

DIAGNOZA LEGE FRONTALNIH CON V VERTIKALNIH PRESEKIH TROPOSFERE NAD EVROPO

DIAGNOSYS OF FRONTAL ZONES IN VERTICAL TROPOSPHERIC CROSS-SECTIONS OVER EUROPE

Uroš STRAJNAR¹
(mentor Jože RAKOVEC²)

prispelo 19. oktobra 1999

sprejeto v dokončni obliki 22. novembra 2000

POVZETEK

Predstavljena je metoda za objektivno analizo vertikalnih presekov atmosfere, ki temelji na hermitski polinomski interpolaciji v vertikalni in horizontalni smeri. Odvode v vertikalni smeri računamo polanalitično z rekurzivnimi izentropskimi relacijami. V delu so predstavljene osnovne izentropske relacije, ki so uporabljene v objektivnih metodah. S študijami primerov je prikazana uporabnost vertikalnih presekov osnovnih meteoroloških spremenljivk ter izračunanih polj stabilnosti, potencialne vrtničnosti in Richardsonovega števila za diagnozo lege frontalne cone.

SUMMARY

An objective cross-section analysis scheme based upon Hermite interpolation polynomials in horizontal and vertical direction is presented. Semi analytic recursive isentropic relations are used for calculation of vertical derivatives. Case studies suggest the usefulness of vertical cross-sections of basic meteorological variables and derived fields of stability, potential vorticity and Richardson number for frontal zone location diagnosis.

1 OBJEKTIVNA INTERPOLACIJSKA METODA

Interpolacijska funkcija mora zadoščati naslednjim kriterijem:

- mora biti zvezna, zvezni morajo biti tudi prvi odvodi,
- predstavljati mora s sondažo izmerjeno strukturo atmosfere,

¹ Uroš Strajnar, Hidrometeorološki zavod R Slovenije, Vojkova 1b, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, uros.strajnar@rzs-hm.si

² Jože Rakovec, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Oddelek za fiziko, katedra za meteorologijo, Jadranska 19, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, joze.rakovec@uni-lj.si

- valovno strukturo v interpolaciji omejimo na polovico cikla oddaljenosti med sosednjima postajama.

Tem zahtevam zadošča hermitska polinomska interpolacijska metoda. Predstavljena metoda za interpolacijo v horizontalni in vertikalni smeri (Glasnović, 1983) temelji na izpopolnitvi metode Shapira in Hastingsa (1973), ki sta uporabila interpolacijski polinom tretje stopnje (metoda uporabna le v horizontalni smeri).

Interpolacijski polinom napišemo splošno:

$$y_i(x) = \sum_{k=0}^n c_k x^k$$

njegov odvod pa:

$$y_n^{(m)}(x) = m! \sum_{k=m}^n \binom{k}{m} x^{k-m} a_k$$

kjer indeks n označuje stopnjo polinoma, indeks m pa stopnjo odvoda. Prednost uporabljene metode je, da analitično izrazimo odvode funkcije. Hermitska interpolacijska metoda je definirana s sistemom enačb, ki vključuje pare polinomov poljubne stopnje n in njihove odvode stopnje m . Polinome tvorimo v končnih točkah interpolacijskega intervala tako, da sta prva dva koeficienta polinoma izračunana iz gornje enačbe za odvod za $m = 0$, vsi ostali pari enačb so odvodi izračunani za poljuben m .

V delu uporabljena interpolacijska metoda v vertikalni smeri vsebuje polinome pete stopnje. Interpoliramo preko nekega intervala, na katerega mejah z_A in z_B poznamo vrednosti količine, ki jo želimo interpolirati npr. $y_A = y(z_A)$ in $y_B = y(z_B)$. Poleg tega v sistemu enačb nastopajo samo odvodi sode stopnje. Taka sprememba omogoča več možnosti za formacijo simetričnih matrik pri reševanju osnovnega sistema algebrskih enačb. Sistem enačb za $n=5$ sestavlja šest enačb s šestimi neznankami v obliki:

$$\begin{aligned} y_A(z) &= \sum_{k=0}^5 \binom{k}{0} z_A^k a_k & y_A^{(2)}(z) &= 2! \sum_{k=2}^5 \binom{k}{2} z_A^{k-2} a_k & y_A^{(4)}(z) &= 4! \sum_{k=4}^5 \binom{k}{4} z_A^{k-4} a_k \\ y_B(z) &= \sum_{k=0}^5 \binom{k}{0} z_B^k a_k & y_B^{(2)}(z) &= 2! \sum_{k=2}^5 \binom{k}{2} z_B^{k-2} a_k & y_B^{(4)}(z) &= 4! \sum_{k=4}^5 \binom{k}{4} z_B^{k-4} a_k \end{aligned}$$

Odvode računamo s pomočjo analitičnih izentropskih relacij, dobljenih z uporabo plinske in hidrostatične enačbe.

Interpolacijske polinome v horizontalni smeri ali v časovnem prostoru tvorimo vzdolž izentropskih ploskev na podoben način.

2 REZULTATI IN SKLEPI

Primerjava izbrane metode z metodo minimalnih kvadratov (program SURFER, Golden software) je pokazala, da metoda hermitske izentropske interpolacije bolje opiše vertikalne profile atmosfere, saj so sama polja in dobljeni gradienti polj bolj realistični.

Na podlagi več študij primerov vertikalnih presekov in uporabe različnih meteoroloških parametrov za določevanje frontalne cone na vertikalnih presekih, je v delu ugotovljeno, da so najbolj primerne količine za diagnozo lege frontalne cone Richardsonovo število ter potencialna in ekvivalentpotencialna temperatura. Osnovna omejitev uporabe vertikalnih presekov atmosfere je relativno majhno število postaj z vertikalnimi sondažami ozračja.

LITERATURA

- Shapiro, M. A., Hastings, J.T., 1973, Objective Cross-Section Analyses by Hermite Polynomial Interpolation on Isentropic Surfaces, *J. Appl. Meteor.*, **12**, 753-762
 Glasnović, D., 1983, *Diagnostički izentropski model za istraživanje vertikalne strukture atmosfere*, RSHMZ SRH, Zagreb, 33 str.