

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.

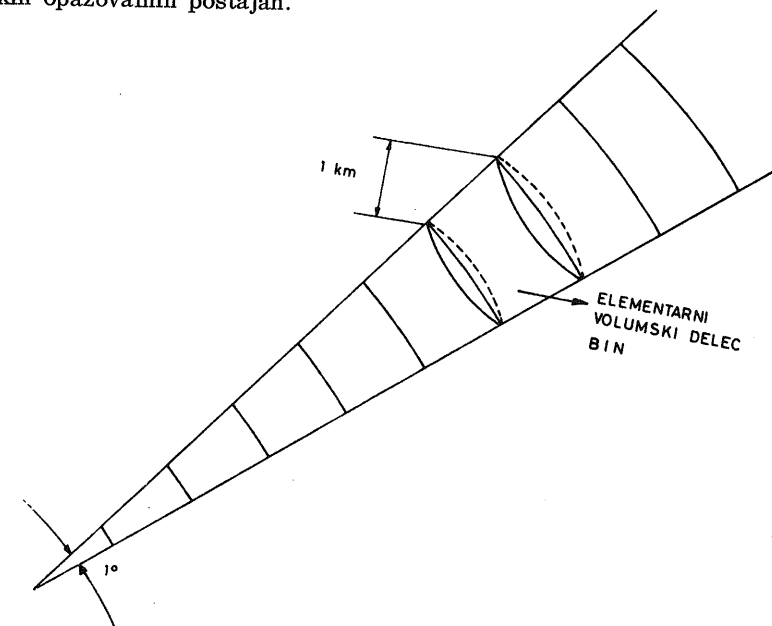
V pričujočem prispevku si bomo ogledali, kaj lahko z radarjem opazujemo, na kak način lahko podatke, dobljene z radarjem, posredujemo porabnikom in kako lahko radar s sodobno elektroniko, predvsem z računalniki, uporabimo za več aplikacij hkrati. Pri tem se ne bomo spuščali v tehnične podrobnosti.

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. Zaslone 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.

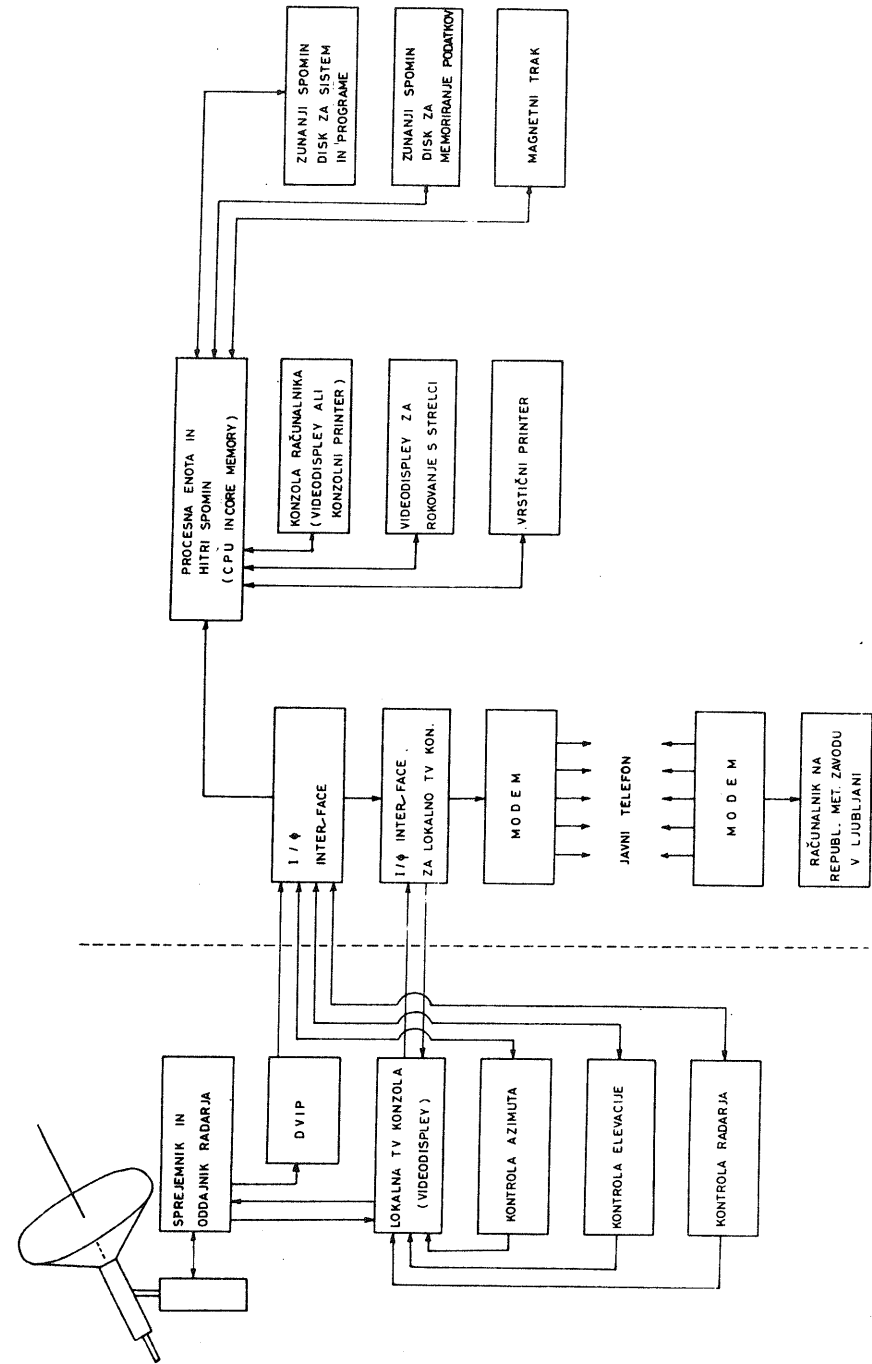


Slika 1 Elementarni volumski delec BIN.
Fig. 1 Elemental volume particle BIN.

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