

SVATAVA KRIVANCOVÁ

## PRUDKÉ POKLESY TEPLOT VE VÝCHODNÍCH SUDETÁCH V OBDOBÍ 1947—1969

### 1. Úvod

Východní Sudety jsou významnou přírodní oblastí naší republiky, jejíž charakter je podmíněn i poměry klimatickými. Základní poznatky o klimatických poměrech Východních Sudet lze získat z celé řady prací, které však jsou většinou zaměřeny na větší územní celky a pro studovanou oblast poskytují pouze základní údaje zpracování.

Předkládaná práce má přispět k podrobnějšímu poznání teplotních poměrů Východních Sudet, a to na základě studia prudkých poklesů teplot a cirkulačních podmínek, které je podmiňují. Předmětem studia i metodicky navazuje zčásti na výzkum povětrnostních poměrů moravských krajů při vybraných severních situacích, který je prováděn na katedře geografie UJEP v Brně.

Jako výchozího materiálu bylo použito údajů meteorologické stanice na Pradědu za období 1947—1969. Stanice Praděd byla zvolena z těch důvodů, že její výkazy denních pozorování poskytují nejuplněnější klimatologický materiál ve studované oblasti a pozorování jsou od roku 1947 nepřerušena. Protože stanice Praděd je profesionální, lze její měření a pozorování považovat za dostatečně spolehlivá.

### 2. Prudká ochlazení na Pradědu a jejich rozložení během roku

#### Vymezení pojmu „prudké ochlazení“

Při studiu ochlazení je zpravidla větší pozornost věnována výraznějším ochlazením, která jednotliví autoři vymezují empiricky bez jakéhokoli statistického rozboru (Bayer 1956, Kálmán 1963 aj.). V této práci je pojem „prudké ochlazení“ vymezen statisticky na základě pravděpodobnosti překročení určité záporné změny průměrné denní teploty na Pradědu za období 1947—1969. Za prudká ochlazení jsou zde považovány takové změny průměrné denní teploty, které se vyskytují s 5 % pravděpodobností překročení. Pravděpodobností překročení obecně rozumíme pravděpodobnost výskytu záporných interdiurních změn rovných nebo větších než je hodnota interdiurní změny, odpovídající dané pravděpodobnosti překročení. V našem případě se s 5 % pravděpodobností překročení vyskytují interdiurní záporné změny teploty rovné nebo větší než  $-6,1$  °C. Prudkou změnu teploty lze statisticky stanovit také pomocí směrodatné odchylky a pravděpodobné chyby normálně rozděleného souboru všech teplotních změn, kladných i záporných. Za prudká ochlazení můžeme považovat záporné interdiurní změny větší než  $(\bar{x} - 2s)$  nebo větší než  $(\bar{x} - 3c)$ , kde  $\bar{x}$  je průměr všech interdiurních změn,  $s$  směrodatná odchylka a  $c$  je pravděpodobná chyba. Hodnoty  $s$  a  $c$  byly orientačně

vypočteny pro měsíce únor, květen a říjen. Ukázalo se, že hodnotám ochlazení, překročeným s 5 % pravděpodobností se blíží teplotní změny větší než  $(\bar{x} - 2s)$ .

K vymezení prudkých ochlazení by bylo možno použít také interdiurních změn maximálních či minimálních teplot nebo změn denní teplotní amplitudy. Extrémní teploty jsou však získány pouze jedním měřením, takže mohou být ovlivněny řadou náhodných faktorů, např. zvýšeným vyzařováním za přechodného vyjasnění, zvýšenou turbulencí apod. Naproti tomu výpočtem průměrné denní teploty ze tří měření jsou náhodné faktory už více eliminovány a jsou proto její hodnoty vhodnější k určení prudkých teplotních změn.

Interdiurní změny minimálních teplot zkreslují do určité míry obraz o průběhu teploty tím, že minimální teploty v advehované vzduchové hmotě dosahují často vyšších hodnot než minimální teploty ve stabilní vzduchové hmotě, která advekci předchází a ve které je silný pokles minimální teploty podmíněn silným vyzařováním za nočního vyjasnění.

Změnou maximálních teplot nelze vždy vhodně vyjádřit interdiurní ochlazení vzhledem k době nastavení maximálního teploměru. Nastává-li vpád studeného vzduchu v období mezi 21. a 24. hodinou, pak maximální teploměr ukazuje teplotu vzduchu těsně před vpádem, což je tedy teplota předchozího dne. Maximální teploty, čtené ve dvou po sobě následujících dnech, pak nevyjadřují interdiurní teplotní změnu, ale pouze změnu teploty od denního maxima po noční teplotní úroveň před začátkem vpádu.

Analýza skupinového rozdělení četností všech mezidenních ochlazení ukázala, že ve všech ročních obdobích jsou nejčetnější teplotní změny v intervalu  $-0,1$  až  $-1,0$  °C. V tomto intervalu leží v létě 33,6 %, na podzim 32,6 %, v zimě 29,3 % a na jaře 28,7 % všech hodnot. Podíl záporných teplotních změn na všech teplotních změnách je největší v pozdním podzimu (listopad 51,9 %) a nejmenší na jaře (březen, duben 44,3 %). Záporné teplotní změny na podzim, tedy v období poklesu křivky ročního chodu teploty, jsou ččetnější, avšak menší než na jaře, tedy v období vzestupu teploty v ročním chodu.

#### *Rozložení četností prudkých teplotních změn na Pradědu*

Další zpracování zahrnuje všechna ochlazení na Pradědu za období 1947—1969 větší nebo rovná  $-6,1$  °C. Celkem bylo zjištěno 216 prudkých ochlazení, což je 5,4 % všech záporných teplotních změn. V tab. 1 jsou uvedeny absolutní četnosti těchto teplotních změn v jednotlivých měsících. Pro posouzení, do jaké míry se tyto prudké teplotní změny podílejí na všech teplotních změnách, je uveden pro každý měsíc podíl prudkých ochlazení na celkovém poklesu teploty. V tab. 1 jsou uvedeny také hodnoty interdiurní proměnlivosti na Pradědu za

Tab. 1: Četnosti ochlazení  $-6,1$  °C a větších v jednotlivých měsících na Pradědu za období 1947—1969, jejich podíl na celkovém poklesu teploty. Roční chod interdiurní proměnlivosti na Pradědu z téhož období.

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ
Absolutní četnost prudkých ochlazení	26	19	19	20	21	17	14	16	15	14	19	16	216
Podíl prudkých ochlazení na celkovém poklesu teploty (%)	7,2	5,8	6,0	6,7	6,6	5,5	4,5	5,0	4,5	3,6	5,3	4,4	
Průměrná interdiurní proměnlivost (°C)	2,33	2,29	2,32	2,22	2,19	2,20	2,03	2,01	2,00	2,07	2,16	2,22	

období 1947—1969. Je zřejmé, že maximum interdiurní proměnlivosti připadá na leden 2,3 °C, minimum na září 2,0 °C. S ročním chodem teplotní proměnlivosti do určité míry koresponduje výskyt prudkých ochlazení. Největší teplotní proměnlivosti zimních měsíců odpovídá i nejčetnější výskyt prudkých ochlazení, malé teplotní rozkolísanosti vrcholného léta a měsíců září a října odpovídá nejméně četný výskyt těchto ochlazení.

### 3. Povětrnostní poměry na Pradědu ve dnech s prudkým ochlazením

Ve dnech s prudkým ochlazením dochází k výrazné změně v celkovém rázu počasí. Aby bylo možno porovnat průměrné povětrnostní poměry na Pradědu s průměrnými poměry ve dnech s prudkým ochlazením, jsou uvedeny v tab. 2 průměrné sezónní hodnoty meteorologických prvků za období 1947—1969 a průměrné sezónní hodnoty těchto meteorologických prvků ve dnech s prudkým ochlazením. (Viz tab. 2.)

Tab. 2. Průměrné sezónní hodnoty meteorologických prvků na Pradědu za období 1947—1969 (sloupec A), jejich průměrné sezónní hodnoty ve dnech s prudkým ochlazením (sloupec B).

	Teplota vzduchu (°C)		Tlak vod. par (mm Hg)		Oblačnost (n/10)		Rychlost větru (m/s)	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Zima	-7,1	-11,6	2,7	1,9	7,7	8,5	8,3	9,1
Jaro	-0,1	-4,3	4,3	3,5	7,3	8,9	9,3	8,2
Léto	9,1	5,9	7,1	6,8	7,1	7,5	7,6	7,5
Podzim	3,9	-2,1	5,5	4,2	7,3	8,3	6,4	8,8

(pokračování tab. 2)

	Srážková vydatnost (mm/den)		Sněhová vydatnost (cm/den)		Podíl dní s prudkým ochlazením (%) na všech		
	A	B	A	B	srážkách	sněhových srážkách	počtu dní
Zima	2,5	3,1	3,5	4,4	3,6	3,8	3,0
Jaro	3,1	3,4	2,0	3,2	3,1	5,8	2,8
Léto	5,1	3,8	0,0	0,2	2,1	25,6	2,3
Podzim	2,7	3,4	0,9	1,7	2,8	4,2	2,2

#### Teplota

Ve dnech s prudkým ochlazením dochází v průměru k silnému poklesu teploty pod normál. (Jako teplotní „normál“ označuji hodnoty teploty ve sloupci A tab. 2 i když jsem si vědoma toho, že k výpočtu „normálu“ teplotních charakteristik je potřebná nejméně třicetiletá řada pozorování.) Nejvýraznější pokles nastává na podzim (-6,0 °C), nejméně výrazný v létě (-3,2 °C); na jaře činí -4,2 °C, v zimě -4,5 °C. Vysvětlení lze částečně hledat v asymetrii křivky ročního chodu teploty v našich šířkách, projevující se tím, že podzim je teplejší než odpovídající jarní období.

Prudká ochlazení v podzimních měsících způsobují téměř vždy silný pokles průměrné denní teploty pod denní normál. Např. v říjnu ve studovaném období pouze v jednom případě prudkého poklesu teploty, tj. v 7,7 % neklesá průměrná denní teplota i po extrémním ochlazení pod denní normál. Ve všech ostatních případech průměrná denní teplota vždy poklesla o více než 1 °C pod normál. Naproti tomu v lednu, kdy jsou prudká ochlazení nejčastější, častěji snižují tato ochlazení silně nadnormální teploty na úroveň denního normálu. V lednu po prudké změně teploty v 31 % případů zůstává průměrná denní teplota nad denním normálem a v dalších 27 % případů klesá maximálně 2 °C pod normál.

### *Tlak vodních par*

Ve dnech prudkého ochlazení se v průměru snižuje tlak vodních par. Výskyt maximálních a minimálních odchylek tlaku vodních par je shodný s výskytem maximálních a minimálních odchylek teplot. (Podzim -1,3 mb, léto -0,3 mb.) Pokles tlaku vodních par v podzimních měsících činí v průměru asi 25 % hodnoty tlaku vodních par v tomto ročním období. V létě, kdy je tlak vodních par nejvyšší, činí tento pokles pouze 4 %.

### *Oblačnost*

Ve všech ročních obdobích lze v průměru při prudkých ochlazeních na Pradědu pozorovat zvýšení oblačnosti. Největší je na jaře (o 1,1/10 pokrytí oblohy) a na podzim (o 1,0/10); nejmenší v létě (o 0,4/10).

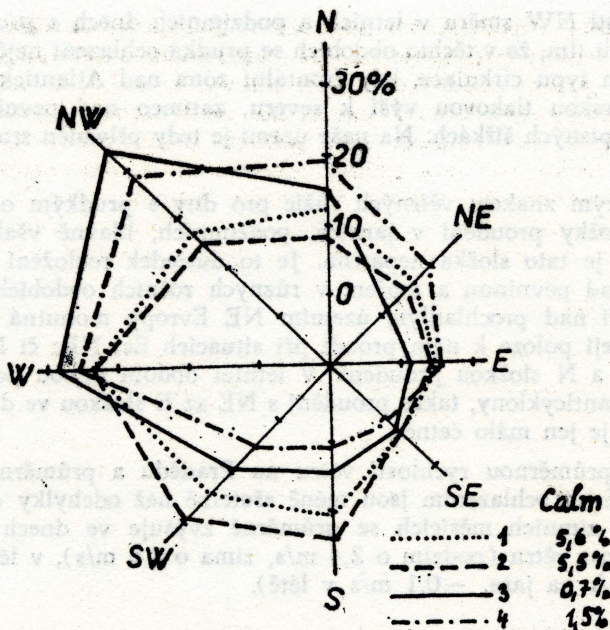
### *Srážkové a sněhové poměry*

Rozdíly mezi srážkovými a sněhovými poměry ve dnech s prudkou změnou teploty a průměrnými srážkovými a sněhovými poměry jsou zřetelné z tab. 2. Je z ní zřejmé, že v jarních, podzimních a zimních měsících je podíl srážek, které spadnou ve dnech s extrémním ochlazením větší, než podíl počtu dní s takovým ochlazením (zima +0,7 %), v létě menší (-0,2 %). Procento přírůstku sněhové pokrývky ve dnech s prudkým ochlazením je však ve všech ročních obdobích větší než podíl počtu dní s prudkým ochlazením. Markantní je tento rozdíl v létě, kdy podíl sněhových srážek spadlých ve dnech s prudkým ochlazením činí 25,6 % všech letních sněhových srážek studovaného období, zatímco podíl těchto dní je pouze 2,3 %.

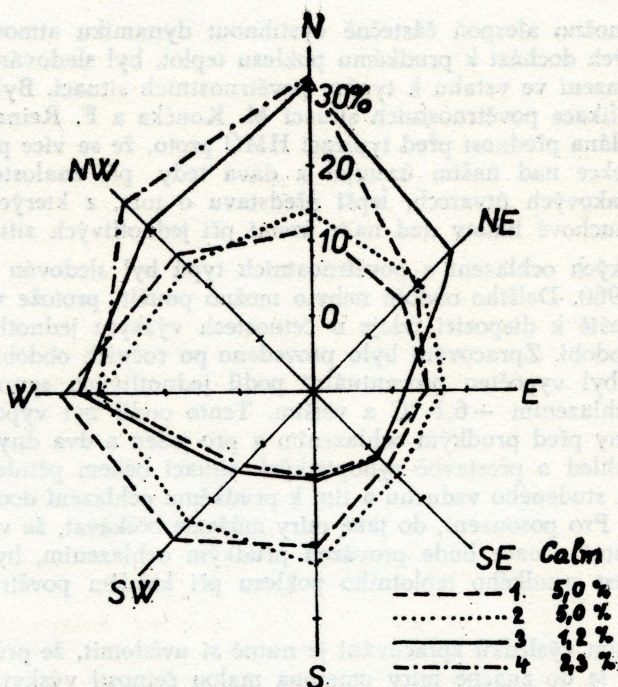
Při posuzování srážkových a sněhových poměrů ve dnech s prudkým ochlazením je nutné si uvědomit, že srážkové údaje ve výkazech pozorování vyjadřují množství srážek, spadlých mezi ranními termíny pozorování. Je-li tedy nástup prudkého ochlazení provázen zvýšením srážek na frontách a přechází-li fronta přes stanici před ranním termínem pozorování, pak tyto frontální, většinou intenzivní srážky, nejsou zahrnuty do zpracování.

### *Větrné poměry*

Nástup prudkého ochlazení je vždy provázen stočením směru větru do směru studené advekce, a to v zimě a na jaře nejčastěji do N směru (30,7 % a 31,1 %), v létě a na podzim do NW směru (34,1 %, 28,4 %). Podobnost rozložení směru větru jednak v zimě a na jaře a jednak v létě a na podzim lze vysvětlit tendencí k setrvávání teplotních vlastností od léta k podzimu a od zimy k jarnímu období. Z toho důvodu jsou graficky znázorněny odděleně léto a podzim (obr. 1) a zima a jaro (obr. 2).



1. Porovnání větrných růžic léta (1) a podzimu (2) s větrnými růžicemi při prudkém ochlazení v létě (3) a na podzim (4) na Pradědu za období 1947—1969.



2. Porovnání větrných růžic zimy (1) a jara (2) s větrnými růžicemi při prudkém ochlazení v zimě (3) a na jaře (4) na Pradědu za období 1947—1969.



Zvýšení četnosti NW směru v letních a podzimních dnech s prudkým ochlazením lze vysvětlit tím, že v těchto obdobích se prudká ochlazení nejčastěji vyskytují při smíšeném typu cirkulace, kdy frontální zóna nad Atlantickým oceánem je posunuta azorskou tlakovou výší k severu, zatímco nad pevninou zůstává v jižnějších zeměpisných šířkách. Na naše území je tedy přiváděn studený vzduch od NW.

Charakteristickým znakem větrných růžic pro dny s prudkým ochlazením je narůstání NE složky proudění v jarních, podzimních, hlavně však v zimních měsících. V létě je tato složka nepatrná. Je to důsledek rozložení tepla a tlakových útvarů nad pevninou a mořem v různých ročních obdobích. V zimním období se vytváří nad prochlazeným územím NE Evropy mohutná anticyklona. V závislosti na její poloze k nám proudí při situacích Ec, NEc či NEa studený vzduch s E, NE a N složkou proudění. V letním období nejsou podmínky pro vytvoření takové anticyklony, takže proudění s NE až E složkou ve dnech s prudkým ochlazením je jen málo četné.

Rozdíly mezi průměrnou rychlostí větru na Pradědu a průměrnou rychlostí ve dnech s prudkým ochlazením jsou méně zřetelné než odchylky směru větru. V podzimních a zimních měsících se průměrně zvyšuje ve dnech s prudkým ochlazením rychlost větru (podzim o 2,4 m/s, zima o 0,8 m/s), v létě a na jaře snižuje (−1,1 m/s na jaře, −0,1 m/s v létě).

#### 4. Vztah prudkého ochlazení k typům synoptických situací

##### *Metoda zpracování*

Aby bylo možno alespoň částečně vystihnout dynamiku atmosférických procesů, při kterých dochází k prudkému poklesu teplot, byl sledován výskyt těchto prudkých ochlazení ve vztahu k typům povětrnostních situací. Bylo užito klimatologické klasifikace povětrnostních situací M. Končka a F. Reina (1971). Této typizaci byla dána přednost před typizací HMÚ proto, že se více přidržuje směru přízemní advekce nad našim územím a dává tedy, při znalostech zákonitostí proudění v tlakových útvarech, lepší představu o tom, z kterých oblastí jsou přiváděny vzduchové hmoty nad naše území při jednotlivých situacích.

Vztah prudkých ochlazení a povětrnostních typů byl sledován pouze v desetiletí 1951–1960. Delšího období nebylo možno použít, protože v době zpracování nebyly ještě k dispozici údaje o četnostech výskytu jednotlivých typů za delší časové období. Zpracování bylo provedeno po ročních obdobích. Pro každé roční období byl vypočten procentuální podíl jednotlivých synoptických typů ve dnech s ochlazením  $-6,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  a větším. Tento podíl byl vypočten také pro jeden a dva dny před prudkým ochlazením a pro jeden a dva dny po něm. Tak byl získán přehled o přestavbě synoptických situací během pětidenního období, když ke vpádu studeného vzduchu a tím k prudkému ochlazení dochází uprostřed tohoto období. Pro posouzení, do jaké míry můžeme očekávat, že výskyt určitého typu povětrnostní situace bude provázen prudkým ochlazením, byla vypočítána pravděpodobnost prudkého teplotního poklesu při každém povětrnostním typu. (Tab. 3.)

Před uvedením výsledků zpracování je nutné si uvědomit, že průkaznost dosažených závěrů je do značné míry omezena malou četností výskytu jednotlivých synoptických typů při prudkém ochlazení z období 1951–60. Zpracováno bylo 91 případů, z nichž připadá na zimu 23, na jaro 32, 18 na léto a 18 na podzim.

Tab. 3: Pravděpodobnost výskytu (%) prudkých ochlazení na Pradědu při typech povětrnostních situací M. Končeka, F. Reina v období 1951—1960.

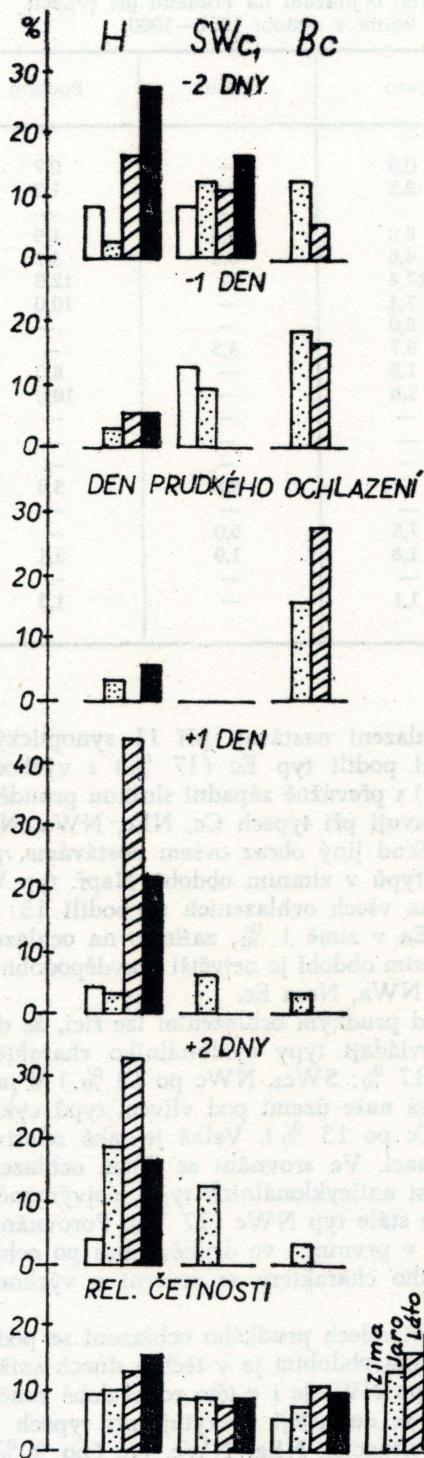
Typ / Období	Zima	Jaro	Léto	Podzim
A	—	0,9	—	0,7
Wc	1,8	2,5	0,9	1,2
Wcs	3,8	—	—	—
Wa	—	8,0	3,4	1,9
NWc	3,8	4,6	6,4	3,7
NWa	7,7	17,4	—	12,9
Nc	7,7	7,1	—	10,0
NEc	11,1	8,0	—	—
NEa	15,4	9,7	4,3	—
Ec	7,3	1,9	—	8,0
Ea	3,1	3,6	—	10,0
SEa	—	—	—	—
Sa	—	—	—	—
SWc <sub>1</sub>	—	—	—	—
SWc <sub>2</sub>	—	—	8,6	3,6
SWa	—	—	—	—
Bc	—	7,5	5,0	—
Cc	3,8	1,8	1,9	3,1
O	—	—	—	—
—	2,7	1,1	—	1,3

### Výsledky zpracování

**Z i m a:** V zimním období prudká ochlazení nastávají při 11 synoptických typech. Nejvíce se na prudkém ochlazení podílí typ Ec (17 %) s východní složkou proudění a typy Wc, NWc (13 %) s převážně západní složkou proudění. V 9 % případů se prudká ochlazení dostávají při typech Cc, NEc, NWa, NEa a ve dnech s netylizovanou situací. Poněkud jiný obraz ovšem dostáváme, porovnáme-li tyto údaje s relativní četností typů v zimním období. Např. typ Wc se vyskytuje s četností 18 %, zatímco na všech ochlazeních se podílí 13 %. Naproti tomu je relativní četnost typu NEa v zimě 1 %, zatímco na ochlazení se podílí 9 %. Z tab. 3 je zřejmé, že v zimním období je největší pravděpodobnost prudkého ochlazení při typech NEa, NEc, NWa, Nc a Ec.

O dynamice atmosférických procesů před prudkým ochlazením lze říci, že dva dny před nástupem tohoto ochlazení převládají typy cyklonálního charakteru s prouděním v západním kvadrantu. (Wc 17 %; SWc<sub>2</sub>, NWc po 13 %.) V prvním dnu před prudkým ochlazením zůstává naše území pod vlivem typů cyklonálního charakteru (Wc 17%, SWc<sub>1</sub> a Cc po 13 %). Velká je také relativní četnost výskytu dnů s netylizovanou situací. Ve srovnání se dnem ochlazení, je v prvním dnu po ochlazení vyšší četnost anticyklonálních typů, nejvýraznější je zvýšení u typu Ea. Ovšem nejčetnější je stále typ NWc (17 %). Porovnáním zastoupení jednotlivých typů je patrné, že v prvním i ve druhém dnu po ochlazení je zvýšený podíl typů anticyklonálního charakteru se severní a východní složkou proudění.

**J a r o:** Na 32 zpracovávaných jarních případech prudkého ochlazení se podílí 13 synoptických typů. Ve srovnání se zimním obdobím je v těchto dnech snížen podíl typů Ec, NWc a Wc i když podíl typu NWc je i v této roční době značně vysoký (9 %). Prudká ochlazení na jaře se nejčastěji vyskytují při typech Bc (16 %), NEc a NWa (po 12 %) a při situacích NEa, NWc, Nc (po 9 %).



3. Podíl vybraných synoptických typů podle kalendáře M. Končka a F. Reina (1971) na dnech s prudkým ochlazením a dvou dnech před a po tomto ochlazení. (Zpracováno období 1951–1960.)



V jarním období je typ NWa v 17,4 % případů provázen prudkým poklesem teploty. U typu NEa je pravděpodobnost výskytu extrémního poklesu teplot 9,7 %, NEc a Wa po 8,0 %.

V obdobích před vpádem studených vzduchových hmot se rozkládá nad našim územím převážně oblast nízkého tlaku vzduchu. Dva dny před tímto vpádem je nejčastější SWc<sub>1</sub>, Bc (po 13 %), NEc (9 %), zvláště však netypizované situace (28 %). V prvním dnu navíc vzrůstá podíl typu Wc (9 %). V den vpádu se už zvyšuje podíl anticyklonálních situací, hlavně NWa (12 %), NEa (9 %), Wa a Ea (po 6 %). V prvním dnu po vpádu je zřejmý vysoký podíl situací anticyklonálního charakteru (Ea 16 %, NWa a NEa po 9%), v druhém dnu zvláště typu A (19 % proti 3 % předcházejícího dne).

**L é t o:** Na letních ochlazeních se podílí 7 synoptických typů, což je nejmenší podíl ze všech ročních období. Nižší počet synoptických příčin je způsoben tím, že v létě nenastává prudký pokles teploty při žádném typu s východní složkou proudění (kromě NEa). V zimě a na jaře byly právě tyto typy nejčastější. Prudký pokles teploty je v letním období nejčastěji vázán na situace Bc a NWc (po 28 %). Vysoký je také podíl Wa (17 %) a SWc<sub>2</sub> (11 %). Na prudkém poklesu se dále podílejí 6 % situace NEa, Cc, Wc. Pravděpodobnost výskytu prudkého ochlazení, vypočítaná z období 1951–1960, je největší u typu SWc<sub>2</sub> (8,6 %), NWc (6,4 %), Bc (5,0 %).

V letním období je zřetelná dynamika typu A v období před vpádem a po vpádu. Pravděpodobnost výskytu tohoto typu dva dny před vpádem je 16 %, jeden den 6 %. Prudké ochlazení se nevyskytlo ani v jednom případě při situaci typu A. Ovšem v prvním dnu po vpádu se už tento typ vyskytuje s 44 %, v druhém dnu s 33% pravděpodobností. V těchto dnech je i zvýšený podíl typu Wa (22 % a 18 %). Vidíme tedy, že příliv studeného vzduchu je v letním období často příčinou vytvoření oblasti vysokého tlaku nad našim územím a počátku období s anticyklonálním charakterem počasí.

**P o d z i m:** Na podzimních prudkých ochlazeních se podílí 11 synoptických typů. Nejvíce jsou zastoupeny typy NWa (22 %) a NWc (17 %). Ve srovnání s letním obdobím roste podíl typů s východní složkou proudění (Ea, Ec po 11,1 %). Největší pravděpodobnost prudkého ochlazení je v tomto období u typu NWa (12,9 %). Typy Nc a Ea jsou provázány prudkým ochlazením v 10 %.

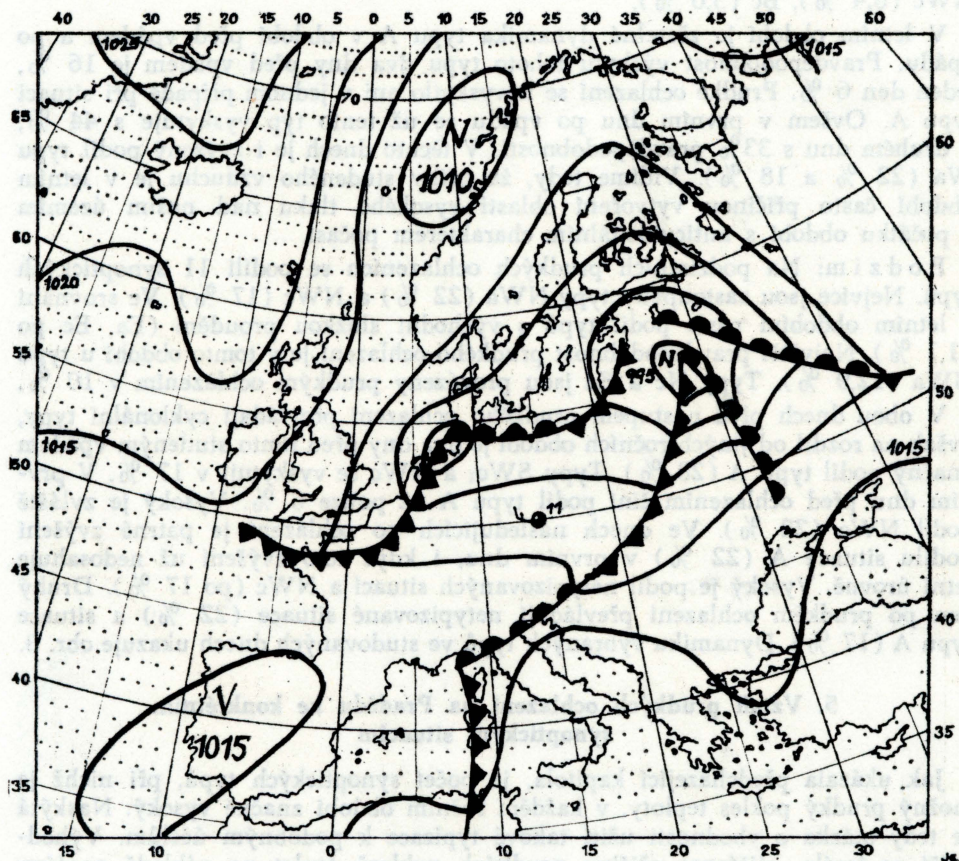
V obou dnech před nástupem prudkého ochlazení převládají cyklonální typy, avšak na rozdíl od jiných ročních období je dva dny před tímto studeným vpádem značný podíl typu A (28 %). Typy SWc<sub>1</sub> a NWc se vyskytují v 17 %. V prvním dnu před ochlazením činí podíl typu A už pouze 6 %. Vysoký je zvláště podíl NWc (22 %). Ve dnech následujících po ochlazení je patrné zvýšení podílu situace A (22 %) v prvním dnu, i když toto zvýšení už nedosahuje letní úrovně. Vysoký je podíl netypizovaných situací a NWc (po 17 %). Druhý den po prudkém ochlazení převládají netypizované situace (22 %) a situace typu A (17 %). Dynamiku vybraných typů ve studovaných dnech ukazuje obr. 3.

## 5. Vztah prudkých ochlazení na Pradědu ke konkrétním synoptickým situacím

Jak ukázala předcházející kapitola, je počet synoptických typů, při nichž je možný prudký pokles teploty, v každém ročním období značně vysoký. Naskýtá se tedy otázka o vhodnosti užití takové typizace k podobným účelům. Výhodnější se jevílo, zjišťovat příčiny prudkých poklesů teplot na základě analýzy konkrétních synoptických situací z map Denního přehledu počasí.

Ukázalo se, že v naprosté většině případů jsou prudká ochlazení vázána na náhlou přestavbu v barickém poli atmosféry. V jednotlivých ročních obdobích, především v zimě a v létě, však lze usuzovat na určité zvláštnosti v mechanismu přestavby povětrnostních situací. V zimním období lze synoptické situace s prudkým ochlazením rozdělit do dvou skupin:

1. První skupinu tvoří takové uspořádání tlakových útvarů, kdy je na naše území advehován studený vzduch po jižním až východním okraji mohutných anticyklón, vytvářejících se nad prochladlou pevninou severní až severovýchodní Evropy. Střed řídicí tlakové výše se většinou rozkládá v prostoru severní Skandinávie až severních a středních oblastí evropské části SSSR. Polohou tohoto středu se řídí směr postupu studených front přes naše území.
2. Druhá skupina synoptických situací je spojena s vytvořením oblasti nízkého tlaku vzduchu nad střední až severní Evropou. Střed tlakové níže se nejčastěji rozkládá nad severní Skandinávií. Prudký pokles teploty je způsoben advekcí vzduchových hmot z vysokých zeměpisných šířek v týlu těchto tlakových útvarů. Meridionální ráz cirkulace je podmíněn ve většině případů „přemostěním“ výběžků azorské a arktické oblasti vysokého tlaku vzduchu západně od evropské pevniny.



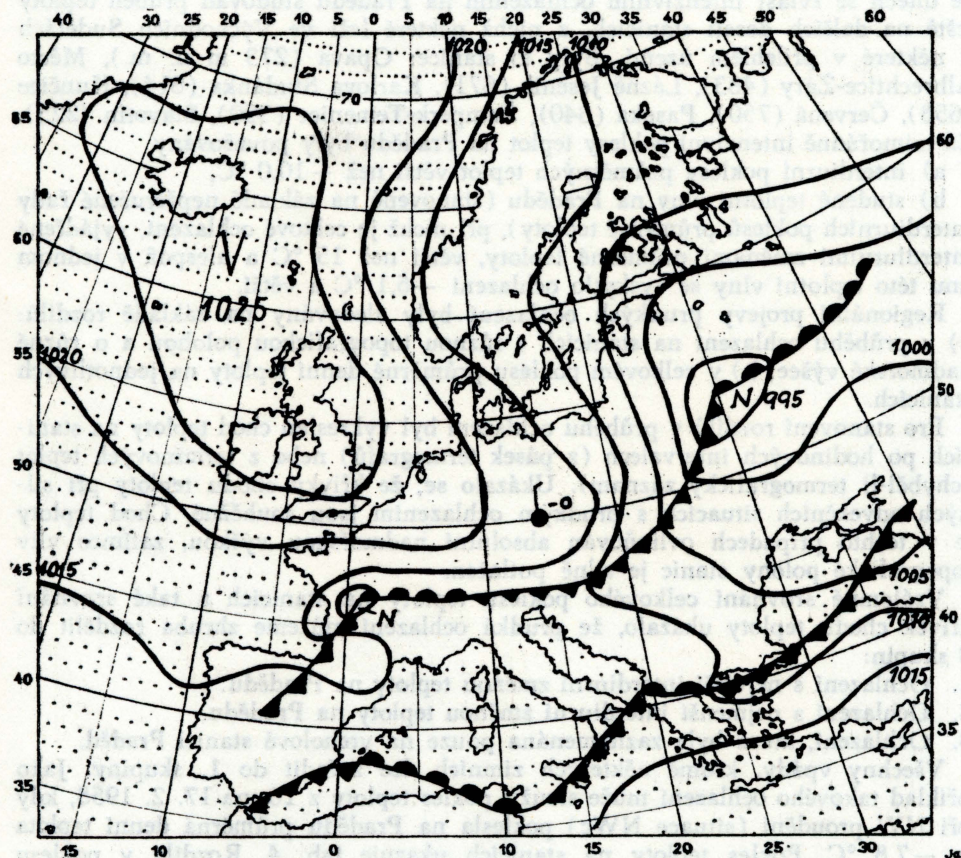
4. Povětrnostní situace dne 27. 3. 1955, 06 z.



Výrazným rysem všech zimních situací s prudkým ochlazením je postup studených front přes naše území od severu až východu. Naproti tomu v letním období je vyšší četnost studených front od západu či dokonce jihozápadu. Letní situace s prudkým ochlazením lze rovněž rozdělit do dvou skupin.

1. První je charakteristická rozšířením oblasti vysokého tlaku od Azor k severu. Po jejím východním okraji k nám proudí studený mořský vzduch ze severovýchodních oblastí Atlantického oceánu. Neuvažujeme-li předcházející meteorologický vývoj, závisí intenzita ochlazení na šířkové poloze tlakové výše, tj. na tom, z kterých oblastí jsou k nám dopravovány vzduchové hmoty.
2. Do druhé skupiny patří situace, kdy naše území leží v oblasti nízkého tlaku vzduchu, která má buď charakter brázd nad střední Evropou nebo tlakové níže se středem v oblasti mezi Skotskem a jižní Skandinávií. V týlové části těchto tlakových útvarů je k nám advehován studený vzduch. I když proudění po okraji cyklón má nad našim územím už často W až SW složku, jde většinou o transport vzduchu z vyšších zeměpisných šířek, který je přetočený kolem níže.

V přechodných ročních obdobích se uplatňuje vliv jak letních, tak zimních situací. Příkladem prudkého poklesu teploty v jarním období je situace z 28. 3.



5. Povětrnostní situace dne 28. 3. 1955, 06 z.

1955, kdy byl na Pradědu zaznamenán za celé období 1947—1969 největší pokles průměrné teploty, a to  $-12,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Synoptickou situaci by bylo možno zařadit do první skupiny letních situací. Ochlazení nastalo při rychlé přestavě synoptického typu SWc<sub>1</sub> v typ NWA podle kalendáře M. Končka a F. Reina. Příliv chladného vzduchu nastal jednak v týlové části cyklóny se středem nad západními oblastmi SSSR a jednak na přední straně výběžku vysokého tlaku vzduchu od severozápadu. Přestavba v barickém poli byla způsobena rychlým přemístěním arktické tlakové výše z východního pobřeží Grónska do oblasti mezi Islandem a Skotskem, čímž cirkulace ve střední Evropě nabyla meridionálního rázu. Lepší představu o přestavbě synoptické situace poskytují obr. 4 a 5.

## 6. Změny teploty ve Východních Sudetách a v přilehlém území při prudkých ochlazeních na Pradědu

V předcházejících kapitolách bylo pojednáno o intenzitě a charakteru prudkých ochlazení na nejvýše položeném místě Moravy v 1492 m n. m.; tedy ve výšce, která odpovídá zhruba tlakové hladině 850 mb a vzhledem k celkové konfiguraci terénu v okolí Pradědu poměrům ve volné atmosféře. Lze předpokládat, že v nižších nadmořských výškách budou poměry při prudkých ochlazeních poněkud odlišné. Aby bylo možno sledovat prudká ochlazení v regionálním projevu, byl ve dnech se zvlášť intenzivním ochlazením na Pradědu studován průběh teploty ještě na dalších deseti stanicích, z nichž některé leží ve Východních Sudetách a některé v přilehlém území. Byly to stanice: Opava (273 m n. m.), Město Albrechtice-Žáry (483), Lázně Jeseník (671), Karlova Studánka (814), Kunčice (658), Červená (750), Paseka (340), Šumperk-Temenice (330), Slavotín (225). Za mimořádně intenzivní poklesy teplot na Pradědu byly považovány

a) interdiurní poklesy průměrných teplot větší než  $-10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,

b) studené teplotní vlny na Pradědu (stanovené na základě nepřerušené řady interdiurních poklesů průměrné teploty), při nichž je celkové ochlazení, vyjádřené interdiurními změnami průměrné teploty, větší než  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  a alespoň v jednom dnu této teplotní vlny se vyskytlo ochlazení  $-6,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  a větší.

Regionální projevy prudkých ochlazení byly sledovány na základě rozdílů:

a) v průběhu ochlazení na stanicích s různou topografickou polohou a o různé nadmořské výšce; b) v celkovém poklesu průměrné denní teploty na jednotlivých stanicích.

Pro stanovení rozdílů v průběhu ochlazení byl vykreslen chod teploty na stanicích po hodinových intervalech (z pásek termografů) nebo z termínových teplot (chyběli termografický záznam). Ukázalo se, že křivky chodu teploty při silných advektivních situacích s prudkým ochlazením jsou souběžné. Chod teploty je v těchto případech ovlivňován absolutní nadmořskou výškou, zatímco vliv topografické polohy stanic je silně potlačen.

Vzájemné srovnání celkového poklesu teploty na stanicích a také srovnání křivek chodu teploty ukázalo, že prudká ochlazení můžeme zhruba rozdělit do 3 skupin:

1. Ochlazení s největší interdiurní změnou teploty na Pradědu.
2. Ochlazení s nejmenší interdiurní změnou teploty na Pradědu.
3. Ochlazení, která byla zaznamenána pouze na vrcholové stanici Praděd.

Všechny vpády, kromě některých zimních, lze zařadit do 1. skupiny. Jako příklad takového ochlazení může sloužit pokles teploty z 16. na 17. 2. 1958, kdy při NW proudění (situace NWc) poklesla na Pradědu průměrná denní teplota o  $-7,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pokles teploty na stanicích ukazuje tab. 4. Rozdíly v poklesu teplot nejsou způsobeny časovým faktorem, protože nástup prudkého ochlazení



nastává na všech stanicích téměř současně, a to mezi večerním termínem pozorování 16. 2. a ranním termínem 17. 2. Interdiurní pokles teploty, vypočítaný z denních průměrů, je tedy pro všechny stanice dostatečně reprezentativní. Z většího ochlazení na Pradědu než na níže položených stanicích lze soudit, že advehovaný studený vzduch při tomto převládajícím typu ochlazení je labilnější zvrstven než vzduchové hmoty, které advekci předcházely.

Tab. 4.

Stanice	Praděd	Město Albrechtice	Opava	Karlova Studánka	Jeseník	Červená	Šumperk	Slavonín
$\Delta t$ (°C)	-7,8	-6,1	-7,3	-7,3	-7,6	-6,7	-5,1	-6,2

Tab. 5.

Stanice	Praděd	Město Albrechtice	Opava	Karlova Studánka	Červená	Šumperk	Slavonín
$\Delta t$ (°C)	-6,6	-7,5	-8,2	-9,4	-7,9	-6,9	-7,4

Ochlazení 2. skupiny se vyskytla pouze v zimním období. Příklad uvádí tab. 5, kde jsou zaznamenány ochlazení z 30. na 31. 1. 1956. Pokud vezmeme v úvahu, že rozdíly v poklesu neovlivňuje ani časový faktor ani rozdílné vyzařování, lze vysvětlení takového jevu hledat v tom, že při těchto vpádech je do našich oblastí dopravován při situacích Nc, NEc či NEa velmi studený vzduch stabilně zvrstvený, který pochází ze značně studených oblastí Arktidy. Stabilní studený vzduch je transportován nad pevninskými oblastmi, které jsou v zimních měsících pokryty sněhem a jejichž charakter aktivního povrchu se příliš neliší od povrchu Arktidy. Nadto je přesun studených hmot většinou natolik rychlý, že nedochází k transformaci vzduchových hmot a k labilizaci teplotního zvrstvení.

Také ochlazení třetí skupiny se ve studovaném období vyskytla pouze v zimním období. Jsou to ochlazení, projevující se prudkou změnou teploty pouze na Pradědu, tj. asi v tlakové hladině 850 mb. V nižších polohách je zaznamenán menší interdiurní pokles teploty či dokonce teplotní vzestup. Jako příklad jsou uvedeny v tab. 6 interdiurní změny teploty z 29. na 30. 1. 1949 při NNW proudění na Pradědu. Tab. 7 ukazuje průměrné denní teploty 29. a 30. 1. 1949.

Tab. 7.

Stanice	Praděd	Město Albrechtice	Opava	Jeseník	Česká Ves	Paseka	Karlova Studánka	Slavonín
$\Delta t$ (°C)	-8,7	-0,1	+1,3	-1,6	+0,6	+0,3	-0,8	+1,8

Tab. 7.

Stanice	Praděd	Město Albrechtice	Opava	Jeseník	Česká Ves	Paseka	Karlova Stu- dánka	Slavonín
$\bar{t}$ 29.1.	3,5	3,0	-0,8	3,2	1,4	-0,8	-0,8	-3,6
$\bar{t}$ 30.1.	-5,2	2,9	0,5	1,6	2,0	0,0	0,0	-1,8

Z těchto údajů je zřejmé, že nad územím Východních Sudet se 29. 1. rozkládala silná teplotní inverze, která byla v následujícím dnu rozrušena vpádem vzduchových hmot od NNW. Interdiurní pokles teploty na vrcholové stanici Praděd je poměrně značný, zatímco na níže položených stanicích byl zaznamenán menší teplotní pokles nebo vzestup teploty. Případy takových ochlazení lze považovat za tzv. maskované vpády.

### 7. Závěr

Studie, která je výňatkem z diplomové práce, zpracovává prudká ochlazení v oblasti Východních Sudet v období 1947–1969 především na základě údajů meteorologické stanice na Pradědu.

Jako prudká ochlazení jsou označeny interdiurní změny průměrné denní teploty, které se vyskytly s 5 % pravděpodobností překročení. Na Pradědu jsou to ochlazení  $-6,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  a větší. Ukázalo se, že rozložení prudkých ochlazení na Pradědu během roku do určité míry koresponduje s ročním chodem průměrné teplotní proměnlivosti. Maximu průměrné proměnlivosti v zimních měsících (leden  $2,33\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) odpovídá nejčastější výskyt prudkých ochlazení (leden 26 případů), menší průměrné proměnlivosti vrcholného léta a měsíců září, října odpovídá minimum těchto ochlazení (14 případů v červenci a v říjnu).

Ve dnech s prudkým ochlazením dochází k výrazné změně v celkovém charakteru počasí. Z celého komplexu meteorologických prvků se v těchto dnech nejvíce odlišují od průměrných sezónních poměrů teplota vzduchu a směr větru. Ve všech ročních obdobích klesá průměrná teplota pod sezónní průměr. Na podzim dokonce o  $-6,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , v létě o  $-3,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . V podzimních měsících dochází k extrémnímu poklesu teplot ve dnech s teplotami jen o málo vyššími než je denní normál, zatímco v ostatních ročních obdobích jsou extrémním ochlazením častěji snižovány silně nadnormální teploty.

Při prudkém ochlazení nastává stáčení směru větru do směru studené advekce, tzn. v zimě a na jaře nejčastěji do N směru, v létě a na podzim do NW směru. N směr na jaře dosahuje 31,1 %, v zimě 30,7 %, NW směr v létě 34,1 %, na podzim 28,4 %. V jarních, podzimních a hlavně v zimních měsících jsou dny s prudkým ochlazením charakteristické narůstáním NE složky proudění.

Prudká ochlazení byla studována ve vztahu k synoptickým typům M. Končka a F. Reina za období 1951–1960. Ukázalo se, že v období 2 dnů před ochlazením se nad našim územím rozkládá ve většině případů nízký tlak vzduchu s prouděním v západním kvadrantu. Prudká ochlazení na Pradědu jsou v zimě nejčastější při typu Ec (17 %), na jaře při Bc (16 %), v létě při Bc a NWC (28 %) a na podzim při NWA (22 % případů). Největší pravděpodobnost prudkého ochlazení je při výskytu typu NWA v jarním období, a to 17,4 %.

Po vpádu studeného vzduchu je zvýšena četnost anticyklonálních typů. Nejvýrazněji se toto zvýšení projevuje v létě, kdy v prvním dnu po ochlazení se přestavuje v 44 % synoptická situace na typ A, v 22 % na typ Wa.

Povětrnostní mapy z dní s prudkým ochlazením ukázaly, že tato ochlazení jsou v naprosté většině spojena s prudkou přestavbou barického pole a s přechodem studených front přes naše území. V letním období jde buď o advekci studeného vzduchu v týlové části útvarů nízkého tlaku vzduchu nad střední Evropou, příp. se středem v oblasti mezi jižní Skandinávií a Skotskem nebo o advekci vzduchu od NW po východním okraji výběžků azorské výše. V zimě je prudké ochlazení způsobeno jednak vpádem studených vzduchových hmot značně vysokých zeměpisných šferek při meridionální cirkulaci kolem tlakových níží se středem nad severní Skandinávií, jednak přechodem studených front po okrajích většinou mohutných anticyklón, jejichž střed se rozkládá v prostoru od severní Skandinávie po severní až střední oblasti evropské části SSSR. Prudká ochlazení v přechodných ročních obdobích nesou znaky jak letních, tak zimních situací.

V poslední kapitole bylo snahou ukázat, k jakým změnám teploty dochází ve značně členitém reliéfu Východních Sudet při prudkých ochlazeních na Pradědu. Na základě srovnání chodu teploty na 10 vybraných stanicích a posouzení rozdílů ve velikosti interdiurních změn průměrné teploty lze říci, že ve značně většině vpádů studeného vzduchu nastává největší pokles teploty na Pradědu. Pouze malou část prudkých ochlazení v zimním období tvoří případy, kdy dochází k většímu poklesu teplot v nižších polohách, nebo k výškovým ochlazením, projevujícím se poklesem teplot pouze na Pradědu.

#### Literatura

- BAYER K. (1956): Pravidelná ochlazení na konci května a v červnu v období 1906—1955. MZ 9:4:97—105, HMÚ, Praha.
- BLÜTHGEN J. (1966): Allgemeine Klimatographie. Lehrbuch der Allgemeinen Geographie. II. Auflage, Berlin.
- BRÁDKA J. a kol. (1961): Počasí na území Čech a Moravy v typických povětrnostních situacích. HMÚ, Praha.
- Československá vlastivěda (1968): Díl I. — Příroda. Svazek 1. Orbis, Praha.
- Denní přehled počasí (1949—1969). Roč. I. — XXI. HMÚ, Praha.
- KÁLMÁNNÉ É. (1963): Rasprostranění i vlivanie choldnych vtvorzenij v rajoně Karpat. Vlijanije Karpat na pogodu, s. 143—149, Budapest.
- KONČEK M. (1961): Vzťah medzi synoptickou situáciou a počasím južných svahov Vysokých Tatier. Príspevok k meteorológii Karpát, s. 38—46, SAV, Bratislava.
- KONČEK M., REIN F. (1971): Katalog der Witterungstypen für Mitteleuropa. Acta Facultatis rerum naturalium Universitatis Comenianae, Meteorologia IV, 1—33, Bratislava.
- KRŠKA K. (1967): Poznámky k československým typisacím povětrnostních situací se zřetelem na severní situace. MZ 20:5:105—112.
- NOSEK M. (1954): Praktická klimatologie. Naše vojsko, Praha.
- Povětrnostní poměry Hurbanova (1960). HMÚ, Praha.
- REISENAUER M. (1970): Metody matematické statistiky a jejich aplikace v technice. SNTL, Praha.
- Ročenka povětrnostních pozorování (z let 1947—63, 1965). HMÚ, Praha.
- SCHNEIDER-CARIUS K. (1953): Die Grundsicht der Troposphäre. Leipzig.
- TEJNSKÁ S. — TEJNSKÝ J. (1958): Praděd v 10letém pozorování. MZ 11:3:62—66, HMÚ, Praha.

#### DIE EXTREMEN TEMPERATURABNAHMEN IN DEN ÖSTLICHEN SUDETEN FÜR DEN ZEITRAUM 1947—1969

In der vorliegenden Arbeit werden die extremen Abkühlungen im Gebiet der Östlichen Sudeten für den Zeitraum 1947—1969 behandelt. Die Östlichen Sudeten bestehen aus

Hrubý Jeseník, Rychlebské hory, Králický Sněžník, weiter Nizký Jeseník und den Unterberggegenden aller hohen Gebirge (Hromádka, 1968). Das untersuchte Gebiet nimmt eine Fläche von 4500 km<sup>2</sup> ein. Das Ausgangsmaterial waren die Angaben der meteorologischen Station Praděd. Als extreme Abkühlungen werden die interdiurnen Änderungen der mittleren Tagestemperatur, die mit der 5 % Überschreitungswahrscheinlichkeit auftreten, bezeichnet. Auf Praděd handelt es sich um Abkühlungen von -6,1 °C und mehr.

Die Untersuchung der Wetterverhältnissen in den Tagen mit der extremen Abkühlung zeigte, dass in diesen Tagen zur deutlichen Änderung in dem Gesamtwettercharakter kommt. Aus dem ganzen Komplex von meteorologischen Elementen unterscheidet sich von den mittleren jahreszeitlichen Verhältnissen am meisten die Lufttemperatur und die Windrichtung. In allen Jahreszeiten sinkt die mittlere Temperatur unter den jahreszeitlichen Durchschnitt (im Herbst um -6,0 °C, im Sommer um -3,2 °C). In den Herbstmonaten kommt zur extremen Temperaturabnahme in den Tagen mit den nur um wenig höheren Temperaturen als die täglichen Normalwerten sind, während in anderen Jahreszeiten die übernormalen Temperaturen durch die extreme Abkühlung mehrmals herabgesunken werden. Bei der extremen Abkühlung dreht sich die Windrichtung in die Richtung der kalten Advektion, d. h. im Winter und im Frühling am häufigsten in die N-Richtung (31,1 %, 30,7 %), im Sommer und im Herbst in die NW-Richtung (34,1 % und 28,4 %).

Die extremen Abkühlungen wurden in der Beziehung zu den synoptischen Typen von M. Konček und F. Rein (M. Konček, F. Rein 1971) für den Zeitraum 1951—1960 untersucht. Es zeigte sich, dass die extremen Abkühlungen auf Praděd die häufigsten im Winter beim Typ Ec (17 %), im Frühling bei Bc (16 %), im Sommer bei Bc und Nwc (28 %), und im Herbst bei Nwa (22 %) sind. Den Einbrüchen der Kaltluft geht meistens die Lage mit dem tiefen Luftdruck und mit der Strömung im westlichen Quadranten hervor. Nach dem Einbruch der Kaltluft ist die Häufigkeit von antizyklonalen Typen erhöht. Im Sommer wird im ersten Tag nach der Abkühlung die synoptische Lage in 44 % auf den Typ A, in 22 % auf Wa umgestellt. Aus den Wetterkarten aus dem Tagen mit der extremen Abkühlung ist ersichtlich, dass diese Abkühlungen in der überwiegenden Mehrzahl mit der plötzlichen Umstellung in dem barischen Feld der Atmosphäre sowie mit dem Übergang der Kaltfronten über das Gebiet der ČSSR verbunden sind. In der Sommerzeit handelt es sich entweder um die Advektion der Kaltluft in der Rückseite von Gebilden des niedrigen Luftdrucks über Mitteleuropa bzw. mit dem Zentrum zwischen dem südlichen Skandinavien und Schottland oder um die Advektion der Kaltluft von NW auf dem östlichen Rand des Azorenhochdruckkeils. Im Winter ist die extreme Abkühlung verursacht einerseits durch den Einbruch der kalten Luftmassen von beträchtlich hohen geographischen Breiten bei der meridionalen Zirkulation um die Tiefdruckgebiete mit dem Zentrum über Nordskandinavien, andererseits durch den Übergang der Kaltfronten auf den Rändern von meistens mächtigen Antizyklonen, deren Zentrum sich im Raum von Nordskandinavien bis zu den nördlichen und mittleren Gebieten der europäischen UdSSR erstreckt.

Der letzte Teil der Arbeit zeigt, zu welchen Änderungen im gegliederten Relief der Östlichen Sudeten bei den extremen Abkühlungen auf Praděd kommt. Aus dem Vergleich der Unterschiede der Abkühlung auf 10 ausgewählten Stationen kann man sagen, dass in der überwiegenden Mehrzahl der Einbrüche der Kaltluft zu der grössten Temperaturabnahme auf Praděd kommt. Nur selten im Winter treten die grössere Temperaturabnahme in den niederen Lagen oder die Höhenabkühlungen, die sich nur auf Praděd zeigen.

Text zu den Abbildungen:

1. Der Vergleich der Windrosen im Sommer (1) und im Herbst (2) mit den Windrosen bei der extremen Temperaturabnahme im Sommer (3) und im Herbst (4) auf Praděd für den Zeitraum 1947—1969.
2. Der Vergleich der Windrosen im Winter (1) und im Frühling (2) mit den Windrosen bei der extremen Temperaturabnahme im Winter (3) und im Frühling (4) auf Praděd für den Zeitraum 1947—1969.
3. Die Quote der ausgenommenen Zirkulationstypen nach dem Kalender von M. Konček, F. Rein (1971) auf den Tagen mit der extremen Temperaturabnahme und zwei Tagen vor und nach dieser Temperaturabnahme. (Für den Zeitraum 1951—1960.)
4. Die synoptische Lage am 27. 3. 1955, 06 z.
5. Die synoptische Lage am 28. 3. 1955, 06 z.