

Ročný chod vybraných charakteristik ozonopauzy a tropopauzy na ozonosondážných stanicích v rozličných oblastiach na zemskom povrchu.

Peter Križan

Ústav fyziky atmosféry, Boční II, 141 31, Praha 4 e-mail : krizan@ufa.cas.cz

Abstrakt

Prechodovú vrstvu medzi troposférou a stratosférou nazývame tropopauza. V tejto vrstve sa mení nielen vertikálny teplotný gradient, ale aj chemické zloženie atmosféry. Chemickú tropopauzu nazývame ozonopauzou, pretože sa v tejto vrstve mení koncentrácia ozónu v atmosfére. V tomto článku porovnávame ročný chod nasledujúcich charakteristik tropopauzy a ozonopauzy : výška ozonopauzy a tropopauzy, rozdiel výšky ozonopauzy a tropopauzy a korelačný koeficient medzi výškou ozonopauzy a tropopauzy.

1. Úvod.

Existuje viac definícií tropopauzy: termálna definícia, ktorá bere do úvahy vertikálny teplotný gradient. Podľa tejto definície je tropopauza hladina, v ktorej poklesne teplotný gradient na 2 st C/km za predpokladu, že priemerný gradient medzi touto hladinou a všetkými vyššími hladinami vnútri vrstvy silné 2 km neprekročí 2 st C/km. V prípade, že vo vertikálnom profile teploty sa nad tropopauzou vyskytne vrstva, v ktorej priemerný gradient medzi niektorou hladinou a všetkými vyššími hladinami vnútri tejto vrstvy o hrúbke 1 km vzrastie na 3 st C/km definujeme podobne ako prvú tropopauzu, tropopauzu druhú a analogicky aj tropopauzu vyšších rádov.

Ďalšia definícia tropopauzy môže byť definícia dynamická, ktorá bere ako hranicu tropopauzy určitú hodnotu potencialnej vorticity (obvykle nejakú hodnotu v rozmedzí 2,0 – 3,5 PVU). Vieme, že v dolnej stratosfére koncentrácia ozónu s výškou prudko rastie, kým v troposfére sa výraznejšie nemení. Na základe tejto skutočnosti zavádzame chemickú definíciu tropopauzy. Takto definovanú tropopauzu v ďalšom nazývame ozonopauzou. Podľa definície z [1] jako tropopauzu berieme tú hladinu, v ktorej vertikálny gradient smešovacího pomeru ozónu prekročí 60 ppbv/km, absolútna hodnota smešovacího pomeru ozónu presiahne 80 ppbv a hodnota smešovacího pomeru nad tropopauzou okamžite prekročí 110 ppbv. Z meraní ozonosondy sme schopní určiť pre každý jednotlivý profil ozónu výšku termálnej tropopauzy a ozonopauzy, pretože ozonosonda meria vertikálny profil teploty a koncentrácie ozónu a priemerovaním cez mesiac sme schopní určiť priemerné mesačné hodnoty výšky ozonopauzy a tropopauzy. Z týchto mesačných priemerov sme schopní určiť ročný chod vybraných charakteristik výšky ozonopauzy a tropopauzy. Zaoberali sme sa nasledujúcimi charakteristikami :

Ročný chod priemernej výšky ozonopauzy a tropopauzy

Ročný chod rozdielu medzi výškou ozonopauzy a tropopauzy

Ročný chod korelačného koeficientu medzi výškou tropopauzy a ozonopauzy

Tieto charakteristiky sme určili na nasledujúcich stanicích. Stanice sú zoradené podľa geografickej príbuznosti :

Stanice v miernych šírkach Európy - Payerne, Hoheinpeissenberg, Lindenberg, Legionowo, Uccle

Stanice v Arktíde - Sodankyla, Ny Aalesund, Resolute Bay, Alert

Stanice v miernych šírkach severnej Ameriky- Goose Bay, Edmonton, Churchill, Wallops Island

Stanice v Japonsku : Sapporo, Tatenosaki, Kagoshima

Stanice na Novom Zélande – Lauder, Laverton

Stanice v Antarktíde – Syowa a Neumayer

2. Ročný chod výšky tropopauzy

Na obr. 1a je znázornený ročný chod výšky tropopauzy na ozonosondážnych stanicích v miernych šírkach Európy. Z tohoto obrázku je zrejmé, že minimálna výška tropopauzy sa pozoruje v jarňých mesiacoch a maximálna v letňých. Podobný ročný chod výšky tropopauzy sa pozoruje aj na stanicích v miernych šírkach USA a Kanady, ako aj na stanicích v polárnych oblastiach severnej pologule. Na ozonosondážnych stanicích v Japonsku pozorujeme minimum výšky ozonopauzy v zime a nie na jar ako na iných stanicích v miernych šírkach, maximum výšky tropopauzy na Japonských stanicích pozorujeme v lete, pričom rozdiel medzi výškou tropopauzy v lete a v zime je veľký. Súvisí to s monzúnovou cirkuláciou, pretože v lete v tropickom vzduchu je tropopauza podstatne vyššie než v zime v polárnom vzduchu. Na obr. 2a vidíme ročný chod tropopauzy na stanicích v polárnych oblastiach južnej pologule. Z týchto obrázkov je zrejmé že minimum pripadá na December a maximum na júl a august. Pretože sme na južnej pologuli, December je letný mesiac a júl a august sú zimné mesiace, takže minimum výšky tropopauzy pozorujeme v lete a maximum v zime, čo je opačný ročný chod než vo vysokých šírkach severnej pologule. Zrejme to bude súvisieť s cirkuláciou v stratosfére na južnej pologuli, ale presne nevieme jak, a táto skutočnosť zasluhuje našu pozornosť.

Na obr. 1b vidíme ročný chod výšky ozonopauzy na stanicích v miernych šírkach Európy. Ročný trend výšky ozonopauzy je podobný ako trend tropopauzy, iba maximum v ročnom chode je posunuté do jesenných mesiacov. Ročný chod výšky ozonopauzy je vo vysokých šírkach južnej pologule opačný než vo vysokých šírkach severnej pologule. (obr.2b).

3. Ročný chod rozdielu výšok ozonopauzy a tropopauzy

Na obrázku 3a vidíme ročný chod rozdielu výšok ozonopauzy a tropopauzy na ozonosondážnych stanicích v miernych šírkach Európy. Ak je tento rozdiel kladný, tak ozonopauza je nad tropopauzou a naopak. Z tohoto obrázku je zrejme, že v zime a na jar je ozonopauza nad tropopauzou, kým v letňých mesiacoch ozonopauza je pod tropopauzou a v jesenných mesiacoch ozonopauza sa nachádza vysoko nad tropopauzou. Ozonopauza je najvyššie nad tropopauzou v jesenných mesiacoch a najhlbšie pod tropopauzou v letňých mesiacoch. Podobný ročný chod rozdielu výšok ozonopauzy a tropopauzy sa pozoruje aj v miernych šírkach USA a Kanady obr (3b) a tiež v Japonsku a vo vysokých šírkach severnej pologule (obr. 4b). Predpokladáme, že výška ozonopauzy je veľmi citlivá na koncentráciu ozónu v najvyššej vrstve troposféry. Keď je v tejto vrstve koncentrácia ozónu vysoká (leto), tak ozonopauza je nízko (pod tropopauzou) a keď je koncentrácia ozónu nízka (zima, jeseň), tak ozonopauza je vysoko (nad tropopauzou).

Vo vysokých šírkach južnej pologule (obr.4a) pozorujeme najvyššie hodnoty rozdielu medzi ozonopausou a tropopausou v jeseni a najnižšie v neskorej zime alebo v skorej jeseni.

4. Ročný chod korelačného koeficientu medzi výškou ozonopauzy a tropopauzy

Na obr. 5 a(b) je znázornený ročný korelačného koeficientu medzi výškou ozonopauzy a tropopauzy na stanicích v miernych šírkach Európy (USA a Kanady). Vidíme, že najvyššie hodnoty korelačného koeficientu pozorujeme v zime a najnižšie v lete, na stanicích v Japonsku nepozorujeme ročný chod korelačného koeficientu. Vo vysokých šírkach severnej pologuli pozorujeme najvyššie hodnoty korelačného koeficientu v lete a najnižšie v zime, čo je opačný chod než v miernych šírkach. Podobný chod ako vo vysokých šírkach severnej pologule pozorujeme aj vo vysokých šírkach južnej pologule s tým rozdielom, že v období výskytu ozónovej diery niet korelácie medzi výškou ozonopauzy a tropopauzy (obr.6)

5. Záver

V ročnom chode výšky tropopauzy pozorujeme minimálne hodnoty v jarňých mesiacoch a maximálne v letňých mesiacoch.

V monzúnových oblastiach pozorujeme veľký rozdiel vo výške tropopauzy medzi letňým a zimňým monzúnom.

V polárnych oblastiach južnej pologule pozorujeme opačný ročný chod výšky tropopauzy v porovnaní s vysokými šírkami severnej pologule.

Ročný chod výšky ozonopauzy je podobný ako ročný chod výšky tropopauzy, s tým rozdielom, že maximum výšky ozonopauzy sa posúva do jesenných mesiacov v porovnaní s ročným chodom výšky tropopauzy.

V zimnom období pozorujeme ozonopauzu nad tropopauzou, kým v lete pozorujeme ozonopauzu pod tropopauzou. V jesenných mesiacoch je ozonopauza nad tropopauzou, pričom rozdiel medzi výškou tropopauzy a ozonopauzy je v tomto období maximálny.

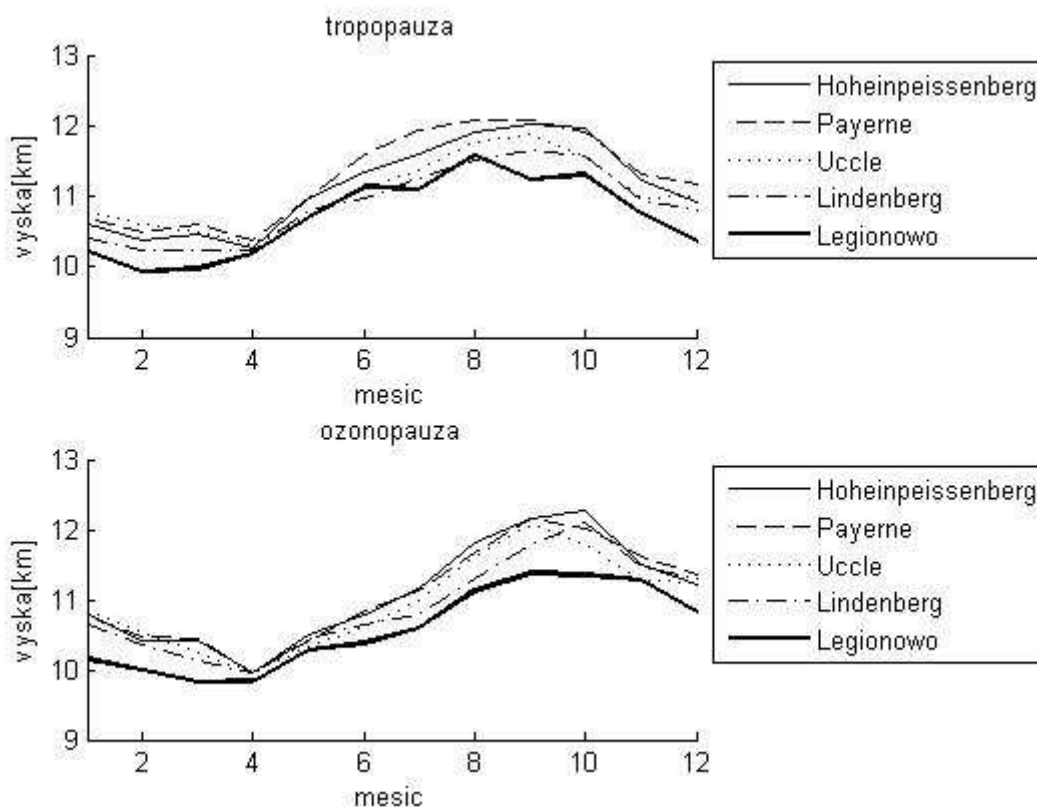
Vo vysokých šírkach južnej pologule pozorujeme v ročnom chode maximálny kladný rozdiel výšky ozonopauzy a tropopauzy v jesenných mesiacoch, kým minimálny kladný, event. slabý záporný rozdiel pozorujeme v neskorej zime alebo začiatkom jari.

V ročnom chode korelačného koeficienta medzi výškou tropopauzy a ozonopauzy pozorujeme v miernych šírkach obidvoch pologúľ najvyššie hodnoty v zime a najnižšie v lete, kým vo vysokých šírkach pozorujeme ročný trend korelačného koeficientu opačný. Za prítomnosti ozónovej diery vo vysokých šírkach južnej pologule nepozorujeme koreláciu medzi výškou tropopauzy a ozonopauzy.

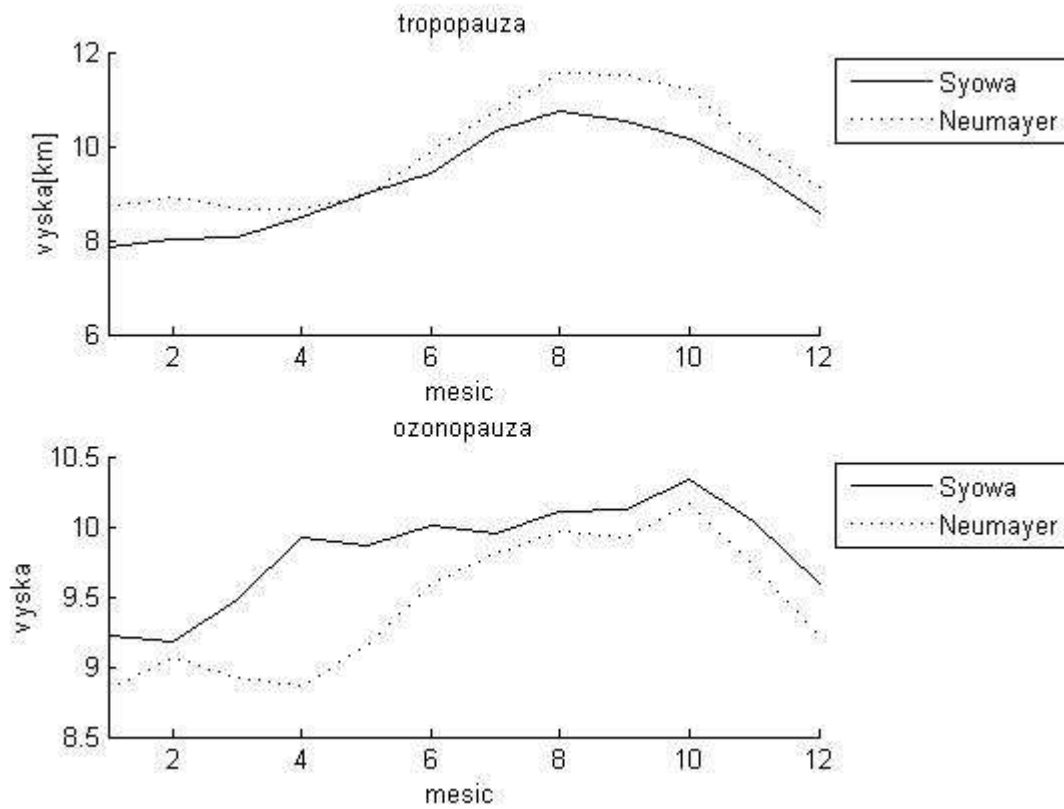
Literatúra

[1]...Bethan, S., Vaughan, G., Reid, S.J., 1996. A comparison of ozone and thermal tropopause heights and impact of the tropopause definition on quantifying the ozone content of the troposphere. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 122, 929–944.

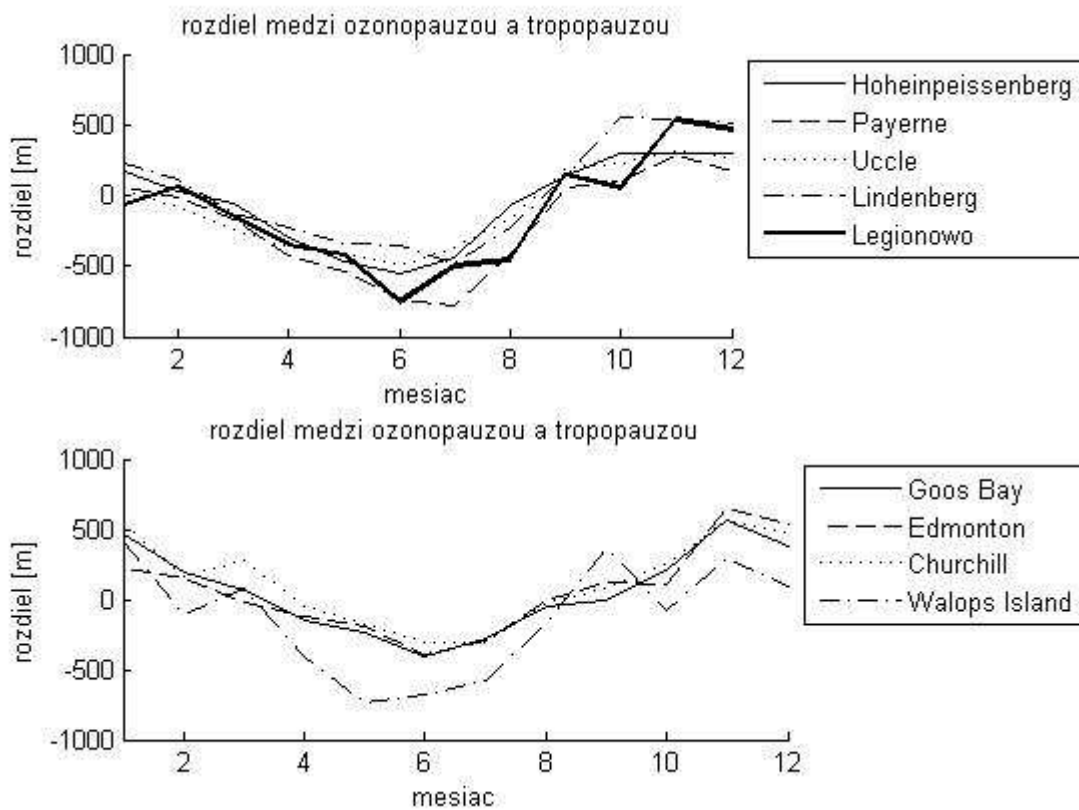
Popis obrázkov



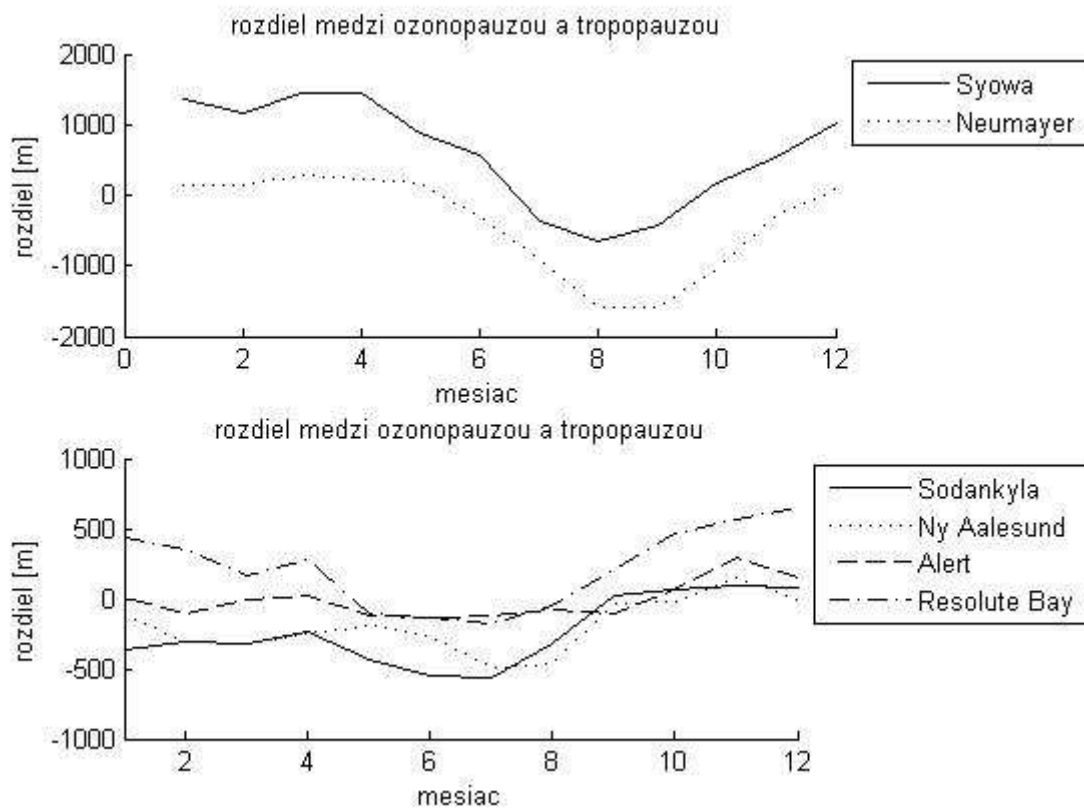
Obr. 1a (b) : Ročný chod výšky tropopauzy (ozonopauzy) na staniách v miernych šírkach Európy.



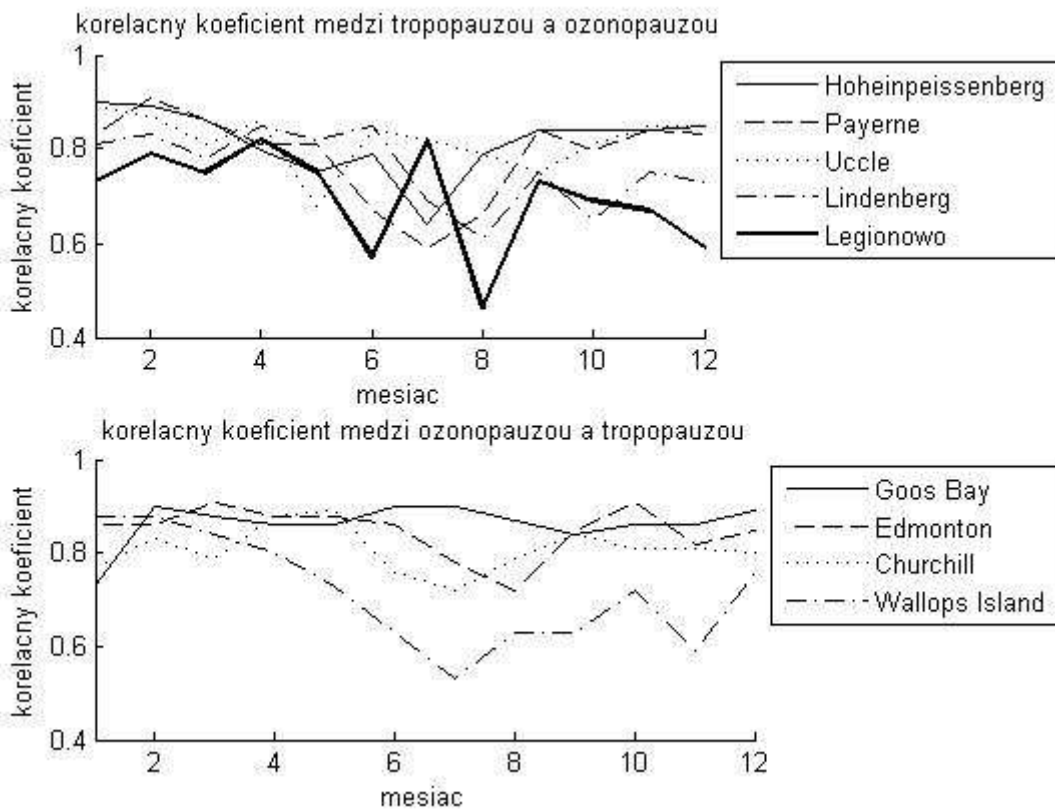
Obr. 2a (b) : Ročný chod výšky tropopauzy (ozonopauzy) na stanicích vo vysokých šírkach južnej pologule.



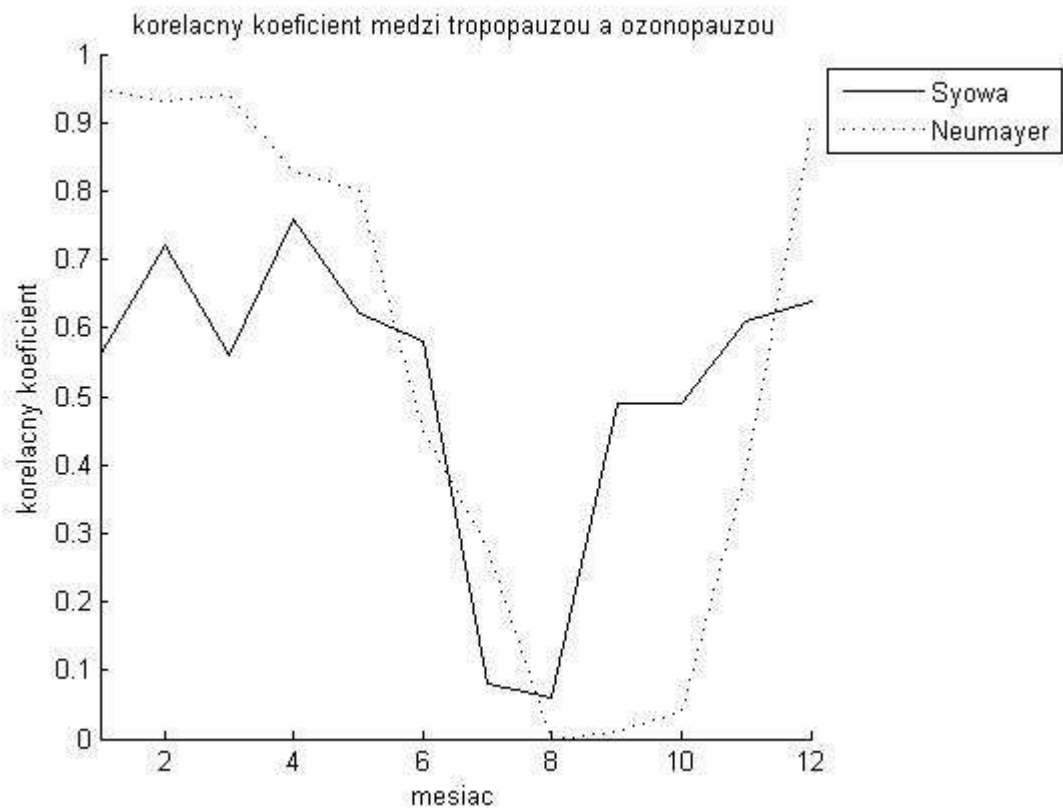
Obr. 3a (b) : Ročný chod rozdielu výšky ozonopauzy a tropopauzy na stanicích v miernych šírkach Európy (severnej Ameriky).



Obr. 4a (b) : Ročný chod rozdielu výšky ozonopauzy a tropopauzy na staniach vo vysokých šírkach južnej (severnej) pologule.



Obr. 5a (b) : Ročný chod korelačného koeficientu medzi výškou ozonopauzy a tropopauzy na staniach v miernych šírkach Európy (severnej Ameriky).



Obr. 6 : Ročný chod korelačného koeficientu medzi výškou ozonopauzy a tropopauzy na staniach vo vysokých šírkach južnej pologule.