

DIE TEMPERATURBODENINVERSIONEN IM SÜDTEIL VON BOSKOVICKÁ BRÁZDA-FURCHE

P. Prošek

Lehrstuhl der Geographie an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der J. E. Purkyně Universität,
Brno, Kotlářská 2, Tschechoslowakei

Eingegangen: Juni 1981

ZUSAMMENFASSUNG

Dieser Artikel, der eng mit der Arbeit von P. Faško, T. Litschmann und P. Prošek (1981) gebunden ist, wurde an die Analyse des Auftretens, der Ausprägung und der Schaffungsdynamik der Bodeninversionen in zwei morphologisch unterschiedlichen Niederungen im Südteil von Boskovická brázda-Furche orientiert. Bei der Analyse der zeitlichen Temperaturänderungen in der bodennahen Atmosphäre im Laufe von 112 Nächten mit dem Ausstrahlungswettertyp, die mit Hilfe den Temperaturpseudogradienten ausgeprägt wurden, konnte man feststellen, daß sowohl das Auftreten, als auch die zeitliche Entwicklung und die Ausprägung der Bodeninversionen eng mit der Morphologie der Niederungen verbunden ist. Die wahrscheinlichste Ursache der größeren Ausprägung und der Zeitänderungenvariabilität von den Inversionen in den Niederungen mit kleinem Hangneigungswinkel ist die Existenz des katabatischen Kaltlufttherabfließen von den Hängen in den Raum des Grundes der Niederungen.

1. EINFÜHRUNG

Für die Bodeninversionen, die sich als Folge der Abkühlung der aktiven Oberfläche und der bodennahen Atmosphäre durch die langweilige Ausstrahlung in den Nachtstunden besonders im wellenförmigen Gelände bilden (wo sie durch katabatische Strömung der Kaltluft, die zu den Erhöhungshängen anliegt noch gestärkt könnten) wesentliche Veränderlichkeit ihres Raumauftretens und die Variabilität in ihren Schaffungsdynamik typisch ist.

Auf enge Bindung der Schaffung von Bodeninversionen an die Geländemorphologie haben schon früher mehrere Autoren, z. B. R. Geiger (1961), F. Schnelle (1963), F. Rein (1972), T. Niedwiedź (1973), M. M. Yoshino (1975) und andere aufmerksam gemacht.

Die Problematik des Auftretens der Bodeninversionen im Südteil von Boskovická brázda-Furche wurde schon teilweise von P. Faško, T. Litschmann und P. Prošek (1981) in Rahmen der Saatsforschungsaufgabe II-5-1/4 „Der Landschaftssystem des Rosice-Oslavany-Gebietes und sein Potential“ bei der Analyse des Auftretens und der Ausprägung der warmen Hangzone an dem W-Hang von Oslavanská brázda-Furche und NE-Hang von Ivančická kotlina-Becken gelöst. In der Arbeit der oben genannten Autoren, mit der dieser Artikel eng gebunden ist, die Morphologie des Forschungsgebietes und das bearbeitete Material — die Thermographregistrierungen aus den Geländeklimastationen Rosice (315 m ü. d. M.), Zastávka (386 m ü. d. M.) und Zbraslav (505 m ü. d. M.), die auf dem Hangfuss, in der Mitte und in den Gipfel-

partien des W-Hanges von Oslavanská brázda-Furche lokalisiert wurden, und Ivančice (210 m ü. d. M.), Jakub (295 m ü. d. M.) und Hlína (430 m ü. d. M.), die sich im Profil des NE-Hanges von Ivančická kotlina-Becken befanden beschrieben wurden.

Die angeführte Hangprofile wurden für die Analyse der warmen Hangzone und der Bodeninversionen im Hinblick zu der unterschiedlichen Niederungsmorphologie gewählt. Bei der praktisch gleichen Überhöhung der Hanggipfelteile über den Grunden der Niederungen, die ungefähr 200 m beträgt, stellt Oslavanská brázda-Furche eine ausgedehnte Depression, die ungefähr in der Richtung NNE-SSW orientiert ist und deren W-Hang die Neigung 3—5° hat vor. Ivančická kotlina-Becken ist ungefähr rundformig und in ihrer östlichen Hälfte durch die Hänge mit der Neigung etwa 10—15° abgegrenzt. Beide Niederungen stellen zwei Teile von Boskovická brázda-Furche, die gegeneinander durch die höhere Grundniveau mit der relativen Überhöhung gegenüber Oslavanská brázda-Furche etwa 100 m und gegenüber Ivančická kotlina-Becken ungefähr 190 m hat.

Das Grundmaterial für die Analyse der Bodeninversionen stellten die Temperaturstundenwerte vor, die aus den Registrierungen der in den meteorologischen Hütten in der Höhe 1,5 m angebrachten Thermographen gewonnen wurden. Den Kriterien nach, die schon früher von P. Prošek (1978) publiziert wurden, konnte man aus ganzer Funktionsdauer des Stationsnetzes im Gebiet von Rosice—Oslavany (1. 11. 1976—31. 10. 1977) 112 Nächte vom März 1977 bis Oktober 1977 ausgewählt, in denen konnte man die Überlegenheit der Einflüsse von der langwelligen Ausstrahlung der aktiven Oberfläche an das Temperaturregime der bodennahen Atmosphäre und minimale Advektionseinflüsse voraussetzen.

2. DIE HÄUFIGKEIT DES AUFTRETENS DER BODENINVERSIONEN

In dem Zusammenhang mit der vorigen Analyse der warmen Hangzone, die früher durch P. Faško, T. Litschmann und P. Prošek (1981) durchgeführt wurde, wurden die Bodeninversionen mit Rücksicht auf ihre Höhe an die niedrige (die von dem Grund beiden Niederungen bis zur Hangmitte reichen und die in die warme Hangzone übergehen) und die hohe (die den ganzen Niederungsprofil erfüllen) geteilt. Die Auskunft über ihren Auftreten gibt Tabelle 1.

Aus der Tabelle 1. geht klar hervor, daß die Anzahl der hohen Inversionen sich im ganzen analysierten Zeitraum in beiden Niederungen nicht bedeutend unterscheidet, einigermaßen höhere Differenzen gibt es lediglich bei dem Auftreten der niedrigen Inversionen. In einzelnen Monaten ist das Auftreten von beiden Typen beträchtlich veränderlich. Daraus geht hervor, daß ihre Bildung im Oslavanská brázda-Furche und Ivančická kotlina-Becken merklich individuell ist. Der Anteil der niedrigen Inversionen am gesamten Inversionenanzahl ist im Ivančická kotlina-Becken bedeutsamer, als im Oslavanská brázda-Furche.

Während im Ivančická kotlina-Becken für die Anzahl der hohen Inversionen und beiden Inversionstypen in einzelnen Monaten die deutliche Abnahme der perzentuellen Fälleanzahl vom Frühling bis zum Sommer und Wiederaufnahme zum Herbst deutlich ist, im Oslavanská brázda-Furche tritt dieser Trend nicht auf. Die angeführten Unterschiede bestehen offenbar aus der unterschiedlichen Bildungsdynamik der Inversionen in beiden Niederungen. Mit Rücksicht auf kleineren Hangneigungswinkel des W-Hanges von Oslavanská brázda-Furche können wir hier in Überein-

stimmung mit F. Schnelle (1963) den ausgeprägstenanteil des katabatischen Kaltluftflusses aus der Hänge an der Bildung der Inversionen, die infolge dessen weniger an eigener Ausstrahlung des Niederungsgrund abhängig sind, annehmen. Die Abhängigkeit der Abkühlung der bodennahen Atmosphäre von der jährlichen Periodizität der Ausstrahlungsprozessen, die am deutlichsten die Abkühlung der Oberfläche in den Frühlings- und Herbstmonaten bedingen, hier deswegen minimal ist.

Tab. 1. Das Auftreten von niedrigen (N) und hohen Bodeninversionen (V) im Raum von Oslavanská brázda-Furche und Ivančická kotlina-Becken im Zeitraum März bis Oktober 1977
Oslavanská brázda-Furche

Monat	III.		IV.		V.		VI.	
Anzahl der analysierten Nächte	12		11		18		16	
Inversionstyp	N	V	N	V	N	V	N	V
Auftretensanzahl	1	5	3	2	4	3	9	3
Auftretensanzahl in % der analysierten Nächte	7,7	38,5	27,3	18,2	22,2	16,7	56,3	18,7
Inversionsanzahl insgesamt	6		5		7		12	
Gesamtinversionsanzahl in % der analysierten Nächte	46,2		45,5		38,9		75,0	

Oslavanská brázda-Furche

Monat	VII.		VIII.		IX.		X.		III. – X.	
Anzahl der analysierten Nächte	18		11		12		13		112	
Inversionstyp	N	V	N	V	N	V	N	V	N	V
Auftretensanzahl	12	4	4	4	4	7	2	3	39	31
Auftretensanzahl in % der analysierten Nächte	66,7	22,2	36,4	36,4	33,3	58,3	15,4	23,1	34,8	27,7
Inversionsanzahl insgesamt	16		8		11		5		70	
Gesamtinversionsanzahl in % der analysierten Nächte	88,9		72,7		91,6		38,5		62,5	

Ivančická kotlina-Becken

Monat	III.		IV.		V.		VI.	
Anzahl der analysierten Nächte	13		11		18		16	
Inversionstyp	N	V	N	V	N	V	N	V
Auftretensanzahl	7	6	5	4	10	5	6	5
Auftretensanzahl in % der analysierten Nächte	53,8	46,2	45,5	36,4	55,6	27,8	37,5	31,3
Inversionsanzahl insgesamt	13		7		15		11	
Gesamtinversionsanzahl in % der analysierten Nächte	100		81,9		83,4		68,8	

Ivančická kotlina-Becken

Monat	VII.		VIII.		IX.		X.		III.—X.	
Anzahl der analysierten Nächte	18		11		12		13		112	
Inversionstyp	N	V	N	V	N	V	N	V	N	V
Auftretensanzahl	12	0	4	1	3	3	2	5	49	29
Auftretensanzahl in % der analysierten Nächte	66,7	0	36,4	9,1	25,0	25,0	15,4	38,5	43,7	25,9
Inversionsanzahl insgesamt	12		5		6		7		78	
Gesamtinversionsanzahl in % der analysierten Nächte	66,7		45,5		50		53,9		69,6	

Im östlichen Teil von Ivančická kotlina-Becken sind mit Rücksicht auf den ausgeprägten Hangneigungswinkel die Bedingungen entgegengesetzt, d. h. daß die Inversionsbildung hauptsächlich vom langwelligen Ausstrahlung aus dem Beckengrund abhängig ist. In dem Einklang mit der Änderung der Wärmeakumulation in der Sohle der aktiven Oberfläche im Laufe des Jahres und demnach mit der Intensitätsänderung der langwelligen Ausstrahlung und dadurch bedingten Abkühlung der bodennahen Atmosphäre, treten hier also die Bodeninversionen im Sommer und anfangs des Herbstes weniger häufig, als in den Frühlingsmonaten auf.

3. DIE AUSPRÄGUNG UND DIE ZEITÄNDERUNGEN DER BODENINVERSIONEN

Die Analyse der Ausprägung und der Zeitänderungen von den Bodeninversionen, die P. Faško, T. Litschmann und P. Prošek (1981) durchgeführt haben, wurde auf mittlere Werte der Temperaturpseudogradienten, d. h. der Gradienten, die auf Grund der Temperaturdifferenzen zwischen den Stationen von einem Hangprofil bestimmt wurden, orientiert¹⁾. Diese Werte (Tabelle 2) wurden für die ganzen Stunden der mittleren Lokalzeit (MLZ) festgestellt, die von 0 (ganze Stunde MLZ, die am nächsten der Sonnenuntergang liegt) gezählt wurden.

Die Unterschiede in der Ausprägung der Bodeninversionen und die Analyse der wahrscheinlichsten Ursachen von diesen Unterschieden wurden schon in der oben-angeführten Arbeit von P. Faško et al. beschrieben.

Aus den mittleren Werten der Pseudogradienten in der Tabelle 2 geht dazu noch hervor, daß in beiden Niederungen gibt es zwischen der mittleren Ausprägung des unteren Teils der hohen und zwischen den niedrigen Inversionen kein wesentlicher Unterschied. Erst ab 5. bis 6. Stunde die Unterschiede der Pseudogradienten infolge der grösseren Ausprägung des unteren Teils von hohen Inversionen etwas wachsen, während die niedrige Inversionen seit dieser Zeit abnehmen.

Mit Rücksicht darauf, daß die mittlere Temperaturpseudogradienten lediglich die Teilvorstellung über der Ausprägung der Inversionen und ihren zeitlichen Änderungen im Laufe der Nacht bieten, wurde in der weiteren Einschätzung der

Tab. 2. Die mittlere Temperaturpseudogradienten [$^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$] zwischen dem Niederungsgrund und der Hangmitte (\bar{T}_s), der Hangmitte und Hanggipfelpartien (\bar{T}_v) bei den hohen und zwischen dem Niederungsgrund und der Hangmitte (\bar{T}) bei den niedrigen Inversionen im Oslavanská brázda-Furche (a) und Ivančická kotlina-Becken (b) in ganzen Stunden MLZ vor und nach dem Sonnenuntergang (t_{rel} [h MLZ]) im Zeitraum März bis Oktober 1977

a	t_{rel} [h MLZ]									
	-2.	-1.	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
\bar{T}_s [$^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$]	0,5	-0,5	-1,7	-2,7	-4,1	-4,7	-4,8	-4,9	-4,9	-5,1
\bar{T}_v „„	0,7	-0,1	-0,3	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0	-1,1	-1,3
\bar{T} „„	0,3	-0,6	-1,5	-2,5	-3,7	-4,1	-4,9	-4,9	-4,3	-3,1

	t_{rel} [h MLZ]			
	8.	9.	10.	11.
\bar{T}_s [$^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$]	-4,7	-4,3	-2,0	0,1
\bar{T}_v „„	-1,3	-1,2	-0,4	0,3
\bar{T} „„	-3,1	-2,8	-1,5	0,0

¹⁾ Für solche Gradienten benützt man ebenfalls das Begriff „Hypsometrische Temperaturgradienten“ (W. Endlicher (1980)).

b	$t_{\text{rel}} [\text{h MLZ}]$									
	-2.	-1.	1.	2.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
$\bar{\Gamma}_s [^\circ\text{C}/100 \text{ m}]$	0,7	0,4	-0,4	-1,4	-2,3	-2,5	-2,7	-2,6	-2,9	-2,8
$\bar{\Gamma}_v$ „„	1,4	1,3	1,2	0,5	0,2	-0,2	-0,7	-0,9	-1,0	-1,2
$\bar{\Gamma}$ „„	0,8	0,3	-0,7	-1,3	-2,0	-2,2	-2,4	-2,0	-1,9	-1,8

	$t_{\text{rel}} [\text{h MLZ}]$			
	8.	9.	10.	11.
$\bar{\Gamma}_s [^\circ\text{C}/100 \text{ m}]$	-2,5	-2,7	-2,5	-1,4
$\bar{\Gamma}_v$ „„	-1,2	-1,4	-1,2	-0,1
$\bar{\Gamma}$ „„	-1,8	-1,8	-1,6	-1,2

Inversionen die Aufmerksamkeit den zeitlichen Änderungen der Auftretenwahrscheinlichkeit der Pseudogradienten gewidmet.

Hierfür wurde die Häufigkeitsbearbeitung der Pseudogradientenstichproben zwischen der Niederungsgrund- und Hangmittestationen ($\bar{\Gamma}_s$) und Hangmitte- und Gipfelstationen ($\bar{\Gamma}_v$) bei den hohen und zwischen der Niederungsgrund- und

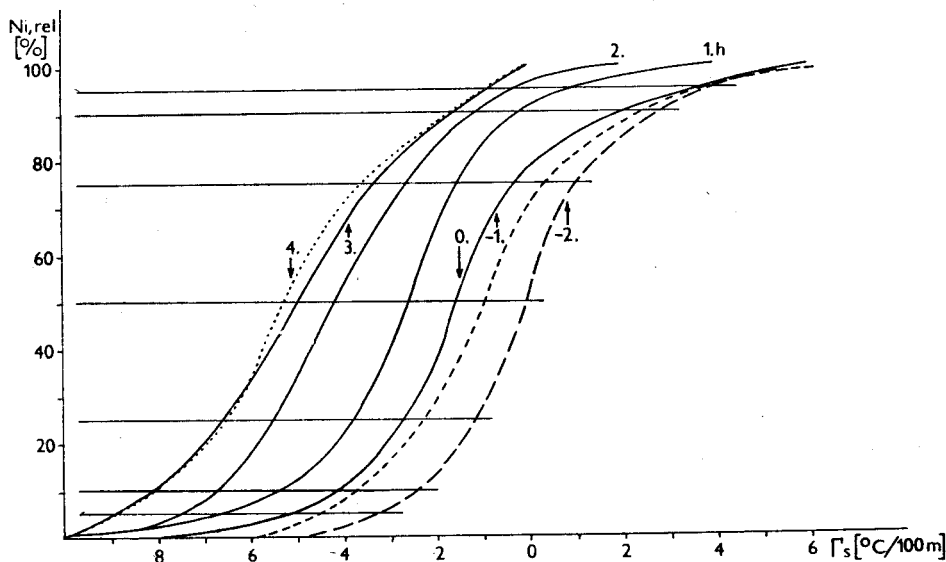
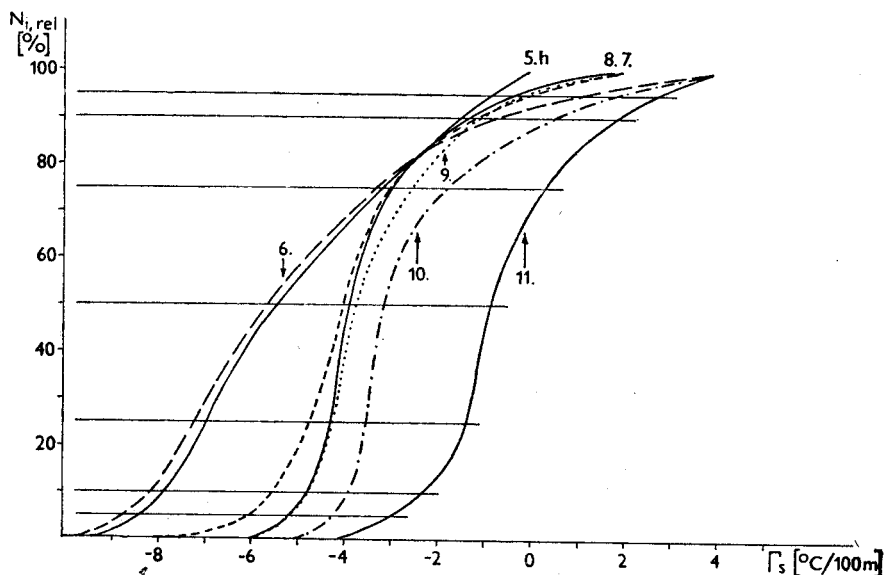


Abb. 1. Die Linien der Summenhäufigkeiten $N_{1,\text{rel}} [\%]$ von den Temperaturpseudogradienten $\Gamma_s [^\circ\text{C}/100 \text{ m}]$ in ganzen Stunden MLZ, die ab Sonnenuntergang gezählt sind, in dem unteren Teil von hohen Inversionen im Oslavanská brázda-Furche



Hangmittestationen bei den niedrigen Inversionen (Γ) in einzelnen Abends-, Nacht- und Morgenstunden durchgeführt. Aus der Häufigkeitsverteilungen wurden weiter die relative Summenhäufigkeiten der Pseudogradienten festgestellt und graphisch dargestellt. Ein Beispiel dieser Bearbeitung ist in der Abb. 1 angeführt.

Die Summenhäufigkeiten der Temperaturpseudogradienten wurden für die Bewertung der Übereinstimmung (des Unterschiedes) der Verteilungen von Pseudogradientenstichproben zwischen den Bergfuss- und Hang- und den Hang- und Gipfelstationen mittels des Kolmogoroff-Smirnow-Testes für zwei unabhängigen Stichproben (R. Reisenauer (1970)) mit der Signifikanzzahl $p = 0,05$ benützt (Tabelle 3).

Das Testergebnis für die Stichproben Γ_s und Γ (2. und 3. Zeile in der Tabelle 3) ist wie im Ivančická kotlina-Becken, so im Oslavanská brázda-Furche insgesamt

Tab. 3. Die Kolmogoroff-Smirnow-Testergebnisse von zwei unabhängigen Stichproben der Temperaturpseudogradienten Γ_s , Γ_v und Γ im Oslavanská brázda-Furche (O. b.) und Ivančická kotlina-Becken (I. k.) in ganzen Stunden MLZ vor und nach dem Sonnenuntergang (t_{rel} [h MLZ]). Die Signifikanz der Verteilungsunterschiede ist mit -, die Übereinstimmung mit + bezeichnet

t_{rel} h MLZ	-2.	-1.	0.	1.T	2.	3.	4.T	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
$\Gamma_s - \Gamma$ (O. b.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
$\Gamma_s - \Gamma$ (I. k.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
$\Gamma_s - \Gamma_v$ (O. b.)	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
$\Gamma_s - \Gamma_v$ (I. k.)	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Γ_s (O. b.) - Γ_s (I. k.)	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Γ (O. b.) - Γ (I. k.)	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Γ_v (O. b.) - Γ_v (I. k.)	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

mit voriger Bewertung der mittleren Werte Γ_s und Γ übereinstimmend, d. h., daß die Unterschiede in den Stichprobenverteilungen Γ_s und Γ statistisch nicht signifikant sind.

Unterschiedliches Ergebnis brachte der angeführte Test für die Bewertung der Stichproben Γ_s und Γ_v (4. und 5. Zeile in der Tabelle 3). Die Unterschiede zwischen seinen Verteilungen sind mit der Ausnahme der Anfangsphase in der Schaffung der hohen Inversionen (1. und 2. Stunde vor und dann noch 11. Stunde nach dem Sonnenuntergang) signifikant.

Die Testergebnisse für die Stichproben Γ_s im Ivančická kotlina-Becken und Oslavanská brázda-Furche (6. Zeile in der Tabelle 3) zeigt statistisch signifikante Verteilungsunterschiede, d. h. gleichfalls auch die Unterschiede in der Ausprägung der unteren Teile von den hohen Inversionen zwischen beiden Niederungen. Dieselbe Ergebnisse brachte auch die Applikation des Stichprobentestes von Γ in beiden Niederungen (7. Zeile in der Tabelle 3).

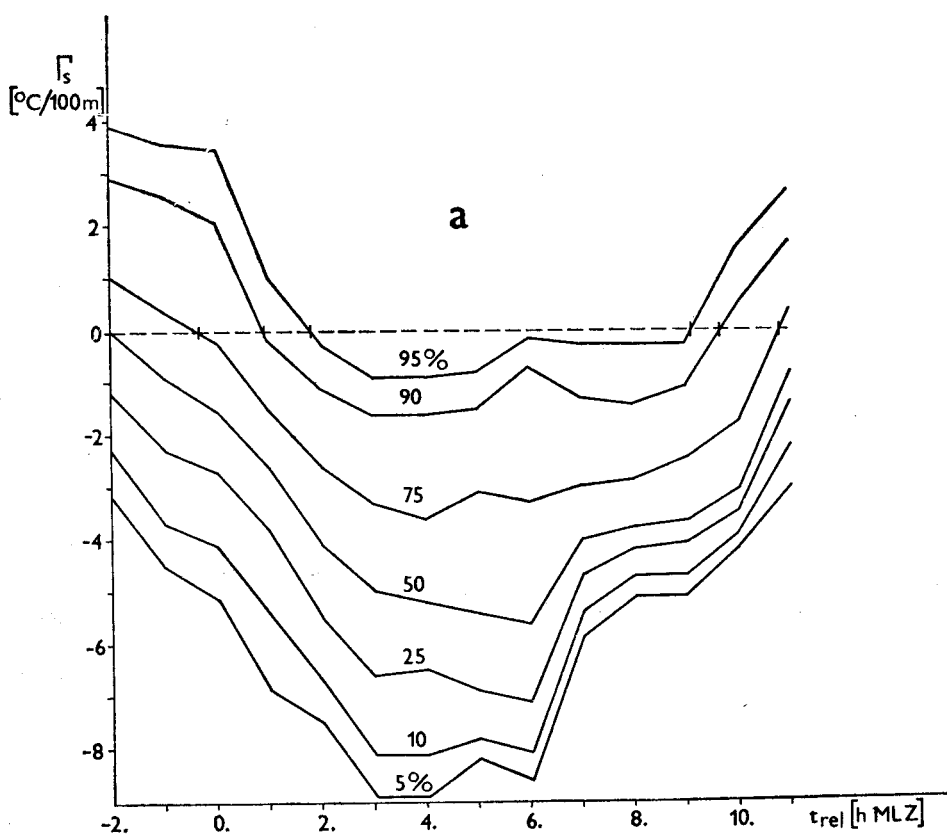


Abb. 2. Die Pseudogradientenwerte Γ_s [$^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$], die in ganzen Stunden MLZ (t_{rel} [h MLZ]) in unterem Teil von hohen Inversionen im Oslavanská brázda-Furche (a) und im Ivančická kotlina-Becken (b) mit der Wahrscheinlichkeit (p) 5; 10; 25; 50; 75; 90; und 95 % auftreten.

Die Unterschiede in der Ausprägung der oberen Teile von hohen Inversionen (8. Zeile in der Tabelle 3) sind im Gegenteil von dem Standpunkt der Stichprobenverteilung Γ_v mit der Ausnahme der -1. und 0. Stunden nicht signifikant.

Die Linien der Summenhäufigkeiten der Temperaturpseudogradienten Γ_s , Γ_v und Γ wurden weiter für die Bewertung der Zeitänderungen von den Bodeninversionen mit Rücksicht auf die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von den Pseudogradientenwerten benützt. Mit Hilfe diesen Linien wurden für jede Stunde die Werte Γ_s , Γ_v und Γ festgestellt (und in der Abb. 2 bis 4 graphisch dargestellt) die mit der Wahrscheinlichkeit 5, 10, 25, 50, 75, 90 und 95 % unterschritten sind. Ähnliche Methode haben z. B. für die Bearbeitung der Abhängigkeit der jährlichen Temperaturamplitude von der Höhe ü. d. M. M. Hess, T. Niedzwiedz und B. Orebska-Starkel (1977), oder B. Orebska-Starkel (1973) benützt.

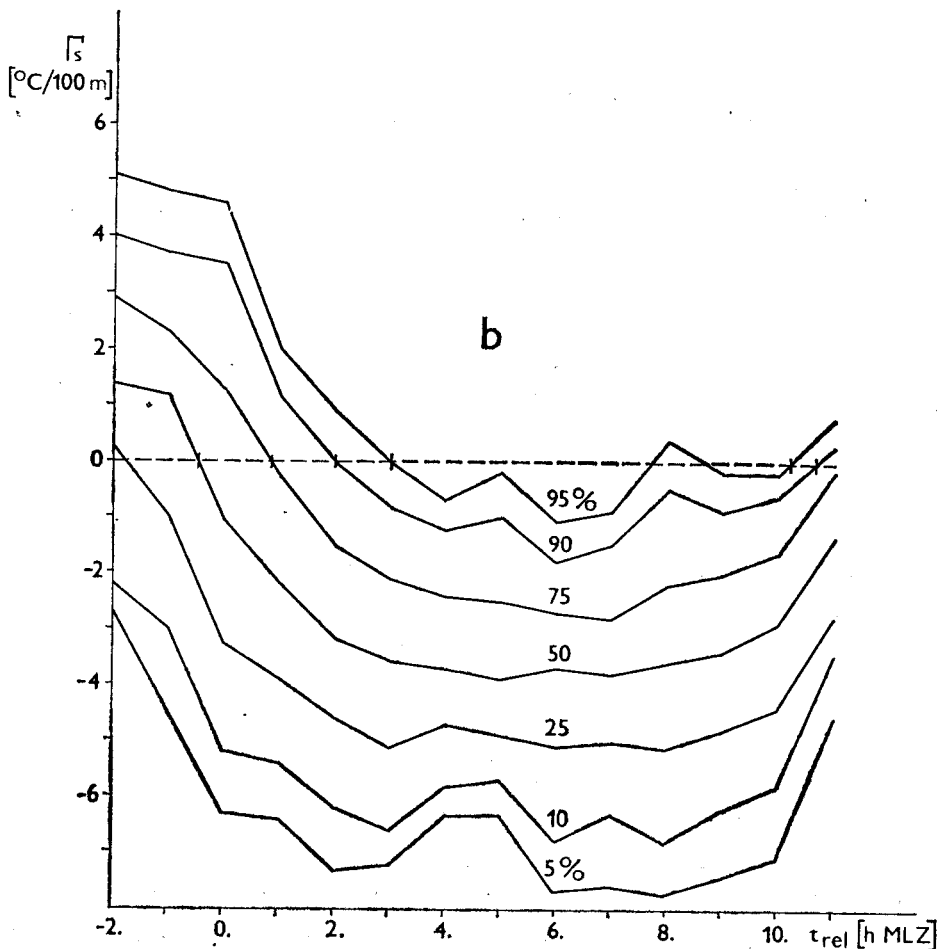


Abb. 2.b

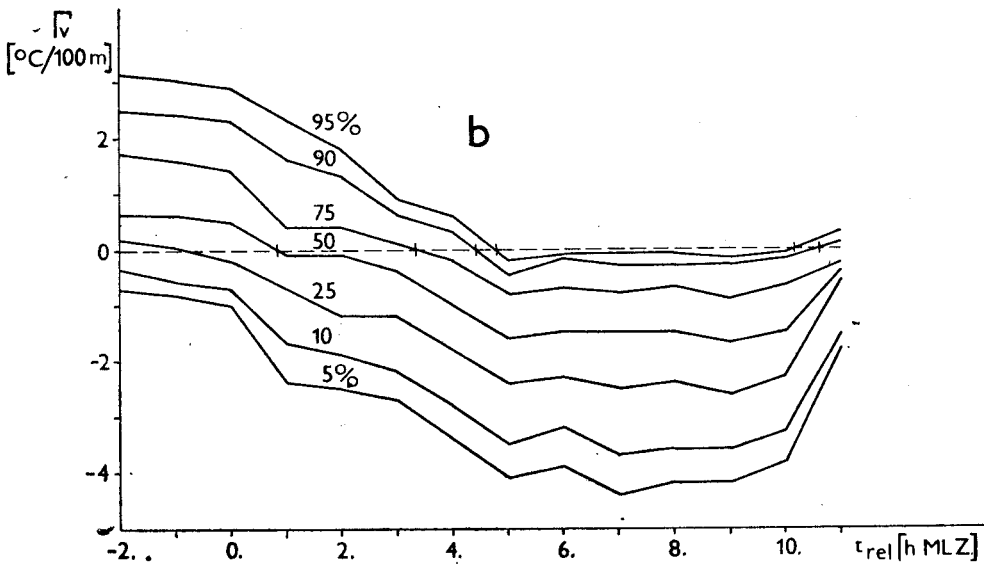
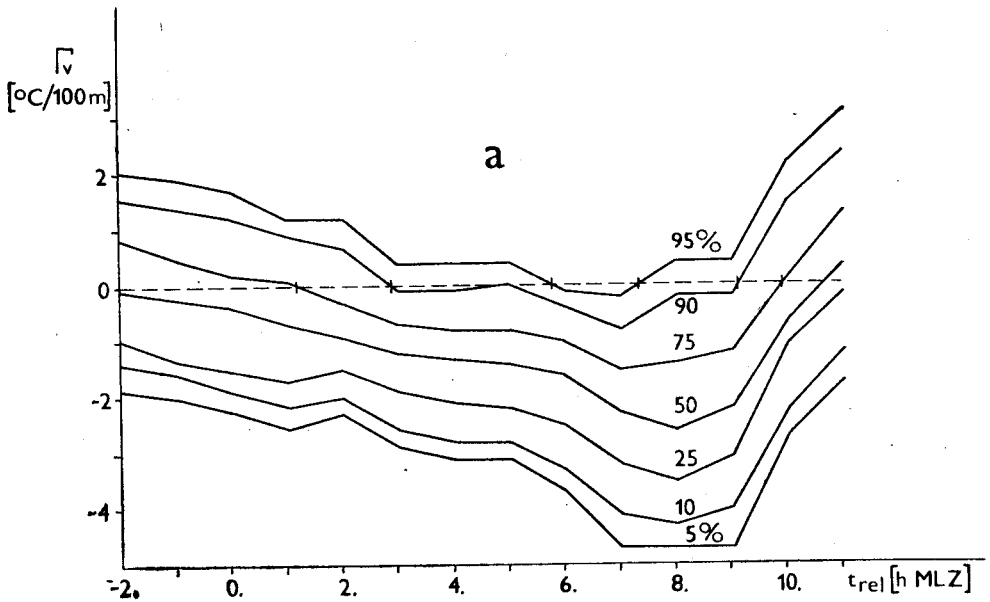


Abb. 3. Die Pseudogradientenwerte Γ_v [$^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$], die in ganzen Stunden MLZ (t_{rel} [h MLZ]) in oberem Teil von hohen Inversionen im Oslavanská brázda-Furche (a) und im Ivančická kotlina-Becken (b) mit der Wahrscheinlichkeit (p) 5; 10; 25; 50; 75; 90 und 95 % auftreten

Auf Grund der Analyse der Abb. 2 bis 4 kann man zusammenfassen:

1 Die Gestaltung der unteren Hälfte der hohen Inversionen (d. h. die Änderung des Pseudogradientenzeichens von + auf —), die von dem Niederungsgrund hinauf vorgeht, beginnt in Oslavanská brázda-Furche (Abb. 2a) mit der Wahrscheinlichkeit $p = 75\%$ ungefähr 0,3 h vor dem Sonnenanfgang. Beinahe 1,8 h nach dem Sonnenuntergang kann man hier das Inversionsauftreten mit höherer Wahrscheinlichkeit $p = 95\%$ erwarten. Die Entstehung der ganzen Inversionsschicht ist in diesem Raum bei $p = 75\%$ etwa 1,2 h und bei $p = 95\%$ etwa 5,7 h nach dem Sonnenuntergang zu erwarten (Abb. 3a). Dank der E-Orientierung des analysierten Hanges von Oslavanská brázda-Furche, aus deren die Bestrahlung in den Morgenstunden hervorgeht, kommt zum Verfall der Inversionen in dem höheren Hangteil früher, (mit $p = 95\%$ schon 7,3 h und bei $p = 75\%$ 9,9 h nach dem Sonnenuntergang — Abb. 3a) als in dem unteren Teil (mit $p = 95\%$ 9,1 h und mit $p = 75\%$ 10,8 h nach dem Sonnenuntergang — Abb. 2a).

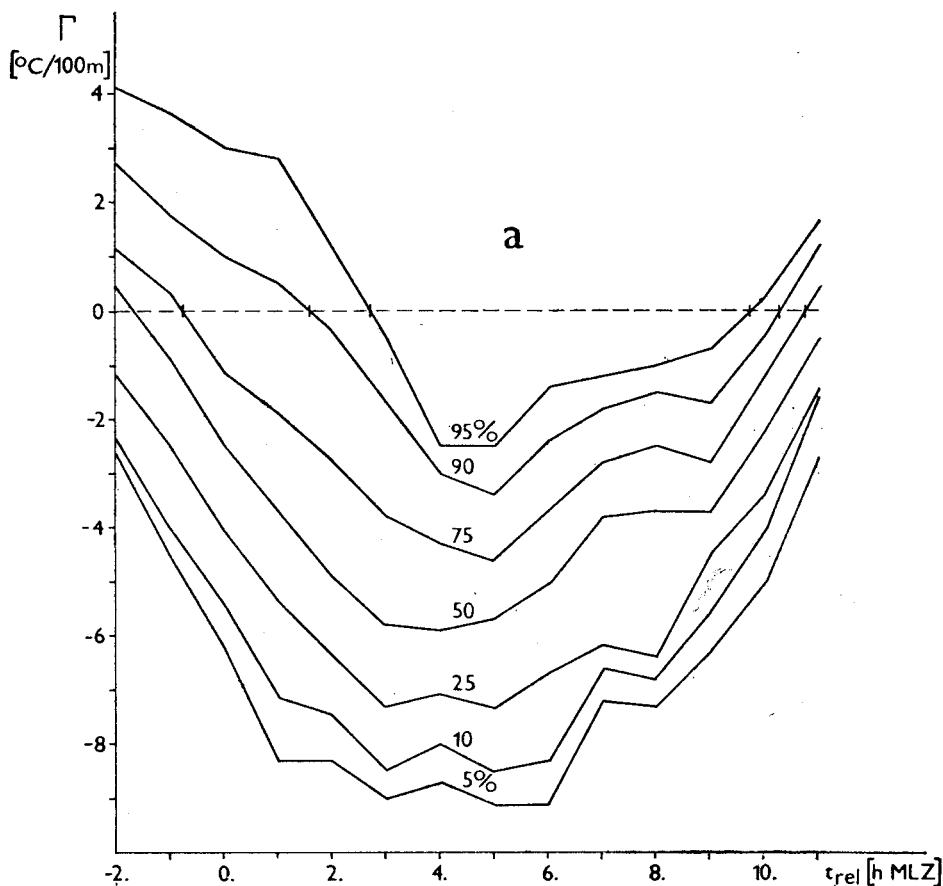
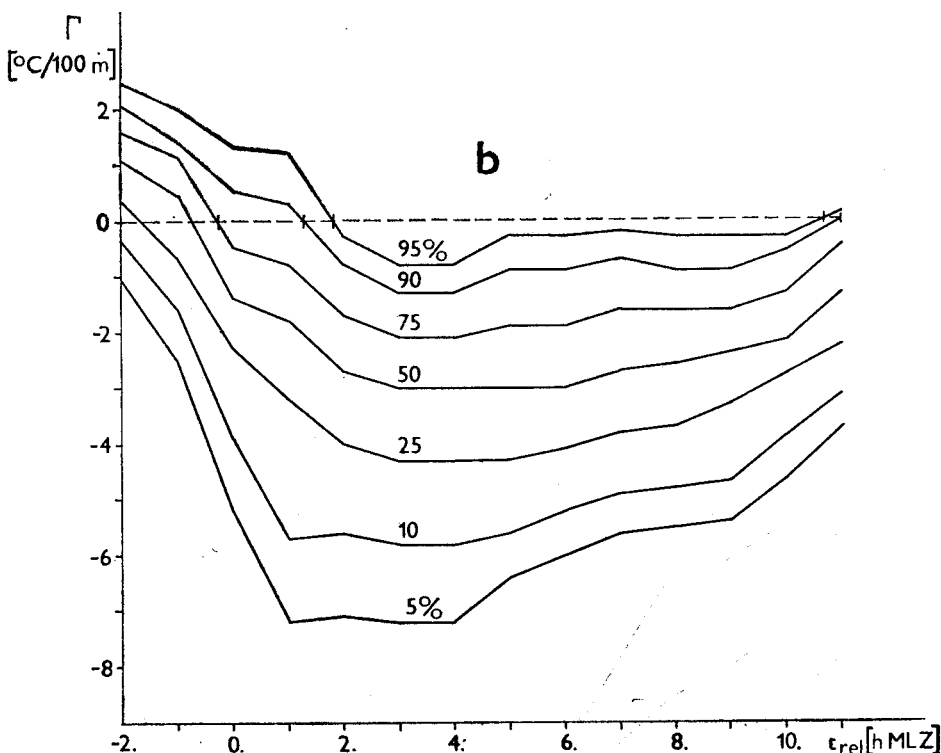


Abb. 4. Die Pseudogradientenwerte Γ [$^{\circ}\text{C}/100\text{m}$], die in ganzen Stunden MLZ (t_{rel} [h MLZ]) in niedrigen Inversionen im Oslavanská brázda-Furche (a) und im Ivančická kotlina-Becken (b) mit der Wahrscheinlichkeit (p) 5; 10; 25; 50; 75; 90 und 95 % auftreten



2. Die Bildung des unteren Teiles der hohen Inversionen in Ivančická kotlina-Becken (Abb. 2b) beginnt im Vergleich mit Oslavanská brázda-Furche später (bei $p = 75\%$ 0,8 h und bei $p = 95\%$ etwa 3 h nach dem Sonnenuntergang). Ungefähr dasselbe gilt auch für die Entstehung der ganzen hohen Inversion (Abb. 3b), die mit $p = 75\%$ bis 3,3 h nach dem Sonnenuntergang beginnt, bei $p = 95\%$ ist jedoch praktisch gleich (d. h. 5,7 h nach dem Sonnenuntergang). Der Verfall von hohen Inversionen fängt im unteren und oberen Teil ungefähr gleich an. Mit $p = 95\%$ beginnt 10,2 h und mit $p = 90\%$ 10,7 h nach dem Sonnenuntergang.

3. Die Entstehung der niedrigen Inversionen (Abb. 4a) fang im Oslavanská brázda-Furche bei $p = 75\%$ schon 0,8 h vor und bei $p = 95\%$ 2,7 h nach dem Sonnenuntergang an. Im Ivančická kotlina-Becken (Abb. 4b) ist die Entstehung bei $p = 75\%$ etwas verspätet (sie tritt 0,3 h vor dem Sonnenuntergang ein), bei $p = 95\%$ beginnt dagegen etwa um 1 h früher. Der Verfall von niedrigen Inversionen fang im Oslavanská brázda-Furche dank der Bestrahlung des E-Hanges in den Morgenstunden früher, als im Ivančická kotlina-Becken an.

4. Für die Dynamik der Bildung des unteren Teiles der hohen Inversionen (Abb. 2a, b) ist charakteristisch das rasche Ausprägungswachsen etwa 1. bis 3. Stunde nach dem Sonnenuntergang. Im weiteren Nachtteil (ungefähr bis zur 9. Stunde nach dem Sonnenuntergang) sind deutliche Trends der Zeitänderungen von der Pseudogradienten nicht zu merken, in dieser Zeit sind jedoch in der Ausprägung der Inversionen die kurzzeitige Pulsationen, d. h. die Verstärkungen und Verschwächungen bemerkbar. Das rasche Wachsen der Temperaturpseudogradienten beginnt

um die 9. Stunde nach dem Sonnenuntergang, bei den starken Inversionen im Oslavanská brázda-Furche wesentlich früher (schon um 6. Stunde nach dem Sonnenuntergang), wobei es in zweier Phasen, die durch langsame Verschwächung der stabilen Stratifikation zwischen 7. und 9. Stunden getrennt sind, durchläuft. Diese spezifische Zeitänderung offensichtlich wieder mit dem Anteil des katabatischen Kaltluftflusses aus der Hänge vom Bildung der Inversion zusammenhängt. Man kann voraussetzen, daß bis 6. Stunde nach dem Sonnenuntergang der katabatische Fluss den Kaltluftsee auf dem Niederungsgrund erfüllt, infolge dessen die Temperaturunterschiede zwischen seinem Grund und den mittleren Hangpartien wachsen. Von der Zeit, wann die Glätte des Kaltluftsees die Niederung bis zur Höhe der Hangstation erfüllt, sinken die Temperaturunterschiede zwischen den Grund- und den Hangpartien (die Zeit zwischen 7. und 9. Stunden nach dem Sonnenuntergang). Erst danach folgt die zweite Phase, die schon durch die Strahlungsprozesse bedingt ist.

Die Ausprägung des unteren Teiles von hohen Inversionen ist besonders im Oslavanská brázda-Furche relativ groß. Mit der Wahrscheinlichkeit $p = 50\%$ gilt hier für die Werte Γ_s : $\Gamma_s < -5^\circ\text{C}/100\text{ m}$, mit $p = 10\%$ resp. $p = 5\%$ sogar: $\Gamma_s < -8^\circ\text{C}/100\text{ m}$. Im Ivančická kotlina-Becken sind die Werte Γ_s , die der angeführten Werten p entsprechen, etwa um 1°C höher.

5. Die Vertiefung der oberen Hälfte der hohen Inversionen (Abb. 3a, b) verläuft im Vergleich mit dem Ausprägungswachsen der unteren Hälfte wesentlich kontinuierlich und länger (im Oslavanská brázda-Furche bis 7., resp. 8. Stunden, im Ivančická kotlina praktisch bis 5. Stunde nach dem Sonnenuntergang). Der Verfall von oberem Teil der hohen Inversionen läuft mit der Ausnahme der wenig ausgeprägten Inversionen im Ivančická kotlina-Becken relativ rasch durch. Es ist einerseits die Folge der schwachen Abkühlung der bodennahen Atmosphäre in den Nachtstunden, anderseits der Beschattung vom NW-Hang in den Morgenstunden. Die Ausprägung des oberen Teils von hohen Inversionen ist im Raum von Oslavanská brázda-Furche wieder höher, als im Ivančická kotlina-Becken. Mit der Wahrscheinlichkeit $p = 50\%$, resp. $p = 10\%$ und $p = 5\%$ fallen im Oslavanská brázda-Furche die Werte Γ_v praktisch unter $-2,5^\circ\text{C}/100\text{ m}$, resp. unter $-4,5^\circ\text{C}/100\text{ m}$ und $-5^\circ\text{C}/100\text{ m}$, im Ivančická kotlina-Becken unter $-2^\circ\text{C}/100\text{ m}$, resp. $-3^\circ\text{C}/100\text{ m}$ und $-3,5^\circ\text{C}/100\text{ m}$.

6. Die Entwicklungsdynamik der niedrigen Inversionen hat ganze Reihe gemeinsamer Zügen mit der Bildung des unteren Teils der hohen Inversionen. Im Ivančická kotlina-Becken (Abb. 4b) beginnt nach der Phase der raschen Inversionsvertiefung, die etwa bis 1.—3. Stunden nach dem Sonnenuntergang dauert, der Zeitabschnitt der relativen Beständigkeit, die lediglich durchs kleine Wachsen der Pseudogradienten charakteristisch ist. Die ausgeprägte Schwächung der stabilen Schichtung fängt bis nach 9. Stunde nach dem Sonnenuntergang an. Für Oslavanská brázda-Furche ist nach dem Anfangsraschvertiefen der niedrigen Inversionen, deren Dauer sich mit der Stabilitätsausprägung ab 5. bis 3. Stunden nach dem Sonnenuntergang verkürzt, die Stufenformige Verschwächung der Schichtungsstabilität, die der Verschwächung des unteren Teils von hohen Inversionen ähnlich ist, typisch. Danach folgt ab 9. Stunde nach dem Sonnenuntergang der rasche Verfall von der Stabschichtung.

Die Ausprägung von niedrigen Inversionen ist im Oslavanská brázda-Furche mit Rücksicht an die Γ -Werte, die mit der Wahrscheinlichkeit $p = 50\%$ auftreten, mit der Ausprägung des unteren Teils von hohen Inversionen vergleichbar, im Ivančická kotlina-Becken ist sie etwas kleiner.

4. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Ergebnisse der Analyse von der Bodentemperaturinversionen im Rosice—Oslavany—Gebiet haben erhebliche Variabilität sowohl im Auftreten, als auch im Formierungsverlauf dieser stabilen Temperaturschichtung, die sich in den Nachtstunden in konkaven Reliefformen mit der unterschiedlichen Morphologie schaffen, bestätigt. Aus der Bearbeitung geht hervor, daß sogar im relativ kleinem Gebiet in den zwei morphologisch unterschiedlichen Nachbarniederungen die Gestaltung der Bodeninversionen wesentlich individuell ist und daß seine Zeitänderungen erheblich unterschiedlich sind. Es wurde festgestellt, daß je die Niederung geschlossener und je größer seine Hangneigung ist, desto die Entwicklung der Bodeninversionen kontinuierlicher und seine Ausprägung kleiner ist. Das hat offensichtlich große praktische Bedeutung für die Landwirtschaftsproduktion, eventuell für die Luftverunreinigungsdiffusion.

Enge Zusammenhänge zwischen der Dynamik und der Stabilitätausprägung der bodennahen Atmosphäre in der Zeit der negativen Wärmebilanz und der Geländemorphologie soll man im Auge behalten bei der Durchführung der klimatischen Absichtstypisationen im Maßstab des Geländeklimas, bei denen wir uns manchmal an allgemeine Tatsachen, die aus der Literatur mit dem Lehrbuchcharakter übernommen sind, als an eigene Messungen und seine Ergebnissanalyse im konkreten Gebiet beschränken.

LITERATUR

- Endlicher W. (1980): Geländeklimatologische Untersuchungen im Weingebiet des Keiserstuhls. Ber. d. Deutsch. Wetterdienstes, Nr. 150 + Freiburger geogr. Hefte, H. 17, Offenbach am Main, 124 p.
- Faško P., Litschmann T., Prošek P. (1981): Die warme Hangzone im Südteil von Boskovická brázda-Furche. Scripta Fac. Sci. Nat. Univ. Purk. Brun., Vol. 11, No. 5—6 (Geographia).
- Geiger R. (1961): Das Klima der bodennahen Luftschicht. F. Vieweg und Sohn, Braunschweig, 646 p.
- Hess M., Niedźwiedz T., Orębska-Starkel B. (1977): Stosunki termiczne Beskidu niskiego. Inst. Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Prace Geograficzne Nr. 123, 101 p.
- Niedźwiedz T. (1973): Temperatura i wilgotność powietrza w warunkach rzeźby podgórskiej Karpat (na przykładzie doliny Raby koło Gaika-Brzezowej). Zeszyty Naukowe Univ. Jagiellońskiego, Prace Geograficzne, zes. 32, Nr. 54, p. 7—86.
- Orębska-Starkel B. (1973): Stosunki Mezo- i mikroklimatyczne Szymbarku. Instytut Geografii PAN, Dokumentacja Geograficzna, Zes. 3, 123 p.
- Prošek P. (1978): Vliv reliéfu na teplotní poměry Pavlovských vrchů. Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Purk. Brun., Geographia 13, Tomus XIX, Opus 5, 99 p.
- Rein F. (1972): Poznámky ke struktuře teplotních inverzí v okolí Milešovky. Met. zprávy XXV, p. 122—125.
- Reisenauer R. (1970): Metody matematické statistiky a jejich aplikace v technice. Práce — SNTL, Praha, 239 p.
- Schnelle F. (in Baumgartner et al.) (1963): Frostschutz im Pflanzenbau. BLV Verlagsgesellschaft München, Basel, Wien, 488 p.
- Yoshino M., M. (1975): Climate in a Small Area. An Introduction to Local Meteorology. University of Tokyo Press, 549 p.