

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 uređaje sa područja meteoroloških merenja, od najjednostavnijih, među kojima je i EMP 11, pa preko sve složenijih, do najzahtevnijih uređaja, 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 uređaja 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 uređaj 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 uređaja 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 napajanjem, 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 cm<sup>2</sup>. 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/cm<sup>2</sup> 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.

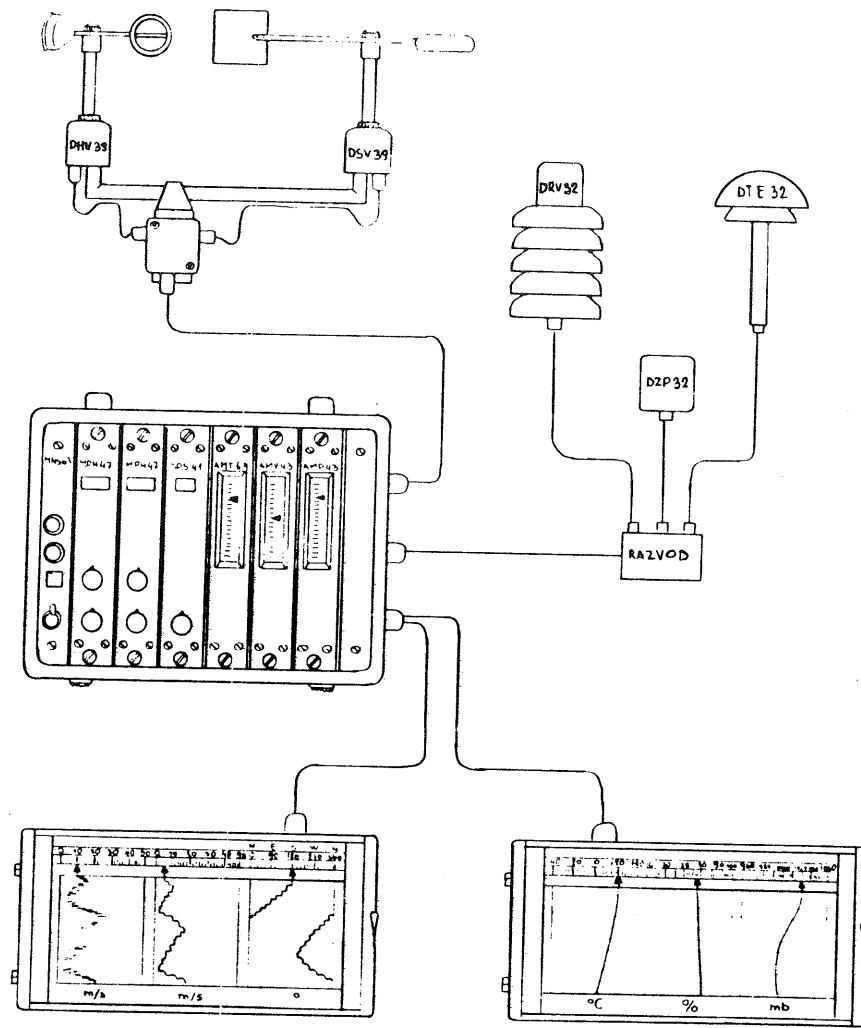
Bitni deo u davaču za relativnu vlažnost vazduha proizvod je nemačke firme Adolf Thies.

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