

míha. Za frontou je dohlednost zhoršena suchým zakalením (v tropickém anebo pevninském polárním vzduchu).

Typická posloupnost oblaků při přiblížení se teplé fronty je přechod od C_1 a C_2 přes A_2 k N_2 : $C_N = 4, 6, 7, C_M = 1, 2, C_L = 6$. Při samém přechodu fronty se vyskytuje často Sf ($C_L = 5$), Fs a míha. Za frontou jsou vrstevné oblaky teplé hmoty. Při zrychlující se teplé frontě se tvoří nezfidka *maximales*, někdy se vyskytuje föhnové táni oblaků (objevení se pasivního sestupného klouzání v teplém vzduchu).

Srážky tvoří před frontou souvislou širokou oblast o šířce 200—300 km, při čemž bývají pozorovány veškeré tvary srážek výstupného klouzání. Zvláště typické předfrontální hydrometeory podle klíče jsou: 76, 74, 72, 70, 69, 68, 66, 64, 62, 60. Za frontou bývá někdy míha, často mlženi, mrholení, drobný rozprášený déšť. V zimě bývá často ledovka. Typické hydrometeory podle klíče jsou: 77, 67, 61, 59, 58, 57, 56, 55, 54, 53, 52, 51, 50, 48, 46, 44, 41, 40, 24, 23, 22, 21, 08, 05.

§ 60. Studená fronta.

1. Při studené frontě máme záměnu teplého vzduchu studeným, t. j. postup studeného klínu kupředu.

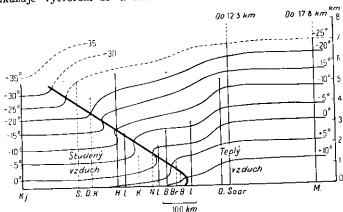
Společné vlastnosti pro všechny studené fronty jsou proto tyto: Tlak před frontou slabě klesající, někdy také stoupající začíná při přechodu fronty vzrůstat. Na křivce barografu vzniká charakteristické přelomení. Na synoptické mapě za studenou frontou bývá pozorována oblast stoupání tlaku. Vítr se stáčí vpravo, někdy velmi ostře, pokud jsou studené fronty spojeny s velmi zřetelně vyjádřenými brázdami; před frontou samou bývají často pozorovány hůlavy. Teplota a napětí par při přechodu fronty zpravidla klesají; dohlednost se zlepšuje, zvláště byl-li vzduch před frontou tropický. Co se týká oblačnosti a srážek, je jejich rozdělení v různých případech rozličné, v závislosti na typu fronty. Lze rozlišovat dva základní typy studených front. V prvním případě je plocha fronty do velké výšky plochou výstupného klouzání. Teplý vzduch vystupuje pasivně podél pronikajícího pod něj studeného klínu do značné výšky nad povrchem země. V druhém případě jest jen nejnižší část frontální plochy anafrontou, t. j. vykazuje výstupné klouzání teplého vzduchu. Počínaje výškou 1—2 km je studená fronta již katafrontou; teplý vzduch nad frontální plochou je zde v stavu sestupného klouzání.

V prvním případě mluvíme o studené frontě prvního druhu (obr. 134), v druhém o studené frontě druhého druhu (obr. 135). Projednáme oba tyto typy studené fronty.

Studené fronty prvního druhu bývají převážně pozorovány mimo cyklonální oblasti; k tomuto typu patří pomalu se pohybující, zpomalující se nebo kvasistacionární studené fronty. Bez tření by musila studená fronta prvního druhu — s výstupným klouzáním nad celou frontální plochou — mít stejnou oblačnou soustavu jako obyčejná teplá fronta. Jen veškeré zjevy při přechodu fronty by se odehrávaly v obráceném pořadí. Oblačný systém, ležící nad plochou fronty, by byl záfrontální. Déšť by začínal spolu s přechodem fronty, pak N_2 by postupně přecházely do A_2 a ty do C_2 .

Vlivem tření se však mění profil studené fronty tak, jak jsem již uvedl v § 58. V spodních vrstvách se stává plocha studené fronty velmi příkrou. Proto máme před samou čarou fronty místo klidného a povelového výstupného klouzání příkřejší výstup teplého vzduchu. Tím nabývá

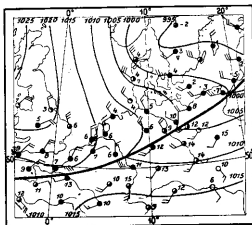
přední část oblačného systému rázu obrovského *Cb*, roztaženého na sta kilometrů podél fronty, s přeháňkami, boufkami a húlavami. Někdy poukazuje vytvoření se t. zv. »húlavového límce« (*arcus*, viz »Meziná-



Obr. 131. Studená fronta ze dne 20. dubna 1929 (podle Palména, 1931).

rodní atlas oblačů a vzhledu oblohy») dokonce na čistě vertikální pohyb v úzkém předfrontálním pásmu.

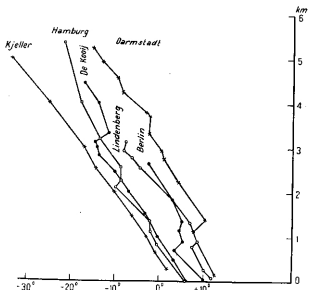
Pak nastupuje přední příkrá část frontální plochy, ohraničující t. zv. »hlavu studeného vzduchu«, t. j. přední část studeného klínu,



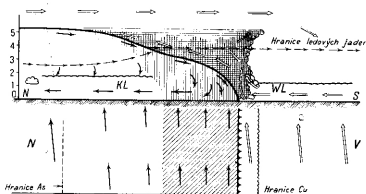
Obr. 132. Synoptická situace ze dne 20. dubna 1929 ráno.

mající tvar valu. Pak nabývá plocha fronty normálního naklonění řádové velikosti 1 : 100; výstupné klouzání nad touto vyšší částí frontální plochy nabývá klidného rázu a oblačný systém představuje rovnoměrnou pokrývku *Ns* — *As*. Přeháňkové srážky z *Cb*, padající v samé blízkosti

k čáře fronty, mohou být vystřídány stejnoměrnými trvalými srážkami. V každém případě je však šířka oblačné soustavy a oblasti srážek menší



Obr. 133. Křivky rozdělení teploty s výškou podle mezinárodních aerologických sondáží 20. dubna 1929.



Obr. 134. Studená fronta prvního druhu (podle Bergerona, 1934).

než při teplé frontě. Uvnitř studeného klínu převládá sestupný pohyb vzduchu. Avšak, je-li záfrontální hmota dostatečně labilně zvrstvena, začíná v určité vzdálenosti od čáry fronty přece tvoření se konvekčních oblaků. Na obr. 134 udávám podle Bergerona podrobný průřez

studené fronty prvního druhu. Stejně jako na obr. 126 se vztahují vzdušné proudy na soustavu souřadnic, spojenou s frontou.

Ale u většiny studených front bývá záfrontální oblast srážek velmi úzká v srovnání s teplou frontou. Takové studené fronty jsou v horních částech ve větší nebo menší míře katafronty. Při takové typické studené frontě druhého druhu chybějí záfrontální kondenzační zjevy vůbec a všechno se omezuje na velmi úzký pruh *Cb* před samou frontou, který nelze dokonce na mapě rozpoznat.

Nyní přejdu k podrobnému popisu studené fronty druhého druhu.

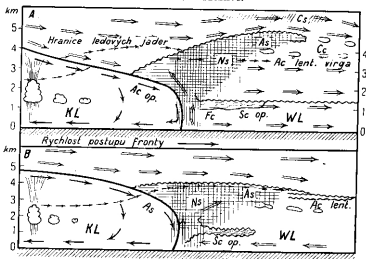
2. Jak bylo uvedeno výše, je typická studená fronta druhého druhu v podstatě katafrontou, t. j. vykazuje sestupné klouzání teplého vzduchu nad hladinou 1—3 km. Výstup teplého vzduchu se projevuje zde jen prudkým předfrontálním vytlačováním postupujícím studeným valem. Je-li teplý vzduch dostatečně vrátký (nebo potenciálně vrátký), dává toto vytlačování jen první podnět k prudkému vývoji konvekce uvnitř teplého vzduchu před frontou. Studené fronty tohoto typu se rychle pohybují. Uvnitř cyklonálních poruch převládá tento typ studených front.

Při studené frontě druhého druhu se pohybuje teplý vzduch nad frontální plochou (ve směru kolmém na frontu) rychleji než vzduch v studeném klínu. Toto rozdělení je zcela přirozené, protože rychlost větru s výškou vůbec vzrůstá. Proto klouže teplý vzduch nad frontální plochou aktivně dolů. Avšak studený klín jako celek se pohybuje kupředu větší rychlostí než třením zpomalené složky rychlosti větru v obou hmotách u povrchu země. Proto bývá v hlavě studeného vzduchu pozorován intenzivní sestupný pohyb; studený vzduch se jako by převahuje v spodních vrstvách kupředu a předstihuje teplý vzduch. Právě proto musí vzniknout výstupný pohyb teplého vzduchu od povrchu země do oné hladiny, kde se složka rychlosti teplého vzduchu, kolmá na frontu, stává rovnou rychlosti studeného klínu. Podél fronty vzniká svého druhu hůlavový vítr s vodorovnou osou. Nad výše ležící částí frontální plochy je teplý vzduch v stavu sestupného klouzání (viz obr. 135, kde se veškeré složky pohybu vztahují na soustavu souřadnic spojenou s frontou, stejně jako na předešlých průřezích front). Prudce vystupující vzduch před studeným valem se setkává ve výšce 3—4 km se sestupným proudem teplého vzduchu. Při výstupu vznikají val oblaků tvaru *Cb* se vytahuje dopředu, protože je unášen všeobecným pohybem teplého vzduchu, a rozplývá se vlivem sestupné složky pohybu na jednotlivé čočkovité oblaky (*Ac lenticularis*). Ty se objevují v 20—200 km před čarou fronty. Mezi klidně plynoucím teplým vzduchem vyšších vrstev a vystupujícím teplým vzduchem spodních vrstev vzniká vnitřní plocha rozhraní. Prudce se vyvinující *Cb* pronikají ovšem snadno přes ni. Někdy má tato vnitřní fronta velké naklonění, jak je znázorněno na obr. 135 A. Pak je tato fronta plochou výstupného klouzání pro plynoucí nad ní teplý vzduch a nad ní se mohou vyvinout *As* a *Cs*, předcházející studenou frontu v značné vzdálenosti. Častěji je vnitřní fronta téměř horizontální a oblaky nad ní nejsou (obr. 135 B).

Oblaky studené fronty druhého druhu mají možnost dosáhnout hladiny ledových jader jen před studeným klínem. Všeobecný sestupný pohyb teplého vzduchu nemůže zde zadržet prudký výstup spodních vrstev teplé hmoty. Oblačný val zachází ovšem také poněkud za čaru fronty, ale zde nabývají oblaky brzy rázu *Sc opacus* nebo *Ac opacus* a zakončují se ostrými hranicemi ve vzdálenosti 10—100 km za studenou frontou. Proto jsou zde také srážky převážně předfrontální a ovšem prudkého přehánkového rázu. Šifka pruhu srážek může být velmi roz-

ličná, v závislosti na vlhkostní vrátlosti teplého vzduchu, na přítomnosti v něm zadržujících vrstev, na orografických vlivech atd. Velmi často padají srážky v takové blízkosti k čáře fronty, že srážkový pruh nelze na synoptické mapě ani zpozorovat. V takových případech nutno mít zřetel na průběh počasí (*W*) a na množství srážek (*RR*).

Někdy nemá studená fronta srážek v celé své délce nebo jen místy, takže přechází nad jednotlivými body beze srážek, někdy dokonce bez značného zvětšení oblačnosti. Takové případy jsou zejména možné v zimě, kdy za frontou proniká arktický vzduch v tvaru hmoty s malou vertikální mohutností a vzduch před frontou je suchý. Vyskytují se takové případy též v létě, na př. studená fronta s mořským polárním vzduchem za ní dne 22. května 1935 v Moskvě.



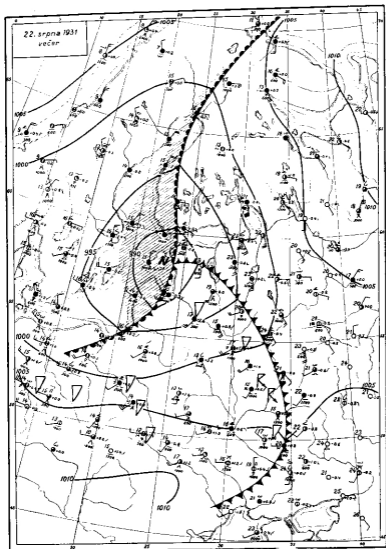
Obr. 135. Studená fronta druhého druhu (podle Bergerona, 1934).

Vlivem sestupných pohybů v hlavě studeného vzduchu nastává v západě za frontálními oblaky vyjasňování, které se může udržet několik hodin. Ale ještě dále od čáry fronty, kde se sestupné pohyby v spodní části studeného klínu stávají mizivě malými, vznikají uvnitř hmoty konvektivní oblaky — *Cu* a *Cb*.

Na synoptických mapách se označuje studená fronta souvislou modrou čarou; je-li fronta podružná, t. j. vyvinula se uvnitř hmoty studeného vzduchu, kreslí se čára tenká. Výšková studená fronta se označuje čerchanou modrou čarou. V jednobarevném tisku se označuje studená fronta čarou se začerněnými zoubky, směřujícími do teplého vzduchu; podružná studená fronta — čarou s prostoupenými začerněnými zoubky a výšková studená fronta — čarou s nezačerněnými zoubky.

3. Ke konci uvedu příznaky studené fronty na synoptické mapě ve střední Evropě podle přehledu Schinzeho (1932).

Tendence. Pokles před frontou ($\alpha=7, 8$); slabý nebo mírný vzrůst za studenou frontou prvního druhu; náhlý, někdy silný vzrůst za studenou frontou druhého druhu. Charakteristika při přechodu



Obr. 136. Synoptická situace ze dne 22. srpna 1931, večer.

fronty = 2, 4, 5. Tvar isobar: před frontou protáhlá oblast poklesu; za frontou prvního druhu je protáhlá, více méně slabá oblast stoupání; za frontou druhého druhu je kompaktní, většinou ovální oblast stoupání, často se silným isobarickým gradientem.

Vítr se stáčí před frontou vlevo téměř až k směru rovnoběžnému s blížící se frontou. Při přechodu fronty nastává skok větru vpravo. Před frontou se vítr vůbec zesiluje; před frontou prvního druhu — na silný a velmi silný; před frontou druhého druhu — převážně jen na čerstvý. Při přechodu fronty je vítr hřlavový, často s vichřicemi; za frontou prvního druhu vítr slabne, za frontou druhého druhu zůstává dlouho silný nebo velmi silný.

Teplota. Před frontou prvního druhu závisí teplota a ekvivalentně potenciální teplota na vzduchové hmotě, na denním a ročním chodu. Za frontou je zřejmě vyjádřený pokles teploty, ale poměrně malý pokles ekvivalentně potenciální teploty. Při frontě druhého druhu se vyskytuje před samou frontou pokles teploty (vlivem předfrontálního ochlazení srážkami) a v souvislosti s tím se tvoří fiktivní fronta. Ekvivalentně potenciální teplota se téměř nemění nebo trochu vzrůstá. Za frontou bývá náhlý pokles teploty a ekvivalentně potenciální teploty v tvaru skoku. Při silném stoupání tlaku za frontou, zvláště druhého druhu, se vyskytuje dynamické ohřívání v studené hmotě.

Jak napětí par, tak také poměrná vlhkost se chovají před frontou prvního druhu analogicky s teplotou (v závislosti na vzduchové hmotě, denním a ročním chodu). Za frontou pomalu ubývá napětí par a zprvu vzrůstá poměrná vlhkost; před samou frontou druhého druhu nastává zvýšení napětí par a poměrné vlhkosti; za frontou náhlé ubývání napětí par v tvaru skoku a většinou vzrůst poměrné vlhkosti.

Dohlednost se před frontou prvního druhu zhoršuje, za frontou se zlepšuje; částečně je však zde pod vlivem záfrontálních srážek. Před frontou druhého druhu se dohlednost většinou zhoršuje vlivem předfrontálních srážek, za frontou se všeobecně mimořádně zlepšuje.

Oblaky před frontou prvního druhu jsou vrstevné oblaky uvnitř hmoty teplého vzduchu, málo změněné. Při přechodu fronty a za frontou jsou mohutné *Cu* a *Cb* současně se *Sc* ($C_L = 8$), nízké roztrhané oblaky špatného počasí s *Ns* nad nimi ($C_L = 6$), pak *As* ($C_M = 2, 1$); konečně rychlé, často ostře ohraničené vyjasnění. Před frontou druhého druhu se vyskytují zprvu řady čokovitých oblaků ($C_M = 4 b$), pak nástup *Sc* ($C_L = 5 a, b$) postupně houstnoucích, konečně stěna *Cb* ($C_L = 9 b$).

Uspořádání oblačných řad je typicky rovnoběžné s frontou.

Hydrometeory. Před frontou prvního druhu zvláště $w = 13$, pak 10. V okamžiku přechodu fronty — silná přeháňková činnost, za níž následují dlouho trvající srážky, většinou během několika hodin. Zvláště typická čísla při přechodu fronty jsou: 99, 97, 96, 95, 94, 93, 89, 88, 87, 86, 85, 84, 83, 82, 81, 80. Pak v záfrontální oblasti srážek $w = 76-70, 69-60$. Při frontě druhého druhu, krátce před přechodem fronty, se vyskytují krátké přeháňkové srážky; zvláště typické hodnoty $w = 99, 97, 96, 95, 94, 93, 88, 87, 86, 85, 84, 83, 82, 81, 80, 15$. Za frontou se obloha rychle vyjasňuje; zvláště časté hodnoty w jsou: 92, 91, 90, 29, 28, 27, 26, 25.

Konkrétní příklad studené fronty prvního druhu na synoptické mapě viz na obr. 160, druhého druhu na obr. 136.

§ 61. Fronty okluse.

1. V ději vývoje cyklony, který bude podrobně popsán v příští kapitole, vznikají zvláštní komplexní fronty, t. zv. fronty okluse. Fronta okluse je sloučením teplé a studené fronty, někdy dokonce několika