrá) a teploty (červená) ze dne 18. 1. 2017.

THESEO/MATCH-campaign. Mezi nejzajímavější výzkumné projekty lze zařadit například společný projekt Solární a ozonové observatoře ČHMÚ v Hradci Králové a ozonosondažní stanice Praha-Libuš „Dlouhodobé změny ozonové vrstvy nad územím ČR“.

Kromě běžného provozu a výzkumných úkolů se aerologické oddělení podílelo též na popularizaci vědy. Ve spolupráci s aerology z Prahy-Libuše slavnostně vypustil balon se sondou kosmonaut Remek z pražské Kamy. Při stoletém výročí prvního balonového měření radioaktivity na světě, které provedl fyzik Hess v Ústí nad Labem, byla provedena mimořádná sondáž radioaktivity. Balon s radiosondou často prezentuje observatoř také na výstavních akcích, kterých se účastní ČHMÚ. Pomocí radiosondy, zavěšené pod vzducholodí, aerologické oddělení pomáhalo změřit vliv vlhkosti na šíření radiových vln v přízemní vrstvě při experimentu Fakulty elektrotechnické ČVUT Praha. Asi největší veřejnou publicitu měl projekt Stratocaching, který v letech 2014 a 2015 pomáhal organizovat i ČHMÚ (obr. 2.10). Herní modifikace oblíbeného Geocachingu, kdy meteorologický balon vynesl „kešky“ až „na hranice vesmíru“ a elegantně je poté snesly na zem rotující vrtulky ve tvaru javorových semínek, měla tisíce účastníků. Experimenty byly doplněny i o kamery, s prvním amatérským přímým přenosem obrazu z takové výšky na web i doprovodným letem klasické met ologické radiosondy.



Obr. 2.16 Vertikální profil radioaktivního gama (modrá) a beta (červená) záření ze dne 7. 8. 2012

Už během tohoto roku čekají aerologické oddělení další podstatné změny. I vzhledem k plánovanému ukončení výroby v současnosti používaných radiosond RS92 proběhlo v roce 2017 výběrové řízení na dodávku nového radiosondážního systému a materiálu na následujících 5 let. V tomto výběrovém řízení uspěl opět systém a radiosondy firmy Vaisala, takže na přelomu let 2017 a 2018 započne měření novými sondami RS41 a systémem MW41. Nové radiosondy již neměří tlak, ten je počítán z teplotního zvrstvení atmosféry a výšky měřené pomocí GPS. Rozpracovaná je také modernizace prezentace sondážních dat na webu ČHMÚ, jejíž spuštění lze očekávat ve druhé polovině roku 2018.

Aktuální naměřená data jsou prezentována na internetových stránkách ČHMÚ. Ukázky těchto dat (obr. 2.12 až 2.16) jsou na tomto místě doplněny o některé extrémní změněné na aerologické stanici Praha-Libuš: nejnižší naměřená teplota byla  $-86,8^{\circ}\text{C}$  ve výšce 24 km dne 2. 2. 2016 v termínu 12:00 UTC. Ze stejného termínu je i největší naměřená rychlost větru:  $137,8\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  ve výšce 32 km.

### 3. Synoptická stanice

Na meteorologické stanici Praha-Libuš bylo zahájeno přízemní měření a pozorování dne 1. ledna 1971. Od tohoto data byla v pravidelných tříhodinových intervalech prováděna měření základních meteorologických prvků. Na stanici se měřila teplota, vlhkost, tlak vzduchu, srážky, výška sněhové pokrývky a směr a rychlost větru. Pozorovatelé dále zaznamenávali oblačnost, meteorologickou dohlednost, stav půdy a meteorologické jevy. V průběhu ledna 1971 přibyl na stanici slunoměr měřící délku slunečního svitu. Všechny naměřené a vypořizované informace se přenášely telefonicky na centrálu do Komořan.

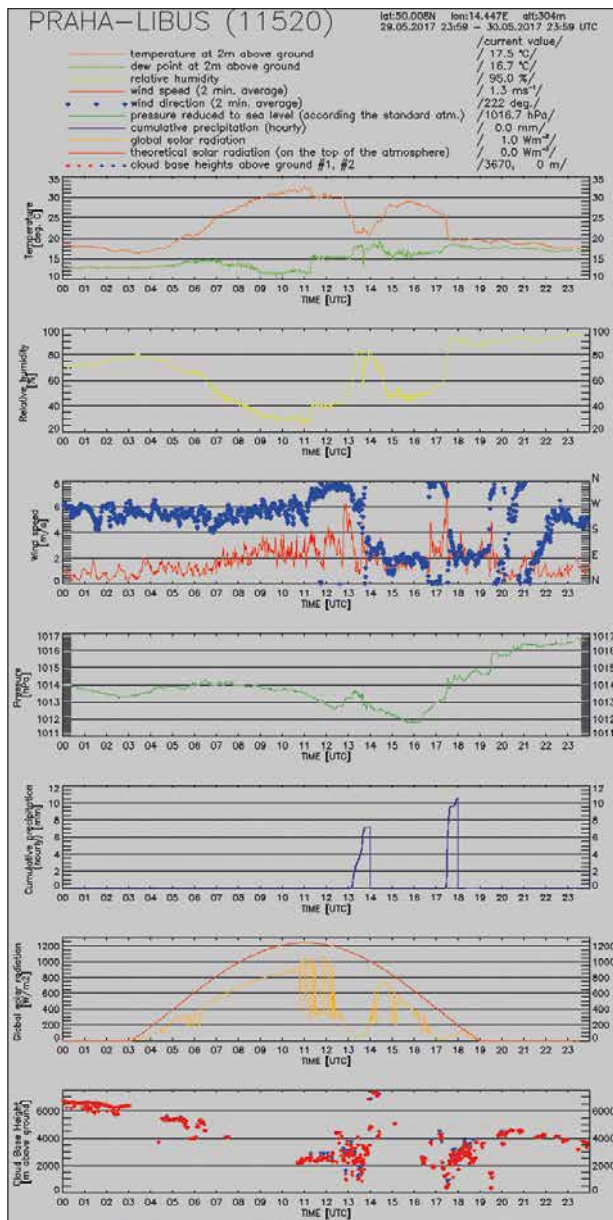
Postupně se přidávalo měření dalších meteorologických prvků – přízemní teploty, půdní teploty, hloubky promrznutí půdy a výparu. Od roku 1982 se již přešlo na měření každou hodinu, s výjimkou dvou hodin před a po půlnoci, kdy měl pozorovatel čas si odpočinout.

Od roku 1991 započala postupná digitalizace a automatizace měření. V březnu onoho roku byl na stanici Praha-Libuš uveden do provozu první počítač s programem METEOBSERVER, který podstatným způsobem usnadňoval pracovníkům kódování zpráv. Koncem listopadu roku 1993 byla instalována automatická meteorologická stanice (AMS) MILOS 200 firmy Vaisala, dalších 6 let ovšem ještě trvalo, než se veličiny naměřené AMS začaly i automaticky předvyplňovat do odesílaných meteorologických zpráv. Od počátku roku 2000 tak pozorovatelé tlak, teplotu, vítr a srážky měli z AMS přímo, a nemuseli je vyplňovat ručně. Stanice MILOS 200 pracovala necelých 10 let, v lednu roku 2003 byla nahrazena modernější variantou MILOS 520. Výhodou této stanice byla mimo jiné možnost přímého propojení s radiosondážním systémem na observatoři, které sondáží umožňovalo načítání přízemních dat. Stanice MILOS 520 funguje na Observatoři Libuš dodnes. V roce 2004 byl na stanici instalován pro zpracování a odesílání zpráv program MONITWIN, což byla dosud poslední zásadní technologická změna ve zpracování měření.

Mezitím bylo rozhodnuto o přechodu na 24hodinové měření – zrušila se tedy doba na odpočinek okolo půlnoci, a od května 1994 byly zprávy vysílány každou hodinu. Přístroje pro manuální měření byly postupně doplňovány a nahrazovány elektronickými, a ty pro manuální měření dodnes zůstávají na stanici pouze pro kontrolu měření a jako nouzová záloha pro případ problémů s technikou. Takto na stanici postupně přibyl první ceilometr (CT12, září 2001), elektronický slunoměr (Vaisala DSU, leden 2004), odporové půdní teploměry (červen 2004), ultrasonický anemometr (březen 2005) a automatizovaný výparoměr (v plném provozu od července 2005). Ve stejném roce následoval ještě váhový srážkoměr a první detektor počasí měřící meteorologickou dohlednost a identifikující typ padajících srážek. Nástup nových technologií byl dokončen instalací čidel na měření půdní vlhkosti (2006) a promrznutí půdy (2008).



Obr. 3.1 Meteorologická zahrádka v Praze-Libuši.

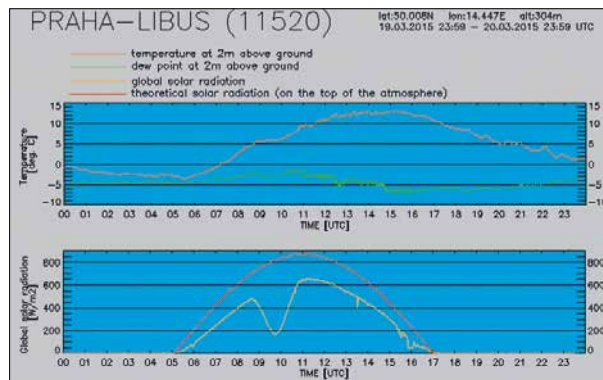


Obr. 3.2 Záznam z AMS MILOS 520 s přechodem fronty dne 30. 5. 2017.

bylo zakryto 74 % Slunce. Na grafu teploty je ve stejném čase pozorovatelné pozastavení růstu teploty během dopoledních hodin.

Tab. 1.1 Sezonní průměry a trendy teploty na stanici Praha-Libuš.

	Dlouhodobý průměr teploty vzduchu [°C]	Desetiletý trend teploty vzduchu [°C]
Jaro	9,26	0,50 ± 0,11
Léto	18,31	0,64 ± 0,10
Podzim	9,07	0,43 ± 0,10
Zima	0,41	0,29 ± 0,21
Rok	9,30	0,47 ± 0,07

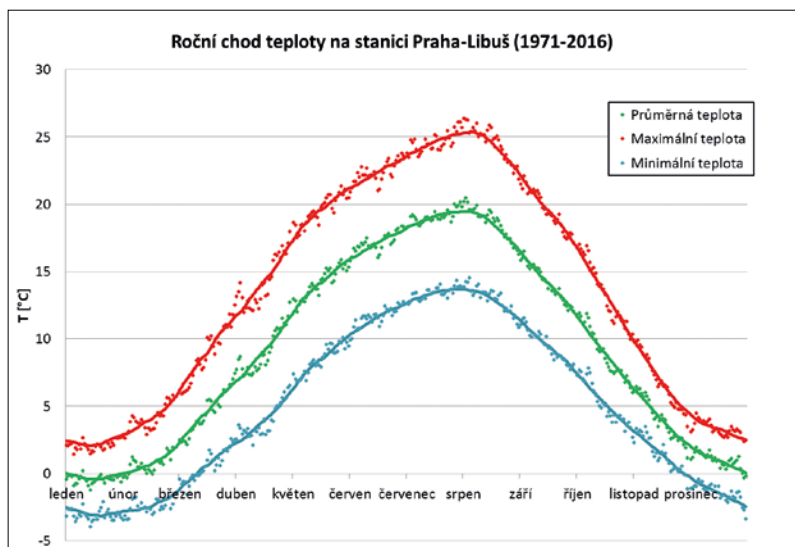


Obr. 3.3 Průběh částečného zatmění Slunce dne 20. 3. 2015 na grafu globálního záření a teploty.

Od roku 2011 Observatoř Libuš z důvodu úsporných opatření přešla na kombinovaný provoz jako poslední z leteckých profesionálních stanic ČHMÚ. Od té doby pozorovatel pracuje pouze přes den, v nočních hodinách je měření zajišťováno automatem. V posledních šesti letech je na stanici pouze čas od času vyměněn některý z přístrojů za novější typ, ale jinak lze situaci považovat za téměř neměnnou. Ovšem v blízké budoucnosti lze očekávat podstatnější změny. V roce 2018 bude zahájeno výběrové řízení na nový staniční software, který nahradí dosluhující MONITWIN pro celou staniční síť ČHMÚ. V nejbližších letech by měly být také postupně nahrazeny všechny AMS včetně stanice na Libuši – MILOS 520, jediné svého druhu v síti stanic ČHMÚ.

Naměřená minutová data jsou k dispozici i široké veřejnosti na webu ČHMÚ, na obr. 3.2 je záznam průběhu meteorologických prvků ze dne 30. 5. 2017. Při přechodu studené fronty byly zaznamenány dvě bouřky na stanici s typickým poklesem teploty, srážkami, nárůstem vlhkosti vzduchu a rychlosti větru. Přístroje umí zaznamenat i jiné jevy, například částečné zatmění Slunce dne 20. 3. 2015 (obr. 3.3). Zatmění v Praze začalo v 08:37 UTC a skončilo v 10:57 UTC. Při jasné obloze je na grafu dobře vidět pokles a následný nárůst globálního záření odpovídající postupnému zakrývání a odkrývání slunečního kotouče Měsícem. V maximu

Za více než 45 let meteorologických měření bylo nashromážděno množství údajů o počasí i podnebí v lokalitě Observatoře Libuš. Obr. 3.4 znázorňuje průměrný roční chod teploty na stanici, obr. 3.5 pak roční chod srážek. Řada průměrných ročních hodnot teploty (obr. 3.6) zachycuje oteplování na stanici způsobené jak změnami klimatu na našem území, tak rozšiřováním pražského tepelného ostrova. Z dlouhodobých trendů teploty (tab. 1.1) lze vyčíst, že oteplení je nejpatrnější v letních měsících, kdy se za dobu měření oteplilo o téměř 3 °C, naopak v zimě je změna teploty na hranici statistické významnosti. Níže je uve-



Obr. 3.4 Průměrný roční chod teploty na stanici Praha-Libuš v období 1971–2016.

deno několik historických extrémů za dobu pozorování v Praze-Libuši:

Nejvyšší naměřená teplota:  
39,6 °C, 20. 8. 2012

Nejnižší naměřená teplota:  
–25,0 °C, 9. 1. 1985

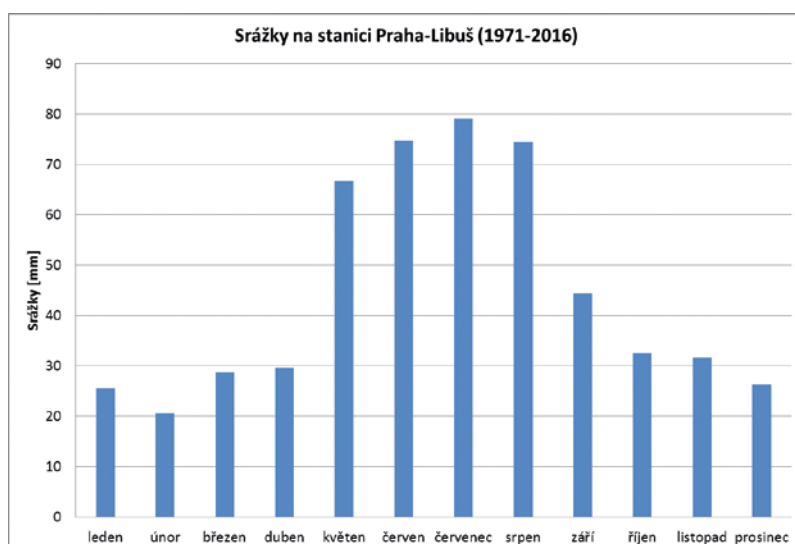
Největší srážky za 24 h:  
82 mm, 19. 7. 1981

Nejvyšší sněhová pokrývka:  
33 cm, 18. 1. 2010

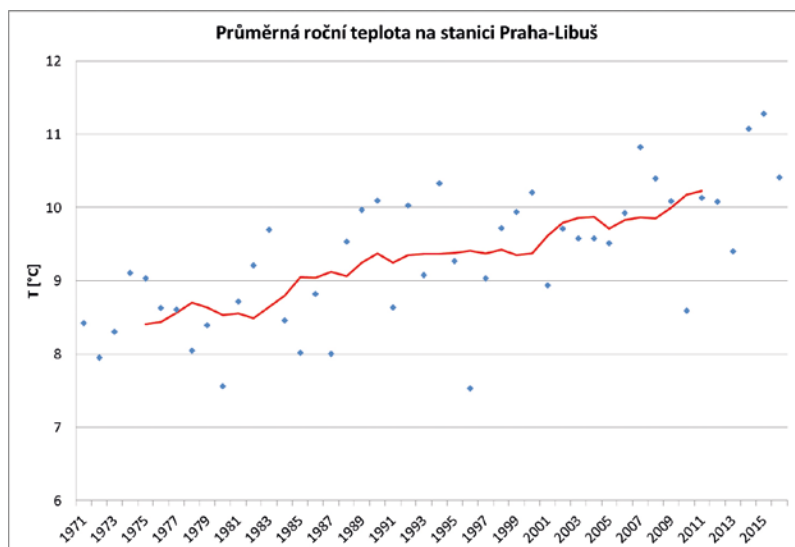
Největší staniční tlak:  
1 008,8 hPa, 16. 2. 2008

Nejmenší staniční tlak:  
934,5 hPa, 26. 2. 1989

Nejsilnější náraz větru:  
37,3 m·s<sup>-1</sup>, 23. 11. 1984



Obr. 3.5 Průměrný roční chod srážek na stanici Praha-Libuš v období 1971–2016.



Obr. 3.6 Průměrná roční teplota na stanici Praha-Libuš v období 1971–2016.

## 4. Radarová meteorologie

Při výběru lokality Observatoře Praha-Libuš byl také zohledněn i její nerušený radiohorizont, který byl důležitý pro plánované umístění meteorologického radaru. V době výstavby představovala nová observatoř ve venkovské krajině na vyvýšeném jižním okraji města a s příslibem budoucích 50 let bez vysokopodlažní zástavby v okolí optimální místo pro umístění tehdy zcela nového meteorologického přístroje – radaru. Tehdy byla pro výběr lokality mnohem důležitější přítomnost infrastruktury a relativně dobrá dostupnost pro personál, nutný pro údržbu a manuální měření, než ideální radiohorizont.

V době výstavby observatoře byly zkušenosti s meteorologickou radiolokací na území Československa velmi omezené. Do konce 60. let 20. století byly experimentálně provozovány pouze pokusné instalace radarů: civilní TESLA RM-1 na observatoři Ústavu fyziky atmosféry na Milešovicích, provozní vojenské pak od r. 1969 v Hájku u Červeného Újezdu, okr. Praha-západ (mobilní sovětský meteorologický radar MRL-1).

Na počátku radarové historie v tehdejším Hydrometeorologickém ústavu (HMÚ) stála Laboratoř techniky, kam nastoupil Ing. Štěpán Kyjovský. Během základní vojenské služby získal osobní zkušenost s rušením vojenských radarů srážkami. Proto po svém nástupu do HMÚ prosazoval spolu se svým nadřízeným RNDr. Bořivojem Sobiškem, aby byly pro ústav radary pořízeny. Na nákup ze zahraničí chyběly peníze, nakonec se výroby ujal podnik Tesla Opočíněk. Meteorologický radiolokátor TESLA RM-2 byl vyvinut na základě přehledového radiolokátoru pro řízení leteckého provozu RL-2D úpravou některých obvodů a ovládacích prvků (byl doplněn o možnost změny elevace antény a řízení útlumu – izoecho) podle požadavků pracovníků HMÚ.

S počátečními těžkostmi kvůli zdržení při stavbě budovy se potýkala i radarová měření. Radar TESLA RM – 2 byl instalován do severozápadního křídla nedostavěné budovy observatoře koncem roku 1969, ale do zkušebního provozu byl uveden až koncem října 1970. Pravidelná provozní měření začala v srpnu 1971. Po rozšíření pozorovacího programu od 25. 10. 1971 předávalo pracoviště radaru každou hodinu, (kromě čtyřhodinové technické přestávky), manuálně zakreslované hodinové informace o rozložení, intenzitě a výšce horní hranice radioecha ve čtvercové síti 30 x 30 km, později též odhady intenzity srážek v nízkých hladinách. Zákresy z obrazovky byly překresleny do papírových formulářů a dále distribuovány prostřednictvím faksimilového přenosu po telefonních linkách na pracoviště synoptické a letecké meteorologické služby, následně pak i hydrologické předpovědní služby. Později v 70. letech 20. století byl radar RM-2 doplněn o analogově-digitální počítač výšek radioecha, vyvinutý Ing. Petrem Havránkem na Observatoři Libuš; ten pak s menšími úpravami fungoval i na sovětském radaru MRL-2 až do roku 1989. Na metodice radarových měření se podílel od r. 1970 nejprve dr. Josef Keder a následně od roku 1973 se zkušenostmi z armády navázal dr. Jan Strachota, který dále rozvíjel možnosti radarových odhadů srážek až do doby automatizace radarů v 90. letech 20. století.

Již během 70. let 20. století narušila původní výhled do volné krajiny výstavba sídliště Libuš v bezprostředním okolí na východní straně observatoře, později doplněná rostoucí celopražskou skládkou komunálního odpadu na straně jižní. Po arbitráži byla organizace Výstavba hlavního města Prahy nucena financovat stavbu téměř 60metrové radarové věže, která byla postavena v letech 1976 až 1979 dle návrhu Ing. arch. Karla Hubáčka (autora mj. oceňovaného televizního vysílače na Ještědu). Na věži byl v r. 1978 instalován nový sovětský radiolokátor MRL-2, zprovozněný v r. 1979. Anténa radaru byla na věži situo-



Obr. 4.1 Anténa radaru Tesla RM-2 (nahore) na střeše Observatoře Praha-Libuš (dole).

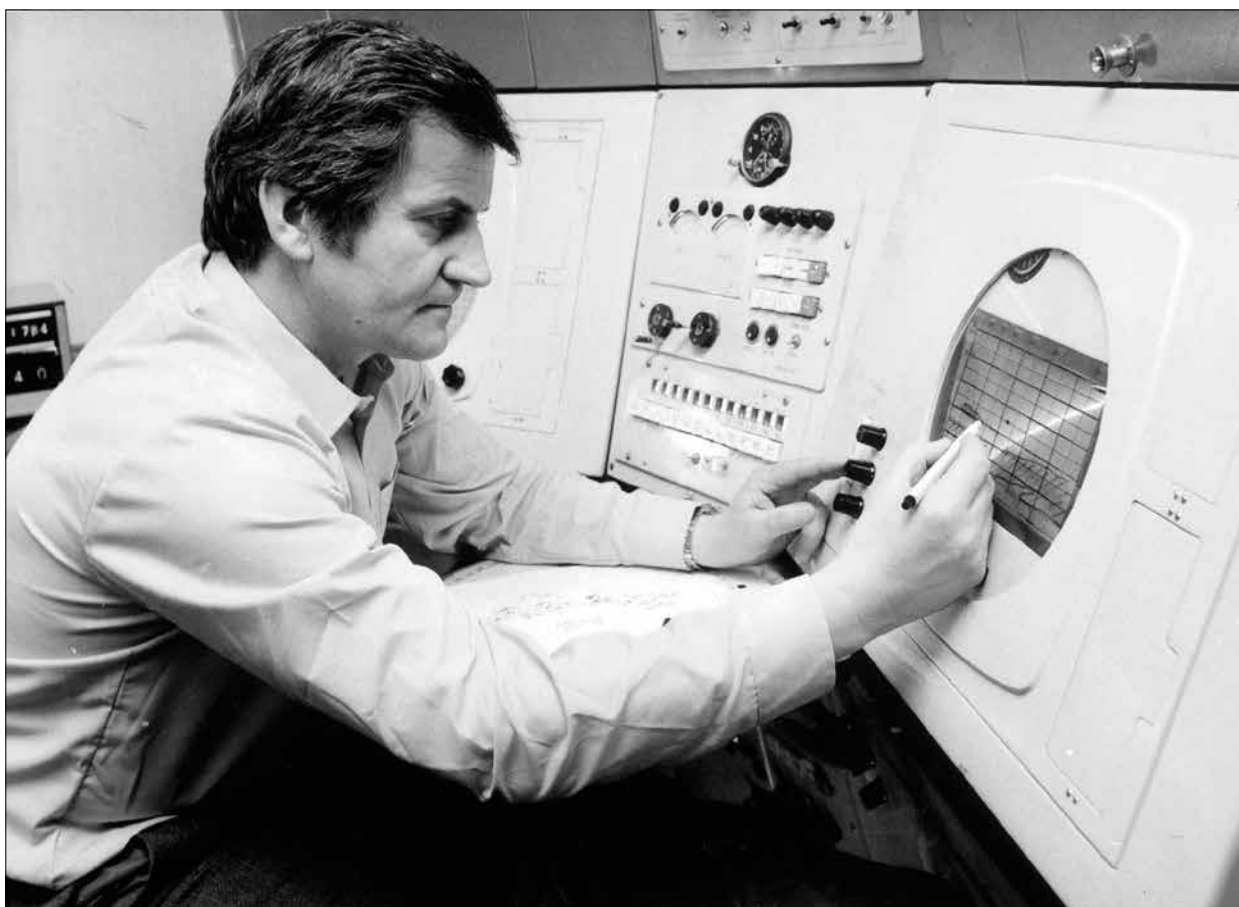


Obr. 4.2 Zobrazovací jednotky a řídicí panel radaru Tesla RM-2.





Obr. 4.3 Výstavba radarové věže na Observatoři Praha-Libuš. Základy pro věž (vlevo), instalace anténního systému radaru MRL-2 na vrchol věže (vpravo).



Obr. 4.4 Dr. Jan Strachota u zobrazovací jednotky vertikálního řezu (RHI) radaru MRL-2.



*Obr. 4.5 Instalace radaru MRL-5. Výměna anténního systému (vlevo), přesun beden s novým radarem do radarové místnosti na věži radaru (vpravo), zleva doprava Václav Richter (tehdejší ředitel ČHMÚ), Pavel Karas, Jan Kráčmar a Radovan Petřík.*

vána v nadmořské výšce 356 m, což přineslo výrazné zlepšení radiohorizontu stanoviště.

Radar MRL-2 byl konstrukčně již čistě meteorologickým radiolokátorem, po technické stránce se však jednalo o krok zpět. S ohledem na minimální podporu ze strany výrobce bylo množství prací spojených s údržbou a provozem radaru prováděno na observatoři svépomocí, včetně drobných technických vylepšení. Během provozu radiolokátoru byla na základě srovnání výsledků měření s dlouhodobým výskytem meteorologických jevů i rozborů význačných srážkových epizod zdokonalována původní metodika ručních radarových měření. Zavedeny byly např. indikace pravděpodobného výskytu bouřek a krup na základě odrazivosti ve výškové hladině 5, resp. 3 km, v kombinaci s výškou horní hranice radioecha, s upozorněním na význačnou radiolokační situaci na plném dosahu radaru do 300 km a intenzity srážek do 150 km od radaru.

Při složitých bouřkových situacích často ruční měření se zákresem situace trvala desítky minut, nežádka se po odeslání hodinového měření hned začínalo kreslit měření následující. Eliminace permanentních odrazů od terénu (pozemní cíle) probíhala dle zkušenosti operátora, odhad odrazivosti závisel mj. na ostrosti zraku obsluhy v nepřetržitém provozu.

Není divu, že koncem 80. let 20. století budily velký zájem pokusy o automatizaci radarových měření, které ve federálním Československu koordinovalo pracoviště SHMÚ na Malém Javorníku u Bratislavy. S plánovanou obměnou radaru MRL-2 za novější dvouvlňný (v pásmu X a S, tj. 3 a 10 cm – v praxi bylo využito pouze pásmo X), opět sovětský, radar typu MRL-5, se v r. 1989 plánovalo také nasazení automatizačního systému ARMS, který byl vyvíjen právě na Malém Javorníku. S ohledem na velmi nízkou spolehlivost výpočetní techniky (počítače SM 52-11) i dalších komponent i nevyjasněnost



*Obr. 4.6 Radar MRL-5 s digitalizačním a automatizačním doplňkem WRP-32C (v levé části obrázku).*



Obr. 4.7 Radarová stanice Skalky s nově instalovaným radarem Gematronik Meteor 360AC.

metodiky digitalizace radarového signálu a zpracování produktů však pokračovalo i po nasazení MRL-5 v r. 1989 ruční radarové měření dle stávajících metodik. Jediným vylepšením na jaře r. 1990 bylo pořízení telefaxů, které zrychlilo odesílání formulářů s radarovými odrazy uživatelům z cca 10 minut na desítky vteřin a ušetřilo za nákupy speciálního elektrocitlivého papíru pro faksimile.

Následně byly hledány alternativní možnosti digitalizace a automatizace měření MRL-5. Krátkodobě byl testován polský systém SKORA, až bylo v r. 1991 nalezeno finální řešení v podobě dovozu maďarského automatizačního doplňku WRP-32C k radaru MRL-5. Tento poměrně jednoduchý systém byl založen na technologii PC s doplňkovými kartami digitalizace signálu, signálního procesoru a D/A převodníku pro řízením pohybu antény. Na radarové věži působil ve stínu odstavených obrů výpočetní techniky nepatrně, mnohokrát je však překonal výkonem i spolehlivostí. Ruční měření nahradil od přelomu let 1992/1993 a fungoval v nepřetržitém poloautomatickém režimu až do ukončení provozu MRL-5 v r. 2000. Poskytoval tehdy vynikající rozlišení dat radiolokační odrazivosti ve čtvercích 2x2 km na maximálním dosahu do 256 km, s barevnou indikací 16 úrovní odrazivosti a obnovou měření v intervalu 15, později 10 minut. Radar MRL-5 sice i nadále vyžadoval technický dohled obsluhy, odpadla však zdoluhavá a smyslově náročná práce při zákresu radarové situace.

Původní hydrologický maďarský projekt měření v režimu „hybrid scanu“ (tj. PseudoCAPPI) byl na observatoři Libuš rozšířen o objemové zpracování dat na nízkých elevacích do 8° a kvazi-3D zobrazení maximálních odrazivostí s bočními průměty po vzoru rakouské radiolokační sítě. Uživatelé si rychle zvykli na téměř okamžitý přenos radarových dat prostřednictvím tehdejší datové sítě X.25 METCOM a animované zobrazení na obrazovkách PC, na-



Obr. 4.8 Radarová stanice Brdy – kóta Praha s nově instalovaným radarem EEC DWSR-2500C.

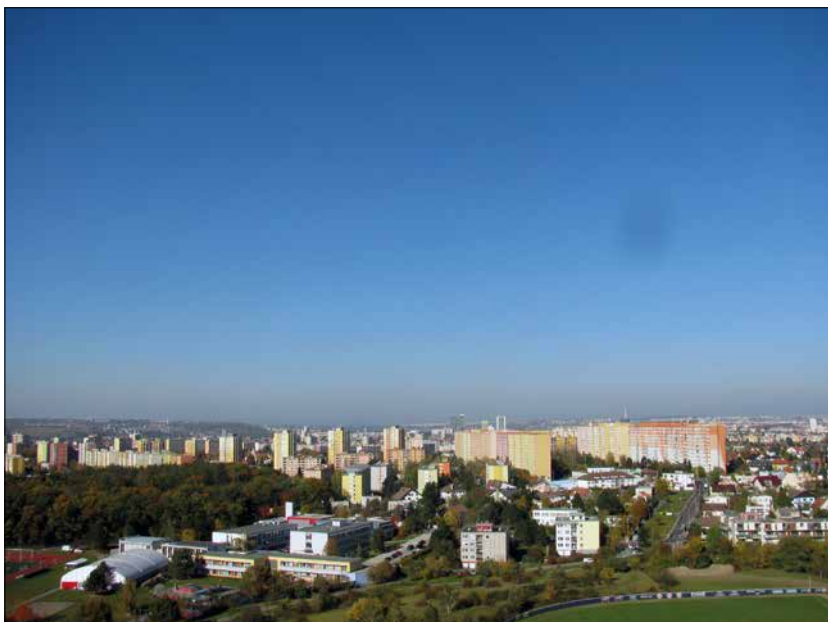
místo tradičních papírových formulářů s hodinovým zákresem a prolevou pro faksimilní přenos obrazu. Dříve hojně využívané pole horních hranic radioecha (topy) ustoupilo komplexnímu kvazi-3D zobrazení maximálních odrazivostí. Metodika měření se výrazně zjednodušila, neboť koncový uživatel získal přímo naměřená data odrazivosti v plném rozlišení, bez nutnosti pomocné interpretace a generalizace pro usnadnění přenosu. Digitální zpracování radarových odhadů srážek přímým přepočtem a integrací dat odrazivosti v plném datovém i prostorovém rozlišení otevřelo široké pole možností pro rozvoj korekcí a zpřesňování radarových měření v následujících letech, zvláště pak v návaznosti na výrazné povodňové situace let 1997 a 2002. Podpůrné programové vybavení pro zpracování a zobrazování radarových dat bylo vytvářeno přímo na Observatoři Libuš.

Na začátku 90. let 20. století se otevřely možnosti spolupráce v radarové meteorologii i směrem na západ; díky novým kontaktům, získaným jak iniciativou některých pracovníků (uvedme např. získávání kontaktů oslovením pracovníků na vídeňském letišti během soukromé dovolené Ing. Petra Havránka), tak v rámci projektů středoevropské radarové sítě CERAD, výzkumných aktivit programů COST-73 a COST-75 a mezinárodního švýcarsko-česko-slovenského projektu RadHyd, do jejichž řešení se pracovníci Oddělení radarových měření v 90. letech zapojili.

Moderní technologie zpracování signálů, řízení provozu radaru a možnosti mezinárodní výměny digitálních dat v téměř reálném čase zásadně změnilly původní představy o podobě národní meteorologické radarové sítě. Nové radarové stanice tak mohly být koncipovány jako bezobslužné, s optimálním umístěním vzhledem k terénním překážkám omezujícím dosah měření. Na základě výpočtů z digitálního modelu reliéfu byly objektivně vyhodnoceny ra-

diohorizonty, pokrytí a rozsahy pozemních odrazů pro existující i plánovaná stanoviště národní meteorologické sítě v souladu s metodikou evropského projektu COST-73. S ohledem na nové možnosti mezinárodní výměny digitálních meteorologických radarových dat s Německem byl přehodnocen původní koncept tříbodové radarové sítě ČR. Namísto projektové přípravy stanice v západních Čechách se pozornost přesunula na východ – na střední Moravu.

Radarová stanice Skalky na vrcholu Dražanské vrchoviny již byla na základě především rakouských zkušeností nově koncipována jako bezobslužná, s dálkovým řízením z Prahy-Libuše. Byla vybudována v letech 1994–1995 poblíž dříve plánované lokality Protivanov (již bez budování zázemí pro trvalou obsluhu radaru) a osazena moderním Dopplerovským radarem Gematronik Meteor 360AC na vrcholu 35metrové věže. Nově bylo využito Dopplerovských měření radiálních rychlostí větru pro účinnou eliminaci pozemních odrazů i pro experimentální odhady vertikálního profilu proudění. Použití vlnové délky 5,3 cm (radarové pásmo C) s nižším útlumem ve srážkách zlepšilo možnosti výpočtů kvantitativních plošných odhadů sum srážek. Produkty radiolokačních odrazivostí byly ihned po naměření automaticky přenášeny po modemových linkách do radarového centra v Praze-Libuši, kde v desetiminutovém intervalu vznikala sloučená



Obr. 4.9 Pohled z webkamer umístěných na bývalé radarové věži směrem na východ, na areál Observatoře, a na sever, směr sídliště Lhotka a centrum Prahy.

radarová informace, kombinující měření z Libuše a ze Skalek a pokrývající celé území ČR a nejbližší okolí. Pracovníci Observatoře Libuš nadále zajišťovali dálkový dohled, provoz a údržbu stanoviště.

Pro plánovanou obnovu radaru MRL-5 na Libuši bylo hledáno optimální řešení – ani 60metrová libušská věž nezajišťovala dostatečné radarové krytí v západních a jižních směrech, zároveň odpadla nutnost zajišťování zázemí pro obsluhu budoucí automatizované stanice. Na základě výpočtů radiohorizontů byla vytipována řada potenciálních stanovišť ve středních Čechách. Po víceletých jednáních s Armádou ČR se podařilo koncem 90. let 20. století najít optimální řešení: umístění radaru na kótě Praha (862 m n. m.) v tehdejší vojenském prostoru na druhém nejvyšším vrcholu Brd, který od přelomu let 1999/2000 úspěšně nahradil jak stanoviště Praha-Libuš, tak i tehdejší vojenské instalace MRL-5 v Bechyni a Chrudimi. Automatizovaný dopplerovský meteorologický radiolokátor EEC DWSR-2500C, zprovozněný koncem r. 1999, byl vybaven tehdejší novinkou – digitálním přijímačem, přesněji digitálním zpracováním signálů již na mezifrekvenci přijímače. I tento nový radar byl dálkově řízen, dozorován a dle potřeby udržován personálem observatoře Libuš.

Ukončení vlastních radarových měření MRL-5 na libušské věži brzy po stabilizaci měření radaru Brdy na podzim r. 2000 uspíšily opakované stížnosti provozovate-

lů radioreléových spojů na rušení, způsobované nestabilním spektrem ruských magnetronů. Od r. 2000 libušská věž slouží již jen pro potřeby komunikační, jak v rámci ČHMÚ pro datové připojení observatoře do centra v Komořanech, tak k pronájmu komerčním poskytovatelům mobilních telefonních služeb. Zůstává také oblíbeným bodem dalekého rozhledu pro dvě webové kamery ČHMÚ, umístěné zde již více než 15 let.

Ve spolupráci s AČR byl řešen také datový přenos z obou radarových stanovišť do centra. Nové, výrazně rychlejší datové přenosy umožnily přenášet z radarů okamžitě po naměření plná objemová měření, z nichž byly od roku 2001 vytvářeny jednotné produkty pomocí software vyvinutého v Oddělení radarových měření. Nové zpracování přineslo zlepšení prostorového rozlišení produktů na 1×1 km, nabídlo širší paletu uživatelských produktů a formátů. Přispělo též ke zrychlení dostupnosti dat pro koncové uživatele. Ve stejné době se též začalo s primárním využíváním webových aplikací, vyvíjených též v Oddělení radarových měření, pro uživatelské zobrazování radarových produktů.

Centrem národní, kombinované civilní a vojenské, meteorologické radiolokační sítě CZRAD, skládající se z radarů Skalky a Brdy, je Radarové oddělení ČHMÚ (dříve Oddělení radarových měření) sídlící na observatoři Libuš, které nadále zajišťuje dálkový dohled, údržbu, metodiku, zpracování dat a distribuci radarových měření ze Skalek a Brd, včetně mezinárodní výměny dat. Rozvíjí se metody zpracování a zobrazování

meteoradarových dat, především v návaznosti na rychle se rozvíjející webové technologie. Pro potřeby leteckých uživatelů byl od r. 2005 zkrácen interval měření na 5 minut. Vybrané dílčí části systémy radarů byly nejprve modernizovány v letech 2007–2008, následně pak byla na obou stanovištích Brdy a Skalky v r. 2015 provedena celková výměna za polarimetrické dopplerovské radary Vaisala WRM-200. Novinkou oproti předchozí generaci radarů je zlepšení signálního zpracování a možnost polarimetrických měření. Polarimetrická měření poskytují nové typy dat, které lze využívat přímo pro rozlišení typu radarových cílů (kapalné, nebo tuhé srážky, rozlišení velikosti kapek), ale zejména pro zkvalitnění standardních dat radarové odrazivosti a z nich počítaných odhadů srážek díky účinnější eliminaci nemeteorologických cílů a korekci útlumu radarového paprsku v silných srážkách. Radarová odrazivost a Dopplerovská radiální rychlost zůstávají nejdůležitějšími měřenými veličinami.

Pracovníci Radarového oddělení se aktivně podílejí na mnoha národních a mezinárodních výzkumných i provozních projektech. Výrazný vliv na utváření dnešní podoby radarových měření měla evropská spolupráce v rámci styčné skupiny LGOEWRN/GORN (v letech 1992–1998) a v rámci společného programu evropských meteorologických služeb EUMETNET-OPERA (od r. 1999 dosud). V rámci této spolupráce je koordinována mezinárodní výměna dat, harmoni-



Obr. 4.10 Obnova radarové sítě CZRAD v roce 2015. Instalace nové kopule antény na radarovou věž radaru Brdy.

zace měření, koordinace společných aktivit a v poslední době provoz evropského datového centra. V současné době zahrnuje mezinárodní výměna více než 150 radarů z většiny Evropy, z nichž je v centru síť (ODC) v intervalu 15 minut vytvářen celoevropský kompozit s prostorovým rozlišením 2×2 km.

Další významná mezinárodní spolupráce probíhala zejména v rámci série projektů s americkou meteorologickou službou nebo středoevropského projektu INCA-CE. Radarové oddělení se též podílelo na řešení řady tuzemských projektů zaměřených zejména na detekci a nowcasting konvektivních bouří a na využití radarových plošných odhadů a nowcastingu, srážek v hydrologických aplikacích.

Radarové oddělení též zajišťuje zpracování a distribuci některých dalších dat distančních měření: detekce blesků ze středoevropské sítě CELDN, data z windprofilerů ČHMÚ a částečně i aerologických sondáží ČHMÚ a Armády ČR.

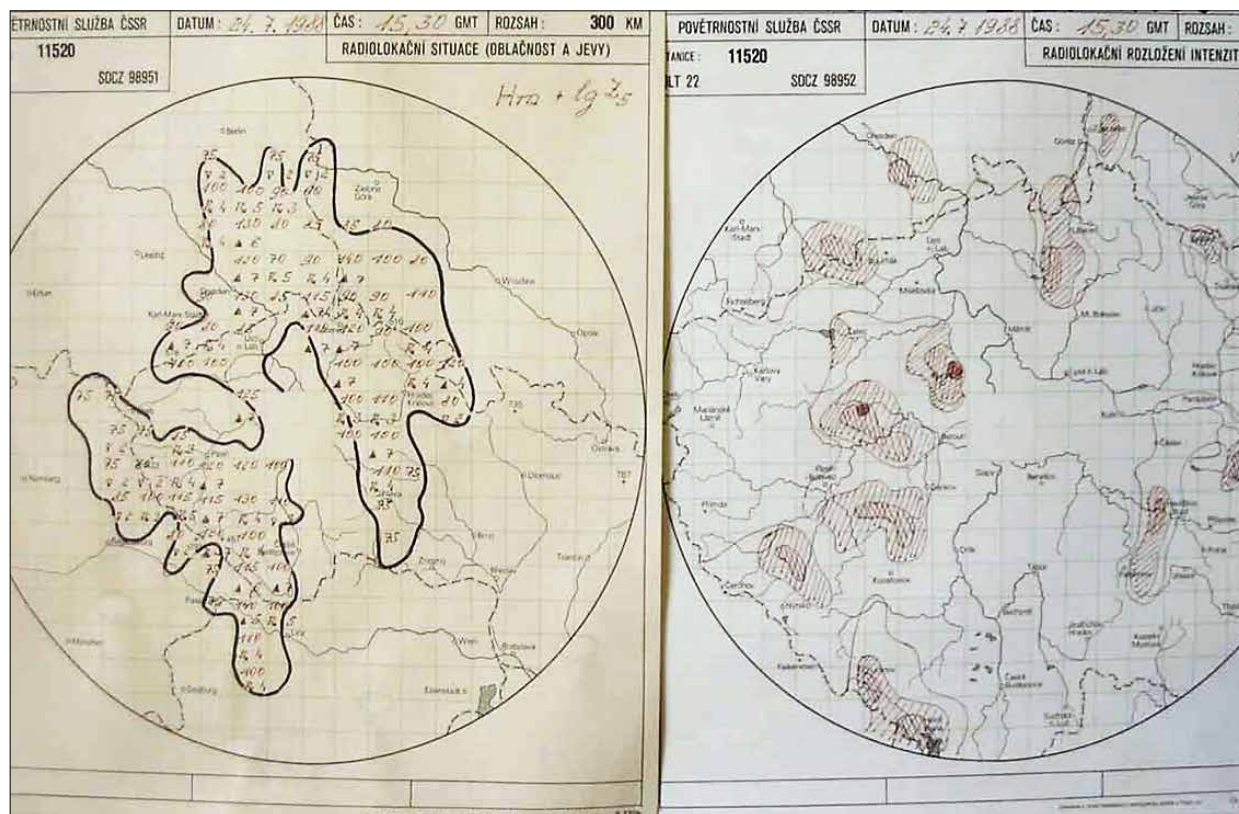
Zásadní rozvoj radarových měření v ČHMÚ se uskutečnil v roce 2015, kdy proběhla výše zmíněná obnova radarové sítě CZRAD zajišťující provoz sítě minimálně v příštím desetiletí. V nejbližších letech se tak obnova přístrojového vybavení neplánuje. Hlavní úsilí bude nyní věnováno udržení vysoké kvality radarových měření a postupnému zpřístupňování polarimetrických dat a nově vytvářených, popřípadě aktualizovaných produktů uživatelům v operativním režimu. Tyto produkty budou mít za cíl zejména zkvalitnění detekce a nowcastingu nebezpečných konvektivních bouří (rozvoj systému detekce a sledování konvektivních buněk CELLTRACK), zkvalitnění odhadu a předpovědi srážek (rozvoj systému kombinovaných srážkových odhadů MERGE2 a nowcastingu radarového echa COTREC) a zdokonalování webových vizualizačních nástrojů JSMeteorView/JSPrecipView a dalších.



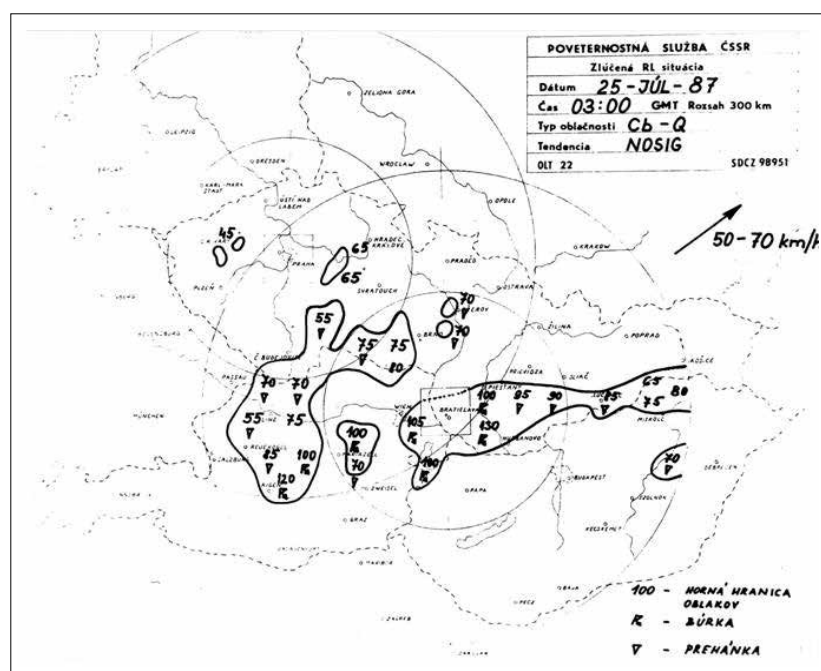
Obr. 4.11 Zaměstnanci odboru distančních měření a informací ČHMÚ podílející se na obnově meteorologických radarů CZRAD, společně s technikem výrobce u nově instalované skříně vysílače a přijímače radaru Vaisala WRM-200 na stanovišti Brdý.

## 5. Radarové produkty

### Galerie radarových produktů

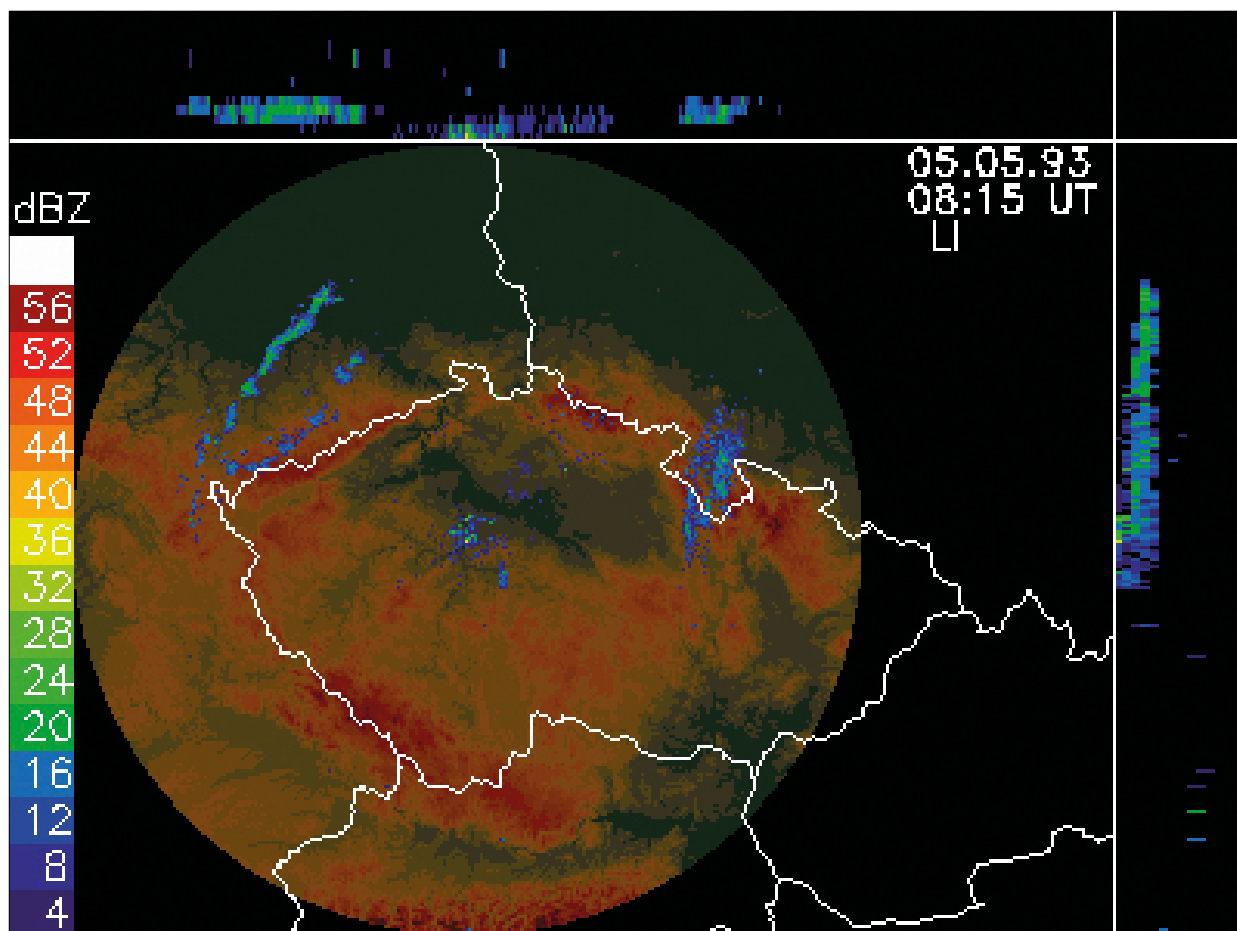


Obr. 5.1 Etapa ručních měření (od začátku 70. let 20. století do konce r. 1992 – radary TESLA RM-2, MRL-2 a MRL-5 před digitalizací): Rutinní zákres hodinového měření odrazivosti na dosahu 300 km a intenzity srážek na dosahu 150 km.

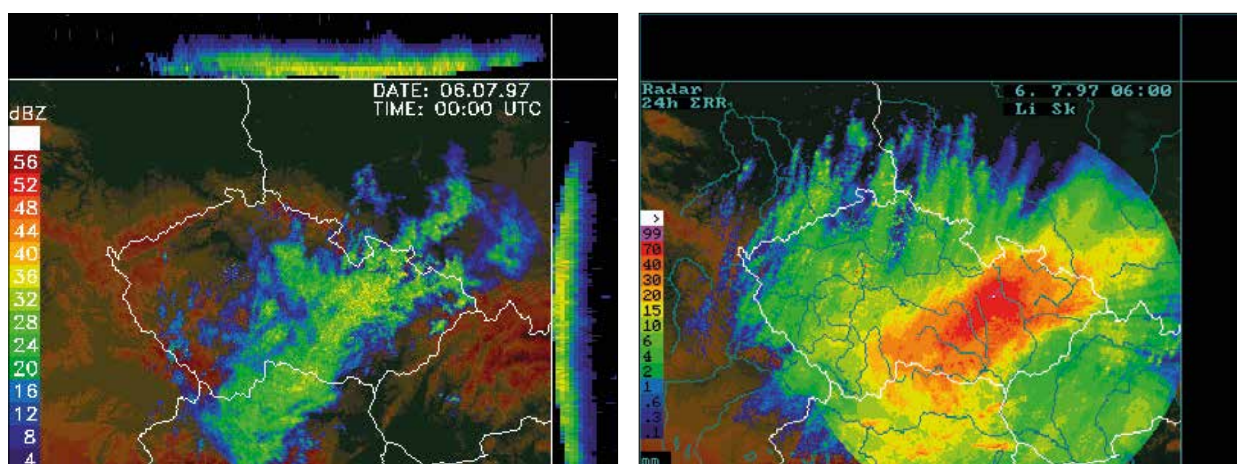


Obr. 5.2 Manuální sloučená radiolokační situace ČSSR (radary Praha-Libuš a Malý Javorník u Bratislavy, kruhy znázorňují dosahy radarů do 150 a 300 km. Zpracování SHMÚ pro celostátní distribuci faksimilovým vysílačem OLT-22.

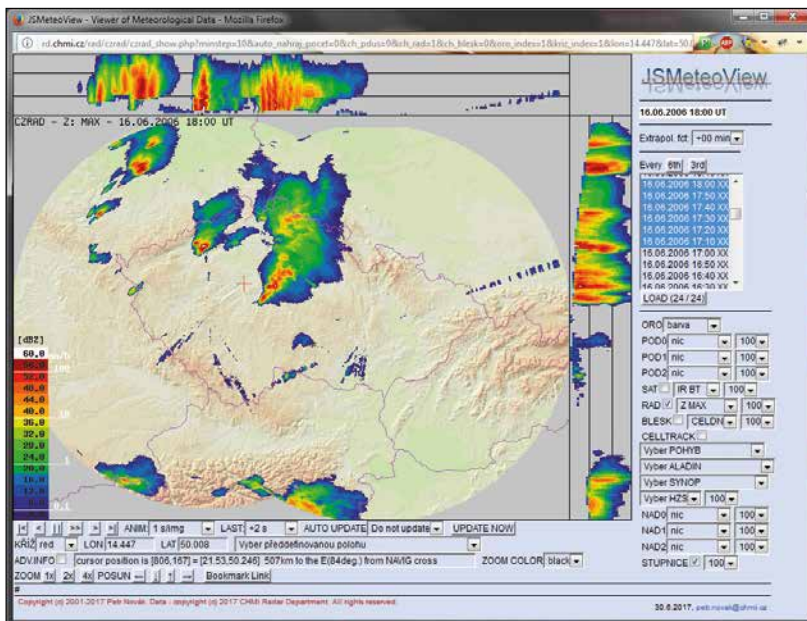




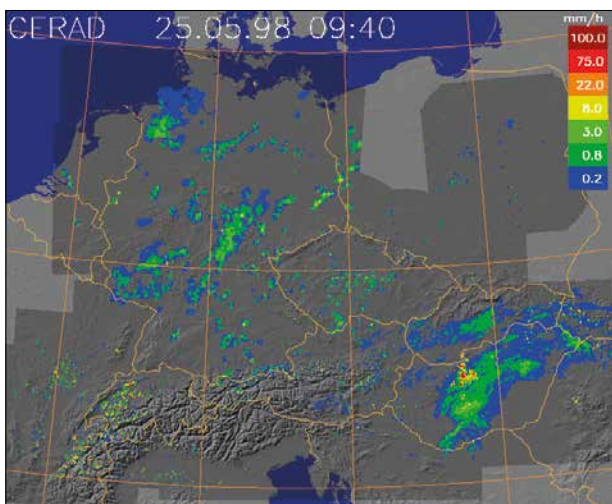
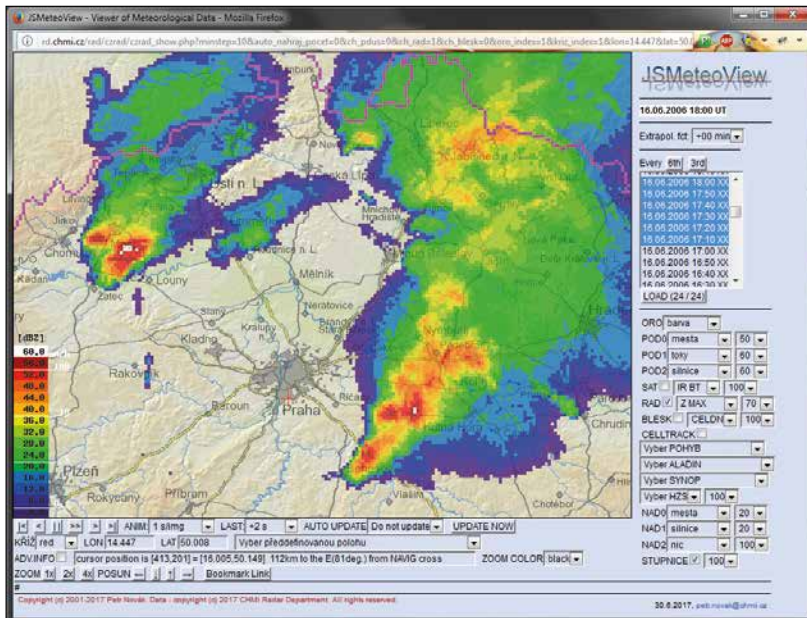
Obr. 5.3 Měření digitalizovaného radaru MRL-5 s doplňkem WRP-32C (1993–2000). Objemová měření radiolokační odrazivosti v intervalu 15 min. Prezentace kvazi-3D zobrazení s bočními průměty, rozlišení 2×2 km, poblíž Prahy nefiltrované zbytky pozemních odrazů. Zobrazeno novějším zobrazovacím softwarem z konce 90. let 20. století.



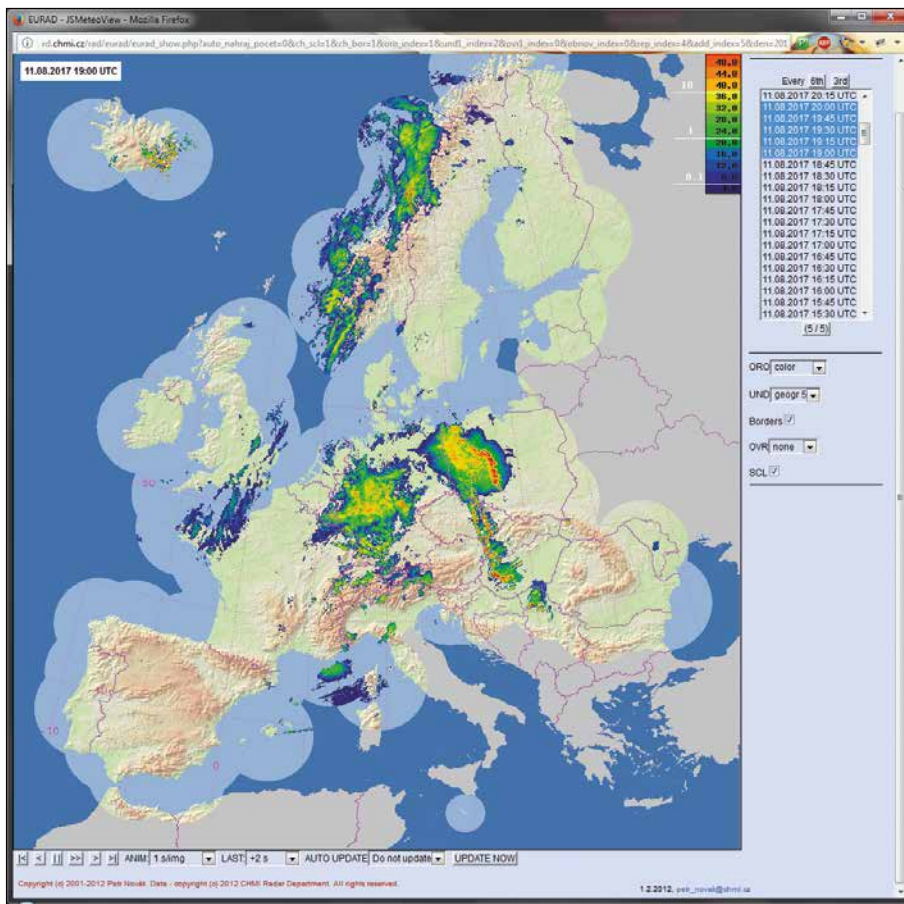
Obr. 5.4 Sloučená radiolokační informace ČR (radary Libuš a Skalky) za výrazné povodňové situace 1997. Vpravo zobrazení okamžitých maximálních odrazivosti v kvazi-3D zobrazení, vpravo odhad 24h sumy srážek (původní dobový zobrazovací SW pro PC se SuperVGA zobrazovací kartou). V této podobě fungovala radarová síť ČR v letech 1995–2000.



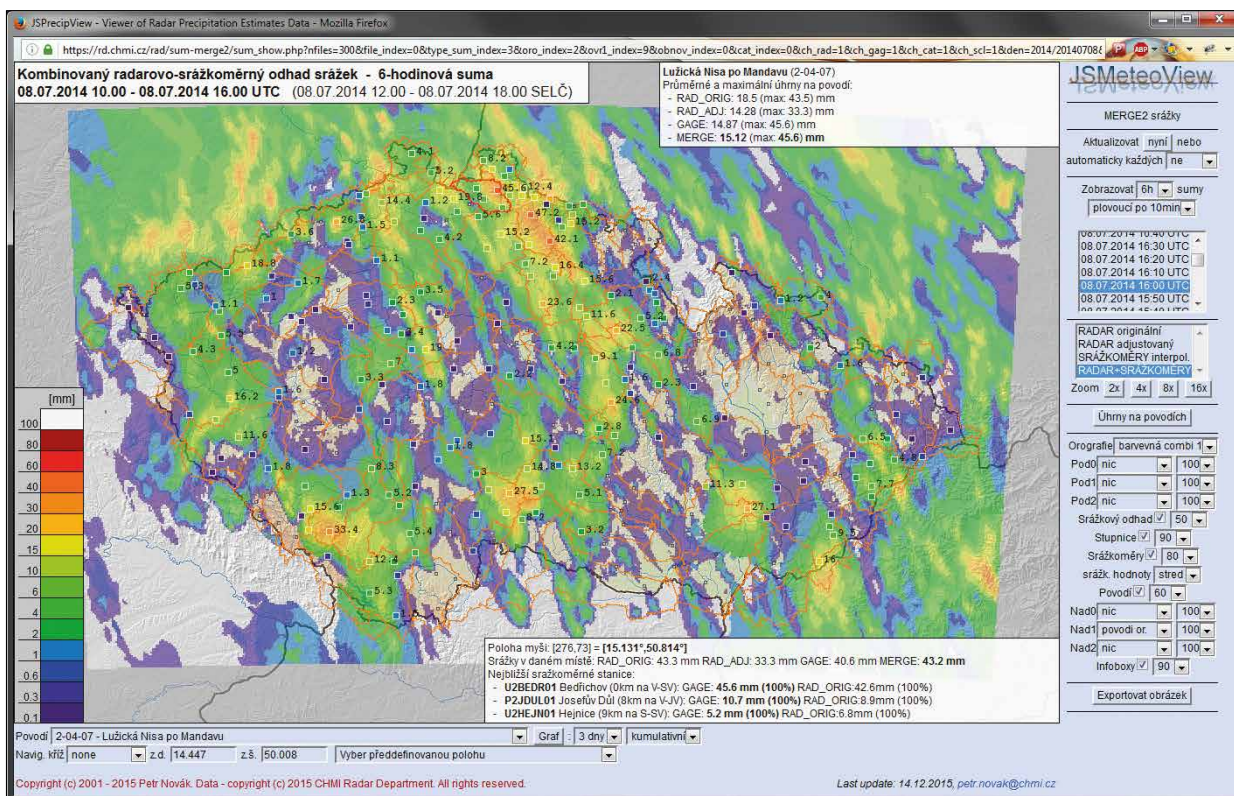
Obr. 5.5 a) Novodobé webové zobrazení maximálních odrazivostí ze sítě CZRAD (radary Skalky a Brdy), maximální odrazivosti s kvazi 3D bočními průměty, s rozlišením 1x1 km. Stav radarové sítě od přelomu tisíciletí dosud. b) Detail téže situace v pozdějším podrobném interaktivním webovém zobrazení na podkladové mapě, rozlišení 0,25 km.



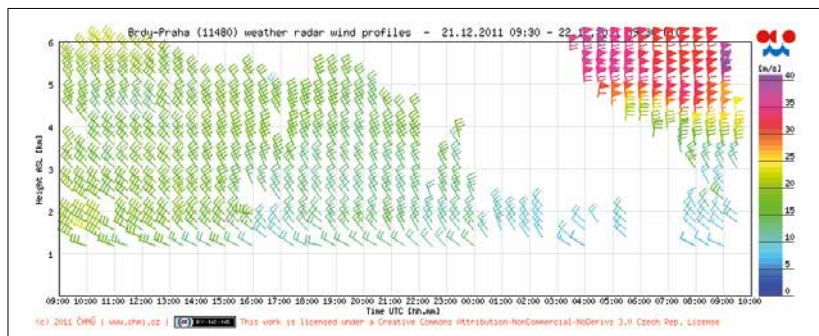
Obr. 5.6 Středoevropský kompozit CERAD, v ČHMÚ využíváný od poloviny 90. let 20. století doposud. V současné době však již je nahrazován evropským kompozitem EUMETNET-OPERA.



Obr. 5.7 Evropský radarový kompozit EUMETNETOPERA ve webovém prohlížeči.

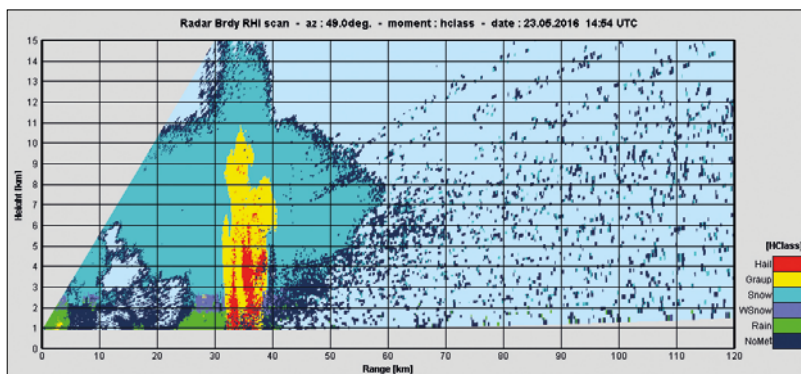
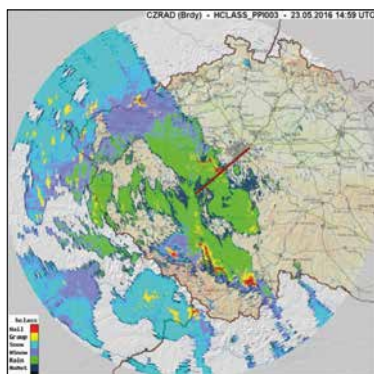
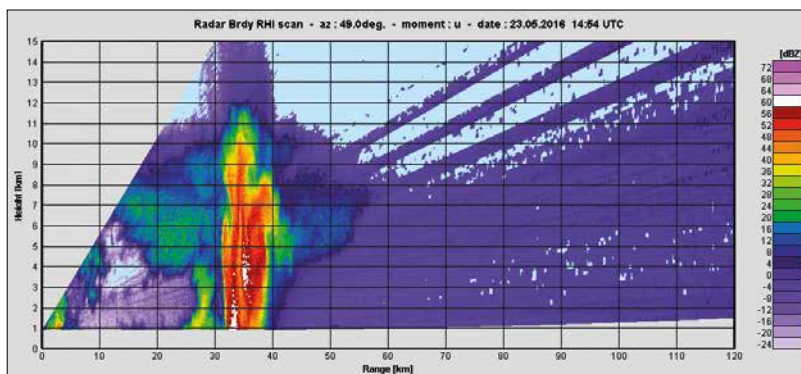
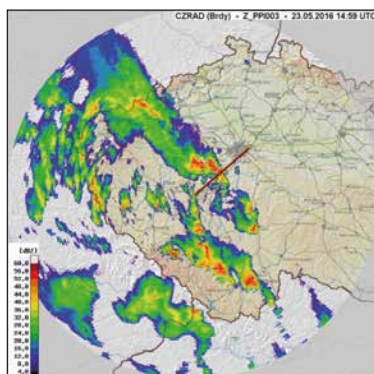
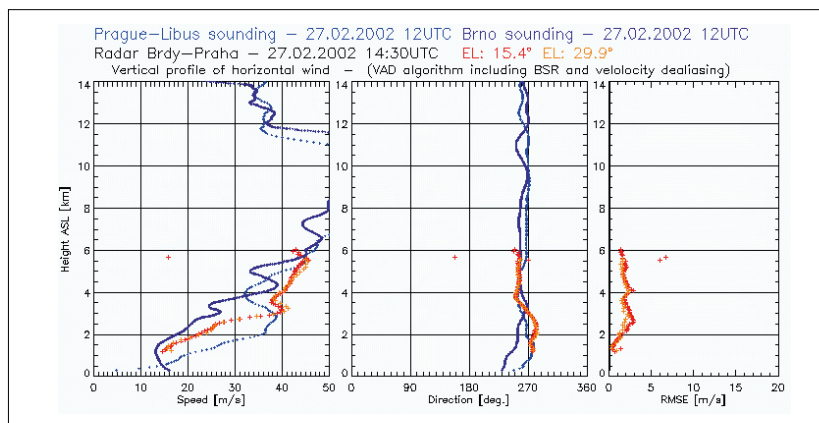


Obr. 5.8 Současné pokročilé zpracování radarových odhadů srážek pro hydrologické účely s korekcemi a kombinací se sítí pozemních srážkoměrů.



Obr. 5.9 a) Časová řada vertikálních profilů větru z radaru Brdy získaná zpracováním radiálních rychlostí větru z Dopplerovských měření metodou VAD (měření jsou k dispozici pouze za přítomnosti odražečů – oblačnosti nebo nehomogenit indexu lomu v atmosféře).

b) Srovnání klasických metod aerologické sondáže (stanice Praha-Libuš a Brno) s výškovým profilem větru z dopplerovského radaru Brdy. Experimentální zpracování dopplerovských dat probíhají od přelomu tisíciletí, v současné době se jedná o provozní produkt, poskytovaný do mezinárodní výměny.



Obr. 5.10 Plně objemově zpracování radarových dat odrazivosti (nahore) a polarimetrické klasifikace typu srážek (dole) na příkladu výrazné konvektivní situace z radaru Brdy v r. 2016. Vlevo mapové zobrazení situace s vyznačeným směrem řeru (červená čára), vpravo průřez bouřkou v režimu vertikálního řezu (RHI). Stav měření po polarimetrickém upgradu sítě CZRAD od r. 2015.

## 6. Družicová meteorologie

Počátky družicové meteorologie, přičemž tento pojem zahrnuje nejen příjem, zpracování a distribuci snímků z meteorologických družic, ale i jejich operativní a odborné využití, spadají v ČHMÚ do konce 60. let 20. století. V té době (1967–1968) byl pod vedením Ing. Štěpána Kyjovského, v tehdejší Laboratoři techniky ČHMÚ, vyvinut systém pro příjem analogových snímků (tzv. APT režim – Automatic Picture Transmission) jak ze sovětských, tak z amerických polárních družic, tj. družic umístěných na nízkých dráhách, orientovaných přibližně kolmo na rovník, a tedy při každém oběhu Země přelétávajících polární oblasti; odtud jejich zkrácený název. Celý systém provozovaný na Libuši od roku 1969 byl založen na principu černobílé fotografie, exponované iontovkou na základě analogového signálu z družice, vyvolávané klasickou chemickou cestou. K tomu se používaly tzv. fotoregistrační přístroje, Něva sovětské výroby a MUFAX britské firmy Muirhead, později s automatickým vyvoláváním. Snímky byly vyvolávány nejprve ručně, později na speciální fotopapíry vyvolávané v poloautomatu z NDR. Snímky byly k meteorologům v Komořanech zasílány nejdříve fyzicky (doprava autem, případně na kole či na běžkách nedočkavými meteorology). Později byl fyzický přenos snímků do Komořan nahrazen 1. 11. 1972 systémem tzv. telefota, který byl od 12. 6. 1974 zprovozněn i na letišti Ruzyně; vysílači i koncovými přijímači byly přístroje Muirhead používané v té době světovými tiskovými agenturami. Přičemž u koncových uživatelů, v případě ČHMÚ meteorologů předpovědní a letecké služby, byla kopií snímků opět černobílá fotografie. Analogový signál z družice byl v té době



Obr. 6.1 Ještě před postavením budovy byla anténa pro příjem družicových dat umístěna na mírně vyvýšené konstrukci přímo na pozemku areálu.



Obr. 6.2 Telefotní přijímač družicových snímků.



Obr. 6.4 Instalace digitálního systému MDA probíhala v lednu 1979 za mrazivého počasí.

experimentálně nahráván na magnetofonové pásky, anténa byla za družicí zpočátku naváděna ručně pomocí svépomocně vyrobeného dálkového ovládání, později nahrazeného profesionálním systémem francouzské výroby.

K výraznému skoku dopředu došlo na přelomu let 1978 a 1979, kdy byl na Libuši nainstalován a zprovozněn kanadský systém MDA (MacDonald Dettwiler and Associates Ltd.) pro příjem digitálních snímků z amerických polárních družic NOAA, přístroje AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer). Tento systém využíval tzv. HRPT (High Resolution Picture Transmission) režim přenosu, kdy družicí naměřená digitální data byla přenášena k uživatelům v reálném čase, a to v 10bitovém režimu. Systém MDA využíval k příjmu parabolickou anténu o průměru 4,5 m, automaticky naváděnou za družicí (dle síly signálu). Pro prvotní nastavení polohy antény pro příjem byly využívány tzv. predikty přeletů, počítané a tištěné v Komořanech na sálových počítačích. Celý systém byl řízen systémem mikroprocesorů, snímky byly nahrávány v digitální podobě (po redukci do osmi bitů) na počítačové magnetické pásky, přičemž celkový počet používaných pásek umožňoval tzv. plovoucí archiv o délce zpočátku cca 10 dnů, později až



Obr. 6.3 Po kolaudaci budovy byl příjem družicových snímků již umístěn na střeše.

dva měsíce. Výstupem pro uživatele byly opět černobílé fotografie, zpracovávané fotochemickou cestou (opět fotoregistrátorem novější generace firmy Muirhead), ručně popisované operátorem na Libuši na prosvětlovacím stole (poledníky a rovnoběžky, později i hranice ČR), a to na základě viditelných geografických oblastí.

Operativně se snímky přijímaly pouze v denních hodinách. Začátkem 90. let 20. století, v souvislosti s nástupem prvních výkonnějších osobních počítačů, se podařilo systém MDA propojit s PC486, a postupně se přešlo na digitální zpracování snímků i pro operativní účely, přičemž snímky začaly být distribuovány koncovým uživatelům elektronicky, v té době rodícím

se Intranetem ČHMÚ. Výstupem byly snímky ve standardních grafických formátech (zpočátku GIF), zobrazované u uživatelů na monitoru PC. Příjem ale i nadále probíhal pod dohledem operátora, který interaktivně ladil přesnou navigaci snímků. V této podobě systém sloužil až do poloviny 90. let, kdy byl nahrazen novým systémem německé firmy VCS. Spolu s operativním zpracováním snímků se začaly provádět i různé experimenty s pokročilejším digitálním zpracováním družicových dat, zprvu na sálových počítačích ČHMÚ a Ústavu teorie informace a automatizace (ÚTIA) Akademie věd. Data byla mezi Libuší a místem jejich zpracování přenášena na magnetických páskách, k přenosu se používal turistický batoh, inventarizovaný jako „batoh pro dálkový přenos hromadných dat“. Do této doby spadají i první experimenty s tvorbou jednoduchých RGB produktů (barevnou kombinací několika kanálů AVHRR), jejichž pravý boom nastal v operativní meteorologii až po roce 2004, s nástupem družic Meteosat druhé generace (MSG, *Meteosat Second Generation*). Paralelně s příjmem digitálních dat z polárních družic NOAA začaly koncem 80. let 20. století i první pokusy o příjem dat z geostacionárních družic Meteosat (první generace). Zprvu byl jejich analogový signál (tzv. režim



Obr. 6.5 Ing. Štěpán Kyjovský u družicového přijímacího systému MDA.



Obr. 6.6 Studio OK3, odkud byly vysílány živé relace „Každá sudá – počasí“. Vlevo meteorolog František Šopko, vpravo „technik“ vysílání, jinak radarový meteorolog Jan Kráčmar.



Obr. 6.7 Instalace systému pro příjem dat polárních družic v červnu 1995.

WEFAX) přijímán ručně, výstupem byly černobílé fotografie produkované fotoregistrátorem Muirhead starší generace. Významným zlomem byla v polovině roku 1991 instalace systému Meteosat SDUS (*Secondary Data User Station*) firmy UKW Technik, GmbH, který analogová data přijímaná v režimu WEFAX digitalizoval a následně zobrazoval jak na řídicím PC, tak na koncových (uživatelských) PC. Tento krok mimo jiné vůbec poprvé umožnil animaci snímků z družic Meteosat. Systém byl pořízen v rámci příprav na vysílání relací „Každá sudá – počasí“, vysílaných na tehdejší kanálu České televize OK3. Relace byly připravovány v denních hodinách ve studiu na Libuši, odkud byly následně přenášeny do živého vysílání. Relace byly připravovány ve spolupráci „techniků“ z Libuše a meteorologů z Komořan, vysílalo se denně od 8 do 18 hodin, každou sudou hodinu – odtud název relací. Základem vysílání byly družicové animace a jednoduchá grafika, která obsahovala grafickou objektivní analýzu ze synoptických stanic ČR, přehledy koncentrací znečištění v Praze, severních Čechách a na Ostravsku.

V souvislosti s nastupující digitalizací dat a distribucí snímků mimo ČHMÚ byla v únoru 1992 uzavřena první smlouva o spolupráci mezi tehdejší ČSFR a organizací EUMETSAT, upravující licenční podmínky využití dat z družic Meteosat. Systém Meteosat SDUS firmy UKW Technik, GmbH sloužil do konce roku 1994, kdy byl nahrazen systémem pro příjem dat z družic Meteosat v digitálním tvaru, označovaném jako PDUS (*Primary Data User Station*), dodaným německou firmou VCS Nachrichtentechnik, GmbH.

Instalace nového družicového systému 2met! firmy VCS Nachrichtentechnik GmbH probíhala ve dvou fázích. V prosinci 1994 byl nejdříve nainstalován subsystém Meteosat PDUS, v červnu 1995 pak subsystém NOAA HRPT. Krátce po instalaci obou těchto nových subsystémů byly deaktivovány oba starší systémy jak pro příjem Meteosatu, tak kanadský systém MDA pro příjem družic NOAA.



Obr. 6.9 Instalace přijímací antény pro MSG v prosinci 2004.



Obr. 6.8 Po ukončení provozu první generace družic Meteosat nebyla třímetrová parabola po dobu několika let využívána. V roce 2015 byla opět zprovozněna pro příjem dat z družic MSG a budoucích družic MTG.

Obě parabolické antény o průměru tři metry slouží svému účelu dodnes. Srdcem systému byl počítač typu VAX, který zpracovával data z obou typů družic. Zpracované snímky byly v té době již distribuovány prostřednictvím Intranetu ČHMÚ. Součástí dodávky byly i dva počítače SGI (*Silicon Graphics International*). Na nich byl mimo jiné zprovozněn software IDL a ENVI, umožňující výrazně pokročilejší zpracování dat – nejen družicových, ale i radarových. Součástí dodávky byl rovněž software pro tvorbu a provozování prvních www stránek ČHMÚ (1996), distribuující družicové a radarové snímky pro veřejnost. Brzy poté, krátce před povodněmi v roce 1997, www stránky ČHMÚ byly přesunuty na servery v Komořanech.

Systém PDUS byl v provozu do konce roku 2004, kdy byl nahrazen novou verzí systému pro příjem družic MSG (*Meteosat Second Generation*, Meteosat druhé generace). V říjnu 2005 byl pak realizován upgrade části NOAA HRPT, v rámci něž byl příjem rozšířen i na evropské polární družice Metop. V souvislosti s oběma změnami byl ukončen provoz počítače VAX, zpracování již zcela přebraly PC. Po počítači VAX zůstává pouze vzpomínka v označení místnosti, kde byl provozován, tzv. vaxovna. Takto inovovaný systém 2met! slouží s průběžnými dílčími upgrady dodnes.

V rámci konference EUMETSAT 2004 konané v Praze byla 31. května 2004 podepsána smlouva o vstupu ČR do organizace EUMETSAT formou „spolupracujícího členství“. Byla to jediná konference

EUMETSAT, která se konala na území nečlenského státu. Tato smlouva vstoupila v platnost v březnu 2005. O čtyři roky později (září 2008) začala jednání o změně členství na plné, příslušná smlouva byla podepsána 22. června 2009, a oficiálně od 12. května 2010 je ČR plným členem organizace EUMETSAT. Tím se završila cesta ČR od členství v mezinárodní organizaci Interkosmos (1970–1990), sdružující středoevropské a východoevropské státy tehdejšího východního bloku, řízená SSSR, po členství v organizaci EUMETSAT, v současnosti sdružující již téměř všechny evropské státy. Co se budoucnosti družicové meteorologie týká, k výraznému technologickému skoku dojde, podle současných plánů, kolem roku 2022, kdy by měly být na geostacionární oběžné dráze postupně zprovozněny družice Meteosat třetí generace (Meteosat Third Generation, MTG). Systém MTG bude mít dva různé typy družic – MTG Imager (MTG-I, zaměřený jednak na získávání standardních obrazových dat, jednak na optickou detekci blesků) a MTG Sounder (MTG-S, jak název napovídá zaměřený na družicovou sondáž atmosféry). Další pokrok budou znamenat nové meteorologické družice na polární dráze, a to jak americké družice JPSS (společný projekt NOAA a NASA), tak družice EPS-SG (EUMETSAT Polar System – Second Generation). Kromě těchto tradičních meteorologických družic lze očekávat čím dál širší využívání speciálních družic, resp. přístrojů Sentinel, vypouštěných v rámci evropského programu Copernicus. Jaký bude pokrok ve způsobu zobrazování snímků z budoucích meteorologických družic, lze jen těžko odhadovat; třeba i do této oblasti pronikne virtuální realita a na družicové snímky se meteorologové budou dívat prostorově, ve 3D.



Obr. 6.10 Pohyblivá anténa pro příjem dat z polárních družic, v pozadí je vidět anténa, která byla znovu zprovozněna v roce 2015. Obě tyto antény byly instalovány v polovině 90. let 20. století.



Obr. 6.11 Smlouvu o přidruženém členství České Republiky v EUMETSAT podepsal v roce 2005 ministr životního prostředí Libor Ambrozek a generální ředitel EUMETSAT Tillmann Mohr. Na snímku zcela vpravo i tehdejší ředitel ČHMÚ Ivan Obrusník.



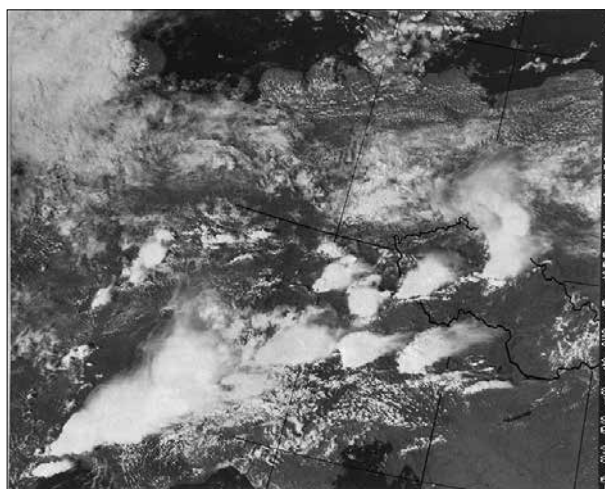
## 7. Družicové produkty



Obr. 7.1 Černobílý analogový snímek ve viditelném pásmu pořízený sovětskou družicí Meteor-25 1. července 1976, zachycený a zpracovaný tehdejšími libušským systémem APT.

ně označovaný jako APT (Automatic Picture Transmission). Družicím naměřený analogový signál ve viditelném či tepelném pásmu se přímo používal na straně uživatele k modulování expozice černobílé fotografie, která byla následně zpracována chemickou cestou (vyvolána, ustálena, vysušena), obdobně jako klasické černobílé fotografie v temné komoře. Postupně se pouze zdokonaloval proces expozice a chemického zpracování koncového snímku.

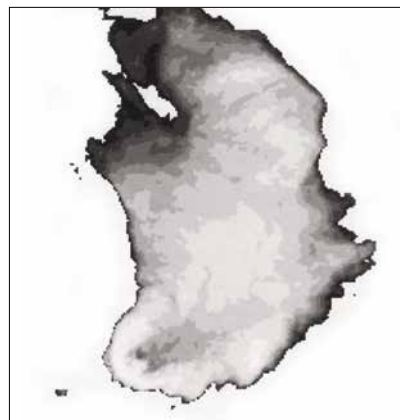
Výrazným technologickým pokrokem byl přechod od analogové informace k digitální jak na straně záznamu snímku samotnou družicí, tak na straně přenosu, zpracování a záznamu dat. V ČHMÚ tento skok proběhl v souvislosti s vypuštěním nové generace polárních družic série TIROS-N (vypuštěné na oběžnou dráhu v roce 1978), a jejich následovníků, družic NOAA-6 a novějších. Pro příjem dat z těchto družic v digitálním tvaru byl na Libuši koncem roku 1978 instalován zcela nový systém HRPT (High Resolution Picture Transmission) kanadské firmy MDA, který nakonec sloužil s menšími úpravami až do roku 1995. Systém MDA zpracovával digitální snímky z družic NOAA pomocí mikroprocesorů, data bylo možné zaznamenávat na počítačové pásky pro pozdější zpracování, ale grafickým výstupem zůstávala až do začátku



Obr. 7.2 Ukázka černobílé fotografie ze systému MDA, z družice NOAA-9 ze dne 18. srpna 1986, zachycující silné konvektivní bouře nad střední Evropou. Příklad dvojnásobné zvětšeniny základního snímku.

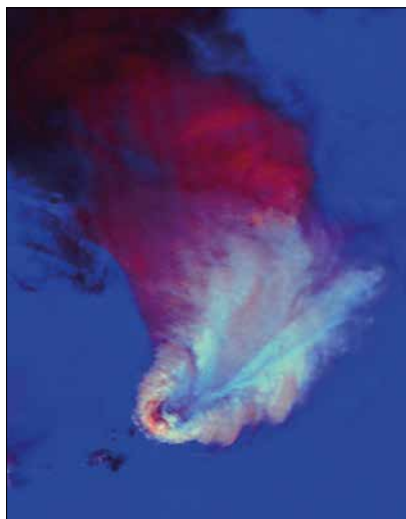
Jak se s postupem času vyvíjela družicová technologie, samotné družice a jejich přístroje, způsob přenosu snímků do řídicích center provozovatelů družic a ke koncovým uživatelům družicových snímků, měnil se i formát konečného produktu. V samotných počátcích družicové meteorologie, od začátku 60. let zhruba do konce 70. let 20. století, se používal analogový přenos snímků, obec-

Obr. 7.3 Systém MDA díky digitálnímu zpracování družicových dat umožňoval mimo jiné i exaktnější převod digitálních snímků do černobílé fotografické škály pomocí tzv. LUT funkcí (z angl. Look Up Table), a tedy i první pokusy o černobílé zvýraznění tepelných snímků po jejich radiometrické kalibraci. Toto černobílé zvýrazňování bylo používáno především pro situace s výskytem konvektivních bouří, a to jak pro výzkumné studie, tak nepravidelně i operativně. Na snímku je tatáž situace jako na obr. 7.2, jedná se o detail bouře nad východními Čechami. Černobíle je zvýrazněn teplotní rozsah přibližně od 230 K (černá) do 205 K (bílá). Jednalo se o první bouři zaznamenanou v Evropě, která vykazovala typické „studené-U“, známé v té době ze severoamerických bouří, zpravidla supercel. Viz též obr. 7.4, zobrazující tutéž bouři zpětně zpracovanou soudobými (2017) metodami.

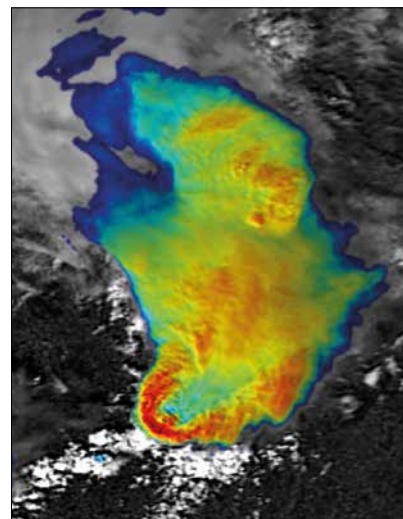




Obr. 7.4a Stejná bouře jako na obr. 7.2 a obr. 7.3, zpracovaná soudobými metodami. Kombinace kanálů AVHRR ve viditelném, blízkém IR a tepelném oboru, slangově označovaná jako VIS-IR, byla jednou z nejstarších RGB kombinací, používanou zpočátku především pro snímky z družic na polárních drahách. Později, po startu první z družic MSG (Meteosat druhé generace), se stala jednou z nejrozšířenějších kombinací; nejspíš pro „přirozený“ vzhled těchto snímků, blízkí se vnímání lidským okem.



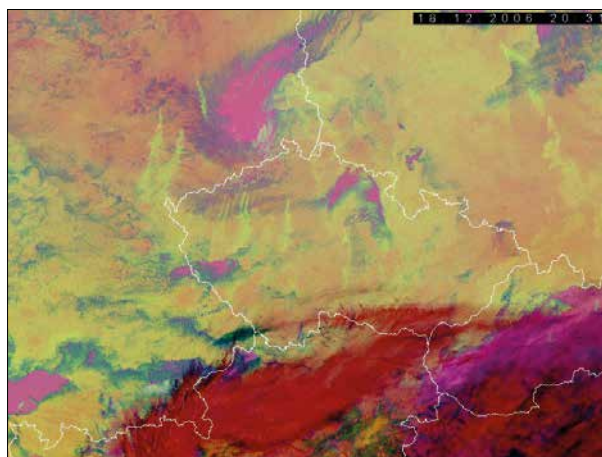
Obr. 7.4b Tatáž bouře jako výše v jednom z tzv. „mikrofyzikálních“ RGB produktů. Ty jsou zaměřeny, jak jejich název napovídá, především na mikrofyziку (fáze, velikost, případně tvar) oblačných částic tvořících horní vrstvu oblačnosti. V tomto případě je použita kombinace 3,7  $\mu\text{m}$  a 10,5  $\mu\text{m}$  kanálů AVHRR. Světle modrá barva indikuje přítomnost drobných ledových částic zformovaných do tzv. vlečky, jednoho z příznaků potenciálně silných bouří. Po startu družic Terra a Aqua s přístrojem MODIS, a zejména družic MSG se rozšířily jiné, složitější a různě dedikované kombinace využívající i další kanály, které v rámci přístroje AVHRR nebyly k dispozici.



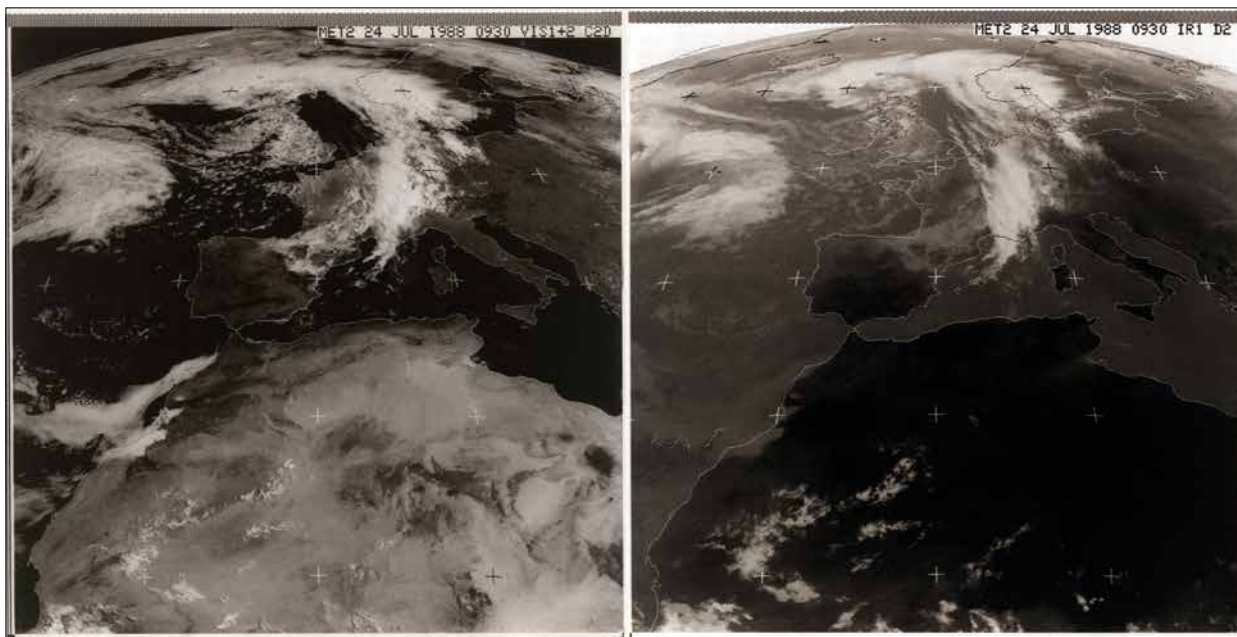
Obr. 7.4c Ukázka tzv. sendvičového produktu, kombinujícího snímek ve viditelném kanálu s barevně zvýrazněným tepelným kanálem. Zatímco viditelný kanál vnáší do produktu morfologii horních vrstev oblačnosti bouře (jistou plastičnost, prostorovost), barevně zvýrazněný tepelný kanál informuje o teplotě oblačnosti, jejím rozložení. Na snímku je typické studené-U, zobrazené červenou až oranžovou barvou, další charakteristický příznak silných bouří, vyskytující se především na tzv. supercelách. Tento typ zpracování družicových snímků, pocházející z Libuše, se stal v posledních letech jedním z mezinárodně nejpopulárnějších produktů, zaměřených na konvektivní bouře.

90. let 20. století černobílá, chemicky zpracovávaná fotografie.

První polovina 90. let 20. století byla ve znamení rodícího se zpracování družicových snímků pomocí běžně dostupné výpočetní techniky. Snímky se zvolna přesunuly z fotografického papíru na monitory tehdy se rozšiřujících osobních počítačů, jejich distribuce opustila analogové přenosové linky z Libuše do Komořan a Ruzyně, a postupně se přesunula na tehdy se rodící Internet a digitální přenos snímků. Tento trend byl v ČHMÚ završen v letech 1994–1995 instalací nového systému firmy VCS Engineering, GmbH pro příjem dat jak z polárních družic NOAA, tak z geostacionárních družic Meteosat. Tato digitalizace zároveň umožnila nové metody zpracování a vizualizace družicových snímků pomocí výpočetní techniky, zprvu experimentální, později aplikované v každodenním provozu. Mezi tyto nové metody zpracování patří např. přechod od černobílého zvýrazňování určitého rozsahu teplot na barevnou škálu, ale i tvorba různých



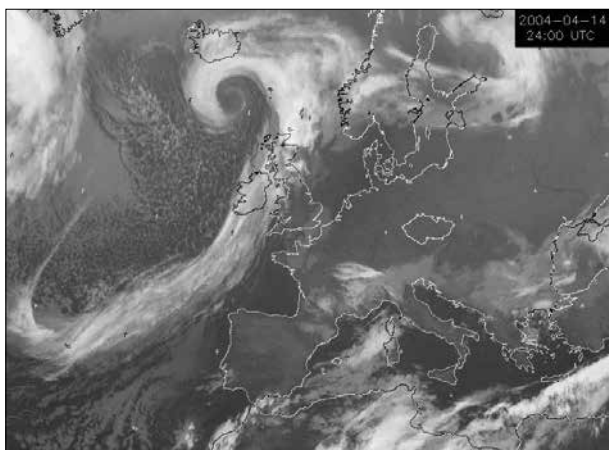
Obr. 7.5 Ukázka operativního, tzv. nočního mikrofyzikálního RGB produktu. Snímek z družice NOAA zachycuje vlečky generované tepelnými elektrárnami, kdy vypouštěné zplodiny spalování modifikují mikrofyzikální složení okolní oblačnosti, kterou se vlečky šíří.



Obr. 7.6 Ukázka analogových snímků z družice Meteosat-2 přijatých na Libuši. Vlevo snímek ve viditelném pásmu, vpravo snímek z tepelného pásma.



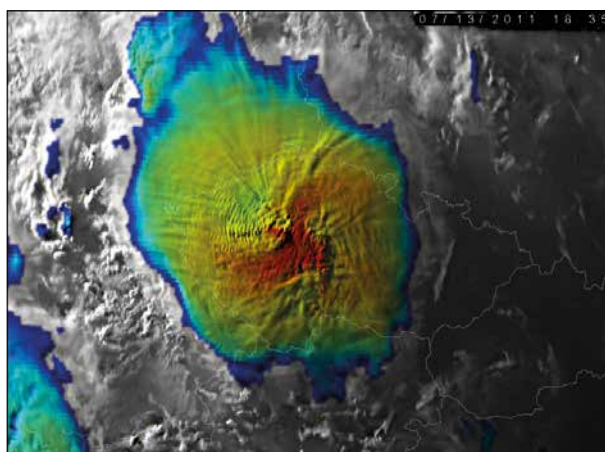
Obr. 7.7 Systém SDUS firmy UKW Technik, GmbH. Byť se ještě nejednalo o digitální snímky v pravém slova smyslu, systém umožňoval nejen statické zobrazení snímků na monitorech počítačů, ale poprvé i jejich animaci zachycující pohyb a vývoj oblačných systémů. Systém sloužil do začátku roku 1995.



Obr. 7.8 Ukázka operativního digitálního snímku (v IR kanálu) z družice Meteosat ze systému PDUS.

prvotních RGB produktů (barevných snímků vzniklých kombinací více spektrálních kanálů družic), či později i „vynalezením“ tzv. sendvičových produktů. Jak barevná škála pro tepelné zvýrazňování IR snímků, zaměřená na konvektivní bouři) používaná na Libuši, tak později i sendvičové produkty vyvinuté v družicovém oddělení na Libuši, se staly evropským standardem doporučeným organizací EUMETSAT, později se ujaly i mimo Evropu, především v souvislosti se startem družic nových generací.

Všechny výše uvedené ukázky jsou z polárních družic. Stejným vývojem, od analogových snímků po digitální



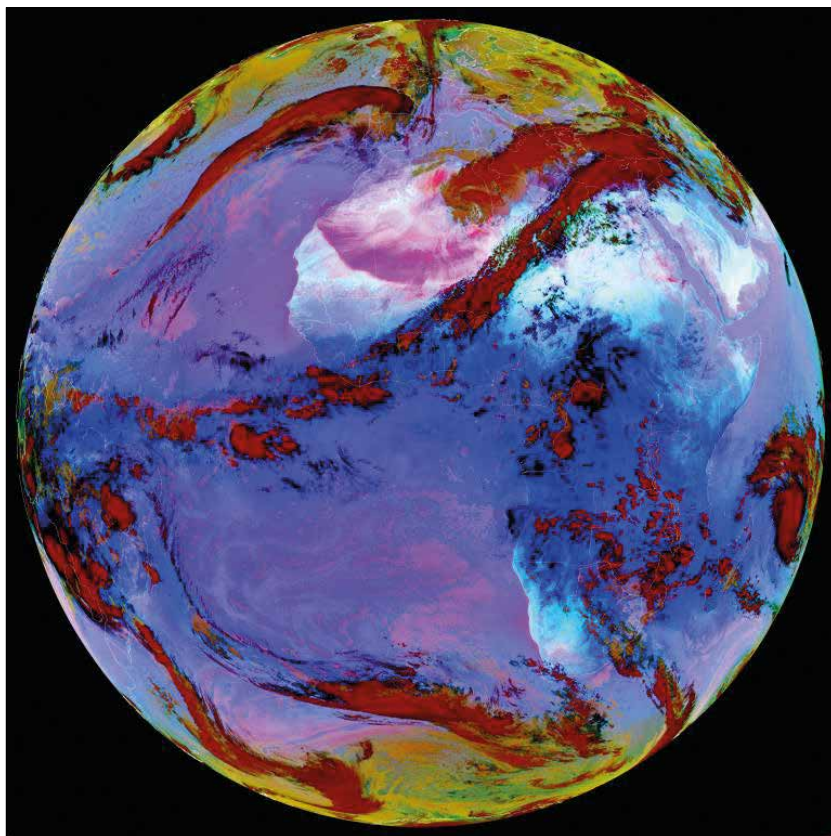
Obr. 7.9 Mohutná konvektivní bouře nad ČR. Sendvičový produkt z dat přístroje SEVIRI družice MSG – kombinace snímku ve viditelném oboru (kanál HRV) a barevně zvýrazněného snímku v tepelném kanálu IR10.8 (modrá zde odpovídá teplotě kolem 240 K, červená teplotě kolem 200 až 205 K.

zpracování, ale prošlo i zpracování snímků z geostacionárních družic. První černobílé snímky z družic Meteosat první generace byly na Libuši experimentálně přijímány v režimu APT, v případě družic Meteosat nazývaným WEFAX, a dále distribuovány od konce 80. let 20. století.

První etapa přechodu od analogových snímků k digitálním nastala v roce 1992, kdy byl instalován systém SDUS (Secondary Data User Station) firmy UKW Technik, GmbH, který digitalizoval analogový signál vysílaný družicí do formátu pro zobrazení na PC. Tento systém poprvé v ČHMÚ umožnil zobrazování animací snímků, a to jak na Libuši, tak na dalších pracovištích.

Zásadní skok vpřed ale přišel o dva roky později, koncem roku 1994, kdy byl na Libuši nainstalován již zmíněný nový systém PDUS (Primary Data User Station) pro příjem digitálních dat z družic Meteosat od firmy VCS, GmbH (nyní součást firmy SCI-SYS). Vzhledem k digitálnímu původu dat i jejich digitální distribuci se jednalo o velký kvalitativní skok dopředu, značně rozšiřující možnosti zpracování dat.

Zatím poslední technický skok souvisel se startem MSG-1, první ze série čtyř družic Meteosat druhé generace, v srpnu 2002. Po dvouletém zpoždění distribuce snímků z této družice ke koncovým uživatelům, způsobeném selháním jednoho z komunikačních bloků družice, nastal v letech 2004 až 2006 pravý „boom“ různých RGB produktů. Systém pro příjem dat z družic MSG byl na Libuši zprovozněn v prosinci 2004 a již v průběhu roku 2005 byla zprovozněna většina standardních RGB produktů doporučených sdružením EUMETSAT, které s menšími změnami přetrvávají dodnes. Družicové oddělení ČHMÚ přispělo k novým typům používaných snímků doporučením určité standardizace tepelně zvýrazněných IR snímků (2007) a metodou tvorby sendvičových produktů (2010 až 2012).



*Obr. 7.10 Písečná bouře nad severozápadní Afrikou. Příklad tzv. Dust RGB produktu z družice MSG, jednoho ze skupiny mikrofyzikálních produktů, vyladěného pro detekci volně se vznášejícího prachu či písku v ovzduší.*

## 8. Tornáda a silné bouře

Jednou z oblastí, na kterou měly aktivity družicového a radarového oddělení na Libuši nepřímý vliv, je tematika silných konvektivních bouří na území ČR, výskytu tornád a dalších extrémních jevů doprovázejících silné bouře. Jednou z prvních studií, zaměřených na extrémní konvektivní bouře na českém území, byl výskyt obřích krup na z dnešního pohledu zřejmě supercelární bouři 18. 8. 1986. Situaci detailně popsali Jan Pavlík, Vilibald Kakos a Jan Strachota (v té době zaměstnanec Observatoře Libuš coby radarový expert). Tato bouře byla velmi zajímavá i z družicového hlediska – vyskytlo se na ní tzv. studené U, v té době známé pouze z amerických studií, a zároveň výrazná „vlečka“ zvýšené odrazivosti v pásmu 3,7  $\mu\text{m}$ , v té době ještě nikde nepopsaný jev, viz obr. 7.4c v kapitole 7. Studie zaměřené na tyto jevy dostaly kolem poloviny 90. let 20. století družicové a radarové specialisty z Libuše až do oklahomského Normanu, do Národní laboratoře silných bouří (NSSL) organizace NOAA. Tam měli mimo jiné možnost seznámit se blíže s americkým výzkumem zaměřeným na silné bouře, tornáda, downbursty a další obdobné jevy, které v té době byly v Evropě spíše neznámé nebo pouze na okraji zájmu většiny meteorologických služeb. Probuzený zájem o výskyt těchto jevů na našem území pak vedl na přelomu tisíciletí k několika grantům, v úzké spolupráci s Ústavem fyziky atmosféry AV ČR, v. v. i. zaměřeným na tyto jevy a zároveň k významnému zvýšení povědomí o supercelách, tornádech, downburst-



Obr. 8.1 Diskuze na prvním „bouřkovém semináři“. Semináře, kde se setkávají amatéři a profesionálové se konají každý rok už od roku 2007.



**Tornáda**  
...a jevy píbuzné na území České republiky

AMSB CHMU

HOME PÍPÁDY MAPA NAHLÁSIT JEVI INFORMACE DEFINICE RÚZNÉ BEZPEČNOST KONTAKTY

10. 9. 2017 Tromba u Rojice (okr. Strakonice)  
[přeít na detail pípádu](#)

Úvodem

*"Tornádo u nás, ve střední Evropě? Hmmmm..."* Tak nějak mohla znít ještě poměrně nedávno, koncem 20. století, reakce nejednoho z nás na zprávu o výskytu tornáda na našem území (meteorology nevyjímaje). Vzrůstající intenzita evropských tornád vedly k tomu, že se dlouhá léta polemizovalo, zda tyto jevy u nás, resp. v rámci Evropy vůbec můžeme považovat za tornáda, či nikoliv. Možná i proto se v našich jazycích spíše ujal obecnější označení "tromba", termín "tornádo" jako by byl nepřijatelný nebo nevhodný (podrobněji se definicemi tromby a tornáda zabývá stránka [Definice a popis tornáda](#)). V současnosti o existenci tornád v našich končinách snad již nikdo nepochybuje.

Právě nízká četnost a zpravidla i slabší intenzita jsou důvodem, proč jsou u nás tornáda podceňována, jako by z jejich strany neohrožilo vůbec žádné nebezpečí. Jistě, silná tornáda, jak je občas vidíme na televizních záberech, především z USA, se u nás běžně nevyskytují. Je ale nutné si uvědomit, že i tam tvoří nejsilnější tornáda (která se pak dostávají do mezinárodních zpráv) pouze zlomek celkové počtu všech

Jan Amos Komenský - Orbis Sensualium Pictus, 1685

Obr. 8.2 Jedním z výsledků dlouhodobé spolupráce jsou společně spravované stránky o tornádech v ČR. Najít je lze na adrese [www.tornada-cz.cz](http://www.tornada-cz.cz).

tech, aj., a to jak mezi profesionály, tak v řadách amatérských nadšenců. První zprvu trochu nesmělé studie z druhé poloviny 90. let 20. století, zaměřené na možný výskyt tornád na našem území, byly nahrazeny jejich systematickou dokumentací, a to jak profesionálními meteorology, tak pokročilými amatéry. Byla navázána dlouhodobá, vzájemně výhodná a plodná spolupráce s amatérskou komunitou sdruženou kolem serveru bourky.com (ASS – Amateur Stormchasing Society), později přeměněnou na Amatérskou meteorologickou společnost, z. s. (AMS).

Pokračující družicové studie zaměřené na horní hranice silných konvektivních bouří a různé nové metody zpracování družicových snímků a na mohutnou konvekci pak vešly do povědomí nejen evropské meteorologie především díky různým aktivitám organizace EUMETSAT (konference, různé semináře a workshopy, či „Konvektivní pracovní skupina“ EUMETSAT), na nichž se specialisté z Libuše aktivně podílejí.

**AMATEUR STORMCHASING SOCIETY**  
Projekt občanského sdružení Amatérská meteorologická společnost

2. 10. 2017  
02:07:21 UTC

ÚVODNÍ STRÁNKA  
STRÁNKY SDRUŽENÍ

ČLÁNKY  
Pozorování  
Ostatní články

PROJEKTY  
Db. bouřek  
Db. extrémních jevů  
Databáze supercel  
Tornádové stránky  
Další projekty  
Meteo data  
Dokumenty

TEORIE  
Slovník stormchasera  
Teorie bouřek  
Druhy oblaků  
Odkazy

FOTO/VIDEO  
Meteogalerie  
Timelapse videa

**Nejnovější fotografie v meteogalerii**

**Novinky**

**9. 9. 2017 LP supercely a noční bouřky 5. 7. 2017**  
Tento článek píšu s poměrně delším časovým odstupem a musím se přiznat, že ačkoliv tuto akci pokládám víceméně za úspěšnou (letos jedna z mála...), v mé paměti mi z ní příliš mnoho nezůstalo... »

**28. 8. 2017 NLC 2017**  
Letošní sezóna NLCček se příliš nepovedla. Začala pozdě, neboť zkraje v jejich výšce (kolem 80 km) došlo k oteplení, které je dokonce na čas rozpustilo a ani pak to nebyla v našich končinách žádná sláva... »

**7. 8. 2017 Dvě derecha 22. - 23. června 2017**  
Na tento den jsme byli ve velkém očekávání. Podmínky pro vznik silných bouřek měly být za tento rok zatím nejlepší a parametry nasvědčovaly tomu, že nás čeká jeden z vrcholů letošní sezóny. Očekávaly se nejen supercely, ale také hned několik sys »

**25. 7. 2017 Noční bouřky 16. 6. 2017**  
Na základě předpovědí i výstupů z modelů jsem byl smířený s tím, že nás čeká opět přechod naprosto nezatímavé fronty, kde se bouřky našemu území budou vslovieně vvhůbat. Během dne bylo možné na

Meteoalarm

radar.bourky.cz

Žádný pozorovatel v terénu

RYCHLÉ ODKAZY  
Radarové snímky (3D)  
Družice MSG  
Detekce blesků  
Model Aladin  
Synoptická mapa  
Blesky SIEMENS

Obr. 8.3 Webové stránky sdružení Amateur stormchasing society, www.bourky.com.

## 9. Centrální a kalibrační laboratoře imisí

Historie laboratoří pro sledování kvality ovzduší je spojena se začleněním problematiky ochrany čistoty ovzduší do činnosti Hydrometeorologického ústavu (HMÚ) v r. 1967, kdy byla po schválení zákona č. 35/1967 Sb. o opatřeních proti znečišťování ovzduší zřízena Laboratoř ochrany ovzduší pod vedením dr. Bedřicha Böhma jako odborná základna pro sledování a hodnocení vývoje znečištění ovzduší v Československu. Po federalizaci v r. 1969 byla tato složka přejmenována na Odborné středisko ochrany čistoty ovzduší (OSOČO) a chemické laboratoře v Praze a na pobočkách v Ústí nad Labem, Brně a Ostravě se staly jeho součástí. Protože problematika chemických laboratoří byla zcela odlišná od dosavadní činnosti HMÚ, byly počátky činnosti laboratoří doslova „pionýrské“. Laboratoře byly umístěny v provizorních prostorech, s postupným vybavováním jak laboratorního nábytku a základních potřeb (voda, plyn, rozvod elektřiny atd.), tak i potřebných přístrojů a chemického nádobí. Především v Praze v letech 1968–1971, pod vedením dr. O. Müllera a později Ing. B. Prusíka, se nacházely laboratoře v nevyhovujících provizorních prostorech v Košířích a v Holečkově ulici. V této době se začal budovat kolektiv laboratoří a někteří z těchto pracovníků (Ing. M. Brůna, pí E. Tyllerová, pí M. Machová) v tomto kolektivu pracovali či ještě pracují déle než 40 let. Přes výchozí nesnáze se již v letech 1968–1969 podařilo zajistit měření základních problémových komponent v ovzduší (oxidu siřičitého a poléťavého prachu) v síti stanic v nejméně znečištěných oblastech České republiky. V letech 1971–1974 bylo OSOČO přestěhováno do provizorních prostor v Praze 4, na Kavčí hory, a laboratoře získaly prostory s alespoň základním laboratorním vybavením. Součástí laboratoří imisí se stalo oddělení radioaktivity ovzduší a vedením tohoto útvaru byl pověřen Ing. Jaroslav Šantroch. V této době bylo měření oxidu siřičitého ( $\text{SO}_2$ ) a poléťavého prachu v síti stanic převedeno na laboratoře poboček a laboratoř v Praze se věnovala přípravě nových metod měření jak plyných škodlivin, např. oxidu dusičitého, tak i stanovení tzv. těžkých kovů a dalších prvků v aerosolových částicích, dříve nazývaných např. termínem poléťavý prach, metodou atomové absorpční spektrometrie. O zavedení této moderní analytické metody do programu laboratoří se zasloužily Ing. Z. Bartáčková a RNDr. I. Brožová. Rovněž bylo zahájeno využívání neutronové aktivační analýzy ve spolupráci s Ing. I. Obrusníkem z Ústavu jaderného výzkumu. V této době byly zkoušeny automatické analyzátoře  $\text{SO}_2$ , tzv. coulografy, kterými byly později vybaveny stanice pro měření kvality ovzduší. V r. 1974 byly laboratoře přestěhovány do dalšího provizoria, do montovaných domů, tzv. likusáků, v Komořanech. V rámci programu monitorování kvality ovzduší v Praze byl vybaven vůz Škoda 1203 dvěma analyzátoři –  $\text{NO}_x$  (oxidů dusíku) a  $\text{SO}_2$  – a zařízením pro odběr aerosolových částic. Významným rozšířením činnosti laboratoří bylo zapojení do mezinárodních projektů monitorování kvality ovzduší. V rámci projektu BAPMON Světové meteorologické organizace bylo zahájeno sledování kvality srážek se zaměřením na měření kyselosti srážek (projekt Acid Rain) a v rámci projektu EMEP ECE byly vybudovány stanice a zavedeno měření pro sledování dálkového přenosu znečištění ovzduší přes hranice států v Evropě. V souvislosti se zavedením nové koncepce ČHMÚ bylo v roce 1979 oddělení laboratoří zařazeno do Odboru experimentálních pracovišť a znovu přestěhováno do provizorních prostor v Holečkově ulici. Oddělením laboratoří od dalších složek oboru ochrany ovzduší se významně zhoršila spolupráce jednotlivých útvarů ochrany čistoty ovzduší, a tím také došlo k dočasnému zhoršení kvality poskytovaných dat.

Významným krokem k získání odpovídajících prostor pro laboratoře bylo rozhodnutí vedení ČHMÚ přestěhovat laboratoře do objektu Observatoře Libuš v r. 1984. Zde byly pro tyto účely nejprve provizorně upraveny suterénní prostory hlavní budovy A. V roce 1990 byly v rámci vybudování nových objektů na tomto pozemku postaveny pro laboratoře oddělení čistoty ovzduší budova B (menší z montovaných domů) a pro odbor přístrojové techniky (OPT) budova C. Do objektu OPT rovněž přešlo z Holečkovy ulice oddělení Automatizovaného imisního monitoringu pod vedením Ing. J. Nováka. V novém objektu B tak vznikl prostor pro využití metod ion-



Obr. 9.1 Kolektiv laboratoří pod vedením Ing. Jaroslava Šantrocha (zcela vpravo).



Obr. 9.2 Nově zrekonstruované laboratoře v roce 2004.

ové chromatografie, atomové absorpční spektrometrie, automatizovaného analyzátoru pro stanovení síranů a amoných iontů pro komplexní analýzy srážek a plynového chromatografu pro analýzu organických látek.

Návrat k oborovému členění Českého hydrometeorologického ústavu počátkem devadesátých let 20. století znamenal významné změny v organizaci laboratoří. Byla vytvořena tři oddělení. Dvě laboratoře pod vedením Ing. J. Šantrocha, CSc. Laboratoř kvality ovzduší ČHMÚ, a RNDr. J. Honzáka Laboratoř speciálních analýz ČHMÚ a oddělení Automatizovaného imisního monitoringu pod vedením Ing. J. Nováka. Po změnách ve vedení ČHMÚ v roce 1994 byly tyto útvary od roku 1995 spojeny do Centrální laboratoře imisí pod vedením Ing. J. Nováka. Zásadním krokem byla rekonstrukce a vybudování nových prostor pro laboratoře v prostorách Observatoře Libuš v letech 2003–2004 financované z programu Phare (Evropské strukturální a investiční fondy), čímž byly zajištěny prostory odpovídající požadavkům moderních laboratoří. Vznikla tak budova D navazující a spojující dříve postavené budovy B a C. Byly vybudovány a novými přístroji vybaveny pracoviště atomové spektrometrie, iontové chromatografie, chromatografie organických látek a měření základních komponent ve srážkách (viz výše). Rovněž byla vybudována klimatizovaná váhova pro měření hmotnostních koncentrací aerosolových částic ve venkovním ovzduší. Tím byly zajištěny podmínky pro získání akreditací pro jednotlivé činnosti laboratoří. Kalibrační laboratoř imisí (KLI) získala v r. 2000 osvědčení o akreditaci podle ČSN EN 45001 (posléze dle ČSN EN ISO/IEC 17025) pro měření  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , oxidu uhelnatého (CO) a ozonu ( $\text{O}_3$ ) v ovzduší, které bylo v roce 2001 rozšířeno o měření benzenu, toluenu a xylenů (zkráceně BTX). Kalibrační laboratoř, jako přidružená laboratoř Českého metrologického institutu, zajišťuje provoz státního etalonu SRP č. 17 NIST (standardní referenční fotometr) pro kalibraci analyzátorů  $\text{O}_3$ . V roce 2003 byla Imisnímu monitoringu (IM, skládajícímu se z laboratoří a sítě manuálního a automatizovaného imisního monitoringu) udělena autorizace Ministerstvem životního prostředí (MŽP) k měření vybraných znečišťujících látek ve venkovním ovzduší. V roce 2005 byl IM pro tato měření akreditován Českým úřadem pro akreditaci podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025.

ČHMÚ je pověřený Ministerstvem životního prostředí vedením národní referenční laboratoře pro sledování kvality venkovního ovzduší. Od udělení akreditace jsou oba akreditované subjekty (KLI i IM) pravidelně podrobovány interním i externím auditům, čímž je zajištěna kvalita jejich měření znečištění ovzduší v České republice. Přístrojové vybavení laboratoří i monitorujících stanic je průběžně obnovováno. K velké obměně došlo v roce 2015 v rámci projektu Inovace státní imisní sítě, opět hrazeném z velké části z Evropských strukturálních a investičních fondů Evropské unie. Byla obměněna a modernizována odběrová zařízení, stanice automatického imisního monitoringu (kontejnery včetně analyzátorů) i přístrojové vybavení chemických laboratoří pro analýzy vzorků z manuální sítě IM. Dále v roce 2017 proběhla



obnova dvou měřících vozů, včetně pořízení měřícího přívěsu, pro projektová a zakázková měření. V plánu je také zřízení soustavnějšího měření ultrajemných aerosolových částic v síti IM, narážející dosud především na omezené personální zdroje. Další obměny a modernizace přístrojů ze zmíněných evropských fondů nadále probíhají v navazujících projektech (např. Systém imisního monitoringu – inovace a rozvoj).



*Obr. 9.3 V pravé části komplexu budov B a C sídlí Centrální a kalibrační laboratoře Úseku ochrany čistoty ovzduší, v popředí snímku jsou přístroje na měření znečištění ovzduší.*

## 10. Oddělení přístrojové techniky

---

Až do roku 1989 oddělení přístrojové techniky mělo své sídlo na Smíchově v Holečkově ulici. V té době to byl samostatný odbor, jehož součástí bylo oddělení přístrojové techniky (OPT) a Metrologická kalibrační laboratoř (MKL). Vedoucím odboru byl RNDr. Lubomír Hodan, který byl u toho, když se na Libuši stavěla nová budova. Dohlížel, aby prostory pro MKL a OPT byly odpovídající jejich potřebám. Postupem doby přesto docházelo k zásadním úpravám a přestavbám vyplývajícím z nových potřeb obou oddělení.

Na podzim roku 1989, byl přestěhován celý odbor do nových prostor na Libuši. V tomto období v něm pracovalo asi 20 lidí. Přístroje byly převážně mechanické: skleněné teploměry, rtuťové tlakoměry, termografy, hygrografy, mikrobarografy, vlasové vlhkoměry, slunoměry, na měření větru se používal univerzální anemograf, atd.

Ještě v začátcích existence na Observatoři Libuš, a to až do roku 1996, se OPT zabývalo převážně opravou mechanických měřicích přístrojů. Kromě oprav přístrojů pro profesionální staniční síť se zde také opravovaly všechny termografy, hygrografy, mikrobarografy, anemoindikátory aj. pro všechny pobočky ČHMÚ obsluhující dobrovolnickou síť stanic.

V roce 1998 došlo k rozdělení pracoviště na dvě samostatná oddělení a to na oddělení přístrojové techniky (OPT) s vedoucím Pavlem Kačírkem a Metrologickou kalibrační laboratoř (MKL), jejíž vedoucím se stal Ing. Libor Maar.

V 90. letech 20. století byla postupně na meteorologických stanicích a observatořích prováděna automatizace, nahrazení mechanických čidel za čidla elektronická. Tím se radikálně změnila i hlavní náplň činnosti OPT. Díky postupnému snižování počtu mechanických přístrojů, a tím i potřeby jejich oprav, se začal snižovat i počet zaměstnanců na OPT až na dnešní (2017) čtyři pracovníky. OPT má tři elektrotechniky a jednoho pracovníka na poloviční úvazek zabývajících se drobnými mechanickými opravami – stožárů, meteorologických budek, výrobou různých držáků na měřicí čidla atd. Hlavní náplní OPT je zabezpečovat v předepsaných intervalech výměnu meteorologických přístrojů, které před tím musejí projít na MKL pravidelnou kalibrací. Kalibrační intervaly vycházejí z ústavního Metrologického řádu. Většinou se jedná, až na pár výjimek, o dvouletý kalibrační interval. Úkolem OPT je před předáním přístroje na MKL provést jeho kontrolu, údržbu a základní seřízení.

OPT se stará o přístroje, které měří teplotu vzduchu, vlhkost vzduchu, atmosférický tlak, rychlost větru, směr větru, srážky a sluneční svit. Kromě těchto přístrojů, které jsou všechny již elektronické, jsou na stanicích přístroje mechanické, které slouží pro srovnávací měření a v případě výpadku automatické měřicí ústředny.

Po kalibraci následuje odvoz přístrojů na meteorologickou stanici, kde jsou nainstalovány společně s nastavením měřicí ústředny. Nastavení ústředny se provede multimetrem BEAMEX MC2 generujícím přesnou teplotu (ohmy), vlhkost



*Obr. 10.1 Budova C je sídlem Oddělení přístrojové techniky a Metrologické kalibrační laboratoře. V přízemí vlevo je jídelna pro všechny zaměstnance Observatoře Libuš.*



*Obr. 10.2 Kontrola přístrojů na profesionální stanici v Holešově.*

(mV) a frekvenci. Tento přístroj je jednou ročně ověřován kalibrační laboratoří. Kromě nastavení ústředny je třeba též zaneset do staničního softwaru (Monitwin) kalibrační křivku každého nainstalovaného čidla; jedná se o opravy přístroje, které jsou zaneseny v kalibračním listě.

První pravidelná kalibrace byla provedena 22. 5. 2000 na meteorologické stanici v Kostelní Myslové. Do konce roku 2001 byly všechny profesionální meteorologické stanice, observatoře a letiště osazeny kalibrovanými čidly. Od původních čtyř zapojených čidel do automatické ústředny, teplotně-vlhkostního čidla HMP35D, platinového teploměru PT100 (měřícího přízemní teplotu), anemometru WAA15, směrovky WAV15 (měřící proudění a směr větru) a přístroje PTB200 (měřícího atmosférický tlak vzduchu), se v současnosti (2017) na stanicích měří 20 elektronickými čidly, které patří do kompetence OPT. Počet čidel se na některých stanicích může nepatrně lišit.

OPT a MKL mají na starosti správu a kalibraci teplotně-vlhkostních čidel, tlakoměrů, anemometrů a srážkoměrů. Kromě těchto elektronických čidel jsou na stanicích v záloze některé mechanické přístroje, které by byly použity v případě výpadku el. energie; jejich kalibrace je rovněž v kompetenci OPT a MKL.

Na stanicích se používá ještě řada dalších přístrojů, u kterých se místo klasické kalibrace provádí tzv. „justování“ dle pokynů výrobce. Jedná se například o počasový senzor – dohledoměr, laserový ceilometr na měření výšky oblačnosti, sněhoměry, aj.



Za obsah příspěvků v publikaci odpovídají autoři.

50. let Observatoře Praha-Libuš

Vydalo nakladatelství Český hydrometeorologický ústav, Praha 2017  
1. vydání, 52 stran. Náklad 200 výtisků.

Vytiskla tiskárna Českého hydrometeorologického ústavu  
Na Šabatce 2015/17, 143 06 Praha 4-Komořany

ISBN 978-80-87577-76-9

**ISBN 978-80-87577-76-9**