
DRUŠTVO METEOROLOGOV SLOVENIJE
SLOVENIAN METEOROLOGICAL SOCIETY

RAZPRAVE
PAPERS

Letnik 21
Posebna številka

SIMPOZIJ
AVTOMATIZACIJA V METEOROLOGIJI

LJUBLJANA
22. in 23. september 1977

KAZALO

1. PARADIŽ, B.: Avtomatizacija v meteorologiji	7
2. ŠNAJDER, J.: Možnosti uporabe mikroračunalnikov pri avtomatskih merilnih postajah	15
3. LESJAK, M.: Domača avtomatska postaja z mikroračunalnikom	21
4. MANDELJC, E.: Prenos podatkov v mreži hidrometeoroloških postaj ..	29
5. PARADIŽ, B., HRČEK, D., ŠEGULA, A.: Programske zahteve za avtomatsko meteorološko postajo	35
6. HOČEVAR, A.: Senzorji - ključni problem avtomatskih meteoroloških opazovanj	39
7. GLAVIČ, B.: Elektronski telemetrijski sistem za sakupljanje meteoroloških podatka EMP 11	47
8. RAKOVEC, J.: Meritve razporeditve temperature in vlage v atmosferi s satelitov	55
9. ROŠKAR, J.: Uporaba radarsko-računalniškega sistema v meteorologiji ..	63
10. PETKOVŠEK, Z.: Zvočni radar	69
11. PRISTOV, J.: Kontrola meteoroloških podatkov v zvezi z avtomatsko obdelavo podatkov	81
12. GBURČIK, P.: Objektivna analiza	87
13. PLANINŠEK, T., PARADIŽ, B., SOLOMUN, H.: Obdelava vetra z avtomatsko meteorološko postajo	95
14. GBURČIK, V.: Avtomatizovana obrada podatka o sončevom zračenju ..	101
15. HERBST, Z., HRČEK, D.: Avtomatska obdelava podatkov o onesnaženju zraka	109
16. PRISTOV, P.: Avtomatska obdelava podatkov na padavinskih postajah ..	113
17. VUKMIROVIĆ, M.: Rezultati rada na avtomatizovani obradi agrometeoroloških podatka	117
18. UGOTOVITVE IN PRIPOROČILA	127

AVTOMATIZACIJA V METEOROLOGIJI

AUTOMATION IN METEOROLOGY

Bojan PARADIŽ

Meteorološki zavod SR Slovenije, Ljubljana

SUMMARY

The paper presents the reasons imposing and enabling a more extensive use of automation in meteorology. It indicates the advantages and weak points of automatic meteorological stations, the demands for the introduction of automatized radar system and its connection with computer centers. Besides basic tasks of measurement grid, this could also provide an effective alarm system in order to give warning in case of dangerous phenomena, together with the protection of air from the pollution.

This paper also points out the throughput of automatic systems, emitting the detailed information for physical presentation of the weather, and this necessitates an appropriate approach to the automatic data processing and presentations of results.

It has been ascertained that, at present, conditions are very suitable for a more extensive introduction of the most advanced automatic equipment, as automatic meteorological stations of the fourth generation - with inbuilt microprocessors and other computer-guided systems - are so universal and flexible in their programs that changes in concepts are not expected to occur in the near future. However, the constituent parts and sensors will constantly be improving, which imposes standardization of basic input and output properties of constituent parts.

Basic tasks, which should be carried out in order to modernize the information system, are enumerated at the end of the paper.

POVZETEK

V članku so opisani razlogi, ki narekujejo in omogočajo širše uvajanje avtomatizacije v meteorologiji. Prikazane so dobre in slabe strani avtomatskih meteoroloških postaj, potrebe uvajanja avtomatiziranega radarskega sistema in povezave z računalniškimi centri. S tem se poleg osnovnih nalog merske mreže lahko zagotovi učinkovit alarmni sistem za opozarjanje pred nevarnimi pojavi, vključno z varstvom zraka pred onesaženjem.

Nadalje opozarja članek na zmogljivost avtomatskih sistemov, ki dajejo podrobnejše informacije za fizikalno podajanje vremena, to pa narekuje primeren prestop k avtomatski obdelavi podatkov in prikazih rezultatov.

Ugotavljamo, da je sedanji čas primeren za široko uvajanje najsodobnejše avtomatske opreme, saj so avtomatske meteorološke postaje četrte generacije z vgrajenimi mikroprocesorji in drugi računalniško vodeni sistemi tako univerzalni in programsko fleksibilni, da ni mogoče pričakovati konceptnih sprememb v dogledni prihodnosti. Pričakovati pa moramo stalno izboljševanje sestavnih delov in senzorjev, to pa narekuje standardizacijo osnovnih vhodnih in izhodnih lastnosti sestavnih elementov.

Na koncu so našete osnovne naloge, ki jih je potrebno izvesti za posodobitev informacijskega sistema.

UVOD

Tako kot povsod, kjer imamo opraviti z velikim številom podatkov, se tudi v meteorologiji naglo uveljavlja avtomatizacija meritev, obdelav in prenosa informacij. Z nadaljnim razvojem elektronike in kibernetike bo avtomatizacija vse bolj učinkovita. Razpolagali bomo z večjim številom informacij, ki bodo obdelane bolje in v krajšem času, kar bo zelo izboljšalo uporabnost naših podatkov.

V SFRJ je bilo na področju avtomatizacije storjenega največ pri avtomatski obdelavi podatkov. Deluje že tudi več avtomatskih meteoroloških postaj, izdelanih je bilo več vrst senzorjev za te postaje. Podani so vsi osnovni pogoji za naglo uvajanje avtomatizacije v prihodnjih letih. Na to se moramo vsestransko pripraviti in temu prilagoditi naše delo in miselnost. Zaradi tega je prav, da smo se prvič zbrali na simpoziju, na katerem bomo razpravljali samo o problematiki avtomatizacije. V programu smo se omejili predvsem na osnovne meritve in sistem zbiranja, prenosa in obdelave podatkov, ker je to naša osnovna naloga, ki jo moramo intenzivno razvijati dalje. Dosedanji dosežki so pokazali, da se ravno pri osnovni dejavnosti, z upoštevanjem tujih dosežkov in priporočil Svetovne meteorološke organizacije, lahko razvijamo dalje z lastnim znanjem in v velikem obsegu tudi z lastno proizvodnjo avtomatskih naprav in senzorjev.

ZAKAJ JE POTREBNA AVTOMATIZACIJA OSNOVNIH PRIZEMNIH MERITEV IN OBDELAV

Vreme in klimo določamo z meritvami in opazovanji ob sinoptičnih in klimatoloških terminih. V največjem številu so na voljo klimatološki podatki, ki jih tako kot tudi sinoptične še vedno pridobivamo na način, ki se skoraj ni spremenil v zadnjem stoletju. Razlika je le v tem, da se uporabljajo natančnejši instrumenti in vse več registrirnih naprav, znatno več je tudi merilnih mest. Za sinoptično prakso in podrobnejše poznavanje vremena in klime je gostota opazovanj premajhna. Že pri sedanji gostoti opazovanj in meritev pa se nabira ogromna količina podatkov. Zato je uvedba avtomatske obdelave podatkov velika pridobitev, ki jo ne moremo v celoti izrabiti zaradi zamudnega prenosa podatkov na medije, dostopne za neposredno obdelavo v računalnikih. Tako imamo za obdelavo z računalniki na voljo v glavnem le klimatološke podatke, pa še te za prekratko časovno razdobje. S tem prednosti avtomatske obdelave podatkov ne moremo v celoti izrabiti.

Gostoto informacij bi povečali z zajemom podatkov klasičnih avtoregistrirnih instrumentov. S tem bi precej pridobili pri obdelavah, sprotnih informacij o vremenu pa ne bi izboljšali. Prenašanje običajno obdelanih avtoregistrirnih podatkov na kartice ali druge računalniške medije je zaradi številčnosti informacij zelo težko, saj bi morali sedanje kapacitete za zajem podatkov večkratno povečati. Z uporabo ustreznih digitalnih integratorjev za obdelavo registrirnih trakov z zapisom podatkov na magnetni medij bi lahko zajeli več podatkov. Zaradi zahtevnega dela, ne vselej zadostne natančnosti in velike porabe računalniškega časa se lahko tako praktično zajemajo vrednosti le nekaterih instrumentov, predvsem ombrografov, instrumentov za merjenje sevanja in onesnaženosti zraka. Tako lahko poljubno gostoto instrumentalnih podatkov za nadaljno obdelavo zagotovimo najlažje z uvajanjem avtomatskih meteoroloških postaj.

Pri zbiranju podatkov na sedanji način je še več drugih pomanjkljivosti. Primanjkujejo podatki z nenaseljenih, zlasti više ležečih lokacij. Merilna mesta so z izjemo profesionalnih postaj sinoptične mreže vezana na lokacije v neposredni bližini stanovanj volonterskih opazovalcev. Take postaje velikokrat ne morejo biti reprezentativne. S prenehanjem dela enega opazovalca se prestavi merilno mesto na drugo lokacijo, kar pomeni večje ali manjše spreminjanje homogenosti podatkov. Vse več je primerov, ko volonterski opazovalci ne morejo meriti in opazovati ob klimatoloških terminih ali pa se opazovanja prekinjajo zaradi dopustov. Vedno težje je v željenem kraju ali bližnji okolici dobiti novega opazovalca. Vse to zelo zmanjšuje vrednost meteoroloških podatkov in ogroža njihovo nadaljnje sistematično zbiranje.

Rešitev opisanih pomanjkljivosti je v uvajanju ustreznih avtomatskih meteoroloških postaj. Del teh postaj bi morali povezati s centrom z avtomatskim prenosom podatkov in tako izpolniti informacije za potrebe sinoptične meteorologije. S širšim uvajanjem monitorskih meritev onesnaženosti, vključenih v mrežo avtomatskih postaj, bi dobili tudi potrebne podatke za boljše delovanje dejavnosti za varstvo zraka.

Avtomatske meteorološko-ekološke postaje bomo uvajali postopoma, zato bo treba ob primerni standardizaciji te postaje uvesti najprej tam, kjer so najbolj potrebni kvalitetni meteorološki podatki. To je na letališčih, večjih industrijskih in urbanih sredinah ter na lokacijah za nove in obstoječe energetske in druge industrijske objekte.

DOBRE IN SLABE LASTNOSTI AVTOMATSKIH METEOROLOŠKIH POSTAJ

Avtomatske meteorološke postaje so se v zadnjih treh desetletjih razvile iz enostavnih daljinskih postaj v zelo zmogljive in univerzalne postaje četrte generacije z vgrajenimi mikroprocesorji. Te postaje lahko zajamejo veliko število podatkov, jih obdelajo in posredujejo v center po naprej določenem programu, na klic iz centra ali pa samodejno, kadar so presežene kritične vrednosti posameznih elementov oz. skupine elementov, kar je zelo pomembno za alarmno službo. Seveda so vsi podatki zapisani tudi na medij, ki je neposredno pripravljen za obde-

lavo v računalniku. Ker so AMP četrte generacije zelo zmogljive, je mogoče nanje priključiti tudi senzorje za ugotavljanje raznih komponent onesnaženosti zraka, vključno radioaktivnosti zraka, padavin, vode in tal. V primeru manjše oddaljenosti mernih mest se lahko nanje priključijo tudi hidrološki senzorji.

Med pomanjkljivosti AMP sodi vsekakor omejena možnost za določanje meteoroloških elementov, ki jih pridobivamo z vizualnimi opazovanji. Zato se velikokrat postavlja vprašanje, ali lahko AMP zamenjajo sedanje postaje, še posebno sinoptične. Današnji sistem meritev in opazovanj vsekakor dovolj dobro definira vreme, kot ga vidimo in občutimo. Iz sinoptične depeše vemo, kakšno je v bližnji okolici mernega mesta vreme, vemo za vrsto in višino oblakov, vidnost, pojave in merjene vrednosti. Vseh teh podatkov AMP ne dajejo. To je pomanjkljivost za ažurno sinoptično prakso. Toda zavedati se moramo, da še tako podrobno opazovanih vizualnih podatkov pri poznejši avtomatski obdelavi skoraj ne moremo izkoristiti, tako da sicer dragoceni opazovalni material lahko uporabljamo le individualno.

Odsotnost vizualnih vrednosti pri AMP z uspehom nadomestimo z večjo gostoto kvalitetnejših merjenih vrednosti. Z novimi senzorji lahko merimo tudi zelo slabe intenzitete padavin, ločimo deževne padavine od snega in toče. Obstajajo že prototipi senzorjev za določanje skupne količine oblačnosti in optični senzorji za strele, pojavili se bodo gotovo še novi. Že dalj časa poznamo vizibilimetre in instrumente za merjenje višine baze oblačnosti, ki jih zaradi visoke cene razen na letališčih skoraj ne uporabljamo. Zaradi tega je danes težko predvideti, kakšni senzorji se bodo masovno vgrajevali v AMP. S tem tudi ni mogoče predvideti, kolikšen del vizualnih opazovanj bo mogoče nadomestiti s samo AMP. Gotovo pa je, da uporaba sodobnih meteoroloških radarjev z digitalizacijo podatkov in računalniško obdelavo ter interpretacijo rezultatov lahko ne samo nadomesti vizualna opazovanja, temveč poznavanje vremena znatno izpopolni. Z vremenskimi radarji spoznavamo razmere v prostoru in poleg drugih dragocenih podatkov določamo površinsko razprostranjenost, intenziteto in količino padavin, dobivamo podatke o gibanju in tendenci razvoja nevarnih atmosferskih pojavov, kar edino omogoča aktivno in pasivno obrambo pred vremenskimi nevarnostmi. Če k temu dodamo še satelitske meritve, s katerimi bomo v prihodnosti dobivali še kvalitetnejše fizikalne pa tudi vizualne podatke o stanju v atmosferi, je bojazen pred izgubo nekaterih vizualnih podatkov z uvajanjem AMP povsem odveč.

KDAJ PRIČETI S ŠIRŠIM IZVAJANJEM AVTOMATIZACIJE

Že danes deluje samo v Evropi več 100 AMP, njihovo število pa se naglo povečuje. Na Švedskem na sinoptičnih postajah ukinjajo nočno delo in uvajajo AMP z avtomatskim prenosom podatkov, pri čemer krijejo stroške le s prihranki na osebnih dohodkih dragega nočnega dela. Pri nas še ni izdelana podrobnejša finančna analiza, prav gotovo pa še ni finančne stimulacije za uvajanje AMP samo na račun delnega opuščanja opazovanj. Če pa bi poleg delne opustitve opazovanj upoštevali tudi stroške zajema vseh merjenih vrednosti za nadaljno obdelavo na računalniku, bi zelo verjetno že pokrili stroške nabave in delovanja AMP.

Tam, kjer se uvajajo tudi podrobnejše meritve parametrov onesnaženosti zraka, pa je uvedba AMP nujna in je tudi gospodarna.

Seveda ni le finančni pokazatelj merilo, kdaj uvesti AMP. Te moramo uporabiti povsod tam, kjer potrebujemo podrobne podatke, ki jih pri sedanjem načinu zagotovimo zelo težko - tehnična vidnost, pravi vektorski veter, gradientne meritve, časovni potek onesnaženosti. Zato ni nobenega dvoma, da moramo takoj pričeti uporabljati AMP na letališčih in lokacijah, kjer potrebujemo kvalitetne meteorološke podatke. Iz večine teh postaj moramo zagotoviti avtomatski prenos podatkov v zbirne centre. Za klimatološke potrebe je potrebno uvajati tudi enostavnejše AMP brez prenosa podatkov, le z zapisom podatkov na magnetni medij. Pri načrtovanju uvajanja AMP ne smemo prezreti, da se znižujejo cene elektronskim instrumentom, klasična oprema pa se draži in prav tako delo. Zaradi tega bosta avtomatsko zbiranje in obdelava podatkov v večini primerov cenejša od sedanjih postopkov, pri tem pa bomo dobili mnogo več v zelo kratkem času obdelanih informacij, uvedli pa bomo lahko še uspešno alarmno službo.

Vzporedno z AMP je potrebno postopno uvajati moderne meteorološke radarje z računalniško obdelavo in interpretacijo podatkov ter s prenosom podatkov v operativne centre. Uvedbo radarskih sistemov ne narekuje samo potreba za kompletiranje podatkov AMP in obramba pred točo, temveč tudi potrebe za sprotno posredovanje padavinskih informacij za prognozo voda, ter za opozarjanje ogroženih območij in organizacij civilne zaščite o nevarnih vremenskih dogajanjih. Pri tem ne smemo prezreti velike koristi pri kratkoročni prognozi vremena ter boljšem poznavanju vremena in klime.

Za lokalne potrebe vseh vrst se bodo uvajale tudi razne lidarske, sodarske in druge podobne meritve, ki jih je treba prav tako avtomatizirati, računalniško obdelati in takoj posredovati podatke porabnikom. Vse te zahteve je potrebno nujno upoštevati pri gradnji centralnega in pomožnih računskih centrov in prav tako pri sistemu zvez za prenos vseh različnih informacij, od merilnih mest, rajonskih in republiških do zveznega in svetovnih meteoroloških centrov.

Preden se lotimo kompleksne avtomatizacije, moramo vsekakor oceniti ali je primeren čas za to. Povsem nesmiselno bi bilo masovno uvajati sisteme, ki so že ali bodo kmalu zastareli. Zato prav gotovo ne bomo več uvajali malo zmogljivih in programsko okornih AMP tretje generacije, ki delujejo brez mikroprocesorja, temveč vsekakor postaje četrte generacije, katerih osrednji del je mikroprocesor. To je danes že dovolj cenen in zmogljiv pripomoček, ki se naglo uveljavlja na mnogih področjih. Lahko ugotovimo, da je z uvedbo mikroprocesorjev nastal pri AMP revolucionaren napredek, saj so te postaje tako zmogljive in vsestransko uporabne, da jih upravičeno imenujemo pametne postaje. Kot smo že omenili, dovolj hitro zbirajo podatke (zbiralni cikel je lahko vsako sekundo), jih korigirajo, osnovno statistično obdelajo, zapišejo na medij, ki je neposredno pripravljen za obdelave na računalnikih, predajo podatke v center po programu, na klic iz centra ali samodejno obveščajo center o nevarnih pojavih. Kontrolirajo svoje delovanje in sporočajo napake v center. Celotni testni postopek o pravilnosti delovanja se lahko sproži tudi iz centra. Vse to delo vodi pro-

gramirani računalnik, ki ga lahko po potrebi preprogramiramo in v primeru potreb tudi povečamo. Seveda se bodo tudi AMP četrte generacije tehnično izpolnjevale, konceptnih sprememb pa vsaj v doglednem času ne moremo pričakovati. Zato je sedanjí čas prav primeren za pričetek masovnega uvajanja teh avtomatskih meteoroloških postaj, po potrebi tudi z ekološkim programom. Pri opremljanju lahko računamo na jugoslovansko proizvodnjo, saj že delujejo prototipi doma izdelanih in programiranih AMP četrte generacije, tako da ne kasnimo za svetovnim razvojem na tem področju.

Tudi pri radarskih in drugih podobnih opazovanjih ter meritvah prevzema računalnik osnovno krmilno in delovno funkcijo pri zbiranju, obdelavi in interpretaciji rezultatov, ki jih je mogoče v uporabni obliki takoj prenašati porabnikom in jih shraniti na medijih za poznejšo računalniško obdelavo. Radarski sistemi s takimi lastnostmi so v primerjavi z ročno krmiljenimi in vizualno opazovanimi radarskimi sistemi tako odlični, da je medsebojna primerjava zmogljivosti in uporabnosti komaj mogoča. Zelo pomembno pa je, da so računalniški radarski sistemi lahko prilagodljivi lokalnim pogojem, ker je med drugim mogoče enostavno uspešno izločiti lokalne talne odboje za razne elevacije antenskega sistema. Tudi pri teh sistemih lahko pričakujemo tehnične izboljšave. Spremembe pri zbiranju, načinu obdelav in interpretaciji podatkov pa ni pričakovati. Zato je sedanjí čas prav tako primeren za pospešeno uvajanje računalniških radarskih sistemov.

Na področju zvez moramo ob upoštevanju raznih možnosti prav tako slediti potrebam, ki jih narekuje uporaba sodobnih avtomatskih sistemov. Usmeriti se moramo pretežno na računalniški prenos podatkov, kadar gre za prenos raznih informacij med večjimi centri. Za rezervo in prenos podatkov v mreži pa bi morali uvajati žični ali brezžični prenos, kakršnega uporabljamo na manjših računalniških terminalih.

Današnji čas je torej zelo primeren za uvajanje kompleksne avtomatizacije, seveda le v primeru, če bomo uvajali moderne sisteme, ki temelje na uporabi mikro in drugih računalnikov in na prenosnih sistemih, ki se uporabljajo v računalništvu. Nujno je, da bo celoten sistem zbiranja, obdelave in prenosa informacij standardiziran, medsebojno uglasen in kompatibilen. Že sedaj moramo vso opremo, ki jo kupujemo, razen tiste za vzdrževanje klasične mreže, izbirati tako, da jo bo mogoče enostavno in učinkovito vključiti v tak sistem. Vsak drugačen način je nedopusten, ker pomeni razmetavanje družbenega denarja. Zato je pred nami nujna naloga kar najhitreje sprejeti in disciplinirano izvajati načrt kompleksne avtomatizacije, pri čemer moramo upoštevati postopnost izpopolnjevanja in maksimalno izrabo obstoječe opreme.

VKLJUČITEV V DRUŽBENI INFORMACIJSKI SISTEM

V SFRJ se postopno gradi družbeni informacijski sistem. V vsebino tega sistema sodijo tudi naši izvedeni podatki o klimi, vremenu in kvaliteti zraka. Zaradi tega je naša naloga, da pri uvedbi avtomatizacije v meteorologiji aktivno sodelu-

jemo pri načrtovanju družbenega informacijskega sistema ter skupno ugotovimo, kako vključiti v ta sistem tudi ažurno obveščanje o raznih nevarnih pojavih, kar lahko že pri sedanjí organizaciji meteorološke službe opravimo brez posebnih težav. Zaradi tega pa tudi zaradi zmanjšanja investicijskih, še posebno pa vzdrževalnih stroškov, moramo graditi sistem, ki bo tehnično in vsebinsko vkomponiran v splošni informacijski računalniški sistem, vseboval pa bi zbiranje, obdelavo in prenos informacij vključno z alarmno službo za meteorologijo in kvaliteto zraka, hidrologijo in kvaliteto voda, radioaktivnosti zraka, padavin, voda in tal; razmisliti pa bi veljalo še o vključitvi mreže potresomernih postaj. Vsem nosilec našteti dejavnosti in uporabnikom centralnega informacijskega sistema bi bil dostop do določene vrste podatkov omogočen z uporabo terminalske povezave.

OSNOVNE NALOGE

Vse avtomatizacija ne bo dosegla svojega namena, če se prav na vseh področjih našega delovanja ne bomo načrtno pripravili na njeno širšo uporabo. Ni naša naloga le skrb za senzorje, dobre elektronske sisteme za zbiranje, obdelavo in prenos informacij. Pripraviti moramo tudi smiselno vzorčevanje meritev, njihovo osnovno obdelavo in primernejše statistične prikaze, da bomo lahko z nadaljnjo računalniško obdelavo podatkov bolje spoznavali klimo in vreme ter problematiko varstva zraka in tako lahko posredovali vsem porabnikom uporabnejše podatke.

1. Da bi zagotovili smiselno vključitev v prihodnji družbeni informacijski sistem je potrebno:
 - 1.1. Izdelati perspektivni načrt izgradnje računalniških centrov, s katerimi bi krmilili delovanje mreže, obdelav in prenosa informacij.
 - 1.2. Izdelati usklajen program zvez za prenos informacij.
 - 1.3. Uskladiti programe neposrednih uporabnikov centrov in izdelati načrt o postopnosti izgradnje sistemov.
2. Sprejeti je treba perspektivni načrt avtomatizacije za potrebe meteorologije in varstva zraka. Na tej osnovi je potrebno izdelati:
 - 2.1. Podrobne zahteve za delovanje AMP vključno s programom varstva zraka.
 - 2.2. Program kontrole delovanja AMP, senzorjev, osnovnih obdelav in alarmiranja.
 - 2.3. Programe obojestranskega prenosa podatkov med AMP in rajonskimi oz. republiški centri vključno s tehničnimi rešitvami zvez.
 - 2.4. Zahteve za lastnosti senzorjev, ki se bodo uporabljali v AMP in po potrebi tudi v enostavnejših sklopih za stacionarno in mobilno uporabo.
 - 2.5. Konfiguracijo AMP četrte generacije za potrebe klimatologije, prognostike, varstva zraka ter sistema obveščanja in alarmiranja. Posamezne po-

staje morajo biti medsebojno popolnoma kompatibilne, da bo mogoče iz enostavnejše postaje le z dodajanjem elementov graditi tudi najbolj popolne.

- 2.6. Izdelati je treba standardizacijo sestavnih delov ter vhodnih in izhodnih vrednosti.
3. Za smotrno uvajanje radarskih računalniških sistemov je potrebno:
 - 3.1. Določiti tehniške karakteristike meteoroloških radarjev za posamezne namene.
 - 3.2. Določiti pogoje za procesne računalniške sisteme in programe, ki naj zagotovijo eno- ali večnamensko uporabo meteoroloških radarjev v poljubnih reliefnih pogojih.
 - 3.3. Izdelati načine takojšnje interpretacije in prenos aktualnih podatkov do raznih uporabnikov.
 - 3.4. Določiti osnovno radarsko mrežo, ki mora biti izdelana na podlagi enotnih kriterijev z upoštevanjem reliefnih razmer.
4. Računalniško obdelavo podatkov je treba prilagoditi možnostim AMP in radarskih ter drugih sistemov, pri čemer je potrebno zagotoviti tudi čim večjo primerljivost s klasično merjenimi in obdelanimi podatki. Hkrati pa je potrebno izkoristiti mnogo večje zmogljivosti AMP in njenih senzorjev in se pri obdelavah ravnati po zmogljivostih novih senzorjev in ne po predpisanih, ki mnogi upoštevajo klasične možnosti. Posebno skrb je treba posvetiti formiranju datotek merjenih in izvedenih vrednosti.
5. Na podlagi dosedanjih uspehov pri uvajanju AMP in računalniške obdelave podatkov lahko z veseljem ugotovimo, da smo zmožni glavno delo pri načrtovanju razvoja in realizacije avtomatizacije opraviti z lastnimi silami ter sodelovanjem domačih institucij ter industrije. Pri tem moramo glede na naravo našega dela računati na sodelovanje s Svetovno meteorološko organizacijo in drugimi meteorološkimi službami.
6. Za obsežno razvojno delo, ki ga moramo opraviti v prihodnjih letih, so potrebna znatna denarna sredstva. V ta namen je potrebno skleniti samoupravni dogovor za ustanovitev sklada za financiranje razvoja komponent AMP, senzorjev in programov za delovanje avtomatskih sistemov.

LITERATURA

- /1/ COST 72 Tehnical Conference on Automatic Weather Stations - University of Reading - 1976.
- /2/ WMO Tehnical Conference on Instruments and Methods of Observation (TECI-MO), Hamburg, July 1977.

MOŽNOSTI UPORABE MIKRORAČUNALNIKOV PRI AVTOMATSKIH MERILNIH
POSTAJAH

THE USE OF MICROCOMPUTERS IN AUTOMATIC MEASURING STATIONS

Jože ŠNAJDER

Institut "Jožef Stefan", Univerza v Ljubljani

SUMMARY

The advanced electronic technology of large scale (LSI) and very large scale (VLSI) integrated circuits enables quite new approaches in solving the technical problems. This paper indicates the possibilities how the microcomputer technology could be applied in hydrometeorological measuring stations and environmental control systems.

POVZETEK

Sodobna elektronska tehnologija integriranih vezij velike in zelo velike integracije omogoča povsem nove pristope pri reševanju tehniških problemov. V referatu so nakazane možnosti, ki jih uporaba teh vezij nudi pri avtomatskih merilnih sistemih na področju hidrometeorologije in nadzoru škodljivih vplivov v okolje.

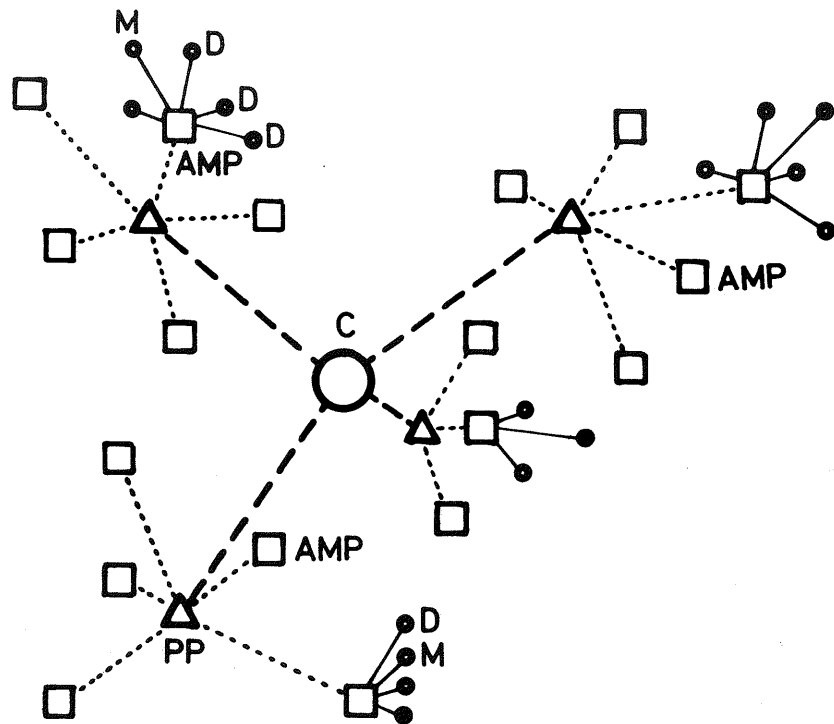
UVOD

Učinkovit nadzor škodljivih vplivov na okolje terja kontinuirano merjenje tako ekoloških parametrov, kot tudi hidrometeoroloških elementov. Poleg tega zahteva vrsta gospodarskih in negospodarskih služb čedalje pogosteje od hidrometeorološke službe fizikalno sliko o hidrometeoroloških pojavih. Nadzor okolja v širšem smislu - ekologija, meteorologija, hidrologija - pomeni z merilnega stališča izredno obsežen in zahteven sistem zaradi velikega števila merilnih mest, ki so porazdeljena na obsežnem ozemlju ter zaradi zahtevnosti merilnih postopkov. Z informacijskega stališča imamo v hidrometeorološkem merilnem sistemu naslednje zahteve: vpogled v trenutno sliko dogajanj na celotnem opazovanem ozemlju iz centralnega mesta, statistično spremljanje pojavov celotnega področja prav tako na centralnem mestu, vpogled v dogajanja na številnih od centra oddaljenih mestih, pri čemer je tak vpogled lahko rezultat lokalnih opazovanj in obravnave informacij ali pa posredovan iz centra, ki zbira informacije s celotnega opazovanega področja. Iz tega sledi, da imamo v tem primeru opravka tudi z obsežnim sistemom za prenos informacij. Dosedanji načini zajemanja in centralne obdelave podatkov ne morejo zadostiti gornjim zahtevam, tudi če uvedemo avtomatsko računalniško obdelavo. Po naravi predstavlja nadzor okolja z meteorologijo in hidrologijo primer porazdeljenih virov informacij in porazdeljenih uporabnikov.

Glede na to in glede na zahtevo po fizikalni sliki opazovanih pojavov je naravno tudi porazdeljeno procesiranje merilnih podatkov. Za realizacijo sistema porazdeljenega procesiranja merilnih podatkov pa so mikroročunalniki prav posebej primerni.

MERILNO OMREŽJE

Da bi lahko zadostili osnovnim zahtevam, ki se danes postavljajo pred hidrometeorološko službo, vključno z varstvom okolja, potrebujemo merilno omrežje. Zasnova takega omrežja, ki za primer lahko pokriva ozemlje republike, je prikazana na sl. 1. Omrežje je v tem primeru zasnovano kot večkratno in večnivojsko zvezdasto omrežje.



Slika 1 Zasnova hidrometeorološkega in ekološkega merilnega omrežja. C pomeni centralno postajo z miniračunalnikom, PP so področne postaje, ki skrbijo za povezavo med centralno postajo in merilnimi postajami, AMP so avtomatske merilne postaje z mikroročunalniki, D in M so dajalniki in merilniki meteoroloških, hidroloških in ekoloških parametrov.

Fig. 1 Scheme of hydrometeorological and ecological measuring grid. C - central station with microcomputer, PP - local stations in charge of transmission among central station and measuring stations, AMP - automatic measuring stations with microcomputers, D and M - sensors and measuring devices of meteorological, hydrological and ecological parameters.

Prvo zvezdasto strukturo najdemo na avtomatskih merilnih postajah (AMP), na katere so zvezdasto priključeni dajalniki in merilniki. Dajalniki in merilniki so lahko meteorološki, hidrološki, ekološki ali mešani. AMP služi kot zbiralec podatkov, lahko pa merilne podatke ustrezno sproti obdelata in prikazuje ali izpisuje na postaji sami ali pa tudi glede na lokalno stanje posameznih merjenih parametrov avtomatično ukrepa (mikroklimatološka postaja, nadzor emisije in avtomatsko ukrepanje, nadzor hidroloških parametrov in avtomatično krmiljenje zapornic in slično). Povezava dajalnikov in merilnikov je normalno žična, dolžine žičnih povezav so lahko od nekaj deset ali sto metrov, do več kilometrov. Za povezavo sta ponavadi potrebna eden ali dva telefonska para. Avtomatsko merilno postajo z opisanimi lastnostmi najuspešneje realiziramo z uporabo mikroročunalnika. V zvezdasti strukturi AMP, pa je mikroročunalnik lahko vključen tudi že v posameznih merilnikih. Avtomatska merilna postaja z mikroročunalnikom posreduje svoje podatke področni postaji (PA). Prenos podatkov iz AMP se opravi redno, ko področna merilna postaja to zahteva. Glede na to, da vsebuje AMP mikroročunalnik, pa tudi AMP sama po potrebi (alarmna stanja) pokliče področno postajo in sporoči podatke o stanju na postaji.

Drugo zvezdasto strukturo v merilnem omrežju ustvarja področna postaja s priključenimi avtomatskimi merilnimi postajami. Področne postaje so na ozemlju, ki ga pokriva omrežje, postavljene na tista mesta, kjer je ponavadi tudi večje število uporabnikov hidrometeoroloških in ekoloških podatkov. Dokler so izvedeni podatki, ki jih zahtevajo uporabniki nekega področja le rezultat podatkov merilnih postaj na tistem področju, deluje področno omrežje avtonomno. Tak sistem ima veliko prednost pred sistemom, kjer opravimo najprej prenos osnovnih podatkov v glavni center na obdelavo, potem pa obdelane podatke posredujemo nazaj uporabnikom nekega področja. Čeprav zahtevajo naloge področne postaje kompleksnejšo obravnavo podatkov, predvsem pa tudi zahtevnejše protokole za prenos podatkov, so današnji mikroročunalniki že toliko zmogljivi, da lahko opravljajo delo področnih postaj.

Najvišjo zvezdasto strukturo predstavljajo področne postaje, vezane na centralno postajo. Prav tako pa ima centralna postaja tudi svojo kategorijo uporabnikov hidrometeoroloških uporabnikov. Med te uporabnike sodijo tudi področne postaje, zlasti v primerih, ko centralna postaja na podlagi poznavanja razmer na eni ali več področnih postajah predvidi, kaj se bo dogajalo na področju neke tretje področne postaje in ji to sporoči.

Tako zasnovano merilno omrežje, kot ga prikazuje sl. 1, z uporabo mikroročunalnikov, zlasti na tistih delovnih mestih, ki jih je v omrežju največ (merilniki, AMP in PP), omogoča avtomatično zajemanje podatkov v taki obliki, da je mogoče dobiti fizikalno sliko o opazovanih pojavih, nudi že obdelane podatke velikemu številu uporabnikov iz raznih krajev in daje hkrati vsak trenutek s centralnega mesta, brez številnega prenosa podatkov, sliko nad dogajanjem na celotnem ozemlju. Pomembno je pri tem tudi to, da imamo tako na merilnih postajah kot na področnih in centralni postaji na enem mestu dostopne meteorološke, hidrološke in ekološke podatke.

AVTOMATSKA MERILNA POSTAJA

Avtomatska merilna postaja je osnovni člen v merilnem omrežju. Zgradbo merilne postaje prikazuje sl. 2. Osnovne naloge avtomatske merilne postaje so naslednje:

- Zajema merilne podatke z dajalnikov in merilnikov, ki dajejo podatke o merjenih fizikalnih pojavih v obliki analognih, digitalnih ali impulznih električnih signalov.
- Sproti obdeluje podatke. Med osnovne obdelave sodi avtomatska kalibracija merilnikov in sprotno računanje korektur, linearizacije karakteristik dajalnikov, računanje vektorskih in skalarnih srednjih vrednosti in ekstremov, transformacija električnih veličin v fizikalne vrednosti itd.
- Prikazuje, zapisuje in prenaša po potrebi trenutne in izvedene vrednosti, skupaj z identifikacijo merilnega mesta ter s časom meritve in datuma.
- Nadzira pravilnost lastnega delovanja in stanja na merilni postaji.
- Omogoča vnašanje podatkov, ki so rezultat vizualnega opazovanja pojavov, kjer je to potrebno.

Bistvena prednost merilne postaje z mikroročunalnikom pred neintelligentnimi merilnimi postajami je v tem, da ostane elektronska oprema (aparatura) vedno ista, ne glede na to, ali merimo meteorološke, hidrološke, ekološke ali katere druge podatke, saj se glede na merjene veličine samo uporabi ustrezn program v mikroročunalniku. S spreminjanjem in dodajanjem programske opreme pa lahko vedno prilagajamo zmogljivost take postaje potrebam. Te lastnosti avtomatske merilne postaje omogočajo po eni strani postopno izpopolnjevanje merilnega sistema, po drugi strani pa ravno z možnostjo dodajanja in spreminjanja programske opreme zagotavljajo, da taka postaja ne zastari.

Današnja tehnologija mikroročunalnikov omogoča, da so avtomatske merilne postaje lahko majhnih dimenzij in teže-prenosne, da porabijo za svoje delovanje (reda 1 W) minimalno električne energije. Stroški za postavitve avtomatske merilne postaje pa se povrnejo že prej kot v enem letu, če upoštevamo stroške za ročna merjenja, zlasti pa še stroške za OF LINE obdelavo podatkov, bodisi ročno ali računalniško. Pri tem pa sploh ni mogoče primerjati prednosti, ki jih daje mikroročunalniška merilna postaja v tem pogledu, da so merilni rezultati na vseh merilnih postajah izmerjeni po enakih objektivnih kriterijih, in drugo, da so podatki vseh postaj, trenutni in že obdelani, na voljo vsak trenutek brez faznih premaknitev, tako v centru kot pri številnih dislociranih uporabnikih.

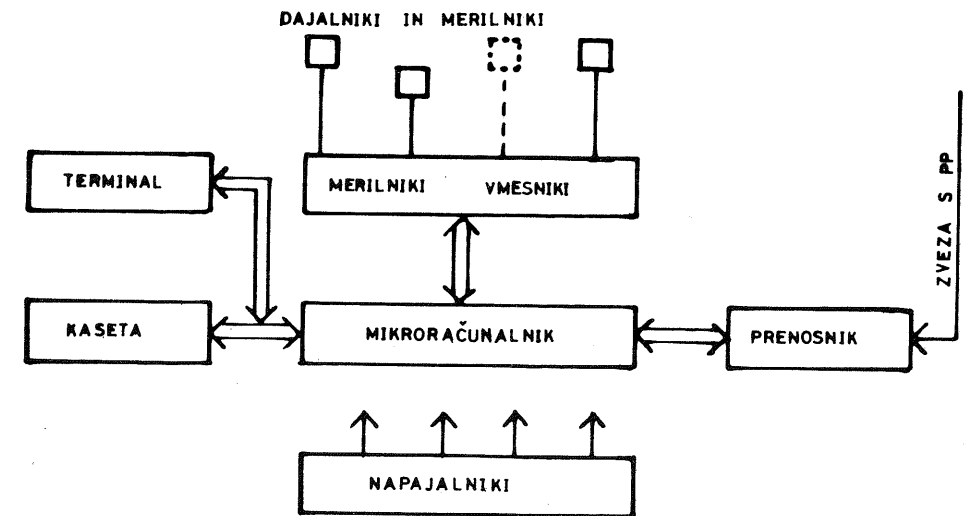
ZAJEMANJE PODATKOV

Zajemanje podatkov za numerično obdelavo vsebuje digitalizacijo podatkov kot bistveni element. Postopek digitalizacije vsebuje dva procesa: vzorčenje (sampling) in kvantizacija. Fizikalne pojave, ki so v veliki meri zvezne funkcije časa, digi-

taliziramo tako, da vzamemo določeno število odčitkov - vzorcev v enoti časa - in pri tem vsak odčitek spremenimo v številčno vrednost (kvantiziramo). Nenačnost pretvorbe v številčno vrednost predstavlja kvantizacijski šum. Vendar lahko s sodobnimi elektronskimi pretvorniki izvedemo kvantizacijo brez težav dovolj natančno. Nekoliko več pozornosti pa zahteva izbira pogostosti vzorčenja - pogostosti odčitavanja merjene funkcije. Preveč na gosto jemanje vzorcev vodi k nepotrebno velikemu številu podatkov, ki ne dajejo nič več informacij o opazovanem pojavu. Preredko jemanje vzorcev-odčitkov - pa lahko dovede do resnih napak in s tem k napačni sliki opazovanega fizikalnega pojava. Pravilo, ki ga moramo pri vzorčenju upoštevati izhaja iz teorema vzorčenja. Če predstavimo merjeno veličino z njenim frekvenčnim spektrom $F(f)$, ki ga sestavlja linearna kombinacija sinusoid z ustrežno amplitudo, frekvenco (f) in fazo, je teorem vzorčenja definiran z enačbo:

$$F(f) = 0 \quad \text{za} \quad f \geq f_c$$

kjer je $f_c = \frac{1}{2T}$ in je T čas med dvema vzorcema. Preprosto povedano, če želimo, da zaradi pogostosti odčitavanja merjene funkcije ne bo prišlo do napak, moramo narediti vsaj dva odčitka na valovno dolžino najvišje frekvence, ki v frekvenčnem spektru opazovanega pojava nastopa.



Slika 2 Zasnova avtomatske merilne postaje z mikroročunalnikom. Osnovni elementi postaje so merilniki in dajalniki, merilniki in vmesniki, mikroročunalnik in napajalniki. Terminal za prikaz podatkov in za vnašanje podatkov vizualnih opazovanj in kasete so dodani po potrebi. Prenosnik je standarden del postaje, če je vključena v omrežje.

Fig. 2 Scheme of automatic measuring station with microcomputer. Basic elements of the station are: measuring devices and sensors, measuring devices and connection units, microcomputer and power supplies. Terminal for presentation of data and introduction of visual observations and a cassette are added when necessary. Transmitter is a standard part of the station, if it is incorporated in the observation grid.

Če za ilustracijo vzamemo merjenje smeri ali hitrosti vetra, kjer postavimo, da se najhitrejše spremembe dogajajo v času reda velikosti dveh sekund ($f_c=0,5$), potem je najdaljši dovoljen čas med dvema odčitkoma ($T = \frac{1}{2 \cdot f_c}$ ena sekunda).

Pri ročnem zajemanju podatkov, bodisi z neposrednim odčitavanjem ali z odčitavanjem z rekorderskega zapisa, pri mnogih opazovanih pojavih ni mogoče zado-
stati gornjim pogojem. Za avtomatske postaje, ki podatke samo zajemajo (data-
loggerji) je gornji pogoj sicer mogoče izpolniti, vendar pridemo do končnih - ob-
delanih podatkov šele z naknadno obdelavo. Uporaba mikroračunalnikov na meril-
nih postajah pa, prvič, reši problem zajemanja podatkov, poleg tega pa sproti
med jemanjem vzorcev tudi že podatke obdela. Z mikroračunalniško merilno po-
stajo kot jih že uporabljamo za meteorološke in ekološke parametre, lahko v ne-
kaj sekundah izmerimo 16 merjenih vrednosti in še opravimo vse potrebne osnov-
ne obdelave.

ZAKLJUČEK

Če želimo imeti tekočo fizikalno sliko o dogajanju v okolju, kar je posebnega po-
mena za nadzor škodljivih vplivov na okolje za meteorološko in hidrološko služ-
bo, potem je glede na naravo problematike potrebno merilno omrežje s porazde-
ljenim procesiranjem in obdelavo podatkov. Na ta način bistveno poenostavimo in
pocenimo prenos podatkov, obenem pa zagotovimo številnim dislociranim porabni-
kom, hidrometeorološke in ekološke podatke v že obdelani obliki. Tako merilno
omrežje pa lahko ustvarimo z uporabo mikroračunalnikov v avtomatskih merilnih
postajah, področnih postajah in samih merilnikih.

LITERATURA

- /1/ SOUČEK, B.: Minicomputers in Data Processing and Simulation, Wiley-Inter-
science, 1972.
- /2/ SOUČEK, B.: Microprocessors and Microcomputers, Wiley-Interscience, 1976.

DOMAČA AVTOMATSKA POSTAJA Z MIKRORAČUNALNIKOM
HOME BUILT AUTOMATIC MEASURING STATION WITH MICROCOMPUTER

Martin LESJAK
Institut "Jožef Stefan", Univerza v Ljubljani

SUMMARY

A construction of microcomputer-controlled automatic measuring station is described in the paper. The station is built according to unified concept which permits standardisation of hardware and software modules for different types of measuring stations. Hardware and software parts are presented separately.

POVZETEK

V referatu je opisana konstrukcija domače avtomatske merilne postaje z mikro-računalnikom, zgrajene po konceptu enotne zasnove avtomatskih postaj. Opisana je tako zgradba merilnega dela z vmesniki kot tudi računalniški del in softwar-ska oprema ter prednosti, ki jih nudi takšna postaja v primerjavi s starejšim konceptom.

UVOD

Nadzor okolja pomeni v sodobnem svetu, zaznamovanem z vsemi prednostmi, pa tudi nevarnostmi, ki jih nosi s sabo vrtoglavi razvoj tehnike in industrije, za človeka edino upanje, da bo ponovno vzpostavil kontrolo nad sorazmerji v naravi in se izognil ekološkemu samomoru, v katerega ga pehajo njegovi lastni neodgovorni posegi v naravo.

Prav zaradi spoznanja, kako tragične in dolgoročne so lahko posledice nenadzorovanih škodljivih vplivov na okolje, smo povsod po svetu, pa tudi pri nas, priča vse večji skrbi za ohranitev čistega okolja, ki izhaja iz porajajoče se osveščenosti ljudi, da je človek še vedno neločljivo povezan z naravo in da je skupaj z njeno določena tudi naša lastna usoda.

Nadzor okolja vključuje v prvi vrsti spremljanje in merjenje meteoroloških, hidroloških in ekoloških parametrov, kajti le na osnovi takih meritev lahko dobimo pregled nad stanjem našega okolja, nad vplivom posameznih onesnaževalcev, širjenjem onesnaženosti in drugimi parametri, ki so nujno potrebni za učinkovito in pravočasno ukrepanje.

Meritev v takšnem obsegu in obdelave podatkov, ki naj bi dala jasno sliko o onesnaženju ožjih (okolica onesnaževalcev) in širših območij naše domovine pa si, to je danes najbrž že povsem jasno, ni mogoče zamisliti brez mreže avtomatskih merilnih postaj, ki bi vključevale avtomatski prenos podatkov in njihovo računalniško obdelavo.

Prispevek Instituta Jožef Stefan v tej smeri je enotni koncept takšnega omrežja in razvoj prve domače avtomatske merilne postaje, s katero lahko merimo parametre s področja hidrologije, meteorologije in ekologije in ki je opisana v nadaljevanju.

KONCEPT GRADNJE AVTOMATSKIH POSTAJ

Po študiju zgodovine razvoja avtomatskih merilnih postaj in izkušenj, ki jih imajo pri njihovi uporabi v svetu, ter ob upoštevanju najnovejših tehniških dosežkov v elektroniki smo na IJS poskušali poiskati najustreznejši koncept za gradnjo merilnih postaj v jugoslovanski mreži za nadzor okolja, po katerem je zgrajena tudi prva takšna postaja - merilni sistem M 800.

Osnove tega koncepta so:

Modularna zgradba postaj naj omogoča enostavno spreminjanje njene konfiguracije in naknadne razširitve.

Delovanje postaje nadzoruje mikroročunalnik, kar znatno poenostavi konstrukcijo elektronike, omogoča neprimerno večji obseg obdelav, nudi možnost spreminjanja obsega in načina obdelav z uporabo standardnih programskih modulov, zmanjša dimenzije in energetsko porabo postaj.

Vsaka postaja mora imeti možnost enostavnega realiziranja prenosa podatkov v centralo, bodisi po najetih ali komutiranih linijah ali prek UKV zvez, ter na ta način možnost povezovanja v mrežo merilnih postaj.

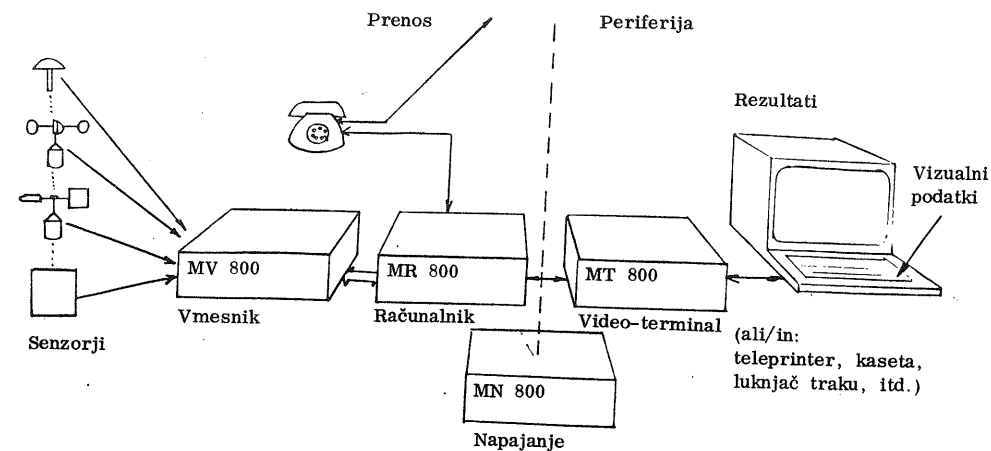
Avtomatska postaja mora v primerjavi s klasičnim načinom merjenja nuditi kvalitetnejše in zanesljivejše podatke ter izboljšati nivo obdelav podatkov.

ZGRADBA MERILNEGA SISTEMA M 800

Vsako merilno postajo lahko funkcionalno razdelimo v nekaj delov, ki opravljajo značilne funkcije:

- zbiranje podatkov,
- nadzor delovanja postaje ter obdelava podatkov,
- prikaz rezultatov obdelav podatkov in lokalni zapis,
- prenos podatkov,
- oskrba z energijo.

Omenjene funkcije smo v sistemu M 800 porazdelili po posameznih enotah, kot kaže sl. 1.

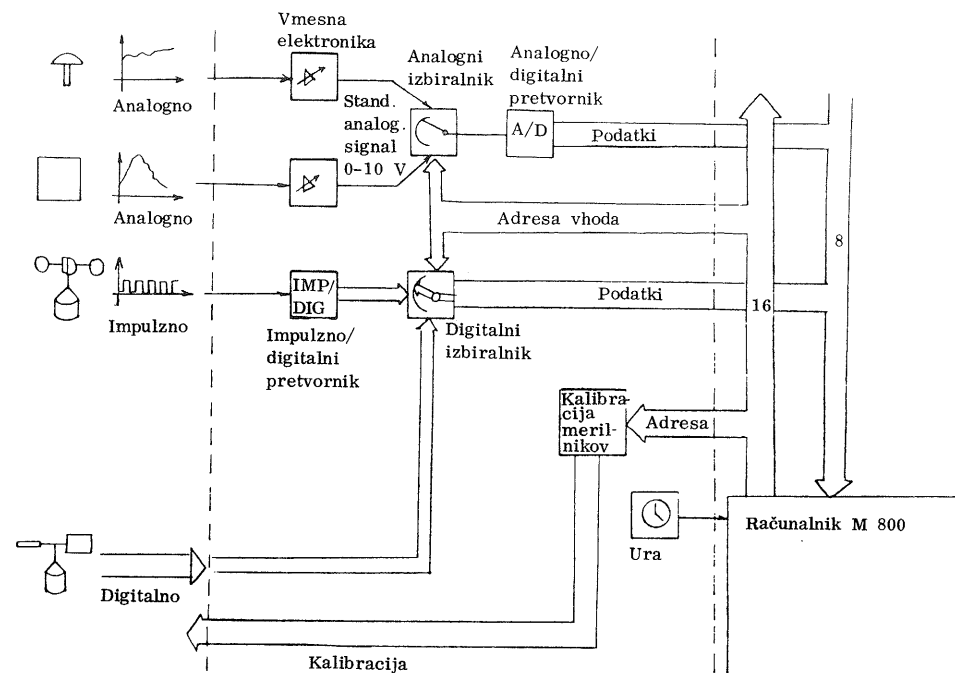


Slika 1 Konfiguracija sistema M 800

Fig. 1 Configuration of M 800 System

Vmesnik MV 800 je enota, na katero so z ene strani priključeni merilni senzorji in dajalniki, z druge pa mikroročunalnik. Senzorji so lahko domači (na eksperimentalni sistem M 800 so priključeni na IJS izdelani senzorji za merjenje smeri in hitrosti vetra, temperature in relativne vlage), ali uvoženi ustrezne kvalitete, kot npr. monitorji za merjenje ekoloških parametrov. Senzorji za sistem M 800 imajo lahko analogne, digitalne ali impulzne izhode. V vmesniku MV 800 so ustrezna elektronska vezja, ki analogne signale spremenijo v standardno napetostno območje 0-10 V in jih, potem ko ustrezni signal izberemo prek analognega izbiralnika, digitalizirajo. Impulzne signale v enoti MV 800 prav tako pretvorimo v paralelno digitalno obliko in jih prek digitalnega izbiralnika vodimo v mikroročunalnik (sl. 2). MV 800 omogoča tudi računalniku, da po potrebi kalibrira merilnike, hkrati pa mu daje podatke o realnem času (ura).

Mikroročunalnik MR 800 je zgrajen okrog centralne procesne enote TMS 8080 in je lahko opremljen v standardni izvedbi z največ 16 k pomnilnika, v katerem je shranjen program obdelav in rezultati meritev. V sistemu M 800 je mikroročunalnik osnovni del sistema, ki prevzema podatke od vmesnika, jih obdeluje ter posreduje rezultate perifernim enotam. V primerjavi s hardwareško konstruirano kontrolno elektroniko je mikroročunalnik neprimerno manjši, predvsem pa zmogljivejši in fleksibilnejši in si je zato upravičeno utrl pot v praktično uporabo že na vseh področjih tehnike.



Slika 2 Bločna shema merilnega sistema
Fig. 2 Block Diagram of Measuring System

Na področju obdelav mikroročunalnik omogoča:

- zbiranje podatkov,
- konverzijo v fizikalne enote,
- koncentracijo podatkov v izvedene vrednosti, npr.:
 - srednje vrednosti
 - ekstreme
 - standardno deviacijo
 - vektorsko analizo (veter)
 - itd.
- zapis podatkov na različne medije (TTY, trak, kasete, itd.),
- alarmiranje ob alarmnih vrednostih,
- kalibracijo dajalnikov,
- kontrolo delovanja in alarmiranje ob nepravilnostih (izpadi napajanja, nepravilno delovanje, nesmiselni podatki, itd.),
- prenos podatkov.

Mikroročunalnik MR 800 je v celoti razvit in izdelan na IJS in je kot samostojna enota uporaben tudi v druge namene nap odročju avtomatske kontrole in obdelave podatkov ter za vodenje procesov.

Mikroročunalnik posreduje rezultate obdelav perifernim enotam. Na sistem M 800 lahko priključimo praktično vsako od standardnih računalniških perifernih enot. Največkrat uporabljane vhodno/izhodne enote so:

Video terminal MT 800, na katerega lahko priključimo večje število televizijskih monitorjev (standardni TV sprejemniki), in ki omogoča spremljanje rezultatov meritev na več prostorsko razmaknjenih mestih (letališča, informacijski sistemi). Prek tastature terminala lahko v merilni sistem vnašamo tudi vizualne podatke (oblačnost, višina oblakov, itd.).

Telexrinter je kot periferna enota primeren v primerih, ko zahtevamo dokumentira zapis (hard copy).

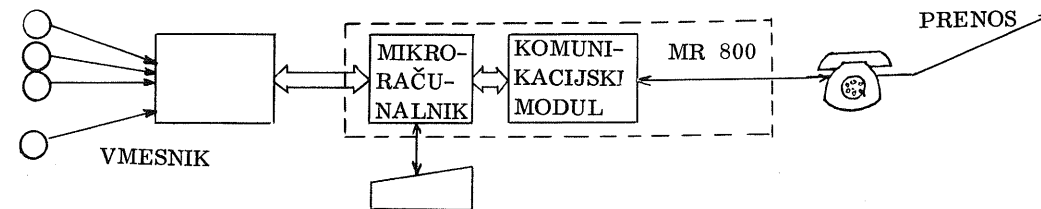
Z zapisom na digitalno magnetno kaseto na prikladen način arhiviramo podatke na medij, uporaben za nadaljnjo računalniško obdelavo.

Vse našteje periferne enote so bile na sistemu M 800 že preizkušene v praksi in pokrivajo širok razpon potreb. V specialnih primerih lahko na sistem priključimo tudi posebne periferne enote, kot npr. tastaturo za vnašanje vizualnih podatkov.

Napajalnik MN 800 za vse našteje enote nudi potrebne elektronsko stabilizirane in zaščitene napetosti. Ob priključitvi na akumulatorsko napajani pretvorniški sistem je možno neprekinjeno delovanje tudi ob daljših izpadih električne energije.

Bločna shema sistema M 800 je prikazana na sl. 2.

Prenos podatkov je realiziran s posebnim mikroročunalniškim kontroliranim prenosnim modulom, ki omogoča avtomatski prenos prek najetih telefonskih linij (komutiranega telefonskega omrežja, cenenost prenosa!), ali UKV zvez. Prenos realiziramo z vključitvijo tega modula v konfiguracijo postaje, kot kaže sl. 3. Prenosni modul je glede na originalnost zasnove opisan v posebnem referatu.



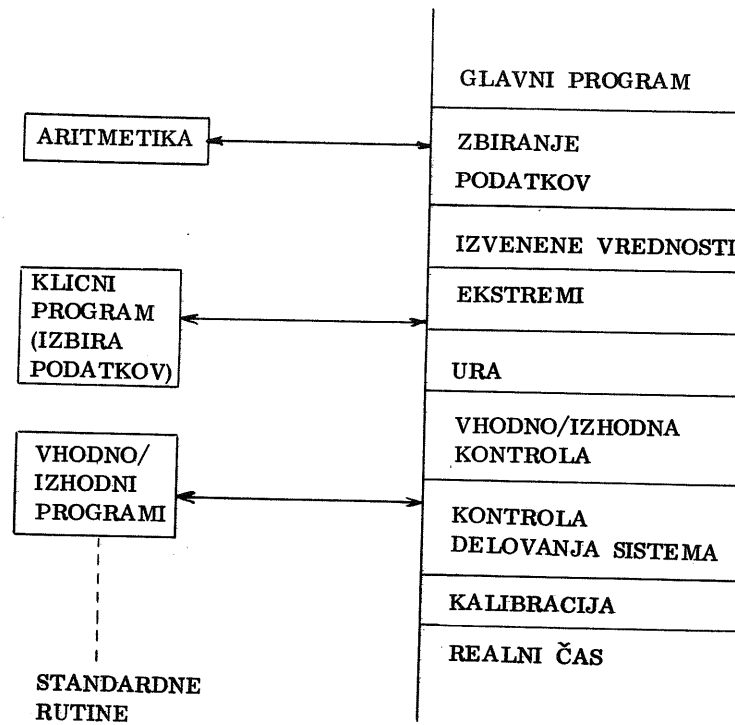
Slika 3 Realizacija prenosa podatkov v sistemu M 800
Fig. 3 Approach to Data Transmission in M 800 System

PROGRAMSKA OPREMA

Kot fizična zgradba postaje je tudi programska oprema standardizirana in sestavljena modularno. S kombinacijo posameznih modulov dosežemo različne obsege podatkov, različne načine prikaza rezultatov, alarmiranja in sl. Konfiguracija postaje in željeni način delovanja vplivata le na izbiro in grupiranje standardnih programskih blokov v ustrezni program, ki ga je naknadno možno zelo enostavno spreminjati, s tem pa menjati osnovne lastnosti sistema.

Na koncu naj med prednosti mikrorračunalniške obdelave podatkov omenimo še povsem nove možnosti, ki jih taka obdelava odpira, kot so npr. vektorska obdelava vetra, računanje statističnih parametrov, itd.

Sl. 4 prikazuje nekatere standardne programske bloke, uporabljene v sistemu M 800.



Slika 4 Nekateri standardni programski bloki, uporabljeni v programski opremi sistema M 800

Fig. 4 Standard Program Blocks Used in M 800 Station

ZAKLJUČEK

Povečana skrb za okolje se je pokazala tudi v povečanju zahtev po ustreznem sodobnem in tehnično dognanem instrumentariju za spremljanje stanja in posegov v okolje. Rezultat teh zahtev je merilni sistem M 800, ki, upamo, v polni meri ustreza pogojem za zanesljivo, kvalitetno in kontinuirano merjenje. Praktično testiranje in izpopolnjevanje delov sistema ali celotnih postaj, ki je že v teku, bo ob sodelovanju z meteorologi, hidrologi in strokovnjaki za zaščito okolja, odpravilo tudi pomanjkljivosti, ki se jim pri tako široko zasnovanem projektu ni mogoče povsem izogniti, in prispevala k učinkovitejšem varstvu okolja - cilju, ki je življenjsko pomemben za nas vse.

PRENOS PODATKOV V MREŽI HIDROMETEOROLOŠKIH POSTAJ
DATA TRANSMISSION IN THE SYSTEM OF HIDROMETEOROLOGICAL STATIONS

Emil MANDELJC
Institut "Jožef Stefan", Ljubljana

SUMMARY

The paper presents the design of data transmission in the automatic measuring system. Basis of the transmission is a microcomputer controlled communication module as a part of an intelligent measuring station. In the system the main station calls individual stations and requires data transmission. When values of the measuring parameters are critical, every separate station may call the main station and transmit the data.

Data transmission can be obtained by telephone lines or wirelessly.

POVZETEK

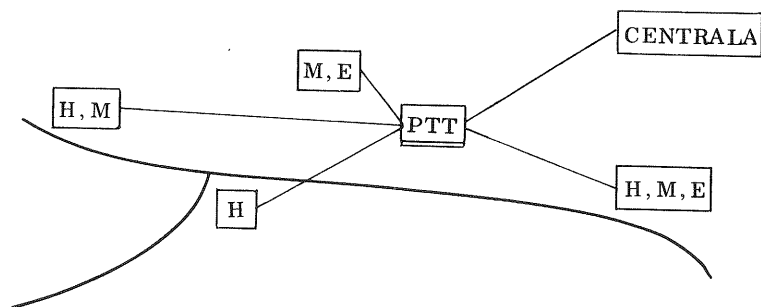
V referatu je opisan koncept prenosa podatkov v mreži avtomatskih merilnih postaj. Osnova za prenos podatkov je komunikacijski modul z mikroračunalnikom, ki je hkrati sestavni del inteligentne merilne postaje. V omrežju kliče centrala posamezne postaje in zahteva prenos podatkov. Ob kritičnih vrednostih merjenih parametrov lahko vsaka postaja pokliče centralo in sporoči podatke.

Prenos podatkov je lahko izveden po telefonskih linijah ali brezžično.

UVOD

Če želimo uporabiti sistem avtomatskih merilnih postaj, v katerem ima ena nalogo, da obdeluje parametre, ki jih merijo druge merilne postaje, moramo uporabiti sistem za prenos podatkov med postajami in centralo.

Ni potrebno, da so parametri, ki jih merilne postaje merijo, enaki. Tako lahko na eno centralno postajo priključimo avtomatske merilne postaje, ki merijo hidrološke, meteorološke ali ekološke parametre.



Slika 1 Mreža avtomatskih merilnih postaj. Postaje merijo hidrološke (H), meteorološke (M) in ekološke (E) parametre in jih obdelane prek PTT omrežja pošiljajo v centralno enoto, ki opravlja statistiko in skrbi za nadzor.

Fig. 1 Automatic measuring system. Stations measure hydrological (H), meteorological (M), and ecological (E) parameters. Results of data processing performed at automatic measuring station are sent by telephone lines to the central unit which collects the data and effects the control.

MOŽNOSTI PRENOSA

1. Prva možnost je, da je vsaka avtomatska merilna postaja vezana na centralno enoto s fiksno linijo.

Prednost te variante je v enostavnem protokolu za prenos podatkov in izbira razdelitve dela. Tako merilne postaje lahko le merijo določene parametre, obdeluje pa jih centralna enota; lahko pa vsaka merilna postaja obdelata podatke in centralna enota rabi le za zbiranje podatkov.

Slaba stran pa je visoka cena fiksne linije.

2. Bolj ekonomična je druga varianta, kjer prenašamo podatke po že obstoječem telefonskem omrežju. V avtomatsko merilno postajo vgradimo komunikacijski modul, ki rabi za vzpostavljanje zvez in prenos podatkov.

S sprotno obdelavo podatkov zmanjšamo število podatkov. Ker prenašamo večje bloke, zadostuje manjše število javljanj na dan. To je odvisno od števila merjenih parametrov in glede na obseg spomina v merilni postaji.

Centralna enota v tem primeru opravlja statistični izračun in skrbi za nadzorno alarmno javljanje.

3. Brežžične zveze lahko uporabimo po prvi varianti in po drugi. Uporabljamo pa jih lahko v kombinaciji z eno ali drugo.

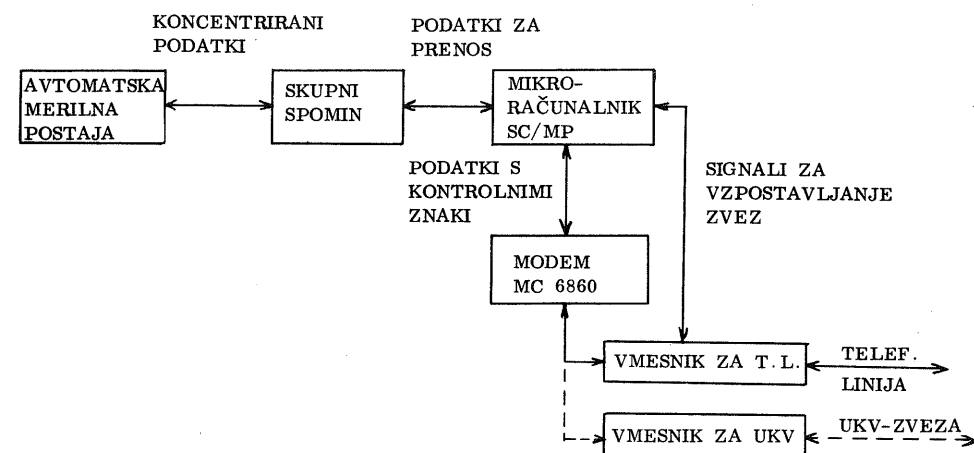
Uporaba teh zvez zahteva podobne komunikacijske module, le vmesniki za priključitev so različni.

Uporabne so zlasti na področjih, kjer je težko napeljati žične vode (planinske postojanke). Slaba stran pa je odvisnost prenosa od konfiguracije tal in drugih vplivnih parametrov.

KOMUNIKACIJSKI MODUL

Glede na omenjeno problematiko smo na Institutu Jožef Stefan v Ljubljani razvili komunikacijski modul z mikroračunalnikom SC/MP in standardnim modelom MC 6860.

Modul je sestavni del inteligentne merilne postaje in rabi za vzpostavljanje zvez, prenos podatkov in kontrole prenosa.



Slika 2 Blokovna shema komunikacijskega modula, shematska priključitev na avtomatsko merilno postajo in na linijo za prenos podatkov.

Fig. 2 Block diagram of communication module, schematic connection to the automatic measuring station and connection to the data transmission line.

Mikroračunalnik, ki v avtomatski merilni postaji opravlja meritve in obdelavo izmerjenih parametrov, shranja koncentrirane podatke v skupni spomin.

SC/MP prične po vzpostavitvi in potrditvi linije prenašati podatke iz skupnega spomina merilne postaje v komunikacijski modul v centralni enoti, kjer se podatki pišejo v podobno spominsko enoto.

SC/MP rabi v tem primeru tudi kot paralelno-serijski pretvornik in obratno v sprejemnem modulu. Generira tudi parnostni byt - prva kontrola; hkrati pa šteje število poslanih bytov. Po zaključku bloka odda število bytov. S tem sprejemni SC/MP preveri pravilnost prenosa - druga kontrola.

Serijsko informacijo SC/MP odda v standardni modem MC 6860. Modulirani signal nato prek vmesnika oddamo v telefonsko linijo.

Sprejemni modul, ki je v sprejemnem stanju vodi informacijo iz telefonske linije prek vmesnika v modem, kjer se demodulira, in nato jo SC/MP spremeni v vzporedno informacijo in vpiše na določeno mesto v spomin.

Modul se postavi v sprejemno ali oddajno obratovanje glede na to, ali je bil on klicani ali pa je on klical. SC/MP ima v vsakem obratovanju svoj program, modem pa uporablja obratno kombinacijo frekvenc.

Hitrost prenosa je 500 baudov, modem pa uporablja standardni frekvenci, ki ju dovoljuje PTT.

Vmesniki rabijo za:

- zaznavanje "zvonjenja" - poziva,
- za izbiranje števil in ugotavljanje odziva linije.

Komunikacija je izvedena s flagi in vhodoma SA in SB.

SC/MP ima dodano 1 k EPROM spomina in 1/4 k RAM spomina brez skupnega spomina.

PROGRAMSKA OPREMA

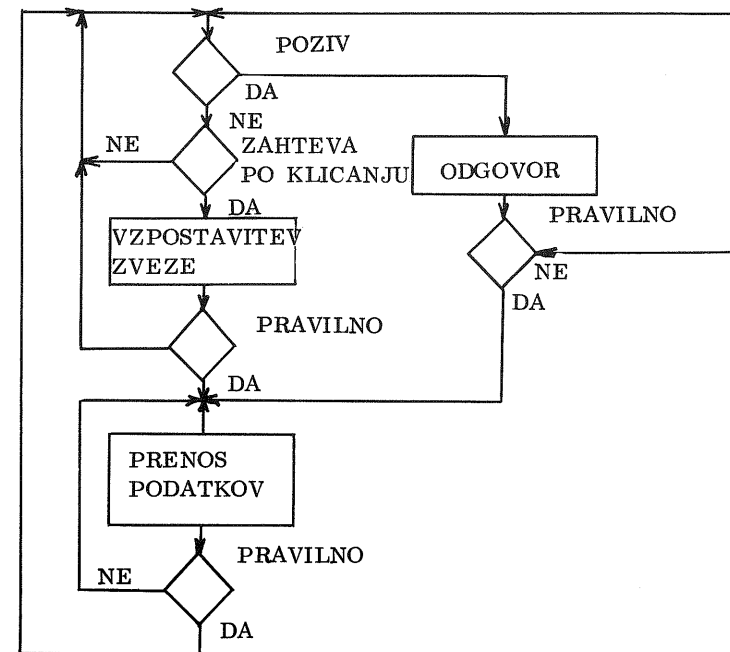
SC/MP ima tri (štiri) podprograme:

- izbiranje števil in ugotavljanje odziva linije,
- oddajni program,
- sprejemni program,
- (program za izpis na TTY ali video terminal).

Glavni program pa je za module v merilnih postajah in za centralno enoto različen. Obdelal bom le program v SC/MP, ki je v merilni postaji.

Ta program poteka, kot sledi:

Najprej SC/MP preveri, če je klican. Če ni, preveri, če je on dobil povelje za klicanje centrale. Če povelja ni, se vrne spet na testiranje poziva. Ko dobi povelje za klicanje centrale, izbere (pokliče) telefonsko številko centralne enote. Ko je zveza vzpostavljena, jo preveri, nato pa prične s prenosom podatkov.



Slika 3 Diagram poteka programa, ki je v modulu, nameščenem v avtomatski merilni postaji.

Fig. 3 Flow diagram of the main program. This program is in the module placed in the automatic measuring station.

Po končanem bloku preveri pravilnost prenosa tako, da odda število bytov, ki jih je oddal. SC/MP v sprejemnem modulu sprejeto število primerja s številom, ki ga je dobil on, ko je štel sprejete byte. Če je prenos brez napake, prekine prenos, če se je pojavila napaka, se prenos ponovi.

V primeru, da je bil on klican, najprej odda svojo šifro, in če je zveza pravilna, prične s prenosom podatkov.

Program v centrali je podoben, le da ima centrala več števil, katere kliče. Kdaj in katero bo klical, pa določa mikroračunalnik v centralni enoti.

ZAKLJUČEK

Prednost prenosa s takimi moduli je v tem, da lahko merilna postaja opozori centralo, če eden od merjenih parametrov preseže kritično vrednost in javlja druga nenormalna stanja v postaji.

Programi so sestavljeni tako, da se po izpadu električne energije avtomatsko starta glavni program. To omogoča tudi možnost izklapljanja dela modula v enotah, ki so na mestih, kjer je poraba električne energije omejena.

PROGRAMSKE ZAHTEVE ZA AVTOMATSKO METEOROLOŠKO POSTAJO
PROGRAM DEMANDS FOR AUTOMATIC WEATHER STATION

Bojan PARADIŽ, Dušan HRČEK, Andrej ŠEGULA
Meteorološki zavod SRS, Ljubljana

SUMMARY

By introducing an automatic meteorological station of the fourth generation, with the incorporated microcomputer, the extent of possible meteorological and ecological researches has increased. This has also extended the program demands for automatic weather station, which are roughly outlined in this paper.

POVZETEK

Z uvedbo avtomatske meteorološke postaje 4. generacije, ki ima vključen mikroprocesor, se je še povečal obseg možnih meteorološko-ekoloških raziskav. S tem postajajo obširnejše tudi programske zahteve za AMP, ki so v grobem zajete v tem članku.

UVOD

Razvoj avtomatskih meteoroloških postaj (AMP) je bil v zadnjih letih zelo hiter, tako da imamo danes že postaje 4. generacije, v katere je vključen mikroprocesor. Taka avtomatska postaja je že zelo izpopolnjena in njen osnovni koncept se v bližnji prihodnosti zelo verjetno ne bo bistveno spreminjal. Avtomatska postaja 4. generacije ima prav gotovo take lastnosti, da zahtevam meteorologov popolnoma zadostuje tako v pogledu sposobnosti zbiranja podatkov, kontrole delovanja in statističnih obdelav kot tudi glede komunikacijskih sposobnosti. Delovanje postaje temelji na programu, ki ga je mogoče brez težav spreminjati, in to je velika prednost, saj na ta način lahko prilagodimo zbiranje podatkov, kontrole in obdelave zahtevam, ki so posledica naglega razvoja meteorologije. Kljub vsemu pa se še vedno pojavljajo pomisleki: ali more AMP nadomestiti človeka-opazovalca? Seveda ne bi bilo nobenega napredka, če bi skušali nove podatke, ki jih daje AMP, spraviti na nivo klasično dobljenih podatkov, zato si moramo prizadevati za to, da se maksimalno izrabijo možnosti, ki jih daje avtomatizacija meritev in opazovanj.

SPLOŠNO O AMP

Strokovnjake, ki se ukvarjajo z razvojem AMP, čaka še mnogo dela, da bi bila v vseh ozirih čim bolj popolna. Kot je mikroprocesor v avtomatski postaji že precej dognan, so na drugi strani še veliki problemi s senzorji. To so problemi, ki se jih teoretično in verjetno tudi praktično da rešiti. V tem članku pa bo osvetljena druga naloga meteorologov - to so programske zahteve za AMP. V prvi fazi smo se zadovoljili z enostavnim načinom in določenimi predpostavkami, ko smo pripravljali programske zahteve za prototip domače avtomatske meteorološke postaje. Nadaljna naloga pa je, da z meritvami z AMP v naravi začeti način po potrebi popravimo, predvsem pa z novimi prijemi izboljšamo. V ta namen deluje na Meteorološkem zavodu eksperimentalna avtomatska postaja.

V svetu deluje že več vrst AMP, vendar, žal, niso standardizirane in zato podatki niso najbolj primerljivi med seboj, saj se zbirajo in obdelujejo na toliko načinov, kolikor je teh postaj. O problematiki AMP je bilo v zadnjem času več mednarodnih kongresov /1, 2/, vendar kljub temu zgoraj omenjene neenotnosti še niso odpravljene. Zgovoren primer za to je npr. čas jemanja vzorcev oziroma sempliranje: v Veliki Britaniji imajo npr. za iste meteorološke parametre pri treh različnih postajah tri različne čase sempliranja, in sicer 5 sek., 5 min. in 10 min. Finska postaja ima čas sempliranja za veter 4 sek., oz. 1 minuto za preostale parametre. Postaja za potrebe letališča pa ima čas sempliranja 2 sek. Francoska postaja ima čas sempliranja 6 minut, Philipsova 1 minuto itd.

Navadno delijo senzorje pri AMP v dve skupini: v primarno in sekundarno. Primarni senzorji so tisti, ki naj bi jih imela AMP za vse aplikacije; to so: temperatura suhega in temperatura mokrega termometra oz. vlaga, hitrost in smer vetra ter zračni pritisk. Sekundarna skupina senzorjev je dodana k primarni pri postajah za specialne potrebe. To so npr. sončno sevanje, intenziteta in količina padavin, višina baze oblakov, vidnost itd.

PROGRAMSKE ZAHTEVE ZA DOMAČO AMP

Programske zahteve, izdelane na Meteorološkem zavodu SRS, za AMP, ki jo razvija Institut Jožef Stefan, obsegajo priključitev senzorjev za merjenje naslednjih meteoroloških in ekoloških količin:

- temperature zraka	na višini 2 m z natančnostjo	0.1° C
- temperature zraka	na višini 5 cm z natančnostjo	0.1° C
- relativne vlage	z natančnostjo	2%
- zračnega pritiska	z natančnostjo	0.1 mb
- smeri vetra	z natančnostjo	10°
- hitrosti vetra	z natančnostjo	0.1 m/s
- jakosti sončnega sevanja	z natančnostjo	1 J/m ² s
- količine padavin	z natančnostjo	0.1 mm
- koncentracije SO ₂	z natančnostjo	0.01 mg/m ³
- koncentracije NO		

- koncentracije NO₂
- koncentracije CH₄total-CH₄
- koncentracije CH₄total
- koncentracije CO

Program mora biti sestavljen tako, da bo postaja delovala ne glede na število priključenih zgoraj omenjenih senzorjev.

Določiti je treba prave vrednosti merjenih količin, in to s konverzijo v vrednosti v dogovorjenih fizikalnih enotah in s korekcijo teh vrednosti.

Vzorčanje naj bi bilo za hitrost in smer vetra vsako sekundo, za vse druge podatke vsakih 5 sekund. Računanje izvedenih vrednosti za veter je prilagojeno novemu vektorskemu obravnavanju /3/. Računanje izvedenih vrednosti za druge količine obsega srednje polurne vrednosti, ekstremne vrednosti in tendence. V primeru, da bi postaja dajala vsako uro še depešo, rabimo še naslednje podatke: poprečno 10-minutno hitrost in prevladujočo 10-minutno smer vetra za zadnjih 10 minut v uri, trenutne vrednosti za temperaturo zraka na višini 2 m ter relativno vlago in pritisk.

Količino padavin in ekstremne temperature potrebujemo le ob določenih terminih. Vizualne podatke pa bi bilo treba vnesti prek konzole.

Na trak naj se izpisujejo vse polurne vrednosti, medtem ko se na zaslon poleg polurnih vrednosti izpisujejo tudi sprotne 5-sekundne vrednosti za temperaturo zraka na višini 2 m in smer ter hitrost vetra. V računanje bodo vključene tudi standardne deviacije nekaterih merjenih količin.

ZAKLJUČEK

Programske zahteve za AMP, ki jih obravnava ta članek, so naš prvi pristop k problemu. Nadaljne domače raziskave z uporabo testne AMP in upoštevanje izkušenj pri razvoju ter standardizaciji AMP v svetu bodo prav gotovo prispevale k nadaljnjemu izboljšanju programa AMP.

LITERATURA

- /1/ Tehnical conference on Automatic weather stations, Brussels, sept. 1976.
- /2/ WMO Tehnical conference on instruments and methods of observation (TE-CIMO). Hamburg, July 1977.
- /3/ PLANINŠEK, T.: Obdelava vetra z avtomatsko meteorološko postajo. Simpozij o avtomatizaciji v meteorologiji in hidrologiji. Ljubljana, sept. 1977.

SENZORJI - KLJUČNI PROBLEM AVTOMATSKIH METEOROLOŠKIH OPAZOVANJ
SENSORS - KEY PROBLEM OF AUTOMATIC METEOROLOGICAL OBSERVATIONS

Andrej HOČEVAR
Biotehniška fakulteta, Ljubljana

SUMMARY

A short survey of sensors used at automatic meteorological observations is given, together with the troubles arising in connection with their use. Since, at present, these troubles are still predominant at automatic observations, the question arises: when, where and in which manner automatic measurements should be carried out? According to author's opinion, a combination of classic and automatic measurements is still necessary. The solution of the problem how to measure meteorological parameters automatically, is not simple. It requires much more than perfect electronic techniques which assure a reliable record of electronic signals.

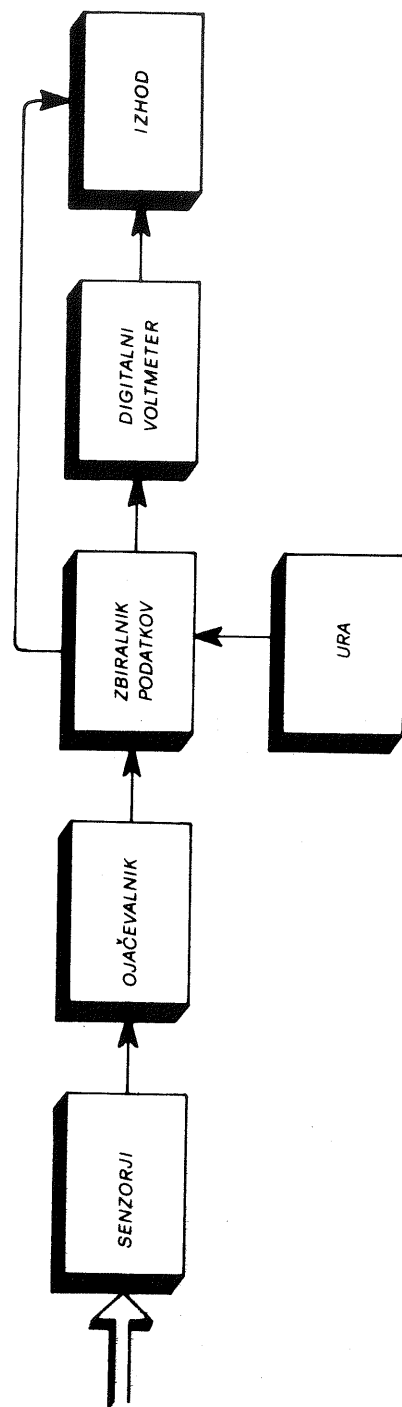
POVZETEK

Podan je kratek pregled senzorjev, ki se uporabljajo pri avtomatskih meteoroloških opazovanjih, in težave, ki se v zvezi z njimi pojavljajo. Ker so te težave v sedanjem času še ene izmed glavnih, ki otežkočajo avtomatske meritve, se postavlja dilema: kdaj in kje avtomatsko merjenje in v kakšni obliki? Za zdaj je nujna kombinacija avtomatskih in klasičnih meritev. Rešitev problema avtomatskih opazovanj meteoroloških parametrov ni preprosta: zahteva precej več kot samo dodelano elektronsko tehniko, ki zagotavlja zanesljiv zapis električnih signalov.

UVOD

Meteorologija je znanost, ki sloni na opazovanjih. Kako meriti oziroma zaznavati posamezne parametre, ki opredeljujejo fizikalne parametre lastnosti atmosfere v bolj ali manj fini časovni in prostorski skali, je zato izredno pomembno vprašanje. Dokaz, da je temu tako, so najrazličnejše meritve, ki so se v novejšem času z razvojem tehnike močno izpopolnile, v operativni rabi so razna daljinska merjenja z radiosondami, raketami, letali in sateliti kot tudi avtomatska merjenja meteoroloških parametrov prizemne plasti zraka z instrumenti na zemeljski površini.

V našem prispevku se bomo omejili na avtomatska merjenja meteoroloških parametrov v prizemni plasti zraka za mikrometeorološke in agrometeorološke potre-

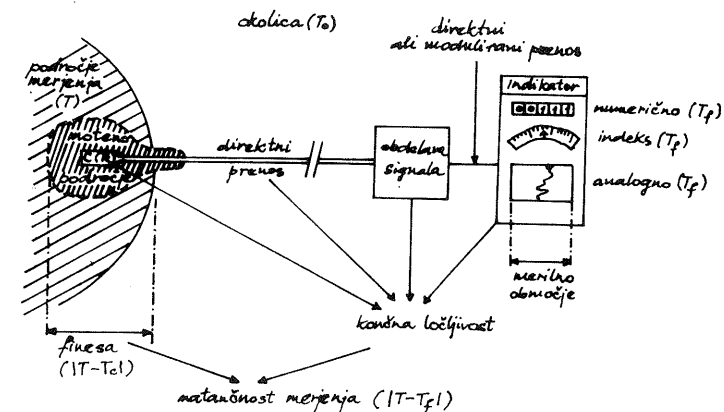


Slika 1 Osnovna shema opreme za avtomatska meteorološka merjenja
 Fig. 1 Basic scheme of devices for automatic meteorologic measurements

be /1/. To so merjenja profilov meteoroloških elementov in raznih energijskih in masnih tokov v fini časovni skali, ki jo zahtevata dinamična in termična turbulenca (velikostni red sekund in minut).

Pri obravnavi senzorjev ne bo odveč, če podamo najprej osnovno shemo avtomatskih merjenj (slika 1). Ta je sestavljena iz naslednjih členov: senzorja, ki zaznava posamezen meteorološki element električno, ojačevalca signala, zbiralnika podatkov, ki priključuje nase ob določenem času posamezne senzorje, in naprave za analogni ali digitalni zapis signala. Ta mora biti tak, da je praviloma na takem mediju, da ga lahko čita računalnik.

Natančnost zapisa določenega meteorološkega parametra je odvisna seveda od natančnosti posameznih členov naprav. Natančnost elektronskega dela je odvisna od elektronike in se jo da ugotoviti /1/. Natančnost zaznave senzorja, ki nas tu bolj zanima, pa je odvisna od časovne konstante, ravnovesja z okoljem, ki ga zaznava, motenj, ki jih pri tem povzročajo, njegove velikosti in v veliki meri od njegovega vzdrževanja (slika 2).



Slika 2 Podrobnejša shema za avtomatsko merjenje temperature skupaj s prikazom odvisnosti končne ločljivosti in natančnosti merjenja od opreme in drugih parametrov

Fig. 2 Detailed scheme for automatic measurement of temperature

Tu bomo dali kratek pregled senzorjev, ki so v rabi za avtomatska merjenja parametrov prizemne plasti zraka z instrumenti na zemeljski površini, in opozorili na osnovi delovnih izkušenj na nekatere težave, ki se v zvezi z njimi pojavljajo. Te smo dobili pri delu z avtomatsko meteorološko postajo za ugotavljanje evapotranspiracije v okviru katedre za melioracije in kmetijsko mehanizacijo Biotehniške fakultete v Ljubljani.

SENZORJI

Parametri, ki za mikrometeorološke ter agrometeorološke potrebe opredeljujejo prizemno plast zraka in deloma površino in gornjo plast tal, so naslednji: temperatura, zračna vlaga, hitrost vetra, sevanje (globalno in neto sevanje) ter toplotni tok v tleh, če naštejemo najvažnejše. Parametre, ki smo jih omenili, lahko merimo z najrazličnejšimi senzorji, ki so osnovani na spremembah njihovih električnih lastnosti. O senzorjih za merjenje sevanj in toplotnih tokov v tleh ne bomo govorili. Ti instrumenti so v splošnem dobri in brez večjih težav; osnovani so na termoelektričnem efektu. Značilnosti in težave senzorjev za merjenje drugih parametrov pa so zelo različne /2, 3/. (Tabele 1, 2, 3).

SKLEP

Naj na koncu povzamemo glavne značilnosti senzorjev, njihove težave in na osnovi izkušenj nekaj napotkov za delo pri avtomatskih meritvah v prizemni plasti zraka za posebne potrebe.

Vsi senzorji imajo dandanes praktično že linearno odvisnost.

$$MP = aEP + b$$

Zabeležena vrednost meteorološkega parametra (MP) je odvisna od vrednosti električnega parametra (EP) in konstant a in b, ki sta eksperimentalno določeni in vključeni pri izvrednotenju podatkov. Konstanta b je pogosto signifikantno različna od nič tudi pri anemometrih, kot je to ugotovil Baynton, pri kalibriranju 11 anemetrov različne proizvodnje in jo je potrebno upoštevati /3/.

Opozorimo naj na težave pri merjenjih. Anemometri morajo biti postavljeni vertikalno, kar je pri meritvah na terenu potrebno večkrat kontrolirati. Problem namakanja mokrih termometrov zahteva pazljivost, natančnost in stalno kontrolo. Higrometri na osnovi kemičnih snovi imajo v veliki večini histerezo in veliko časovno konstanto, če je ventilacija šibka; nekateri pa se v nasičenem zraku povsem pokvarijo. Glavna hiba tranzistorjev pa je v tem, da včasih kar nenadoma odpovedo.

Glede na težave z vzdrževanjem avtomatske naprave, zlasti senzorjev, zahteve po stalni električni napetosti - pri tem je potrebno upoštevati tudi električna polja v atmosferi, ki lahko meritve pokvarijo - lahko strnemo naše napotke za avtomatske meritve za posebne potrebe v naslednjem:

1. Avtomatske meritve za posebne potrebe brez stalne človeške kontrole pri tehnikih, ki jo danes uporabljamo, niso mogoče.
2. Smiselna so le občasna natančna merjenja, ki so vnaprej dobro pripravljena in izvedena z veliko natančnostjo in pazljivostjo; od natančne kontrole, senzorjev, ki niso vsi idealni, do potrebnih zapisov in priprave avtomatskih recorderjev. Kupe nezanesljivega materiala dobimo, če teh podatkov ne upoštevamo.

Tabela 1

MERJENJE TEMPERATUR		
Ime instrumenta	Princip merjenja	Značilnosti
Termometer na termoelement	Termoelektrični efekt	Majhen izhod (40 μ V/K), potreba po referenčnem stiku, drugače meri le temp. razlike, enostaven in poceni, natančnost $\pm 0,1$ K, možna tudi znatno večja natančnost
Uporovni termometer	Odvisnost električne upornosti kotvine od temperature (platina)	Težave pri merjenju temperature tal zaradi Joulove toplote, dobra linearna odvisnost, natančnost $\pm 0,1$ K
Termistor	Odvisnost električne upornosti polprevodnikov od temperature	Velik izhod, v kombinaciji z upori dobra linearna odvisnost, enostaven in poceni, časovno manj zanesljiv kot prva dva, natančnost $\pm 0,1$ K
Termometer na dioco (Junction diode)	Polprevodniška dioda z nesimetrično V-A karakteristiko, ki je posledica stika med n- in p tipoma polprevodniških materialov	Velik izhod (2,3 mV/K), v rabi v novejšem času
Termometer na kvarc kristal	Sprememba frekvence nihanja kristala s temperaturo	Drag, razmeroma velik, velika občutljivost $\pm 0,02$ K

Tabela 2

MERJENJE ZRAČNE VLAGE		
Ime instrumenta	Princip merjenja	Značilnosti
Psihrometer	Merjenje temperature mokrega in suhega termometra	Natančni in občutljivi; močnejše mokrega termometra in ventilacija problematična
Higrometer na rosišče	Ugotavljanje kondenzacije vodne pare na zrcalu in merjenje temperature rosišča s termistorjem	Natančnost $\pm 1,0$ K
Higrometer na litijev klorid	Merjenje ravnovesne temperature litijvega klorida v trdnem in tekočem stanju	Natančnost $\pm 0,3$ K ali $f \pm 1,5\%$, brez ventilacije velika časovna konstanta (4 min.)
Higrometer na aluminijev oksid	Odvisnost električne kapacitivnosti plasti aluminijevega oksida od vlage	Brez histereze, velika natančnost $\pm 0,1\%$ relativne vlage
Higrometer na požveplan polistiren	Sprememba električne upornosti požveplanega polistirena z vlago	Natančnost $\pm 2,5\%$ relativne vlage
Infra-analizatorji	Meritev količine CO ₂ in vodne pare z diferencialno absorpcijo infrardečega sevanja	Natančnost $\pm 0,01$ mb parnega pritiska

Tabela 3

MERJENJE HITROSTI VETRA		
Ime instrumenta	Princip merjenja	Značilnosti
Anemometer, rotacijski	Vrtenje Robinzonovega križa daje električne kontakte ali pa prekinja svetlobni žarek, ki je usmerjen na fototranzistor	Hitrost vrtenja je praktično linearno odvisna od hitrosti vetra, če je ta nad pragom občutljivosti, ta je lahko med 5 in 10 cm/s; razmeroma velik in neprimeren v fini prostorski in časovni skali
Anemometer na vročo žico	Princip kompenzacije; konstanten električni tok, ali napetost, ali konstantna temperatura	Velika občutljivost nekaj cm/s, možnost merjenj v fini prostorski in časovni skali, slaba stran, velika lomljivost, nelinearen izhod
Anemometer na ogrevan termoelement	Ohlajanje segrevanega termoelementa, razlika med ogrevanim in neogrevanim	Bolj robusten, podobne lastnosti kot prejšnji
Anemometer na termistor	Merjenje temperature difference med ogrevanim in neogrevanim termistorjem, odvisnost od vetra	Podobne lastnosti kot prejšnji

3. Človek je še vedno tisti, ki igra pri avtomatskih meritvah glavno vlogo, če hočemo pravilno izmeriti in prav zapisati željene podatke. Šele tedaj, ko bomo tudi pri meritvah na zemeljski površini uporabljali tehnične naprave, ki jih s seboj nosijo sateliti, bo mogoče delež človeka v večji meri izključiti.

Poseben problem so senzorji v zvezi z avtomatskimi rednimi meritvami, o katerih tu nismo govorili. Pri teh se pojavljajo dodatne težave v zvezi z vremenom. Ivje, zaledenitve, rosa, onesnaženje zraka in podobno vplivajo na senzorje na najrazličnejše načine. Te težave so znane tudi pri klasičnih meritvah, pri avtomatskih pa se še potencirajo. Zato je potrebno kvaliteto podatkov oziroma senzorje na tak ali drugačen način kontrolirati.

Rešitev problema avtomatskih meteoroloških opazovanj torej ni preprosta, zahteva precej več kot samo izpopolnjeno elektronsko tehniko, ki zagotavlja zanesljiv zapis električnih signalov.

LITERATURA

- /1/HALLAIRE, M.M. (redakcijski komite): Techniques D'Etude des Facteurs Physiques de la Biosphere. Institut National de la Recherche Agronomique. Paris 1970.
- /2/MONTEITH, J.L.: Survey of Instruments for Micrometeorological Blackwell Acientific Publications. Oxford, London 1972.
- /3/BAYNTON, H.W.: Errors in Wind Run Estimates from Rotational anemometers. Bull. Am. Meteor. Soc. Vol 57, Nr. 9, Boston 1976, 1127-1130.

ELEKTRONSKI TELEMETRIJSKI SISTEM ZA SAKUPLJANJE METEOROLOŠKIH
PODATAKA EMP 11

ELECTRONIC TELEMETRIC SYSTEM FOR COLLECTION OF METEOROLOGICAL
DATA EMP 11

Božo GLAVIČ

Institut "Jožef Stefan", Univerza v Ljubljani

SUMMARY

In the paper electronic meteorologic station with analogue recording of measured parameters is presented in a popular way. This device, which is developed from basic system for collection of wind data, includes modular built measuring systems for six meteorological or other parameters in the basic version. Sensors which are home made, and partly or completely imported, are connected to the device through special cables which can be quite long. The device can be operated on power supply or on battery.

POVZETEK

Pričujoči prispevek v poljudni obliki obravnava elektronsko meteorološko postajo z analognim zapisom merjenih parametrov. Ta naprava, ki se je razvila iz prvotnega sistema za zbiranje podatkov o vetru, lahko v osnovni verziji vsebuje modularno grajene merilne sisteme za šest meteoroloških ali kakih drugih parametrov. Senzorji, ki so domače izdelave in pa delno ali v celoti uvoženi, so z napravo povezani s posebnimi kabli, ki so lahko precej dolgi. Celotna naprava je prirejena za napajanje iz omrežja ali pa iz akumulatorja.

UVOD

U Institutu "Jožef Stefan" pre deset godina, počeli smo se baviti merenjem meteoroloških parametrov. U početku je to bila pomoč Hidrometeorološkom zavodu S.R. Slovenije u njihovim nastojanjima, a kasnije, pre svega zbog usavršenih tehnoloških procesa i svestrane tehničke osposobljenosti pri izradi i razvoju najraznovrsnijih mernih sistema, ta problematika se preselila u naš institut. Danas, kad već imamo rešene mnoge ključne probleme na području domaće instrumentacije, kako za meteorološke potrebe, tako i za potrebe zaštite čovekove sredine, je Meteorološki zavod S.R. Slovenije naš glavni partner i savetnik.

U početku smo se bavili, pre svega, vetromeračkim uredjajima zato su merni sistemi te vrste i najbolje usavršeni. Kasnije, kad su potrebe zahtevale razvoj i izradu mernih sistema i za druge meteorološke parametre, počeli smo sa rešavanjem i tih problema.

Danas u našem istraživačko-razvojnem i proizvodnom programu imamo niz specijalnih sistema koji služe za sakupljanje podataka važnih, ne samo za sadašnjost, već i za budućnost. Taj program obuhvata uređjaje sa područja meteoroloških merenja, od najjednostavnijih, među kojima je i EMP 11, pa preko sve složenijih, do najzahtevnijih uređjaja, koji pomoću mikroracunara obradjuju, ne samo meteorološke veličine, već i druge važnije činioce, koji u današnje vreme sve više i više utiču na našu životnu sredinu.

U ovom članku opisan je sistem EMP 11, koji je, zbog sve veće potrebe po domaćoj opremi, nastao iz prvobitno skromno zasnovanog elektronskog telemetrijskog sistema za sakupljanje podataka o vetru.

OPIS

Elektronski telemetrijski sistem za sakupljanje meteoroloških podataka EMP 11 je sklop mernih uređjaja za praćenje promena u atmosferi. Informacije o pojedinačnim parametrima dobijamo preko digitalnih ili analognih davača.

U mernom sistemu, koji može biti udaljen do nekoliko kilometara, informacije se transformišu tako da budu pogodne za zapisivanje na registrujućim instrumentima. Istovremeno izmereni rezultati prikazani su pomoću poluprovodičkih brojčanih indikatora ili kazaljčnih instrumenata na čeonim pločama modularno izgrađenih merača.

Osnovna jedinica sistema EMP 11 je kućište sa napajačem MNS 63. Ovaj uređjaj može se opskrbljivati energijom iz električne mreže 220 V, 50 Hz ili iz akumulatora za 12 V odnosno akumulatora za 24 V. Kućište sa napajačem MNS 63 ima na zadnjoj strani priključne spojnice pomoću kojih ga možemo povezati sa napajalčkim izvorom, registrujućim instrumentima i davačima. U sistemu EMP 11 koristimo sledeće davače:

1. Davač za brzinu vetra DHV 39,
2. Davač za pravac vetra DSV 39,
3. Vetrometarski senzor KVT 60,
4. Davač za padavine DDE 32,
5. Davač za temperaturu DTE 32,
6. Davač za relativnu vlažnost vazduha DRV 32,
7. Davač za atmosferski pritisak DZP 32 i
8. Davač za merenje sunčanog zračenja DSS 32.

Sa prednje strane smestimo u kućište sa napajačem MNS 63 modularno gradjene merače. Svaki merač prilikom ulaganja u MNS 63 je preko konektora povezan sa potrebnima izvorima napona, odgovarajućim davačem i odgovarajućim kanalom registrujućeg instrumenta.

Svaki se merač može nalaziti u bilo kojem od 6 ležišta kućišta sa napajačem MNS 63. Na svakom će mestu obavljati samo svoju funkciju. Potrebno je znati da svakom od šest ležišta odgovara određeni kanal na registrujućem instrumentu.

U sistemu EMP 11 možemo da koristimo sledeće merače za pojedine meteorološke veličine:

1. Merač brzine vetra AMP 43,
2. Merač predjenog puta vetra DMP 40,
3. Merač prosečne brzine vetra MPH 47,
4. Merač pravca vetra DMS 41,
5. Merač prosečnog pravca vetra DPS 41,
6. Merač predjenog puta vetra po pojedinim pravcima MPS 45,
7. Merač ukupno predjenog puta vetra MTP 46,
8. Dupli alarmni anemometar DAA 6,
9. Merač padavina DMD 62,
10. Merač temperature AMT 64,
11. Merač relativne vlažnosti vazduha AMV 67,
12. Merač atmosferskog pritiska AMP 66,
13. Merač zračenja sunca AMS 68 itd.

U uobičajenom rešenju, ako koristimo samo jedno kućište sa napajačem MNS 63, možemo da sastavimo sistem za merenje šest parametara. U takvoj kombinaciji ti parametri obično su sledeći:

1. Momentana brzina vetra,
2. Prosečna brzina vetra,
3. Momentani ili prosečni pravac vetra,
4. Temperatura vazduha,
5. Relativna vlažnost vazduha i
6. Atmosferski pritisak.

Ako želimo da raširimo sistem EMP 11, kako bi mogli meriti više od šest parametara, to postizemo dodavanjem još jednog kućišta sa napajačem. Takvo proširenje omogućava nam merenje dvanaest parametara. U tom slučaju, obično, odvojimo vetromerski deo od dela za merenje drugih meteoroloških veličina. Za vetromerski deo, kojeg nazivamo i anemograf, možemo da koristimo kućište sa napajačem MNS 38, koje je jednostavnije i jeftinije od uređjaja MNS 63.

Tako izradjen sistem, uz upotrebu tri trikanalna registratora, omogućava nam merenje devet meteoroloških veličina, a pored toga, uz anemograf, možemo da upotrebimo još i merač smernih puteva MPS 45 sa meračem ukupno predjenog puta vetra MTP 46, koji nam pruža odlične mogućnosti za proučavanje pomaranja vazдушnih masa.

Podaci, koje dobijamo iz merača, obično su analognog tipa, a samo pojedini merači mogu da daju podatke i u digitalnom obliku. Zapisujemo ih na trikanalnim linijskim registrujućim instrumentima, koje sa mernim sistemom povežemo preko odgovarajućih konektora na zadnjoj strani kućišta sa napajačem i registratora. Kod trikanalnih registrujućih instrumenata 3M3 Zi Rg 320.2 tvornice METRA iz Blanskog (ČSSR), koji su standardni sastavni delovi sistema EMP 11, je širina zapisa 75 mm za svaki pojedini kanal dok je brzina pomaranja registrujućeg papira 20 mm/h.

Podatke iz digitalnih merača možemo direktno da zapišemo u digitalne memorije, magnetne kasete ili perforiranu papirnu traku, dok podatke iz ostalih merača moramo prethodno pretvoriti iz analognog u digitalni oblik.

Ponekad nije dovoljno da podatke o vetru samo registrujemo, već je potrebno da ih istovremeno prikažemo na raznim mestima. Takav slučaj imamo obično na aerodromima. Za takve potrebe možemo da koristimo daljinski vetrokaz LVK 59. Takvih malih instrumenata, koji pomoću brojčanih indikatora i svetlećih dioda pokazuju trenutne podatke o vetru, možemo uz jedan sistem da upotrebimo proizvoljan broj.

MERENJE BRZINE VETRA

Rotirajući davač za brzinu vetra sa trokrakim Robinzonovim krstom pretvara, pomoću optoelektronskih elemenata, brzinu vetra u frekvenciju električnog napona. Frekvencija je skoro linearno proporcionalna brzini vetra.

Svi merači brzine vetra su ustvari merači frekvencije. Najuniverzalniji je merač prosečne brzine vetra MPH 47. To je digitalni merač, čiji merni interval možemo da podešavamo od jednog sekunda (trenutna brzina) pa do jednog sata. Merač ima predviđena tri merna opsega i to: 10 m/s, 20 m/s i 50 m/s. Podatak o brzini vetra iz prethodnog mernog intervala je zapisan u memoriji i prikazan pomoću trocifrenog poluprovodničkog indikatora na čeonj ploči merača. BCD kodirani podaci pretvaraju se u digitalno analognom-pretvaraču u analogni signal za zapis na registrujućem instrumentu.

U sistemu EMP 11, obično, se nalaze dva merača prosečne brzine vetra, jedan za merenje udara vetra, a drugi za merenje prosečne brzine za duži vremenski interval.

MERENJE PRAVCA VETRA

Davač za pravac vetra DSV 39 ima na osi učvršćeno minijaturno kormilo. U unutrašnjosti, na istoj osi, nalazi se kodirna pločica, koja pomoću optoelektronskih elemenata pokazuje pravac vetra u obliku podataka kodiranih po Gray-u na petokanalnom kodirnom sistemu.

Kao merač obično upotrebljavamo merač prosečnog pravca vetra DPS 41. Taj digitalni merač ima ulazne osobine prilagodjene davaču DSV 39. Na svakom od petih kodnih kanala ima ugrađen integrator, koji na kraju, pošto se podaci prenesu u memoriju, pokaže koji pravac je preovladjivao u proteklom mernom intervalu. Zatim se podaci, kodirani po Gray-u, pretvaraju u binarne i najzad u BCD kodirane podatke. Binarno kodirani podaci se zatim pretvaraju u analogne za zapisivanje na registrujućem instrumentu. Podatak iz prethodnog mernog intervala prikazan je takodje i na čeonj ploči merača pomoću poluprovodničkog numeričkog indikatora. Pravac vetra prikazan je kao azimut u brojevima od 0 do 31. Broj 0 znači sever, broj 8 istok, broj 16 jug i broj 24 zapad.

Umesto davača za brzinu vetra DHV 39 i davača za pravac vetra DSV 39, koji su montirani na posebnoj konzoli sa razvodnicom i priključcima, možemo da upotrebimo kombinovani vetromerski tipalnik KVT 60. Ovaj davač sjedinjuje oba prethodna, ima iste tehničke osobine, a za montiranje nije potrebna posebna konzola.

Davači za vetar su, preko posebnog kabla i odvojenog konektora na zadnjoj strani kućišta sa napajačem, povezani sa sistemom EMP 11.

MERENJE PADAVINA

Za merenje padavina koristimo davač za padavine DDE 32 i merač padavina DMD 62.

Davač za padavine ima na gornjoj strani kalibrisani otvor sa površinom od 200 cm². Za topljenje snega i leda ima predviđen termostatski grijač. Voda naizmenično teče u obe posudice na klackalici. Kad se u jednoj posudici nakupi 10 ml vode nosač prevagne na tu stranu, izlije vodu i pošalje električni impuls.

Merač padavina je digitalni elektronski instrument, koji zbraja impulse iz davača. Za to je upotrebljeno dvocifarsko dekadno brojilo. Kad dostigne broj 100, što predstavlja 100 cl odnosno 100 dl, što predstavlja 50 mm odnosno 500 mm padavina, brojilo se vrati na nulu. Stanje brojila je pomoću dvocifrenog numeričkog indikatora prikazano na čeonj ploči merača, a posle digitalno-analognog pretvaranja prenosi se na registrujući instrument.

Podaci o padavinama su na registrujućem instrumentu zapisani u obliku izlomljene linije sa većim ili manjim nagibom.

MERENJE TEMPERATURE

U davaču za temperaturu DTE 32 kao senzor je upotrebljen termolinearni termistorski sklop, koji na izlazu daje električni napon linearno ovisan o temperaturi. Senzor je u sondi zaštićen od hemijskog uticaja, od spoljašnjeg zračenja i od padavina.

Za prikazivanje podataka o temperaturi, koje dobivamo od davača upotrebljavamo merač temperature AMT 64. To je analogni elektronski uređaj koji brine za radne uslove senzora i podatke pretvara u oblik podesan za zapisivanje na registrujućem instrumentu.

Podaci o temperaturi prikazani su i na čeonj ploči merača pomoću profilnog kazaljčnog instrumenta u području od -40° C do +40° C.

MERENJE VLAŽNOSTI VAZDUHA

Za merenje vlažnosti vazduha upotrebljavamo kombinaciju davača za relativnu vlažnost vazduha DRV 32 i merača relativne vlažnosti AMV 67.

Davač radi na principu istezanja i skupljanja pramena kose. Ta promena dužine utiče, preko mehaničkog prenosa, na položaj klizača na potenciometru, a samim tim i na izlazni napon davača.

Izlazni napon iz davača, u meraču koji je analognog tipa, pretvara se u takav oblik da je upotrebljiv za pogon odklonskog sistema na registrujućem instrumentu. Pored zapisanih podataka o vlažnosti vazduha ti isti prikazani su i pomoću kazaljčnog instrumenta na čeonj ploči modularno gradjenog merača. Merno je područje između 10% i 100%.

MERENJE ATMOSFERSKOG PRITISKA

Kanal za merenje atmosferskog pritiska sačinjavaju davač za atmosferski pritisak DZP 32 i merač pritiska AMP 66.

Promene atmosferskog pritiska izazivaju promene dužine zatvorene aneroidne komore. Pokretljivi deo komore je preko mehaničkog prenosa povezan sa klizačem potenciometra ili pak nekog drugog osetljivog elementa. Na taj način promena atmosferskog pritiska izaziva promenu izlaznog napona, a to se, kao informacija o pritisku, prenosi dalje, preko kabla, do sistema EMP 11.

U meraču pritiska se dovedeni signal modulira tako da postane primeran za pogon registratora. Istovremeno merač obezbeđuje potrebne radne uslove davača.

Atmosferski pritisak u intervalu od 960 mb do 1060 mb prikazan je, takodje, i pomoću profilnog kazaljčnog instrumenta na čeonj ploči modularno gradjenog merača.

MERENJE ZRAČENJA SUNCA

Zračenje sunca merimo pomoću davača za zračenje sunca DSS 32 i merača sunčevog zračenja AMS 68.

Serijski termoelementi pretvaraju sunčevo zračenje u električnu energiju. Termoelementi imaju po jedan spoj izložen zračenju dok se drugi nalazi u senci. Na izlazu baterije termoelementa javlja se električni napon koji je proporcionalan intenzitetu zračenja sunca. Taj, relativno mali napon prenosimo kablom do odgovarajućeg kanala u mernom sistemu EMP 11.

Merač zračenja sunca je analogni elektronski instrument koji dobijenu informaciju primerno pojača, tako da za slučaj bez zračenja dobijemo na izlazu 0 V, a za zračenje intenzitete 200 mW/cm² dobijemo napon od 10 V. Taj napon koristimo za pogon registrujućeg instrumenta i instrumenta koji se nalazi na čeonj ploči merača.

Davači za padavine, temperaturu, vlagu, pritisak i zračenje sunca povezani su sa sistemom EMP 11 pomoću posebnog kabla i preko posebnog konektora na zadnjoj strani kućišta sa napajačem MNS 63.

ZAKLJUČAK

U opisanom telemetrijskom sistemu za sakupljanje meteoroloških podataka EMP 11 upotrebljeni su sledeći davači domaćeg porekla:

1. Davač za brzinu vetra DHV 39,
2. Davač za pravac vetra DSV 39,
3. Vetromerski tipalnik KVT 60 i
4. Davač za padavine DDE 32.

Ostali davači su delimično ili u celini uvezeni i prilagodjeni za upotrebu u našim sistemima.

Senzor u davaču za temperaturu je proizvod američke firme Yellow Springs Instrument Co.

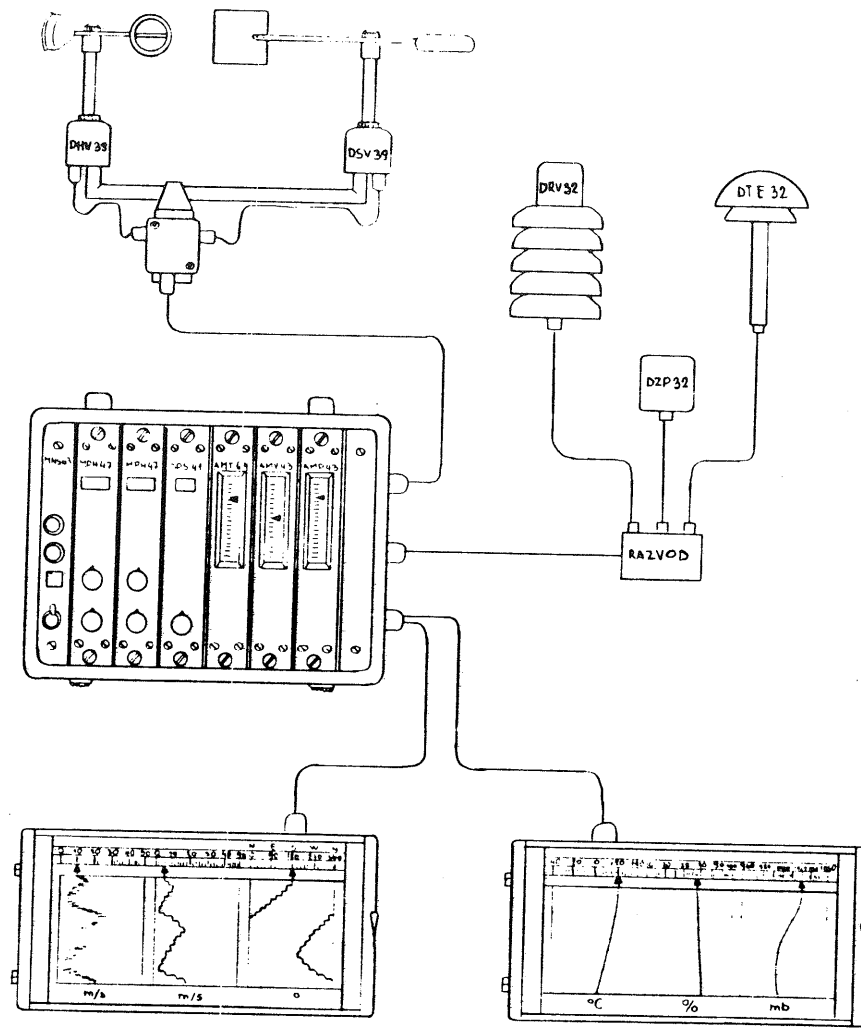
Bitni deo u davaču za relativnu vlažnost vazduha proizvod je nemačke firme Adolf Thies.

Senzor za atmosferski pritisak nabavili smo od američke firme Kahlsico.

Senzor za zračenje sunca je proizvod holandske firme Kipp & Zonen.

Sve pomenute davače koristimo u Institutu "Jožef Stefan", takodje i za druge kompleksnije sisteme za kontrolu životne sredine.

Trenutno u našoj državi je instalirano više od dvadeset telemetrijskih sistema za sakupljanje podataka o vetru, koje nazivamo i anemografi, zatim nekoliko specijalnih višekanalnih vetromerskih uređaja, tri nepotpuni sistemi EMP 11 i ceo niz jednostavnijih uređaja za merenje vetra. U izgradnji je serija od dvadeset anemografa i deset kompletnih sistema EMP 11. Nekoliko uređaja je namenjeno izvozu prema već zaključenim ugovorima, a u toku su i dogovaranja za proširenje tih poslova.



Slika 1 Elektronski telemetrični sistem za zbiranje meteoroloških podatkov
EMP 11

Fig. 1 Electronic Telemetric System for collection of meteorological data
EMP 11

MERITVE RAZPOREDITVE TEMPERATURE IN VLAGE V ATMOSFERI S
SATELITOV

TEMPERATURE AND HUMIDITY SOUNDING OF THE ATMOSPHERE FROM
SATELLITES

Jože RAKOVEC

Katedra za meteorologijo, VTOZD Fizika, FNT, Ljubljana

SUMMARY

A brief survey on the theoretical background of remote-sensing of temperature and humidity profiles in the atmosphere on a basis of spectrometric sounding in absorption bands of typical gases in infrared and microwave region of the spectra is given. Most of the presentation is devoted to the problems of data acquisition and to their quality, and the problem of inversion of the radiometric data to the temperature and humidity data is only briefly mentioned.

POVZETEK

Pregledno so prikazane teoretske osnove za možnost določanja razporeditve temperature in vlage v atmosferi s satelitov na podlagi spektrometričnega sondiranja v absorpcijskih pasovih značilnih plinov v ozračju v infrardečem in mikrovalovnem delu spektra sevanja Zemlje in atmosfere. Pri tem je le manjši del prikaza posvečen problemu inverzije radiometričnih podatkov v podatke o temperaturi in vlagi, večji del pa problemom samega pridobivanja podatkov ter kvalitete le-teh.

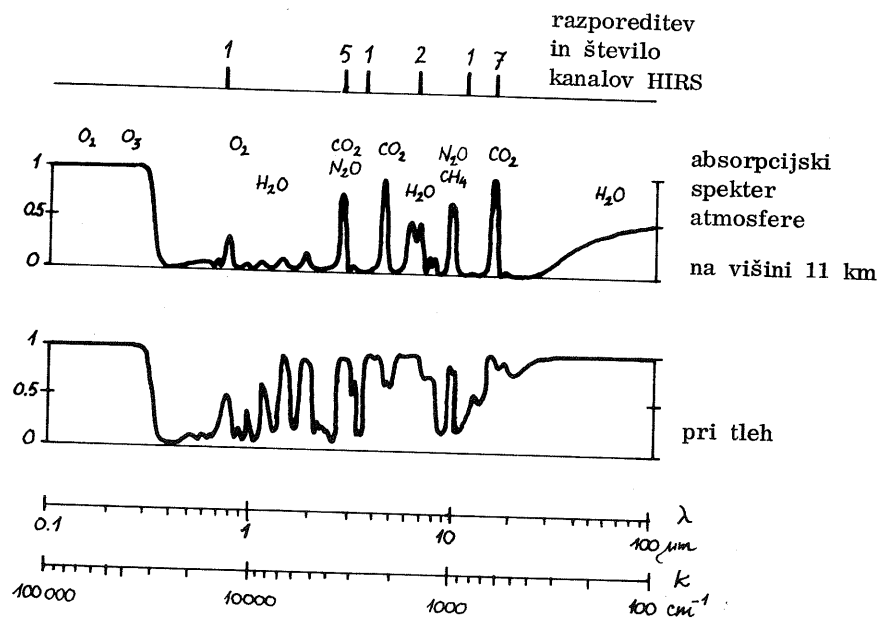
UVOD

Poznavanje vertikalnih profilov temperature, vlage, zračnega pritiska, vetra in še kakšnih meteoroloških parametrov je osnova za uspešno reševanje mnogih nalog meteorologije; še posebej pa brez tega ni možna uspešna napoved vremena. Danes dobivamo te podatke v glavnem z radiosondami. Toda mreža radiosondnih postaj je na Zemlji dokaj nehomogena: dokaj je gosta nad Evropo, Azijo in Sev. Ameriko, nad oceani in skoraj nad celo južno hemisfero pa podatkov ne dobivamo dovolj. Možnost, ki se danes odpira na tem področju, je satelitsko snemanje potrebnih podatkov.

OSNOVE ZA RADIOMETRIČNO DOLOČANJE VERTIKALNIH PROFILOV TEMPERATURE

Na možnost radiometričnega določanja temperature v atmosferi je leta 1959 prvi opozoril Kaplan /1/ in še istega leta je bila ta možnost tudi preizkušena na satelitu Nimbus 3. Rezultati so bili ohrabrujoči in danes je tako snemanje že dokaj popolno.

Osnove za "remote sensing" profilov temperature v atmosferi so naslednje. V področju vidnega in infrardečega sevanja je v atmosferi nekaj značilnih absorpcijskih in sevalnih pasov zaradi absorpcije in sevanja triatomnih plinov, kot so H₂O, CO₂, O₃, N₂O itd. (slika 1). Zelo močan je npr. pas CO₂ pri 15 μm, ki leži tudi blizu vrha Planckove krivulje za sevanje pri temperaturi atmosfere, je osamljen, poleg tega pa je CO₂ dobro premešan do višine kakih 70 km /2/. Oglejmo si torej, kako bi sevanje v tem sevalnem pasu moglo služiti za vertikalno temperaturno sondiranje.



Slika 1 Absorpcijski spekter atmosfere pri tleh in na višini 11 km ter razporeditev kanalov HIRS radiometra.

Fig. 1 Absorption spectra of the atmosphere at the ground and at height 11 km, and the distribution of HIRS radiometer measuring channels.

Ko sevanje prehaja skozi neko zračno plast, se ga del absorbira, delno pa ta plast s svojim sevanjem prispeva k ojačitvi sevanja. Tako je sprememba gostote

te energijskega toka j sevanja frekvence ν pri prehodu skozi plast zraka z maso na ploskovno enoto $dm/s = pdz = dp/g$ pri pritisku p enaka:

$$dj(\nu, p) = j(\nu, p) k(\nu) dp/g - j^*[\nu, T(p)] k(\nu) dp/g \quad (1)$$

kjer je $k(\nu)$ masni absorpcijski koeficient za sevanje s frekvenco ν , j^* pa gostota energijskega toka, ki bi ga pri tej frekvenci sevalo črno telo s temperaturo $T/3$. Z uvedbo nove vertikalne koordinate:

$$x = \int_0^p k(\nu) dp/g$$

se enačba (1) poenostavi v:

$$dj(\nu, x) = [j(\nu, x) - j^*(\nu, x)] dx.$$

To nehomogeno linearno enačbo integriramo v mejah od tal ($x = x_s$) do vrha atmosfere ($x = 0$); pa dobimo na vrhu atmosfere:

$$j(\nu) = j^*(x_s) e^{-x_s} + \int_0^{x_s} j^*(x) e^{-x} dx.$$

V navadi je, da označimo:

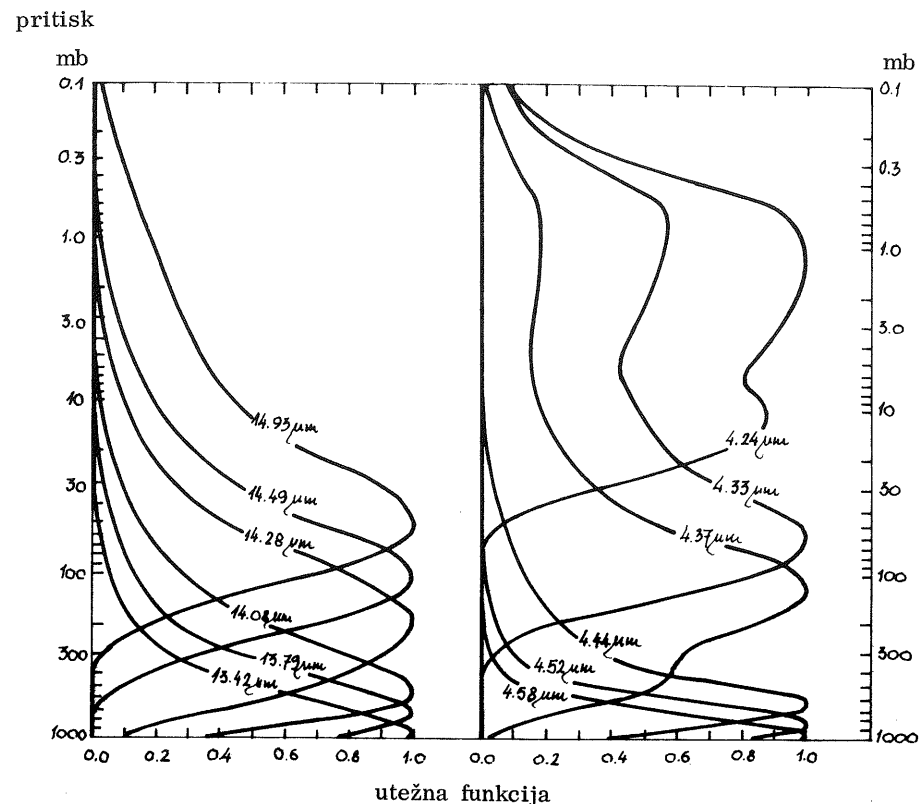
$$\tau(\nu, p) = e^{-x} = e^{-\int_0^p k(\nu) dp/g},$$

pa dobimo:

$$j(\nu) = j^*(\nu, T_s) \tau(\nu, p_s) - \int_0^{p_s} j^*[\nu, T(p)] \partial\tau/\partial p dp. \quad (2)$$

Ta enačba torej pove, da je sevanje s frekvenco ν , ki ga moremo zaznati na vrhu atmosfere, vsota (oslabljenega) sevanja s tal ter prispevkov sevanja posameznih slojev atmosfere. $\partial\tau/\partial p$ je utežna funkcija, ki je močno odvisna od $k(\nu)$ ter od p . Prav ta odvisnost omogoča, da razpoznamo $T(p)$ po zvezi (2), če seveda poznamo radiometrične podatke $j(\nu)$, kajti za različne frekvenčne kanale imajo utežne funkcije maksime na različnih višinah - to je tudi pri različnih temperaturah (slika 2). Čim ostrejši so ti vrhovi, tem tanjšo plast atmosfere nam popiše posamezni frekvenčni kanal in v čim več kanalih merimo, tem točnejši so rezultati.

Kako pa preiti od radiometričnih podatkov do podatkov o temperaturnem profilu? Gre za dva problema: za problem samega načina inverzije podatkov ter za problem ocene napak pri tem /4/. Inverzijo je moč izvesti npr. z metodo inverzne matrike /5/ ali z iterativno nelinearno metodo /6/, napake pa poskušajo spraviti na minimum na različne načine /4, 7, 8/. Tu se tem problemom ne bi več posvečali, omenimo le, da so pomembni in ne preprosti.



Slika 2 Normalizirane utežne funkcije za nekatere kanale v infrardečem delu emisijskega spektra CO₂ (po Smithu /11/).

Fig. 2 Normalized weighting functions for some channels in infrared part of emission spectra of CO₂ (according to Smith /11/).

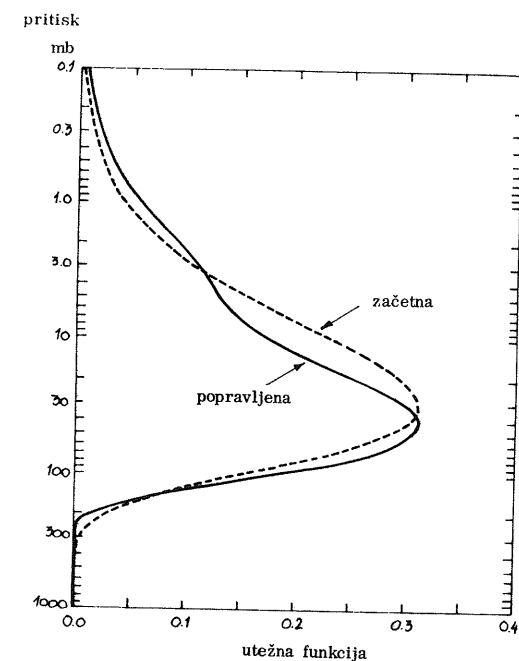
PROBLEM DOBRIH IN REPREZENTATIVNIH RADIOMETRIČNIH PODATKOV

Za dobre radiometrične podatke moramo seveda imeti mnogokanalni, dobro kalibriran radiometer; iz enačbe (2) pa je videti, da so pogoji za pravilno določitev $T(p)$ tudi poznavanje temperature tal T_s ter primerni frekvenčni kanali z dovolj ostrimi in pravilno razporejenimi utežnimi funkcijami. Poznati moramo tudi oblačnost, ki na radiometrične podatke močno vpliva.

Temperaturo tal bi mogli konec koncev meriti tudi na samih tleh, toda ob radiometrih z visoko ločljivostjo, bi morale biti te meritve preveč goste, da bi to še imelo smisel. Zato ima HIRS (infrardeči radiometer z visoko ločljivostjo - High resolution Infra-Red Sounder) na satelitu Nimbus 6 en kanal tudi v območju atmosferskega okna pri 0.7 μm , kjer gre sevanje s tal skoraj nemoteno skozi atmosfero.

Utežne funkcije $\partial T / \partial p$ so zaželeno čim ostrejše in kanali tako razporejeni, da vrhovi utežnih funkcij dobro pokrijejo vse višine. Najpogosteje naj bi bila pokrita območja, kjer imamo običajno preskoke v temperaturnem profilu, to je pri tropopavzi in pri tleh. Čeprav pa imajo utežne funkcije za pas pri 15 μm pri tleh ostre vrhove, samo ta pas le ne zadošča. Zato so v merjenja vključili tudi sevalni pas CO₂ in N₂O pri 4.3 μm , kajti poleg ostrih vrhov utežnih funkcij za ta pas blizu tal, je tudi Planckova krivulja v tem območju bolj odvisna od temperature kot pa pri maximu. Tako ima HIRS na Nimbusu 6 v pasu pri 15 μm 7 kanalov, v pasu pri 4,3 μm pa 5 kanalov.

Tudi sama določitev oblike utežnih funkcij ni preprosta. Napake so posledica tega, ker koncentracija CO₂, N₂O ipd. le ni povsem konstantna, tako po času kot po prostoru. Pa tudi pri znani koncentraciji sevajočih plinov določitev $k(\nu)$ ni preprosto seštevanje posameznih absorpcijskih učinkov posameznih plinov, kajti efektivni atmosferski absorpcijski koeficient $k(\nu)$ je posledica interaktivnega delovanja absorbentov. Ker je ta absorpcijski koeficient odvisen tudi od pritiska, je treba rezultate popravljati še potem, ko je satelit že v krožnici. Tako so npr. šele potem, ko je Nimbus 5 že meril, s sočasnimi neodvisnimi meritvami temperature in vlage popravili utežno funkcijo za kanal 668 cm^{-1} (slika 3).



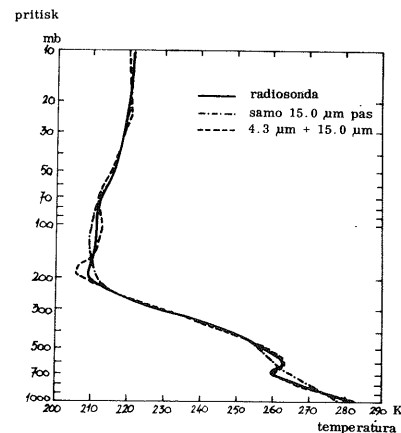
Slika 3 Začetna in popravljena utežna funkcija za kanal 668 cm^{-1} (po Morelu /3/).

Fig. 3 Initial and corrected estimate of the weighting function for the 668 cm^{-1} channel (according to Morel /3/).

Posebno močno pa vplivajo na kvaliteto radiometričnih podatkov oblaki. Sateliti prvih generacij so imeli vidno polje premera 200 km in tam je delna oblačnost prej pravilo kot izjema. V takem primeru pa radiometer na satelitu zazna različno sevanje iz dveh območij vidnega polja, čeprav je tam pravi profil temperature enak. Izdelali so več metod za rešitev tega problema /6, 9/, vendar je zanje potrebno poznati dodatne informacije v drugem frekvenčnem pasu in/ali o količini oblačnosti ter višini gornje meje oblačnosti ter a priori postaviti temperaturo tal. Za vse te namene je bilo v HIRS na Nimbusu 6 treba vključiti tudi merjenja v atmosferskih oknih pri 0.7 μm , 3.7 μm in 11 μm ter v sevalnem pasu H₂O pri 6.3 μm za potrebe določevanja profila vlage. Poleg tega ima HIRS zelo dobro ločljivost (20 km), kar zmanjšuje možnost, da bi v področju snemanja imele jasne in oblačne predele.

Najradikalnejši korak pri premagovanju problema oblačnosti pa so dodatna merjenja v mikrovalovnem območju. Nimbus 6 nosi tudi 5 kanalni mikrovalovni spektrometer SCANS (Scanning Microwave Spectrometer), ki meri v treh kanalih v sevalnem pasu O₂ pri 0.5 cm ter v dveh oknih pri 1 cm in 1.4 cm. Oblačnost na sevanje pri 0.5 cm namreč skoraj nič ne vpliva, zato je merjenje v tem pasu odlično dopolnilo k merjenjem v infrardečem. Samo za sebe pa ne bi zadostovalo zaradi premajhne ostrine utežnih funkcij v nižjih slojih atmosfere.

Za konec še primerjajmo radiosondne podatke s satelitskimi (slika 4). Vidimo, da so ujemanja dokaj dobra. Za daljši niz so dobili /10/, da je standardna deviacija temperaturnih podatkov pod ali okoli 2 K, kar je v okviru napak samih radiosond. Tako ni gotovo, komu te napake pripisati - radiosondam ali satelitom. To pa pomeni, da bi po tej plati sateliti že lahko zamenjali radiosondna merjenja.



Slika 4 Primerjava med sondažama, dobljenima radiometrično in z radiosondo (po Smithu /11/).

Fig. 4 Comparison of radiometrically sounded and with radiosonde observed temperature profiles (according to Smith /11/).

LITERATURA

- /1/ KAPLAN, L.D.: Inference of atmospheric structure from remote radiation measurements. *J. Optical Soc. Am.*, **49**, 1004-1007, 1959.
- /2/ BARRETT, E.C., CURTIS, L.F.: Environmental remote sensing: applications and achievements. London, Arnold, 1974, vi+309 pp.
- /3/ MOREL, P.: Air temperature and moisture observations from space. Seminars on sci. foundations of medium range weather forecast, Reading, ECM-WF, 1975, 23-48.
- /4/ RODGERS, C.D.: The vertical resolution of remotely sounded temperature profiles with a priori statistics. *J. Atmos. Sci.*, **33**, 707-709, 1976.
- /5/ SMITH, W.L. et al.: Regression method for obtaining real-time temperature and geopotential height profiles from satellite spectrometer measurements and its application to Nimbus 3 "SIRS" observations. *Mon. Wea. Rev.*, **98**, 582-603, 1970.
- /6/ CHAHINE, M.T.: Inverse problems in radiative transfer: determination of atmospheric parameters. *J. Atmos. Sci.*, **27**, 960-967, 1970.
- /7/ CHAHINE, M.T.: An analytical transformation for remote sensing of clear-column atmospheric temperature profiles. *J. Atmos. Sci.*, **32**, 1946-1952, 1975.
- /8/ FRITZ, S.: Temperature retrievals from satellite radiance measurements - an empirical method. *J. Appl. Meteor.*, **16**, 172-176, 1977.
- /9/ CHAHINE, M.T.: Remote sounding of cloudy atmospheres. I. The single cloud layer. *J. Atmos. Sci.*, **31**, 233-243, 1974.
- /10/ SMITH, W.L., WOOLF, H.M.: The use of eigenvectors of statistical covariance matrices for interpreting satellite sounding radiometer observations. *J. Atmos. Sci.*, **33**, 1127-1140, 1976.
- /11/ SMITH, W.L.: Satellite techniques for observing the temperature structure of the atmosphere. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **53**, 1074-1082, 1972.

UPORABA RADARSKO-RAČUNALNIŠKEGA SISTEMA V METEOROLOGIJI
USE OF RADAR-COMPUTER SYSTEM IN METEOROLOGY

Jože ROŠKAR
Meteorološki zavod SRS, Ljubljana

SUMMARY

Radar observations of clouds and cloud systems are more and more indispensable in all weather forecasting services. By using them, realistic data of cloud characteristics and their phenomena can be obtained. These data are important not only for meteorology, but also for other activities of society, viz. air traffic, agriculture, water resources, tourism, power stations. Development of electronics, especially computers, enables the data obtained with radar computer system to be more exact and more objective, and to be used in real-time for more applications simultaneously. Data distribution with the help of the computer enables the use of data at different locations practically at the same time. In this way radar is one of the basic elements in automatic observation and an important supplement of automatic weather stations.

POVZETEK

Radarska opazovanja oblakov in oblačnih sistemov postajajo nujnost vsake meteorološke službe. Z njimi lahko dobimo objektivne podatke o karakteristikah oblačnosti in pojavih, ki so z njo v zvezi. Taki podatki seveda niso pomembni samo za meteorologijo, temveč tudi za mnoge druge dejavnosti, predvsem za letalstvo, kmetijstvo, vodno gospodarstvo, turizem, promet in elektrogospodarstvo. Razvoj elektronike, predvsem pa računalništva, je omogočil, da so podatki, ki jih dobimo z radarsko-računalniškim sistemom točnejši, objektivnejši, in da jih lahko uporabljamo v realnem času za več aplikacij hkrati. Distribucija podatkov z računalnikom omogoča uporabo podatkov v več različnih krajih praktično v istem trenutku. Na ta način je torej radar eden izmed osnovnih elementov pri avtomatskem opazovanju in pomembno dopolnilo avtomatskim meteorološkim postajam.

UVOD

Objektivni podatki o karakteristikah oblačnosti in pojavih, ki so povezani z njo, so pomembne informacije o stanju vremena. Pomembni so ne samo za meteorologijo kot vedo, ki se ukvarja z vremenom, ampak za celo vrsto gospodarskih dejavnosti, kot na primer: letalstvo, kmetijstvo, vodno gospodarstvo, turizem itd. Do nedavno smo podatke o oblačnosti in oblačnih sistemih dobivali izključno z vizuelnimi opazovanji na meteoroloških postajah. Toda še tako gosta mreža meteoroloških opazovalnih postaj ne zadostuje, da bi dobili potrebne podatke o spremembah vremena.

Radar so odkrili neposredno pred 2. svetovno vojno in je v njej postal nenadomestljivo sredstvo za odkrivanje in spremljanje letal in ladij. Oblaki, padavine in drugi meteorološki pojavi so bili tedaj stalni izvor motenj pri normalnem delovanju radarja, saj so onemogočali točno odkrivanje letal in ladij. Kmalu so ugotovili obstoj zveze med geometrijskimi oblikami oblakov in radarskimi odsevi na zaslonih ter povezali intenziteto teh odsevov z mikrostrukturo oblakov. Že pred več kot 10. leti so pričeli z radarskim določanjem padavin. Tako je bila torej z radarjem dana možnost določanja položaja oblaka, spremljanja razvoja oblakov, gibanja ter intenzivnosti. Najpomembnejše pa je, da so meteorologi z radarjem dobili pripomoček za spremljanje razvoja in gibanja oblačnih sistemov nad velikimi področji v zelo kratkih časovnih intervalih. Na ta način je služba kratkoročne prognoze vremena končno dobila možnost, da daje izčrpane podatke o stanju vremena v danem trenutku. Radarsko opazovanje ima precej dobrih lastnosti, kot na primer: opazovanje nad velikimi površinami, hitrost dobivanja informacij, možnost neprestanega spremljanja gibanja oblačnih sistemov z iste točke in ne nazadnje možnost spremljanja razvoja oblakov vertikalnega razvoja, brez česar si ne moremo zamisliti aktivne obrambe pred točo in opozoril pred bližajočimi se neurji. Kljub temu pa naletimo pri uporabi radarja v meteorološke namene na cel kup problemov. Pretvarjanje radarske informacije v meteorološko je povezano s poznavanjem zveze med radarskimi in fizikalnimi karakteristikami oblaka. Te zveze so praviloma zelo zapletene in se v glavnem pojavljajo v statistični obliki. Iskanje teh zvez je predmet raziskovanja radarske meteorologije.

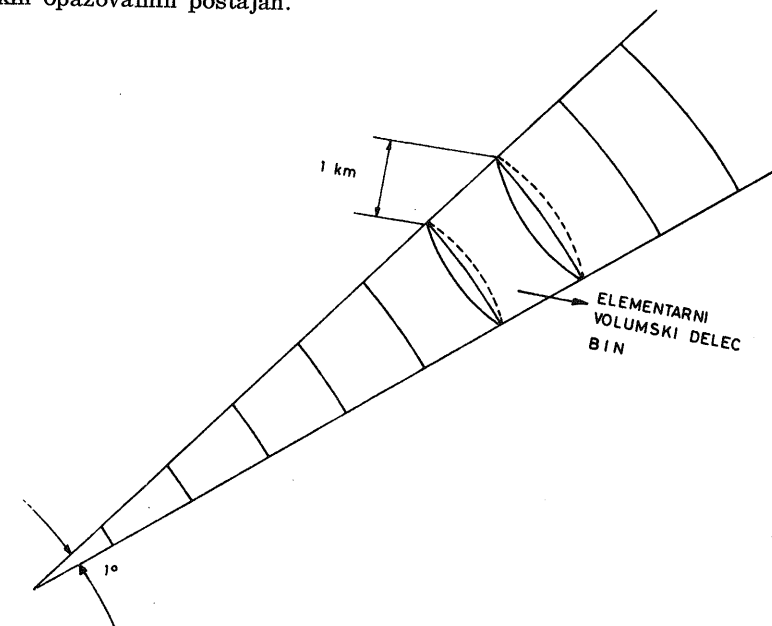
V pričujočem prispevku si bomo ogledali, kaj lahko z radarjem opazujemo, na kak način lahko podatke, dobljene z radarjem, posredujemo porabnikom in kako lahko radar s sodobno elektroniko, predvsem z računalniki, uporabimo za več aplikacij hkrati. Pri tem se ne bomo spuščali v tehnične podrobnosti.

DIGITALIZACIJA RADARSKIH PODATKOV

Princip delovanja radarja je zasnovan na impulzni osnovi. Predajnik radarja producira kratke impulze elektromagnetne energije, ki jih antena emitira v prostor. Emitiranje energije mora biti natančno usmerjeno. Ko elektromagnetni valovi na svoji poti naletijo na kako prepreko (trdi predmeti, oblačnost, padavine), se na njej odbijejo in se razsipajo praviloma na vse strani, torej tudi nazaj v smeri antene. Odbite impulze sprejema ista antena in jih nato preko ojačevalca vodimo na zaslon, tako da dobimo na njem sliko predmeta, od katerega se je valovanje odbilo. Razdaljo od antene do opazovanega objekta računamo s časovno razliko med oddanim in sprejetim impulzom. Jakost sprejetih impulzov določamo z atenuacijo, to je z dušenjem impulzov pri emitiranju, in je v neposredni zvezi z mikrostrukturo opazovanih meteoroloških objektov. Preprosto smo opisali osnove delovanja radarja, ko dobivamo podatke izključno optično prek zaslona. Jasno je, da je podrobna analiza teh slik precej zamudna. V trenutku evidentiranja nekega meteorološkega objekta lahko brez detajlne analize slike ocenimo predvsem položaj opazovanega objekta in grobo določimo jakost odsevov. Zaslona ponavadi fotografiramo in natančnejše analize opravimo kasneje. Distribucija podatkov je v tem primeru relativno počasna in okorna v obliki pisanih poročil, telefonskih spo-

ročil in fotografij radarskega zaslona. Zaradi tega lahko tako organiziran radar v realnem času uporabljamo samo za eno aplikacijo.

Če pogledamo trajanje impulzov, ki je okrog 1 ms, je razpoložljiva informacija zaradi lastnosti zaslona kot medija prikazovanja radarskih podatkov precej zmanjšana. Razvoj elektronike je v zadnjih letih omogočil, da lahko radarsko informacijo izkoristimo v veliko večji meri. To dosežemo z uvedbo digitalizacije. Modernejši radarji imajo vgrajeno napravo, ponavadi imenovano DVIP (Digital video integrator and processor), ki analogne video signale pretvarja v digitalno obliko in jih z mikroprocesorjem obdela glede na namen opazovanja. Digitalizacija omogoča tudi "scaniranje", to je opazovanje po manjših prostorskih delih. Najpomembnejše pa je, da lahko na tako organiziran radar direktno priključimo računalnik, ki prevzame tudi vodenje radarja, tako da lahko deluje popolnoma avtomatsko. Kvalitete tako dobljenih podatkov seveda ne moremo primerjati s kvaliteto podatkov, dobljenih prek zaslona. Na sliki 1 je prikazan elementarni volumski delec. Za vsak tak delec v prostoru, ki je v dometu radarja, lahko dobimo podatek o jakosti odboja. Za prostor, ki ga opazujemo, dobimo na ta način množico podatkov, ki jih lahko direktno vodimo v računalnik. Tam lahko z njimi razpolagajo različne aplikacije hkrati in jih priredijo za svoje potrebe. V tem primeru ne moremo več govoriti o nadomestilu za vizualna opazovanja oblačnosti in oblačnih sistemov, ampak o kvalitativno in kvantitativno novem načinu dela, ki pomeni v povezavi z računalnikom neomejene možnosti koriščenja. Radarsko-računalniški sistem je torej dopolnilo v sistemu avtomatskih meteoroloških postaj. S sinhronizacijo obeh sistemov dobimo mnogo več kot pa z opazovanji na klasičnih meteoroloških opazovalnih postajah.

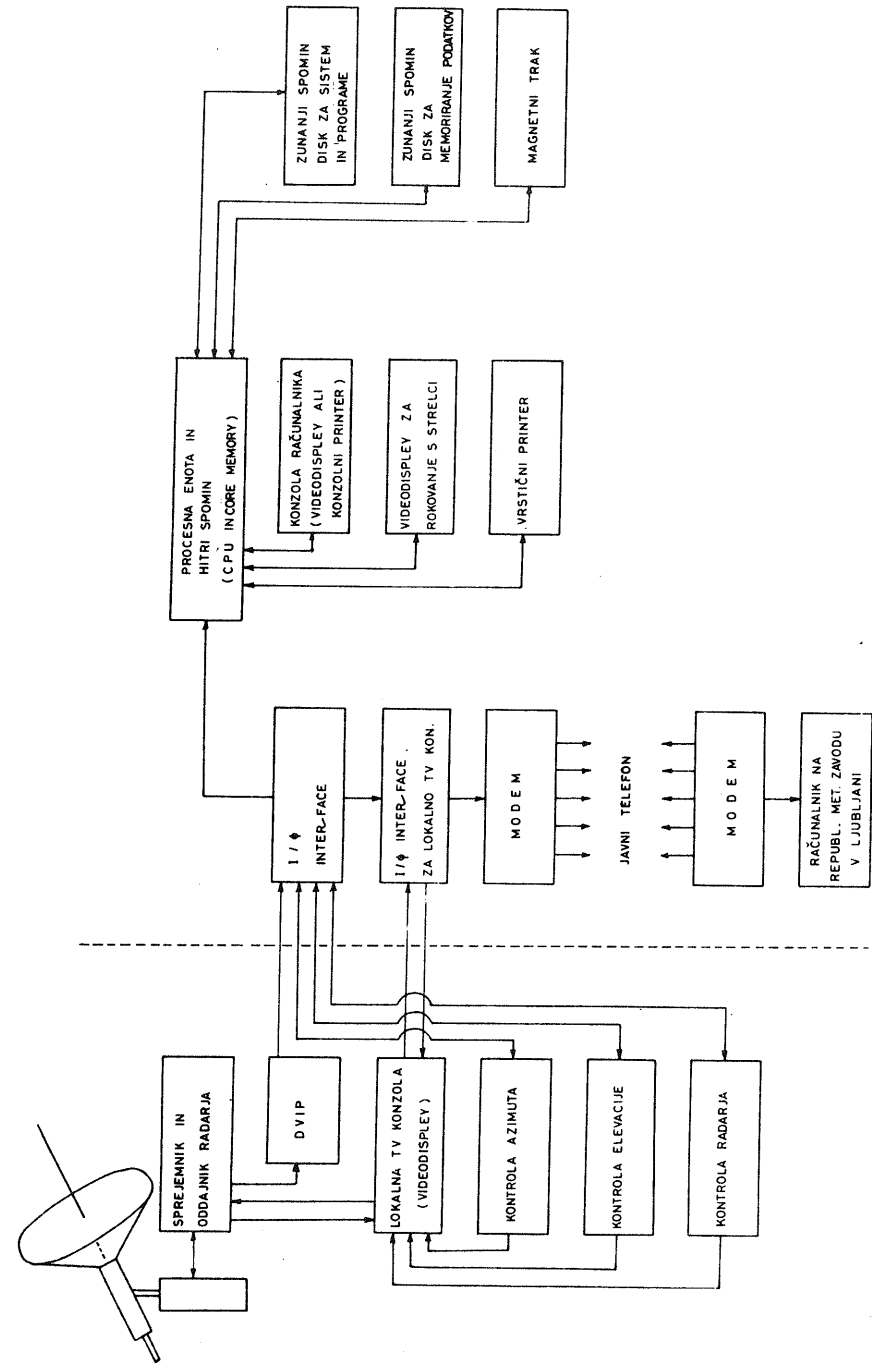


Slika 1 Elementarni volumski delec BIN.
Fig. 1 Elemental volume particle BIN.

Slika 2 prikazuje shemo radarsko-računalniškega sistema, ki je sicer predlagan za obrambo pred točo, vendar ga lahko uporabimo za več aplikacij hkrati. Tipične takšne aplikacije so:

- opazovanje razvoja in gibanja oblačnih sistemov za potrebe kratkoročne prognoze vremena;
- merjenje padavin;
- opozarjanje pred bližajočimi se neurji;
- določevanje tipa oblačnega sistema;
- identificiranje in lokalizacija pojavov;
- obramba pred točo.

Z zapisom podatkov na ustrezni računalniški medij omogočimo naknadne obdelave in raziskovanja. Pomembna pridobitev je tudi distribucija podatkov do koristnikov, saj danes blokiran prenos podatkov prek javnih komunikacijskih sredstev ni problem.



Slika 2 Shema radarsko-računalniškega sistema
Fig. 2 Scheme of radar-computer system

ZVOČNI RADAR

ACOUSTIC RADAR

Zdravko PETKOVŠEK

Katedra za meteorologijo, VTO Fizika, FNT Ljubljana

SUMMARY

Acoustic radar (or SODAR, ACDAR, sound sounder) is a useful tool for detection of the discontinuity layers of atmospheric turbulence, such as wind-shears, temperature inversions, upper boundaries of cold-air lakes, boundaries of fog and stratus, plumes and domes above cities, etc. An attentive interpretation of registered data of the height and strength of the sounder's echo brings about many important conclusions on the atmospheric processes and phenomena.

In the present survey the elements of the instrument, and theoretical and practical bases of its work are presented at the beginning. Further, the applications, problems, troubles and possible mistakes are discussed, and examples of record interpretations are given. Some comparisons of acoustic sounder data with the data of other sounding systems (radiosonde, microbarographs) are also presented and discussed on the basis of other investigations.

POVZETEK

Zvočni radar (imenovan tudi SODAR, ACDAR, sound sounder i.d.) je sodoben pripomoček za določevanje diskontinuitetnih plasti atmosferske turbulence. Ker so z njimi v tesni povezavi pojavi, kot npr. vetrovna striženja, temperaturne inverzije, meje jezer hladnega zraka, megle in stratusne oblačnosti dimnih zastav in onesnaženja zraka nad mesti itd., nam pravilna interpretacija registriranih podatkov o višini in jakosti odbojev, omogoča mnoga pomembna spoznanja o dogajanjih v prizemnih plasteh atmosfere nad nami.

Delo z zvočnim radarjem ni zelo zahtevno in tudi cena je dokaj dostopna. Podatki, ki jih lahko da zvočni radar, so vedno bolj potrebni pri mnogih odločitvah in koristijo pri kratkoročnih prognozah vremena in onesnaženja zraka. Zato moramo spoznati delovanje in problematiko meritev, kot tudi možnosti, ki jih ta instrument daje, da bi lahko pravilno ocenili potrebe po njem in njegovo koristnost pri našem prihodnjem delu.

UVOD

Vse večje potrebe po čim bolj izčrpnih podatkih o stanju atmosfere v njenih prizemnih plasteh nam lahko deloma krije tudi zvočni radar (imenovan še SODAR,

ACDAR, sound sonder i.d. /1/. Z njim je mogoče določati višine nezveznosti atmosferske turbulence, te pa so povezane z vetrovnimi striženji, temperaturnimi inverzijami, onesnaženjem zraka itd., kot potrjujejo že znane primerjave s podatki doppler-radarja in z mikrobarografskimi krivuljami /2/. Ker je instrument sorazmerno preprost in je tudi njegova cena zmerna (ca. 10^4 §) in dostopna, bi bilo prav, da ga tudi pri nas vključimo med posebne opazovalne instrumente. Zato je koristno, da spoznamo njegove elemente, način delovanja in rezultate, ki jih daje, kakor tudi probleme in težave, na katere naletimo pri delu z njim in pri analizi njegovih registracij /3/.

NAČELO DELOVANJA IN ELEMENTI

Zvočni radar deluje tako, da pošlje navzgor v atmosfero zvočni impulz frekvenca okrog 1600 Hz ter nato sprejme in registrira odmev, ki pride nazaj zaradi odboja na temperaturno-turbulentnih diskontinuitetah v prizemnih plasteh atmosfere.

Glavne sestavine najpreprostejšega monostatičnega zvočnega radarja so tri: sprejemno-oddajna antena, ščitnik proti hrupu in regulator (slika 1 in 2). Antena je parabolični kovinski "krožnik" premera ca. 1 m z oddajno prejemnim elementom; zvočni ščitnik pa je visok okrog 2,5 m. Ščitnik ima dvojno nalogo: na eni strani ščiti okolico pred zvočnimi impulzi oddajnika, predvsem pa preprečuje vpliv zvočnih motenj okolice - hrupa na nemoten ali vsaj malo moten sprejem odbitih valov. Te motnje so lahko tako močne, da v zelo hrupnih področjih instrument ni uporaben, vendar daje uporabne rezultate tudi v urbanih področjih, če je nameščen na strehah visokih zgradb. Ločimo lahko tri vrste hrupa, ki moti: nepravilni odmevi od bližnjih zgradb; zvok, ki nastane na anteni ali na ščitniku zaradi vetra ali dežja in pravi hrup iz okolice. Zato je važna tudi pravilna izbira lokacije instrumenta. Pri šibkem dežju ali pri sneženju dela zvočni radar dobro, pri močnem dežju pa ne.

Monostatični sistem je tisti, kjer sta oddajna in sprejemna antena združeni. Po oddanem impulzu čaka antena na sprejem nekaj sekund (slika 3a); pri bistatičnem sistemu pa sta oddajna in sprejemna antena ločeni in postavljeni nekaj 100 metrov vsaksebi (slika 3b). Ta sistem ima nekaj prednosti, ki jih bomo spoznali pozneje.

Impulzi, ki trajajo 50 do 200 milisekund se ponovijo vsakih nekaj sekund, zato dobimo na regulatorju praktično zvezen zapis višine turbulentne diskontinuitete na višinah nekako med 100 in 1000 m nad anteno. Dejansko dobimo le višino diskontinuitet, sicer pa samo kvalitativne informacije o jakosti pojavov, iz česar pa je mogoče marsikaj sklepati, če dobro poznamo odnose med pojavi.

Širina snopa poslanih zvočnih valov je pri večini monostatičnih radarjev nekaj nad 10^0 ter se pri brezvetrju odmev vrne naravnost v anteno. Pri močnejšem vetru pa nastane zanos, vendar je snop dovolj širok, da deluje zvočni radar še do hitrosti vetra okrog 30 m/s (110 km/h), pri dosti večjih hitrostih vetra pa ne.

Hitrost širjenja zvočnih valov je podana z enačbo

$$c = u + \sqrt{k R T} \quad (1)$$

kjer je u hitrost gibanja zraka, k razmerje specifičnih toplot za zrak, R individualna plinska "konstanta" vlažnega zraka in T temperatura. Za $u = 0$ dobimo ob upoštevanju odvisnosti R -a od parnega pritiska (e) in zračnega pritiska (p) enačbo:

$$c = a \sqrt{T (1 + 0,38 e/p)} \quad (2)$$

kjer je $a = 20,05 \text{ m/s}^{-1} \text{ K}^{-1/2}$; ta daje torej tudi vpliv vlage v zraku na hitrost širjenja zvočnih valov, vendar ta vpliv očitno ni velik; večji pa je vpliv vlage v zraku na slabitev impulza.

V normalnih pogojih ($T = 273,2 \text{ K}$, $p = 1013 \text{ mb}$ in $U = 50\%$) je hitrost zvoka $c = 331,5 \text{ m/s}$ in se poveča pri zvišanju temperature za eno stopinjo za $0,6 \text{ m/s}$, pri povečanju na 100% relativno vlago pa le za ca. $0,1 \text{ m/s}$. Glede na hitrost zvoka je višina, s katere se vrne impulz po eni sekundi, okrog 167 m in je odvisna tudi od kalibracije instrumenta. Za vrnitev impulza z višine 1 km je zato potrebnih ca. 6 sekund, in v skladu s tem je presledek med posameznimi impulzi monostatičnega sistema.

Kako natančno določamo višino odbojne turbulentne plasti pa je odvisno od trajanja poslanega impulza

$$\delta h = c \delta t \quad (3)$$

kjer je δh nenatančnost višine oziroma pot, ki jo preide zvok v času trajanja impulza. Tako dajejo impulzi, ki trajajo 50, 100 ali 200 milisekund, nenatančnost na 8,5, 17 in 33 m.

Odmev povzročajo predvsem take temperaturne razlike, ki vplivajo na razlike v hitrosti širjenja zvoka, tako da se spremeni valovna dolžina (λ) poslanega signala za polovico. V skladu z relacijo

$$\lambda = c/v \quad (4)$$

znaša to, glede na frekvenco impulza $v = 1600 \text{ Hz}$ $\lambda/2 \approx 10 \text{ cm}$.

V skladu z gornjo razlago in enačbo (2) so torej zadostne temperaturne spremembe delčka stopinje ali večje spremembe relativne vlage. Zato turbulenca praktično vedno - razen v čisto adiabatni vertikalni temperaturni razporeditvi - poskrbi za zadostne temperaturne razlike in pride do odboja.

Dober sistem zvočnega radarja dela vsaj s tremi dolžinami impulza in tudi s tremi filtri za širino spektralnih pasov pri sprejemniku. Filtri so potrebni tudi

zato, da izločajo del hrupa iz okolice, ki moti. Najboljše razmerje med signalom in hrupom je pri dolgem impulzu in ozkem spektralnem traku, vendar je oboje treba izbirati glede na potrebe. Navadno imajo sprejemniki možnost izbire treh širin spektralnih trakov, in sicer 20, 40 in 80 Hz. Energija signala je navadno manjša od 1% impulza; slabitev signala v atmosferi pa je tudi odvisna od temperature, relativne vlage in frekvence. Za doseg večjih višin so boljše nižje frekvence, ki pa zahtevajo večje antene. Slabitev signala (S) v odvisnosti od temperature in vlage pa je razvidna iz naslednjih vrednosti, ki veljajo za 1 km dolgo pot impulza skozi atmosfero:

T = 0° C	U = 100%	S = 8,6 dB;	U = 50%	S = 18 dB
T = 30° C	U = 50%	S = 7,0 dB;	U = 14%	S = 12 dB

odkoder sledi, da je sipanje močnejše v suhem zraku in pri nižjih temperaturah.

Videli smo, da je pri daljšem impulzu natančnost meritve manjša; velja pa tudi, čim ožja je širina spektralnega traku sprejemnika, tem večja je možnost, da bo impulz izpadel iz njegovega območja zaradi frekvenčnega premika, ki ga povzroči dopplerjev efekt. Kombinacije impulzov in filtrov morajo biti zato take, da dobimo dovolj takih frekvenc, ki jih spusti ožji spektralni filter. Kratki impulzi in širok spektralni trak, ki dajo veliko ločljivost, so dobri za kratke razdalje, kjer je moč odbitih impulzov v splošnem velika in ni treba paziti na razmerje med poslanim in sprejetim impulzom. Nasprotno pa je daljši impulz in ožji spektralni trak sprejemnika boljši za informacije z večjih razdalj, a le tako, da ne izpade odmev zaradi dopplerjevega efekta. Hitrost gibanja "odbojnikov" navzgor ali navzdol spremeni namreč frekvenco za ca. 10 Hz pri hitrostih gibanja 1 m/s.

Te probleme rešujejo novejši zvočni radarji avtomatično, tako da dobimo za enako turbulenco približno enak zapis - enako zasenčenje - na registrirnem papirju ne glede na razdaljo in čeprav energija snopa z razdaljo slabi. Zadnji efekt je delno kompenziran že s tem, ker odbojna površina z razdaljo narašča. Odnos med obema učinkoma ni linearen, vendar skrbi za potrebne popravke instrument sam.

Odmevni zapis dveh zaporednih impulzov je navadno približno enak, čeprav so sami odbojniki (vrtinci oz. temperature) od impulza do impulza že različni. V polju normalne turbulence je namreč zelo mnogo odbojnikov, ki povzročajo odmev vsakega zvočnega impulza iz nekega območja oddaljenosti. V naslednjih sekundah pred novim impulzom te odbojnice zamenjajo drugi - trenutno polje turbulence se stalno spreminja; poleg tega pa zmerni veter odnaša ta del turbulentnega zraka izven območja naslednjega impulza.

Pri bistatičnem sistemu, kjer odbojni kot ni 180°, ampak je med 165° in 110°, nastaja odboj bolj zaradi hitrostnih razlik kot zaradi temperaturnih. Zato daje kombinacija mono- in bistatičnega sistema več informacij o turbulenci in stratifikaciji atmosferskih plasti kot pa vsak sistem zase.

UPORABA IN PRIMERI ANALIZE

Diskontinuitete v turbulenci in temperaturi se pojavljajo v bližini temperaturnih inverzij, ki jih tako zaznamo. Tako določamo višine talnih, turbulentnih, frontalnih in subsidenčnih inverzij, zgornje meje jezer hladnega zraka, meje dimnih zastav, mestnih kupol onesnaženega zraka itd. Zato je očitno, da je uporabnost zvočnega radarja nedvomno velika v meteorologiji, kot v mnogih področjih, ki so povezane z njo.

Stalne meritve višin diskontinuitet nam dajo poleg neposrednih podatkov o njihovi višini tudi njihovo dinamiko, to je, spreminjanje višin, njihov nastanek in razkroj. Po daljšedobnem opazovanju je mogoče dobiti tudi klimatske značilnosti teh pojavov. Pri tem si navadno pomagajo s kategorizacijo registracij. Ta obsega do 15 kategorij /4/, čeprav jih za reševanje problemov onesnaženja zraka navadno zadostuje šest. Kategorizacija omogoča tudi preprosto digitalizacijo dobljenih podatkov; lahko pa se celotne registracije prenašajo tudi s faksimile sistemi.

Podatki zvočnega radarja pomagajo razložiti nekatere pojave v atmosferi in nudijo neposredno pomoč pri prognozi vremena in onesnaženja zraka v lokalni in mezometeorološki skali. S temi meritvami je mogoče zaznavati lokalno cirkulacijo zraka (obalne in pobočne vetrove), gravitacijske valove, reliefne vplive na gibanja zraka, pa tudi ptičje jate, polucijo atmosfere s hrupom itd. Iz dobljenih podatkov je mogoče sklepati na stabilitetne in difuzijske parametre v prizemnih plasteh, na višino megle in celo na vertikalne temperaturne gradiente. Pri takih ocenah so potrebne primerjave z meritvami z vezanim balonom ali na visokih stolpih /5/, vendar še prihaja do napak in zamenjav /6, 7/ ter je potrebna skrbna analiza in upoštevanje križnih vplivov dogajanj v atmosferi.

Poleg značilnih primerjav registracij zvočnega radarja in mikrobarografov ob zaznavanju valovanj na internih diskontinuitetah /8/, je zanimiva študija A. Gysegema in H. Hellemansa /9/, ki sta primerjala istočasne meritve višin temperaturnih inverzij z zvočnim radarjem in radiosondažo. Zajela sta 380 primerov, kar je omogočilo statistično obdelavo. Tako sta ugotovila za višine med 100 in 900 m zelo visok korelacijski koeficient med meritvami višine temperaturnih inverzij z zvočnim radarjem in radiosondo, in sicer 0,97. Nekoliko podrobnejše odnose med obojimi meritvami pa sta podala tabelarično z razdelitvijo v pet razredov, kot je razvidno s tabele 1.

Registrator hkrati zabeleži odboje zaradi vseh spredaj navedenih vplivov, ki neredko nastopajo v kombinacijah in jih je treba z analizo opredeliti. V glavnem ločimo dve vrsti odmeva, in sicer termalni odmev, ki je posledica konvektivnih celic in ima značilno vertikalno strukturo, ter strižni odmev, kjer je turbulanca predvsem posledica vetrovnih striženj v stabilni stratifikaciji. Plast brez odmevov je navadno plast nevtralne stratifikacije, kjer turbulenca ne daje drobnih temperaturnih sprememb; pač pa so meje take plasti (neosenčene) navadno lepo vidne.

Tabela 1 Odstotki ujemanja meritev višin temperaturnih inverzij po radiosondaži in zvočnem radarju /9/.

Table 1 Percentage of agreement of temperature inversion measurements using radiosonde and sound sounder's /9/.

Razred	Opis	%
1	inverzija po radiosondaži višina z radarjem natančno določena	37
2	inverzija po radiosondaži višina z radarjem dvomljivo določena	10
3	inverzija po radiosondaži ni signala na zvočnem radarju	1,5
4	ni inverzije po radiosondaži nestabilnost ali ni signala na radarju	22,5
5	stabilnost, toda brez inverzije po radiosondaži višina z radarjem natančno določljiva	29

Primeri registracij na naslednjih slikah 4 do 7 z dodanimi pojasnili dovolj dobro že sami prikazujejo uporabnost zapisov in probleme, ki se pojavljajo pri analizi registriranih trakov zvočnega radarja ob nekaterih značilnih pogojih. Na slikah vidimo, kako so registrirane turbulentne plasti in njihova valovanja, vidimo termične vplive tal, vplive hrupa iz okolice, inverzne plasti v primerjavi z izmerjeno temperaturno stratifikacijo, razvoj turbulence ob nastanku fena i.d., zato širši komentar k njim ni potreben.

Iz vsega navedenega je očitno, da je lahko zvočni radar zelo koristen pripomoček za ugotavljanje dogajanj v prizemnih plasteh atmosfere, in bilo bi koristno, da bi čim prej zasedel ustrezno mesto tudi pri nas.

LITERATURA

- /1/Monostatic Acoustic Radar, AeroVironment Inc., Pasadena California USA 91107, 1976.
- /2/BERAN, D.W. et al.: Acoustic Echo-Sounding Techniques and their Application to Gravity-Wave, Turbulence and Stability, Boundary-layer Meteor., Vol. 4, 1973, 133.
- /3/Acoustic Radar - Application and Interpretation of Records, AeroVironment Inc., Pasadena, Calif. USA 91107, 1976.
- /4/SCHUBERT, J.F.: A Climatology of the Mixed Layer Using Acoustic Methods, Prepr. 3rd Symp. Met. Instr. and Obs., AMS 1975.

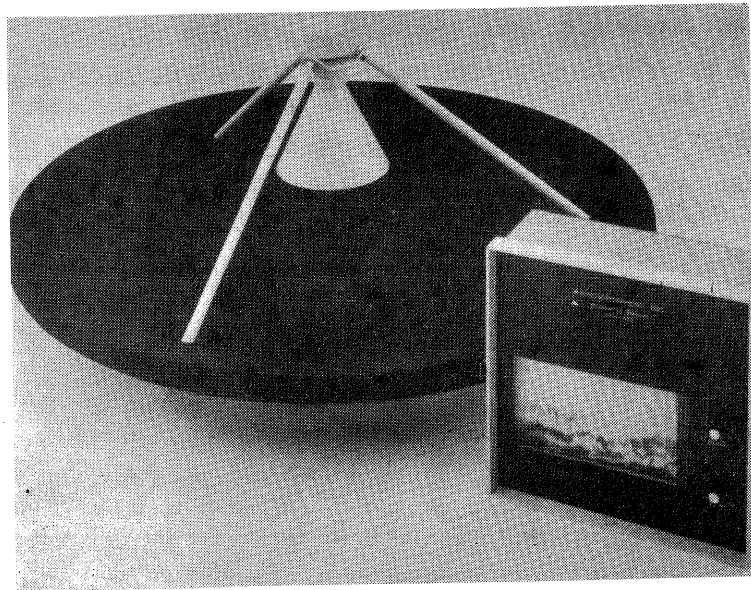
/5/PETERSEN, E.L., JENSEN, N.O.: A Mesoscale Phenomenon Revealed by an Acoustic Sounder, J. Appl. Met. V. 15, 1976, 662.

/6/HALL, F.F., NEFF, W.D.: Comments on "A Mesoscale Phenomenon Revealed by an Acoustic Sounder", Journal Appl. Met. V. 16, AMS 1977, 109.

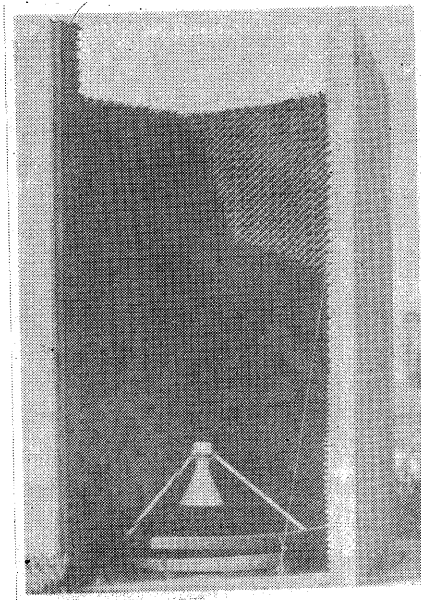
/7/PETERSEN, E.L., NIELS, N.O.: Reply. Ibid 110.

/8/MERRILL, J.T.: Observational and Theoretical Study of Shear Instability in the Airflow near the Ground, Jour. Atm. Sc. V. 34, AMS 1977, 911.

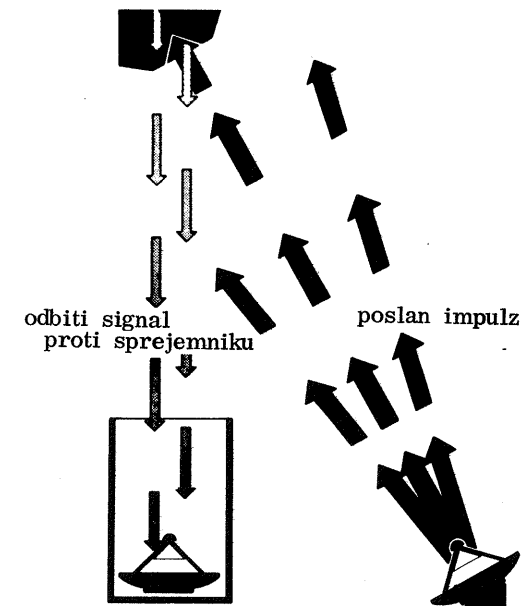
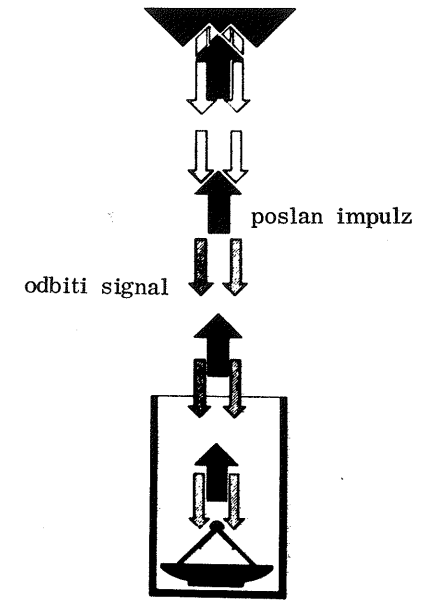
/9/GYSEGEM, A., HELLMANS, H.: Aptitude de l'ACDAR a mesurer en continu les hauteurs d'inversion, WMO No. 480, Methods of Observation (TECIMO), 1977, 249.



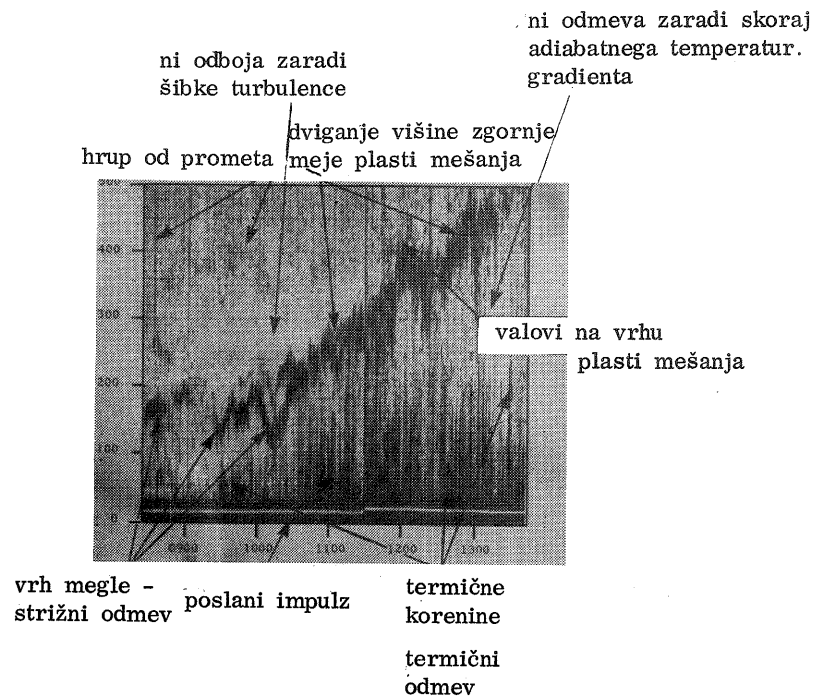
Slika 1 Oddajno-sprejemna antena zvočnega radarja in registrator
 Fig. 1 Antenna system and transceiver-display unit



Slika 2 Postavljena antena in ščitnik (brez ene stene)
 Fig. 2 Placed antenna and shield enclosure (one wall removed)

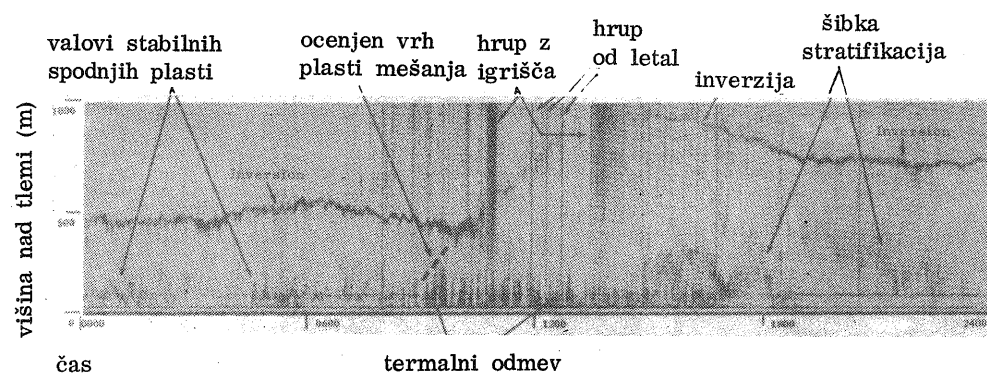


Slika 3a,b Shemi delovanja monostatičnega in bistatičnega sistema
 Fig. 3a,b Setup of monostatic and bistatic system



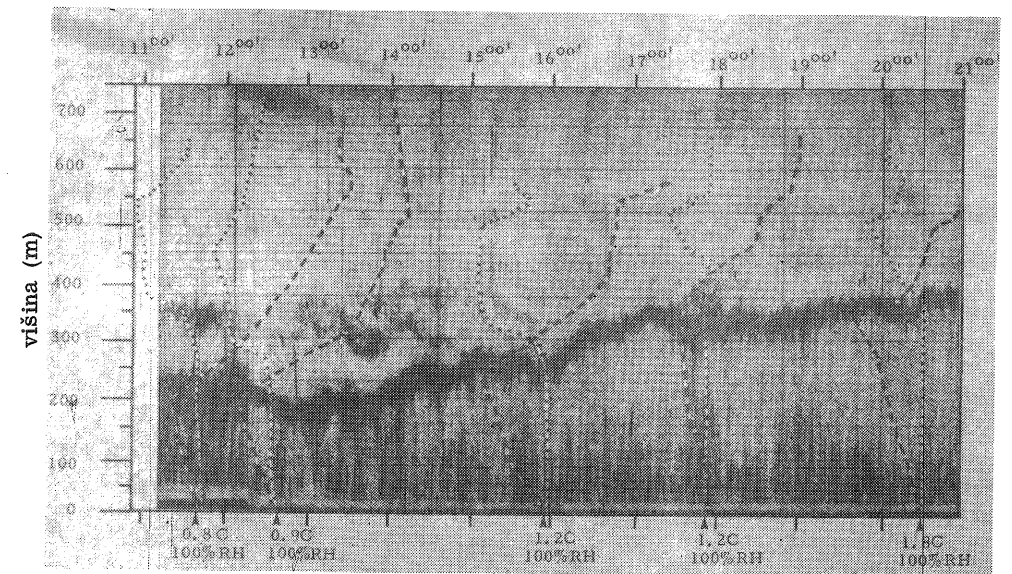
Slika 4 Razvoj in dviganje plasti mešanja po razkroju jutranje megle

Fig. 4 Development and lifting of mixing layer after the morning fog dissipation



Slika 5 Dnevne spremembe višine dvignjene inverzije plasti nad neko dolino

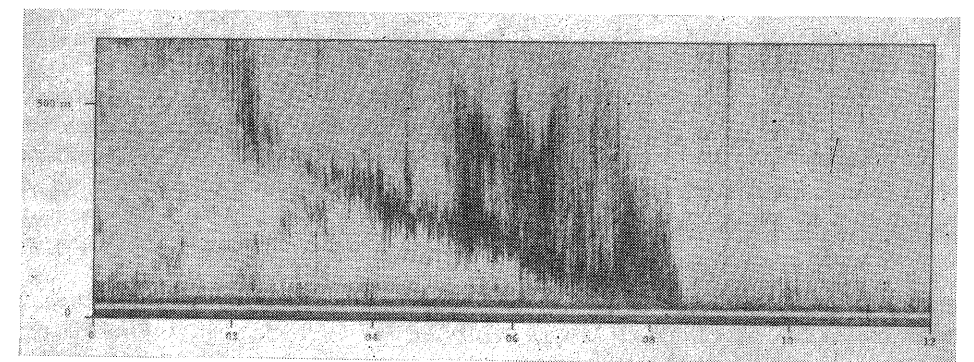
Fig. 5 Daily variation of height of an elevated inversion layer above a valley



----- temperatura
 relativna vlaga

Slika 6 Vrh meglene plasti pod močno inverzijo ter profili temperature in rel. vlage nad Benetkami (po H. Hasenjaegerju)

Fig. 6 Upper boundary of fog layer under a strong inversion with temperature and humidity profiles at Venice



Slika 7 Razvoj atmosferske turbulence ob začetku fena v Kaliforniji (po M. Zeldinu)

Fig. 7 Development of atmospheric turbulence at the beginning of the foehn period in California

KONTROLA METEOROLOŠKIH PODATKOV V ZVEZI Z AVTOMATSKO
OBDELAVO PODATKOV

CONTROL OF METEOROLOGICAL DATA IN CONNECTION WITH AUTOMATIC
DATA PROCESSING

Janko PRISTOV
Meteorološki zavod SRS, Ljubljana

SUMMARY

A comparison between conditions for individual - personal control of data and those for computer control is given. Rigorousness of some criteria for data control is estimated critically, with regard to the precision of measurements or observations. Difference between the use of normal archives and computer records is shown, together with a proposed scheme for a weighty computer records documentation for data of meteorological phenomena from common meteorological and rain stations.

POVZETEK

Prikazana je primerjava pogojev individualne kontrole z računalniško kontrolo podatkov. Kritično je ocenjena strogost nekaterih kriterijev za kontrolo podatkov glede na natančnost meritev ali opazovanj. Prikazana je razlika med uporabljanjem običajnega arhiva v odnosu na računalniški arhiv in je podan predlog za smiselno računalniško arhiviranje dokumentacije za meteorološke pojave z navadnih meteoroloških in padavinskih postaj.

* * *

Obdelava, še posebno pa arhiviranje meteoroloških podatkov se v zadnjem času bistveno spreminja. Preden smo podatke shranjevali na magnetnih trakovih ali magnetnih diskah, smo vedno uporabljali za izdelavo študij ali elaboratov originalne podatke; in uporabnik je vedel, ali so podatki zanesljivi ali ne. Tako kakor korekcije so bili tudi interpolirani podatki drugače označeni in smo jih lahko ločili od izmerjenih oziroma opazovanih podatkov.

V zadnjem času so se razmere bistveno spremenile. Vsi podatki so na magnetnih trakovih in je zato vrednost podatkov popolnoma zabrisana. V našem računalniškem arhivu so napake odpravljene in manjkajoči podatki interpolirani, vendar ne moremo ločiti korigiranih ali interpoliranih podatkov od izmerjenih ali opazovanih. Predpostaviti moramo, da so vsi podatki na magnetnih trakovih enake kvalitete, to pa pogosto ne drži. Vzroki za nehomogenost podatkov pa izvirajo iz okoliščin, pri katerih so bili ti podatki zbrani.

V našem primeru govorimo prvenstveno o tako imenovanih klimatoloških podatkih, to je tistih, ki so merjeni ob 07., 14. in 21. uri, seveda pa morajo biti zabeleženi meteorološki pojavi prek celega dne. Če izvzamemo glavne meteorološke postaje, kjer so poklicni opazovalci, opazujejo na vseh postajah honorarni opazovalci - volonterji, ki opravljajo poleg tega svoj osnovni poklic. Njihovo delo je, da opravijo kompletna opazovanja ob klimatoloških terminih, vzdržujejo instrumente in zadovoljive pogoje na opazovalnem prostoru. Poleg tega naj bi prek celega dne spremljali vremenska dogajanja oziroma vremenske pojave. Če pa vemo, da opravljajo to delo ljudje z različno vestnostjo, različno izobrazbo in ne nazadnje tudi z različnimi poklici, ko nekateri poklici onemogočajo normalno opazovanje pojavov, težko trdimo, da so vsi podatki dovolj natančni.

Za natančno odčitavanje podatkov ugotavljamo, da v jutranjih in večernih urah že razmeroma majhen časovni odmik (do 1/2 ure) bistveno spremeni vrednosti posameznih elementov (temp., vlage, pa tudi vetra - odvisno od letnega časa), in to je vsekakor več, kot netočno odčitavanje. Če se to zgodi le posamezni dan, potem lahko to pri poprečnih zanemarimo, kolikor pa se to dogaja sistematično, lahko dobimo tudi napačne poprečne vrednosti.

Ker so vrednosti meteoroloških elementov močno odvisne od lokacije postaje (že majhna sprememba lokacije lahko bistveno spremeni vrednosti elementov), nam to onemogoča odkrivanje posameznih sistematičnih napak v primerjavi z drugimi postajami in se lahko zanesemo le na vestnost opazovalca.

Za kontrolo podatkov brez računalnika smo imeli več načinov, ki so bili razmeroma zamudni in je bilo pri kontroli zelo veliko subjektivne ocene, da o različni stopnji znanja in vestnosti posameznega uslužbenca ne govorimo. Poleg tega smo preverjali le glavne meteorološke elemente. Z računalniško metodo je objektivnost kontrole zagotovljena, preverjeni so vsi meteorološki elementi, vendar za zdaj računalnik samo opozori na napako in je sam ne odpravi.

Zavedamo se, koliko časa porabimo za pregled dvomljivih podatkov, ki jih izloči računalnik, pa zato iščemo programe za računalnike, pri katerih kriteriji niso prestrogi glede na natančnost izmerjenih oziroma opazovanih podatkov. V prihodnje bo za posamezne elemente potrebno pripraviti programe, da bo za manjkajoče podatke računalnik že sam poiskal najprikladnejšo vrednost.

Glavno vprašanje je, kaj s kontrolo pravzaprav hočemo? Ali želimo popravljati podatke in si moramo zato več ali manj zmišljati nove vrednosti, ki po formalni plati popolnoma ustrezajo? S temi podatki se da nemoteno računati poprečke in tudi v kasnejšem kartografskem prikazu ne bodo izstopali, nimajo pa vrednosti kot posamezni meteorološki element.

Lahko pa nam kontrola podatkov služi zato, da vidimo, koliko in kakšne napake dela posamezni opazovalec, in nam te napake prvenstveno služijo pri vzgoji opazovalcev, ko od njih zahtevamo, da ne delajo novih podobnih napak.

Smiselno se mi zdi, da opazovalce, ki niso zanesljivi, oziroma se pri njih napake stalno ponavljajo in jih ne odpravijo, po večkratnih opozorilih kratkomalo zamenjamo. Če pa v istem kraju ne dobimo novega opazovalca, program te postaje skrbimo na elemente, ki jih opazovalec v redu opazuje, ali pa opazovanja sploh ukinemo. Mnenja sem, da je bolje imeti manjše število dobrih meteoroloških postaj kot pa večje število nezanesljivih. Iz arhivskega gradiva, ki je na magnetnih trakovih, pa se pri tem ne da ugotoviti, kateri podatki so dobri in kateri razmeroma slabi.

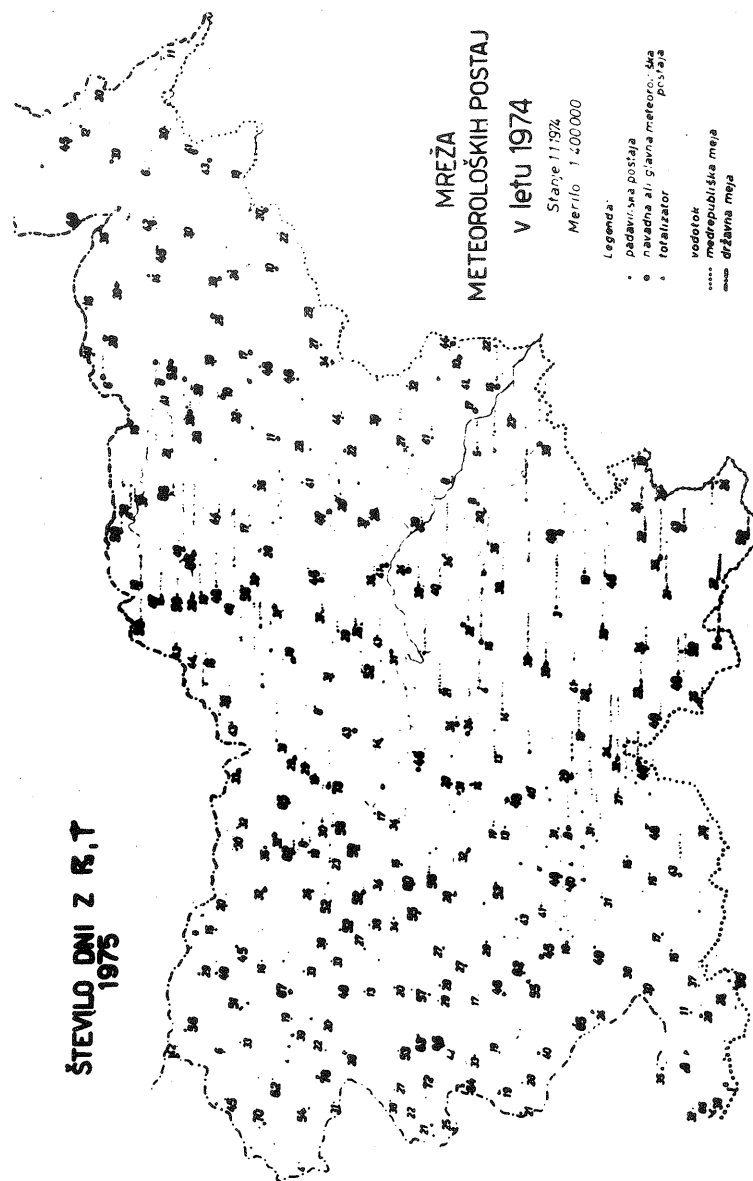
Pri meteoroloških elementih, ki jih normalno merimo, je največ napak pri mokrem termometru in pri minimalni temperaturi pri tleh. Problematika merjenja vlage je poznana in je veliko odvisna od čistoče in vestnosti opazovalca, da skrbi za pravilno namakanje in odčitavanje mokrega termometra. Za kontrolo vlažnosti zraka bi moral biti na postaji poleg psihometra tudi higrograf ali vsaj higrometer, kajti kontrola za vlago je zanesljiva le ob dveh meritvah vlage na različnih osnovah.

Še bolj problematično kot opazovanje met. elementov ob posameznih terminih je opazovanje pojavov, ki jih je potrebno spremljati prek celega dne.

Če pri meteoroloških pojavih predpostavimo, da je najlažje opazovati nevihte, ki jih ne samo vidimo, temveč jih tudi slišimo, potem dobimo grobo sliko, če samo primerjamo število dni z nevihtami za posamezne postaje, za katere lahko domnevamo, da imajo približno enako število dni z nevihtami, oziroma so tako blizu skupaj, da praktično zabeležijo iste nevihte (sl. 1). Rezultati niso zadovoljivi. Razlike med bližnjimi postajami so tudi za trikratno vrednost. Prav tako opazimo, da močno izstopajo glavne meteorološke postaje, ki imajo poklicne opazovalce, in to več, ne enega samega. Ako je samo en poklicni opazovalec, potem ni velike razlike med njim in valonterjem, vsekakor pa je znatno število valonterjev, ki opazujejo pojave boljše od opazovalca, ki je sam na postaji.

Če primerjamo vrednost opazovanih pojavov po nevihtah in tudi po pojavljanju megle lahko ugotovimo, da je zelo veliko navadnih meteoroloških postaj, kjer vestno opazujejo ob klimatoloških terminih, ne beležijo pa pojavov celo v kljub večkratni urgenci. Je pa veliko padavinskih postaj, kjer zelo vestno beležijo vse meteorološke pojave.

Zaradi homogenosti arhivskega gradiva smo prisiljeni, če nočemo, da se bo vrednost arhiva znatno znižala, da prenašamo na računalniške medije samo zanesljive podatke. Na vseh postajah, ki bodo ostale sicer še opazovali vse meteorološke pojave; na računalniške medije pa bomo prenašali samo podatke iz zanesljivih postaj, tako navadnih, kakor tudi padavinskih. Nezanesljivi podatki o meteoroloških pojavih bodo ostali samo v opazovalnih dnevnikih, kajti vsak zabeležen pojav ima vsaj majhno vrednost, pa čeprav ga ne moremo uporabiti za različne statistične in druge obdelave. Uporaben je toliko, da vemo, da je pojav bil, če so ga celo zabeležili. Pri teh pomanjkljivih podatkih, pa ne moremo trditi, da pojava ni bilo, če ni zabeležen. Za pravilno vrednotenje meteoroloških pojavov bi bilo koristno, če bi tudi po teh merilih pripravili reorganizacijo celotne opazovalne mreže.



Slika 1 Število dni z nevihtami po posameznih postajah za leto 1976

Fig.1 Number of days with thunderstorms according to various stations for the year 1976

V prihodnje bomo morali poskrbeti tudi za to, da se uskladijo tako imenovana klimatološka opazovanja z opazovanji za sinoptične depeše. Definicije morajo biti enotne, kajti tudi celotna dokumentacija mora biti enotna, ne pa da so razlike med tako imenovanimi sinoptičnimi in klimatološkimi opazovanji. Ko bomo dobili lasten računalnik, bomo vsakourne podatke redno arhivirali na magnetne trakove in bo s tem za te postaje odpadlo nadaljnje arhiviranje podatkov.

V Sloveniji zdaj z računalnikom kontroliramo in obdelamo vse klimatološke in padavinske podatke vključno z ombrogrami.

Za preverjanje klimatoloških podatkov uporabljamo v programu 77 kontrol in so sestavljene tako, da uporabljajo za kontrolo čimveč drugih meteoroloških elementov, med katerimi so medsebojne odvisnosti. Trudili smo se, da bi uporabili čimbolj smiselna merila, da ne bi po nepotrebnem dobili za pregled preveč dvomljivih podatkov. Hkrati smo že upoštevali nekatere elemente sinoptičnih depeš, da ne bo potrebno toliko spreminjati programov, čim bomo tudi direktno iz depeš preverjali in arhivirali podatke.

Pri nekaterih elementih smo postavili najprej zelo stroga merila, in če temu zadostijo, nadaljnja kontrola odpade, če pa ta merila niso izpolnjena, potem sledijo nadaljnji pogoji, ki so mnogo ožji, računalnik pa porabi več časa, ker primerja podatke različnih terminov tudi za prejšnji in naslednji dan. Na tak način želimo zmanjšati dodatno delo, ko mora preveriti podatke uslužbenec in ugotoviti vrednost podatkov.

Vsi programi so napravljeni tako, da poleg napačnega podatka, ki je posebej označen, izpiše tudi vse druge podatke tekočega dne zaradi lažjega preverjanja podatkov.

Eventuelno manjkajoči, kakor tudi napačni podatki ostanejo za zdaj za dopolnitev delavcu, ki podatke preverja. Vsekakor pa bi bilo nujno, da čimprej izdelamo programe za interpolacijo oziroma korekcijo podatkov. Nekaj smo na tem področju v Sloveniji že napravili, tečejo pa nadaljnje raziskave za avtomatsko interpolacijo podatkov. Avtomatizacija na tem področju bi se lahko znatno pospešila, če bi si raziskave v zvezi z avtomatsko obdelavo razdelili po posameznih hidrometeoroloških zavodih.

OBJEKTIVNA ANALIZA

OBJECTIVE ANALYSIS

Petar GBURČIK

Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd

SUMMARY

Objective analysis is an important step in the automatic data processing, with prognostic models and models of environment control as final steps of data processing. The experience with model used operationally for the last few years, in the hydrometeorological service, was described. It is also suggested to use the procedure of objective analysis for the critical control of meteorological data.

POVZETEK

Objektivna analiza je del procesa avtomatske obdelave. V članku sta prikazana njeno mesto in vloga v tem procesu, katerega zadnja stopnja je model kontrole okolja. Prikazano je izkustvo z modelom za objektivno analizo, ki ga že več let operativno uporabljamo v naši službi. Predlagamo, da ga meteorološka služba uporablja tudi v avtomatizirani kritični kontroli meteoroloških podatkov.

UVOD

Objektivna analiza je važna karika u procesu automatske obrade podataka. Ako posmatramo tok obrade informacije od merenja do prognoze, možemo definisati sledeće faze:

1. Merenje. Merenje meteoroloških elemenata može se vršiti klasičnim putem u sinoptičkim terminima, pomoću automatskih stanica, satelita, radara i lasera.
2. Prenosenje. Telekomunikacioni sistem u koji su uključeni kompjuteri, a između kojih se uspostavljaju veze velike propusne moći, može velikom brzinom da prenese znatne količine informacija. Pored sinoptičkih podataka ovde su uključeni i asinoptički podaci sa satelita, u prvom redu indirektna sondaža atmosfere izračunate po merenjima zračenja iz selektivnog spektra.
3. Kontrole. Kontrola podataka nije strogo definisana faza, jer se pojedini njeni stepeni vrše u svakoj od faza procesa.

Ipak je treba locirati posle prenošenja podataka, jer se dolaskom podataka iz telekomunikacionog sistema u sistem obrade vrše najslabije procedure kontrole.

4. Objektivna analiza. Da bi se podaci merenja sa čitavog područja mogli u matematičkom modelu atmosfere koristiti kao polja meteoroloških veličina, potrebno je izvršiti analizu. U principu takav je pristup i u klasičnom manuelnom načinu rada. Ovde se dobijaju polja meteoroloških veličina predstavljena u pravilnoj mreži tačaka.
5. Numerička prognoza polja meteoroloških elemenata. Polja meteoroloških veličina dobivena objektivnom analizom obradjuju se pomoću jednačina hidrodinamike, koje u sebi sadrže članove promene sa vremenom. Matematički modeli atmosfere ovde simuliraju krupnije procese i promene u horizontalnom strujnom polju pritiska, temperature, vlažnosti i vertikalnog kretanja. Tom simulacijom procesa dobija se buduće stanje atmosfere, odnosno prognostička karta.
6. Matematički modeli lokalne prognoze. S obzirom da od prognostičke karte do prognoze vremena ostaje još uvek znatan raspon, koji se danas najčešće premošćuje subjektivnim procenama, postoje modeli (zasada ne široko prihvaćeni) koji na osnovu prognostičkih karata i pomoću statističkih pokazatelja lokalnih uslova, daju prognozu meteoroloških elemenata po tačkama.
7. Matematički modeli kontrole životne sredine. Ovi modeli koriste rezultate predhodnih, npr. strujna polja i trajektorije dobivene numeričkom prognozom ili podatke o prizemnim inverzijama dobivene pomoću modela lokalne prognoze. Sastoje se principijelno iz dva dela, jedan deo je prognoza aerozagadjenja, drugi deo je kontrola sistema merenja i alarmiranja.

OBJEKTIVNA ANALIZA

Za automatizaciju i objektivizaciju procesa prognoze veoma važnu fazu rada predstavlja objektivna analiza. Medjutim, pošto je težište rada ipak prognoza, ovaj deo posla je, silom određenih okolnosti, ostao da bude završen tek pošto je već postojalo dugotrajno operativno iskustvo sa prognozom. Ipak i u tome je bilo dobrih strana, jer uspešna objektivna analiza, naročito iznad područja sa malim brojem podataka, zahteva postojanje prognoziranog polja za termin analize. Drugim rečima, objektivna analiza nije preduslov prognoze, već su prognoza i analiza karlike jednog lanca koje se neprekidno smenjuju. Za naše uslove pošto raspolažemo preliminarnim poljem, izabrana je kao najpogodnija metoda Bergthorson-Döös /1, 2/.

Ova metoda je primenjivana operativno u američkoj meteorološkoj službi. Njeni kvaliteti su ocenjeni vrlo visoko /3/ i rezultati koji se dobijaju po toj metodi znatno su bolji od rezultata po polinomijalnoj metodi. Metoda je prilagodjena našim uslovima i ovde će ukratko biti dat prikaz principa i procedure /4/.

Osnovne ideje su sledeće:

1. Podaci koji se koriste su:
 - a) Podaci osmatranja na stanicama.
 - b) Prognoza za taj termin u tačkama kvadratne mreže.

2. Na osnovu prognoze kojom se raspolaže u tačkama mreže, dobijaju se interpolacijom prognozirane vrednosti geopotencijala na stanicama.
3. Pošto su dobijene razlike izmedju prognoziranih i osmotrenih vrednosti geopotencijala na stanicama, izračunavaju se te razlike u tačkama mreže. Tako se dobijaju "osmotrene" vrednosti u tačkama mreže, a to je analiza.

Procedura objektivne analize

1. Ulaz podataka za objektivnu analizu

Fiksni podaci:

Katalog stanica (brojevi i koordinate)

Podaci o mreži

Tekući podaci:

- a) TEMP (A deo) - 500 i 1000 mb
- b) TEMP A deo kompletan - Beograd
- c) SYNOP SHIP
- d) Prognozirano polje geopotencijala

2. Dobijanje prognoziranog polja u stanicama

a) Uvodi se polje prognoziranog geopotencijala kao preliminarno polje;

b) Za dobijanje vrednosti geopotencijala u stanici $F_{ps}(K)$ koristi se bilinearna interpolaciona formula:

$$F_{ps}(K) = \frac{1}{4} (F_1 + F_2 + F_3 + F_4) + 2x (F_2 + F_4 - F_1 - F_3) + 2y (F_1 + F_2 - F_3 - F_4) + 4xy (-F_1 + F_2 + F_3 - F_4)$$

Ovde su sa F_1, F_2, F_3, F_4 , označene vrednosti geopotencijala u tačkama mreže koje okružuju stanicu. Sa xy su označene koordinate stanice u sistemu čiji je koordinatni početak u centru okca mreže, a indeks "K" određuje stanicu.

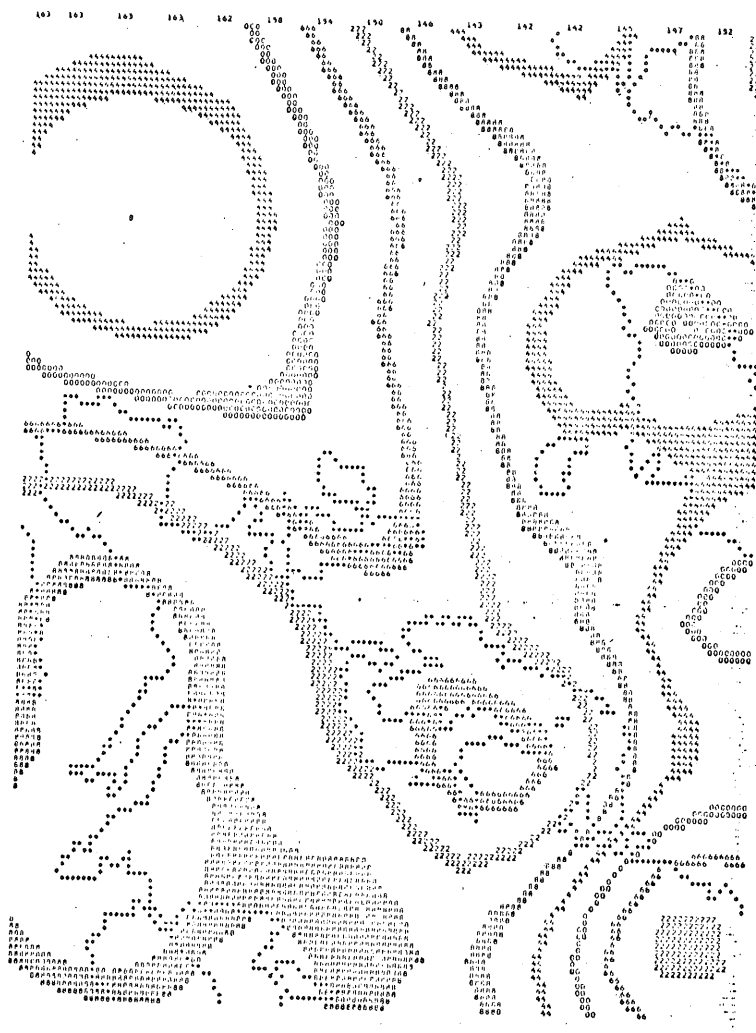
Ovde je korišćen koordinatni sistem određen numeričkom mrežom. Koordinate stanica na taj način su date sa $(I + \frac{1}{2} + x, y + \frac{1}{2} + y)$, pa je jednostavan postupak za dobijanje adresa okolnih tačaka mreže. Dovoljno je odbaciti decimalni deo koordinate stanice, pa ceo broj daje koordinate leve donje tačke odgovarajućeg okca mreže.

3. Dobijanje polja "grešaka"

Odstupanje osmotrenog polja od prognoziranog dato je jednostavno:

$$D(K) = F_{os}(K) - F_{ps}(K)$$

Gde indeks "os" osmotreno na stanici, a "ps" prognozirano na stanici.



Slika 1 Višinska karta AT 850 dobijena putem objektivne analize i predstavljena pomoću štampača.

Fig. 1 Upper-air chart AT 850 obtained by objective analysis and presented by the aid of printer.

Ovo polje se izračunava u ovoj fazi programa, a koristi se docnije više puta.

4. Određivanje bliskih stanica jednoj tački mreže

U principu se bliske stanice određuju tako, što se izračunava rastojanje od date tačke mreže do svih stanica, pa se bira nekoliko najbližih. Međutim, ako se ovaj princip primeni doslovno i kruto, taj deo programa će zahtevati ogroman broj operacija i najblaže rečeno, program neće biti naročito racionalan. Da bi postigli potreban rezultat sa što manje računskog vremena postupili smo na sledeći način.

Kada dodje na red tačka (I, J) izdvajaju se stanice čije se koordinate nalaze u granicama $(I \pm 3, J \pm 3)$. Samo za te stanice se vrši izračunavanje odstojanja do date tačke mreže. Ustvari, pošto samo rastojanje nije potrebno, već njegov četvrti stepen (vidi dole), to je ovde izišlo pozivanje potprograma za koren. Ovakav pristup bi u mnogome skratio i programe koji koriste polarni sistem, pa bezbroj puta pozivaju potprograme trigonometrijskih funkcija.

5. Izračunavanje "osmotrenog" geopotencijala u tački mreže

"Osmotreni" geopotencijal u datoj tački izračunava se pomoću podataka geopotencijala preliminarnog polja u tačkama mreže F_{pt} i napred izračunate "greške" D.

Uticao podataka o vetru unosi se tako što se pretpostavlja važenje geostrofske formule, pa se pomoću osmotrenog vetra izračunava gradijent geopotencijala. Na taj način se dobija:

$$F_{tv} = F_{os} + \left(\frac{\partial F}{\partial r}\right)_{os} r$$

F_{tv} - geopotencijal u tački mreže koji daju podaci o vetru u datoj stanici,

F_{os} - geopotencijal na stanici,

r - rastojanje od tačke do stanice,

$\left(\frac{\partial F}{\partial r}\right)_{os}$ - gradijent izračunat pomoću podataka o vetru na stanici.

Prethodna jednačina se može pisati:

$$F_{tv} = F_{os} + \frac{(\delta_x F)_{os}}{d} x + \frac{(\delta_y F)_{os}}{d} \delta y$$

$\delta_x F$ i $\delta_y F$ se dobijaju ako se uzme osmotreni vetar i pomoću geostrofske relacije izračuna gradijent:

$$\frac{(\delta_x F)_{os}}{d} = \frac{fv_{os}}{gm}; \quad \frac{(\delta_y F)_{os}}{d} = -\frac{fu_{os}}{gm}$$

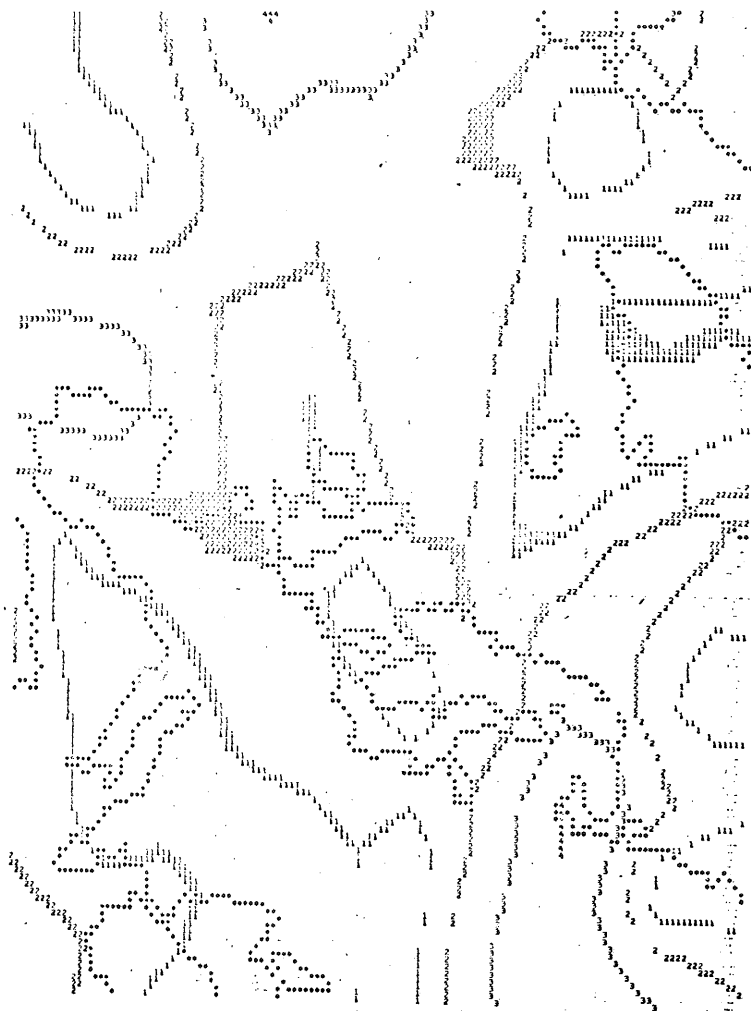
v_{os}, u_{os} = komponente u metrima u sekundi.

6. Uticaj više stanica

Različite stanice daju različite popravke za preliminarnu vrednost geopotencijala u jednoj tački. Naročito tamo gde je veliko rastojanje između tačaka. Zato se vrednost F_t izračunava pomoću uticaja više stanica.

Kada se raspolaze vrednostima u tački mreže dobijenim preliminarnim poljem pomoću geopotencijala i pomoću vetra, konačna vrednost u tački dobija se kao zbir tih vrednosti sa određenim težinama:

$$\bar{F}_t = \frac{\mu_{pt} F_{pt} + \mu_{tg} F_{tg} + \mu_{tv} F_{tv}}{\mu_{pt} + \mu_{tg} + \mu_{tv}}$$



Slika 2 Karta izotaha na nivou AT 700 dobijena putem objektivne analize i predstavljena pomoću štampača.

Fig. 2 Chart of isotahs at the level AT 700, obtained by objective analysis and presented by the aid of printer.

Težinska funkcija μ - ima oblik $\mu = \frac{a}{b + r^4} + C$ gde indeksi imaju sledeća značenja:

- pt - preliminarno u tački,
- tg - vrednost u tački na osnovu geopotencijala,
- tv - vrednost u tački na osnovu vetra,
- r - mereno jedinicama okca mreže.

Formula za više tačaka koje utiču na \bar{F}_t biće:

$$\bar{F}_t = \frac{\mu_{pt} F_{pt} + \sum_{i=1}^N \mu_{tgi} F_{tgi} + \sum_{i=1}^N \mu_{tvi} F_{tvi}}{\mu_{pt} + \sum_{i=1}^N \mu_{tgi} + \sum_{i=1}^N \mu_{tvi}}$$

N - broj stanica u napred označenoj oblasti.

Za izračunavanje težinske funkcije μ uzet je u početku:

- a = 1,1
- b = 1,3
- c = 0,02

zatim je eksperimentisano sa drugim vrednostima.

7. Korišćenje prizemnih osmatranja

Osmatranja sa prizemnih stanica i brodova mogu da budu korisna u oblastima u kojima je retka mreža visinskih osmatranja. Za naše prilike ovo se u prvom redu odnosi na Atlantik. Zbog toga su ovde interesantna isključivo osmatranja SYNOP-SHIP. U novije vreme bolji rezultati mogu se dobiti korišćenjem satelitskih osmatranja SIRS.

Döös preporučuje metod po kome se izračunavaju vertikalni temperaturni gradijenti na okolnim brodovima, pa se uz njihovu pomoć izračunavaju visinski podaci iznad broda sa "prizemnim" osmatranjima. Međutim, pošto se ti "okolni" brodovi nalaze na rastojanju često većem od 1000 km, ovako izračunati vertikalni gradijenti nisu naročito realni. Zbog toga je ovde uveden originalan način korišćenja prizemnih osmatranja, koji se sastoji u sledećem:

1. Uvodi se geopotencijal 1000 mb površine.
2. Izračunava se geopotencijal 500 mb površine pomoću preliminarne visine $RT_{500/1000}$, po formuli:

$$F_{500} = F_{1000\text{os}} + RT_{ps}$$

gde je F_{500} - izračunata visina 500 mb iznad broda, $F_{1000\text{os}}$ osmotrena visina 1000 mb, RT_{ps} - preliminarna vrednost relativne topografije iznad broda.

Ovako dobijena vrednost F_{500} smatra se u daljem postupku kao osmotrena vrednost.

8. Korišćenje satelitskih podataka

U novije vreme postoje u operativnom optičaju podaci o temperaturnoj stratifikaciji atmosfere dobiveni merenjima zračenja sa satelita. Odgovarajuće depeše sadrže geopotencijal relativne topografije. Da bi se mogle praktično koristiti u modelu prognoze potrebno je raspolagati i prizemnim pritiskom u datoj tački. Ovaj pritisak se dobija na osnovu prizemne analize i podatak se koristi postupkom "man - mashine".

Pored ovde prikazanog procesa u kome se koristi postupak objektivne analize za potrebe matematičkih modela prognoze i kontrole sredine u "real - time" postupku, objektivna analiza se može primeniti i kod kritičke kontrole klimatoloških podataka.

LITERATURA

- /1/ BERGTHORSON, P., DÖÖS, B.R. (1955): Numerical Weather - Map Analysis. Tellus, 7.
- /2/ DÖÖS, B.R. (1965): Numerical Analysis of Meteorological Data - WMO Regional Training Seminar - Moscow.
- /3/ GANDIN, L.S. (1968): Comparison of the Accuracy of Objective Analyses Produced in Various Countries - WMO/IUGG Symposium on Numerical Weather Prediction, Tokyo.
- /4/ GBURČIK, P. (1975): Studija dinamičkih metoda prognoze. Beograd, Savezni hidrometeorološki zavod.

OBDELAVA VETRA Z AVTOMATSKO METEOROLOŠKO POSTAJO
PROCESSING OF WIND DATA WITH AUTOMATIC WEATHER STATION

Tone PLANINŠEK, Bojan PARADIŽ, Hilda SOLOMUN
Meteorološki zavod SRS, Ljubljana

SUMMARY

In the paper possibilities of wind data processing at automatic weather station are given. A comparison with the treatment of classic anemograph data is given, as well. An automatic weather station has many advantages with regard to classic treatment, viz. at computations of derived quantities, viz. vector velocity, standard deviation of velocity and direction.

POVZETEK

V referatu so prikazane možnosti obdelave vetra na AMP. Podana je tudi primerjava z obdelavo pri klasičnih anemografih. Pokaže se, da ima AMP veliko prednosti pred klasično obdelavo pri računanju izvedenih količin, kot so vektorska hitrost ter sipanje hitrosti in smeri.

UVOD

Prizemni podatki o vetru ter podatki z meteoroloških stolpov spadajo med važnejše meteorološke podatke tako za sinoptične kot za klimatološke potrebe. Še posebej pa so ti podatki pomembni pri študiju difuzije v atmosferi, študiju izhlapevanja in pri podobnem. Kvaliteta podatkov je odvisna od senzorjev, prenosa in zapisa. Možnost obdelave je seveda odvisna od zapisa. Na tem področju je bil z uvedbo avtomatskega zapisa storjen velik napredek, ki je omogočil tudi računanje izvedenih količin, kot so vektorska hitrost ter sipanje hitrosti in smeri.

MOŽNOSTI OBDELAVE PODATKOV S KLASIČNIMI PISALNIKI

Pri klasičnih anemografih imamo navadno zapisano smer, pot in trenutno hitrost, ali pa poprečno hitrost za določen časovni interval. Običajno se jemlje enourni interval za določanje prevladujoče smeri ter srednje in maksimalne hitrosti. Za računalniško obdelavo lahko vzamemo tudi krajše časovne intervale, toda pri standardni hitrosti traku 2 cm/h ne moremo intervala skrajšati dosti pod 10 minut. S tem pa se odpovemo različnim izvedenim količinam, ki pa za sinoptične in klimatološke potrebe niso nujno potrebne, rabimo pa jih pri različnih študijah atmosfere.

HITROST VETRA

Poprečna skalarna hitrost

To je poprečna hitrost, ki smo je vajeni pri običajnih obdelavah.

Izračunamo jo z izrazom:

$$\bar{v} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i \quad (1)$$

pri čemer je \bar{v} poprečna skalarna hitrost, n število sempliranih vzorcev ter v_i trenutna hitrost. Poprečna skalarna hitrost vetra ne da točne slike gibanja zraka okoli anemometra, ker merjenje hitrosti ni odvisno od smeri. Zato instrument pobere vse odklone in pokaže večjo hitrost, kot je dejanska hitrost gibanja zraka.

VEKTORSKA HITROST

Vektorsko hitrost izračunamo tako, da trenutno hitrost razstavimo na komponenti kartezičnega sistema, katerega ordinatna os je usmerjena proti severu, abscisna pa proti vzhodu:

$$v_{xi} = v_i \sin \varphi_i \quad v_{yi} = v_i \cos \varphi_i \quad (2)$$

φ štejeemo od severa v negativni smeri. Nato komponenti seštejemo ter izračunamo vektorsko hitrost:

$$\bar{v} = \frac{1}{n} \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \quad (3)$$

pri čemer je:

$$v_x = \sum_{i=1}^n v_{xi} \quad v_y = \sum_{i=1}^n v_{yi} \quad (4)$$

Vektorska hitrost nam pokaže dejanski premik zraka v določenem časovnem intervalu, kar je precej boljši podatek od poprečne skalarne hitrosti. Vektorsko hitrost lahko dobimo tudi z dvema pravokotno postavljenima vetrnicama, vendar s takšno postavitvijo senzorjev izgubimo trenutne vrednosti za smer in hitrost vetra oz. so te dostopne samo z računanjem. Pri tem pa dosti lažje računamo izvedene hitrosti iz podatkov za smer in hitrost. Ekstremne vrednosti hitrosti vetra določimo s primerjavo tekočih podatkov z do takrat največjim oz. najmanjšim. Ti dve vrednosti nam v primerjavi s poprečno hitrostjo vetra služita kot merilo fluktuacij hitrosti.

FLUKTUACIJE HITROSTI

Kot merilo stabilnosti vetra nam lahko veliko pove razmerje med vektorsko in skalarno hitrostjo, za drugo merilo pa nam lahko služi tudi razmerje v_{\max}/\bar{v} . Pri predpostavki, da je hitrost vetra v nekem intervalu normalno porazdeljena okoli neke srednje hitrosti, izračunamo tudi standardno deviacijo hitrosti vetra po formuli:

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2} \quad (5)$$

oziroma

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n v_i^2 - \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n v_i \right]^2} \quad (6)$$

Za korektno računanje standardne deviacije pa moramo seveda semplirati dovolj pogosto, da imamo dovolj podatkov v določenem časovnem intervalu.

SMER VETRA

Prevladujoča smer vetra: to je smer, ki je najpogosteje zastopana v določenem intervalu.

Za računanje prevladujoče smeri vetra potrebujemo toliko celic spomina, kolikor smeri želimo upoštevati. V vsako celico spravljamo število primerov z določeno smerjo, ob koncu časovnega intervala pa poiščemo celico z največjim številom. Pri tem pa ni rečeno, da je ta smer dejanska smer premika zraka okoli anemometra.

POPREČNA SMER VETRA

To je aritmetična sredina posameznih podatkov o smeri. Pri računanju moramo paziti na vrednost pri prehodu od smeri 31 na 0.

VEKTORSKA SMER

Smer vektorja hitrosti dobimo z naslednjim postopkom:

$$\varphi' = \arctg \frac{v_x}{v_y} \quad (7)$$

v_x in v_y izračunamo po enačbi (4). Pravo vrednost dobimo na naslednji način:

pogoj

$v_x \geq 0$	$v_y \geq 0$	$\varphi = \varphi'$
$v_x \geq 0$	$v_y < 0$	$\varphi = 180^\circ - \varphi'$
$v_x < 0$	$v_y < 0$	$\varphi = 180^\circ + \varphi'$
$v_x < 0$	$v_y \geq 0$	$\varphi = 360^\circ - \varphi'$

Ta smer je boljša kot prevladujoča ali poprečna smer, ker pokaže dejanski pomik zraka v določenem časovnem intervalu ne glede na oscilacije vetra.

FLUKTUACIJE SMERI

Dobro merilo za fluktuacije smeri je razmerje med vektorsko in skalarno hitrostjo vetra. S podobno predpostavko kot pri hitrosti si tudi pri smereh dovolimo računanje standardne deviacije. Predpostavljamo, da se poprečna smer tekočega intervala ne razlikuje mnogo od prejšnjega. Zato računamo standardno deviacijo po formuli:

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (s_i - \bar{s}_p)^2} \quad (8)$$

pri čemer je \bar{s}_p poprečna smer v prejšnjem časovnem intervalu, s_i pa je tekoči podatek o smeri. Če je razlika ($s_i - \bar{s}_p$) večja od 180° , jo je treba odšteti od 360° .

Ob koncu intervala dobimo tudi srednjo vrednost zaključenega intervala \bar{s} . Če se ta razlikuje od \bar{s}_p , s katero smo računali standardno deviacijo, to vrednost popravimo z izrazom A, ki je razlika med kvadrati standardnih deviacij, računanih za \bar{s} in \bar{s}_p :

$$A = \frac{1}{n-1} \left[2(\bar{s}_p - \bar{s}) \sum_{i=1}^n s_i + n(\bar{s}^2 - \bar{s}_p^2) \right] \quad (9)$$

Pri računanju standardnih deviacij pa je še nedefinirana dolžina intervala, v katerem lahko računamo te količine. Zaradi pomanjkanja časa nismo mogli obdelati več kot tri primere, tako da ostane ta problem predmet za prihodnje raziskave.

IZRAČUNI

Pri treh obdelanih primerih smo zapisovali hitrost in smer vetra vsakih 10 sekund. Primere smo izbrali tako, da smo imeli enkrat majhne hitrosti in stabil-

no smer, enkrat majhne hitrosti in nestabilno smer ter enkrat velike hitrosti in stabilno smer. Vsi primeri so bili merjeni dopoldne 9.9.1977 na strehi Meteorološkega zavoda SRS v Ljubljani. Rezultati so dani v naslednji tabeli:

Tabela 1: Izvedene vrednosti podatkov o vetru v Ljubljani, 9.9.1977

čas	7.30 - 8.00	8.30 - 9.00	10.45 - 11.15
\bar{v}	0.6 m/s	0.9 m/s	9.5 m/s
$ \bar{v} $	0.2 m/s	0.6 m/s	9.4 m/s
v_{\max}	1.5 m/s	1.5 m/s	18.2 m/s
v_{\max}/\bar{v}	2.73	1.65	1.92
$ \bar{v} /\bar{v}$	0.38	0.70	0.99
σ_v	0.4 m ² /s ²	0.8 m ² /s ²	3.1 m ² /s ²
\bar{s}	7	11	2
\bar{s}	4	13	2
s_n	1	13	2
σ_s	7.2	4.7	0.7

Oznake pomenijo: \bar{v} - poprečna skalarna hitrost, $|\bar{v}|$ - velikost vektorja hitrosti, v_{\max} - maksimalna hitrost, σ_v - standardna deviacija, \bar{s} - poprečna smer (od 0-31), \bar{s} - smer vektorja hitrosti, s_n - najpogostejša (prevladujoča) smer.

Iz tabele je razvidno, da imamo tri povsem različne tipe vetra. Pri tretjem in deloma pri drugem vidimo, da se vektorski in skalarni podatki ujemajo, pri prvem pa je jasno, da nam skalarni podatki ne dajo prave slike gibanja zraka okoli anemometra. Primerjav med standardnimi deviacijami in razmerjem $|\bar{v}|/\bar{v}$ nismo delali zaradi premajhnega števila obdelanih primerov.

ZAKLJUČKI

Na nujnost podrobnejše obravnave vetra so nas poleg drugega opozorili poskusi z dimnimi bombami, ki smo jih izvajali pri določanju cirkulacije zraka v okolici RUŽV. Tam dimna sled pri šibkem vetru ni potekala naravnost od vira v smeri vetra, ampak se je vijugala po celi širini doline. Na podlagi tega smo skleпали, da nam dober podatek o premiku zraka okoli neke točke dajo le vektorski podatki. Pri izračunu se je to tudi pokazalo (primer od 7.30 do 8.00 v tabeli 1). Pri študiju difuzije oz. določanju stabilnosti atmosfere pa nam bodo v veliko pomoč podatki o fluktuaciji hitrosti in smeri vetra. Z AMP z mikroročunalnikom, ki smo jo pred kratkim pognali na Meteorološkem zavodu SRS, nam bodo ti podatki lahko dostopni, potrebne pa so še raziskave, da jih bomo znali pravilno uporabljati.

AUTOMATIZOVANA OBRADA PODATAKA O SUNČEVOM ZRAČENJU
AUTOMATIC PROCESSING OF SOLAR RADIATION DATA

Verica GBURČIK
Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd

SUMMARY

Different from other meteorological elements, measurements of sun radiation are carried out a relatively short time. In our country, the actinometric net was established in 1957. World meteorological organization established the system of centers (world, regional and national) in order to introduce uniform methods of measurements, standardization and data processing. Our country was included in this system. Transmission, processing and exchange of information in national and world scales was conducted by classical methods until 1975, when the automation was introduced.

Phases of the process, which have already been automated up to now, are shortly presented in this part, and shown by simplified flowdiagrams of the flow of information and processing. Also, some details on the organization of processing are presented.

POVZETEK

Sončno sevanje merimo v primerjavi z drugimi meteorološkimi elementi razmerno kratkega časa. V Jugoslaviji je bila organizirana aktinometrijska mreža leta 1957. Svetovna meteorološka organizacija je ustanovila sistem centrov (svetovnih, regionalnih in nacionalnih) zato, da poenoti metode merjenja in obdelave podatkov. V ta sistem se je vključila tudi Jugoslavija. Do leta 1975 so potekali zbiranje, obdelava in izmenjava po klasičnih metodah, nato pa smo prešli na avtomatizirano delo.

Tiste faze dela, ki so doslej že avtomatizirane, so v tem delu na kratko prikazane s preprostimi diagrami poteka za obdelave informacij in z organizacijo dela.

UVOD

Sunčevo zračenje registruje se na aktinometrijskim stanicama pomoću pisača-solarigrafa, aktinografa. Registracije solarigrafa sastoje se iz tačkica koje predstavljaju trenutne intenzitete (svakih 6-18 sek po jedna tačka), a registracije aktinografa se sastoje iz neprekidnih linija.

Obrada registriranih traka zračenja predstavlja integraljenje krive zapisa trenutnih intenziteta u toku dana i to integraljenje u granicama jednog časa, ako se traže časovne sume; odnosno u granicama od izlaza do zalaza Sunca, ako se traži dnevna suma.

Ranije se to integraljenje obavljalo grafičkom metodom. Kako je Savezni hidro-meteorološki zavod već posedovao elektronski čitač registriranih traka, prišlo se 1975. godine automatizaciji prve faze rada na podacima Sunčevog zračenja tj. automatizovanom čitanju registriranih traka. Elektronski čitač nakon čitanja u željenim intervalima registruje digitalne vrednosti ordinata na petokanalnoj papirnoj traci. Na taj način dobijaju se već ulazni podaci na pogodnom medijumu za dalju automatizovanu obradu tj. automatizaciju daljih faza rada.

ORGANIZACIJA OBRADE INFORMACIJA IZ AKTINOMETRIJSKE MREŽE STANICA

Obrada informacija iz aktinometrijske mreže stanica vrši se operativno po isteku svakog meseca, a tok je ovakav:

- Registrirna traka zračenja najpre polazi kroz odredjenu pripremu, koja se sastoji u ispisivanju informacija, na početku meseca, (tzv. mesečni slog) o stanicama, vremenskom periodu, instrumentu itd., i u ispisivanju informacija u okviru svakog dana (početak i kraj dnevnog sloga); mesečni i dnevni slog imaju sledeći oblik:

MESEČNI SLOG

VR - šifra koja označava vrstu radijacije
XX

BRS - broj stanice
XXX

GOD - godina
XX

MES - mesec
XX

NPRI - šifra za broj intervala sa istim faktorom baždarenja
X

DANI - zadnji dan u intervalu sa istim faktorom baždarenja
XX

TPI - šifra za tip instrumenta
X

FKBI - faktor baždarenja instrumenta
XXX

DNEVNI SLOG

RPOC - vreme, po pravom sunčevom vremenu, koje odgovara 1/2 časovnoj
XXXX markici neposredno pre zalaza Sunca

RD - datum
XX

YYYY SP YYYY SP YYYY SP
.
.
.
YYYY SP YYYY SP YYYY SP } - ordinate

9999 CREOL - kraj dnevnog sloga

Pripremljena registrirna traka, sada se obradjuje na elektronskom čitaču, koji očitane digitalne vrednosti ordinata registruje na petokanalnoj papirnoj traci. Tako su dobijeni osnovni ulazni podaci za dalju obradu sunčevog zračenja na elektronskom računaru.

Programom RADA 1 vrši se konvertovanje podataka sa papirne trake na magnetsku i pri tome se vrši odredjena selekcija i registrovanje broja očitanih ordinata.

Podaci na magnetskoj traci su sada ulazni podaci za program RADA 2, koji vrši logičku kontrolu podataka, korigovanje broja ordinata tamo gde ne postoji slaganje sa naznačenim vremenom zalaza Sunca, izračunavanje satnih suma zračenja (sa tačnim podacima) i formiranje datoteke podataka na magnetnom dobošu. Greške se registruju na štampaču. Ukoliko je greška u ordinatama, naznačeni dani se moraju ponovo obraditi na elektronskom čitaču. Ako je pak greška u mesečnom slogu ili dodatnim informacijama za dnevni slog, sve podatke preuzima program RADA 3, koji omogućuje ispravku ovih grešaka preko tastature video-displeja i smeštanje ispravnih podataka na magnetni doboš. Nakon izvršenih svih potrebnih ispravki konačno formirani podaci za datoteku sa magnetnog doboša smeštaju se na magnetsku traku i istovremeno se na štampaču dobija lista satnih vrednosti sunčevog zračenja.

Kako su podaci o trajanju sijanja sunca potrebni pri kontroli i analizi podataka o intenzitetu sunčevog zračenja, to se ovi podaci prenose na petokanalnu papirnu traku i nakon izvršene kontrole smeštaju se u datoteku.

Datoteka podataka o sunčevom zračenju i podataka o trajanju sijanja sunca organizovana je na sledeći način.

Podaci su sortirani po mesecima unutar godine. Za svaku stanicu i svaku vrstu zračenja postoji mesečni i dnevni slog. Mesečni slog sadrži opšte podatke o stanicama, instrumentu i periodu na koji se odnose podaci, a dnevni slog sadrži podatke o zračenju odnosno trajanju sijanja sunca. Slogovi su kodirani ovako:

MESEČNI SLOG

VR	BRS	GOD	MES	NPR(I)	DAN(I)	TP(I)	FKB(I)	VRI(I)
XX	XXX	XX	XX	X	XX	X	XXX	X
				I=1,4	I=1,3	I=1,3	I=1,3	I=1,3

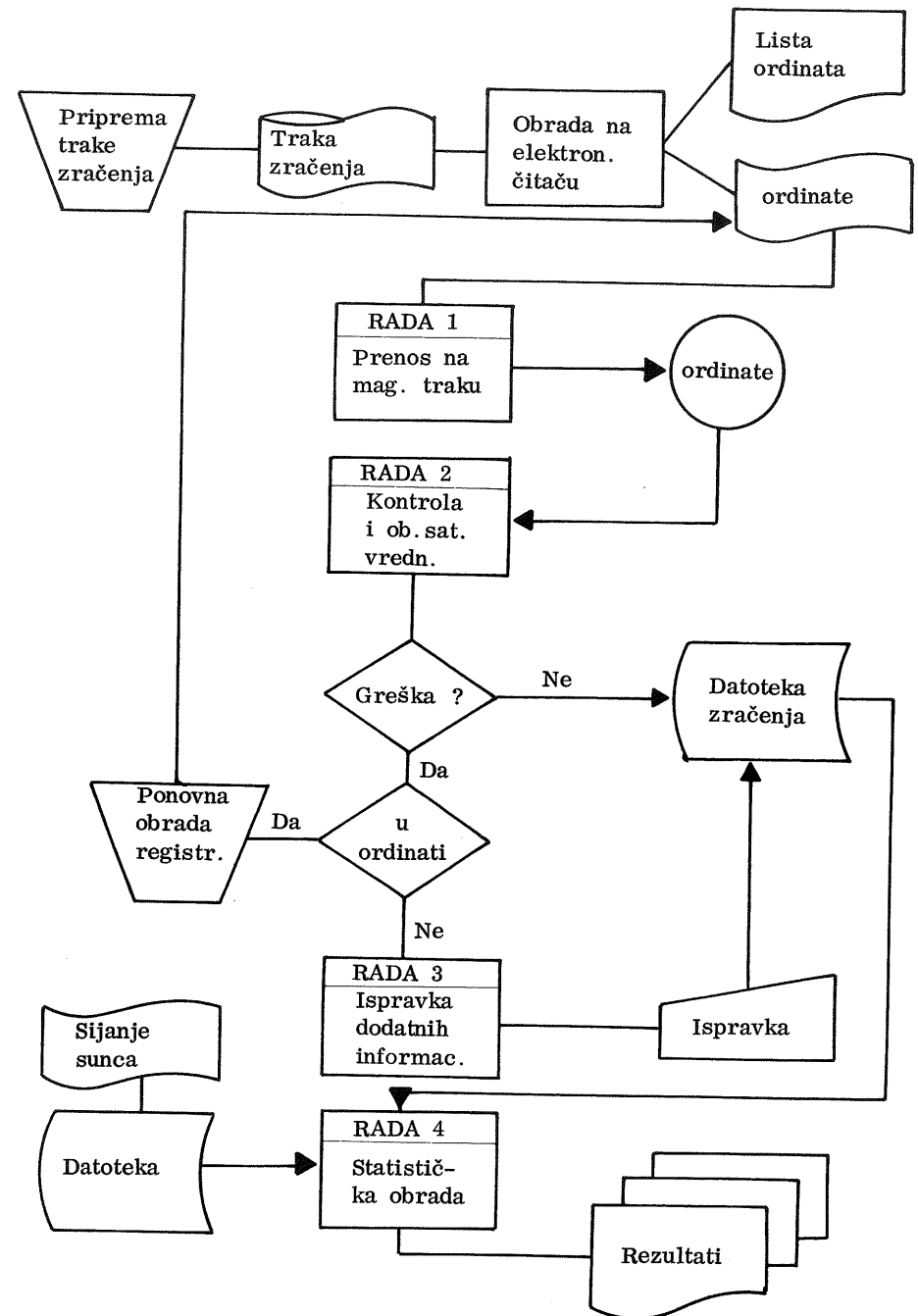
DNEVNI SLOG

- RD IP ICAL(5) ICAL(6) ICAL(20)
 XX X XXX XXX XXX
 ICAL(I), I=1,20 - časovne vrednosti zračenja (solarigraf)
- RD IP ICALA
 XX X XXXX
 ICALA - dnevna suma zračenja (aktinograf)
- RD IP ISS(5), ISS(6) ISS(20)
 XX X XX XX XX
 ISS(I), I=5,20 - satne vrednosti trajanja sijanja sunca

Datoteka podataka o sunčevom zračenju i podataka o trajanju sijanja sunca, predstavlja izvor podataka za sve dalje potrebne obrade. Tako se programom RADA 4 vrši statistička obrada čiji rezultati se šalju u međunarodnu razmenu (publikuje ih Svetski centar u Lenjingradu). Na sl. 1. prikazana je organizacija obrade informacija iz aktinometrijske mreže u obliku uprošćenog blok-dijagrama.

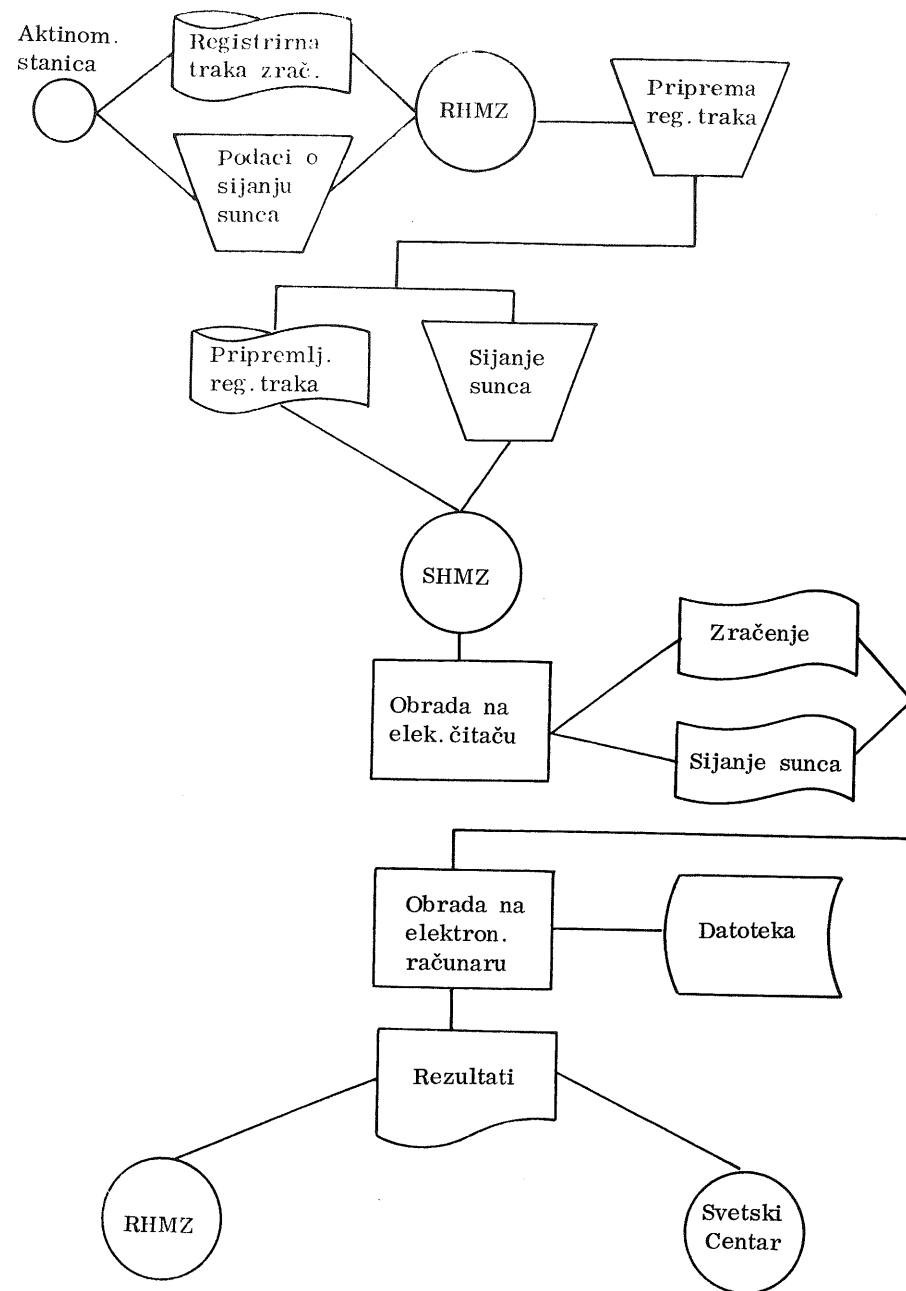
Tok informacija iz aktinometrijske mreže stanica prikazan je, opet jednim uprošćenim blok-dijagramom, na sl. 2. Iz ovog blok-dijagrama se vidi da se priprema registrirne trake zračenja i podataka o sijanju sunca vrši u republičkim zavodima, a sva dalja obrada u Saveznom hidrometeorološkom zavodu, odakle se rezultati obrade distribuiraju u nacionalnu i međunarodnu razmenu.

Ovde je prikazana trenutna situacija tj. nivo do koga se došlo u uvodjenju automatizacije, a automatizacija se uvodi i u dalje faze rada (obrada bilansa zračenja, automatizovana kritička kontrola i interpolacija, itd.), a nabavkom nove, modernije instrumentalne opreme, koja omogućuje registrovanje rezultata u digitalnom obliku direktno na magnetnom medijumu, usavršiće se sadašnja organizacija obrade (nepotrebna će biti priprema i obrada registracija na elek. čitaču).



Slika 1 Organizacija obrade informacija iz aktinometrijske mreže stanica

Fig. 1 Organization treating of data from actinometric stations



Slika 2 Tok informacija iz aktinometrijske mreže stanica
 Fig. 2 Information source from actinometric stations

LITERATURA

- /1/KONDRATJEV, K.: Aktinometrija. Leningrad 1965.
- /2/WMO operations manual for sampling and analysis techniques for chemical constituents in air and precipitation-WMO-No. 299, Geneva 1974.
- /3/Manuel d'instructions meteorologie (instrument et mesures de rayonnement) - UCCLE, Belgique 1957.
- /4/Guide to meteorological instrument and observing practices-WMO-No.8. TP.3 Geneva 1973.
- /5/Uputstvo: Priprema solarigrafskih traka za obradu na elektronskom čitaču. Beograd, SHMZ 1976.
- /6/GAMSER, F., GBURČIK, V.: Projekat automatizacije obrade Sunčevog zračenja. Beograd 1976.
- /7/GBURČIK, V.: Sunčevo zračenje u meteorološkom informacionom sistemu - Beograd, 1977. (Savetovanje o korišćenju sunčeve energije, mart 1977).

AVTOMATSKA OBDELAVA PODATKOV O ONESNAŽENJU ZRAKA
COMPUTER PROCESSING OF AIR POLLUTION DATA

Zvonka HERBST, Dušan HRČEK
Meteorološki zavod SRS, Ljubljana

SUMMARY

Grid of stations for measurement of air pollution generates such a great number of data that the only way of processing this data currently and cheaply is by the use of computer. In the paper, computer processing of 24 hours means of SO₂ concentrations and smoke, and half hour means of SO₂ concentrations are discussed. In the conclusion, further possibilities of computer processing of air pollution data are indicated.

POVZETEK

Mreža postaj za merjenje onesnaženosti zraka daje tako množico podatkov, da jih je možno sproti in poceni obdelati le avtomatsko. V referatu je opisana avtomatska obdelava 24-urnih poprečkov koncentracije SO₂ in dima ter polurne poprečne koncentracije SO₂. V zaključku so nakazane nadaljnje možnosti avtomatskih meritev in obdelav podatkov o onesnaženosti zraka.

UVOD

Obstoječe razmere in predvidene spremembe emisije, naravne in druge danosti, kot so relief, klimatske razmere in gospodarske značilnosti področja, narekujejo različen obseg podatkov o onesnaženosti zraka. Tako se izvajajo meritve 24-urnih poprečkov, ki so razmeroma poceni in enostavne, ter meritve polurnih poprečkov z dragimi instrumenti - monitorji. Obdelava mora biti ekonomična in zaradi aktualnosti podatkov tudi hitra. Prečiščeni podatki morajo biti tako arhivirani, da se jih da hitro in neposredno uporabiti tudi pri najzahtevnejših analizah. Vse te zahteve za obdelavo zadovoljuje le sistematična obdelava podatkov z računalnikom. Sistemsko je bil problem avtomatske obdelave podatkov o onesnaženosti zraka obdelan v Sloveniji leta 1974 /1/.

Meteorološki zavod SRS se ukvarja z meritvami onesnaženosti zraka že od leta 1965 /2/. Leta 1970 pa je stekel prvi program za avtomatsko obdelavo 24-urnih koncentracij SO₂. V letih 1975 in 1976 je bila ustanovljena republiška mreža postaj za merjenje onesnaženosti zraka, ki je poleti 1977 obsegala že 42 merilnih mest.

Pri obilici podatkov iz republiške mreže je postal stari program ozko grlo obdelave, saj zahteva precej ročnega dela. Obdelavo in kontrolo podatkov v mreži opravlja en delavec, zato je bilo potrebno izdelati nov, bolj ekonomičen program za obdelavo 24-urnih poprečkov SO₂.

Leta 1973 je stekel program za obdelavo polurnih poprečkov koncentracije SO₂. Brez uporabe računalnika praktično ne bi bilo mogoče obdelati 1/2-urnih podatkov, saj daje en monitor na mesec skoraj 1500 podatkov.

OBDELAVA 24-URNIH POPREČKOV SO₂ IN DIMA

Kot je bilo že v uvodu omenjeno, obstajata dve verziji programov za obdelavo 24-urnih koncentracij SO₂ in dima.

Starejšo verzijo predstavlja en sam program, ki pa je narejen tako, da je poraba časa kljub avtomatski obdelavi še dokaj velika.

Na obrazcu za obdelavo za en mesec so podatki zbrani v desetih oziroma enajstih vrsticah, glede na število dni v mesecu. V eni vrstici so lahko podatki za 3 dni. Ti se zluknjajo tako, da pomeni vrstica v formularju eno zluknjeno kartico. Za eno postajo za en mesec dobimo tako paket 10 oziroma 11 kartic. Pred ta paket je treba vstaviti kartico, na kateri sta številka in ime postaje, paket pa je zaključen s prazno kartico. Če pride pri zlaganju do kakšne napake, ta stara verzija programa odpove. Obdelava ni ekonomična tudi zato, ker so v enem programu vse logične kontrole, izračunani koncentracij in izpisi tabel. Če odkrije kontrola napako, se informacija o napaki izpiše kar med vrstice tabele; pri hujši napaki pa se tabela sploh ne izpiše in tudi informacije o napakah so precej skromne. Arhiv podatkov je bil na karticah, kar je povezano s precejšnjimi izgubami časa pri ponovnih obdelavah. Zaradi vseh teh pomanjkljivosti smo se odločili za izdelavo novega programa.

Nova verzija programa je sestavljena iz treh kratkih programov:

1. Program, ki čita podatke s kartice, jih dekodira in zapisuje na magnetni trak tako, da predstavlja en rekord na traku podatke enega dneva. Ni potrebno, da so kartice urejene, ker se po končanem programu podatki presortirajo po ključu, ki je sestavljen iz številke postaje in datuma, tako odpade ročno zlaganje kartic.
2. Ko so podatki presortirani, gredo v logično kontrolo. Kontrola nam poišče napake, ki so nastale že pri samem merjenju, pri vpisovanju v obrazce ali pri luknjanju. Naj naštejemo nekaj važnejših kontrol:
 - kontrola datuma;
 - kontrola faktorja titracijske raztopine; faktor mora biti v mejah med 0,0600 in 0,0900;
 - kontrola podatka refleksije; biti mora v mejah med 50 in 99%;
 - kontrola porabe;
 - kontrola faktorja za refleksijo; ta faktor mora biti od 1 do 4.

Ta program - logična kontrola nam izbere rekorde, v katerih ne odkrije napak in jih zapiše na magnetni trak. Napačne rekorde izpiše na listing skupaj z informacijo o vrsti napake. Napake popravimo, popravke dopišemo na magnetni trak s pravilnimi rekordi in vse to presortiramo po istem ključu kot pred kontrolo.

3. Tretji program izračuna koncentracije SO₂ in dima po naslednjih formulah:

$$C(\text{SO}_2) = (P - S) \cdot F / (V \cdot 0,02832)$$

$$C(\text{DIM}) = f/v \cdot (91679,22 - 3332,046 \cdot R + 49,6188884 \cdot R^2 - 35329,778 \cdot 10^{-5} \cdot R^3 + 9863,435 \cdot 10^{-7} \cdot R^4) / 10^3$$

ali

$$C(\text{DIM}) = f/v \cdot (214245,1 - 15130,512 \cdot R + 508,181 \cdot R^2 - 8,831144 \cdot R^3 + 628,057 - 4 \cdot R^4) / 10^3$$

C (SO ₂)	- koncentracija žveplovega dioksida
P	- poraba natrijevega tetraborata
S	- slepa poraba
F	- faktor absorpcijske raztopine
V	- volumen zraka, ki gre prek vzorca
C (DIM)	- koncentracija dima
f	- faktor refleksije
R	- refleksija - odklon na reflektometru

Formuli za računanje koncentracije sta dokaj komplicirani, zato bi bilo ročno izračunavanje zelo zamudno. Program izračuna tudi statistične vrednosti in izpiše tabelo.

Podatki so shranjeni na magnetnih trakovih, kjer so mnogo bolj zavarovani kot na karticah. Kadar so potrebni izpisi tabel za nazaj ali kakšne posebne analize, je treba poklicati le ustrezen program.

Tudi nazivov postaj, ki jih potrebujemo pri izpisu tabel, nimamo več na karticah. Dobimo jih iz šifranta, ki je zapisan na magnetnem disku. To je univerzalni šifrant, ki ga uporabljamo pri vseh naših obdelavah - to je pri obdelavi klimatoloških podatkov, padavinskih in pri obdelavi podatkov koncentracije SO₂ in dima.

OBDELAVA 1/2-URNIH VREDNOSTI KONCENTRACIJE SO₂

Polurni podatki o koncentracijah SO₂ so vsestransko bolj uporabni kot 24-urni poprečki, zato mora biti tudi osnovna statistična obdelava popolnejša. Vhodni podatki so polurne vrednosti, dobljene iz integratorja, ki je sestavni del inštrumenta za merjenje koncentracije; ali pa je treba polurne vrednosti izvrednotiti za en dan. Kartice je treba urediti po postajah in datumih, nato gredo v obdelavo. Re-

zultat avtomatske obdelave je mesečno poročilo na treh straneh. Na prvi strani mesečnega poročila je za vsak dan izračunan popreček, navedena maksimalna koncentracija in čas, v katerem je nastopila. Na drugi strani mesečnega poročila je za vsak dan podano število terminov z vrednostmi v določenem intervalu koncentracije. Navedena je srednja mesečna vrednost, maksimalna vrednost s časom nastopa ter srednje in maksimalne koncentracije za nočni in dnevni čas. Ta stran je narejena predvsem za potrebe agronomov, gozdarjev in biologov za določanje vpliva pri visokih koncentracijah SO₂ na vegetacijo. Na tretji strani je številčno in grafično podan poprečni dnevni potek polurnih koncentracij SO₂ za določen mesec. Ta potek je zelo zanimiv in uporaben, saj je odvisen od letnega časa, lokacije merilnega mesta in vremena v tem mesecu. Poleg tega je na tretji strani podan tudi mesečni potek poprečnih dnevnih koncentracij.

Pomanjkljivost obravnavane obdelave je, da se izvaja logična kontrola vrednosti še na klasičen način, to je s primerjavo sumljivih podatkov z vrednostmi na registrirnih trakovih in z uporabo zapisov v dnevniku delovanja instrumenta za merjenje koncentracije SO₂.

ZAKLJUČEK

V Sloveniji je več ustanov, ki se ukvarjajo z meritvami 24-urnih koncentracij SO₂ in dima. Potrebno bi bilo, da se vsi ti podatki obdelajo enako in zbirajo na enem mestu, tako kot predvideva Zakon o varstvu zraka /3/.

Za hitro ukrepanje in posredovanje podatkov morajo biti vsi potrebni podatki arhivirani na hitrih medijih elektronskih računalnikov. Omogočen mora biti lahek in hiter dostop do podatkov. Arhivirati bomo morali raznovrstne podatke o emisiji in imisiji raznih onesnaževalcev, kakor tudi meteorološke podatke.

Sedanja avtomatska obdelava polurnih koncentracij ima še precejšnje pomanjkljivosti. Ni prave kontrole podatkov, poleg tega pa je mnogo prepočasna za potrebe alarmne službe. Ta problem smo rešili z avtomatsko meteorološko-ekološko postajo, na katero bodo priključeni tudi monitorji za SO₂, NO in NO₂, O₃ in ogljikovodike.

LITERATURA

- /1/ Študij optimalnega sistema merske mreže za onesnaženje zraka v SRS (elaborat). Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana, maj 1974.
- /2/ BONAČ, M.: Merska mreža za ugotavljanje koncentracij SO₂ in dima v zraku v SR Sloveniji.
- /3/ Zakon o varstvu zraka. Uradni list SRS 12/1975.

AVTOMATSKA OBDELAVA PODATKOV NA PADAVINSKIH POSTAJAH
COMPUTER PROCESSING OF DATA FROM RAIN STATIONS

Pepca PRISTOV
Meteorološki zavod SRS, Ljubljana

SUMMARY

The paper presents computer processing of data from rain stations. Different steps of the complete job are shown, with the emphasis on criteria for logical data control.

POVZETEK

V sestavku je podana avtomatska obdelava podatkov na padavinskih postajah. Pri-
kazane so posamezne faze celotne obdelave s poudarkom na kriterijih za logično
kontrolno podatkov.

* * *

Vsi podatki o merjenjih in opazovanjih na padavinski postaji so zbrani v Meseč-
nem poročilu padavinske postaje. Izpolnjevanje le-tega je opisano v Navodilu za
delo na padavinski postaji, ki ga je izdal Zvezni Hidrometeorološki zavod Beo-
grad leta 1968. Mesečno poročilo je prilagojeno avtomatski obdelavi, s katero
smo v Sloveniji pričeli 1.1.1977.

V Mesečnem poročilu so podatki za en dan razporejeni po naslednjem vrstnem
redu:

1. šifra obdelave,
2. številka postaje,
3. leto,
4. mesec,
5. dan,
6. višina padavin,
7. oblika padavin,
8. višina skupne snežne odeje,
9. višina novega snega,
10. oznaka interpolacij,
11. šifre pojavov.

Vsak podatek ima v mesečnem poročilu svoje določeno mesto in prav tako dolo-
čeno število pozicij, ki jih izpolnjujemo po navodilih.

Če na postaji ni bilo padavin ali ni bilo snežne odeje ali kateregakoli pojava, ostanejo ustrezne pozicije prazne. S posebno šifro pa zaznamujemo manjkajoče podatke in nepravilne vrednosti. Poseben problem pa so opazovanja pojavov. Na osnovi opazovanj in letne statistike pojavov zadnjih nekaj let smo izločili postaje, na katerih pojavi niso redno opazovani. Pri teh postajah zajamemo v obdelavo samo višino padavin.

Celotna obdelava je razdeljena na več faz:

1. priprava materiala,
2. prenos kartic na magnetni trak,
3. sortiranje podatkov,
4. logična kontrola,
5. brisanje napačnih podatkov,
6. sortiranje pravih podatkov ter popravkov iz logične kontrole na skupni magnetni trak,
7. izdelava mesečnih poročil,
8. izdelava letnih pregledov padavinskih postaj,
9. izdelava letnih padavinskih pregledov za ZHMZ.

Priprava materiala obsega šifriranje podatkov in luknjanje kartic za približno 240 padavinskih postaj. Za vsako postajo je eno mesečno poročilo, na eno kartico pa zluknjamo podatke za dva dni. Za tiste dni, ki nimajo nobenih podatkov, kartic ne luknjamo.

S posebnim programom prenesemo podatke s kartic na magnetni trak in potem podatke tudi presortiramo. Sledi logična kontrola. Zato smo izdelali določene kriterije za posamezne elemente in njihove medsebojne povezave. Računalnik nam izvrše tiste dni, ko podatki ne ustrezajo že enemu izmed kriterijev. Če podatek za leto, mesec in dan ne spada v okvir, ki je podan z vodilno kartico, se izpiše kot napaka. Ista vrsta napake je, če je dan večkrat zluknjan. Zgornjo mejo za višino 24-urnih padavin smo postavili 100 mm. Dnevne padavine lahko to višino presegajo, saj je maksimalna vrednost celo precej nad 300 mm. Vendar je te visoke padavine koristno preveriti s podatki ustreznih sosednjih postaj. Do napake pa lahko pride tudi pri šifriranju oziroma luknjanju. Računalnik nam pokaže tudi pomanjkljiva opazovanja. Obstaja kriterij, ko mora biti za izmerjeno višino padavin zabeležen tudi ustrezen pojav. Torej mora deževati ali snežiti ali oboje hkrati na današnji ali prejšnji dan. Razumljivo, da dela kontrola tudi v obratni smeri. Nekaj kriterijev je v povezavi med višino in obliko padavin. Obliko padavin šifriramo namreč po posebnem ključu in tukaj so medsebojne odvisnosti natančno določene. Prav tako je šifra za obliko padavin odvisna od tega, kakšne padavine so padale na postaji prejšnji oziroma današnji dan. Lahko so tekoče, trde, mešane in različne medsebojne kombinacije. Kadar imamo snežne padavine, in če padata dež in sneg hkrati ali v različnem času, so ti podatki povezani prek oblike padavin še z višino novega snega. Drugače povedano, kadar je na postaji izmerjen nov sneg, mora biti za tisti dan izmerjena tudi višina padavin in šifrirana ustrežna oblika padavin. Ta kriterij bi kazalo dopolniti tako, da natančno določimo, koliko lahko odstopa višina padavin od višine novega snega v konkret-

nem primeru. Omenjena kontrola dela namreč tudi pri navadnih meteoroloških postajah. Tukaj moramo opozoriti na pomanjkljivost, da namreč za višino novega snega 100 cm ali več, ne moremo vpisati izmerjenih vrednosti, ker imamo na razpolago samo dve poziciji. Tako visoka višina novega snega je sicer redka, primer zime 1975/76 na Notranjskem, toda na drugi strani zgubimo na ta način maksimalne vrednosti. Kadar je za nov sneg podatek 99, pomeni torej, da je višina nove snežne odeje enaka ali večja od 99 cm. Da pa teh maksimalnih vrednosti ne bi izgubili, jih bomo ob koncu leta posebej arhivirali na magnetni trak.

Pripomniti velja, da imamo pri tej avtomatski obdelavi padavinskih podatkov posebno novost. Vsak podatek za višino padavin, ki je bil kakorkoli popravljen ali interpoliran, torej ni več izviren, je zaznamovan s posebnim znakom. Ta znak je viden tako v mesečnem poročilu kot tudi v arhivu na magnetnem traku. V primerih, ko se odločimo in padavine popravimo oziroma interpoliramo, vpišemo za višino padavin popravljen oziroma interpolirano vrednost, za obliko padavin ustrezno šifro in v pozicijo za oznako interpolacij 1 za tisti dan. V veliko pomoč so nam pri tem kontrolne pole za primerjanje dnevni višin padavin med sosednjimi postajami. Seveda so pri tej primerjavi izvzeti poletni meseci, ko imamo največ nevihtne padavine. Kadar so snežne padavine, potem pri interpolacijah upoštevamo tudi višino novega snega. Če pa je na postaji še ombrograf, so nam njegove vrednosti toliko bolj dobrodošle.

Pri naslednji fazi obdelave se napačni podatki zbrisejo, pravilni podatki in popravki iz logične kontrole pa se presortirajo na skupni magnetni trak. Tako so pripravljene za izdelavo mesečnih poročil in letnih pregledov.

Po končani mesečni obdelavi dobimo iz računalnika mesečna poročila, ki vsebujejo podatke za vsak dan, dekadne in mesečne vsote, maksimalne vrednosti in seveda vse pripadajoče statistike. Na podlagi mesečnih vrednosti se izdelajo še letni pregledi padavin.

Na računalniku obdelujemo podatke s padavinskih postaj od 1.1.1977. Iz kratkih izkušenj v letošnjem letu vidimo, da so rezultati razveseljivi. Z obdelavo smo ažurni; največja vrednost pa je, da imamo podatke shranjene na magnetnih trakovih, primerno urejene in do njih je možno hitro priti.

REZULTATI RADA NA AUTOMATIZOVANOJ OBRADI AGROMETEOROLOŠKIH
PODATAKA

RESULTS OF THE WORK ON THE AUTOMATIC PROCESSING OF THE
AGROMETEOROLOGICAL MEASUREMENTS AND OBSERVATIONS

Momirka VUKMIROVIĆ
Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd

SUMMARY

This work presents the original proposal on the receiving of the agrometeorological data and the actual solutions concerning the soil temperature data and phenological observations.

The original proposal, suggesting the distribution of all agrometeorological data by the agricultural messages (page 2), could not be realized.

New solutions consist of the adjustment of the forms for the data distribution on their way from meteorological station to a computer centre. For all soil temperature data, the form was successfully made (see Fig. 1 "Dairy of soil temperature, measurements (0° C)", and Fig. 2 Block diagram, "Development of processing of soil temperature data and publication of Soil Temperature Year-book". For the phenological data, forms have been prepared only for the data distribution, up to now (see Fig. 3 and 4). All other necessary arrangements will follow later.

POVZETEK

V tem delu je prikazan prvi predlog za sprejemanje agrometeoroloških podatkov in sedanje rešitve, ki se nanašajo na podatke o temperaturi tal in fenoloških opazovanj.

Prvi predlog, da se z "agrodepešami" dostavljajo vsi agrometeorološki podatki, nismo mogli realizirati.

Nove rešitve upoštevajo prilagajanje obrazcev za dostavo podatkov na relaciji meteorološka opazovalnica - računski center. Za podatke o temperaturi tal je že uspešno izdelan obrazec (sl. 1) in potek obdelave podatkov (sl. 2). Za fenološke podatke so obrazci za dostavljanje podatkov že pripravljeni (sl. 3, 4), druga dela pa bodo sledila.

* * *

Agrometeorološka služba organizovana je u našoj zemlji 1947. godine, a u okviru hidrometeorološke službe počela je sa radom 1949. godine. Prvobitni zadatak bio je organizovanje i sprovođenje merenja i osmatranja za potrebe ove grane

službe, u koje pre svega spadaju fenološka osmatranja, merenja elemenata klime zemljišta kao što su temperatura, vlažnost, isparavanje zemljišta i dr.

Fenološki podaci i podaci o temperaturi zemljišta redovno se publikuju kao "Fenološki godišnjak" i "Godišnjak temperature zemljišta", a ostali se čuvaju u arhivi odeljenja. Istovremeno, svi navedeni podaci koriste se kako za operativne potrebe tako i u istraživačkom radu.

Za automatizovanu obradu predviđeni su u prvom redu podaci o temperaturi zemljišta i fenološka osmatranja, a kasnije će biti obuhvaćeni i ostali agrometeorološki podaci.

Priprema za prelazak na automatsku obradu agrometeoroloških podataka datira od 1972. godine. Sledeći iskustva naprednijih zemalja, prvi predlog je išao u prilog potpunoj automatizaciji. U tom cilju bio je pripremljen sistem agrodepeša, kojima bi se podaci dostavljali direktno u elektronski računar.

Kratko rečeno, predložene agrodepeše sastojale bi se iz nekoliko grupa petocifrenih brojeva, koje u sebi uključuju: broj stanice, datum i vrstu podataka. S obzirom da su podaci bili namenjeni i za operativne potrebe, u agrodepeši su bili obuhvaćeni i neophodni meteorološki podaci. Prema tome u agrodepešu ulaze grupe meteoroloških podataka, koji počinju sa 777 i obuhvataju temperaturu i vlažnost vazduha, osunčavanje, padavine, vetar, temperaturu zemljišta na dubini 2 i 5 cm i zamrzavanje i odmrzavanje zemljišta. Zatim slede grupe fenoloških podataka, koji počinju sa 888 i obuhvataju prvo oznake grupe i sorte fenološkog objekta za koji se daju podaci, a zatim slede podaci o fenofazi, prinosu, procentu šećera i promilu kiseline u širi (kad se radi o vinovoj lozi), starosti drveta i vinograda, pojavi biljnih bolesti i štetočina, doletanju i odletanju ptica i početku i završetku poljskih radova.

Izgled šeme agrodepeše:

AGRO ///G₀G₀ MMDD/
 B₅B₅B₅B₅B₅
 777// T_xT_xT_xαT_nT_n T_nα5t_nt_nt_nα V_xV_xV_nV_n/ SSS_α//
 RRRi_ei_e W_sW_sW_sαW_xW_x 2T_zxT_zx t_zn t_zn
 5T_zxT_zx t_zn t_zn Z_zZ_zZ₀Z₀V_z
 888B₀B₀ G₀/N₀N₀B₅ S_rN_αN_α// 1FF// 2P_rP_rP_r/
 3P_mP_mP_mP₀ 4ŠŠŠ_α/ 5KKK_α/ 6S_tS_t//
 7P_pP_mS_nR_α 8P_dP₀// 9R_pR₀R_z/ =

Ova šema bila je predviđena za svakodnevno dostavljanje podataka. Podaci o nastupu fenoloških faza nalazili bi se u agrodepešama onog dana kada je fenofaza nastupila.

Medjutim, predloženi način nije mogao biti realizovan.

Zbog toga, se prišlo novom načinu prelaska na automatizovanu obradu podataka. Ovoga puta bilo je to prilagodjavanje obrazaca, odn. pripremanje novih obrazaca za upisivanje podataka na meteorološkoj stanici i dostavljanje istih računskom centru. Ovakvo rešenje obuhvatilo je odvojeno podatke o temperaturi zemljišta i fenološka osmatranja. Medjutim, ova dva rešenja se razlikuju po tome što podaci o temperaturi zemljišta imaju realizaciju dostavljanja: meteorološka stanica - agrometeorološko odeljenje RHM zavoda - računski centar Saveznog hidrometeorološkog zavoda.

O obliku obrazaca i jedne i druge vrste podataka biće reči posebno.

TEMPERATURA ZEMLJIŠTA

Za ove podatke uradjen je novi obrazac pod nazivom "Dnevnik temperature zemljišta" ili skraćeno Obrazac 32, što se vidi iz priloga 1.

Merenja temperature zemljišta vrše se svakodnevno na dubinama: 2,5, 10, 20, 30, 50 i 100 cm. Podaci su maksimalno trocifreni brojevi (2 cela i 1 deseti deo), a u hladnom periodu godine pojavljuje se i negativan znak.

Podaci svih 7 dubina, osmotreni u jednom danu, smešteni su u polju svih 80 kolona na kartici. Pri ovome je za identifikaciju kartice uzeto 11 kolona; za podatke na dubinama: 2, 5, 10, 20 cm kolone od 12-59 i to po 4 kolone za 1 podatak računajući i na negativan znak.

Za podatke na dubinama 30 i 50 cm kolone od 60-77, računajući po 3 kolone za 1 podatak. Negativan znak pojavljuje se i na ovim dubinama, ali redje. Proverom podataka iz ranijih godina zaključili smo da na dubini od 30 i 50 cm nije zabeležena negativna temperatura niža od -9.9°, što je bio povod da u ovom slučaju koristimo samo 3 kolone. Za slučaj da negativna temperatura bude dvocifren ceo broj sa 1 desetim delom, predviđeno je da se određeni znak ubuši na poziciji 11.

Za podatke na 100 cm predviđene su samo 3 kolone, tj. 2 cela i 1 deseti deo. Na ovoj dubini negativnih temperatura do sada nije bilo, a ukoliko bi se i pojavile, važe ista pravila kao i za dubine 30 i 50 cm. Za dane kada osmatranja nije bilo, predviđeno je popunjavanje kolona znakom 999.

Podaci se dostavljaju jedanput mesečno i pri tome podaci za 30. odn. 31. dan u mesecu označavaju isto toliki broj kartica.

DNEVNIK MERENJA TEMPERATURE ZEMLJIŠTA (°C)

Vreme	2 cm			5 cm			10 cm			20 cm			30 cm						
	07	14	21	07	14	21	07	14	21	07	14	21	07	14	21				
01	19.4	3.48	2.20	17.4	3.16	2.34	17.2	2.57	2.42	18.0	2.16	1.32	18.4	1.87	2.04	17.2	1.72	1.71	14.6
02																			
03																			
04																			
05																			
06																			
07																			
08																			
09																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			

STANICA Novi SAD

odeljenje i šema
kartice: $\frac{3-2}{1-2}$
broj stаницe: 797
godina: $\frac{7}{6-7}$
mesec: $\frac{07}{8-9}$

Slika 1 Dnevnik merenja temperature zemljišta

Fig. 1 Diary of soil temperature data

Podaci će se dostavljati RC SHM Zavoda, gde će se vršiti ubušivanje podataka u kartice, logička i kritička kontrola i arhiviranje. Istovremeno elektronski računar štampaće i Godišnjak temperature zemljišta.

Pored toga za potrebe Računskog centra SHM Zavoda uradjeni su sledeći prilozi:

- Algoritam logičke kontrole;
- Algoritam kritičke kontrole;
- Algoritam obrade podataka, čiji je blok dijagram dat u prilogu 2.

U Računskom centru SHM Zavoda privodi se kraju program za kontrolu i obradu ovih podataka pod nazivom "Temperatura zemljišta".

FENOLOŠKI PODACI

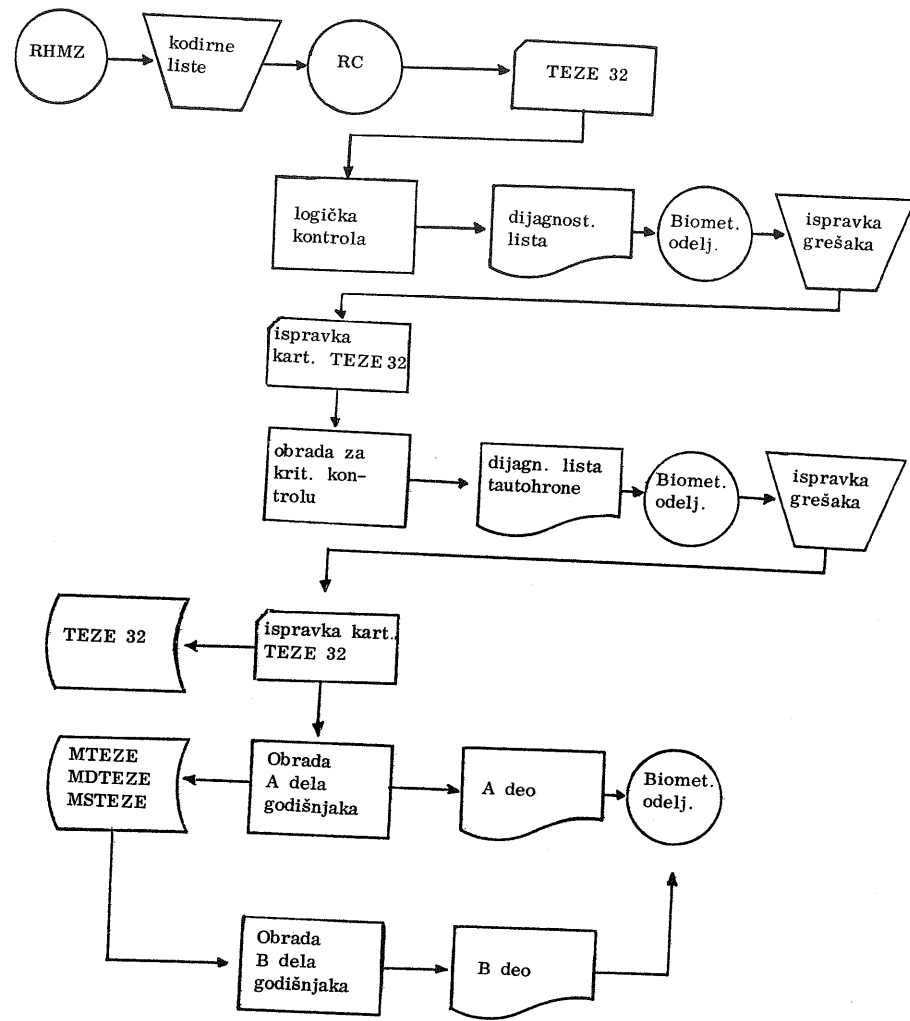
Za fenološke podatke pripremljen je Obrazac 31 "Godišnji fenološki izveštaj". Po sadržaju on je identičan sa dosadašnjim obrascem "Fenološki izveštaj AM-8-F" i namenjen je agrometeorološkim odeljenjima RHM zavoda za ubeležavanje fenoloških podataka posle izvršene logičke i kritičke kontrole.

Ovde se odmah mora napomenuti da se agrometeorološka odeljenja RHM zavoda nisu složila da se fenološki obrazac popunjava na stanicama, iz razloga što osmatrački kadar sačinjavaju i učitelji i seljaci i domaćice itd. Od ovakvog kadra ne može se uvek očekivati da zabeleženi datum nastupa fenofaze pretvori u broj dana od početka godine, niti da koristi Uputstvo za ubeležavanje podataka u obrazac namenjen automatizaciji. Iz istih razloga u agrometeorološkim odeljenjima RHM zavoda vršiće se prvo logička i kritička kontrola fenoloških podataka, a tek onda će podaci biti ubeleženi u novi obrazac.

Novi fenološki obrazac po svom obliku prilagodjen je za tabelarne preglede, pogodne za direktno prebacivanje podataka u kartice. On sadrži 19 šema prikazanih na 19 stranica. Šeme su istoga tipa i razlikuju se samo po broju rubrika predvidjenih za ubeležavanje podataka. Redosled šema dat je prema obimu podataka koji se ubeležavaju i obeležene su brojem od 1-19.

Svaka šema sastoji se iz polja za identifikaciju, koje se nalazi u levom gornjem uglu obrasca i za ovo polje rezervisan je nejednak broj kolona, tj. od 1-7 ili 1-9 kolona. Ovde se upisuje šifra obrasca, godina, šifra grupe objekata i šifra naziva objekta i sorte.

Polje ostalog, većeg dela obrasca, ispunjava se nazivima stanica i njihovom šifrom (ona se ubušuje u karticu), kao i fenološkim podacima za koje su rezervisane kolone od 13-78. Poslednje dve kolone, 79-80, rezervisane su za "broj popunjenih kartica", što služi kao kontrolni broj prispelih podataka, odn. kartica u Računski centar. Ovaj broj obavezan je za podatke svih grupa objekata s obzirom da u identifikaciji nije moguće uvesti rubriku "redni broj kartice".



Slika 2 Tok obrade podataka o temperaturi zemljišta i štampanje Godišnjaka temperature zemljišta

Fig. 2 Development of processing of soil temperature data and publication of Soil Temperature Year-book

Odelj. i šema kartice: 3,1
 Godina: 19 74
 Šifra grupe objekata: B
 Šifra naziva objekta: 01
 67

Republički hidrometeorološki zavod

SR.

Org. jedinica:

Naziv grupe objekata: ŠUMSKO DRVEĆE I ŠIBLJE

Naziv objekta: DIVLJI KESTEN

Šifra podataka	Šifra						Br. popunjenih kartica
	1	2	3	4	5	6	
STANICA							
NAZIV	Šifra	DATUM POČETKA LISTANJA	DATUM POČETKA CVETANJA	DATUM OPŠTEG CVETANJA	DATUM POJAVE PRVIH ZRELIH PLODOVA	DATUM OPŠTEG ŽUCENJA LIŠĆA	DATUM OPŠTEG OPADANJA LIŠĆA
JRIŠKI VENAC	752	081	125	135	157	265	272
SENTA	823	097	122	128	258	270	297
VRŠAC	880	074	103	118	265	319	324
	01						
	8 - 10	11 - 13	14 - 16	17 - 19	20 - 22	23 - 25	26 - 28
	29 - 31	32 - 34	35 - 37	38 - 40	41 - 43	44 - 46	47 - 49
	50 - 52	53 - 55	56 - 58	59 - 61	62 - 64	65 - 67	68 - 70
	71 - 73	74 - 76	77 - 79	80 - 82	83 - 85	86 - 88	89 - 91
	92 - 94	95 - 97	98 - 100	101 - 103	104 - 106	107 - 109	110 - 112
	113 - 115	116 - 118	119 - 121	122 - 124	125 - 127	128 - 130	131 - 133
	134 - 136	137 - 139	140 - 142	143 - 145	146 - 148	149 - 151	152 - 154
	155 - 157	158 - 160	161 - 163	164 - 166	167 - 169	170 - 172	173 - 175
	176 - 178	179 - 181	182 - 184	185 - 187	188 - 190	191 - 193	194 - 196
	197 - 199	200 - 202	203 - 205	206 - 208	209 - 211	212 - 214	215 - 217
	218 - 220	221 - 223	224 - 226	227 - 229	230 - 232	233 - 235	236 - 238
	239 - 241	242 - 244	245 - 247	248 - 250	251 - 253	254 - 256	257 - 259
	260 - 262	263 - 265	266 - 268	269 - 271	272 - 274	275 - 277	278 - 280
	281 - 283	284 - 286	287 - 289	290 - 292	293 - 295	296 - 298	299 - 301
	302 - 304	305 - 307	308 - 310	311 - 313	314 - 316	317 - 319	320 - 322
	323 - 325	326 - 328	329 - 331	332 - 334	335 - 337	338 - 340	341 - 343
	344 - 346	347 - 349	350 - 352	353 - 355	356 - 358	359 - 361	362 - 364
	365 - 367	368 - 370	371 - 373	374 - 376	377 - 379	380 - 382	383 - 385
	386 - 388	389 - 391	392 - 394	395 - 397	398 - 400	401 - 403	404 - 406
	407 - 409	410 - 412	413 - 415	416 - 418	419 - 421	422 - 424	425 - 427
	428 - 430	431 - 433	434 - 436	437 - 439	440 - 442	443 - 445	446 - 448
	449 - 451	452 - 454	455 - 457	458 - 460	461 - 463	464 - 466	467 - 469
	470 - 472	473 - 475	476 - 478	479 - 481	482 - 484	485 - 487	488 - 490
	491 - 493	494 - 496	497 - 499	500 - 502	503 - 505	506 - 508	509 - 511
	512 - 514	515 - 517	518 - 520	521 - 523	524 - 526	527 - 529	530 - 532
	533 - 535	536 - 538	539 - 541	542 - 544	545 - 547	548 - 550	551 - 553
	554 - 556	557 - 559	560 - 562	563 - 565	566 - 568	569 - 571	572 - 574
	575 - 577	578 - 580	581 - 583	584 - 586	587 - 589	590 - 592	593 - 595
	596 - 598	599 - 601	602 - 604	605 - 607	608 - 610	611 - 613	614 - 616
	617 - 619	620 - 622	623 - 625	626 - 628	629 - 631	632 - 634	635 - 637
	638 - 640	641 - 643	644 - 646	647 - 649	650 - 652	653 - 655	656 - 658
	659 - 661	662 - 664	665 - 667	668 - 670	671 - 673	674 - 676	677 - 679
	680 - 682	683 - 685	686 - 688	689 - 691	692 - 694	695 - 697	698 - 700

Slika 3 Šema fenološkog obrasca (divlji kesten)

Fig. 3 Scheme of phenologic form (horse chetnut)

NAZIV GRUPE OBJEKATA: PROSOLIKA ŽITA

RHMZ SR

Org. jedinica:

Odeljenje i
sema kartice: 3 1

Godina: 19 7 4
Šifra grupe objek. D 3
Šifra naziva objek. i sort. 0 0 2
7-5

Naziv objekta: KUKURUZ

Sorta: TVRDUNAC - OSMAK ŽUTI

STANICA NAZIV	Setve		Nicanja		Datum Melitencija		cvevanja na metlici na kipu		zrenja Mlečnog Vostanog Punog Berbe		Prosečan prin u mtc/ha na osmat. parceli	Br. popunj. kartica	Napomena
	Šifra	Šifre podataka	1	2	3	4	5	6	7	8			
SANSKI MOST	569	100	125	--	--	195	195	195	248	264	271	0250	
	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-43		
PROZOR	565	116	159	--	202	209	253	269	276	283	0150	01	
	44-46	47-49	50-52	53-55	56-58	59-61	62-64	65-67	68-70	71-73	74-77	79-80	
	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-43		
	44-46	47-49	50-52	53-55	56-58	59-61	62-64	65-67	68-70	71-73	74-77	79-80	
	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-43		
	44-46	47-49	50-52	53-55	56-58	59-61	62-64	65-67	68-70	71-73	74-77	79-80	
	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-43		
	44-46	47-49	50-52	53-55	56-58	59-61	62-64	65-67	68-70	71-73	74-77	79-80	
	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-43		
	44-46	47-49	50-52	53-55	56-58	59-61	62-64	65-67	68-70	71-73	74-77	79-80	

Slika 4 Šema fenološkog obrasca (kukuruz)

Fig. 4 Scheme of phenologic form (maize)

Podaci, kojima se popunjava obrazac, uglavnom su numeričke vrednosti, sastavljene od 1-4 cifre, a kod pojedinih se pojavljuje i 1 decimala. U manjem broju pojavljuju se i alfabetski znaci, oni se unose u deo za identifikaciju.

Oblik šeme fenološkog obrasca može se videti iz priloga 3. i 4.

Ovim kratkim prikazom pokušali smo da predstavimo oblik novog fenološkog obrasca, a istovremeno i karticu.

Veliku raznovrsnost fenoloških podataka bilo je moguće svrstati u 1 obrazac, a da se pri tome vodi računa i o racionalnom korišćenju kolona u kartici. Pri o- vome nismo još spomenuli promene u sortimentu, naročito ratarskih kultura i voćaka, do kojih dolazi gotovo svake godine. Za ovakve pojave predvideli smo mogućnost šifrovanja novouvedenih sorata i unošenje njihovih podataka u obrazac.

U sastav novog Obrasca 31, "Godišnji fenološki izveštaj" ulaze i sledeći prilozi:

- Uputstvo za beleženje podataka u obrazac "Godišnji fenološki izveštaj";
- Spisak i šifre meteoroloških stanica za potrebe biometeorologije;
- Tablica za pretvaranje datuma u broj dana od početka godine;
- Spisak naziva i šifara fenoloških objekata i sorata.

Što se tiče ukupnog broja kartica za 1 godinu, on bi iznosio oko 5.000. Ovaj broj kartica je iznenađujuće mali, ali on proizilazi iz činjenice što sve stanice iz fenološke mreže, ne ostvaruju pun program osmatranja. Svaka stanica prati samo one fenološke objekte, koja ima na svom terenu, odn. u široj okolini. O- sim toga i kolone u karticama su racionalno korišćene, tako da je slobodnih ko- lona veoma malo, a u nekima ih uopšte i nema.

Preostali deo posla kao što je: priprema obavezne instrukcije za RHM zavode i pisanje odgovarajućih algoritama za Računski centar, uslediće kasnije.

LITERATURA

- /1/Rukovodstvo po podgotovke danih agrometeoroloških nabljudenij k perfo- racii. Gidrometeoizdat, Moskva 1969.
- /2/Kod dlja sostavlenija pervičnoj i itogovoj agrometeorološkoj informaciji KN-21 m. Gidrometeoizdat, Leningrad 1970.
- /3/Deutscher Wetterdienst, Phänologischer Meldebogen und Daten-Lochkarte, Offenbach 1969.

UGOTOVITVE IN PRIPOROČILA SIMPOZIJA "AVTOMATIZACIJA V
METEOROLOGIJI IN HIDROLOGIJI"

Simpozij je bil organiziran 22. in 23. septembra 1977 v Ljubljani v okviru proslave 30-letnice meteorološke in hidrološke službe v SR Sloveniji. Na simpoziju je bilo 129 udeležencev iz zveznega in vseh republiških hidrometeoroloških zavodov, Zveze vodnih skupnosti Slovenije, Vojnega letalstva in protizračne obrambe, Inštituta Jožef Stefan in Univerze v Ljubljani in splošnega vodnogospodarskega podjetja porečje Save-direkcija v Zagrebu, Energoinvesta Sarajevo, IBE Elektroprojekta iz Ljubljane ter Geodetske uprave SRS.

Na simpoziju je bilo prebranih 28 referatov iz naslednjih področij:

- avtomatske merske postaje,
- senzorji in avtomatizacija,
- meteorološke radarske meritve,
- avtomatska obdelava podatkov.

V okviru simpozija je bila razstava senzorjev, elektronskih instrumentov in avtomatskih meteoroloških postaj druge, tretje in četrte generacije, ki so bile razvite in izdelane s sodelovanjem Meteorološkega zavoda SR Slovenije in Inštituta Jožef Stefan iz Ljubljane.

Po referatih, diskusiji in v obravnavi za okroglo mizo so bile sprejete naslednje osnovne ugotovitve in priporočila:

1. Stopnja razvitosti družbe in gospodarstva zahteva kvalitetne ter hitre meteorološke in hidrološke informacije, ki morajo vsebovati tudi podatke o kakovosti zraka, voda in tal.
2. V SFRJ je v izgradnji splošni družbeni informacijski sistem. Meteorološka in hidrološka problematika mora biti sestavni del tega sistema.
3. Informacijski sistem v meteorologiji in hidrologiji ima dolgoletno tradicijo, njegova kakovost se stalno izboljšuje. Nove zahteve po kvalitetnih in hitrih informacijah, ki morajo zajeti tudi službo opozarjanja pred naglimi nevarnimi pojavi in elementarnimi nesrečami, zahtevajo uvedbo visoke stopnje avtomatizacije, ki mora biti prilagojena tudi družbenemu informacijskemu sistemu.
4. Avtomatizacijo je treba postopoma uvesti v vse faze dela - od vseh vrst meritev, obdelav osnovnih in izvedenih vrednosti, objektivnih analiz in prognoz do hranjenja in prenosa informacij.
5. Meteorološke postaje četrte generacije z vgrajenimi mikroprocesorji so tako napredne in univerzalne, da v bližnji prihodnosti pri njih ni pričakovati konceptnih sprememb. S tem je uvajanje takih postaj v uporabo utemeljeno, zadostiti pa morajo predvsem naslednjim zahtevam:
 - 5.1. Za različne namene je treba graditi postaje različnih zmožnosti.

- 5.2. Da bo mogoče enostavnejše postaje z dodajanjem potrebnih enot po potrebi izpopolnjevati v popolnejše in omogočiti uporabo najnovejših senzorjev in elektronskih sestavnih delov, je v najkrajšem možnem času potrebno vhodne in izhodne vrednosti v posameznih sklopih standardizirati, enako programe osnovnih funkcij zbiranja, osnovne obdelave, zapisa in prenosa podatkov.
- 5.3. Zagotoviti je potrebno, da bodo imeli novi senzorji za uporabo v avtomatskih postajah enake standardizirane vhodne in izhodne karakteristike. To se mora upoštevati tudi pri nabavah instrumentov, ki jih je mogoče priključiti k avtomatskim sistemom, čeprav se nabavljajo za individualno uporabo.
- 5.4. Avtomatske postaje morajo imeti možnost za priključitev ekoloških senzorjev z avtomatsko kalibracijo, kontrolo pravilnosti njihovega delovanja in avtomatskega opozarjanja pri prekoračitvah tolerantnih meteoroloških in ekoloških vrednosti.
- 5.5. Težiti je treba za tem, da bodo vrednosti, dobljene z avtomatskimi postajami, čimbolj primerljive s podatki klasičnih postaj, s čemer se ne smejo opustiti možnosti za podrobnejše informacije, ki jih lahko dobimo z boljšimi senzorji, večjim številom zbranih podatkov in širokimi možnostmi obdelave.
6. Velika zmogljivost, ki jo ima avtomatska meteorološka postaja IV. generacije za zbiranje in osnovno obdelavo podatkov, daje možnost za podrobnejše sledenje medsebojne odvisnosti merjenih meteoroloških elementov. S primerno izbiro števila in vrste senzorjev ter programa delovanja in osnovne obdelave podatkov je mogoče bolj kot s klasičnimi meritvami definirati prikazano sliko vremena. Zato je treba tej problematiki posvetiti vso pozornost.
7. Pomanjkanje vizualnih podatkov iz mreže avtomatskih postaj je treba nadomestiti s postopnim uvajanjem meteorološke radarske mreže, ki mora poleg osnovnih informacij zagotoviti določanje padavin, potencialne nevarnosti toče in drugih nevarnih pojavov. Osnova za to mora biti računalniško voden digitalni sistem radarjev različnih valovnih dolžin.
8. Zaradi možnosti takojšnje uporabe morajo biti dostopne neposredno v republiške in zvezni center osnovne informacije iz avtomatske merske mreže radarskih sistemov in tudi iz klasične sinoptične mreže. Temu primeren mora biti prenos podatkov ter fizična in programska konfiguracija računalniških podsistemov in sistemov, ki morajo tudi krmiliti delovanje avtomatske mreže in prenosa informacij. Te zahteve je nujno treba upoštevati pri izgradnji sistema zvez in računalniških centrov.
9. Avtomatsko obdelavo podatkov je treba prilagoditi tudi podatkom iz avtomatskih postaj. Posebna pozornost mora veljati datotekam, v katerih je potrebno številne zbrane podatke nadomestiti z manjšim številom ustreznih izvedenih vrednosti.
10. Po že opisanih kriterijih je potrebno uvajati avtomatizacijo v mreži hidroloških postaj in obdelavi hidroloških podatkov.
11. Potrebno je uvajati sodobnejše metode in opremo za določanje pretokov in kakovosti voda.
12. Avtomatizacijo na osnovnih področjih je potrebno upoštevati pri izdelavah objektivnih analiz in prognoz vremena, stanja voda, onesnaženosti zraka in voda in še posebno vseh nevarnih pojavov. Temu primerno naj se prilagajajo in razvijajo računalniški modeli.
13. Napačno bi bilo, da bi uvajali kompleksno avtomatizacijo brez pretehtanega in usklajenega načrta, ki mora upoštevati, da se bo avtomatizacija na vseh nivojih uvajala postopno in strogo unificirano. Zaradi tega je potrebno izdelati predvsem naslednje analize:
 - 13.1. Kje, kdaj in v kakšnem obsegu je potrebna avtomatizacija;
 - 13.2. kakšna je potreba za avtomatsko zbiranje osnovnih meteoroloških, hidroloških in ekoloških podatkov;
 - 13.3. kakšen naj bo alarmni sistem, ki ga je treba vključiti tudi v program OJOU;
 - 13.4. kakšen naj bo prenos osnovnih informacij;
 - 13.5. kakšen naj bo zajem in obdelava podatkov ter arhiviranje;
 - 13.6. kakšen naj bo zajem podatkov za potrebe objektivne analize in prognoze vremena, voda, onesnaženosti zraka in voda ter nevarnih pojavov;
 - 13.7. kakšen naj bo pretok izvedenih informacij?
14. Na osnovi gornjih analiz je potrebno izdelati projekt kompleksne avtomatizacije, da se bo po enotnih usklajenih kriterijih ta lahko izvajala tudi parcialno po zaokroženih področjih.
15. Ugotovitve in priporočila simpozija naj bi podrobneje obdelale ustrezne komisije oziroma delovne skupine, ki delujejo v okviru Zveznega hidrometeorološkega zavoda in izdelale tudi podrobnejši predlog za izvedbo jugoslovanskega programa kompleksne avtomatizacije v meteorologiji in hidrologiji.
16. Zastavljenega dela ne bo mogoče izvajati brez znatnih finančnih sredstev in brez združevanja dela hidrometeoroloških organizacij in drugih specializiranih institucij v SFRJ. Zaradi tega naj bi Zvezni hidrometeorološki zavod prevzel pobudo za koordinacijo del in za formiranje finančnega sklada za avtomatizacijo.
17. Podobni simpoziji naj bi bili še tudi v prihodnje. Več poudarka bo treba v prihodnje dati še računalniški objektivni analizi in prognozi ter modelom, potrebnim za takšno delo.