

METODA IN IZBOR REFERENČNEGA METEOROLOŠKEGA LETA METHOD AND SELECTION OF TEST REFERENCE YEAR

Boris ZUPANČIČ, Janko PRISTOV
Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana

551.582

SUMMARY

Models for projecting the thermal insulation and heating of buildings need meteorological input data. In the form of hourly values these data must sufficiently accurately represent the average yearly course of individual meteorological elements, especially air temperature, energy of solar radiation, wind speed and humidity. These meteorological data are known under the name "Test reference year". According to our available archives we decided to form a historical test reference year, which means that the data taken from selected months are composed to form a representative yearly course. To select these months various statistical tests were used and the method of numerical taxonomy. A test reference year was defined for three meteorological stations, Ljubljana, Maribor and Koper.

POVZETEK

Modeli za projektiranje toplotne zaščite zgradb in področja racionalne uporabe energije nasploh potrebujejo tudi meteorološke vhodne podatke. Ti podatki morajo v obliki urnih vrednosti dovolj natančno predstavljati povprečen časovni potek posameznih meteoroloških elementov, predvsem temperature zraka, energije sončnega sevanja, hitrosti vetra, relativne vlage. Tak letni niz podatkov imenujemo referenčno leto. Glede na razpoložljiv arhiv podatkov, sredstva in čas, smo se odločili za izdelavo referenčnega leta na historični način, kar pomeni, da so to podatki konkretnih mesecev, sestavljeni v reprezentativni letni niz. Pri izboru posameznih mesecev, ki ta letni niz sestavljajo, smo uporabili različne statistične teste in metodo numerične taksonometrije. Referenčno leto smo določili za Ljubljano, Maribor in Koper.

UVOD

V zvezi z energijsko krizo, smo tudi v Sloveniji pričeli z iskanjem novih energijskih virov in hkrati s smotrno rabo energije, tako pri uporabi kot pri načrtovanju energijsko varčnejših objektov. Uporaba klimatskih podatkov v obliki mesečnih povprečnih vrednosti in iz njih izvedenih vrednosti ima svojo uporabno vrednost le v grobih ocenah ali pri iskanju razlik med posameznimi kraji. Sodobni modeli za projektiranje posameznih zgradb zahtevajo natančne podatke o zunanjih razmerah. Pojem "Test reference year" je v razvitih državah že dolgo uveljavljen in pomeni zalogo meteoroloških podatkov za različne modele s področja varčevanja z energijo in gradbeništva. Pristopa za formiranje teh podatkov sta dva. Pri prvem, katerega rezultat je sintetično referenčno leto, so vse analize narejene na vsaj 10-letnem arhivu urnih vrednosti meteoroloških elementov, pri drugem, historičnem pristopu pa so za analizo potrebne urne vrednosti, povzete po analizi predvsem mesečnih vrednosti daljših časovnih obdobij. Končni rezultati sintetičnega pristopa vsebujejo več informacij, predvsem značilnosti porazdelitev in s tem verjetnosti za nastop določenih situacij, zahtevajo pa zelo obsežen in kvaliteten arhiv urnih vrednosti in zahtevne statistične analize. Kljub znatno večjemu delu, ki ga zahteva sintetično referenčno leto, pa ima pri uporabi historično referenčno leto več prednosti: hitrejšo obdelavo in realnost podatkov, saj so to podatki, ki so bili izmerjeni v dejanskem časovnem zaporedju. Poleg prikazane metode za določitev referenčnega leta je bil narejen v Sloveniji tudi izbor na osnovi neparametričnih testov (Kajfež-Bogataj in A.Hočevar, 1985, 1986).

METODA DELA

Po pregledu literature (Anderson 1974, Lund 1976, Van de Hoogen 1976, Boehe 1979, Cehak 1982), smo se odločili za historični način definiranja normalnega leta. Glavni razlog za tako odločitev je bil, da bi bil zajem obsežnega arhiva urnih vrednosti meteoroloških elementov za sintetični način preobsežno delo. Prve rezultate bi lahko pričakovali šele v nekaj letih, to pa je glede na nujnost uporabe prepozno. Drugi razlog pa je bil ta, da za uporabo teh podatkov v fazi testiranja modelov, sintetični način ne pomeni kvalitetnejše osnove. Historični način nam je omogočil rezultate v relativno kratkem času, saj imamo potreben

Po enaki metodologiji smo iskali in ocenili tri različne načine prikaza historičnega referenčnega leta. Prvi je ta, da je referenčno leto kar tisto leto, ki je po svojih mesečnih vrednostih najbližje dolgoletnemu povprečju. Drugi

način je, da je referenčno leto sestavljeno iz najbolj "normalne" hladne polovice leta in najbolj "normalne" tople polovice leta, tretji pa tak, da je referenčno leto sestavljeno iz najbolj "normalnih" mesecev.

Prvi omenjeni način določitve referenčnega leta je najpreprostejši, pri drugih dveh pa se pojavi vprašanje preskokov. Ker so podatki hladne in tople polovice leta meritve v dveh različnih letih, je pri prehodu iz ene v drugo skok v podatkih. Pri referenčnem letu, ki je sestavljeno iz mesecev različnih let je teh preskokov do dvanajst. Pri formiranju homogenega letnega niza moramo te preskoke izgladiti, če presegajo velikost realnih medurnih razlik, izglajevanje pa mora predstavljati realne vrednosti.

Glede na razpoložljiv računalniško urejen arhiv meteoroloških podatkov in na kvaliteto meritev, smo si za bazo podatkov izbrali meritve za obdobje 1956 - 1984. Slovenija klimatsko ni homogena, zato podatki enega kraja niso reprezentativni za vse kraje v Sloveniji. Zato smo v obdelavo vključili tri kraje in sicer Ljubljano, kot predstavnika krajev osrednje Slovenije z izrazito kotlinsko lego, kjer so pogosti pojavi temperaturnih inverzij, Maribor, ki predstavlja kraje na obrobju kotlin, in Koper, kot predstavnika Primorja s posebnim klimatskim režimom.

IZBOR VHODNIH PODATKOV

Hidrometeorološki zavod SR Slovenije ima računalniško zajet in kontroliran arhiv mesečnih vrednosti meteoroloških elementov od leta 1951, dnevnih vrednosti pa od leta 1969. Poleg teh obsežnih arhivov so še drugi, ki pa obsegajo meritve v krajših časovnih obdobjih. Definiranje povprečnih vrednosti zahteva tako dolga časovna obdobja, da so v njih zajeta vsa približno periodična nihanja. Upoštevali smo priporočilo Svetovne meteorološke organizacije, ki je predlagala tridesetletna obdobja. Tako je arhiv izvedenih mesečnih vrednosti dal izhodišče za naše delo pri določanju referenčnega leta. Problemi smotrne uporabe energije so vezani na tiste meteorološke elemente, ki vplivajo na energijske tokove, zato smo v obsežni banki meteoroloških podatkov naredili izbor. Za vsak mesec smo upoštevali povprečno mesečno temperaturo ob 7., ob 14. in 21. uri, povprečno maksimalno in minimalno temperaturo, absolutne ekstreme temperature, povprečno mesečno relativno vlago ob 7., 14. in 21. uri, absolutni minimum relativne vlage, število dni z relativno vlago nad 80%, število ur sončnega obsevanja, število oblačnih dni, mesečno višino padavin, število dni s padavinami nad 0.1 mm, nad 1.0 mm in nad 10.0 mm ter srednjo jakost vetra za osem glavnih smeri.

RAČUNSKA METODA

Nobeno področje uporabe podatkov referenčnega leta ni tako, da bi nanj vplival samo en meteorološki element, zato je pri nadaljnjem računanju pomemben vpliv posameznega elementa na celoten problem. Ugotovitev pomembnosti je lahko rešljiva, če imamo na voljo hkratne meritve meteoroloških elementov in parametrov sistema, na katerega ti vplivajo. V našem primeru te možnosti nismo imeli. Predpostavili smo, da so za energijske spremembe na stavbah pomembni vsi naštetih meteorološki elementi enako. Za to pot smo se odločili po primerjavi končnih rezultatov, ki smo jih dobili ali s tem, da smo upoštevali samo elemente, povezane s temperaturo, trajanje sončnega sevanja ter oblačnost ali tiste, ki smo jih dobili z upoštevanjem vseh naštetih meteoroloških elementov. Rezultati se med seboj niso razlikovali bistveno, kar pomeni, da so se pojavile razlike le v primerih, ko so si bila leta po podobnosti zelo blizu.

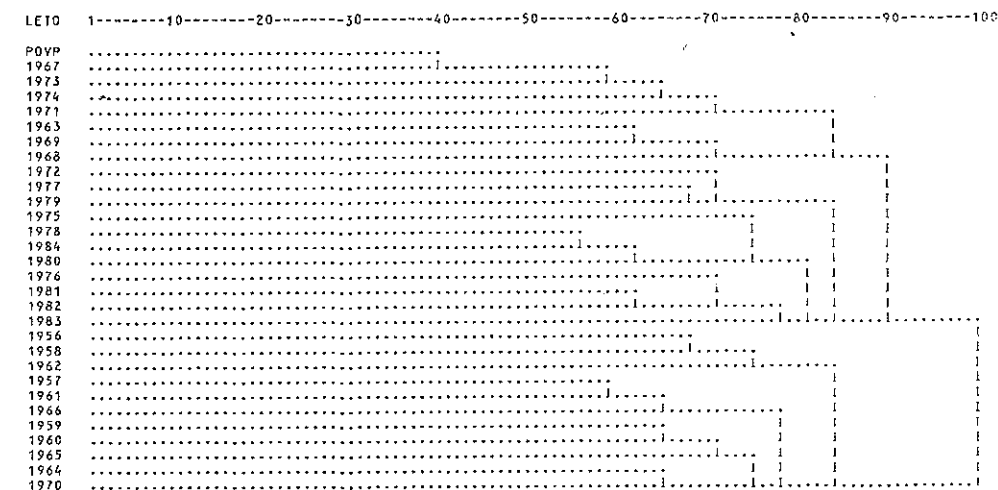
Naslednji korak pri celotnem delu je bilo definiranje splošnih karakteristik izbranega obdobja. Pregledali smo porazdelitve vseh elementov po mesecih ter dobili podatek, katera so leta, ko posamezni meseci vključujejo ekstremne vrednosti meteoroloških elementov. Enak postopek smo naredili tudi za primer, ko je časovna enota celo leto in pol leta, hladna in topla polovica leta.

Že ta analiza je pokazala, da je polovica leta ali celo leto predolg časovni interval, saj se pojavili primeri, ko je posamezen mesec imel ekstremne razmere, pol leta ali leto, ki je vsebovalo ta mesec pa je bilo blizu povprečja. Daljše časovno obdobje namreč lahko izgledi določena nihanja. Ta del analize smo dopolnili še z neparametričnimi testi (Mood 1963, Essenwagner 1976), ki so nam pokazali, katera leta se značilno razlikujejo od vzorca povprečnih vrednosti. Preizkusili smo vse tri primere osnovnega časovnega intervala: mesec, pol leta in celo leto, uporabili pa smo test znakov, Wilcoxonov test, 2 in test Smirnov-Kolmogorov. Vsi rezultati do te stopnje obdelav so nam pokazali, kateri vzorci ne predstavljajo povprečnih razmer, vendar ti rezultati še niso bili dobra osnova za delitev skupine sprejemljivih vzorcev v boljše ali slabše, oziroma za razvrstitev po kriteriju, kako so blizu vzorcu povprečnih vrednosti. Za to, zadnjo fazo našega računskega postopka smo uporabili metodo numerične taksonometrije (Cooley 1971, Sneath 1973), ki smo jo pri nas že uporabili pri določitvi klimatskih območij (Roškar 1976). Vzorce meritev smo najprej transformirali tako, da so predstavljali normalno porazdeljene vrednosti z enakim sipanjem. Od treh možnih strategij, ki nam jih nudi že narejen računalniški program za numerično taksonometrijo smo izbrali maksimalno strategijo. Ta nam na osnovi izračunanih evklidskih razdalj

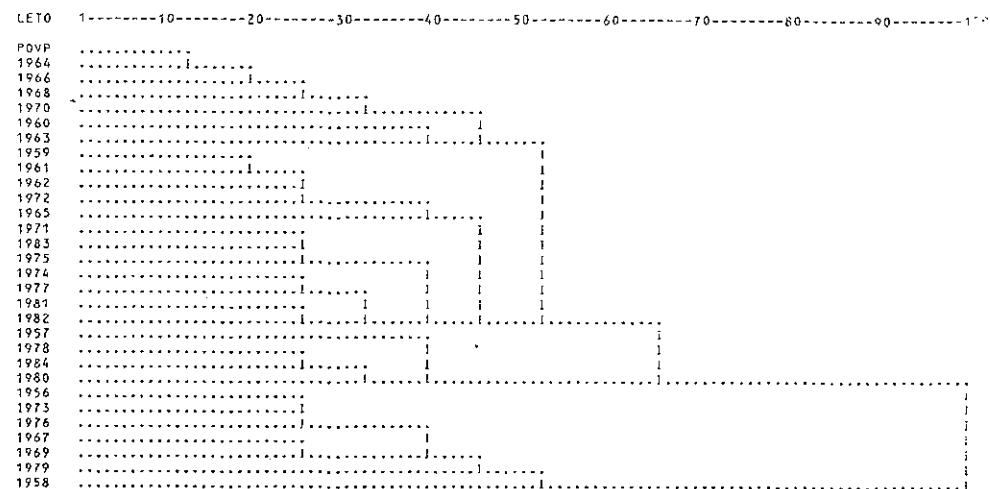
povezuje vzorce v skupine tako, da najprej poišče vzorec, ki je najbližji vzorcu povprečnih vrednosti in na vsakem naslednjem računskem koraku doda naslednjega najbližjega.

REZULTATI ANALIZE

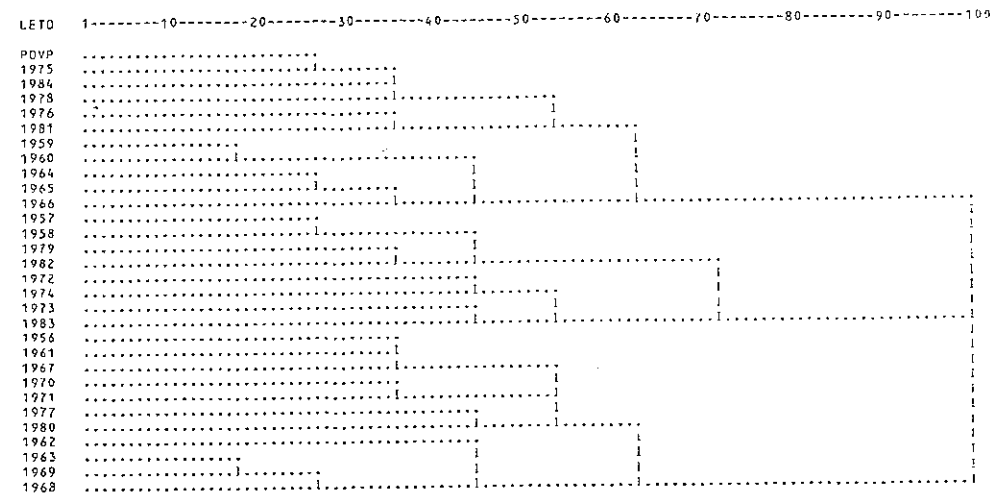
Na slikah od 1 do 6 je za Ljubljano prikazana oblika končnih rezultatov. Na prvi sliki je prikazana analiza za celo leto. Najbližje povprečju je leto 1967, na drugi sliki, za mesec maj pa vidimo, da je mesec maj leta 1967 v skupini, ki močno odstopa od povprečja. Podobno dobimo precejšnja odstopanja za leto 1967, če obravnavamo le hladne polovice leta (slika 3) ali mesec december (slika 4) in za tople polovice (slika 5) ter mesec september (slika 6). Že rezultati neparametričnih testov in prikazani rezultati kažejo na to, da referenčno leto, ki je kar konkretno leto ali pa sestavljeno iz hladne in tople polovice, lahko vsebuje tudi mesece, ki so bolj ekstremni kot povprečni. Zato smo se odločili, da bomo referenčno leto sestavili iz mesecev različnih let. V tabeli 1 so podani končni rezultati analize za Ljubljano, Maribor in Koper. Za vsak mesec je navedeno leto, ki je najbližje povprečju.



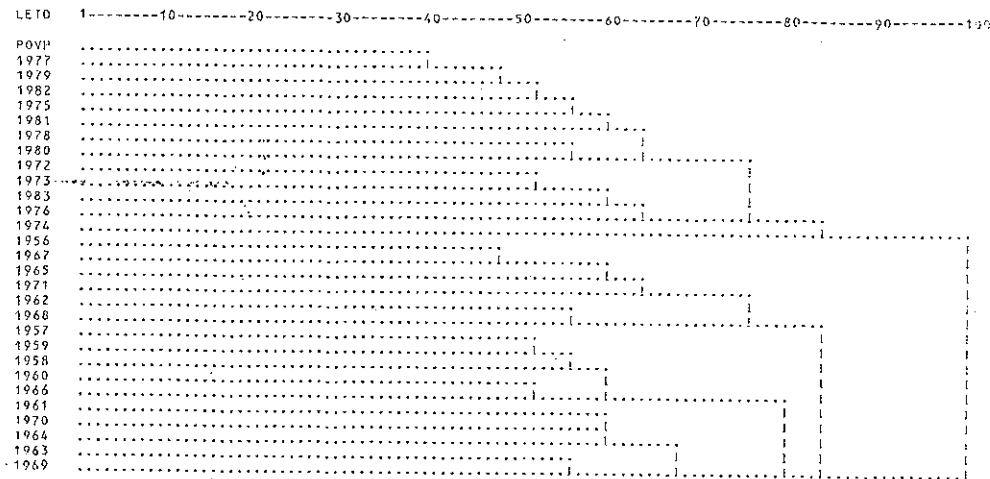
Slika 1 Dendrogram za maksimalno strategijo za leto za Ljubljano
Figure 1 Dendrogram for maximum strategy for a year for Ljubljano



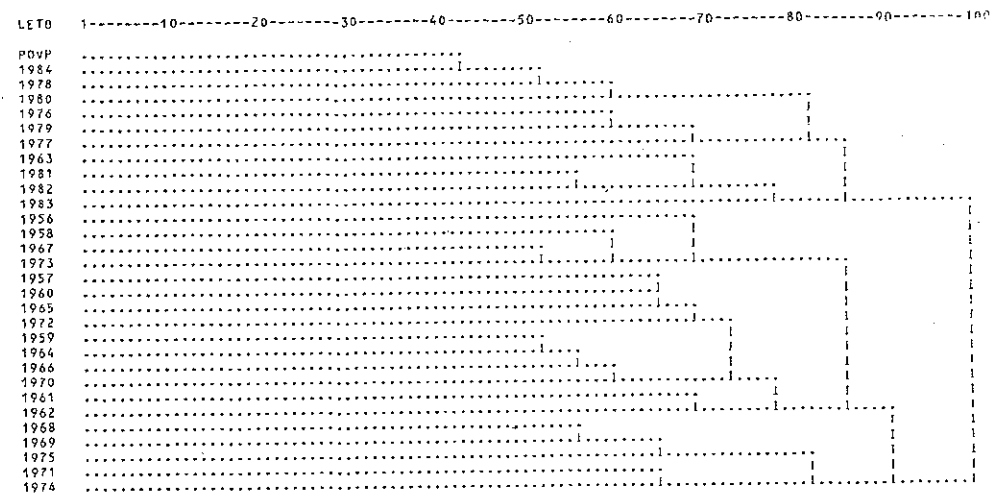
Slika 2 Dendrogram za maksimalno strategijo za maj za Ljubljano
 Figure 2 Dendrogram for maximum strategy for May for Ljubljana



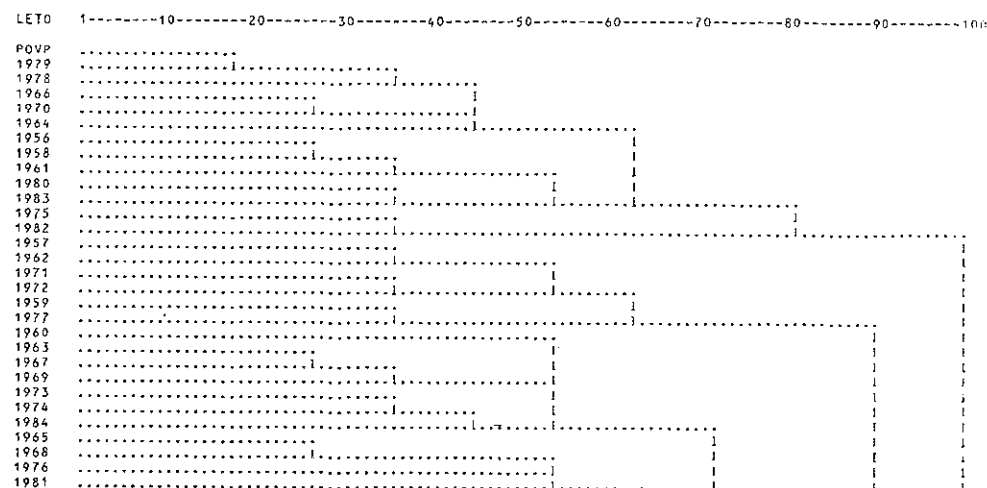
Slika 4 Dendrogram za maksimalno strategijo za december za Ljubljano
 Figure 4 Dendrogram for maximum strategy for December for Ljubljana



Slika 3 Dendrogram za maksimalno strategijo za hladno polovico leta za Ljubljano
 Figure 3 Dendrogram for maximum strategy for the cold period of the year for Ljubljana



Slika 5 Dendrogram za maksimalno strategijo za toplo polovico leta za Ljubljano
 Figure 5 Dendrogram for maximum strategy for the warm period of the year for Ljubljana



Slika 6 Dendrogram za maksimalno strategijo za september za Ljubljano
Figure 6 Dendrogram for maximum strategy for September for Ljubljana

Tabela 1 Leta, ki so v posameznih mesecih najbližja dolgoletnemu povprečju tega meseca za Ljubljano, Maribor in Koper
Table 1 Years, which are in individual month close to the longterm average of that month for Ljubljana, Maribor and Koper

	Ljubljana	Maribor	Koper
januar	1967	1957	1971
februar	1976	1957	1960
marec	1980	1967	1964
april	1957	1983	1961
maj	1964	1969	1977
juni j	1960	1961	1961
julij	1964	1956	1969
avgust	1972	1963	1964
september	1979	1963	1957
oktober	1975	1966	1966
november	1967	1963	1963
december	1975	1978	1970

Razlike med temi tremi kraji so pričakovane, saj predstavljajo ti kraji različna klimatska območja Slovenije.

ZAKLJUČEK

Opisani postopek za definiranje referenčnega leta, nam je glede na obstoječi arhiv meteoroloških elementov in dostopno programsko opremo za statistične obdelave, omogočil, da smo v relativno kratkem času pripravili in zajeli v računalnik urne vrednosti referenčnega leta. Arhivirani so meteorološki elementi : temperatura zraka, energija globalnega obsevanja, trajanje sončnega obsevanja, relativna vlaga in hitrost vetra. Podatki so shranjeni na posebnem magnetnem traku in tako pripravljeni za uporabo na različnih področjih modeliranja. Nadaljevanje tega dela je predvideno v dveh smereh. Prva je preveriti, ali so trije izbrani kraji dovolj, da z njimi zadovoljivo opišemo normalne klimatske razmere v Sloveniji. Druga pa je dopolnjevanje arhiva z dodatnimi informacijami o normalnih klimatskih razmerah ali pa o ekstremnih. Delo v tej drugi smeri mora potekati v tesni povezavi z uporabniki, saj bo le na ta način arhiv imel pravo uporabno vrednost.

LITERATURA

- Anderson, B. et al, 1974: Vejrdata for VVS-tehnike beregninger Referencejaar, Dansk Bygg forskningsinstitut, Rappart no 89, 9 pp.
- Boehe, A. W., von Passen A.H.C. Ole Jong, 1979: Ein synthetisches Referenzfahr fur Energiebedarfsberechnungen, Haustechnik, Bauphysik, Umwelttechnik 100, 31 pp.
- Cehak, K., 1982: The Lay-out of the Austrian Data Book Symposium Building Climatology, Moscow, 319-335 pp.
- Cooley, W. W., Lohnes, P. R., 1971: Multivariate data analysis, John Wiley & sons, New York, 364 pp.
- Essenwagner, O., 1976: Applied Statistics in Atmospheric Science, Elsevier Scientific Publishing Company, New York, 412 pp.
- Kajfež-Bogataj, L., Hočevar, A., 1985 : Oblikovanje in uporaba standardnega meteorološkega leta, Zbornik BF 45, 9-21, Ljubljana.
- Kajfež-Bogataj, L., Hočevar, A., 1986 : Standardno meteorološko leto oblikovano na historičen način in omejitve njegove uporabe, 6. Posvetovanje o racionalni rabi energije, Ljubljana, 16.5.1986, Zbornik ref. str.78-89.
- Lund H., 1976: Test Reference Year Weather data for environmental engineering and energy consumption in buildings, Paper to CIB-17 meeting, London, 11 pp.
- Mood, A. M., Graybill, F. A., 1963: Introduction to the theory of statistics, McGraw-Hill Company, New York, 443 pp.
- Sneath, P. H. A., Sokal, R. R., 1973: Numerical taxonomy, W.H.Freem Company, San Francisco, 261 pp.
- Roškar J., 1976: Poskus določitve klime s faktorsko analizo in taksonomijo, Razprave-Papers 20, Društvo meteorologov Slovenije, Ljubljana, pp. 51-65.
- Van de Hoogen, H., 1976: Ein referenticyaar voor Nederland, Klimaat beheersing 5 no 10, 12 pp.