

6.1. Uvod

Pronalaskom osnovnih meteoroloških instrumenata, otpočinju kvantitativna merenja. To je doprinelo značajnom napretku u razvoju meteorologije u XVII veku, u odnosu na dotadašnji period u kome su se vršila samo vizuelna meteorološka osmatranja. U tom instrumentalnom periodu razlikujemo dve faze razvoja. Prva faza je vezana za merenja koja su se vršila individualno, u pojedinim mestima, bez postojanja bilo kakve međusobne komunikacije. Druga faza je vezana za koordinirana merenja u više mesta. To je faza uspostavljanja meteorološke merne mreže stanica.

Ipak, prvi korak u sakupljanju meteoroloških podataka predstavljaju podaci dobijeni osmatranjem vremena. Osmatranja nesumnjivo datiraju iz samih početaka civilizacije. Ali, ona sistematska i pažljivo vršena osmatranja potiču od starih Grka, iz V veka p.n.e. Ta osmatranja su morala biti sistematski vršena jer kako bi, npr. Teofrast formulisao empirijska pravila prognoze vremena. Antička osmatranja vremena su uglavnom bila vezana za opis neba (oblačno, kišno, vedro itd.) smera vetra, toplo, hladno itd. Padavine su nesumnjivo bile najranije osmatrane.

Meteorološka osmatranja u prošlosti nikada nisu kompletno zamirala, ali je bilo perioda kada su prekidana. Rimski istoričari su u njihovim gođišnjacima znatan prostor posvetili atmosferskim fenomenima. Kroz srednji vek, te hronike su bile kompletnije, a naročito su poboljšana osmatranja početkom XIII veka. Prema Helmanu, prvi čovek na Zapadu koji je vršio svakodnevna meteorološka osmatranja bio je Englez Vilijam Merl, član Merton koledža. On je svakodnevno vodio meteorološki dnevnik. Ova osmatranja su vršena u Oksfordu, od 1337 – 1344. godine. Drugi primeri meteoroloških izveštaja nađeni su u rukopisima u univezitetskoj biblioteci u Bazelu, za period od 1399 – 1406. godine. Forma takvih izveštaja je kao što ćemo navesti za 5. septembar 1399. godine: AM (pre podne) lepo i vedro; PM (posle podne) oblačno i vruće; posle zalaska Sunca, mračni oblaci sa svetlucanjem i slabom grmljavinom; u toku noći jača kiša“.

U XVI i XVII veku, evropski naučnici posvećuju veliku pažnju meteorološkim osmatranjima. Tako, nemacki matematičar i astronom, **Johan Verner** (1468 – 1528) vršio je neprekidna meteorološka osmatranja od 1513. do 1520. godine. **Ticho Brahe** (1546 – 1601) je vršio redovna osmatranja vremena u Skandinaviji između 1582 – 1598. godine. Nemački astronom i matematičar **Johan Kepler** (1571 – 1630) otpočeo je da vodi svoj dnevnik o vremenu 1600. godine i nije ga prekidao do kraja života. On je takođe počeo da vrši redovna meteorološka osmatranja u Pragu od 1604. godine.

6.2. Počeci meteoroloških merenja

Većina vodećih naučnika XVII veka, uz osmatranja počinje da vrši i redovna meteorološka merenja, instrumentima koji su se upravo pronalazili. Tako je Galilej sa svojim prijateljima otpočeo meriti temperaturu vazduha 1613. godine. Rene Dekart je, uprkos svojoj tvrdoglavosti u pogledu koncepta funkcionalisanja atmosfere, doprineo napretku saznanja o pojedinim pojavama i naporima da se pronađu i unaprede meteorološki instrumenti.

Prva meteorološka merenja u Evropi, instrumentima uključujući i barometar, otpočela su u Parizu, Klermon-Feranu i Stokholmu, između 1649. i 1651. godine. Dekart je ta merenja vršio u Stokholmu, zajedno sa francuskim ambasadorom u Švedskoj, Šanutom. Dekart je zapisao: „U Stokholmu je zabeležen ekstremno visok pritisak od 28 inča i 7 linija, 8. decembra 1649. godine. Toga dana bilo je vrlo hladno“. Ili: „6. maja (Đurđev dan) 1650. go-

dine, bilo je 26 inča i 4,3/4 linija, kada je bilo umereno vreme i oblačno sa jugozapadnim vетром“.

U Parizu su prva redovna merenja otpočela na predlog Paskala. To se vidi iz zapisa njegovog zeta Perijea: „... pošto sam izvršio merenja na Pi de Domu, ... gospodin Paskal me je informisao u Klermon-Feranu, gde sam živeo, da se pritisak ne menja samo od mesta do mesta, već da se u istom mestu menja. Promena vremena menja nivo žive u cevi. Dizanje ili spuštanje žive će zavisiti od toga da li je više ili manje hladno ili toplo, suvo ili vlažno...“ Na preporuku Paskala, Perje je otpočeo sa dnevnim merenjima nivoa žive od početka 1649. godine, i vršio ih je do kraja marta 1651. godine. Jedan njegov prijatelj je otpočeo merenje pritiska u Parizu, 1. avgusta 1649. godine i vršio ih je do marta 1651. godine.

Prva dugotrajnija merenja u Parizu su nastavljena nešto kasnije. Prvi osmatrač je bio **Ismail Buljio**, poznati astronom koji je podržao Kopernikovu teoriju. Buljio je vodio meteorološki dnevnik od maja 1658. do septembra 1660. godine. Njegova osmatranja, koja je vršio u ulici Serpent, bila su kao u tabeli 6.1.

Tabela 6.1. Deo iz Buljiovog dnevnika meteoroloških merenja i osmatranja.

	Datum u maju	Vreme	Stepeni	
♃*	25	podne	25	sunce, oblaci, umereno toplo
○	26	jutro	22½	u 8 AM kiša, oblaci, sunce, istočni vетар
☽	27	—	25	topla kiša, južni vетар
♂	28	—	21½	hladna kiša, severni vетар
♀	29	podne	25	vedro, zapadni vетар
☽	30	posle podne	22	vedro, sunce
		psle podne	26	
♀	31	podne	27	sunce, oblaci, južni vетар, toplo, kiša u 9 PM

Znaci u prvom redu tabele su označavali: * znak za Saturn, ♃ subota, ○ Sunce, ☽ Mesec, itd.

Posle Buljioa, osmatranja i merenja je nastavio da vrši poznati matematičar i astronom **de la Haer** (1640 – 1718). Da bi se upoznao sa merenjima temperature, on je oputovao u Firencu. Osmatranja i merenja vršio je na Pariskoj astronomskoj observatoriji od 1664. do 1672. godine. Posle njegove smrti, merenje temperature su nastavili Žak Kasini i njegov sin Cezar.

Od 1732 – 1740. godine, sistematska merenja temperature je nastavio da vrši **Reomir** (1683 – 1757). On je tada isticao probleme koji se pojavljuju prilikom merenja temperature. Tako navodi da je potrebno da termometri imaju jednaku skalu. Pored ovoga, merenje bi trebalo da se vrši „na mestu gde je termometar izložen okolnom vazduhu. Mesto za termometar trebalo bi da je sa severne strane, tako da ga nikad Sunce direktno ne greje. Takođe ne bi trebalo da postoji blizu zid koji može da reflektuje sunčeve zrake. Za poređenje temperature mora se znati da li se merenje vrši na prvom, drugom ili trećem spratu“.

Prva tačna merenja padavina su otpočela takođe u Francuskoj, ali nisu vršena na Pariskoj opservatoriji. Merenja je vršio **Pjer Perot**, brat poznatog arhitekte Kloda i piscra Čarlsa Perota. On je otpočeo sa merenjima u Parizu, oktobra 1668. i vršio ih je do januara 1674. godine. Našao je da su srednje godišnje količine padavina u Parizu 19 inča (oko 514 mm, sadašnji srednjak je oko 575 mm).

Kasnije su ta merenja padavina nastavljena od 1688. do 1717. godine, da bi se obezbedilo snabdevanje rezervoara za vodu odakle se snabdevao Versajski dvorac. Interesantno je poređiti te količine padavina sa onima koje su merene kasnije. Podaci su prikazani u tabeli 6.2.

Tabela 6.2. Srednje padavine u Parizu (u mm) u dva perioda.

Period	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godišnje
1668 – 1717.	31	31	34	31	40	45	55	66	50	50	44	34	511
1806 – 1885.	42	39	33	36	42	51	54	51	49	53	52	50	552

Kraljevsko društvo u Londonu je odigralo značajnu ulogu u razvoju meteorologije u XVII veku. Posebno veliki doprinos su dali njeni članovi Huk i Bojl. Ovi naučnici su iznosili stavove da bi meteorološka merenja i osmatranja trebalo da se sprovode zbog psihogeografskih opisa nekog područja, ili kako je Bojl napisao „zbog istorije prirode date oblasti“. Dakle, oni su još tada bili svesni da su meteorološki podaci osnovno obeležje prirode i čoveka. U XVII veku bilo je mnogo članaka o meteorološkim merenjima i osmatranjima, koje su vršili Veil, Valis, Hajgens u časopisu Društva „Philosophical Transactions“.

Huk je napisao specijalni priručnik za meteorološka osmatranja. Na sl. 6.1. prikazan je jedan primer osmatranja urađenih po njegovom uputstvu. U drugoj koloni se nalaze astrološki znaci (izgledi meseca, znaci zodijaka, itd.) Jačina veta je procenjivana na osnovu skale od četiri intenziteta. Stanje

6. POČECI METEOROLOŠKIH MERENJA I OSMATRANJA

neba i druge najznačajnije pojave su vrlo pažljivo beležili. U poslednjoj koloni se prikazivao detaljan mesečni pregled vremena.

The Form of a Scheme.						
Which at one view represents to the Eye Observations of the Weather, for a whole Month, may be such, as follows.						
Days of the Month, and Planets, and Signs of the Sun.	Age and Sign of the Moon, and Name.	The Quarter, and its Strength.	The Faces or visible appearances of the Sky.	The Notable Effects	General Description.	These are to be made after the side is filled with Observations, &c.
June 4	27	W-----1	Clearblue, but yellowish in the N.E.	A great Dew.	From the last Quarter of the Moon to the Change, the weather was very temperate, but for the Season, cold; the Wind pretty constant between N. and W. &c.	
14	8	-----3	Clouded toward the South.	Thunder far to the S.		
xx	12 ⁸ 9. 46	-----3 ¹				
12.46'	8	Perigeum -----	Checkered blue.	A very great Tide.		
	12	WSW 1				
15	8	NW 3	A clear sky all day, but a little checkerd about 4 P.M. At Sun-set	Not by much, but a little checkerd about 4 P.M. At Sun-set	No big a Tide as yesterday.	
xx	4	-----4	red and hazy.	Agreat Thunder-Shower from the N.		
13.40'	6 ² 24.5 N	2				
	12	1				
16	10 New Moon at 7.25 A.M.	S 1	Overcast and very lowring, &c.	No dew upon the ground, but very much upon Marble-stones, &c.		
xx	xx 10.8	&c.				
14.57	&c.	&c.				

Sl. 6.1. Hukov obrazac osmatranja vremena.

Iz obrasca se vidi da nisu bila predviđena osmatranja u određenim terminima, već onda kada se nešto tokom dana značajno desilo. Kopije ovog obrasca su bile poslate ljudima koji su bili zainteresovani da vrše osmatranje. Ovo je predstavljalo prekretnicu u smislu uvođenja reda u način zabeležavanja osmotrenih pojava. U ovom smislu, Huk se može nazvati ocem moderne meteorologije.

Prva instrumentalna merenja u Nemačkoj vršena su na Jezuitskom koledžu u Osnabriku, oko 1654. godine, kada su dobili termometar iz Firence radi paralelnih merenja. Početkom 1679. godine, **Rajer** (1635 – 1714)

otpočeo je, na predlog Lajbnica, sa redovnim merenjima temperature i pritiska u Kiliu. Rezultati merenja nisu sačuvani. Međutim, sačuvani su podaci merenja koje je nešto kasnije vršio **Kamerari** (1665 – 1721), profesor botanike u Tibigenu. Merenje je započeo početkom 1691. godine. Podaci su publikovani u „*Tübingen Meteorological Ephemerides*“.

Instrumentalna merenja u Rusiji su počela između 1720. i 1730. godine. Prva merenja su vršena u komandi tajnih poslova, u vremenu Alekseja Mihailoviča. Merenja su vršili čuvari u Kremlju. Međutim, poznato je da su ranije, oko 1689. godine, postojala tri živina barometra sa bakarnom skalom, u kući V. Golicina (čiji je član porodice bila poznata Sarevna Sofija Aleksejevna). Oni su, izgleda, služili samo kao ukrasni predmeti kuće. U Petrogradu merenja je 1722. godine vršio admiral K. Kruis, po ličnoj naredbi Petra I. U naredbi od 28. februara 1722. godine, stoji: „Njegovo Veličanstvo nareduje vašoj Ekselenciji da vodite tačan dnevnik vremena i veta i da ovde šaljete nedeljne izveštaje“. „Ovde“ se odnosi na Moskvu, gde je, u to doba, živeo Petar I. Neki primerci tih izveštaja su sačuvani. Sadržaj je bio sledećeg tipa: „21. april, nedelja. Ujutru jak vetar iz jugoistoka i kiša; sredinom dana isto; uveče jugoistočni i jugo – jugoistočni vetar; u toku noći zapadni vetar i jak zapadni – severozapadni; voda tokom cele noći dve stope iznad normale. 22. april, ponedeljak. Ujutru severozapadni vetar; voda kao što je prethodno navedeno. Oblačno i hladno..., u podne slab severozapadni vetar i kiša posle podne. Lepo i mirno vreme do pred zoru“. Ovi izveštaji se odnose na 1722. godinu. Ovakvi izveštaji postoje od aprila do avgusta 1722. godine. Ne zna se da li su i dalje vođeni ovakvi izveštaji.

Prva instrumentalna merenja u Rusiji, kratko vreme, od 24. decembra 1724. do 23. juna 1725. godine, vodio je engleski sveštenik u Petrogradu, Tomas Konset. Deo merenja je prikazan u engleskom časopisu „*Phylosophical transaction*“ (vol. XXXVIII, 1733. g.).

U glavnoj geofizičkoj opservatoriji se čuvaju izveštaji nepoznatog autora koji je počeo sa merenjima 1. decembra 1725. godine. U dnevnicima su beležena redovna merenja temperature vazduha, pritisak, pravac i brzina veta, oblačnost, hidrometeori, plavljenja i zaledenost reka. Do marta, merenja su vršena dva puta, a posle toga tri puta dnevno. Izveštaji su prvo pisani na nemačkom jeziku, da bi se od 1728. godine vodili na latinskom. U njima ima puno jezičkih grešaka.

Usputna merenja u mnogim mestima Rusije vršio je od 1731. do 1780. godine **Johan Lerke**, vojni lekar. Lerke je na mnoga svoja putovanja po Rusiji, do Persije i Besarabije, nosio sa sobom Farenhajtov termometar i živin barometar. Gde god je boravio, vršio je tri puta dnevno merenja i

osmatranja. Pored merenja temperature, pritiska, vlažnosti i drugih osmotrenih pojava, on je beležio fenološke faze razvoja biljaka, zaledivanje itopljenje leda na rekama, nailazak raznih epidemija i sl. Vetar je beležio prema četvorostepenoj skali jačine, kojoj je dodado i petu, za razorne oluje. Njegovi kompletni dnevnični za period od 31 godine (do 1761. godine) su sačuvani. Iz kasnijeg perioda, neki podaci su izgubljeni. Lerke je, pored mnogih mesta u Rusiji, vršio prva instrumentalna merenja u Moskvi, 13. septembra 1731. do 15. februara 1732. godine. Duža merenja u Moskvi (od 1. oktobra 1779. do kraja 1784. godine) vršio je Engel, dopisni član Akademije nauka. Njegova osmatranja od 1783. do 1784. godine, publikovana su u zborniku „*Ephemerides*“, časopisu Manhajmskog društva.

Interesantno je navesti merenja koja su vršili verovatno zauvek najkvalifikovаниji ljudi. Naime, za potrebe ruske Akademije nauka, merenja je vršio od 1726. do 1743. godine akademik **Kraft**, od 1743 – 1768. akademik **Braun**, a od 1769. do 1800. godine **Ojler**, sin poznatog matematičara. Podaci iz tih merenja, nažalost, nisu sačuvani, dnevnični osmatranja su izgubljeni. Ostali su samo neki zaključci, rezime i neke srednje vrednosti.

Na dalekom istoku Rusije, prva instrumentalna merenja su vršena u Ohocku, u periodu od 1785 – 1795. godine. Dnevnični merenja se čuvaju u Hidrografskom institutu. Beleženi su podaci o temperaturi, oblačnosti, hidrometeorima, olujama, polarnoj svetlosti, datumu otapanja i leđenja reke Ohock.

U Americi, prva merenja su otpočela u Brazilu (mesto nepoznato). Merenja je vršio holandski lekar **Margraf**, između 1640. i 1642. godine. Nešto kasnije, počinju merenja u Novoj Švedskoj, blizu današnjeg Vilminktona. Merenja je vršio ministar **Kampanis**, tokom 1644. i 1645. godine. Izvod iz Margrafovih merenja publikovan je 1658. godine u „*On the Nature of India*“. Kratak opis merenja u Novoj Švedskoj, publikovao je Kampanisov sinovac, u Stokholmu, 1702. godine.

Džon Lining, rođen u Škotskoj, otpočeo je merenja u Čarlstonu, Južna Karolina, gde je živeo. Temperaturu vazduha je počeo meriti 1730. a pritisak 1738. godine. Razloge zbog kojih je počeo merenja izneo je u pismu koje je poslao Kraljevskom društvu u Londonu. U pismu od 22. juna 1741. godine, on piše: „... Prvi razlog zbog koga sam krenuo ovim putem jeste što sam eksperimentalno htio da utvrđim kako različite sezone utiču na čovekov organizam, i da ustanovim neka znanja o nastanku epidemija“. On dalje daje detaljan opis instrumenta kojima je merio i mesta gde su postavljeni. Merenja je vršio ujutru, u tri sata posle podne i kada se vreme pogoršavalо. Merio je temperaturu i pritisak, vlažnost vazduha (higroskopom), količinu padavina i oblačnost. Lining je vršio merenja do 1750. godine. Posle njega, merenja je

vršio njegov kolega, lekar Čalmers, sve do 1759. godine.

Na Harvardskom koledžu, merenja je počeo da obavlja matematičar Vintrop, 1742. godine. Merenja je vršio ujutru i uveče, sve do 1763. godine. Merio je i maksimalne i minimalne temperature pomoću termometara koji su bili postavljeni na severnoj strani kuće. Srednje temperature iz tog perioda su bile nešto niže nego što su danas. Između 1770. i 1780. godine, otpočinju meteorološka merenja u mnogim mestima u SAD (Bradford, Nju Haven, Salem i Njujork). Prva merenja u Kvebeku (Kanada) počela su 1765. godine.

6.3. Prve mreže meteoroloških stanica

Videli smo da su velika naučna imena bila uključena u pronalaženje meteoroloških instrumenata. Ti najpoznatiji ljudi toga vremena su bili nosioci meteoroloških merenja. Uprkos tome što su sve umne snage bile angažovane na merenju i tumačenju tih merenja, ili zahvaljujući njihovom angažovanju, uočeno je da bi trebalo da se nešto kvalitetno novo uradi. Trebalo je vršiti paralelna merenja u puno mesta iznad široke oblasti. Pojedinačna merenja, ma kako bila kvalitetna, nisu mogla doprineti daljem napretku meteorologije. Zbog toga su se najuticajniji ljudi trudili da se uspostave organizovana merenja u više tačaka, tj. da se organizuju mreže meteoroloških stanica.

6.3.1. Merna mreža Akademije del Cimento

U XVII veku ulazu se napori da se osnuje neka vrsta međunarodne mreže mesta u kojima se vrše meteorološka merenja. Prva takva mreža uspostavljena je 1654. godine u srednjoj Italiji, u okviru društva poznatog pod imenom „Academia del Cimento“. Pokroviteljstvo nad tim velikim poduhvatom preuzeo je vojvoda od Toskane, **Ferdinand II** i njegov brat **Leopold**. Redovna meteorološka osmatranja i merenja organizovao je sekretar Društva jezuita, Antinori.

Mrežu stanica (koja se naziva i Firenčanska mreža) sačinjavale su stanice u: Firenci, Valombrosi, Kutidianu i Parizu, sl. 6.2. Merenja u ovoj mreži vršena su svakodnevno, sa velikom pažnjom, više puta dnevno. Tako, u Firenci su vršena merenja pet puta dnevno. Temperature su merene sa dva termometra, jednim, okrenutim prema severu i drugim, okrenutim prema ju-

gu. Barometarsko stanje je očitavano, nažalost, još uvek na različitim skalamama. Merena je vlažnost vazduha. Zabeležavano je stanje neba, smer vetra itd. Sva osmatranja i merenja su beležena u iste obrasce (formulare). Ti izveštaji su slani Društvu, radi poređenja podataka.



Sl. 6.2. Merne mreže Akademije del Cimento (podvučene) i Manhajmskog društva.

Nažalost, Društvo je 14. jula 1667. godine, nakon desetogodišnjeg postojanja, prestalo sa radom. Razlozi nisu bili stručne prirode. Akademija je prestala da radi kad je Leopold postao kardinal katoličke crkve. Izgleda da je Leopold postao kardinal pod uslovom da raspusti Društvo koje je svojim pravilnim shvatanjem mesta nauke bilo vrlo neugodno za crkvu. Jedan član ove Akademije, Antonio Oliva, dospeo je u „kandže“ strašne inkvizicije, pa je izvršio samoubistvo, da bi se spasao mučenja.

6.3.2. Prvi pokušaji osnivanja merne mreže u Francuskoj i Nemačkoj

Francuska Akademija nauka, odmah po osnivanju, 1666. godine, otpočela je sa meteorološkim merenjem na svojoj Opservatoriji u Parizu. Akademija je od 1688. godine zaduživala po jednog svog člana da vrši sistematska merenja, uključujući pritisak, temperaturu, padavine i pojave.

Osmotreni podaci su publikovani u godišnjim izveštajima Akademije. Akademija nije uspela da organizuje merenja u više mesta (bilo je nekih merenja u Dižonu i još ponegde) ali je značaj te institucije bio veliki, zbog pažnje prema vrednosti merenja.

U Nemačkoj je lekar Johan Kanold 1717. godine pokušao da organizuje međunarodnu mrežu merenja. On je uspeo da sakupi merenja iz nekoliko mesta u Nemačkoj, kao i iz inostranstva. Sakupljene izveštaje sistematizovao je i štampao u časopisu „Breslauer Sammlung“. Časopis je izlazio četvoromesečno, od 1717. godine, u narednih deset godina. Tada se napor za osnivanje međunarodne merne mreže sele u Englesku.

6.3.3. Merna mreža Kraljevskog društva Engleske

Videli smo da je Robert Huk 1663. godine napisao uputstvo kako bi trebalo vršiti meteorološka merenja. Znatno kasnije, 1723. godine, sekretar Kraljevskog društva, Džems Džurin, je pozvao sve osmatrače koji su imali opremu i bili voljni da pripreme i posalju Društvu godišnje izveštaje svojih dnevnih osmatranja i merenja. U pozivu je Džurin priložio uputstvo kako bi merenja trebalo da se vrše. Prema uputstvu, merenja je trebalo vršiti najmanje jednom dnevno i da obuhvate temperaturu, pritisak, smer i brzinu vetra, količinu kiše, odnosno snega između dva merenja i stanje neba. Barometarsko stanje je posebno trebalo očitavati za vreme jakih oluja, označavajući stanje pred početak oluje i po njenom završetku. Osmatranja i merenja su upisivana u dnevnik koji je imao šest kolona u koje je trebalo upisati: datum i čas osmatranja, barometarsko stanje, temperaturu, smer i snagu vetra (sa skalom od nula (mirno) do 4 – najjači vjetar, detaljan ili kratak opis vremena i količinu kiše ili snega (u inčima ili 1/10 inča)). Trebalo je izvesti i srednje mesečne i godišnje vrednosti. Jednu kopiju njihovih dnevnika trebalo je poslati jednom godišnje sekretaru Društva. Sekretar je vršio međusobno poređenje podataka. Sakupljeni podaci su štampani jedanput godišnje u časopisu Društva „Philosophical Transaction“.

Društvo je uživalo veliki ugled u naučnom svetu, tako da su se na Džurinov poziv mnogi odazvali. To je zaista postao prvi pravi međunarodni centar za prikupljanje podataka. U narednih nekoliko godina, počev od 1724., kopije izveštaja su slali u London, iz tako poznatih mesta kao što su: Upsala iz Švedske, Abo iz Finske, Napulj, Rim, iz Indije, Severne Amerike, itd.

Među onima koji su se odazvali pozivu, bio je i američki matematičar Isak Grinvud (1702 – 1745). On je 1728. godine predložio Džurinu da

6. POČECI METEOROLOŠKIH MERENJA I OSMATRANJA

bi trebalo proširiti kopnenu mrežu stanica, ali i da se uključe osmatranja na mnogobrojnim brodovima. U tome je video veliku korist, kako za meteorologiju, tako i za pomorsku navigaciju. Iz tako prikupljenih izveštaja mogla su se stići znanja o preovlađujućim vetrovima na raznim širinama i u različitim mesecima godine, uključujući sezonusa kada su harikeni vrlo aktivni, sl. 6.3.

Honoured Sir,

Boston N England. May 1. 1727

The Occasion of this Letter to You from One so little known by You, & of so obscure a Name is yr^r Indisposition of yr^r Reverend D^r Cotton Mather who would otherwise have wrote Himself.

The Doctor has been for long Time endeavouring to engage his Friends in making Meteorological Observations that Our Country might not be yr^r most backward in following Your ingenious *Invitatio*, but yr^r unskillfulness of Some, & yr^r Business of others have I think hitherto prevented his Design, excepting only that He has so far prevailed upon an Ingenious Tradesman of this Town M^r Feveryear by Name, by presenting him with a Barometer, & some other things as to obtain yr^r Inclosed Observations.

My Charge from yr^r Doctor at present is, to acquaint You that yr^r Character of yr^r Author of these Observations is such that You may depend upon yr^r accuracy of them, and tho^r there are Some few things admitted as for instance yr^r Degree or Strength of yr^r Wind what is inserted especially yr^r Barometrical Observations are performed with a great deal of Exactness; and I think have One thing peculiar to Them w^r is that They are yr^r first Set of Such Sort of Observations that was ever made in New England.

I should have examined yr^r Tube, and Mercury with which these Observations were made but my Opportunity is so Short at present that I have not Time.

I shall add no more than just to observe to you that I sent last Fall to yr^r Rev. M^r Derham a large Collection of Observations on yr^r Weather, being those of M^r Robie's w^r were sent to Me during my Residence at London, but having departed thence before They arrived, they were again returned to Me in N England, these were Observations for 10, or 12 Years successively w^r may perhaps be of Some Service to your Design.

Also, That if it would be acceptable to yr^r R. Society to have an Annual Account of yr^r State of yr^r Weather in these parts of yr^r World, especially at Cambridge, that I shall have all yr^r Opportunities imaginable thereunto, being chosen by yr^r College their Hollisian Professor of yr^r Mathematicks & Experimental Philosophy w^r place has some peculiar Advantages for Observation, above most of yr^r same Nature in yr^r world, being accommodated w^r a very large Apparatus of Glasses, and other Instruments, besides by its Institution, furnish't w^r 10 Pensionary Scholars of yr^r 2 upper Classes who will always be ready to continue on yr^r Observations in case of Sickness, absence, or any other Accident. If Likewise it may be of any Service to send out such astronomical Observations as we shall make, you may expect a constant account of such Eclipses &c. as may occur, being furnished with very good Instruments for that Design, Virt. yr^r same Quadrant that Dr. Halley had to observe on yr^r Southern Constellations at S^r Hallena [sic] besides several good Telescopes.

I am,

Sir,

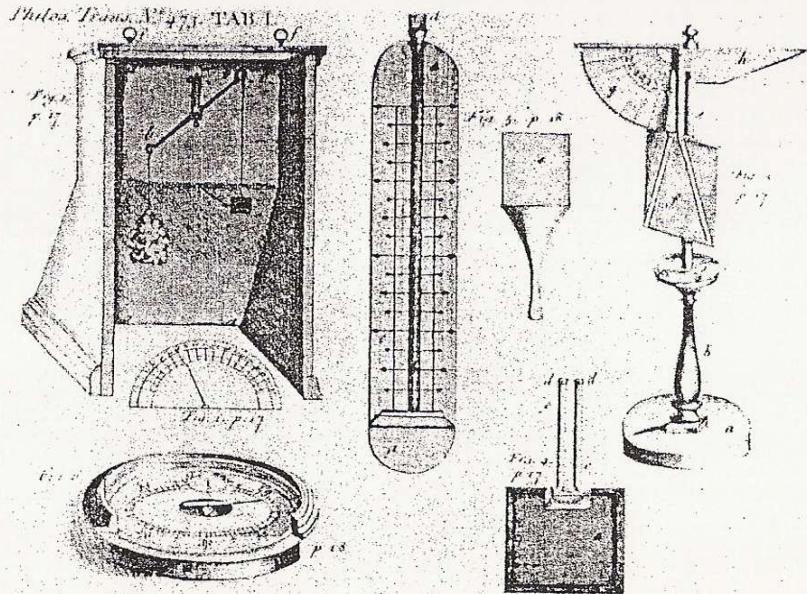
Your most Obedient Humb^r Serv^r.

Isaac Greenwood

Dr. Jurin
Dated May 1 1727 To Dr. Jurin

Sl 6.3. Pismo Isaka Grinvuda Džurinu.

Četrnaest godina posle Grinvudovog predloga, Rodžer Pikering je za Kraljevsko društvo pripremio predlog kakav bi trebalo da bude dnevnik meteoroloških merenja i kojim se instrumentima služiti za merenje, sl. 6.4.



Sl. 6.4. Pikeringovi meteorološki instrumenti.

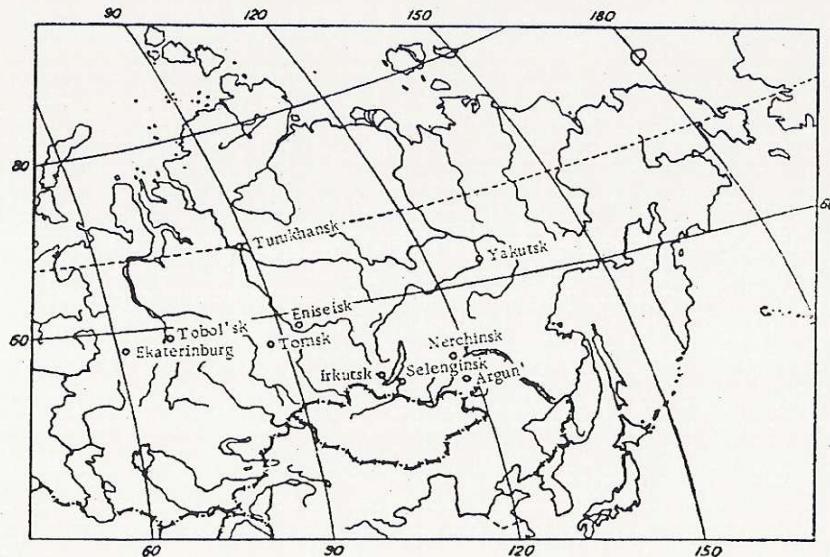
Kao što je bio slučaj sa Džurinovim predlogom, Društvo je prihvatio i Pikeringov predlog. Ali, početni entuzijazam je brzo splasnuo i predlog je zaboravljen. Problem nije bio u nerazumevanju Društva za meteorologiju, već u tome što je pred Društvom stajalo mnogo drugih naučnih problema koje je trebalo rešavati. Postalo je jasno da je potrebno osnovati posebno društvo koje će biti posvećeno samo meteorologiji.

6.3.4. Sibirска meteorološka mreža

Za potrebe „Velike severne ekspedicije“, u Sibiru je od 1730. godine organizovana mreža meteoroloških stanica, sl. 6.5.

Ekspedicija je uspostavila merenja u Kazanju, 1733. godine. Osmatrač je bio Kunjicin. Sledеće, 1734. godine, osnovane su ostale stanice sa osmatračima: Ekaterinburg (Patiščev), Tobolsk (Mirovič), Jamišev (Kalberk), Jenisejsk (Čarošnikov), Tomsk (Salomatov), Turukansk (Sorokin), Irkutsk (Kanaev), Jakurtsk (Pekov), Selenjinsk (Tretjakov), Nerčinsk (Kovrigin) i u rudniku srebra Argunu (Kovirin).

6. POČECI METEOROLOŠKIH MERENJA I OSMATRANJA



Sl. 6.5. Sibirска mreža stanica.

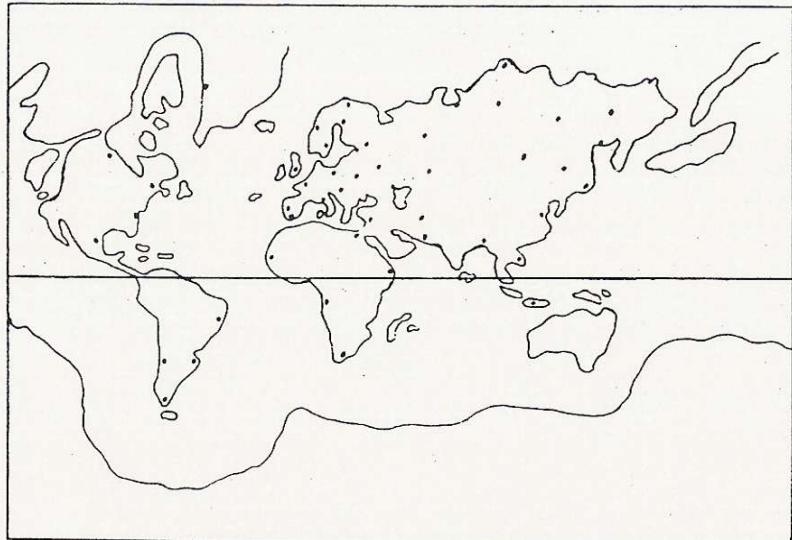
Uputstva za merenje na ovim stanicama napisao je 1732. godine D. Bernuli. Upustva se odnose na „barometarska“, „termometarska“ i „gigrometarska“ merenja, određivanje gustine vode od padavina i u morima, magnetna osmatranja, ..., eksperimente koji se moraju uraditi za određivanje kretanja klatna, kao i druge pojave koje se moraju osmatrati na tlu. Kasnije su u program uključena merenja brzine zvuka, u zavisnosti od temperature i pritiska, topli i hladni vetrovi, itd. Detaljno su data uputstva za osmatranje raznih fenomena, kao: munje, grad, kiša, sneg, rosa, slara, magla, duga, zvezde padavice, „vatreni lukovi“ i druge svetlosne pojave, polarna svetlost, venac oko Sunca i Meseca... Data je i sugestija kako da se meri „veličina i broj kišnih kapi“, količina i izgled snega (da li su pahuljice velike ili male) itd. Snaga vetra se određivala prema četvorostepenoj skali. Za stanicu Selenjinsk određena su osmatranja zaledivanja i otapanja leda na Bajkalskom jezeru.

Interesantno je napomenuti da je osmatrač u Tomsku, kozak po imenu Petar Salomatov, zapazio interesantnu pojavu. Na dan 21. novembra 1734. godine, za vreme jakog mraza, živa se zamrzla u vidu grudvica. Ovu mogućnost su 50 godina kasnije ispitivali poznati akademici Lomonosov i Braun. Oni su, eksperimentujući 25. decembra 1759. godine, potvrdili da se to može dogoditi.

Osmatranja i merenja u mreži uspostavljenoj za potrebe „Velike severne ekspedicije“ su nastavljena u dužem periodu. Tako, u Jekaterinburgu se merilo do 1746, u Irkutsku do 1747, Jakutsku do 1749. godine itd. Nažalost, samo mali deo od ovih podataka je sačuvan, tako da se nije mogla uraditi klima Sibira u XVIII veku. Iz ovoga se vidi da je ovo bio zaista grandiozni poduhvat merenja i osmatranja. Takva obimnost i preciznost merenja danas bi mogli da se vrše samo na malom broju observatorija.

6.3.5. Lambertov predlog svetske mreže stanica

Johan Lambert, poznati konstruktor mnogih meteoroloških instrumenata, predložio je 1771. godine svetsku mrežu meteoroloških stаница. Mesta osmatranja i merenja je birao tako da mogu da reprezentuju okolinu. Celu zemljinu kuglu je podelio u trouglove sa jednom tačkom u centru. Dodatno je za Evropu napravio gušću mrežu, sl. 6.6.



Sl. 6.6. Lambertov predlog svetske mreže meteoroloških stаница.

Lambert je predviđao da se osmatranja vrše istovremeno prema trenutku kada je u Londonu podne. Upotrebljavajući simbole koje je Mušenbrok (1692 – 1761) koristio pri vršenju meteoroloških osmatranja u Utrehtu, 1728. godine, Lambert je predložio kakvi bi simboli trebalo da se koriste za

beleženje pojava u novoj svetskoj mreži. Tako, on je predložio simbol za sneg (++) za grad (- -), itd. Predložio je kako da se nade srednji vjetar kada se poznaće čestina duvanja veta iz određenih smerova. Naravno, koristio je vektorsko sabiranje. Ovaj metod je korišćen u dugom periodu vremena. Lambertova mreža je ostala samo kao jedan dobar predlog. Tek znatno kasnije su sazreli uslovi za uspostavljanje jedne globalne svetske merne mreže.

6.3.6. Meteorološka mreža Kraljevskog medicinskog društva iz Pariza

Luj Kote (1740 – 1815), meteorolog i sveštenik iz Montmorensija blizu Pariza, prikupljao je i publikovao meteorološka meraenja i osmatranja sa dva kontinenta, Evrope i Amerike. Kote je sastavio obrazac koji je Kraljevsko medicinsko udruženje iz Pariza poslalo na razna mesta u svetu sa ciljem da se prikupljaju meteorološki podaci koji omogućuju praćenje širenja raznih oboljenja. Ove podatke Kote je u smanjenom obimu publikovao svake godine, u vidu srednjih i ekstremnih vrednosti za svaki mesec, broja dana sa padavinama, i drugih podataka. Podatke je objavljivao od 1776. do 1786. godine u časopisu Društva „Histoire de la Société Royale de Médecine“. Na početku 1776. godine, mrežu je sačinjavalo 36 stanica, a 1786. godine broj se popeo na 65. Stanice su bile razasute iznad prostrane oblasti, od Petrograda do San Dominga na Haitiju.

Kote je znao koliko je važno pravilno montiranje instrumenata i rad po određenim uputstvima. Zbog toga je za svaku stanicu sastavio detaljna uputstva. I Kote je, kao ranije Džurin u Engleskoj, sumirajući rezultate meraenja, isticao brojne nedostatke među kojima su: podaci dolaze sa stаница koje su slučajno raspoređene i osmatrači su slučajno odabirani; vreme osmatranja je različito i meraenja se vrše različitim instrumentima; metod osmatranja nije istovetan. Zbog svega ovoga bilo je teško međusobno poređenje podataka.

6.3.7. Manhajmska meteorološka mreža

Prvu pravu meteorološku mrežu stаница organizovalo je tzv. Manhajmsko meteorološko društvo. Ovo Društvo je jako mnogo doprinelo unapređenju meteorološke nauke i zbog toga je potrebno upoznati neke detalje iz njegovog rada.

Knez Karlo Teodor od Pfalca, pokrovitelj umetnosti, osnovao je

„Privilegovano društvo za nauku i književnost“ u Manhajmu. Misli se da ideja o osnivanju Društva potiče od **Georga Stengela**, profesora iz Manhajma, koji je, uz ostalo, bio meteorolog amater. On je vršio meteorološka osmatranja u Manhajmu od 1758. do 1777. godine. Početkom 1778. godine, meteorološka merenja je preneo na sina Stefana. Tako, stvarni organizator Privilegovanog meteorološkog društva bio je **Stefan Stengel**. Sa svojim prijateljem Hemerom (autorom nekoliko manjih radova iz meteorologije), on je izložio knezu Karlu Teodoru plan rada Društva. Knez je 15. septembra 1780. godine potpisao pismo kojim se odobrava formiranje specijalnog meteorološkog odeljenja Društva pod imenom „Societas Meteorologica Palatina“ — Privilegovano meteorološko društvo. Hemer je bio sekretar Društva. Ono je uglavnom bilo poznato kao Manhajmsko meteorološko društvo, prema mestu gde je bilo osnovano.

Među ciljevima Društva bilo je „... nalaženje obučenih osmatrača u odabranim mestima i uspostavljanje kontakta sa njima; pronalaženje novih instrumenata i rad na poboljšanju postojećih; provjeru svega urađenog; pravljenje kopija; odgovaranje i postavljanje pitanja; pronalaženje novih metoda osmatranja; prikupljanje osmatranja, njihovo prevodenje na latinski jezik radi šire upotrebe; priložiti primedbe uz osmatranja posle njihovog upoređivanja; priprema rezultata za objavlјivanje; uraditi sve da se unapredi razvoj ove, još uvek nesavršene nauke“. Ovi sažeti zadaci Društva odštampani su u prvom broju njihovog časopisa „Ephemerides“ — Prolaznosti.

Društvo je pripremilo cirkularno pismo i poslalo 19. februara 1781. godine na 30 mesta, akademijama, naučnim društvima, opsrevatorijama. Ovim institucijama je ponuđeno da učestvuju u organizovanju osmatranja, uz napomenu da će potrebne instrumente, umesto da ih kupe, obezbediti knez Karlo Teodor. Interesantno je napomenuti da nisu dobili odgovore od Kraljevskog društva iz Londona, Irske akademije iz Edinburga i Astronomiske opservatorije iz Beča. Očigledno, Ostrvljani su žeeli da spreče da bilo ko drugi preuzme primat i u ovoj oblasti. Uočili su potrebu za ovakvim poslom, ali ga ne podržavaju, jer oni nisu organizatori. Ovaj njihov princip poнаšanja je prepoznatljiv i u bližoj istoriji.

Društvo su mnogi odgovorili da žele da učestvuju u planiranim osmatranjima. Broj odabranih 1781. godine bio je 14, da bi se kasnije popeo na 39. Prema tome, Društvo je uspelo da uspostavi široku međunarodnu saradnju među naučnicima. Za osmatrače su izradili Uputstva „Monitum ad Observatores“. Ustanovljeni su termini osmatranja (7, 11, 14 i 21 sat). Svaka stanica je dobila termometar, barometar, higrometar i kompas, za merenje magnetne inklinacije.

Svi instrumenti su bili baždareni i pouzdani. Baždarenjem manhajmskog termometra 1840. godine, koji je upotrebljen u Pragu, posle duge upotrebe, pokazano je da je greška merenja manja od 0,1°. Sva merenja su beležena u jednom primerku. Za pojave su korišćeni jedinstveni simboli. Osmatranja su, posle propisane procedure, štampana u časopisu Društva „Ephemerides“, od 1781. do 1792. godine. Poslednji broj „Ephemerides“ odštampan je 1795. godine. Društvo je prestalo sa radom 1799. godine. Bio je to veliki gubitak za nauku toga doba.

Manhajmsko meteorološko društvo nije dugo živilo, ali je njegova aktivnost imala enormni doprinos. Ono je utabalo put razvoja moderne meteorologije, koji je nemoguć bez dobro organizovane merne mreže stanica. Društvo je bilo daleko ispred vremena u kome je radilo. Njegov primer je morao da se sledi, ali tek posle 50 godina, kada su osnovani prvi meteorološki instituti sa svojim mrežama za merenje. Nije samo organizacija Društva bila primer meteorologizma iz kasnijeg perioda. Kvalitet osmatranih podataka je bio takav da su kasnije klimatološke studije A. Humbolta i L. Buša, i prve sinoptičke studije Brandesa, proizašle iz podataka koji su štampani u „Ephemeridesu“.

Manhajmsko društvo je imalo i druge naučne aktivnosti. U broju 2 njihovog časopisa, **Stigleter** je objavio rad o promenama pritiska, zasnovan na poređenju osmatranja u Londonu, Regensburgu i Petrogradu iz 1776. godine. Pokazano je da minimum pritiska „putuje“ od zapada ka istoku, što su kasnije Brandes i Dove potvrdili. Društvo je analiziralo i poremećaje u atmosferi tokom leta 1783. godine koje su doveli u vezu sa erupcijom vulkana Hekla na Islandu.

U skladu sa običajem uvedenim više vekova pre osnivanja Manhajmskog meteorološkog društva, oni su „Ephemerides“ štampali na latinskom jeziku, koji je bio međunarodni jezik naučnika gotovo hiljadu godina. U XVIII veku latinski se sve manje koristi. U XIX veku samo nekoliko odabranih, pravih naučnika se služi latinskim (npr. Brandes). Prekidom rada Manhajmskog društva, završava se dugi period razvoja meteorologije u kome se rodila prava nauka. Prvi period je bio period spekulacija.

Jedna od retkih stanica koja je bila u mreži Privilegovanog društva iz Manhajma, i nastavila sa radom do današnjeg dana, je Clementinum u Pragu. Kao primer dobrog, neprekidnog rada, zasluguje da se o njoj u ovoj istoriji meteorologije kaže nešto više.

Za svaku klimatološku analizu od izuzetne vrednosti je praćenje dugog niza podataka. Meteorološka stanica Clementinum u Pragu ima neprekid-

dni niz osmatranja i merenja od 1775. godine do danas. Interes za meteorologiju u Pragu potiče još iz doba renesanse. Bohemski kralj i rimski car Čarls IV. osnovali su u Pragu Čarlsov univerzitet 1348. godine. Slavu Univerziteta su uveličali astronomi **Tihomir Brahe** (1546 – 1601) i **Johan Kepler** (1571 – 1630). Oba su dobro poznati po meteorološkim osmatranjima koja su vršili u Pragu (Brahe 1597, a Kepler 1605. godine). Keplerov dnevnik osmatranja je sačuvan.

Meteorološka osmatranja u Clementinumu otpočeo je jedan drugi astronom i meteorolog, **Jozef Stepling**. Zgrada – kula Clementinum zidana je u srcu starog grada Praga, u klasičnom baroknom stilu, između 1650. i 1756. godine. Gradili su je jezuiti. Kompleks se sastojao od tri crkve, manastira, 32 sobe, škole, biblioteke i astronomske opservatorije. Nalazi se na desnoj obali reke Vltave (Moldave), sl. 6.7.



Sl. 6.7. Kula Clementinum u Pragu.

Jozef Stepling je rođen 1716. godine u Regensburgu, Nemačka. Studirao je Jezuitski seminar u Olomou i Pragu. Posle svešteničkog služenja posvetio se pravljenju raznih sopstvenih instrumenata. Za meteorološka merenja napravio je termometar Reomirovog tipa. Taj termometar je bio vrlo tačan i dugotrajan, što je pokazalo baždarenje 1829. godine. On je otpočeo sa merenjem temperature u Clementinumu, januara 1752. godine. Termometar je bio obešen na prozoru sa severne strane i očitavan je po izlasku i zalasku Sunca. Padavine je počeo meriti u februaru iste godine. Barometar je očitavao takođe dva puta dnevno. I oblačnost je beležio. Posle toga, nažalost, postoje samo delimične informacije o merenjima, naročito posle 1773. godine, kada su Jezuiti prestali sa tom aktivnošću. Srećom, Steplingov student **Antoni Strand**, 1775. godine ga zamenjuje na mestu direktora Astronomске i meteorološke opservatorije u Clementinumu. Od tog perioda, osmatranja su vršena svakodnevno, bez prekida, čak i za vreme dva svetska rata. Ta stanica ima najduži neprekidni niz osmatranja u centralnoj Evropi. Predstavljala je kičmu meteorološke mreže stanica u Bohemiji i, kasnije, Austro-ugarskoj carinji.

Stranda je 1799. godine na mestu direktora zamenio **Martin Adam David**. On je bio dugogodišnji Strandov asistent. Takođe ga je zamenio na katedri za astronomiju u Pragu. David je 1816. godine bio i rektor univerziteta. Penzionisan je 1824. godine, kada ga je na mestu direktora Opservatorije zamenio istaknuti meteorolog **Karl Kreil**. Dao je doprinos u poboljšanju dizajna meteoroloških instrumenata. Praška opservatorija je nastavila da dobija na značaju kada je Fric (koji je rođen u Pragu, bio vezan za Opservatoriju, pisao rasprave o vremenu u Pragu) postao odgovorno lice za meteorološka i fenološka osmatranja u novoosnovanoj „Centralnoj agenciji za meteorologiju i geodinamiku Austro-ugarske carevine“ u Beču. Opservatoriji je takođe doprineo i drugi Pražanin, **K. Jelinek** (1822 – 1876). On je bio direktor Centralne agencije u Beču i doprineo je osnivanju međunarodne meteorološke organizacije.

Sa stanice Clementinum, od 1775. godine do danas, postoje podaci o: pritisku; srednjoj, maksimalnoj i minimalnoj temperaturi; smeru i jačini vetra; oblačnosti i padavinama. Od 1845. godine meri se i relativna vlažnost vazduha. Iz tog dragocenog niza podataka, na sl. 6.8. prikazan je hod srednjih godišnjih temperatura u dvestagodišnjem periodu, 1775 – 1975. godina. Primećuje se globalni pad temperature od 1790. do 1850. godine, zatim sledi porast u sledećih 25 godina i jednak pad u narednih 25 godina. Od 1900. do oko 1940. godine, javlja se porast, da bi se od 1940. do 1970. godine javio globalni pad temperature.