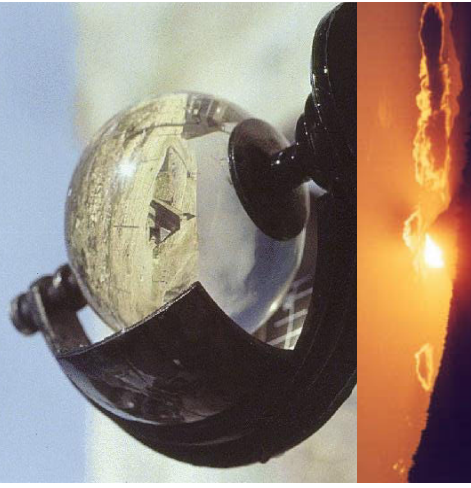


## VREMENSKI POJAVI



## Znaki za atmosferske pojave



## KRATKA ZGODOVINA

V meteorološkem arhivu imamo zbrane originalne zapise meteoroloških meritev in opazovanj od leta 1850. Veliko podatkov je že računalniško obdelanih.

Kvaliteta zadnjega, povojnega obdobja, je primerljiva s kvaliteto sedanjih meritev, za obdobja pred drugo vojno pa je potrebno poznati in upoštevati takratne merilne metode in instrumente. Poudariti moramo, da je prav meteorologija ena najstarejših aplikativnih ved na slovenskem ozemlju.



**Fo je edini Svet, ki ga imamo!!!**

Slika iz: [http://www.atlasvanstolk.nl/exhibiti/oms/Hoods6ff1953\\_shtmp](http://www.atlasvanstolk.nl/exhibiti/oms/Hoods6ff1953_shtmp)

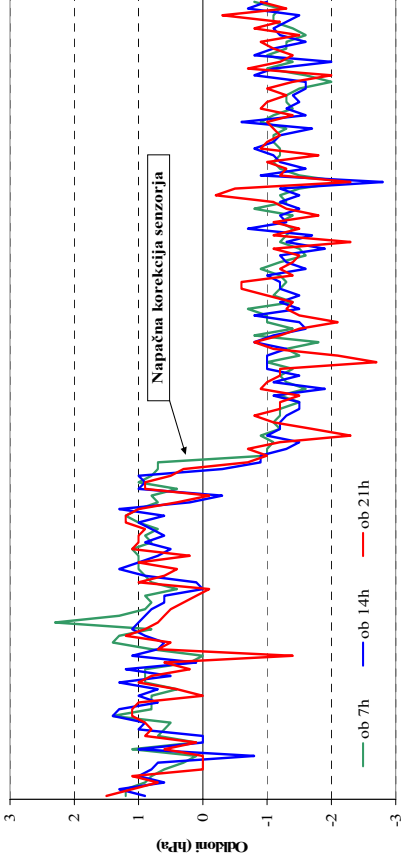
# KONTROLA METEOROLOŠKIH PODATKOV

## KVALITETA PODATKOV

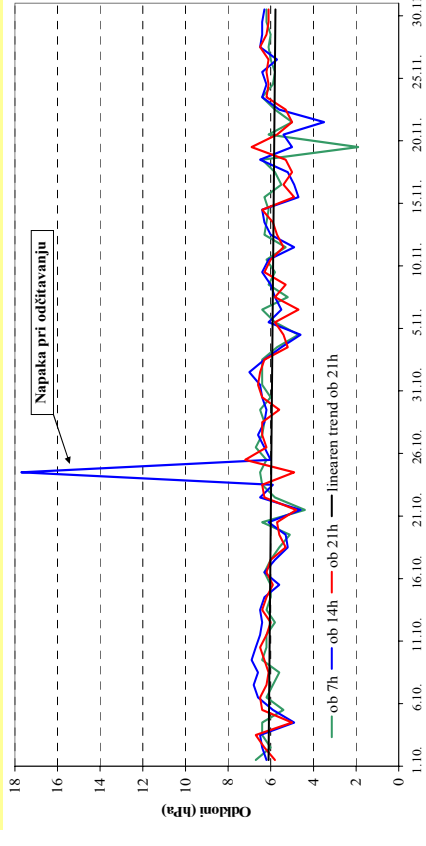
Meteorološke spremljivke po Sloveniji se merijo na okrog 250-ih postajah. Povprečno se meri in opazuje okrog 40 spremenljivk na postajo v enem dnevu. Opazovalci na glavnih postajah sledijo vremenu v urnih intervalih, na postajah nižjega ranga, kot so klimatološke in padavinske postaje, pa je gostota meritev 3 krat na dan ali samo dnevna. Velik napredek v sledenju vremena se je zgodil z uvedbo avtomatskih meteoroloških postaj, katerih podatke zbiramo in uporabljamo v realnem času. Ostale podatke ter kontroliramo s kontrolnimi postopki, ki smo jih razvili v Oddelku za kontrolo podatkov, po priporočilih Svetovne meteorološke organizacije (SMO). Samo pravilno izmerjen in kontroliran podatek je lahko osnova za nadaljnjo obdelavo in različne študije o vremenu. Z vse večjim razvojem tehnike, računalniških zmogljivosti in računalniških orodij se kažejo možnosti razvoja tudi na področju kontrole podatkov. Kvaliteta podatkov je v prvi vrsti odvisna od kvalitete meritev in opazovanj na postajah. Za kvaliteto meritev in opazovanj pa zmeraj stojijo kvalitetno usposobljeni opazovalci in vzdrževalci merilne opreme. Zelo pomembne so tudi lokacije, ustrezno izbirana merilna mesta in glede na potrebe ljudi, gospodarstva in raziskovalcev, predvsem klimatologov, dovolj gosta merilna mreža. Največ so vredna tista merilna mesta, ki imajo dolg nepretrgan niz meritev, ki ustrezno pokrivajo določeno področje in jim urbanizacija ni spremenila mikroklima. V Oddelku za kontrolo podatkov izmerjene vrednosti preverjamo z različnimi kontrolnimi metodami, logičnimi in prostorskimi. V enem mesecu pokrivajo določeno področje in se skozi kontrolo približno 300.000 izmerkov in opazovanj. Podatkovna neskladja in napake odpravljamo ter nanje opozarjamo opazovalce in vzdrževalce merilne opreme. V zadnjih letih vključujemo v kontrolo tudi daljinske meritve, radar in MSG meritve. Po kvaliteti podatkov in kontrolnih metodah smo primerljivi z državami srednje Evrope. Nekaj značilnih rezultatov kontrole je na pričujočem plakatu. Drugi del plakata je namenjen potrebam in odzivu javnosti na našo zbirko podatkov, dilemam glede avtomatizacije meritev, problemu opazovalcev in izzivom, ki jih prinaša zmeraj večja klimatska variabilnost in "trenutni" trend globalnega ogrevanja.

© Agencija RS za okolje – Urad za meteorologijo, 2005. Pripravila: Metka Roethel-Kovač in Zorko Vičar

## ZRAČNI TLAK



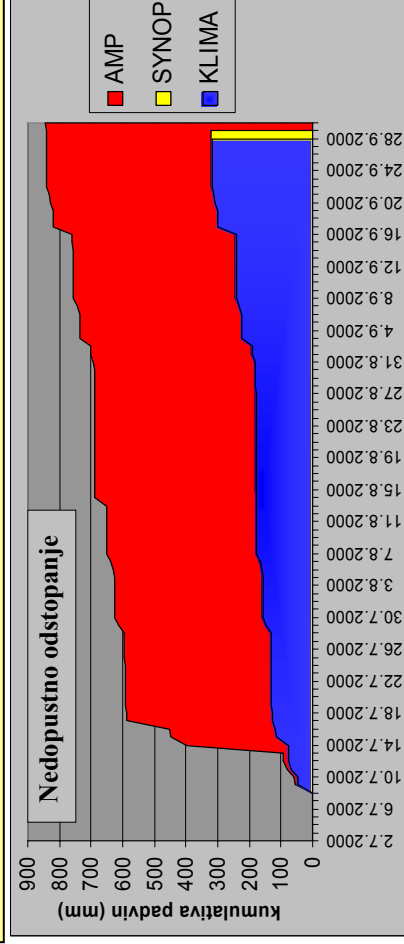
Slika 1: Graf odstopanj tlaka na postaji A od pričakovanih vrednosti glede na okolišnje postaje. Vrednost 0 na grafu predstavlja pričakovano vrednost. V obdobju od februarja do maja 1999 se je pojavil prelom (skok) v časovnem nizu podatkov. Vzrok zanj smo našli v spremenjenem oziroma napačno korigiranem merilnem senzorju. Tudi ostala večja odstopanja so imela vzrok v različni višini dveh instrumentov za pritisk - podnevi so izvajali ročne meritve na instrumentu na eni nadmorski višini, ponoči pa je podatek podala avtomatska meteorološka postaja, ki stoji na drugi višini. Razlika je bila 10 m. Na osnovi te analize smo neskladje odpravili.



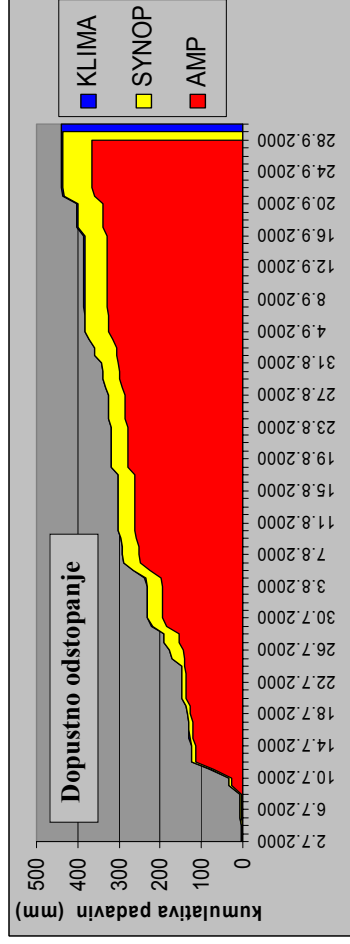
Slika 2: Primer normalno delujoče postaje. Analiza meritev zračnega pritiska na postaji B, je pokazala pričakovano prostorsko primerljivost z okoliškimi postajami. Posamezna večja odstopanja so posledica napačno odčitanih meritev (človeški faktor). Slučajnim napakam se ne da izogniti. Trudimo se, da bi jih bilo čim manj.

## PADAVINE

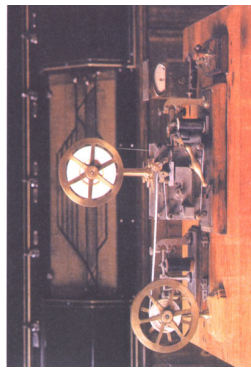
Merjenje padavin se izvaja ročno, z registriranimi in avtomatskimi merilniki. Poseben problem predstavljajo mešane in trde padavine, kakor tudi zelo intenzivne padavine, zamašitve posod in pa motnje avtomatskih merilnikov zaradi neviht in ostalih vplivov električnih motenj. Primerjali smo tri izvore podatkov za postaji C in D (spodnji sliki): SYNOP depeše (zaokrožene padavine na celo vrednost), podatke iz klimatoloških poročil (KLIMA), ki so ročno merjene in podatke iz avtomatske postaje (AMP). Primerjava podatkov je v obdobju treh mesecev pokazala razliko v zbrani količini padavin (kumulativno). Pri obeh postajah je ujemanje SYNOP podatkov in podatkov iz klimatoloških poročil (KLIMA) dobro. Drugačne rezultate pa da primerjava med klasično (KLIMA) in avtomatsko meritvijo (AMP).



Slika 3: Na postaji C so ob določenih terminih v podatkih z avtomatskega merilnika izrazito velike količine padavin (rdeča barva), ki pa gotovo ne odražajo dejanske količine. Avtomatski merilnik je dajal sistematično nekoliko višje vrednosti padavin. SYNOP in KLIMA meritve se prekrivajo.



Slika 4: Primer analize padavin kaže še sprejemljive razlike, ki so v mejah dopustnih odstopanj (10% za AMP). Na postaji D so meritve z avtomatskim merilnikom (AMP) v večini primerov zanesljive in se ujemajo z ročnimi meritvami (KLIMA in SYNOP), kljub temu pa v nekaj terminih pride do manjšega izmerka, kar je povzročilo razliko v kumulativni.



S telegrafom so opazovalci v preteklosti pošiljali podatke o vremenu.



Plečnikova meteorološka hišica na Kongresnem trgu

Ferdinand Seidl je bil prirodoslovec, ki je v Krškem postavil meteorološko opazovalnico. Objavil je več del s področja klimatologije med njimi tudi delo: Klima Kranj-

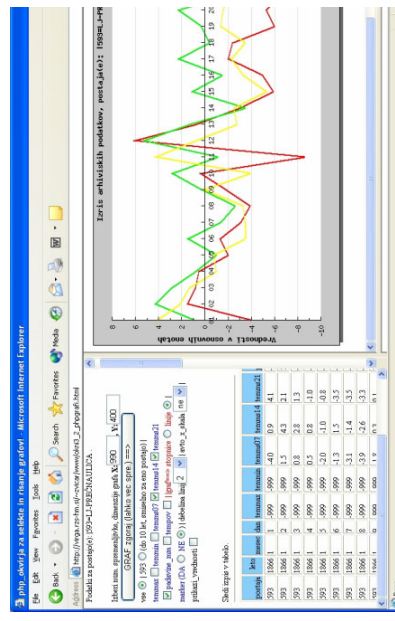


Leta 1856 so podatke vpisovali že v tiskane obrazce.



## Arhiv podatkov, potrebe in odzivi javnosti.

Danes skoraj ni področja človeškega dela (gospodarstvo, promet, znanost, šole, sodišča itn), kjer bi lahko shajali brez meteoroloških podatkov iz papirnatega računalniškega arhiva. Na leto postredujemo vsaj 1.000 različnih meteoroloških uradnih dopisov strankar različnih profilov, da ne omenjamo tistih, s katerim komuniciramo prek telefona in anonimno prek spletnic strani. Pomenljiv je odziv enega izmed uporabnikov naših podatkov, takole pravi: **"Hi! Odlično, zares impresivno - niti približno si nisem predstavljal kako uporaben arhiv ste ustvarili! Zares hvala za pomoč iz izredne podatke g. XY. In seveda prošnja, da jih smem nekaj navesti v knjigi (XY). Gre za strokovno literaturo. V dodatku skušam s teh. vidika opisati radijsko postajo XY. Če mi objavo dovolite, prosim še za pomoč pri imenovanju literature. Lep in prijeten dan! xy".** Seveda so tudi pripombe naše delo, predvsem, da je merilna mreža zelo redka Slovenija je namreč klimatsko izjemno raznolika, kar je sicer (lahko) njena primerjalna prednost, a meteorološko gledano, zahteva nekoliko gostejšo mrežo meritev. Ljudje pa v zadnjih letih izjemno moti, da je arhiv naših podatkov zelo skromno zastopan na Internetu. Mnoge arhivske meteorološke podatke za slovenske kraje dobijo prej na tujih kot na domačih spletnih straneh. V smer: Internetne odprtosti podatkov so še nekatere dileme, ki pa jih bomo reševali v korist uporabnikov. Naše podatke hranimo tako v papirnati obliki, kot v elektronski (okrog 20 GB). Dostop do računalniško obdelanih podatkov baznih tabel, je izjemno enostaven, saj lahko preko SQL jezika (Standard Query Language) zelo hitro in 'elegančno' črpamo podatke. Omogoča nam tudi različne statistike za poljubno postajo in obdobje. Iskranje ekstremov, povprečja, razvrščanje podatkov, primerjave med postajami in podobno je prek relacijskih baz ir SQL-a res prijazno. Zdej lahko odkrijemo tudi več napak.



Trenutna testna Intranetna maska za črpanje klasičnih meteoroloških podatkov iz relacijske baze, ki poleg izpisa podatkov omogoča še grafični prikaz meritev. Na grafu so januarski podatki iz leta 1866, Ljubljana Prečna ulica. To je trenutno najstarejši računalniško obdelan niz. Prve ohranjene meritve segajo v leto 1850 Ljubljana, Telegrafski urad. Meritve pa so potekale ne Slovenskem ozemlju že v drugi polovici 18. stoletja (leta 1779 v Trstu, leta 1781 v Gorici, 1784 v Tolminu). V Ljubljani so se izvajala meteorološka opazovanja že leta 1824, vendar se niso ohranila.

## Dileme glede avtomatizacije meritev, problem opazovalcev.

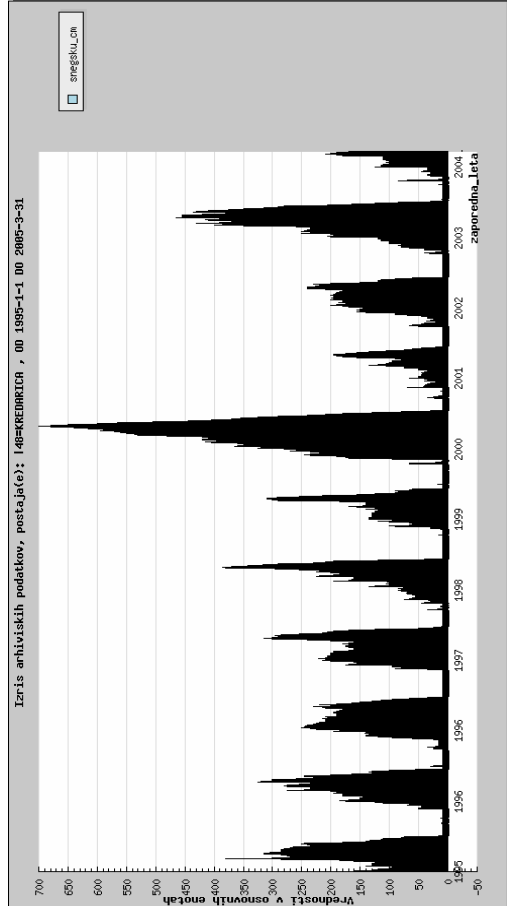
**Temejni za kvalitete meteorološke meritve in opazovanja so v strokovni usposobljenosti opazovalcev, vzdrževalcev in v zanesljivi opremljenosti.** Predvsem volonterska padavinska in klimatološka mreža postaj je, zaradi relativno visoke starosti opazovalcev, na žalost v fazi krčenja (Če ste pripravljeni izvajati met. meritve, se javite na Uradu za meteorologijo, kontrola podatkov!). Visoka leta pa s sabo prinašajo tudi določene težave pri izobraževanju. Navedimo samo en primer, ki kaže, kako občudljivo je poseganje v izkušnje starejših opazovalcev. Ker nekateri opazovalci med poltetjem že nekoliko pozabijo, kako potekajo meritve ob pojavu snega, jim vsake toliko pošljemo dodatna navodila o merjenju in beleženju snežne odeje. Pred nedavnim se je v enem izmed poročil pojavila pri pojavu snežne odeje črka 'a' in ne dogovorjen znak ☒. Oseba je po telefonu pojasnila, da se držala navodil, kjer piše pri rubriki, kdaj je potrebno vpisati podatke o višini snežne odeje, pod točko 'a' sneg, pod 'b' dež s snegom itn. Oseba je torej navodilo razumela popolnoma drugače kot vseh ostalih 220 opazovalcev in je črke iz seznama navodil uporabila kot nove oznake za meteorološke pojave. Seveda osebi tega nismo štelii v slabo in smo tudi razumeli dileme starejših opazovalcev, ki niso večši branja strokovnih navodil, a na drugi strani svoje pridobljeno znanje in izkušnje zelo vestno koristijo. Nekoliko so nam poznane razmere v razvitejši Franciji, kjer so veseli, da je vsaj višina padavin pravilno podana, če so pa zraven podani še pojavi, je to za njih super opazovalec - velja seveda za volontersko padavinsko mrežo - kjer imajo tudi minimalni in maksimalni termometer, o tej rešitvi bi lahko premislili tudi v Sloveniji!!!

**Nekaj besed o dilemi klasika - avtomatika?** Pri klasičnih meritvah imamo na voljo več, večinoma mehanskih, redundantnih instrumentov kot so: termograf, ombrograf, barograf, higrograf, heliograf, anemograf. Če zaradi boleznih opazovalca meritev v kakšnem dnevu ni, še zmeraj lahko rekonstruiramo del podatkov iz registriranih trakov. Pri avtomatskih postajah pa takšna rešitev ni mogoča. Tudi zapisi v dnevnikih in poročilih so izjemno dragoceni in trajni vir podatkov, kjer so tudi zabeležbe in opombe o trajanju in moči pojavov, ki jih ni ne v računalniškem arhivu, kaj šele, da bi jih zapisale avtomatske postaje. Mnogo vendar tudi ti niso vsemogočni. Prednost satelitov in radarjev pred točkovnimi meritvami je v pokritju tako rekoč celotnega ozemlja Slovenije. Avtomatske postaje, na tej fazi razvoja, niso sposobne ekvivalentno beležiti vseh atmosferskih pojavov, oblik, višine snega itn. Težave avtomatskih postaj so med drugim nepričakovani izpadi in motnje pri delovanju elektronike. Ko najbolj potrebujemo podatke, to je v primeru ekstremnih razmer, ujn, običajno avtomatska postaja zataji zaradi udara strele, izpada električne napetosti, poplava in drugega. Problem so tudi določeni senzori. Če bi na primer risali padavinsko karto Slovenije samo s podatki iz avtomatskih postaj, bi dobili popolnoma nerealno sliko. Mnogokrat je »kmet Peter« zanesljivejši kot avtomatika, sploh dolgoročno. Tudi, če kdaj pozabi izmeriti padavine točno ob opazovalnem terminu, jih lahko izmeri naknadno ob mesečna vsota sploh ni napačna. **Mnogi v svetu, ki so zelo na hitro avtomatizirali meteorološke meritve in hkrati ukinitli klasične meritve, se sprašujejo, če so ravnali prav. Neko pametno sobivanje med obojimi, je najbrž prava rešitev za bodočnost.**

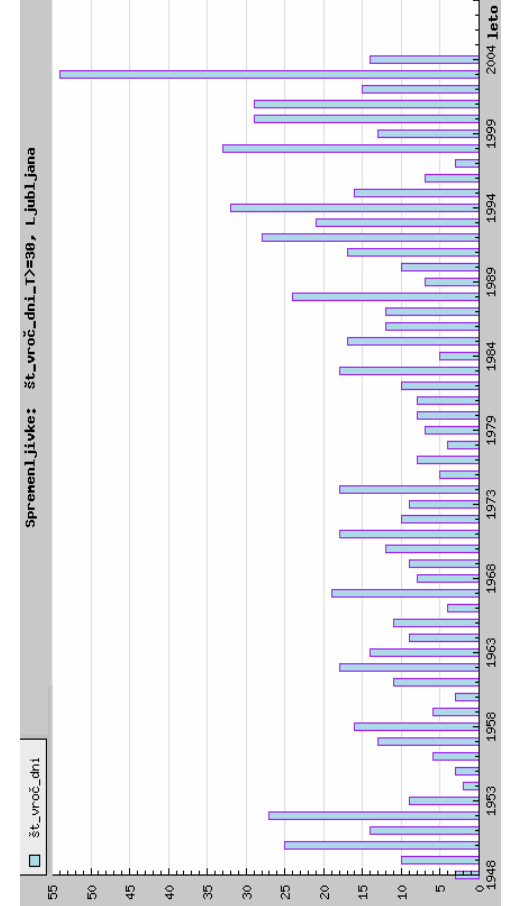
Zorko Vičar

## Izzivi, ki jih prinaša zmeraj večja klimatska variabilnost in "trenutni" trend globalnega ogrevanja.

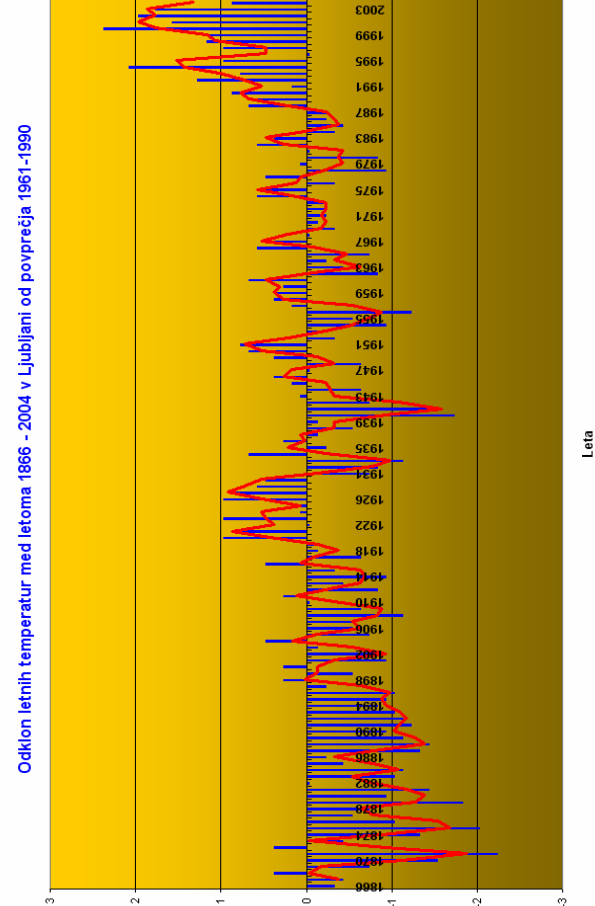
S stališča kontrole je trend, ki ga kažejo spodnji grafi, pravi izziv. Časovna točkovna primerjava zgolj ene meteorološke spremenljivke, ali nekritična uporaba orodij za homogenizacijo nizov, nas lahko pripelje v prikrajšane meritve. **Spodnji grafi so dokaz velike variabilnosti meteoroloških procesov zadnjih dvajsetih let. Preseženi so mnogi meteorološki ekstremi.** Ni bilo malo klicev na Oddelek kontrole podatkov, ko so sodelavci iz ostalih oddelkov črpali padavinske podatke recimo za marec 2003 ali januar 2005. Spraševali so nas, če so podatki že arhivirani in kontrolirani. V teh mesecih je padlo samo nekaj mm padavin, kar se ne dogaja ravno pogosto. Res je, da so zimski in pomladni meseci, statistično padavinsko manj bogati - ni čudno, da je ljudsko ime za marec sušec - a zadnja leta se pogosteje dogaja, da so mesečne vsote padavin v zimskih mesecih pod 10 mm. Še več pozornosti pa vzbudijo podatki o neverjetno visokem številu vročih dni za leto 2003, ali recimo izginjanje triglavskega ledenika in hkrati »nenadejana« rekordna višina skupne snežne odeje v zimi 2000/2001. 22. aprila 2001 je bila na Kredarici izmerjena rekordna skupna višina snežne odeje in to kar 7 m, a že naslednjo sezono je bil dosežen minimum. Najbolje, da si kar ogledamo grafe in se iz njih prepričamo o spremebah, ki smo jim pričali.



»Nenadejana« rekordna višina skupne snežne odeje v zimi 2000/2001. **22. aprila 2001 je bila na Kredarici izmerjena rekordna skupna višina snežne odeje, in to kar 7 m, a že naslednjo sezono je bil dosežen minimum.** Ta izjemen ekstrem kar štrli iz grafa. Prednost baz podatkov je v tem, da lahko zelo enostavno, recimo z orodji odprte kode, direktno grafično dosežemo kateri koli niz podatkov in izrisujemo poljubno dolge nize, primerjave, statistike. To je izjemen napredek pri vizualizaciji in predstavitvi podatkov. Kaj podobnega je potrebno ponuditi tudi Internetnim uporabnikom, vsaj določeno interaktivnost na izvedenih podatkih.



Graf letnih vsot vročih dni (tem. >= 30 °C) za Ljubljano od leta 1948 do 2004. **Izstopa leto 2003, z neverjetno velikim številom vročih dni, kar 54, prejšnji maksimum je bil 33 dni. Kaj takega ni napovedal noben model in to kaže, kako pomembne so meteorološke meritve.** Tudi iz tega grafa se da razbrati »trenutni« trend višanja temperature. Za ostale kraje v Sloveniji kažejo meritve enaka gibanja. Zanimiv je tudi porazdelitveni vzorec, recimo frekvenca vsot pod 5 vročih dni na leto. Posledice vremenskih ekstremov, neurij, vročinskih šokov, poplav, plazov itn, zahtevajo visok ekonomski in zdravstveni davek - tudi v Sloveniji. Tiste kulture, ki se bodo prej pripravile na vremenske spremembe, bodo v prednosti. Kaj pa Slovenija?



Na grafu je podan odklon letnih temperatur za Ljubljano od leta 1866 do 2004; od povprečja 1961 do 1990. **Če smo malo samovšečni, tako dolgega primerjalnega niza, grafa, si ne more privoščiti vsaka evropska prestolnica.** Rdeča krivulja je drseče povprečje. Zaradi korektnosti je treba upoštevati, da se je postaja do leta 1948 kar nekajkrat selila po mestu. Vsceno pa se odkloni in trend naraščanja temperatur v zadnjih dvajsetih letih zelo ujemajo z odkloni in trendom na globalnem grafu, ki ga podaja Svetovna meteorološka organizacija. Velik del krivde za naraščanje temperature na našem planetu pripisujemo tudi sebi, industrijski civilizaciji, predvsem emisijam toplogrednih plinov. Ali upravičeno? To bo povedal čas, **vsekakor pa moramo skrbeti za okolje, kajti to je edini Svet, ki ga imamo.**

leta