

60 LET SLOVENSKE DRŽAVNE METEOROLOŠKE SLUŽBE

Jožef Roškar

Uvod

Vreme vedno je. Tako pravijo vremenoslovci. Ljudi pa že od nekdaj zanima, kakšno je in kakšno bo. Če je v mejah pričakovanega, se mu zlahka prilagodijo. Kaj pa, ko postane muhasto, grozeče, nevarno in celo uničujoče? Da bi se lažje prilagodili, so ga že od nekdaj spremljali. Na podlagi znanih vremenskih dogodkov so poskusili predvideti vreme v prihodnosti. Od tu zajema bogata zakladnica ljudskih vremenskih pregovorov. Na žalost pa pregovori že dolgo ne zadovoljujejo potreb ljudi, zato so začeli sistematično spremljati vremenske pojave in meriti veličine, ki označujejo lastnosti in spremembe ozračja.

Čprav so temperaturo zraka ponekod merili v Evropi že v srednjem veku, štejemo sredo 19. stoletja za začetek sistematičnih vremenskih opazovanj in meritev po svetu. Tako je prof. Cleveland Abbe vzpostavil sistematično opazovalno mrežo v Združenih državah Amerike v prvi polovici 19. stoletja, da bi lahko izdajal vremenske napovedi za New York. Podobno se je dogajalo tudi v Evropi in tedanji Avstro-Ogrski. Tudi na slovenskem etničnem ozemlju niso zaostajali. Tako je bila ustanovljena prva meteorološka opazovalna postaja v Trstu že leta 1779, naslednja pa istega leta v Gorici. V Ljubljani so obstajala meteorološka opazovanja že okrog leta 1824, vendar se zapisi niso ohranili. Leta 1848 je bil ustanovljen Osrednji zavod za meteorologijo in geomagnetizem na Dunaju, ki je sistematično širil opazovalno mrežo na ozemlju tedanje avstro-ogrške monarhije. Tako je leta 1850 ponovno začela delovati meteorološka opazovalnica v Ljubljani, 1852 v Celju, 1858 v Novem mestu, 1863 v Mariboru, 1864 na Ptuj in v Kranju, 1871 v Kamniku in drugje. Število opazovalnih mest se je zelo spreminjalo in le malo je bilo takih z dolgotrajnim opazovanjem.

Po končani 1. svetovni vojni je veliko meteoroloških opazovalnic postalo del Osrednjega zavoda za meteorologijo in geodinamiko ter Hidrografskega centralnega urada tedanje Kraljevine SHS in poznejše Jugoslavije. Takrat je na našem ozemlju delovalo približno 86 temperaturnih in padavinskih opazovalnic. Leta 1925 je bilo že 184 opazovalnic, od tega 122 pri Zavodu za meteorologijo in geodinamiko, 62 pa pri Hidrografskem centralnem uradu. Neposredno pred

drugo svetovno vojno je Zavod za meteorologijo in geodinamiko Univerze v Ljubljani upravljal 40 meteoroloških postaj, ki so enkrat dnevno merile temperaturo in padavine. Povprečne dnevne temperature so izračunali iz maksimalnih in minimalnih vrednosti. Poleg teh tako imenovanih temperaturnih postaj je bilo še 248 padavinskih postaj, od tega 51 na Primorskem, ki je tedaj spadala pod Italijo. Med 2. svetovno vojno je bilo delovanje merilne mreže skoraj prekinjeno. Opravljale so se le neprekinjene meritve in opazovanja v Ljubljani, Mariboru, Novem mestu, Celju in še na nekaterih krajih, drugje pa so bila opazovanja in meritve le občasne.

V obdobju med obema vojnama in do konca druge svetovne vojne so se z meteorološkimi opazovanji in podatki v glavnem ukvarjali geografi in ne moremo govoriti, razen deloma v obdobju avstro-ogrške monarhije, o sistematično organizirani meteorološki službi, saj je imel zavod pri univerzi med obema vojnama neprestane finančne in kadrovske težave. Na srečo se je velik del tedaj zbranih podatkov ohranil, tako da jih lahko danes vključimo v analize vremenskega dogajanja in podnebja v Sloveniji.

Med drugo svetovno vojno so na osvobojenih ozemljih začele delovati posamezne meteorološke postaje, ki so s podatki oskrbovale predvsem zavezniško letalstvo. Prva vojaška meteorološka postaja je bila ustanovljena junija 1944 v Dragi na Gorjancih, druga pa jeseni 1944 v Črnomlju. Maja 1945 so bile v Sloveniji aktivne štiri glavne meteorološke postaje, dve sinoptični, v Mariboru in Celju, ter dve na letališčih v Črnomlju in Ljubljani.



Slika 1. Meteorološki opazovalci leta 1945 na letališki meteorološki postaji v Črnomlju. Slika je ob 30. obletnici Hidrometeorološkega zavoda leta 1977 dal dr. Avguštin Lah, ki je bil sam meteorološki opazovalec v Črnomlju.

Po končani vojni se je kmalu pokazala potreba po ustanovitvi civilne meteorološke službe, ki bi razen vojaških pokrivala tudi vse druge potrebe po meteoroloških podatkih in analizah. Januarja 1947 je bila ustanovljena Uprava hidrometeorološke službe pri vladi Federativne ljudske republike Jugoslavije kot državna služba, 24. maja 1947 pa je tedanja vlada Ljudske republike Slovenije izdala Odredbo o ustanovitvi Uprave hidrometeorološke službe (UHMS).

Z njeno ustanovitvijo leta 1947 sta meteorološka in hidrološka služba postali javni dejavnosti v okviru republiške uprave in od takrat naprej lahko govorimo o državni meteorološki in državni hidrološki službi v Sloveniji.

Z uredbo, objavljeno v Uradnem listu, št. 24/57, se je leta 1957 Uprava hidrometeorološke službe preimenovala v Hidrometeorološki zavod Ljudske republike Slovenije (HMZ). Prvi direktor je postal hidrolog Franc Bidovec. Kmalu ga je zamenjal Lojze Ostanek, ki je ostal na tem mestu vse do upokojitve leta 1975. Zakon o republiških upravnih organih, Uradni list SRS, št. 39/74, je začasno odcepil hidrološko dejavnost in jo vključil v Strokovno službo Zveze vodnih skupnosti. Tako je od leta 1974 do 1979 meteorologija delovala v okviru Meteorološkega zavoda SRS, nato se je hidrologija vrnila. Leta 1974 je Lojzeta Ostanka kot direktor nasledil Miran Borko, njega pa leta 1982 Jožef Roškar. Zavod je vodil do maja leta 1987, ko je odšel v Beograd in postal direktor Zveznega hidrometeorološkega zavoda SFR Jugoslavije. Nasledil ga je Janko Pristov, ki je zavod vodil do svoje upokojitve leta 1994. Za njim je prišel Dušan Hrček, ki je ostal na vodilnem mestu zavoda do njegove preobrazbe v Agencijo Republike Slovenije za okolje (ARSO) leta 2001. Državna meteorološka in hidrološka služba sta delovali v Hidrometeorološkem zavodu do 1. maja 2001, ko je bila ustanovljena ARSO kot organizacija v sestavi Ministrstva za okolje in prostor. Prva direktorica agencije je bila dr. Andreja Čerček - Hočevar, ki jo je leta 2004 zamenjal sedanji generalni direktor dr. Silvo Žlebir.

V obdobju po drugi svetovni vojni smo bili priče silovitega znanstvenega in tehnološkega razvoja na vseh področjih človekovega delovanja. Pred šestdesetimi leti si je bilo težko zamisliti, kakšen bo svet danes, še posebej težko pa, da bo tehnologija tako zelo napredovala. Vsekakor je tehnologija vso človeško zgodovino pogojevala način in raven razumevanja dogajanj v naravi, tudi v meteorologiji. Ker sem v tem obdobju živel in delal na področju meteorologije, bom v tem prispevku poskusil opisati

razvoj slovenske meteorološke službe prav s stališča tehnološkega vpliva nanjo. Mogoče se bo nekaterim zdelo, da sem se osredotočil predvsem na razvoj v zvezi z napovedjo vremena. Že vnaprej se zaradi tega opravičujem klimatologom, pa tudi agrometeorologom, vendar skokovit tehnološki napredek je največji viden in zaznaven vpliv brez dvoma imel prav na razvoj napovedi vremena.

Prva leta po drugi svetovni vojni do začetka uporabe računalnikov

Ob ustanovitvi Uprave hidrometeorološke službe je bila meteorologija v precej podrejenem položaju. Hidrologija je svojo pomembnost gradila na potrebi po informacijah o pretokih slovenskih rek, ki so bili ena od osnov za gradnjo hidroelektrarn. Strokovnjake in prostore na Resljevi cesti je dobila še iz Kraljevine Jugoslavije, saj je na takratni banski upravi delovala kar močna skupina hidroloških delavcev. Meteorologija te sreče ni imela. Skoraj vse se je začelo na novo, brez tradicije in brez delovnih prostorov.



Slika 2. Hiša, zgrajena konec leta 1949, dom meteorološkega dela Uprave za hidrometeorološko službo LRS.

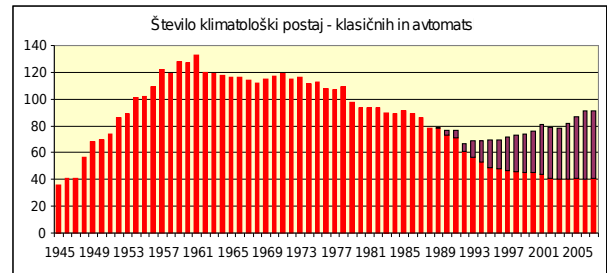
Največja težava pa niso bili prostori, ampak pomanjkanje meteorologov. Meteorološki del so takrat vodili mladi geografi. Leta 1948 je bil najprej postavljen opazovalni prostor na Celjski 1 a za Bežigradom, kjer je še danes. Konec leta 1949 so z udarniškim delom dogradili stavbo na Celjski 1 a, v kateri se je nato naselila meteorološka služba.



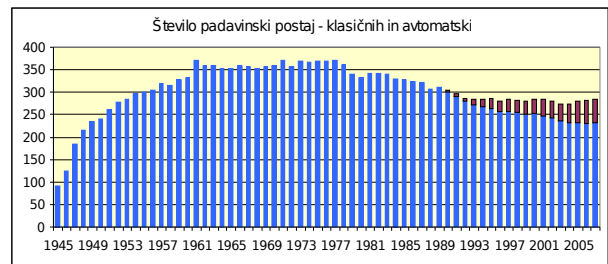
Slika 3. Meteorološki opazovalni prostor za Bežigradom, postavljen na tem kraju že leta 1948.

Prvi opazovalci na glavnih meteoroloških postajah, imenovanih tudi sinoptičnih, so bili demobilizirani vojaški opazovalci. Novo zaposleni opazovalci, nevedši tega dela, pa so opravili tečaj za meteorološke opazovalce v Zagrebu. V okviru Zvezne hidrometeorološke uprave v Beogradu so že leta 1947 ustanovili Srednjo hidrometeorološko šolo. V začetku je bila šola dveletna, vpis je bil po šestem razredu gimnazije. Nato je postala popolna štiriletna srednja šola za vzgojo meteoroloških in hidroloških tehnikov. Tudi iz Slovenije jih je kar nekaj uspešno končalo šolanje na tej šoli in tako je Uprava hidrometeorološke službe dobila prve usposobljene meteorološke tehnike že konec leta 1949. Še danes je nekaj diplomantov te šole v službi na ARSO.

V prvem obdobju po ustanovitvi službe je bilo treba najprej utrditi mersko mrežo. Po priključitvi Primorske leta 1948 je bilo devet sinoptičnih postaj s strokovnimi opazovalci, 14 klimatoloških in 136 padavinskih postaj. 10 let po njeni ustanovitvi je bilo že 13 sinoptičnih, 111 klimatoloških in 295 padavinskih postaj. Te številke jasno kažejo razvoj v prvem obdobju delovanja službe. Razvijala se je predvsem mreža meteoroloških postaj in najnujnejše obdelave podatkov. Seveda so bile te obdelave ročne, računali so peš ali s preprostimi mehanskimi računskimi stroji. Začeli so sistematične osnovne obdelave meteoroloških opazovanj, pri čemer so že tedaj veliko pozornosti namenjali subjektivnemu nadzoru izmerjenih podatkov. Sliki 4 in 5 nazorno prikazujeta zelo hitro rastoče število merilnih postaj v prvem obdobju po ustanovitvi Uprave hidrometeorološke službe.



Slika 4. Razvoj mreže klimatoloških postaj od 1945 do danes



Slika 5. Razvoj mreže padavinskih postaj od 1945 do danes

V Upravi hidrometeorološke službe se je meteorološka dejavnost od začetnih prizadevanj, namenjenih postavljanju opazovalne in merske mreže, začela kmalu deliti na posamezne strokovne smeri. Tako je bila ustanovljena klimatološka služba, katere glavna naloga je bila homogenizacija arhivskih in tekočih podatkov za celovitejše podnebne analize, ki so bile predvsem osnova za Klimatski atlas Jugoslavije 1930–1961.

Največji problem, s katerim so se srečevali, je bilo pomanjkanje ustrezno izobraženih delavcev, meteorologov. Na ljubljanski univerzi študij meteorologije pred vojno ni obstajal, zato so glavno breme organiziranja meteorološke službe v prvem obdobju prevzeli geografi, saj so jim bile podnebne analize, sicer v geografskem opisnem smislu, domače. Kmalu se je najprej v klimatoloških službah začela razvijati tudi agrometeorološka dejavnost, ki se je zelo hitro organizirala v samostojno službo kot organizacijska enota v Upravi hidrometeorološke službe. K razvoju agrometeorologije je vsekakor veliko prispevala ustanovitev Agronomske fakultete (Uredba o ustanovitvi Agronomske fakultete na Univerzi v Ljubljani z dne 8. maja 1947) Univerze v Ljubljani, ko je bil v učni načrt študija agronomije vključen tudi predmet Meteorologija in klimatologija, ki ga je od leta 1947 do leta 1960 predaval dr. Vital Manohin, višji referent na Upravi hidrometeorološke službe in pozneje na Hidrometeorološkem zavodu. Matičarji fakultete, med katerimi je bil kot prodekan

tudi prof. dr. Bogdan Vovk (1967), so se zavedali pomena vremena v kmetijstvu. Prav njegove besede v prispevku, objavljenem ob 20. obletnici takrat že Biotehniške fakultete, temu pomenu danes ob spoprijemanju s podnebnimi spremembami dajejo še posebno težo: »Rastlina s svojimi biološkimi lastnostmi ter njeno okolje sestavljata celoto, od katere sta odvisni količina in kakovost rastlinskega pridelka. Čim bolj je rastlini okolje pogodu, tem večji je njen pridelek. Obdelovanje tal in oskrba rastline pravzaprav ni nič drugega kot popravljanje okolja. Kolikor bolj prilagodimo okolje prirodi rastline, toliko več pridelamo. Rečemo pa lahko tudi obratno; čim bolj rastlini ustreza narava okolja, temveč bo 'pridelala'. Od tod velja pravilo, da je v kmetijstvu treba izbirati vselej tisto kulturo, ki ji najbolj ustrezajo prirodne razmere okolja v nekem prostoru.«

V začetku petdesetih let prejšnjega stoletja je začela delovati tudi prognostična služba, ki je kmalu postala v javnosti najvidnejše področje delovanja meteorološke službe. Prav na tem področju je bilo čutiti največje pomanjkanje meteorologov. Za nadaljnji razvoj meteorologije in predvsem prognoze vremena je bilo odločilno, da je bila leta 1950 pri Prirodoslovno-matematični fakulteti Univerze v Ljubljani na Matematično-fizikalnem oddelku ustanovljena in na seznamu predavanj prvič predstavljena študijska smer Meteorologija s celotnim učnim načrtom. Ta je vseboval tudi temeljne matematične, fizikalne in geofizikalne predmete. S tem se je na ljubljanski univerzi začel sodoben študij meteorologije, ki je z leti dal več diplomiranih meteorologov (oziroma nekaj let diplomiranih inženirjev meteorologije) in omogočil razvoj in uspeh te stroke v Sloveniji. Prvi je leta 1953 diplomiral Janko Pristov, pozneje dolgoletni vodilni delavec, raziskovalec in direktor Hidrometeorološkega zavoda.

Že v začetnem obdobju prognostične službe so spoznali, da za razumevanje vremenskih procesov nad Slovenijo potrebujejo tudi kakšno visokogorsko merilno postajo, saj lahko samo na ta način dobijo podatke iz malo višjih slojev ozračja. Razmere nekaj km visoko v ozračju določajo vrsto vremena, zato je njihovo poznavanje nepogrešljivo za sestavljanje kakovostnih vremenskih napovedi. Takrat še ni bilo radiosondažnih meritev in satelitov ter radarjev, zato so bile visokogorske meteorološke postaje praktično edini vir podatkov o razmerah v višjih plasteh ozračja. Na podlagi njihovih podatkov so meteorologi sklepali, kakšne so razmere v prostem ozračju. Da bi čim bolj zmanjšali vpliv tal, so jih postavljali na najvišje gorske vrhove. Podatki z visokogorskih postaj so brez dvoma pomembno prispevali k izboljšanju kakovosti meteoroloških analiz in

napovedi.

Na Kredarici je bila prva koča postavljena leta 1896 in naslednje leto so na Kredarici prvič stekla meteorološka opazovanja in meritve. Tedanja državna služba, pristojna za meteorologijo, s sedežem na Dunaju je prispevala za meteorološke instrumente, opazoval pa je Anton Pekovec, oskrbnik koč. Meteorološke meritve so potekale zgolj poleti, torej ko je bila koča odprta. Zadnji znani podatki iz začetnega obdobja meritev so iz leta 1912, žal pa se izvorni podatki niso ohranili (Trontelj, 1994).

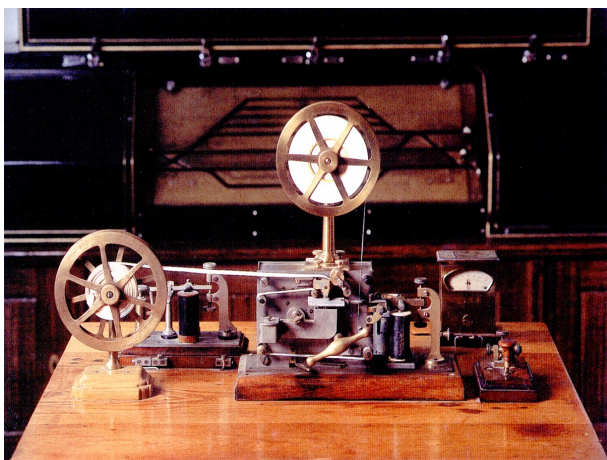


Slika 6. Stara planinska koča na Kredarici, kjer so poleti leta 1954 začeli meteorološka opazovanja.

Tako je leta 1954 Uprava hidrometeorološke službe že imela zgled in je začela sistematične meritve na Kredarici. V meteorološkem arhivu na ARSO, v Uradu za meteorologijo, so podatki shranjeni v digitalni obliki od septembra 1954. V začetnem obdobju delovanja postaje je električno energijo, potrebno za telegrafsko povezavo in predajo podatkov v center v Ljubljani, proizvajal generator, ki je bil vojna trofeja in zelo iztrošen. Telegrafska zveza med Kredarico in telegrafskim centrom Uprave hidrometeorološke službe v Ljubljani je temeljila na oddajniku, ki je deloval na tok iz akumulatorjev in več kot 30 metrov dolge antene, ki je bila vpeta na planinsko kočjo in steber v višini približno 10 metrov. Meteorološka poročila v obliki posebej šifriranih sporočil, imenovali so jih depeše, so pošiljali ob dogovorjenih urah z Morsejevo abecedo.

Čeprav so bili način in metode dela v meteorološki službi na vseh področjih odvisni od tehnologije in razpoložljivih tehničnih sredstev, je bila prav prognoza vremena najbolj odvisna od tehničnih sredstev. Za spremljanje in analizo vremena je namreč treba v najkrajšem mogočem času dobiti podatke z merskih postaj. Za analizo in pripravo napovedi vremena za dan ali dva vnaprej pa je treba imeti podatke ne samo z merskih postaj v Sloveniji,

temveč praktično iz vse Evrope. Do šestdesetih let 20. stoletja je bil prenos podatkov iz meteoroloških opazovanj pri tleh in v višinah mogoč samo s pomočjo radiotelegrafije z uporabo telegrafa, prikazanega na Sliki 7 in Morsejeve abecede, prikazane na Sliki 8.



Slika 7. Morsejev telegraf, kakršnega so do uvedbe teleprinterjev v prvi polovici šestdesetih let prejšnjega stoletja uporabljali za prenos podatkov iz glavnih meteoroloških postaj do Zbirnega centra v Ljubljani.

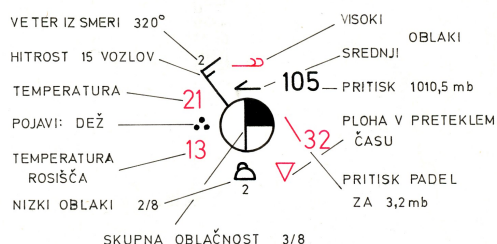
A ---	N -.-	0 -----
B	O ---	1 .----
C -.-.-	P .----	2 .----
D -.-	Q -.-.-	3 .----
E .	R .----	4 .----
F	S ...	5 .----
G -.-.	T -	6 .----
H	U ---	7 .----
I ..	V	8 .----
J -.-.-	W -.-.-	9 .----
K -.-	X -.-	, ----- comma
L -.-.	Y -.-.-	. ----- period
M ---	Z -.-.	? .----

Subset of International Morse Code

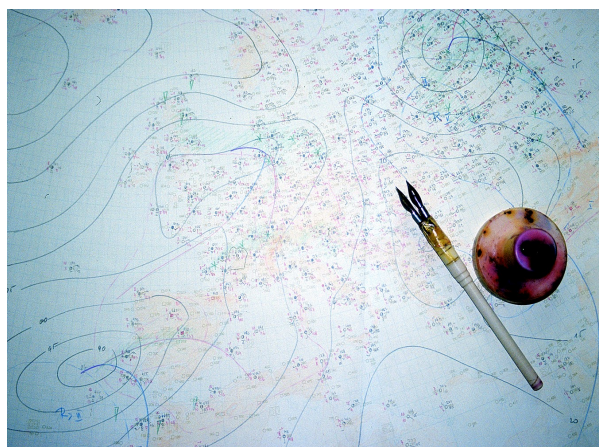
Slika 8. Morsejeva abeceda, ki so jo uporabljali v petdesetih letih; sporočila so izmenjavali z različno dolgimi zvočnimi signali z radijskimi valovi; pika je pomenila kratek, črtica pa dolg znak; še danes se uporablja na morju, tudi s svetlobnimi znaki, pa tudi pri reševanju v različnih okoliščinah.

Podatke so noč in dan sprejemali radiotelegrafisti. V eni izmeni sta se zaradi napornosti dela izmenjavala dva, tako je bilo potrebnih okrog deset, da so pokrili vse dneve v letu. Podatke s posameznih postaj, ki so jih radiotelegrafisti zapisovali na papir, so nato vnašalci po dogovorjeni mednarodni shemi vrisali na geografske karte. Karte so analizirali po tako imenovani sinoptični metodi. Na sliki 9 so predstavljeni podatki, ki so jih vnesli za vsako postajo na nižinsko karto. Na sliki 10 pa lahko

vidimo črnilnik z rdečim in modrim črnilom z značilnim držalom z dvema peresoma ter vneseno karto, na katero so potem vrisali polje pritiska, temperature, na kartah, ki pa so kazale analizo pri tleh, tudi lego front, območja padavin, megle in drugih značilnih pojavov. Poleg tega so analizirali tudi višinske karte. Običajno so dnevno risali polje geopotencialne višine 850 Hpa, 700 Hpa in 500 Hpa. Kako se bo vreme razvijalo, so sklepali na podlagi zaporednih položajev front, trenutnega in predhodnih. S preprostim prenosom vrednosti podatkov so sklepali, kakšna bo lega fronte naslednji dan. Na tej podlagi so izdelali vremensko napoved za naslednji dan. Za napoved najvišje in najnižje temperature zraka pa je bila osnova predvsem izmerjena vrednost na dan izdaje vremenske napovedi.



Slika 9. Informacije, ki so jih vnašalci vnesli na nižinske vremenske karte za vsako postajo s podatki.



Slika 10. Značilen črnilnik z modrim in rdečim črnilom, držalo z dvema peresoma ter vnesena in analizirana nižinska karta

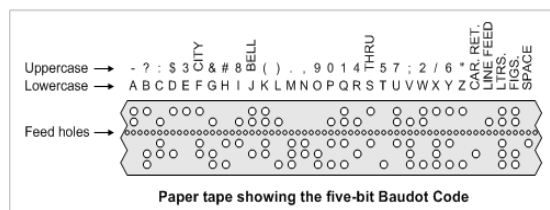
Razen vremenske napovedi za razne časnike in radio so pripravljali tudi posebne analize in napovedi za letališko službo. Na ljubljansko letališče, ki je bilo tedaj še v Mostah, so v zgodnjih jutranjih urah ob vsakem vremenu s kolesom dostavili vremensko karto, ki je običajno obsegala območje, malo večje od Jugoslavije.

Ne smemo pozabiti omeniti vzajemnega delovanja posameznih služb v Upravi hidrometeorološke službe. Strokovni delavci, ki so analizirali in napovedovali vreme, so bili nemalokrat razočarani, ker so bile njihove prognoze slabe. Danes te težave zlahka razumemo. Kljub temu niso obupali in so uvedli kar nekaj metodoloških in tudi tehničnih opravil, ki bi lahko izboljšala kakovost napovedi. Mednje lahko vsekakor štejemo razvoj vremena, ki so ga že v začetku petdesetih let začeli spremljati in zapisovati na vseh glavnih meteorološki postajah. V ta namen so izvajali urna opazovanja in izpolnjevali poseben obrazec, imenovan »razvoj vremena«, katerega avtor je bil dr. Marjan Čadež, tedaj načelnik aerološkega oddelka na Zvezni upravi hidrometeorološke službe v Beogradu in pozneje znan profesor na meteorološki katedri Prirodoslovno-matematične fakultete v Beogradu. Tako zbrane podatke so pozneje s pridom uporabljali pri subjektivni analizi vremenskih stanj in razvoja vremena, kar je bila osnova za boljšo napoved vremena.

Naslednja velika težava, s katero so se srečali pri napovedovanju vremena, je bila pomanjkanje podatkov iz višjih slojev ozračja. Zato so že kmalu uvedli tako imenovane poskusne balonske meritve. To je bilo spuščanje posebnega balona, napolnjenega z vodikom, ki pa ga ni bilo moč dobiti. S pomočjo ruskih generatorjev so iz mešanice aluminija, kavstične sode in vode sami izdelovali vodik. Danes si takega postopka seveda ne moremo več predstavljati in ga varnostni organi tudi ne bi dovolili. Vzpenjajoči se balon so spremljali s teodolitom. Dobljene podatke so obdelali z »Molanovim krogom« in tako dobili podatke o smeri in hitrosti vetra v višjih plasteh ter sestavili balonsko depešo. Meritve so bile mogoče le ob jasnem vremenu in do baze oblakov. Merili so ob 3. in 15. uri po UTC. Ker je bilo v Ljubljani mnogo meglenih dni, so razmišljali, da bi meritve prenesli na Šmarno goro. Misel so opustili, ko je začela delati višinska meteorološka postaja na Kredarici.

V začetku šestdesetih let so se začela spreminjati komunikacijska sredstva. Radijske sprejemnike in oddajnike, ki so sprejemali ali oddajali podatke v obliki Morsejeve abecede, so zamenjali petkanalni teleprinterji. Delovali so priključeni na telefonske žice ali tudi na posebej za to prirejene radijske sprejemnike in oddajnike. Teleprinterji so sprejete podatke stiskali na papir, istočasno pa so jih lahko zapisali na luknjan papirnati trak. Podatke, zapisane na papirnem traku, so lahko nato ponovno stiskali in uporabili. Ker je bil trak petkanalni, kar je pomenilo, da je bilo treba vse znake, številke in črke zapisati s kombinacijo petih

luknjic, ga že štejemo za najpreprostejši nosilec digitalne informacije. Sistem kodiranja s petimi luknjicami na papirnem traku so imenovali alfabet številka 5, prikazan na sliki 11.



Slika 11. Koda alfabet številka 5, kot se je uporabljala pri luknjanju papirnega traku na teleprinterju

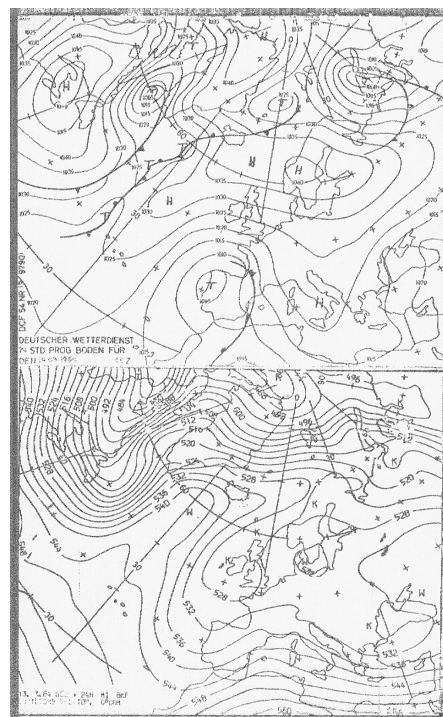
Za izmenjavo podatkov so teleprinterji ostali v uporabi, dokler jih niso konec osemdesetih let prejšnjega stoletja zamenjali računalniki. Sčasoma se niti po uporabnosti niti po zunanjem videzu niso veliko spremenili, zato slika 12, ki je bila narejena konec sedemdesetih let, kaže njihovo pravo podobo.



Slika 12. Teleprinterska soba v Zbirnem centru, kjer so sprejemali in oddajali črkovno-številčne podatke.

Za izmenjavo podatkov iz Jugoslavije in tujine so uvedli teleprintersko povezavo z Zbirnim centrom Zvezne hidrometeorološke uprave, ki je bila takrat v mednarodnem smislu državna meteorološka služba tedanje države. V sistemu meteorološkega bedenja, ki ga je že kmalu po ustanovitvi leta 1950 uvedla Svetovna meteorološka organizacija (SMO), je vsaka država uvedla svoj komunikacijski center za izmenjavo podatkov, ki se je povezoval z regionalnimi komunikacijskimi vozlišči. Za Jugoslavijo sta bili taki vozlišči Sofija v Bolgariji in Dunaj v Avstriji. Tako je lahko formalno potekala izmenjava podatkov v Sloveniji samo s pomočjo Zbirnega centra v Zvezni upravi hidrometeorološke službe. Prek njega so predajali podatke iz Slovenije v mednarodno izmenjavo. Enako so tudi sprejemali del podatkov iz mednarodne izmenjave, katere ponudba

pa za Slovenijo ni bila najugodnejša, saj je manjkal velik del zahodne Evrope, ki je za analizo in prognozo vremena v Sloveniji zelo pomemben. Zato so podatke od tam sprejemali tudi z radioteleprinterjem. Takrat je Svetovna meteorološka organizacija, katere ustanovna članica je bila tudi Jugoslavija, spodbujala velike države, da so njihovi centri oddajali podatke po radioteleprinterjih, saj je bil to kar zanesljiv, vsekakor pa najcenejši sistem za razpošiljanje podatkov. Uvedba teleprinterjev je zmanjšala potrebo po delavcih v Zbirnem centru, saj so opustili sprejem s pomočjo Morsejeve abecede, ki pa je vse do sedemdesetih let ostal rezervni sistem, če so odpovedale teleprinterske zveze. Ti delavci so bili razporejeni v druge organizacijske enote, predvsem v klimatologijo, kjer so okrepili osnovno obdelavo in nadziranje podatkov. Pri napovedovanju vremena se s tem tehnološko ni nič spremenilo. Ostali sta le še vnašanje in analiziranje kart, le da so vnašalci vnašali podatke iz stiskanih poročil, ki so jih naredili teleprinterji.



V drugi polovici šestdesetih let so se v službah velikih držav za analizo vremena že pojavili računalniki. Pojavili so se tudi prvi matematično-fizikalni modeli ozračja, ki so z računalniki simulirali vreme za dan ali dva vnaprej. Prvi tovrstni izdelki so bili še precej nezanesljivi, vendar so jih službe kmalu začele uporabljati pri napovedovanju vremena. To je še posebej omogočila uvedba radiofaksimilnih naprav, s katerimi so veliki centri pošiljali analizirane karte, pa tudi napovedi. V Evropi so bili pri tem med prvimi Nemci, Angleži in Francozi, zunaj nje pa Združene države Amerike. Te države so kmalu vpeljale redne distribucijske radiofaksimilne oddaje. V Hidrometeorološkem zavodu so prve take naprave kupili konec šestdesetih let, in sicer sovjetske aparate, imenovane Ladoga. Za risanje kart so ti aparati potrebovali poseben fotokemičen papir, ki ga je malo pozneje začela za celotno takratno Jugoslavijo izdelovati Iskra v Kranju.



Slika 13. Sprejemni radiofaksimilni sistem Ladoga (spodaj) in sprejete karte (zgoraj)

Sprejem kart s pomočjo radiofaksimila ni zmanjšal količine dela v Zbirnem centru. Ročno vnašanje kart je ostalo do konca druge polovice osemdesetih let, ko so ga zamenjali računalniško vodeni ploterji. Tudi ročna analiza kart je ostala, saj je ročna analiza pomenila temeljito seznanjanje z vremenskim stanjem, torej dobro diagnozo, na podlagi katere je bilo potem kljub prognostičnim kartam, ki so jih delali vse boljše računalniški modeli ozračja, lažje izdelati dobro napoved vremena.

V tem obdobju je treba omeniti tudi odprtje letališča na Brniku leta 1964. Za sinoptično službo v Hidrometeorološkem zavodu, kakor so imenovali organizacijsko enoto za pripravo vremenskih napovedi, je to praktično pomenilo razpolovitev razpoložljivih človeških virov, saj je bilo treba na letališču ustanoviti poseben oddelek za meteorološko podporo letalstvu. Od petih meteorologov, ki so od leta 1959 delali v sinoptičnem oddelku, sta dva odšla na Brnik, tako da so do leta 1969, ko so prišli z univerze prvi od naslednje generacije, ostali le trije.

Delovni prostori na Celjski 1 a, kjer je bila meteorološka služba, so kmalu postali pretesni. Kljub

dodatni stavbi, ki so jo zgradili v začetku šestdesetih let na dvorišču in kamor se je preselila mreža postaj z obdelavo podatkov, je bilo v začetku sedemdesetih let nujno treba poskrbeti za nove delovne prostore, če je služba hotela zadostiti vse večjim zahtevam po meteoroloških podatkih in analizah. V prvi polovici sedemdesetih let je takratnemu vodstvu uspelo prepričati takratne državne organe, da so skupaj s takratno Zvezo vodnih skupnosti na Vojkovi 1 b zgradili novo poslovno stavbo. Ob trideseti obletnici hidrometeorološke službe leta 1966 se je meteorologija vselila v nove prostore. Polovico prostorov je takrat pripadala Hidrometeorološkemu zavodu, polovica pa Zvezi vodnih skupnosti. Ko so se leta 1979 vrnili hidrologi, so zanje zgradili še eno krilo, kamor so se preselili z Resljeve ceste.



Slika 14. Zgradba Hidrometeorološkega zavoda in Zveze vodnih skupnosti po prihodu hidrologov z dvoriščne strani

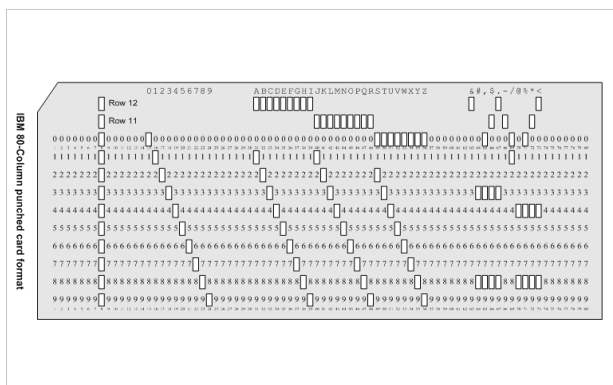
Obdobje računalnikov

Znano je, da so računalnike tudi v meteoroloških službah začeli uporabljati že v petdesetih letih. Pri tem so vsekakor prednjačile Združene države Amerike. Kmalu so jim sledile tudi Francija, takratna Zahodna Nemčija in Velika Britanija. Sprva so računalnike uporabljali izključno za obdelavo podatkov in osnoven kritičen ter logičen nadzor. Za začetek obdobja modeliranja ozračja z računalniki štejejo leto 1961, ko se je Edward Lorenz na Inštitutu za tehnologijo v Massachusettsu v ZDA domislil, da bi lahko enačbe, ki opisujejo ozračje, rešil na takrat najzmogljivejšem računalniku IBM, pravkar postavljenem na inštitutu. Idejo je uresničil in dobil prve izračune oziroma z računalnikom simulirane tokove v ozračju, ki so imeli res videz dogajanja v ozračju. Pri tem je odkril še tako imenovani metuljev učinek in postavil temelje teorije kaosa v fiziki. Po začetnem nezaupanju in dvomu, ki so ju kazale takrat največje avtoritete v meteorologiji, se je ideja modeliranja ozračja z računalniki zelo hitro prijela. Napisali so prve

resnejše fizikalno-matematične modele, ki so z rastočo računalniško močjo kmalu postali osnovno orodje pri napovedovanju vremena. Tako smo tudi v Sloveniji, kakor sem že omenil, proti koncu šestdesetih let že sprejemali prve prognoistične karte iz nemške meteorološke službe v obliki faksimilnih kart, narejenih z modelom. Nemška služba je takrat v svojih faksimilnih oddajah pošiljala prognoistične karte na podlagi svojega modela, pa tudi prognoistične karte britanske in ameriške službe.

V Jugoslaviji je takrat Zvezni hidrometeorološki zavod prvi računalnik dobil že v drugi polovici šestdesetih let, in sicer model IBM 360, ki so ga takrat v številnih državah uporabljali v statističnih službah. Časovno je to bilo vsekakor dovolj zgodaj, če vemo, da je IBM objavil model 360 leta 1964 in da so prve dobavili leta 1965. Tudi Statistični zavod Slovenije je pred koncem šestdesetih let že imel tak računalnik, vendar Hidrometeorološki zavod takrat ni sodeloval z njim. Za nas je bil računalnik v Zveznem hidrometeorološkem zavodu takrat pomemben predvsem zaradi tega, ker so postavili prve standarde obdelave klimatoloških podatkov, ki so se v bolj ali manj vsebinsko precej nespremenjeni obliki ohranili do danes. Zato lahko govorimo tudi o precej homogenih nizih podatkov v obdobju po drugi svetovni vojni. Ko so dobili računalnik, smo vse dnevnik opazovanj s klimatološkimi podatki iz tako imenovane zvezne mreže poslali v Beograd, kjer so podatke, zbrane od leta 1945 naprej, prenesli na luknjane kartice. Podatke iz zvezne mreže so objavljali v letopisih. Z računalnikom se je priprava letopisa časovno precej skrajšala. Leta 1969 so cel tovrnjak teh kartic pripeljali v Slovenijo. Kartice so prepisali na magnetne trakove. Podatke iz tako zapisanih magnetnih trakov smo čez nekaj let obdelali s programi, ki sem jih za obdelavo klimatoloških podatkov sam napisal in so še danes v arhivu meteoroloških podatkov Urada za meteorologijo ARSO. Tako lahko rečemo, da se je računalniška doba v slovenski meteorološki službi začela s prenosom klimatoloških podatkov na luknjane kartice proti koncu šestdesetih let prejšnjega stoletja v Beogradu.

V Hidrometeorološkem zavodu sem prvi program za obdelavo in nadzor klimatoloških podatkov napisal leta 1972. Takrat je v državni upravi že obstajal tako imenovani Republiški računski center, ki je imel v Iskri v Stegnah v Ljubljani nameščen računalnik CDC (Control Data Corporation), model 2300. Hidrometeorološki zavod je kot republiški upravni organ imel pravico do uporabe računalnika.



Slika 15. Kode na luknjani kartici, ki je imela 80 stolpcev in 12 vrstic

Pri takratnih računalnikih je bil poleg magnetnega traku edini vhodni medij luknjana kartica. Na sliki 15 vidimo obliko luknjane kartice s kodami za posamezne znake števil, abecede in posebnih znakov. Klimatološki podatki za en dan so bili na dveh karticah, ki smo jih imenovali klima 1 in klima 2. V začetku sedemdesetih let so tako podatki za en mesec potrebovali okrog 7000 kartic. Kartice smo zlagali v škatle po dva tisoč in pri tem pazili, da se niso med seboj pomešale. Že leta 1972 smo na dobili dva luknjača IBM, ki ju vidimo na sliki 16 in začeli po nekajmesečnem obdobju, ko so to delo opravljali v Statističnem zavodu, podatke na kartice vnašati sami. Takrat smo tudi prenehali pošiljati v Beograd dnevne podatke, ampak smo jim po končanem letu poslali za tiskanje letopisov letne izvedene vrednosti na magnetnem traku.



Slika 16. Luknjači, ki smo jih uporabljali za luknjanje kartic, kot vhodni pripomoček v računalnik.

Takratni računalniki seveda niso poznali interaktivnega dela in tudi niso imeli diskovnih zmogljivosti, da bi lahko hranili uporabniške programe. Zato je bilo treba vsakokrat sestaviti posel tako, da je bil na začetku program, prav tako na luknjanih karticah, nato pa podatki. Mesečno smo obdelali klimatološke podatke v nekaj stopnjah: prva je bila branje podatkov s kartic, zapis na magnetni trak in logični nadzor. Že takrat sem s pomočjo

sodelavcev v klimatologiji in kontroli podatkov sestavil več kot 40 pogojev, ki so jih morali izpolniti podatki. Ti pogoji so bili seveda le v obliki programa napisana pravila, ki so jih sicer uporabljali pri subjektivnem nadzoru. Taka pravila so bila na primer: terminska vrednost temperature na 2 m ne more biti višja od temperature, izmerjene s pomočjo maksimalnega termometra, ali stanje tal ne more kazati na zmrzal, če je temperatura, izmerjena 5 cm nad tlemi, višja od 3 °C. Dobro se spominjam, da nekateri sodelavci nikakor niso mogli sprejeti, da lahko z računalnikom ugotovimo take napake. Ker je računalnik dal svoje izdelke samo v tiskani obliki, so sodelavci v kontroli dobili izpis sumljivih podatkov. S pomočjo izvornih dnevnikov in drugih virov so pripravili popravke, ki smo jih nato na drugi stopnji obdelave vnesli v prvotno prebrane podatke in zamenjali napačne.

Po dveh letih, leta 1974, je klimatološka obdelava že postala rutinska in napisal sem programe še za obdelavo in nadziranje padavinskih podatkov. V tem letu se je Republiški računski center iz Stegen preselil na Jamovo ulico na Viču zraven poslopja za matematiko in fiziko. Dobili so tudi nov, za takratne razmere zelo sposoben računalnik CDC (Control Data Corporation) Cyber 72. To je bil računalnik, ki so ga takrat uporabljali predvsem na ameriških, pa tudi drugih univerzah za raziskovalno delo. Na ta računalnik sem prenesel tudi naše obdelave klimatoloških in padavinskih podatkov in so tam ostale do konca osemdesetih let. Sčasoma smo seveda napisali še več programov in takrat smo naredili tudi prve resnejše klimatološke statistike. Lotili smo se tudi različnih drugih obdelav, kot so obdelave urnih podatkov vetra, pa sončnega obsevanja itd.

Širjenje obdelav z računalnikom je na Hidrometeorološkem zavodu že leta 1975 omejeval način dela na Republiškem računskem centru. Na trgu so se pojavili tako imenovani miniračunalniki, ki so že imeli operacijske sisteme, ki so omogočali več opravil istočasno, in interaktivni način dela. Tako se nam je leta 1976 ponudila priložnost, da skupaj še z nekaterimi drugimi kupci v državni upravi kupimo računalnik Digital PDP 11/34. Vsa pogajanja so se uspešno končala in leta 1977 smo preuredili kletne prostore na Celjski 1 a v računalniško sobo in namestili prvi lasten računalnik na Hidrometeorološkem zavodu za meteorološko službo. Na sliki 17 vidimo takratni računalnik, na katerega smo bili zelo ponosni.



Slika 17. Računalnik Digital PDP 11/34 na HMZ leta 1977

Z današnjega vidika so zanimive njegove tehnične značilnosti. Računalnik je imel ob namestitvi procesno enoto s 16-bitnim naborom instrukcij (16-bit instruction set), 256000 bajtov centralnega spomina, tri RK 05 diskovne pogone, enega izmenljivega z zmogljivostjo 2,5 megabajta in dva fiksna s po 5,0 megabajtov ter enoto magnetnega traku. Uporabljal je operacijski sistem RSX 11, že pravi sistem za poganjanje več programov hkrati in več uporabnikov (multi-task, multi-user). Nanj smo priključili šest zaslonskih terminalov VT 52, tri za zajem podatkov in tri za delo programerjev in uporabnikov. Da bi lahko ocenili prizadevanje in pomisleke za nakup in proti njemu, bom navedel še ceno, ki jo je HMZ plačal kljub 25-odstotnemu skupinskemu popustu. Znašala je takratnih 142.000 ameriških dolarjev, kar bi danes pomenilo vsaj za trikrat večjo številko v evrih. Tako je popolnoma razumljivo vprašanje takratnega direktorja Mirana Borka, ki mi ga je postavil, ko sva šla na zadnji pogovor o denarju na takratni Komite za finance: »Pa res misliš, da bo računalnik izboljšal delo naše službe in da bo naše gospodarstvo od tega imelo kakšno korist?« Škoda, da danes ne more videti, kako daljnosežna in dobra je bila takratna odločitev.

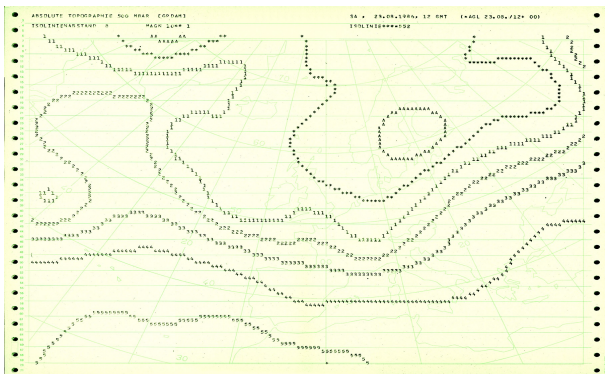


Slika 18. Videoterminal VT 52, povezan s centralno enoto z 20 mA zanko in prenosnim protokolom RS232/V24

Po namestitvi in uspešnem zagonu računalnika sva s kolegom Bojanom Logarjem praktično dva meseca noč in dan preživela v kleti. Napisala sva interaktivne programe za zajem podatkov in prenesla osnovne programe obdelav za klimatološke in padavinske podatke. Le dva meseca po namestitvi so vnašalke opustile delo pri luknjačih in nadaljevale isto delo na videoterminalih. Ker je število obdelav začelo naraščati, smo kmalu uvedli še tretje delovno mesto za zajem podatkov. Kmalu smo dodali še digitalnik, napravo, s katero smo digitalizirali analogne trakove, kot so ombrografi in termografi. Ker je gospodarstvo potrebovalo podatke o moči kratkotrajnih nalivov, na primer za projektiranje kanalizacije v mestih, smo se sistematično lotili digitaliziranja ombrografov. Projekt so pozneje prevzeli še drugod po Jugoslaviji. Vpeljali smo tudi modemsko telefonsko povezavo z računalnikom na Republiškem računskem centru, tako da smo naše posle na tamkajšnjem računalniku poganjali kar od doma. Tam smo takrat obdržali še arhiv podatkov na magnetnih trakovih.

Led je bil prebit in računalnik je postajal vse pomembnejši pri delu službe. Tako smo kmalu začeli dodajati nove enote, diske z večjimi zmogljivostmi, več centralnega spomina in predvsem več zaslonskih terminalov, da smo tako omogočili delo za več ljudi. Naj navedem samo nekaj pomembnejših prelomnic. Prva naslednja je bila vsekakor zamenjava računalnika PDP 11/34 z mnogo sposobnejšim že 32-bitnim Vaxom proti koncu osemdesetih. Obdelave klimatoloških in drugih podatkov so bile takrat že dobro razvite, le operativna prognoza vremena še nekako ni imela neposrednih koristi od računalnikov. Tudi to se je kmalu spremenilo.

Leta 1979 je začel poskusno delovati Evropski center za srednjeročno prognozo (ECMWF – European Center for Medium Weather Forecast) v Readingu v Veliki Britaniji. Ustanovna članica tega centra je bila tudi Jugoslavija, vendar Zvezni hidrometeorološki zavod v začetku osemdesetih let ni imel tehničnih možnosti za sprejem izdelkov centra. Ker je imel HMZ tradicionalno zelo dobre odnose z avstrijsko meteorološko službo (ZAMG – Zentralanstalt fuer Meteorologie und Geodynamik), smo se z njimi dogovorili in leta 1982 vzpostavili računalniško komunikacijo, po kateri so nam pošiljali napovedi iz ECMWF. Seveda takrat nismo imeli grafičnih terminalov in v začetku tudi ne ploterjev, da bi ta polja lahko spodobno narisali. Zato smo si pomagali s tako imenovanimi kartami zebra. Na sliki 19 je ena takih kart. Prognoza vremena je v Sloveniji torej v tistem času uporabljala računalnik kot komunikacijsko sredstvo.



Slika 19. Karta zebra, polje 500 Hpa, narisano s printerjem na papir z natisnjenimi obrisi celine in držav.

Ko analiziramo dogajanja na Hidrometeoroškem zavodu v zadnjih tridesetih letih 20. stoletja, vsekakor ne moremo preskočiti obrambe pred točo. V Sloveniji se je začela že leta 1971 na relativno majhnem območju severovzhodne Slovenije s centrom na Žikarцах pri Mariboru. Ne bom se spuščal v njeno upravičenost, teorijo in podobno, ampak bom s tehničnega vidika poskušal osvetliti, kaj je pomenila za napredek slovenske meteorološke službe. Pred njeno vzpostavitvijo ni nihče razmišljal o daljinskem zaznavanju procesov v ozračju in uporabi radarja za spremljanje oblačnih sistemov nad Slovenijo. Prav zaradi obrambe pred točo se je uvajanje radarskih meritev in uporabe pri napovedi vremena in opozarjanju pred nevarnimi vremenskimi pojavi precej pospešilo. Radarska merjenja so danes pri napovedi vremena nepogrešljiv vir informacij o oblačnih sistemih, tudi padavin in intenzivnosti neviht.



Slika 20. Radarski center Žikarce pri Mariboru v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja

Zgodovina radarskega zaznavanja padavin v Sloveniji se je začela leta 1971, ko je bil v Žikarцах pri Mariboru vzpostavljen prvi meteorološki radarski center s predelanim ameriškim vojaškim radarjem z uporabnim dosegom 40 kilometrov. Merjenje

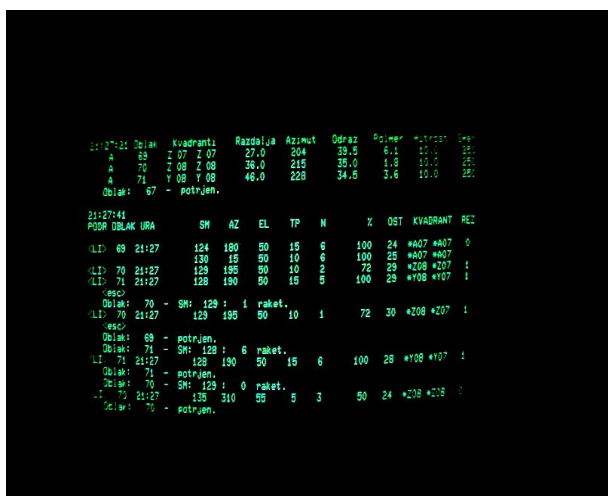
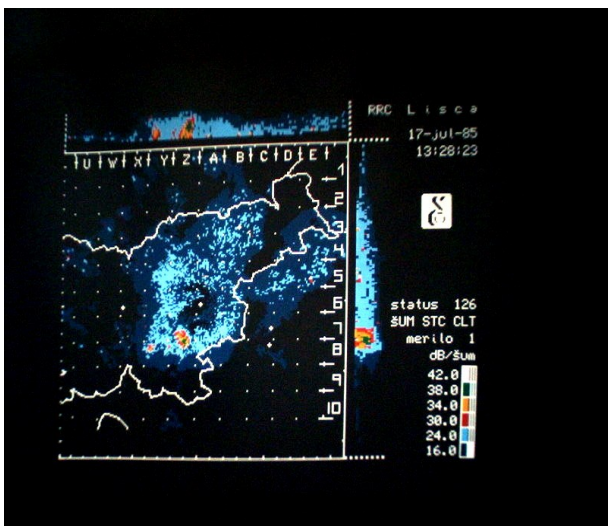
padavinskih sistemov je potekalo ročno, in to samo v poletnih mesecih v okviru raketne obrambe pred točo.



Slika 21. Radarski center Lisco nad Sevnico leta 1983 s Tončkovim domom

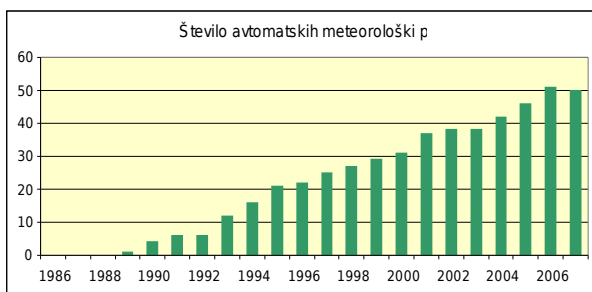
Leta 1981 je Hidrometeoroški zavod kupil sodoben meteorološki radar ameriške proizvodnje EEC (Enterprise Electronic Corporation) z valovno dolžino 5 cm in kotom sevanja v prostor 1° . Radar smo sprva postavili leta 1982 na Žikarцах, vendar smo ga že naslednje leto zaradi razširitve obrambe na osrednjo Slovenijo preselili na Lisco nad Sevnico.

Ker nismo imeli dovolj sredstev, smo si lahko privoščili le analogen radar. V letih 1984 in 1985 je skupina Hidrometeoroškega zavoda, ki sem jo takrat vodil, v sodelovanju z Iskro Delto radar na Lisci digitalizirala in razvila celovito programsko opremo za vodenje obrambe pred točo. Za digitalizacijo in samodejno vodenje radarja smo sprva na Lisci postavili dva računalnika PDP 11/34 in ju povezali z radarjem. Ideja je bila preprosta: prenesti na računalnik delo, ki so ga pred tem pri obrambi pred točo opravljali ročno. Naredili smo torej računalniški model obrambe pred točo, ki je bil v tehničnem smislu kopija znanih postopkov pri obrambi pred točo, kot so določitev položaja in velikosti oblaka in glede na to potrebno količino raket ter izračun najugodnejših strelnih mest glede na lokacijo oblaka, lokacij strelnih mest in hipotetičnih trajektorij raket. Na sliki 22 vidimo poleg radarske slike na levi strani izpis, ki ga je operater na zvezah v radarsko-računalniškem centru na Lisci dobil na zaslonu računalnika. Izpis je vseboval številke strelnih mest, ki jih je bilo treba aktivirati, število raket in kako naj rakete usmerijo. Za takratne čase je bila ta oprema kar lep dosežek. Na žalost ob akcijah obrambe podatki radarskih merjenj niso bili na razpolago v realnem času. To se je zgodilo šele leta 1997, ko je bila obramba pred točo zaradi nedokazane uspešnosti in izredno slabe kakovosti raket ukinjena. Radarski center je začel spremljati padavinske sisteme za splošne namene.



Slika 22. zgoraj: barvni zaslon z radarsko sliko; spodaj: zaslon z izpisi za obrambo pred točo

Programska oprema in celotni samodejno vodeni sistem obrambe pred točo je prinesel tudi prvi barvni zaslon v Hidrometeorološki zavod, takrat smo ga imenovali monitor Barco. Res ga ne moremo primerjati z današnjo barvno grafiko, ki jo ima vsak osebni računalnik, ampak prvič smo se pri delu srečali z barvno računalniško grafiko.



Slika 23. Rast števila avtomatskih meteoroloških postaj

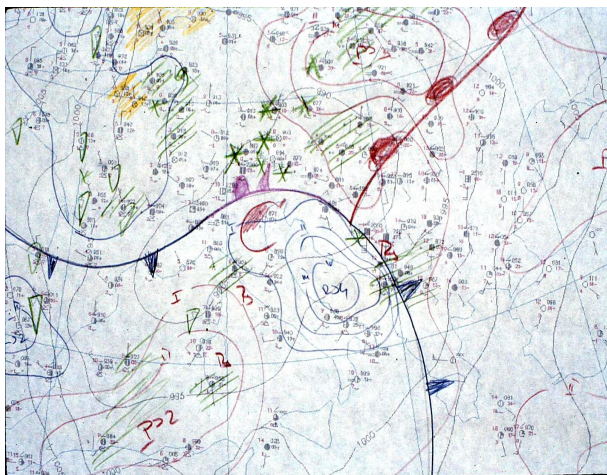
Sredi osemdesetih let smo začeli postavljati

tudi prve, rekli bi lahko, prave samodejne meteorološke postaje. Leta 1983 smo na podlagi Zakona o varstvu zraka morali spremljati onesnaženje zraka v najbolj prizadetih območjih. Med taka območja je vsekakor spadalo celotno Zasavje ter mesti Ljubljana in Celje. V sodelovanju z Institutom Jožefa Stefana smo za tako imenovani program ANAS izdelali meteorološke postaje META in določili prvi protokol za izmenjavo teh podatkov, ki se uporablja še danes. Sprva so bile postaje postavljene samo zaradi spremljanja onesnaženja zraka, že v drugi polovici osemdesetih let pa smo jih začeli postavljati tudi na meteoroloških glavnih postajah. Postaje so pošiljale podatke v Hidrometeorološki zavod vsake pol ure, in sicer na klic njegovega koncentratorja. Nekatero postaje so bile povezane z najetimi, večinoma pa kar s klicnimi telefonskimi linijami. Podatke avtomatskih postaj so začeli uporabljati tudi v prognozi vremena. Slika 23 prikazuje rast števila avtomatskih meteoroloških postaj do današnjih dni. Prav te dni načrtujemo obširen program za naslednjih nekaj let, ko bodo avtomatski merilni sistemi v Sloveniji nadomestili sedanjo klasično merilno opremo na več kot 100 postajah.

Kakor sem že omenil, smo v obdobju do konca osemdesetih let takratni PDP 11/34 zamenjali s tako imenovanim MicroVaxom, ki je bil že pravi 32-bitni računalnik s takrat zelo priljubljenim operacijskim sistemom VMS. Povečalo se je tudi število zaslonskih terminalov, tako da je interaktivni način dela pri obdelavi podatkov postal običajen način dela in precej povečal učinkovitost računalniških obdelav v primerjavi s paketno obdelavo. Da bi omogočili interaktivno delo tudi delavcem v novi stavbi, je bilo treba zaslonske terminale povezati z računalnikom, ki je bil še vedno v kleti stare stavbe na Celjski 1 a. V začetku osemdesetih smo prvič kabelsko povezali terminale v novi stavbi. Ker so zaslonski terminali delovali s 40 mA zanko, so bile takratne povezave narejene kar z navadnimi telefonskimi žicami. Potrebna je bila še ena telefonska napeljava s štirimi žicami za vsako povezavo. Uporabili smo kar obstoječo telefonsko centralo. Po namestitvi MicroVaxa nismo več potrebovali storitev Republiškega računskega centra, saj smo lahko vse potrebne obdelave izvedli doma. Tako smo v računski center prenesli tudi arhiv podatkov iz Republiškega računskega centra.

Naslednja pomembna prelomnica je bila leta 1988. Tedaj jim je v Zbirnem centru Zveznega hidrometeorološkega zavoda uspelo namestiti takrat sodoben računalniški sistem za meteorološke računalniške komunikacije, zasnovan na paru računalnikov Digital MicroVax, in programsko

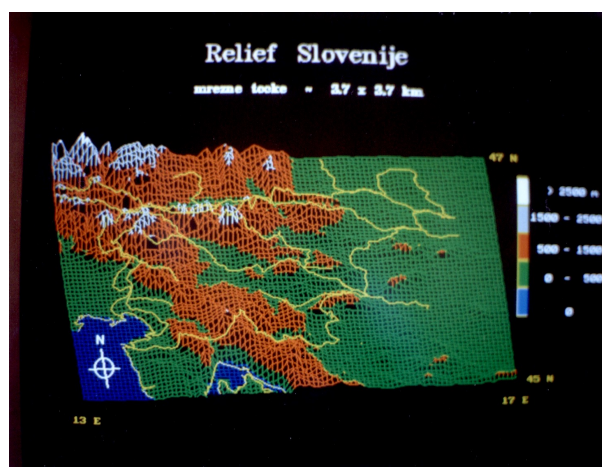
opremo, ki je omogočala prave računalniške komunikacije, delujoče na podlagi takrat zelo razširjenega protokola X 25. Oprema je omogočila računalniško povezavo Jugoslavije z Evropskim centrom za srednjeročno napoved vremena, ki je takrat že postal vodilni tovrstni center v svetovnem merilu. Na opremo so se lahko priključili vsi hidrometeorološki zavodi takratnih republik in prvič smo lahko v Sloveniji sprejemali več izdelkov iz ECMWF. Še pomembnejše pa je bilo, da smo se prvič srečali z meteorološkimi polji, zapisanimi v formatu GRIB, in izmerjenimi podatki, kodiranimi prav tako v binarnem formatu BUFR. ECMWF je za vizualizacijo meteoroloških polj razvil poseben računalniški program, imenovan Magic. Po vzpostavitvi povezave X 25 z Zveznim hidrometeorološkim zavodom, ko smo v začetku leta 1989 začeli rutinsko sprejemati polja ECMWF v binarni obliki, smo na MicroVaxu namestili program Magics. Ker so bili grafični barvni zasloni terminali takrat še zelo dragi in si jih nismo mogli privoščiti, smo karte risali z barvnim ploterjem. Takrat smo začeli rutinsko s ploterjem vnašati podatke na karte in smo opustili ročno vnašanje. S tem se je delo v Zbirnem centru polagoma spremenilo, in sicer je vnašanje kart nadomestil nadzor nad računalniškimi procesi. Na sliki 24 lahko vidimo ročno analizirane karte, na katerih so podatki vneseni s ploterjem.



Slika 24. Ročno analizirana nižinska karta, vnesena s ploterjem.

Nekako istočasno, proti koncu osemdesetih let, so se začeli pojavljati prvi osebni računalniki IBM z Intelovimi procesorji, najprej z operacijskim sistemom DOS, ki so ga kmalu v začetku devetdesetih zamenjala prva bolj razširjena okna Windows 3.11. Danes vemo, da so takratni osebni računalniki povzročili pravo tehnološko revolucijo. Računska moč se je iz odtujenih računskih centrov preselila na mize uporabnikov. Za nas je bilo posebno

pomembno, da so postali osebni računalniki cenovno zelo blizu zaslonim terminalom in da so jih lahko nadomestili. To je seveda pomenilo, da si imel na mizi poleg terminala za delo z Vaxom še avtonomni računalnik, s katerim se je seveda dalo reševati vse več in več problemov, vključujoč tekstovne procesorje in preglednice podatkov. Pri delu s podatki, predvsem klimatološkimi in takimi, pri katerih so za celovitejše analize potrebne dolge časovne serije podatkov, so osebni računalniki pomenili velik napredek, pa tudi veliko nevarnost. Posamezniki so si namreč iz centralnih podatkovnih zbirk na svoje osebne računalnike prenesli podatke, ki so se sčasoma lahko tudi spremenili in tako je nastalo več kopij istih podatkov, ki pa niso bili vedno enaki. No, problem smo pozneje odpravili s centralnimi relacijskimi podatkovnimi zbirkami.



Slika 25. Prve grafike na osebnih računalnikih

Ko so se pojavili osebni računalniki, smo začeli uporabljati prve pakete z računalniško grafiko, ki je seveda takrat bila precej preprosta, če jo primerjamo s današnjimi možnostmi. Uporabljali smo program »Surfer«, s katerim smo pripravili prve grafične slike podatkov v dveh dimenzijah. Na sliki 25 je predstavljeno površje Slovenije, narisano s tem programom. Osebni računalniki so tudi povsem spremenili delovno okolje pri napovedi vremena. V sobi, v kateri so delali prognostiki, so papir nadomestili zasloni osebnih računalnikov. S tem so dežurni prognostiki dobili mnogo več informacij in podatkov, ki so jih uporabljali pri svojem delu. Delovno okolje je že takrat postalo zelo podobno današnjemu, le da je takratne zaslone s katodno cevjo nadomestil ploski zaslon LCD. Na sliki 26 je delovno okolje v sobi dežurnega prognostika.



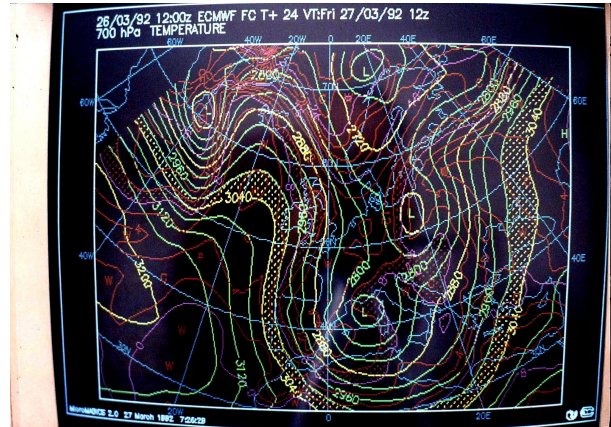
Slika 26. Delovno okolje prognostika v začetku devetdesetih let

V tem času so v ECMWF programsko opremo Magic, ki je delovala na sistemih Vax, priredili tako, da so jo lahko uporabljali na osebnih računalnikih. Dobila je ime MicroMagic in šele ta korak je bil resničen napredek, saj je lahko prognostik pregledal mnogo več meteoroloških polj, kakor je bilo mogoče na papirju. Osebnih računalniki so omogočili tudi preglednice tekočih dešifriranih podatkov kar na zaslonih, kar je vse skupaj precej olajšalo delo pri prognozi vremena. Na sliki 27 vidimo napoved ECMWF, vizualizirano z MicroMagicsom na levi in preglednico podatkov na desni.

Leto 1990 je prineslo računalniško povezavo med Lisco in Hidrometeorološkim zavodom v Ljubljani. Potekala je po najeti telefonski liniji. S tem je bilo omogočeno razpošiljanje radarskih izmerkov uporabnikom zunaj radarskega centra. Preoblikovana programska oprema je začela dajati prve številčne radarske podatke za uporabnike: tloris in dva narisa maksimalnih odbojnosti v ločljivosti 2×2 kilometra in z osmimi ravnmi kvantizacije. Za uporabnike je bila v naslednjih dveh letih razvita programska oprema za osebne računalnike PC-AT/DOS. Omenili smo že, da so leta 1997 prekinili obrambo pred točo. To je pomenilo, da smo lahko začeli uporabljati radar za spremljanje oblačnih sistemov v celoti in ne samo takrat, kadar ni bila aktivna obramba pred točo.

Nekako istočasno kot postavitve najete telefonske linije z Lisco za prenos radarskih slik smo dobili tudi prvi profesionalni satelitski sprejemnik znanega švicarskega proizvajalca podobne opreme Technavia. Z Eumetsatom, Evropsko organizacijo za izkoriščanje meteoroloških satelitov, smo sklenili pogodbo za sprejemanje primarnih podatkov. Tako smo vsake pol ure prejeli slike v infrardečem

spektru, spektru vodne pare in vidnem podnevi. Satelitske in radarske slike so bistveno izboljšale kakovost vremenskih napovedi in omogočile opozarjanje pred nevarnimi vremenskimi pojavi.



postaja	AMP	Tpov	Tmax	Tmin	D	T	viz	Upov	Smer	Umax	STDu	RR	SO2
Lju - Bežigrad	1.9	2.1	1.8	0.2	94	0.7	ENE	2.2	0.6	-	-	92	-
Lju - Figovec	3.0	3.3	2.8	0.3	84	0.6	E	2.0	0.3	-	-	847	-
ta termin podatki te postaje niso bili sprejeti													
Tehovlje	6.1	6.5	5.6	-	59	0.8	MNW	2.4	0.4	-	-	119	-
Celje	5.5	6.1	5.0	0.5	73	1.0	MNE	3.4	0.5	-	-	122	-
Hrastnik	6.5	7.3	5.8	0.6	75	0.7	S	3.1	0.6	-	-	277	-
Zagorje	6.6	7.2	5.7	1.1	77	0.1	NE	1.3	0.3	-	-	153	-
Maribor-center	5.7	5.9	5.3	1.0	80	0.7	SSW	2.1	0.5	-	-	-	-
Maribor-Tezno	5.5	5.7	5.3	-	94	1.3	E	4.0	0.5	-	-	-	-
Ajdovscina	5.9	6.2	5.7	0.4	89	2.4	E	3.9	0.1	-	-	-	-
Bilje-Nova G.	2.1	2.4	1.8	0.2	95	0.4	NW	1.4	0.3	1.4	36	-	-
Sostanj	1.7	1.9	1.3	0.4	94	0.3	ENE	0.9	0.3	-	-	26	-
Topolsica	2.1	2.8	1.5	0.6	85	1.8	SSE	5.2	0.7	-	-	31	-
Veliki vrh-560m	1.2	1.9	0.9	0.2	82	0.5	SE	2.5	0.5	-	-	420	-
Zavodnje-770m	2.7	3.0	2.3	0.2	87	0.5	SE	3.1	0.6	-	-	17	-
Uelenje	2.2	2.6	1.9	-	95	0.7	S	5.5	0.8	-	-	171	-
Graska g.-770m	2.9	3.5	2.2	0.4	80	-	-	-	-	-	-	-	-
Krsko-2m	2.7	3.5	1.8	0.3	80	0.4	NW	2.0	-	-	-	-	-
Krsko-10m	2.5	2.9	2.1	0.4	77	0.5	NW	1.6	-	-	-	-	-
Krsko-40m	2.4	3.2	1.9	0.1	77	0.4	SW	1.9	-	-	-	-	-
Krsko-70m	10.3	10.6	10.0	0.6	68	0.7	S	4.0	0.9	-	-	9.07m	-

Slika 27. zgoraj: z MicroMagicom narejena slika napovedi ECMWF in spodaj: preglednica s podatki

V začetku devetdesetih let se je zgodila samosvojitve Slovenije. V prvih dneh napada JLA je ostala meteorološka služba popolnoma brez podatkov, saj so bile zveze z Beogradom in Zveznim hidrometeorološkim zavodom prekinjene. Že štiri dni po začetku napada sem na naš MicroVax namestil programsko opremo za izmenjavo podatkov (MSS – Message Switching System), katere razvoj sem vodil, dokler sem bil v ZHMZ. Izkoristili smo še vedno obstoječo računalniško povezavo med avstrijsko meteorološko službo in nami in smo praktično prej kot v desetih dneh po začetku napada vzpostavili izmenjavo podatkov, sprejem podatkov iz mednarodne mreže in sprejem izdelkov ECMWF. S tem se je slovenska meteorološka služba osamosvojila in na tem področju začela delovati kot samostojna služba. V prvem obdobju smo posredovali podatke tudi za hrvaško meteorološko službo, še do konca leta 2007 smo posredovali

podatke za Bosno in Hercegovino.

Prva leta v samostojni Sloveniji so prinesla še prostorsko razširitev, k obstoječi stavbi so leta 1992 dodali prizidek. Na ta način so rešili že prav pereče vprašanje potrebnega okolja za računski center, za katerega so po potrebnih standardih uredili kletne prostore prizidka. Meteorologija je dobila večji del tretjega nadstropja, kamor se je v celoti preselila prognoza vremena. Slika 28 prikazuje ta prizidek.



Slika 28. Nov prizidek, kamor se je preselila prognoza. Puščica kaže nove sobe za prognozo vremena.

Kljub hitro razvijajočim se osebnim računalnikom z njimi v začetku devetdesetih let še ni bilo mogoče uporabljati zahtevnejših grafičnih programov. Zaradi tega so se na trgu pojavile posebne delovne postaje, imenovane grafične postaje, z manj ukazi, prilagojenimi uporabi v grafičnih programih. Hidrometeorološki zavod je leta 1993 dobil prvo tako postajo, in sicer HP 712, ki jo je poganjal operativni sistem HP Unix. Ta postaja je pomembna predvsem zato, ker smo se takrat v meteorološki službi prvič srečali z Unixom.

Na koncu naj omenim še letnico 1995, ki je pomembna zaradi dveh razlogov: v Hidrometeorološkem zavodu smo vzpostavili prvo internetno povezavo z Arnesom in postavili prvo spletno stran ter se na Intel računalniku HP prvič srečali z Linuxom. Si danes še kdo lahko predstavlja življenje brez Linuxa? Na ta način smo tudi slovenski meteorologi vstopili v informacijsko dobo in pri uvajanju te vrste tehnologije v marsičem orali ledino ne samo v slovenskem, ampak celo v evropskem merilu. O tem bo v svojem prispevku nekaj več napisal Jurij Jerman.

Zahvala

Zahvaljujem se Miranu Trontlju in Branku Gregorčiču za fotografije, ki sta mi jih velikodušno odstopila za objavo v tem prispevku.

Literatura:

- Miran Borko: Ob 30-letnici meteorološke dejavnosti v okviru javne uprave SRS
- Tanja Cegnar: Beginnings of instrumental meteorological observations in Slovenia, ARSO, letak, 2004
- Marjan Divjak: Zgodovina radarskega zaznavanja in merjenja padavin v Sloveniji, Pol stoletja Slovenskega meteorološkega društva, 2004
- Andrej Hočevar in Lučka Kajfež Bogataj: Razvoj agrometeorologije kot samostojne vede na biotehniški fakulteti, Pol stoletja Slovenskega meteorološkega društva, 2004
- Andrej Hočevar: Napoved vremena v Sloveniji v letih od 1955 do 1960, Pol stoletja Slovenskega meteorološkega društva, 2004
- Boris Zupančič: Razvoj meteorološke mreže na Slovenskem, Pol stoletja Slovenskega meteorološkega društva, 2004