

IVAN SLÁDEK

KE VLIVU CIRKULAČNÍCH PODMÍNEK NA VERTIKÁLNÍ PROFIL TEPLoty V MEZNÍ VRSTVĚ SEVEROZÁPADNÍCH ČECH

1. Úvod

Otázky režimu teplotního zvrstvení ve spodní troposféře mají základní význam pro hodnocení podmínek difúze průmyslových exhalací. Poznatky popisované v tomto článku byly získány v souvislosti s vypracováním metody meteorologické předpovědi znečištění ovzduší v severozápadních Čechách (Sládek 1972, 1973).

Teplotní zvrstvení v přízemní a mezní vrstvě je určováno faktory dvojího druhu — radiálními a cirkulačními podmínkami — jejichž působení je ovlivňováno vlastnostmi zemského povrchu. Cirkulační podmínky jsou tedy jen jedním z činitelů, které určují režim teplotního zvrstvení (respektive termické stability).

2. Využití map absolutní topografie hladiny 850 mb

Cirkulační poměry jsou v této práci charakterizovány směrem proudění v hladině 850 mb (asi 1,5 km n. m.). Jako charakteristiku teplotního zvrstvení jsem zde použil rozdíl teploty mezi meteorologickou observatoří Újezd u Jirkova (287 m n. m., teplota měřená v meteorologické budce 2 m nad zemí) a hladinou 850 mb. Údaje o směru větru a teplotě v hladině 850 mb jsem odvozoval z map absolutní topografie této hladiny, nakreslených a archivovaných v Hydrometeorologickém ústavu v Praze. Velkou většinou jde o mapy v měřítku 1 : 7 500 000. Mapy jsou kresleny dvakrát denně — pro termíny 1 a 13 hod. SEČ. V tomto článku jsem zpracoval všechny mapy z období 1. 11. 1968—31. 3. 1972.

Směr větru v hladině 850 mb jsem určoval jako směr tečny k proudnici procházející sledovaným místem. Vycházel jsem přitom jak ze směru větru nad blízkými radiosondážními stanicemi, především nad Drážďanami a Prahou, tak z průběhu izohyps. V termínech, kdy byly na mapě v okolí sledovaného místa zakresleny směry větru odchylující se od sebe o více než 90°, nebo kdy jsem takovou situaci předpokládal v období kolem termínu mapy, a kdy tlakové pole nad Čechami a přilehlými částmi Německa a Polska bylo značně neuspořádané, jsem klasifikoval směr větru jako proměnlivý (×). Rozlišoval jsem 8 směrů a proměnlivý směr. Teplotu vzduchu v hladině 850 mb jsem stanovil interpolací podle údajů blízkých stanic za pomoci izoterem.

Pro každý termín výškových map jsem vypočítal rozdíl teploty mezi Újezdem u Jirkova a hladinou 850 mb. Rozdíl budu označovat dT_{13} (pro 13 hod.) a dT_1 (pro 1 hod.).

3. Zpracování veličin dT_{13} a dT_1

Pro jednotlivé měsíce bylo zjištěno rozdělení četností dT_{13} a dT_1 (tab. 1, 2). V tab. 3 a 4 jsou uvedeny základní charakteristiky veličin dT_{13} a dT_1 pro jednotlivé měsíce. Charakteristiky byly vypočítány z absolutních četností stejných tříd dT_{13} a dT_1 , jaké jsou použity v tab. 1 a 2. Kumulační třídnicích četností uvedených v tab. 1 a 2 byly získány kumulativní četnosti, podle kterých byl pro každý měsíc roku sestaven graf kumulovaných četností. Z těchto grafů jsem odečetl pro každý měsíc a pro každou z veličin dT_{13} a dT_1 vybrané decily, které budu dále označovat písmenem D s indexem udávajícím pořadí decilu (tab. 5, 6). Stanovení decilů mi umožnilo statisticky klasifikovat teplotní zvrstvení v jednotlivých měsících podle hodnot dT_{13} a dT_1 následujícím způsobem:

- dT_{13}, dT_1 leží v intervalu $(-\infty, D_1)$ — silně nadnormálně stabilní zvrstvení
- dT_{13}, dT_1 leží v intervalu (D_1, D_3) — nadnormálně stabilní zvrstvení
- dT_{13}, dT_1 leží v intervalu (D_3, D_7) — normální zvrstvení
- dT_{13}, dT_1 leží v intervalu (D_7, D_9) — nadnormálně labilní zvrstvení
- dT_{13}, dT_1 leží v intervalu (D_9, ∞) — silně nadnormálně labilní zvrstvení

Tab. 1. Relativní četnosti (%) rozdílu teploty Újezd — hladina 850 mb ve 13 hod. SEČ (veličina dT_{13} , °C). Období XI. 1968—III. 1972; měsíce XI.—III. jsou, ve zpracovaném období zastoupeny čtyřikrát, ostatní měsíce třikrát.

Intervaly dT_{13}	Střední intervalů	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-19,9 až -18,0	-18,95												
-17,9 až -16,0	-16,95	0,8											
-15,9 až -14,0	-14,95	1,6											0,8
-13,9 až -12,0	-12,95												
-11,9 až -10,0	-10,95	4,0	0,9									0,8	
-9,9 až -8,0	-8,95	3,2	0,9									2,5	0,8
-7,9 až -6,0	-6,95	5,6	1,8							1,1		4,2	3,2
-5,9 až -4,0	-4,95	8,9	0,9									1,7	4,9
-3,9 až -2,0	-2,95	9,7	6,2									2,2	4,2
-1,9 až 0,0	-0,95	14,5	4,4	1,6						2,2	7,5	8,3	8,9
0,1 až 2,0	1,05	8,9	6,2	6,4		1,1					7,5	6,7	12,1
2,1 až 4,0	3,05	12,1	8,8	8,1	3,3	1,1		1,1		1,1	11,8	5,8	16,9
4,1 až 6,0	5,05	13,7	14,1	11,3	4,5	2,1	3,3	1,1	1,1	3,3	5,4	10,0	6,5
6,1 až 8,0	7,05	8,1	19,5	23,4	10,0	14,0	6,7	3,2	7,5	8,9	11,8	17,5	18,5
8,1 až 10,0	9,05	8,9	23,0	16,1	22,2	10,7	16,7	5,4	17,2	16,7	24,7	25,8	16,9
10,1 až 12,0	11,05		11,5	21,0	32,2	39,8	22,2	24,7	24,7	25,6	15,0	9,2	4,0
12,1 až 14,0	13,05		1,8	11,3	23,3	21,5	41,1	34,4	24,7	30,0	10,8	3,3	
14,1 až 16,0	15,05			0,8	4,5	9,7	7,8	24,7	19,4	10,0	2,2		
16,1 až 18,0	17,05						2,2	5,4	4,3	2,2			
18,1 až 20,0	19,05								1,1				
Součet		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 2. Relativní četnosti [%] rozdílu teploty Újezd — hladina 850 m v 1 hod. SEČ (veličina dT_1 , °C). Období XI. 1968—III. 1972; měsíce XI.—III. jsou ve zpracovaném období zastoupeny čtyřikrát, ostatní měsíce třikrát. Vzhledem k datování vzorků SO_2 (dny 7—7 hod.) je termín 1 hod. SEČ z 1. dne každého měsíce v této tabulce započten k předchozímu měsíci. Termín 1 hod. SEČ z 1. IV. 1972 do zpracování není zahrnut.

Intervaly d T_1	Středy Intervalů	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-19,9 až -18,0	-18,95	0,8											
-17,9 až -16,0	-16,95	1,6											
-15,9 až -14,0	-14,95	0,8											0,8
-13,9 až -12,0	-12,95	3,2	0,9										0,8
-11,9 až -10,0	-10,95	4,0	0,9									0,8	0,8
-9,9 až -8,0	-8,95	4,0	1,8								2,2	3,3	
-7,9 až -6,0	-6,95	4,0	3,5	0,8						1,1	7,5	4,2	3,2
-5,9 až -4,0	-4,95	5,7	0,9	3,3						4,4	10,8	5,0	9,7
-3,9 až -2,0	-2,95	15,3	5,3	5,7	2,2	1,1		2,2	5,4	2,2	14,0	7,5	8,9
-1,9 až 0,0	-0,95	9,7	8,0	9,8	10,0	9,7	3,3	7,5	7,5	10,0	12,9	8,4	12,1
0,1 až 2,0	1,05	17,8	13,3	14,6	14,5	21,5	14,5	22,6	19,3	15,6	10,7	10,0	16,9
2,1 až 4,0	3,05	11,3	20,0	17,0	20,0	22,6	24,4	21,5	28,0	17,8	4,3	12,5	8,9
4,1 až 6,0	5,05	12,1	20,3	18,7	25,6	24,7	26,7	19,3	22,6	23,4	9,7	13,4	16,9
6,1 až 8,0	7,05	8,1	15,9	20,3	24,4	18,3	26,7	20,4	15,0	21,1	16,1	28,3	14,5
8,1 až 10,0	9,05	1,6	8,9	9,8	3,3	2,1	3,3	6,5	1,1	4,4	11,8	5,8	6,5
10,1 až 12,0	11,05						1,1					0,8	
12,1 až 14,0	13,05												
14,1 až 16,0	15,05												
16,1 až 18,0	17,05												
18,1 až 20,0	19,05												
Součet		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 3. Základní statistické charakteristiky veličiny dT_{13} pro jednotlivé měsíce. Charakteristiky byly vypočteny z absolutních skupinových četností, přičemž bylo použito téhož třídění hodnot dT_{13} a téhož období, jako u tab. 1.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
\bar{x}	0,2	5,4	7,9	10,3	10,8	11,5	12,7	12,0	10,9	7,0	4,9	3,3
s	6,0	4,9	3,6	2,7	2,8	2,5	2,6	2,8	3,3	4,8	5,7	5,1
s^2	35,5	24,1	13,1	7,4	7,6	6,5	6,5	7,9	10,9	22,8	32,2	26,4
a_3	-0,5	-1,0	-0,4	-0,7	-0,8	-0,5	-0,9	-0,1	-1,1	-0,6	-0,9	-0,7
a_4	-0,3	0,7	-0,6	0,2	0,8	0,0	1,6	-0,5	2,2	-0,5	-0,1	0,1

\bar{x} — aritmetický průměr (°C),

s — směrodatná odchylka (°C),

s^2 — rozptyl (°C),

a_3 — míra šikmosti (kososti), tj. třetí moment směrodatné proměnné (bez rozměru).

a_4 — míra špičatosti (excesu), tj. čtvrtý moment směrodatné proměnné zmenšený o 3 (bez rozměru).

Tab. 4. Základní statistické charakteristiky veličiny dT_1 pro jednotlivé měsíce. Charakteristiky byly vypočteny z absolutních skupinových četností, přičemž bylo užito téhož třídění hodnot dT_1 a téhož období, jako u tab. 2. Význam symbolů je stejný jako u tab. 3.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
\bar{x}	-1,0	2,8	3,5	3,9	3,5	4,5	3,8	3,1	3,3	1,2	2,6	1,5
s	6,0	4,6	3,8	2,9	2,7	2,5	3,0	2,9	3,6	5,4	5,1	5,0
s^2	36,5	21,1	14,6	8,5	7,3	6,3	8,8	8,4	13,0	29,0	25,9	24,7
a_5	-0,8	-1,1	-0,5	-0,4	-0,1	-0,1	-0,1	-0,4	-0,7	-0,0	-0,7	-0,6
a_1	0,1	1,1	-0,5	-0,7	-0,9	-0,5	-0,9	-0,3	-0,1	-1,3	-0,5	-3,0

Tab. 5. Vybrané decily rozdělení četností hodnot dT_{13} (°C) pro jednotlivé měsíce.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
D_1	-7,8	-2,3	2,6	6,6	7,1	8,0	9,7	8,2	7,0	-0,2	-3,4	-3,9
D_3	-2,7	3,9	6,3	9,3	10,1	10,4	11,7	10,4	9,8	3,9	2,6	0,9
D_5	0,3	6,6	7,9	10,7	11,1	12,1	12,8	12,0	11,5	8,3	6,7	3,4
D_7	4,1	8,5	10,4	11,9	12,1	13,0	14,0	13,5	12,8	9,8	8,7	7,1
D_9	7,7	10,4	12,2	13,3	13,9	14,0	15,5	15,4	14,2	12,5	10,4	9,2

Tab. 6. Vybrané decily rozdělení četností hodnot dT_1 (°C) pro jednotlivé měsíce.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
D_1	-10,2	-3,0	-1,9	-0,3	-0,1	1,2	0,0	-0,9	-1,4	-5,9	-5,4	-4,6
D_3	-3,0	1,4	1,5	2,4	1,8	3,1	1,8	1,7	1,6	-2,6	0,1	-1,0
D_5	0,1	3,5	3,9	4,3	3,5	4,6	3,6	3,2	3,9	0,4	3,7	1,5
D_7	2,6	5,4	6,0	5,9	5,2	6,1	5,7	4,7	5,7	5,6	6,5	5,0
D_9	5,9	7,8	8,0	7,1	6,9	7,4	7,4	6,6	7,2	8,2	7,7	7,5

Potom jsem za všechny měsíce zimního a letního půlroku (X—III, IV—IX) sloučil všechny případy dT_{13} — a stejně tak dT_1 — které patřily v rámci jednotlivých měsíců do téže z uvedených pěti kategorií stability. Takto jsem získal 5 skupin hodnot dT_{13} pro zimní půlrok, 5 skupin hodnot dT_{13} pro letní půlrok a podobně 5 skupin hodnot dT_1 pro zimní a 5 skupin hodnot dT_1 pro letní půlrok.

Charakter ročního chodu stability (chodu několikaletých středních hodnot veličin dT_{13} a dT_1 pro jednotlivé měsíce) je zřejmě v rozhodující míře určen radiačními faktory. Naproti tomu cirkulační poměry jsou zřejmě hlavním činitelem, podmiňujícím velikost rozptylu hodnot dT_{13} a dT_1 kolem jejich středního ročního chodu, velikost odchylek těchto hodnot od středního ročního chodu. V předchozím odstavci popsané vytvoření skupin hodnot dT_{13} a dT_1 za pololetí je možno v podstatě považovat za třídění hodnot dT_{13} a dT_1 podle velikosti jejich odchylek od středního ročního chodu. Je možno tedy očekávat, že zařazení hodnot dT_{13} a dT_1 do některé z pěti skupin hodnot pro příslušné pololetí je podstatně ovlivněno cirkulačními poměry (advekcí). Dále si ověříme do jaké míry je toto očekávání správné.

4. Vztahy mezi směrem advekce a teplotním zvrstvením

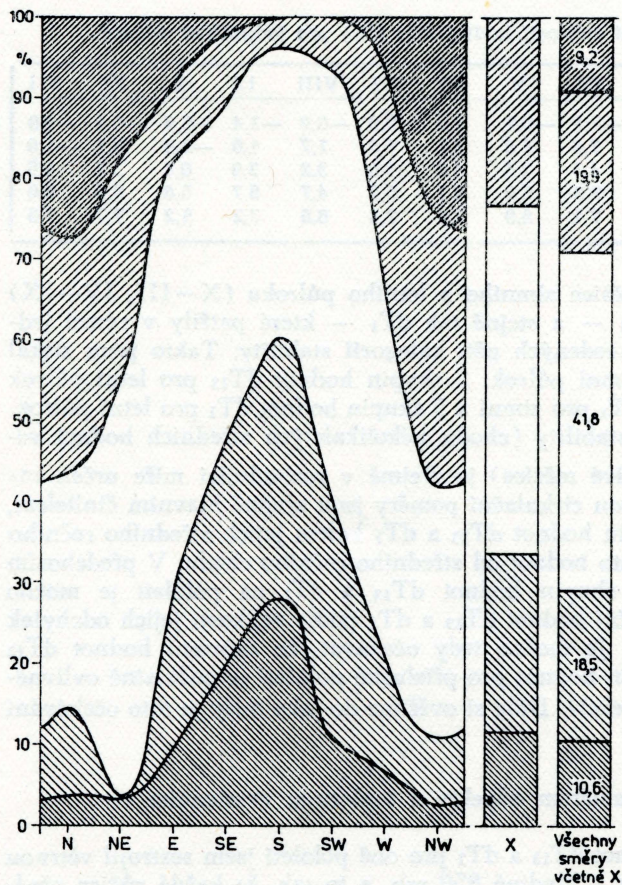
Pro každou ze skupin hodnot dT_{13} a dT_1 pro obě pololetí jsem sestrojil větrnou růžici z údajů o směru větru v hladině 850 mb, a to tak, že každá růžice před-

stavuje rozdělení četností směru větru z termínů, ve kterých se vyskytly hodnoty dT_{13} nebo dT_1 zařazené do jedné z popsaných 20 skupin. Takto jsem získal 20 růžic uvedených v tab. 7. Pro porovnání jsou v tab. 7 uvedeny růžice pro obě pololetí, sestrojené ze všech stanovení směru proudění bez ohledu na stabilitu.

Růžice v tab. 7 charakterizují závislost použitého ukazatele stability (veličiny dT_{13} nebo dT_1) na směru výškového proudění dostatečně názorně. Dobrou představu o této závislosti je možno si utvořit na základě porovnání růžic pro velmi odlišné kategorie stability.

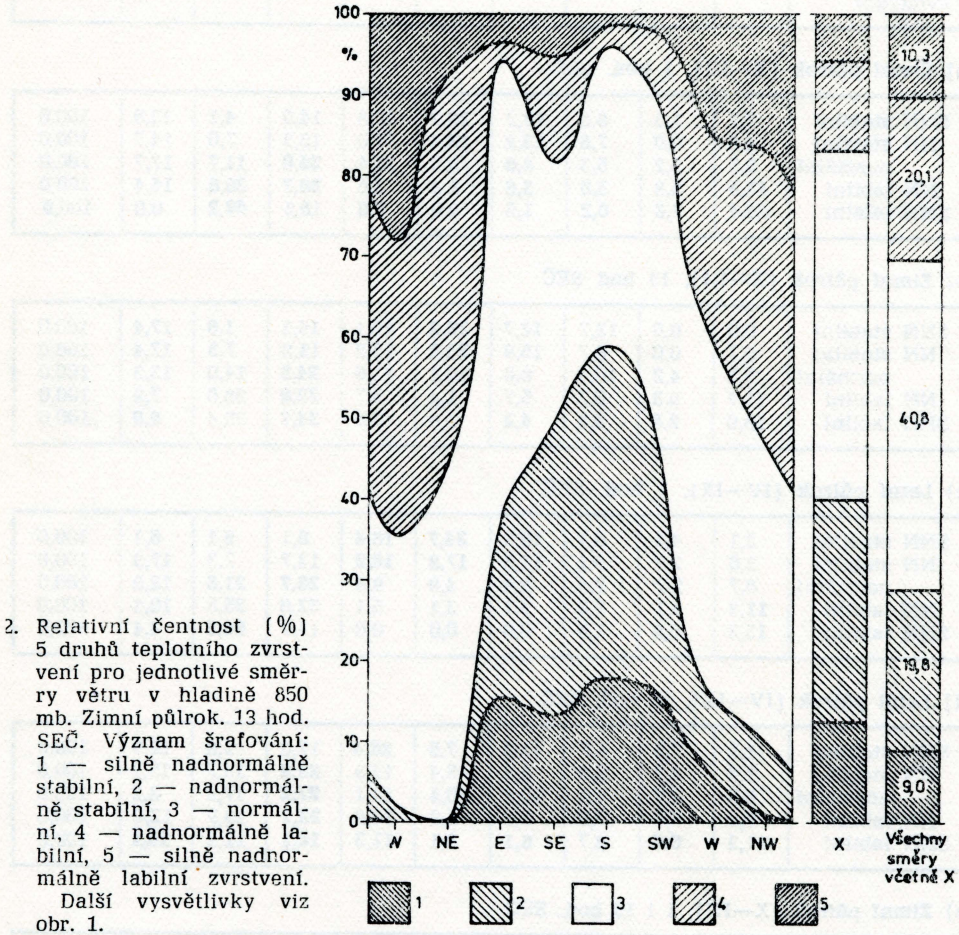
Z růžic v tab. 7 jsem vypočítal směr převládajícího větru a jemu příslušející četnost výskytu podle metody A. A. Kaminského a E. S. Rubinštejnové (Alisov, Drozdov, Rubinštejnová 1952, Nosek 1972). Vypočtené údaje jsou uvedeny v tab. 8.

Jiným způsobem než v tab. 7 a 8 je závislost teplotního zvrstvení na směru advekce v hladině 850 mb znázorněna na obr. 1–4. Sloupce na pravém okraji obr. 1–4, udávají graficky i číselně relativní četnosti (%) jednotlivých kategorií stability v příslušném termínu a pololetí (tzn. při všech směrech výškového proudění včetně X). Na základě definice kategorií stability, uvedené v části 3, by bylo možno očekávat, že četnosti obou extrémních kategorií budou 10 %, četnost normálního zvrstvení 40 % a četnosti obou zbývajících kategorií 20 %.



1. Relativní četnost (%) 5 druhů teplotního zvrstvení pro jednotlivé směry větru v hladině 850 mb. 100 % je počet všech případů výskytu příslušného směru větru při všech druzích zvrstvení. V krajním sloupci vpravo jsou četnosti (%) udány též číselně. Severozápadní Čechy, zimní půlrok, 1 hod. SEČ. Význam šrafování je vysvětlen u obr. 2.

Procenta udaná v krajním pravém sloupci obr. 1–4 se však od těchto čísel nepatrně liší. Souvisí to s malými nepřesnostmi při stanovení decilů dT_{13} a dT_1 (tab. 5, 6), k nimž došlo tím, že součtové křivky byly konstruovány z třídních četností a nikoli z jednotlivých hodnot, zčásti snad i nepřesným rýsováním či čtením decilů z grafů. Další příčinou je to, že v případech kdy se v souboru hodnot dT_{13} nebo dT_1 z nějakého měsíce vyskytl větší počet stejných hodnot rovných decilu, byly všechny tyto hodnoty zařazeny do téže kategorie stability do které patří dotyčný decil.



Z obr. 1–4 je vidět, že relativně nejstabilnější teplotní zvrstvení je vázáno na proudění se silnou jižní kompetentou, relativně nejlabilnější na severozápadní a severní proudění. Tato závislost je velmi výrazná s výjimkou odpoledního termínu v letním půlroce. Nadprůměrně stabilní zvrstvení se vyskytuje také v případech proměnlivého proudění (X) – opět vyjma odpolední termínu v letním půlroce, kdy při proudění klasifikovaném X je nadprůměrně velká četnost jak relativně stabilního, tak relativně labilního zvrstvení.

Tab. 7. Větrné růžice pro různé kategorie teplotního zvrstvení. Hladina 850 mb, severozápadní Čechy, 1. XI. 1968—31. III. 1972. Každá růžice udává četnosti směrů větru v hladině 850 mb (%) pro soubor všech termínů 1 nebo 13 hod. z příslušného půlroku, kdy bylo teplotní zvrstvení zařazeno do stejnojmenné statistické kategorie. Např. růžice pro silně nadnormálně stabilní zvrstvení v zimním půlroce a v 1 hod. se týká souboru termínů 1 hod. z měsíců X—III, kdy hodnoty dT_1 ležely v intervalu $(-\infty, D_1)$. Přitom decil D₁ byl pro každý měsíc jiný — bylo užito decilů z tab. 5 a 6. Význam zkratk: SNN — silně nadnormálně, NN — nadnormálně.

Teplotní zvrstvení	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	X	Součet
--------------------	---	----	---	----	---	----	---	----	---	--------

a) Zimní půlrok (X—III), 1 hod. SEČ

SNN stabilní	2,7	1,3	6,8	16,2	29,7	10,8	14,9	4,1	13,5	100,0
NN stabilní	4,6	0,0	7,8	13,2	19,4	17,0	16,3	7,0	14,7	100,0
normální	5,5	5,2	9,3	8,6	9,6	13,4	24,0	11,7	12,7	100,0
NN labilní	11,5	5,8	3,6	3,6	2,2	3,6	28,7	26,6	14,4	100,0
SNN labilní	23,4	7,8	6,2	1,6	0,0	0,0	18,8	42,2	0,0	100,0

b) Zimní půlrok (X—III), 13 hod SEČ

SNN stabilní	0,0	0,0	12,7	12,7	22,2	19,1	14,3	1,6	17,4	100,0
NN stabilní	0,7	0,0	8,7	15,9	23,2	15,2	11,6	7,3	17,4	100,0
normální	5,3	4,2	10,2	6,6	10,2	11,6	24,6	14,0	13,3	100,0
NN labilní	11,4	9,3	0,7	5,7	1,4	5,7	30,0	28,6	7,2	100,0
SNN labilní	18,0	2,8	2,8	4,2	1,4	2,8	34,7	26,4	6,9	100,0

c) Letní půlrok (IV—IX), 1 hod. SEČ

SNN stabilní	2,1	4,1	6,1	16,3	34,7	18,4	6,1	6,1	6,1	100,0
NN stabilní	3,6	2,7	9,1	11,8	17,3	18,2	12,7	7,3	17,3	100,0
normální	6,7	2,7	7,5	8,4	4,9	9,3	26,7	21,8	12,0	100,0
NN labilní	11,3	3,1	7,2	3,1	2,1	5,1	32,0	25,8	10,3	100,0
SNN labilní	13,2	5,9	1,5	0,0	0,0	0,0	14,7	60,3	4,4	100,0

d) Letní půlrok (IV—IX), 13 hod. SEČ

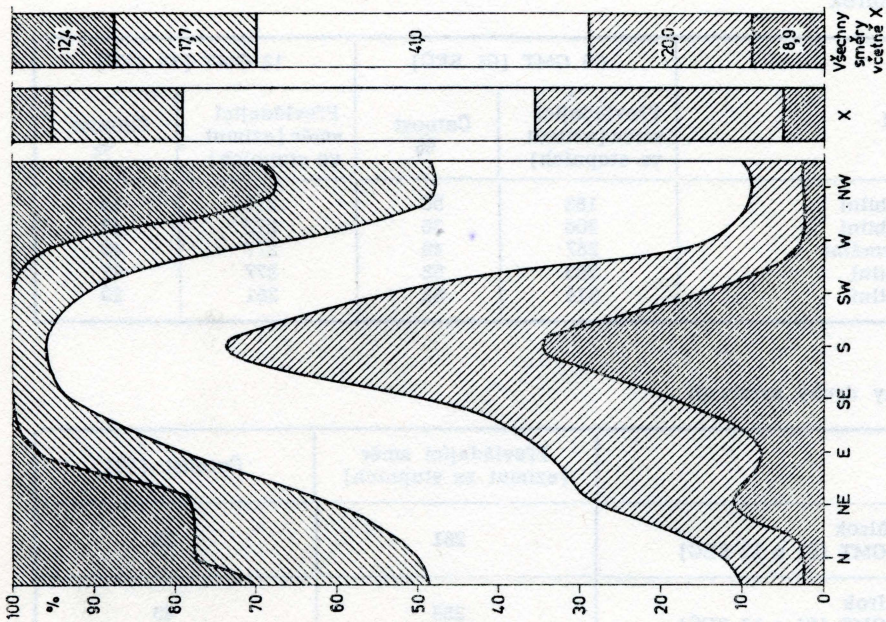
SNN stabilní	1,9	7,5	5,7	11,3	7,5	26,4	17,0	3,8	18,9	100,0
NN stabilní	1,8	2,7	3,6	8,9	5,4	17,8	25,9	18,7	15,2	100,0
normální	6,3	2,7	4,5	10,4	10,4	13,1	27,2	17,2	8,2	100,0
NN labilní	9,9	5,9	7,9	7,9	5,0	10,9	25,7	13,9	12,9	100,0
SNN labilní	11,3	6,4	9,7	8,1	8,1	11,3	16,1	12,9	16,1	100,0

e) Zimní půlrok (X—III), 1 i 13 hod. SEČ

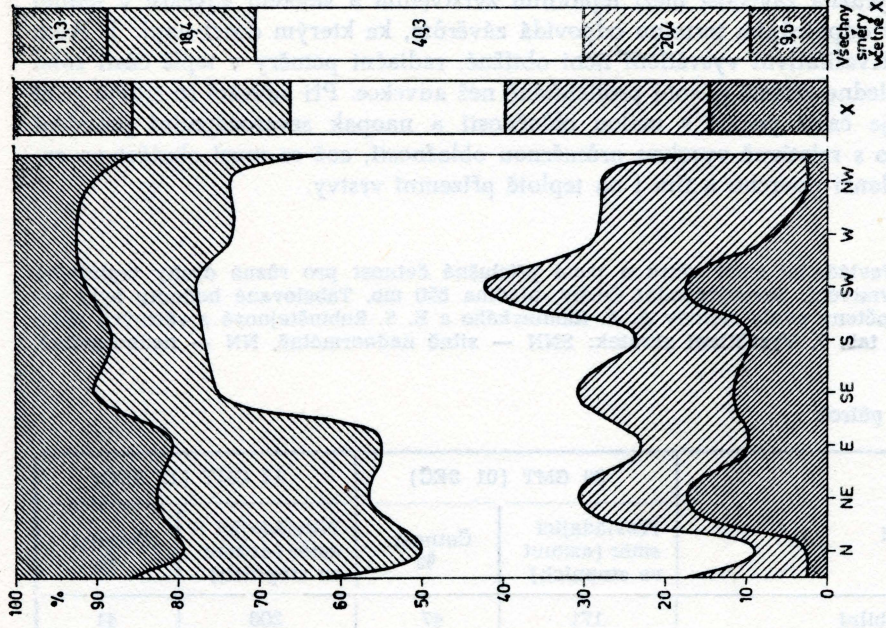
Všechny druhy zvrstvení	7,2	4,0	7,4	8,6	11,2	10,7	22,6	15,8	12,5	100,0
-------------------------	-----	-----	-----	-----	------	------	-------------	------	------	-------

f) Letní půlrok (IV—IX), 1 i 13 hod. SEČ

Všechny druhy zvrstvení	6,7	3,7	6,3	8,7	8,4	12,4	23,0	19,0	11,8	100,0
-------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	------	-------------	------	------	-------



3. Relativní četnost (%) 5 druhů teplotního zvrstvení pro jednotlivé směry větru v hladině 850 mb. Letní půlrok, 1 hod. SEČ. Další vysvětlivky viz obr. 1 a 2.



4. Relativní četnost (%) 5 druhů teplotního zvrstvení pro jednotlivé směry větru v hladině 850 mb. Letní půlrok, 13 hod. SEČ. Další vysvětlivky viz obr. 1 a 2.

Nevýrazná závislost mezi teplotním zvrstvením a směrem advekce v letním půlroce v odpoledním termínu odpovídá závěrům, ke kterým došel např. J. Rink (1953). Kvalitativní vysvětlení není obtížné: radiální poměry v teplé části roku kolem poledne zřejmě působí protichůdně než advekce. Při advekci se silnou jižní složkou je časté počasí s malou oblačností a naopak severozápadní proudění je spojeno s relativně vysokou průměrnou oblačností, což se musí odrážet na radiální bilanci povrchu a tím i na teplotě přízemní vrstvy.

Tab. 8. Převládající směr větru a jemu příslušná četnost pro různé druhy teplotního zvrstvení. Severozápadní Čechy, hladina 850 mb. Tabelované hodnoty byly vypočteny podle metody A. A. Kaminského a E. S. Rubinštejnové z větrných růžic v tab. 7. Vysvětlení zkratk: SNN — silně nadnormálně, NN — nadnormálně.

a) Zimní půlrok

Teplotní zvrstvení	00 GMT (01 SEČ)		12 GMT (13 SEČ)	
	Převládající směr (azimut ve stupních)	Četnost %	Převládající směr (azimut ve stupních)	Četnost %
SNN stabilní	171	47	200	41
NN stabilní	205	36	173	41
normální	265	39	275	40
NN labilní	296	55	295	59
SNN labilní	320	68	296	61

b) letní půlrok

Teplotní zvrstvení	00 GMT (01 SEČ)		12 GMT (13 SEČ)	
	Převládající směr (azimut ve stupních)	Četnost %	Převládající směr (azimut ve stupních)	Četnost %
SNN stabilní	183	56	233	44
NN stabilní	206	36	272	47
normální	287	49	277	46
NN labilní	293	58	277	41
SNN labilní	314	82	281	29

c) Všechny druhy zvrstvení

	Převládající směr (azimut ve stupních)	Četnost (%)
Zimní půlrok 00 a 12 GMT (01 a 13 SEČ)	281	39
Letní půlrok 00 a 12 GMT (01 a 13 SEČ)	283	43

5. Diskuse

Použití veličin dT_{13} a dT_1 jako ukazatele termické stability nutně vyvolává otázku, jaké jsou vztahy těchto veličin ke skutečnému teplotnímu profilu. Domnívám se, že tyto veličiny poskytují cenné a použitelné informace o teplotním zvrstvení nad sledovanou oblastí. Tento názor zakládám na následujících skutečnostech.

— Je známo, že existují velmi výrazné vztahy mezi těmito veličinami a imisemi SO_2 (Sládek 1972a). Tyto vztahy jsou mnohem těsnější než vztahy mezi imisemi SO_2 a řadou dalších parametrů, které připadají v úvahu jako nepřímé charakteristiky teplotního zvrstvení.

— To že průměrný vertikální teplotní gradient mezi zemí a hladinou 850 mb nebo rozdíl teploty mezi zemí a hladinou 850 mb je pro mnohé praktické účely použitelnou charakteristikou teplotního zvrstvení v mezní vrstvě, potvrzuje synoptická praxe (Jilek 1954, str. 12).

— Prognóza znečištění ovzduší musí být založena na předpovědi jednoduchých, lehce předpovídatelných, tzn. v prostoru a čase málo proměnlivých meteorologických parametrů. Z tohoto hlediska je účelné se zabývat takovými ukazateli stability jako jsou veličiny dT_{13} a dT_1 , a to i s vědomím jejich nevýhodných vlastností. V neposlední řadě je třeba vzít v úvahu, že v severozápadních Čechách se neprovádějí žádná systematická aerologická měření v mezní vrstvě a že tedy se ani nelze vyhnout používání takových náhražek znalosti skutečného vertikálního teplotního profilu, jakými jsou veličiny dT_{13} a dT_1 .

K otázce, zda by nebylo lépe místo veličin dT_{13} a dT_1 použít průměrných vertikálních gradientů teploty (tj. podílů hodnot těchto veličin a výšky hladiny 850 mb nad stanicí Újezd u Jirkova) je možno s jistotou říci, že takové zlepšení by bylo zcela zanedbatelné a nemohlo by nic změnit na závěrech této práce. Ověřil jsem si, že mezi hodnotami teplotního rozdílu a průměrného gradientu teploty mezi zemí a hladinou 850 mb je velmi těsný, téměř funkční vztah. Kolísání výšky hladiny 850 mb je velmi malé v porovnání se střední výškou této hladiny nad dnem Mostecké pánve.

Cirkulační poměry jsem charakterizoval směrem proudění v hladině převyšující o několik set metrů Krušné hory. To umožňuje učinit si představu o tom, jak rozdílné jsou podmínky rozptylu exhalací při proudění od jejich zdrojů v Podkrušnohoří směrem ke Krušným horám a při opačném proudění apod. Bylo by zajímavé podobným způsobem jako je zde vyšetřována závislost dT_{13} a dT_1 na směru výškového proudění vyšetřit také závislost těchto veličin na výskytu typů synoptických situací.

Porovnání vztahů mezi směrem proudění v hladině 850 mb a veličinami dT_{13} a dT_1 s dostupnými údaji o vztzích mezi teplotním zvrstvením a směrem větru ve vertikálně málo rozsáhlé vrstvě mezi zemí a výškou několika desítek až stovek metrů nasvědčuje tomu, že teplotní stratifikace v blízkosti zemského povrchu je na cirkulačních podmínkách méně závislá než teplotní stratifikace ve vyšších částech mezní vrstvy. Je tomu tak zřejmě proto, že v nízké přízemní vrstvě je vliv advekce na teplotní zvrstvení překryt vlivem radiálních poměrů. Je možno soudit, že ještě výrazněji než veličiny dT_{13} a dT_1 závisí na směru advekce vertikální profil teploty ve vrstvě mezi úrovní ústí kominů velkých uhelných elektráren v severozápadních Čechách (200 m, elektrárna Tušimice II 300 m) a hladinou 850 mb.

6. Závěr

Teplotní zvrstvení v mezní vrstvě severozápadních Čech je silně závislé na směru proudění v hladině 850 mb. V měsících zimního půlroku v noci i ve dne a v měsících letního půlroku v noci je tato závislost velmi podobná. V těchto obdobích se projevuje výrazná tendence k výskytu stabilnějšího teplotního zvrstvení, než je pro danou roční a denní dobu obvyklé při advekcii se silnou jižní složkou. Naproti tomu při proudění v hladině 850 mb od severozápadu, severu a severovýchodu existuje neméně výrazná tendence k výskytu labilnějšího teplotního zvrstvení než odpovídá střední úrovni stability pro dotýcnou roční a denní dobu. Při proudění od západu je teplotní zvrstvení celkově méně stabilní než při proudění od východu.

Odlíšná situace je v letním půlroce v denních hodinách — v době na kterou připadají nejvyšší hodnoty radiční bilance zemského povrchu. V tomto případě je vázanost výskytu relativně labilního či stabilního zvrstvení na směru advekce mnohem slabší, než je tomu v zimním půlroce ve dne i v noci a v letošním půlroce v noci. Nicméně i v měsících letního půlroku po poledni byly zjištěny některé podobné rysy závislosti teplotního zvrstvení na směru výškového proudění jako v zimním půlroce ve dne i v noci a v letním půlroce v noci. V letním půlroce v termínu 13 hod. při severním proudění v hladině 850 mb jsou relativní četnosti poměrně labilního zvrstvení (vzhledem k obvyklé úrovni stability pro dotýcnou roční a denní dobu) větší a poměrně stabilního zvrstvení menší než při ostatních směrech výškového proudění. Poměrně stabilní zvrstvení má v letních měsících po poledni největší a poměrně labilní zvrstvení nejmenší relativní četnost při jihozápadním výškovém proudění.

Slabá závislost mezi směrem advekce a teplotním zvrstvením v letním půlroce v denních hodinách je zřejmě následkem toho, že v této době je vliv advekce na teplotní zvrstvení z velké části kompenzován vlivem radičních faktorů.

Poznatky o vztazích mezi směrem proudění v hladině 850 mb a vertikálním teplotním profilem v mezní vrstvě jsou od podzimu 1973 prakticky využívány při vydávání předpovědí úrovně znečištění ovzduší ve střední části Krušných hor a střední části Podkrušnohoří (Sládek 1973). Tyto předpovědi jsou podkladem pro omezování emisí SO_2 z elektráren Tušimice a Prunéřov za nepříznivého počasí.

Literatura

- ALISOV B. P., DROZDOV O. A., RUBINŠTEJNOVÁ E. S. (1952): Kurs klimatologii, část I a II, 487 str. Leningrad.
- COUFAL L. (1973): Klimatologické hodnocení mezní vrstvy atmosféry. Sborník prací Hydrometeorologického ústavu v Praze, sv. 19, 81—129.
- JÍLEK J. (1954): Rozbor počasí. Advektivně dynamická metoda. 59 str., Praha.
- NOSEK M. (1972): Metody v klimatologii. 434 str., Academia, Praha.
- RINK J. (1953): Über das Verhalten des mittleren vertikalen Temperaturgradienten der bodennahen Luftschicht (1—76 m) und seine Abhängigkeit von speziellen Witterungsfaktoren und Wetterlagen. Abhandlungen des Meteorologischen und hydrologischen Dienstes der DDR, sv. III, č. 18, 73 str., Berlin.
- SLÁDEK I. (1971): Přípravy jednodenní předpovědi imisí SO_2 v Podkrušnohoří. Výzkumná zpráva Hydrometeorologického ústavu Praha, 52 s., rozmnoženo.
- SLÁDEK I. (1972): Metodika předpovědi oblastního denního průměru imisí SO_2 pro Podkrušnohoří a Krušné hory na Chomutovsku. Výzkumná zpráva Hydrometeorologického ústavu, Praha, 57 s., rozmnoženo.

- SLÁDEK I. (1972a): Vliv teplotního zvrstvení na imise SO₂ v severozápadních Čechách. Ochrana ovzduší (stálá příloha řady B časopisu Vodní hospodářství), č. 6:86—91.
- SLÁDEK I. (1973): Meteorologická předpověď znečištění ovzduší v severozápadních Čechách. Ochrana ovzduší (stálá příloha řady B časopisu Vodní hospodářství), č. 11:164—168.

TO THE INFLUENCE OF CIRCULATION CONDITIONS UPON THE TEMPERATURE STRATIFICATION WITHIN THE BOUNDARY LAYER OF NORTHWEST BOHEMIA

The influence of the direction of wind in 850 mb level upon the difference between the temperature of air measured 2 m over ground on the meteorological station Újezd u Jirkova (287 m above sea level) and the temperature of air in 850 mb was studied. Wind direction and air temperature in 850 mb level were derived (interpolated) from the maps of absolute topography. All data about wind direction in 850 mb level and about vertical difference of temperature between the height of 2 m above ground and the height of 850 mb level (approximately 1,5 km above sea level) for one a. m. and one p. m. of local time from the period of 41 month were processed.

Both the previous studies from air pollution climatology and the practical experience from synoptic meteorology have showed that the difference between air temperatures near ground and in 850 mb level is the good indicator of temperature stratification which may be valid for the solution of some problems of the dispersion of airborne matters. Author analysed relations between the direction of upper wind and the deviations of the differences between the near ground temperature and the temperature in 850 mb level from the mean values of these differences for one a. m. and one p. m. in every month.

For the months of winter half-year both at one a. m. and at one p. m., expressive tendency to the occurrence of more than in average stable temperature stratification was ascertained when upper wind blows from S, SE or SW. In the same months and hours, temperature stratification tends markedly to be less stable than normally during this time when upper wind blows from NW, N or NE. Under W stream in 850 mb level, temperature stratification on the whole is less stable than under E stream.

But different results were obtained for one p. m. during months of summer half-year. In this case, the relationships between the stability and upper wind direction are much less significant than during winter half-year at one a. m. and one p. m. or than during summer half-year at one a. m. Weak dependence of stability on the direction of upper wind during summer half-year at one p. m. (during the time when the radiational balance of the earth surface reaches its highest values) is apparently the consequence of the fact that at this time the influence of circulation conditions upon vertical profile of temperature is partly compensated by the influence of radiational factors.