

## **6 АНАЛИЗА РАСПОЛОЖИВИХ ПОДАТАКА МЕРЕЊА У СРБИЈИ**

Анализа расположивих података мерења сунчевог зрачења и ветра у Србији извршена је углавном на бази евиденција које су постојале у бившем Савезном хидрометеоролошком заводу (СХМЗ) до 1988. године и усмених информација о актуелној ситуацији у Србији. То је био једини могући извор информација за ову Студију. Ипак се мора констатовати да и овакви извори информација омогућавају добијање слике стања у Србији данас, која је приказана у даљем тексту.

### **6.1 ПРИКАЗ И АНАЛИЗА РАСПОЛОЖИВИХ ПОДАТАКА МЕРЕЊА СУНЧЕВОГ ЗРАЧЕЊА, ВЕТРА И ДРУГИХ МЕРОДАВНИХ ПАРАМЕТАРА СА АСПЕКТА МЕТОДОЛОГИЈЕ И ЗАХТЕВА МОДЕЛА**

#### **6.1.1 Расположиви подаци мерења сунчевог зрачења**

1957. године, као и у већини земаља, и у Југославији су уведена организована мерења сунчевог зрачења, и са 13 станица се пирнометрима III класе (актинограф Робич), почело са непрекидним регистровањем глобалне радијације. Ова мрежа станица успешно је обављала свој део програма Међнародне геофизичке године и сарадње (1957/58. и 1959. год.).

Током следеће деценије, мрежа станица за мерење зрачења се стално развијала и уведени су на већини станица пиранометри II класе, уведено је мерење већег броја компонената сунчевог зрачења, повећан је број станица.

1962. године у складу са резолуцијом Светске метеоролошке организације (СМО) 12 (ЕС-XIV), Југославија се са одабраним бројем најквалитетнијих станица за мерење сунчевог зрачења укључила у светски мониторинг и у складу са тим редовно достављала податке Светском центру за податке о зрачењу (World Radiation Data Center - WMO) у Лењинграду (одн. сада у Ст. Петербургу), где се подаци смештају у базу података и публикују у редовној месечној публикацији "Solar radiation and radiation balance data (the world network)" (Гбурчик, В, 1987а).

1966. године према резолуцијама СМО 20 и 21 (ЕС-XVIII) Савезни хидрометеоролошки завод (СХМЗ) је формирао Национални центар за сунчеву радијацију и установио национални еталон. Разрађена је методологија баждарења и контроле инструмената, као и методологија обраде и контроле података.

Функције Националног центра су се извршавале све до 1988. године према документима СМО (Res. 11 ЕС-XXX, Res. 6. ЕС-XXXVI и Res. 25 (IV-RA VI)), који дефинише задатке и обавезе Националног центра за радијацију:

- редовно упоређивање националног еталона са светским односно регионалним еталоном, остварење секундарних и радних еталона,
- контрола и баждарење инструмената из мреже станица,
- трансфер и континуирано одржавање Светске радиометријске референце;
- прикупљање, контрола, обрада и архивирање података из мреже станица; обрада и достављање података Светском центру,
- обрада и публикавање података у Националним годишњацима.

Ажурност је постигнута аутоматизацијом одређених фаза у процесу рада, која је уведена 1976. Континуирано су реализоване и друге активности Националног центра:

- Израђиване су све неопходне подлоге за анализу и праћење стварне дозрочене енергије Сунца, према најактуелнијим препорукама СМО за коришћење теоријско-

емпиријских релација система Земља – Сунце - време и према актуелној светској референци (којом је коригована соларна константа): просторна и временска расподела екстратерестријске радијације, азимути, деклинације висине Сунца, оптичке масе, итд., за целу територију Југославије, за различите моделе атмосфере (сува, чиста, замућена), анализирана је просторна и временска расподела идеалних вредности радијације итд.

- Праћена је просторна и временска расподела компонената сунчеве радијације као и енергетског биланса, временски трендови, варијабилност радијације изазвана метеоролошким условима и квалитетом ваздуха, итд.
- У току 1981 и 1982 године активно учешће у пројекту Европске заједнице «Просторна расподела стварног трајања сијања сунца у региону Медитерана» (СЕС, 1982)
- Од 1981. до 1983. године активно учешће у изради Европског атласа сунчеве радијације; Обрађени су и анализирани подаци са 12 најрепрезентативнијих станица Југославије (од којих 4 станице Србије). (СЕС, 1984а, 1984б)

Међутим, и тада је констатовано (Гбурчик В., 1987е) да инструментална опрема и програм мерења, у радијационој мрежи станица Југославије, још увек нису на оптималном нивоу који препоручује Светска метеоролошка организација. Констатовано је да: ниједна главна станица не мери директно сунчево зрачење; само једна станица мери биланс зрачења; појављују се чешћи прекиди у мерењима јер је опрема углавном дотрајала и у већини случајева нема резервних инструмената за замену инструмената у квару и инструмената који се шаљу на калибрацију у СХМЗ.

Подаци о трајању сијања Сунца се морају користити са резервом јер никада није остварен референтни стандард и не врши се редовно снимање хоризонта на станицама (Гбурчик, В, 1987е).

Крајем 1987. године мрежа станица за сунчево зрачење Југославије је бројала 26 станица, од којих је мрежа Србије обухватала 7 станица, које су приказане у следећој табели (Табела 6.1.1) укључујући обухват података, период и медијум на коме су се тада налазили подаци (Гбурчик, В. 1987б).

Табела 6.1.1 Преглед података о мерењу компонената сунчевог зрачења у Србији у периоду од 1957 до 1987

Станица	Компоненте зрачења и расположиви период	Инструменти	Медијум
Београд-Зелено Брдо	Сатна и дневна глобална ирадијација 1957 и даље; сатна дифузна ирадијација дневна глобална ирадијација 1958 и даље; сатна и дневна ирадијација 1961 и даље; сатни и дневни интеграл долазне ирадијације, сатни и дневни интеграл одлазне ирадијације нето сатна и дневна ирадијација 1964 и даље; трајање сијања сунца дневно и часовно 1957 и даље	Tt (MG) Dt (MG) Rt (M) IT (LF) Bt (S) SS (C)	папир-извештај 1966-75; електронска форма 1976 и даље
Неготин	Сатна глобална ирадијација 1967 и даље; дневна глобална ирадијација 1957 и даље; сатна дифузна ирадијација	Tt (MG) Dt (MG) SS (C)	папир-извештај 1966-75; електронска форма 1976 и даље

	дневна глобална ирадијација 1979 и даље; трајање сијања сунца дневно и часовно 1957 и даље		
Приштина	Сатна и дневна глобална ирадијација 1967 и даље; сатна дифузна ирадијација дневна глобална ирадијација 1967 и даље; трајање сијања сунца дневно и часовно 1967 и даље	Tt (MG) Dt (MG) SS (C)	папир-извештај 1966-75; електронска форма 1976 и даље
Копаоник	Сатна и дневна глобална ирадијација, сатна дифузна ирадијација, дневна глобална ирадијација, сатна и дневна ирадијација, трајање сијања сунца дневно и часовно 1981 и даље	Tt (MG) Dt (MG) Rt (M) SS (C)	електронска форма 1981 и даље
Златибор	Сатна глобална ирадијација 1966-80, дневна глобална ирадијација 1957-80, трајање сијања сунца дневно и часовно 1957-80	Tt (MG) SS (C)	папир-извештај 1966-75; електронска форма 1976-80
Сјеница	Сатна и дневна глобална ирадијација, сатна дифузна ирадијација дневна глобална ирадијација, сатна и дневна ирадијација 1964-79, сатни и дневни интеграл долазне ирадијације, сатни и дневни интеграл одлазне ирадијације нето сатна и дневна ирадијација 1964-79; трајање сијања сунца дневно и часовно 1964-79	Tt (MG) Dt (MG) Rt (M) Bt (S) SS (C)	папир-извештај 1976-79
Нови Сад-Рим. Шанчеви	Сатна глобална ирадијација, дневна глобална ирадијација 1963-71 трајање сијања сунца дневно и часовно 1963-71	Tt (MG) SS (C)	папир-извештај 1963-71
Београд - Врачар*		Tt (MG) SS (C)	
Ђуприја*		Tb (R) SS (C)	
Палић*		Tb (R) SS (C)	

\* Ове три станице нису биле у званичној мрежи Југославије, али су припадале мрежи Србије

Симболи мерних инструмената у горњој табели су:

1. Tt (MG) - Пиранометар Moll. Gorc., глобално зрачење
2. Dt (MG) - Пиранометар Moll. Gorc., дифузно зрачење

3. Rt (M) - Пиранометар Moll. Gorcz., рефлектовано зрачење
4. Tb (R) - Пиранометар Robitz. биметални - глобално зрачење дневне количине
5. IT (LF) – Пирхолиометар Linse Feussn. - директно зрачење
6. Bt (S) - Нет пиррадиометар – долазно, одлазно и нето зрачење
7. SS (C) – Хелиограф – трајање сијања Сунца

На основу резолуције и стручних правилника СМО, (Res. 11 i 12 (EC-XXX), Res. 25 (IV-RA VI), Guide to meteorology instruments and Manuel of the GOS) у Националном центру остварени су до 1988. следећи стандардни инструменти (еталони) за мерење сунчеве радијације (Гбурчик, В, 1987г):

ПРИМАРНИ ЕТАЛОН (национални стандард), Angström компензациони пирхелиометар – А 12342 тип Е, редовно упоређиван са регионалним стандардом и националним средствима земаља Региона VI. Последње регионално упоређење (IV RPC-RA VI – Carpentras, France) реализовано је 1984. године и резултати верификовани Res. 8 (IX-RA VI). Овим резултатима установљен је калибрациони фактор Југословенског примарног еталона  $K = 4743 \text{Wm}^{-2}\text{A}^{-2}$  (фактор коришћен на упоређењу  $K = 4725 \text{Wm}^{-2}\text{A}^{-2}$ ).

Следеће регионално упоређење националних еталон пирхелиометара било је планирано за 1988. годину.

СЕКУНДАРНИ ЕТАЛОНИ (референтни стандарди):

- пирхелиометри типа Linke-Feussner (2 комада) који су сваке две године упоређивани са примарним еталоном, а сваке године је вршена контрола са мањим бројем серија мерења. Последње упоређење реализовно је 1987. године (Копаник)

Ови еталони се користе за бажарење пиранометара I и II класе, којима се мере све три краткоталасне компоненте (глобална, дифузна и рефлектована радијација), као и за инструменте код којих се захтева већа тачност мерења (глобалне радијационе станице и у примени за тестирање колектора). Користи се тзв. shading-метода стандардизације, у природним условима.

- пиранометар типа Moll-Gorczyński, који се сваке две године упоређује са примарним еталоном а сваке године са секундарним стандардним пирхелиометром. Последње упоређење извршено је 1986. године а следеће 1988.

Овај еталон се користи за бажарење пиранометра I класе (који мере само глобалну радијацију) и II класе. Користи се тзв. упоредна метода стандардизације, у природним условима.

Оба секундарна еталона (пирхелиометар и пиранометар) користе се и за бажарење секундарног стандардног пиррадиометра и нет пиррадиометра (у краткоталасном подручју).

Поред извршавања функција у мрежи станица, Национални центар из СХМЗ организовао је Југословенско упоређење пиранометара који се користе у технологији примене сунчеве енергије (Гбурчик, В. 1988).

Прво југословенско упоређење пиранометара је одржано 1986. у Сплиту а друго 1988. на Копанику. На првом упоређењу учествовало је 20 институција а на другом 17 институција из Србије, Словеније и Хрватске. Одмах по завршетку упоређења (паралелних мерења) учесници су добили прелиминарни резултат калибрације свог инструмента (на Слици 6.1 је факсимил једног таквог документа).

Планирано је да се након извршене детаљне обраде свих мерења (на Копанику је нпр. извршено 440 мерења при упоређењу пиранометара и 120 мерења при упоређењу пирхелиометара), учесницима доставе финални резултати калибрације, односно

сертификат. Нажалост, готово непосредно по завршетку овог упоређења пиранометара, укинут је у СХМЗ Национални центар.

II JUGOSLOVENSKO UPOREDJENJE PIRANOMETARA  
KOJI SE KORISTE U TEHNOLOGIJI PRIMENE  
SUNCEVE ENERGIJE

Meteoroloska opservatorija - Kopaonik  
od 12. do 16. Septembra 1988.

PRELIMINARNI REZULTAT KALIBRACIJE

Piranometar: KIPP&ZONNEN  
Tip i serijski broj: CM11 830261  
Institucija: FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, STROJARSTVA I BRODOGRADNJE  
SPLIT

Rezultat kalibracije

Osetljivost:	4.62	-2 uV/Wm
Kalibracioni faktor:	216.28	-2 Wm /mV

Podaci o referentnom instrumentu

Piranometar: KIPP&ZONNEN  
Tip i serijski broj: CMS B49719  
Hijerarhija prenosa WRR skale: kalibrisan u odnosu na referentni  
- sekundarni standard pirheliometar  
Institucija: SAVEZNI HIDROMETEOROSKI ZAVOD

Procedura kalibracije

Procedura propisana: Dok. WMO No 8. (1983)  
Radni dok. ISO/TC 180/SC N 19. (1987)

Mesto: Visinska meteoroloska opservatorija Kopaonik  
REPUBLICKI HIDROMETEOROSKI ZAVOD SR SRBIJE  
geog. sir. 43 17' geog. duz. 20 48' nadm. vis. 1715 m

Broj serija: 22 po 20 merenja (ukupno 440 merenja)

Upadni ugao: 39 do 64 stepeni 2

Globalno zracenje: 500 do 650 W/m

Temperatura okoline: 10 do 17 C

Sistem akvizicije podataka: automatizovan HP 3421 DATA ACQUISITION  
CONTROL UNIT sa racunarom HP 9317

Akviziciju realizovao: POLJOPRIVREDNI FAKULTET - Laboratorija  
za termodinamiku - BEOGRAD

Слика 6.1 Факсимил документа о калибрацији инструмента на упоређењу са референтним еталоном

Како је 1988. године у СХМЗ укинут Национални центар за сунчеву радијацију, Национални еталон за мерење сунчевог зрачења није однет на редовно (сваке пете године) регионално упоређење (калибрација), које се те године одржавало.

Мрежа станица за сунчево зрачење у Србији се постепено «гасила» да би 1991. године потпуно нестала. Од тада до данас у Србији се не мери сунчево зрачење.

### **6.1.2 Приказ и анализа расположивих података мерења ветра**

База података о ветру у савременом (компјутерском/ електронском) смислу у Србији не постоји. Али постоји велики фонд података, већим делом у папирним дневницима станица и/или периодичним извештајима, делом на регистрним тракама које нису дигитализоване, а у новије време део података је и у електронској форми. Фонд података о ветру у нашој земљи се практично подудара са фондом метеоролошких података уопште.

Ветар спада у најужи круг важних метеоролошких елемената и једино се падавине мере у гушћој мрежи тачака, а за температуру постоје дужи низови и прецизнија мерења. И једно и друго је последица чињенице да су за мерење ветра потребни сложенији инструменти. Густа мрежа падавинских станица је потребна због тога што је количина падавина веома променљива у простору.

Исти критеријуми би требало да важе и за ветар, међутим, због сложености мерења и велике цене инструмената, овај критеријум је занемарен када је у питању ветар. У новије време ова слабост код мерења ветра је превазиђена помоћу усавршених математичких модела планетарног граничног слоја, који омогућују да се добије поље ветра у врло густој мрежи тачака без стварних мерења. Помоћу таквих модела може се коришћењем мерења са пунктова удаљених више десетина километара, израчунати ветар са различитих страна неке зграде. За приказивање тако детаљних поља ветра неопходно је користити технологију ГИС.

И поред тога фонд података о ветру је тако обиман да ће његов потпуни приказ, а затим и његово адекватно коришћење, моћи да буде реализовано тек у оквирима Националног климатског програма.

Ограничења прегледа:

1. Преглед се односи само на период после 1945.
2. Коришћена је само евиденција која се налазила у СХМЗ 1987..
3. Нису обрађивани прекиди у раду станица.

Расположиви подаци су презентирани на следећи начин.

- А. Климатолошки термини
- Б. Регистрација ветра
- В. Подаци на медијима АОП.

#### **А. Климатолошки термини**

Климатолошка осматрања врше се у терминима 7, 14 и 21 час по локалном времену. Подаци се уносе у дневнике осматрања, месечне извештаје и годишњаке. Знатан део ових података је нанет на електронске медије, тада магнетне траке.

Ови подаци садрже и податке осматрања ветра. Већи део осматрања вршен је помоћу Вилдовог ветроказа, а мањим делом помоћу анемометра (ручног или електричног).

На бушене картице и магнетне траке нанети су подаци:

1. 475 станица за период 1949-1961.
2. 290 станица за период 1964-1980.

Подаци за 1962. и 1963. постоје у дневницима осматрања и месечним извештајима, али због одређених организационих проблема не су пренети на медије АОП (АОП – Аутоматска обрада података, термин из тадашњег периода), тако да постоји прекид у низу података припреманих за АОП.

И у каснијем периоду је било прекида и тешкоћа различитих врста, али то неће бити предмет разматрања овде јер је перспектива рада на енергији ветра ослонац на податке о регистрацији ветра и математичким моделима. Ипак, не треба испуштати из вида чињеницу, да су ранија мерења, иако несавршенија, вршена у знатно гушћој мрежи тачака.

## **Б. Регистрација ветра**

Према евиденцији у бившем СХМЗ прве регистрације ветра потичу из 1947. Ипак бројније станице са регистрацијом ветра постоје тек од почетка седамдесетих година.

Пред распад СФРЈ се регистрација ветра вршила на 77 станица у Југославији. Када се узме у обзир да је СР Немачка тада имала 90 станица на којима се региструје ветар, не може се тврдити да је број регистатора ветра код нас мали. У питању може бити у првом реду просторни распоред, квалитет рада и вероватно највише обрађеност података.

Специфична слабост ове мреже је шаренило типова инструмената. Прилижно половина инструмената су били из фирми FUESS и Lambrecht, док је друга половина из фирми: Јункалор, Метра, Јожеф Штефан, Siar, М-12, Меопта, Cassela и DIA. Број типова је још већи. Очеvidно је да закључци о унификацији типова инструмената нису никада спровођени.

Преглед регистрације ветра у Србији:

- |                         |                     |                     |
|-------------------------|---------------------|---------------------|
| 1. Београд              | 2. Ваљево           | 3. Вршац            |
| 4. Златибор             | 5. Зрењанин         | 6. Крушевац         |
| 7. Неготин              | 8. Палић            | 9. Призрен          |
| 10. Нови Сад-Тврђава    | 11. Приштина        | 12. Сјеница         |
| 13. Смедеревска Паланка | 14. Сомбор          | 15. Црни Врх        |
| 16. Ђуприја             | 17. Сурчин-аеродром | 18. Велико Градиште |
| 19. Пећ                 | 20. Лесковац        | 21. Ниш             |
| 22. Крагујевац          | 23. Крушевац        | 24. Копаоник        |
| 25. Бела Црква          | 26. Ужичка Пожега   | 27. Караташ         |
| 28. Кикинда             | 29. Ср. Митровица   | 30. Лозница         |
| 32. Краљево             | 33. Димитровград    | 34. Врање           |

## **В. Подаци на електронским медијима**

Преношење података из климатолошких дневника на бушене картице врши се од 1954. године када су и конципиране картице КЛИМА I и КЛИМА II.

Преношење на медије АОП започето је са подацима за 1949. годину јер је то била прва година са консолидованом мрежом осматрања. Преношење на медије АОП је вршено за целу Југославију у СХМЗ до 1973., а од 1974. то су преузели да раде републички заводи.

Почетком седамдесетих година извршено је у СХМЗ конвертовање података са картица на магнетне медије. Осим климатских података који су пренети на медије АОП, пренет је и део података о часовним вредностима. Углавном су конвертовани сви матаоролошки елементи, међутим за период 1954-1961. конвертовани су само подаци о ветру.

У новијем периоду, пошто је дошло до консолидације после ратног периода, све часовне вредности за период 2001-2003 су у електронској форми.

Детаљни преглед фонда података о ветру требало би да буде део Каталога базе метеоролошких података. Овај Каталог би морао да буде један од првих задатака у оквиру Националног климатског програма.

## **6.2 ИДЕНТИФИКАЦИЈА НЕДОСТАКА У РАСПОЛОЖИВИМ ПОДАЦИМА СА КВАЛИТАТИВНОГ И КВАНТИТАТИВНОГ АСПЕКТА**

### ***Недостаци у расположивим подацима о сунчевој енергији***

Како се из претходног поглавља могло видети, мрежа станица Србије за сунчево зрачење, као део југословенске мреже, формирана 1957. године, развијала се пре свега квалитативно, а по потреби квантитативно до 1986. године.

У целој мрежи вршиле су се непрекидне регистрације глобалног зрачења, на репрезентативним станицама и дифузног зрачења, и трајања сијања сунца. У Београду (где је био Национални центар) мериле су се све три компоненте зрачења –глобално, дифузно и рефлектовано, биланс зрачења и повремено директно сунчево зрачење. Редовно су еталонирани и баждарени инструменти према међународним (СМО) стандардима. Сви регистровани подаци су редовно обрађивани, објављивани и достављани Светском центру за радијацију у Лењинграду (сада у Ст. Петербургу).

Савезни хидрометеоролошки завод 1988. године укида Југословенски национални центар за сунчево зрачење. У Србији се прекидају сва мерења сунчевог зрачења, и од 1991. године нема мерења, па ни података, о сунчевом зрачењу.

Констатација о квалитету и квантитету података је, нажалост, једноставна.

Некадашња југословенска мрежа станица (а њен део и мрежа станица Србије), била је једна од најбољих у Европи, што је документовано у Европском атласу сунчевог зрачења (СЕС, 1984). Тада суседне земље (Мађарска, Бугарска, Румунија) нису ни могле да се пореде са нама, а наша мрежа је била боља од мрежа Грчке, Италије, Немачке. Данас, све суседне земље имају мрежу станица за мерење сунчевог зрачење, а увеле су и мерења ултраљубичастог (УВ) зрачења, због повећања интензитета УВ узрокованог оштећењем озонског омотача.

### ***Недостаци у расположивим подацима о ветру***

Када је у питању квантитет, густина мреже метеоролошких станица на којима се мери ветар, са аспекта критеријума Светске метеоролошке организације о генералној мрежи, може се рећи да је у реду.

Међутим, када се ради о подацима потребним за анализе и симулационе моделе у области коришћења енергије ветра, са подацима из овакве мреже се не може добити детаљна слика о локалним карактеристикама појединих подручја. Овај недостатак се може исправити епизодним и маршрутним мерењима, као и савременим методама контроле и интерполације података.

Профилних мерења на високим стубовима је код нас било у току више година у Винчи, у Бору, затим покушаја у Раму. На много места у дугом периоду времена, вршена су пилот балонска мерења, мерења помоћу SODAR-а и мерења помоћу везаних балона сонди. Није било организованог ни систематског архивирања тих података.

Велике количине података, читаве архиве, су нестајале приликом разних реорганизација и пресељења, а најсвежији је пример укидање Савезног хидрометеоролошког завода (2003.). Тако је данас тешко рећи, да ли је ишта од тога сачувано и колико је квалитетно.

Када је у питању квалитет података са регистриваних инструмената ветра, он није на најсавременијем нивоу, али је ипак главни проблем доћи до свих, макар и некавалитетних података, па дигитализовати још расположиве архивске регистриване траке. Дигитализовани подаци се могу побољшати савременим методама контроле. Тако би се спасли још постојећи подаци у чије је реализовање уложен велики рад и средства у предходном времену.



### 6.3 ИДЕНТИФИКАЦИЈА ПОТРЕБНИХ ДОДАТНИХ КОНТИНУИРАНИХ, ЕПИЗОДНИХ И МАРШРУТНИХ МЕРЕЊА СА АСПЕКТА РЕФЕРЕНТНИХ МЕТОДОЛОГИЈА

#### **Мерења сунчевог зрачења**

Како се из података у претходним деловима, овог поглавља 6, могло видети, у Србији већ 14 година не постоје никаква **континуирана мерења** сунчевог зрачења. Дакле, као почетни корак, неопходно је реактивирање мреже станица која је радила до 1991. То би било довољно за анализе климатологије сунчевог зрачења на националном нивоу, што је и основа за идентификацију потенцијално повољних подручја за различите видове конверзије сунчеве енергије.

Уз поновно формирање мреже мерних станица, неопходно је успостављање Националног центра за сунчево зрачење. То подразумева, пре свега, успостављање националног еталона и на основу њега успостављање секундарних и радних еталона, ради организованог стандардног система калибрације инструмената. Национални центар, поред калибрације инструмената из мреже систематског континуираног мерења, треба да врши и калибрацију мерних инструмената зрачења који се користе у истраживањима и конкретним пројектима примене сунчеве енергије.

Расположиви архивски подаци из периода када су се вршила мерења су, као квалитетна база, послужили за добијање глобалне процене ресурса сунчевог зрачења у Србији у овој студији (поглавље 9.1). Свакако, било би корисно да мрежа мерних станица буде и нешто гушћа, односно да боље покрије планинска подручја и велике урбане средине, како је то објашњено у поглављима 3 и 4 о референтним методологијама и моделима за анализу енергетског потенцијала. Тиме би се добила реалистичнија слика о подручјима са израженим градијентима које узрокује надморска висина (планине), односно замућеност атмосфере (урбане средине).

На апликативном нивоу, када су потребне прецизније процене енергетског потенцијала одређеног локалитета (било да се ради о истраживању, тестирању или конкретном пројекту за коришћење сунчеве енергије), поред континуираних мерења неопходна су и **епизодна** (у краћим периодима времена) и/или **маршрутна (мобилна) мерења** компонената сунчевог зрачења а и меродавних метеоролошких параметара.

Избор компонената сунчевог зрачења и осталих метеоролошких мерења зависи од система за конверзију сунчеве енергије чија примена се истражује или који се планира за коришћење (активни, пасивни, хибридни, или системи за коришћење биомасе). Методолошки неопходни параметри мерења, према врсти коришћења сунчеве енергије приказани су у поглављу 3.3.

Предлози програма мерења за аналитички ниво оцене ресурса сунчевог зрачења (континуирана мерења) и за апликативни ниво (епизодна и маршрутна мерења) дати су у поглављима 9.4 и 9.5.

#### **Мерења ветра и других елемената**

Основна слабост свих мерења ветра код нас, како климатских (у три термина дневно) тако и регистираних (часовних и десетоминутних), је у томе што се врше само на висинама од 10m. С обзиром на врло значајне промене брзине, смера и турбулентности ветра са висином у слоју до неколико стотина метара, овакав податак мало говори о карактеристикама ветра на висинама од 50 до 100m, које су значајне за експлоатацију енергије.

Израчунавање брзине ветра и енергије на висини ветротурбине помоћу модела профила ветра захтева детаљно познавање карактеристика тла у свим смеровима руже ветра од мерног пункта, као и детаљан снимак зграда и дрвећа у кругу радијуса више стотина метара.

Пошто грешка у израчунатој енергији расте са трећим степеном грешке у израчунатој брзини, поуздани резултати се могу добити тек спровођењем мерења ветра на више нивоа. Зато предност у односу на моделско рачунање имају профили ветра измерени на више нивоа на високим стубовима. Овакви профили су потребни и за прогнозу просторне расподеле аерозагађења и за моделе локалне прогнозе времена, па се данас у метеорологији све више користе.

### **Профилна и мобилна мерења**

У циљу добијања детаљне слике атмосферских процеса у све три димензије потребно је вршити мерења у густој мрежи тачака по хоризонтали и вертикали. Мерења по вертикали обично се називају профилна мерења, јер као резултат дају вертикални профил појединих метеоролошких елемената.

Вертикални профили могу се добити помоћу високих стубова са сензорима постављеним на различитим висинама. Овакви стубови су обично високи 50 до 100m. Постављају се на местима на којима се очекују веће количине енергије, али су корисни и за изучавање процеса који утичу на простирање аерозагађења. Оваква мерења су континуирана, али су по висини углавном до висина које се оперативно користе за ветрогенераторе.

Вертикални профили могу се добити и помоћу слободних или везаних балона сонди. Радиосондаже су намењене претежно за веће висине и врше се углавном два пута дневно, тј. нису у питању континуирана мерења. Везани балони сонде се користе повремено и погодни су у комбинацији са мобилном станицом.

Уређај који континуирано мери смер и брзину ветра до висина од око 600m, је SODAR (Sonic Detecting and Ranging). Уређај функционише тако што емитује звучне сигнале у вис и прима одјек од различитих слојева у атмосфери. Као резултат добија се смер и брзина ветра на сваких 20m.

Мобилна станица служи за детаљно мерење метеоролошких елемената и хемизма ваздуха у подручјима између метеоролошких станица. Комбинована са везаним балоном може да обезбеди податке за упознавање тродимензионалне структуре атмосфере.