

LATVIJAS UNIVERSITĀTES BIOLOĢIJAS
INSTITŪTS
LATVIJAS ZINĀTŅU AKADEMIJA

**OKEĀNISKĀS UN KONTINENTĀLĀS
GAISA MASAS LATVIJĀ**

Anita Draveniece

LATVIJAS VEĢETĀCIJA • 14

RĪGA 2007

Latvijas Veģetācija, 14, 2007
Iespiests SIA PIK

Galvenais redaktors

M. Laiviņš, Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvija

Redkolēģija

B. Bambe, Latvijas Valsts Mežzinātnes institūts Silava, Latvija

V. Melecis, Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvija

J. Paal, Tartu Universitāte, Botānikas un Ekoloģijas institūts, Igaunija

M. Pakalne, Latvijas Universitāte, Bioloģijas fakultāte, Latvija

V. Rašomavičius, Lietuvas Botānikas institūts, Lietuva

V. Šulcs, Latvijas Universitāte, Bioloģijas institūts, Latvija

ISSN 1407 – 3641

© Latvijas Universitātes Bioloģijas institūts

© Latvijas Zinātņu akadēmija

ANOTĀCIJA

Draveniece A. 2007. Okeāniskās un kontinentālās gaisa masas Latvijā. *Latvijas Veģetācija*, **14**, 135 lpp.

Šī publikācija ietver promocijas darba **“Okeāniskās un kontinentālās gaisa masas Latvijā”** rezultātus. Promocijas darbs tika izstrādāts laika posmā no 1998. līdz 2006. gadam Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Ģeogrāfijas nodaļā. Darba zinātniskais vadītājs profesors Ādolfs Krauklis, *Dr. habil. geogr.*

Pētījuma mērķis bija noteikt un raksturot okeāniskās un kontinentālās gaisa masas Latvijā, raksturot gaisa masu dinamikas saistību ar dabas gada ritmiem, un izvērtēt okeānisko un kontinentālo gaisa masu īpatsvara ietekmi uz klimatisko un ainavekoloģisko atšķirību veidošanos Latvijā, kas atrodas pārejas posmā jeb ekotonā (boreonemorālā starpzona) starp abām galvenajām – boreālo un nemorālo – Eiropas mežu zonām; te okeāniskā tips klimats pāriet kontinentālajā.

Pētījuma izpildei izvirzīti šādi uzdevumi:

- veikt esošā gaisa masu izpētes stāvokļa apskatu Latvijā un citur pasaulē, aprakstīt gaisa masu galvenos kvantitatīvos rādītājus, raksturot okeānisku un kontinentālu gaisa masu īpašības un pielietoto gaisa masu klasifikācijas veidu;
- savākt un digitalizēt Latvijā pieejamos aeroloģisko un meteoroloģisko novērojumu datus tādā apjomā, kas pietiekami gaisa masu raksturojumam, veikt nepieciešamos aprēķinus, un izvērtēt šo elementu laika rindas;
- noteikt Latvijā ieplūstošo gaisa masu tipus atbilstoši izvēlētajam klasifikācijas veidam, raksturot katra tipa izpausmi un ietekmi uz laikapstākļiem Latvijā un gaisa masu dinamiku saistībā ar dabas ritmiem;
- analizēt un novērtēt gaisa masu biežuma un to īpašību ietekmi uz klimata okeanitātes–kontinentalitātes un fizioģeogrāfiskajām atšķirībām Latvijā;
- izvērtēt iegūtos rezultātus saistībā ar radniecīgu pētījumu datiem Eiropā.

Darba rezultātā pirmo reizi Latvijā apkopoti līdzšinējie rezultāti gaisa masu izpētes jomā, aprakstīti gaisa masu kvantitatīvie lielumi, iedalījuma veidi un Eiropas vidusplatumu gaisa masu noteikšanas klimatoloģiski objektīvā metode. Veikta klimatoloģiski objektīva Latvijas gaisa masu noteikšana, izmantojot Viduseiropas gaisa masu klasifikāciju, un raksturota katra gaisa masu tipa un gaisa masu kombināciju ietekme uz laikapstākļiem un ainavu sezonām Latvijā. Noteiktas gaisa masu tipu kvantitatīvās attiecības, Latvijā ieplūstošās gaisa masas klasificētas pēc to regularitātes, izdalīti sezonāli gaisa masu atkārtotamības periodi, un raksturoti Latvijas dabas ritmi saistībā ar gaisa masu dinamiku, un izvērtēta okeāniskas un kontinentālas izcelsmes gaisa masu ietekme uz klimata okeanitātes – kontinentalitātes atšķirībām Latvijas teritorijas robežās.

SUMMARY

Draveniece A. 2007. Oceanic and Continental Air Masses over Latvia. *Latvijas Veģetācija*, **14**, 135 pp.

The present publication is a revised version of the PhD thesis „**Oceanic and continental air masses over Latvia**” that was elaborated within 1999–2006 in the Department of Geography at the Faculty of Geography and Earth sciences, University of Latvia. Supervised by professor Ādolfs Krauklis, *Dr. habil.geogr.*

The research addresses oceanic and continental air masses arriving in Latvia, which is located in the middle of an area where the boreal and nemoral zones and the regions of oceanic and continental climate meet. It was aimed at identifying and describing the air masses, characterizing the relationship between air mass dynamics and nature’s annual cycle, and evaluating the impact of the oceanic and continental air mass frequency on the climatic and ecological differences within Latvia.

The following tasks were assigned to achieve the objectives of the work:

- to explore the existing situation in air mass climatology in Latvia and in the world, to describe the main quantitative indices and the character of oceanic and continental air masses and the applied classification system;
- to gather and digitize enough aerological and meteorological observation data available in Latvia for the air mass description, to perform the necessary calculations and to examine time series of the proper quantitative indices;
- to identify the air masses arriving in Latvia in accordance with the chosen classification scheme, to describe the weather pattern brought by each air mass type and air mass dynamics related to nature’s annual cycle;
- to examine the influence of air mass character and frequency on the climate oceanicity–continentality and physiogeographic differences within Latvia;
- to evaluate the obtained results in relation to similar research performed in Europe.

An overview of the existing situation in air mass climatology in the world and in Latvia has been carried out, the quantitative indices of air masses, the air mass classification schemes and the climatologically objective method for Central European air mass identification have been described.

Based on objective criteria, the air masses arriving in Latvia, have been identified using the air mass classification scheme for Central Europe, the influence of each air mass type and combination of air mass types on weather and landscape seasons in Latvia is carried out.

Quantitative proportions of air mass types have been determined, the air masses of Latvia have been classified according to their regularity, air mass seasons have been distinguished and Latvia’s landscape seasons are described in relation to air mass dynamics.

The differences of climate oceanicity–continentality in Latvia have been explored in relation to the frequency of oceanic and continental air masses.

SATURS

IEVADS	7
1. GAISA MASU DEFINĪCIJA, ĪPAŠĪBAS UN KLASIFIKĀCIJA	9
1.1. Gaisa masas definīcija	9
1.1.1. Gaisa masas veidošanās un īpašības	10
1.1.2. Gaisa masu transformācija un pārejas zonas	12
1.1.3. Gaisa masu koncepcijas lietojums	14
1.2. Okeāniskās un kontinentālās gaisa masas	15
1.2.1. Okeānisko gaisa masu raksturojums	16
1.2.2. Kontinentālo gaisa masu raksturojums	18
1.2.3. Klimata okeanitāte–kontinentalitāte gaisa masu kontekstā	19
1.3. Gaisa masu kvantitatīvie rādītāji	21
1.4. Gaisa masu klasifikācija	23
2. MATERIĀLI UN PĒTĪJUMA METODES	29
2.1. Gaisa masu noteikšanas metodes	29
2.2. Latvijas gaisa masu izpētes stāvoklis	31
2.3. Izmantotie materiāli	34
2.4. 850 hPa līmeņa temperatūru laika rindu raksturojums	37
2.5. Latvijas gaisa masu noteikšanas metode	42
3. LATVIJAS GAISA MASU NOTEIKŠANAS REZULTĀTU IZVĒRTĒJUMS	55
3.1. Latvijas gaisa masu raksturojums	55
3.1.1. Arktiskās gaisa masas	56
3.1.2. Subpolārās gaisa masas	63
3.1.3. Sasilis subpolārs gaiss	67
3.1.4. Vidusplatumu un subtropiskās gaisa masas	70
3.2. Okeānisku un transformētu okeānisku gaisa masu biežums	74
3.3. Kontinentālo gaisa masu atkārtotamība	77
4. LATVIJAS GAISA MASU DINAMIKA UN DABAS RITMI LATVIJĀ ...	79
4.1. Gaisa masu tipu regularitāte un sezonālitate, to gada gaita	79
4.2. Gaisa masas priekšziemā, pilnziemā un vēlā ziemā	82
4.3. Gaisa masas priekšpavasārī, agrā pavasarī un pilnpavasārī	87
4.4. Gaisa masas priekšvasarā, agrā vasarā, pilnvasarā un vēlā vasarā	89
4.5. Gaisa masas agrā rudenī un pilnrudenī	94
5. GAISA MASAS UN FIZIOĢEOGRĀFISKĀS ATŠĶIRĪBAS LATVIJAS TERITORIJĀ	96
5.1. Klimata okeanitātes–kontinentalitātes pakāpe	96
5.2. Latvijas teritorijas viendabīguma vērtējums gaisa masu kontekstā	100
SECINĀJUMI	107
SUMMARY	109
IZMANTOTĀ LITERATŪRA	128

SAĪSINĀJUMI UN APZĪMĒJUMI

GMT	Grīnvičas vidējais laiks / koordinētais universālais laiks
LVGMA	Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūra
PMO	Pasaules Meteoroloģijas organizācija
cA gaiss	kontinentāls arktisks gaiss
xA gaiss	transformēts okeānisks arktisks gaiss
mA gaiss	okeānisks arktisks gaiss
cP gaiss	kontinentāls subpolārs gaiss
xP gaiss	transformēts okeānisks subpolārs gaiss
mP gaiss	okeānisks subpolārs gaiss
cP _s gaiss	sasilis kontinentāls subpolārs gaiss
xP _s gaiss	sasilis transformēts okeānisks subpolārs gaiss
mP _s gaiss	sasilis okeānisks subpolārs gaiss
mS _p gaiss	okeānisks vidusplatumu gaiss
xS _p gaiss	transformēts okeānisks vidusplatumu gaiss
cS _p gaiss	kontinentāls vidusplatumu gaiss
mS gaiss	okeānisks subtropisks gaiss
xS gaiss	transformēts okeānisks subtropisks gaiss
cS gaiss	kontinentāls subtropisks gaiss

Pateicības

Esmu daudz pateicības parādā savam zinātniskajam vadītājam profesoram Ādolfam Krauklim, kurš devis daudz vērtīgu padomu un aizrādījumu, un ne mazāku nozīmi vēlētos piešķirt tam laikam, kas pavadīts kopā lauku praksēs, konferencēs un citos notikumos, atklājot profesora augsto cilvēcību un inteliģenci.

Darba tapšanas gaitā vērtīgus ieteikumus, aizrādījumus un iedrošinājumu turpināt man devis profesors Ansis Zīverts un allaž pretimnākoši un rosinoši bijuši fakultātes mācībspēki Agrita Briede, Māris Laiviņš, Andris Bauls un Māris Kļaviņš. Darbu uzsākt iedrošināja mana meteoroloģijas – klimatoloģijas pasniedzēja Anita Kalniņa, un vērtīgu ievirzi tēmas risinājumā deva Rasma Kleinberga. Lielu pretimnākšanu un sirsnīgu palīdzību “pelēkajā ikdienā” esmu saņēmusi no daudziem Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras darbiniekiem, bet vēlētos minēt šādus vārdus – Nadja Dorogovceva, Lita Lizuma, Alla Žiļina, Jekaterina Jedeiko. Par dažādu grafisko materiālu sagatavošanu un morālu atbalstu esmu pateicīga allaž atsaucīgajam Jānim Kristapsonam Latvijas Zinātņu akadēmijā un Antrai Legzdiņai par teksta galīgā varianta sagatavošanu. Darbs nebūtu iespējams bez tuvāko ģimenes locekļu atbalsta un sapratnes. Sirsnīgs paldies visiem par līdzdalību!

IEVADS

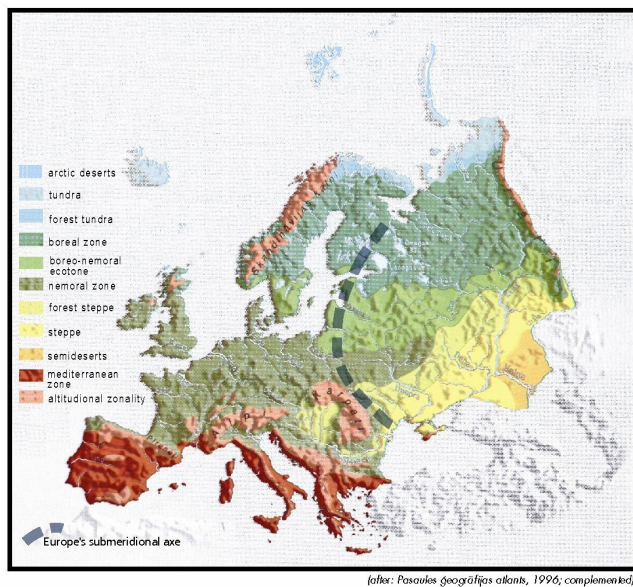
Gaisa masas ir plašas troposfēras daļas ar viendabīgām fizikālām īpašībām, tāpēc to iekšienē temperatūras un mitruma horizontālie gradienti ir nelieli, bet vertikālā virzienā šo elementu izmaiņas atbilst likumsakarībām, kas ir atšķirīgas dažādos gaisa masu tipos. Latvijas teritorija iekļaujas mērenajā joslā, tā saucamajos vidusplatumos, kur troposfēras augšējos slāņos valda meandrējošais rietumu plūdums (*upper westerlies*). Tālab laikapstākļus un klimatu šeit nosaka galvenokārt virs Atlantijas okeāna veidojušos gaisa masu pārnese, to transformācija virs sauszemes, kā arī mijiedarbība ar dažādiem kontinentālas cilmes gaisa masu tipiem. Šis tiklab teorētiskā, kā praktiskā ziņā nozīmīgais klimata aspekts Latvijas ģeogrāfijas kontekstā ir pavisam maz pētīts.

Gaisa masas, kas veidojas, pārvietojas un transformējas atmosfēras globālās cirkulācijas gaitā, ietekmē ne vien Latvijas klimatu kopumā, bet arī klimatiskās atšķirības tās teritorijā. Gaisa masas tips būtībā ir integrāls lielums, kas atspoguļo vairāku meteoroloģisko elementu skaitlisko vērtību kopumu. Tāpēc gaisa masu klasifikācija un to dinamikas izpēte ir ļoti noderīga atsevišķu meteoroloģisko novērojumu rindu analīzē un klimatisko datu ģeogrāfiskā interpretācijā. Savulaik, pētot Ziemeļamerikas boreālo mežu izplatību, tika atrasta cieša sakarība starp zonālo veģetācijas tipu un valdošo (vidējais biežums >50%) gaisa masu izplatības robežām [Bryson, 1966]. Balstoties uz pieņēmumu, ka augāja zonas atspoguļo noteiktu gaisa masu ietekmes areālus, dažus gadus vēlāk tika atklāts ciešs sakars starp tundras un taigas robežu un gaisa masas atdalošo frontālo zonu vidējo stāvokli Eirāzijā [Krebs & Barry, 1970].

Latvija atrodas mērenās joslas ziemeļu apmalē – starp 56° un 58° Z pl., kur, salīdzinājumā ar vidusplatumu gaisu, tiem gaisa masu tipiem, kas veidojas augstos ģeogrāfiskos platumos, ir ne mazāka, bet pat lielāka loma klimata veidošanā. Saules radiācijas daudzums Latvijā ir neliels – četrus mēnešus gadā nelielā dienas garuma un mazā saules augstuma dēļ vidējais neto radiācijas daudzums ir negatīvs (nedaudz zem nulles). Toties vasarā, kad saule paceļas augstu un dienas garums ir liels, neto radiācijas daudzums te ir gandrīz tāds pats, kā vidusplatumu dienvidu apmalē (338 MJ/m² mēnesī). Latvijas teritorija pieder boreonemorālai starpzonai, t.i. pārejas posmam jeb ekotonam starp abām galvenajām Eiropas mežu zonām – boreālo un nemorālo. Vienlaikus tā pieder robežareālam starp divām dabas zonu sistēmām (1. att.). Šis areāls (“Eiropas submeridionālā fiziogēogrāfiskā ass”) tiek uzlūkots kā pārejas posms starp okeānisko un kontinentālo gaisa masu dominances apgabaliem [Krauklis, 1999, 2006; Krauklis un Zariņa, 2002].

Darba mērķis

Noteikt un raksturot okeāniskās un kontinentālās gaisa masas Latvijā, raksturot gaisa masu dinamikas saistību ar dabas gada ritmiem un izvērtēt okeānisko un kontinentālo gaisa masu īpatsvara ietekmi uz klimatisko un ainavekoloģisko atšķirību veidošanos Latvijā.



1. att. Eiropas submeridionālā fiziogēogrāfiskā ass [Krauklis, 2006].
Fig. 1. Europe's submeridional axis [Krauklis, 2006].

Darba uzdevumi:

1. Veikt gaisa masu izpēti esošā stāvokļa apskatu Latvijā un pasaulē, aprakstīt galvenos tās raksturojošos meteoroloģiskos elementus, raksturot okeānisku un kontinentālu gaisa masu īpašības un izmantoto gaisa masu klasifikācijas veidu.
2. Savākt un digitalizēt Latvijā pieejamos aeroloģisko un meteoroloģisko novērojumu datus tādā apjomā, kas ir pietiekams gaisa masu raksturojumam.
3. Noteikt Latvijā iekļūstošo gaisa masu tipus atbilstoši izvēlētajam klasifikācijas veidam, raksturot katra tipa izpausmi un ietekmi uz laikapstākļiem Latvijā un gaisa masu dinamiku saistībā ar dabas ritmiem.
4. Analizēt un novērtēt gaisa masu biežuma un to īpašību ietekmi uz klimata okeanitātes – kontinentalitātes un fiziogēogrāfiskajām atšķirībām Latvijā.
5. Izvērtēt iegūtos rezultātus saistībā ar radniecīgu pētījumu datiem Eiropā.

1. GAISA MASAS DEFINĪCIJA, ĪPAŠĪBAS UN KLASIFIKĀCIJA

1.1. Gaisa masas definīcija

Siltu un aukstu gaisa plūsmu maiņa zemeslodes vidusplatumu iedzīvotājiem ir bijusi ļoti pazīstama daudzus gadsimtus. Balstoties uz gaisa plūsmu atšķirīgajām termiskajām īpašībām, 20. gs. 20. gados Bergenā jeb norvēģu meteoroloģijas skola (V. Bjerkness, J. Bjerkness, T. Bergerons, S. Petersens u.c.), izveidoja uzskatāmu modeli, kurā attēloja auksta un silta gaisa plūsmas abpus tās atdalošam robežslānim, un nosauca šīs plūsmas par *polāro gaisu* un *tropisko gaisu*, bet robežu starp tām par *polāro fronti* [Liljequist, 1980; Bergeron, 1980]. 1928. gadā T. Bergerons formulēja gaisa masas jēdzienu.

Par gaisa masu T. Bergerons nosauca liela apjoma troposfēras gaisa veidojumu ar samērā viendabīgu struktūru – temperatūras un mitruma rādītājiem, kas savas īpašības iegūst noteiktā ģeogrāfiskā apgabalā – cilmvietā. T. Bergerons nāca klajā ar ģeogrāfisku gaisa masu iedalījumu, izdalot abpus polārajai fronteī divus gaisa masu tipus: tās “siltajā” pusē – ekvatoriāls un tropisks gaiss, un “aukstajā” pusē – polārs un arktisks gaiss. Viņš aprakstīja četrus gaisa masu tipus atbilstoši zemeslodes termiskajām klimata joslām, bet pēc mitruma satura jeb veidošanās vietas ūdeņiem vai sauszemes katru no tiem iedalīja okeāniskā vai kontinentālā gaisā [Schwerdtfeger, 1980]. Lai izvairītos no dažādiem pārpratumiem, ko radīja relatīvo jēdzienu *silta* un *auksta* gaisa masa lietošana, T. Bergerons un G. Svoboda pirmie mēģināja raksturot gaisa masas ar šķietami pastāvīga parametra – potenciālās temperatūras palīdzību un vēlāk blakus vertikālā slāņojuma raksturojumam pievienoja arī gaisa masu īpašības – īpatnējo mitrumu un duļķojuma pakāpi, kuru raksturoja ar redzamību [*ibid.*].

Ģeogrāfiskā gaisa masu koncepcija radās, attīstoties laika prognozēšanas metodēm un līdzekļiem. Divdesmitā gadsimta 30. gados izgatavoja pirmās radiozondes, un līdz ar regulāru aeroloģisko novērojumu uzsākšanu radās iespēja iegūt daudz precīzāku un plašāku informāciju par gaisa masu trešo dimensiju, pilnveidojās izpratne par gaisa masām un to noteikšanas metodes. Gaisa masu koncepciju pielietoja laika prognozēšanā līdz 20. gs. 60. gadiem, kad pilnībā notika pāreja uz augšējo atmosfēras slāņu novērojumu datu un skaitlisko metožu izmantošanu, bet pētījumi parādīja, ka gaisa masām ārpus laika prognozēšanas ir būtiska nozīme dažādu zemes virsas parādību un procesu, tostarp ekotonu dinamikas un atmosfēras piesārņojuma izpētē, kā arī paleoklimatoloģijā [Corcoran, 1987]. Gaisa masu iedalījumu tipos šveiciešu klimatologs D. Brunšveilers (*D. Brunnshweiler*) un krievu ģeogrāfs un klimatologs B. Aļisovs izmantoja pasaules klimatu klasifikācijai.

Par gaisa masām sauc plašas troposfēras daļas ar viendabīgām fizikālām īpašībām; šo troposfēras daļu iekšienē gaisa temperatūras un citu meteoroloģisko elementu gradienti horizontālā virzienā ir nelieli, bet vertikālā virzienā tie mainās pēc šai gaisai kā vienotam veselumam raksturīgām likumsakarībām [Хромов

и Мамонтова, 1974; Corcoran, 1987; Glossary of Meteorology, 2000]. Gaisa masas ietver dažādu meteoroloģisko elementu sinerģiju, un gaisa masu īstermiņa un ilgtermiņa mainīgums telpā un laikā veido katras vietas laikapstākļus un klimatu. Gaisa masas pārvietojas ar atmosfēras cirkulācijas plūsmām, un tās spēj absorbēt ūdens tvaikus un “atdot” mitrumu kondensācijas procesā, tādējādi uzturot dabīgo ūdens riņķojumu. Tās aizņem tūkstošiem kvadrātkilometru lielus apgabalus, bet to izmēri vertikālā virzienā var būt no dažiem kilometriem līdz pat tropopauzei.

1.1.1. Gaisa masas veidošanās un īpašības

Gaisa masa var iegūt viendabīgas īpašības tādā troposfēras apakšējās daļas apgabalā (cilmvietā), kur ilgāku laiku ir vienādi radiācijas bilances, siltumapmaiņas un cirkulācijas apstākļi – tādi izlīdzina gaisa masas pastāvīgās īpašības, jo, gaisa apjomam ilgāku laiku atrodoties noteiktā ģeogrāfiskā apgabalā un pārvietojoties tā robežās, piemēram, cirkulējot pa ciklona vai anticiklona slēgtajām izobārām, tas pakāpeniski pieņem esošās pagulvirsas temperatūru un mitrumu. Sakarā ar gaisa nelielo siltumvadāmību līdzsvara veidošanās starp pagulvirsu un gaisa apjomu nav ātrs process. Tas var ilgt no dažām līdz 10–14 dienām un norisinās, mijiedarbojoties šādiem procesiem:

- siltuma pārnese uz augstākiem atmosfēras slāņiem turbulences–konvekcijas ietekmē;
- gaisa atdzišana efektīvā izstarojuma ietekmē;
- siltuma pārnese iztvaikošanas un kondensācijas procesos.

Gaisa masa ir pilnīgi izveidojusies, kad tās temperatūra (diennakts vidējā temperatūra) vairs nemainās, bet piezemē gaisa temperatūrai, protams, ir diennakts gaita. Gaisa masu veidošanās notiek nepārtraukti jebkurā ģeogrāfiskā reģionā un pie jebkuriem atmosfēras cirkulācijas apstākļiem, ne tikai noteiktās cilmvietās [Ozora, 1962; Зверев, 1977].

Dažādās gaisa masas atšķiramas pēc šādiem būtiskiem faktoriem:

- Gaisa mitrums – okeānisks vai kontinentāls gaiss.

Okeāniskas gaisa masas veidojas virs okeānu plašumiem vai jūrām, bet kontinentāls gaiss – virs sauszemes. Tā kā atmosfēra atrodas nemitīgā kustībā, ūdens tvaiki tiek pārnesti uz augstākiem atmosfēras slāņiem. Gaisa masas mitruma daudzums pieaug, notiekot iztvaikošanai no pagulvirsas, bet samazinās kondensācijas un nokrišņu izkrišanas gaitā. Kontinentālā gaisā parasti ir maz mitruma.

- Gaisa temperatūra – silts vai auksts gaiss.

Jēdzienus *auksts* un *silts*, ko cilvēki kopš seniem laikiem ir pielietojuši gaisa raksturošanai, balstoties uz ķermeņa izjūtām un ādas fizioloģisko reakciju uz konkrētā brīža gaisa plūsmu, T.Bergerons izmantoja, pielīdzinot cilvēka ādu kā mērvirsmu analogai virsmai no ģeozinātņu jomas – zemes virsai. Ja gaiss atņem zemes virsai siltumu, tas uzskatāms par aukstu, bet ja siltuma plūsma notiek pretējā virzienā, gaiss ir silts. Ja gaisa masa atrodas noteiktā reģionā vairākas dienas

un saglabā savas sākotnējās īpašības vai nenotiek ievērojama siltuma plūsma, tad tā uzskatāma par neitrālu jeb vietēju (klimatoloģiski vidēju) gaisa masu.

- Stabilitāte – nestabils vai stabils gaisa slāņojums.

Gaisa masas stabilitātes/nestabilitātes un kondensācijas procesu redzamā izpausme ir mākoņi. Gaisa masas vertikālais līdzsvars jeb mitruma stabilitāte var ievērojami mainīties jau 24 stundu laikā. Stabīlā gaisa masā vertikālais temperatūras gradients γ ir mazāks par mitradiabātisko vertikālo temperatūras gradientu γ_{ma} , līdz ar to termiskā konvekcija nenotiek pat vislabvēlīgākajās diennakts stundās, un neveidojas gubu formu mākoņi. Savukārt nestabīlā gaisa masā $\gamma > \gamma_{ma}$, un notiek turbulence un konvekcija, kā rezultātā veidojas mākoņi, ja vien gaisa masa nav pārāk sausa. Dažas gaisa masas ir stabili slāņotas gandrīz vienmēr – piemēram kontinentālas gaisa masas ziemā virs sauszemes – taču pat šādos gadījumos ir iespējami arī izņēmumi.

- Gaisa dzidrums un duļķojums.

Bergenā skolas pārstāvji izmantoja gaisa masu duļķojuma pakāpi kā rādītāju, klasificējot gaisa masas. Jau krievi agrāk A. Vojeikovs viens no pirmajiem atklāja, ka putekļaina gaisa masa absorbē daudz lielāku saules radiācijas daudzumu, un putekļu vai smilšu vētras apstākļos gaisa temperatūra putekļainā slānī var pieaugt par 5–8 °C, salīdzinot ar apkārtni [Зведев, 1977]. Dabiskos apstākļos gaisā ir dzidrs, ja visi potenciālie aerosoli (vulkānu pelni, putekšņi, jūras sāls, mežu ugunsgrēku dūmi) ir saistīti pie zemes virsmas ar ūdeni, ledu, sniegu, u.tml. Gaisā esošo aerosolu daudzums samazinās, tiem izkrītot smaguma spēka ietekmē, izskalojoties nokrišņu ietekmē vai nosēžoties dzidram gaisam no troposfēras augšējiem slāņiem. Šādi apstākļi ir pastāvīgi sastopami virs okeāniem un virs ledus un sniega klātiem kontinentāliem apgabaliem. Atmosfēras optiskajām īpašībām ir cieša saistība ar gaisa masu tipiem. Pētījumi ir parādījuši, ka atmosfēras optisko dziļumu galvenajiem gaisa masu tipiem, piemēram, arktiskam vai tropiskam gaisam, var noteikt *a priori* [Smirnov *et al.*, 1994].

- Klimatoloģiskais raksturojums.

Zemeslodes klimata joslas – arktisko, subarktisko, mēreno, subtropisko un tropisko joslu – tostarp tās ar priedēkli *sub*, var izmantot gaisa masu pamattipu iedalījumam. Ziemeļu puslodē visos gadalaikos aukstāko gaisa masu cilmvieta ir Arktika, bet vissiltāko – tropu josla, un starp abiem galējiem apgabaliem sastopamo gaisa masu fizikālās īpašības ieņem starpstāvokli un attiecīgi atvasināmi arī to nosaukumi: subtropisks, vidusplatumu un subpolārs gaiss [Geb, 1981]. Terminu *ekvatoriāls gaiss* tikpat kā nelieto, jo speciālistuprāt tāda gaisa nav, bet ir mitrs tropisks gaiss [Зведев, 1977].

Jāuzsver, ka subpolārs gaiss veidojas subarktiskajā joslā, bet gaisa masu starptautiski pieņemtajā terminoloģijā ar vārdu *polārs* tradicionāli apzīmē gaisu, kas veidojies starp 45–66° Z pl. [James, 1970]. Vācu klimatologs M. Gebs atzinis par lietderīgu saglabāt apzīmējumu *subpolārs*. Pārpratumi, šķiet, var rasties tādēļ, ka gaisa masu terminoloģija angļu, krievu un vācu valodās nav attīstījusies pilnīgi saskaņoti. Publikācijās angļu valodā tā gadiem ir bijusi nemainīga, taču krievu

valodā apzīmējumu *умеренные воздушные массы* jau ilgstoši lieto tām gaisa masām, kas veidojas gan subarktiskajā, gan mēreno platumu joslā, un vācu valodā arī sen izmantots apzīmējums *gemäßigte Luft*, to ieviesa Šince un Zīgels (Shinze und Siegel) (1943), taču tajā laikā, līdzīgi kā krievu valodā, tas lietots subarktisko un mēreno gaisa masu apzīmēšanai. Savulaik *polāro* gaisa masu apzīmēšanai latviešu valodā lietots arī termins *boreāls*, kā tas lasāms 20. gs. vidus ģeogrāfijas mācību grāmatā [Dobriņins, 1951].

Gaisa masas veidošanās ilgums lielā mērā ir atkarīgs no tā, vai gaiss sākotnēji ir siltāks vai aukstāks par pagulvirsu. Ja gaiss ir aukstāks, tas sasilst no pagulvirsas un, veidojoties konvekcijas plūsmām, siltums un ūdens tvaiki paceļas ievērojamā augstumā. Ja gaiss sākotnēji ir siltāks par pagulvirsu, tas atdziest no apakšas. Atdzišana palielina gaisa stabilitāti un pārtrauc konvekciju, un gaisa tālāka atdzišana var notikt vienīgi siltumvadāmības un radiācijas ietekmē, taču šie procesi ir lēni. Piemēram, kad silta gaisa masa pārvietojas pāri vēsākai pagulvirvai (Baltijas jūra, liels ezers), gaisa masas apakšējie slāņi atdziest, tās stabilitāte palielinās, pakāpeniski pieaug arī augstāko slāņu stabilitāte – parasti šādos gadījumos veidojas kondensācijas migla vai zemo slāņu mākoņu sega. Tāpēc aukstu gaisa masu veidošanās var ilgt līdz 14 dienām, un arī tad to biežums dažkārt nesasniedz 1,5 km biežumu. Dažādos ģeogrāfiskos reģionos ar salīdzinoši noturīgiem atmosfēras cirkulācijas apstākļiem vienlaikus veidojas dažādas gaisa masas, turklāt to īpašības gada laikā mainās sakarā ar cilmvietu temperatūras un mitruma rādītāju maiņu atkarībā no gada laika. Ir arī tādas gaisa masas, kas pieplūst no augšas (stratosfēras izcelsmes gaisa masas), jo, par spīti tam, ka tropopauze stipri ierobežo gaisa apmaiņu starp troposfēru un stratosfēru, neliela apmaiņa tomēr notiek. Šādu gaisa masu izpēte ļauj izvērtēt gaisa apmaiņas intensitāti starp atmosfēras slāņiem un tai ir īpaša nozīme ozona pētījumos [Bührke, 2005]. Piemēram, Vidusjūras reģiona troposfēras gaisa masu izpētes projekta izpildītāji stratosfēru min kā vienu no gaisa masu cilmvietām līdztekus Atlantijas okeānam, Eiropai un Indijas okeānam [Ziereis *et al.*, 2002].

Gaisa masas īpašību pakāpeniska maiņa jāatšķir no horizontālās advekcijas, jo gaisa masu maiņa kādā ģeogrāfiskā apgabalā var notikt arī tad, ja to nešķērso atmosfēras fronte.

1.1.2. Gaisa masu transformācija un pārejas zonas

Gaisa masas temperatūra var mainīties vertikālu kustību ietekmē, piemēram, notiekot lejupejošai gaisa kustībai anticiklona priekšējā (austrumu) daļā, sasilšana var sasniegt 0,36 °C/stundā, un tā aizmugurējā daļā augšupejošā plūsma atdziest par 0,12 °C stundā [Хргиан, 1978]. Noteiktā laika brīdī vienas gaisa masas atrodas līdzsvara stāvoklī, bet citas – transformācijas procesā. Gaisa masa pārveidojas, mainoties šādiem faktoriem: pagulvirsas temperatūra, pagulvirsas mitruma apstākļi, topogrāfija, gaisa masas trajektorija un vecums. Bieži gaisa masu vienlaikus ietekmē vairāki faktori.

Evolūcijas procesu, kad gaisa masa pārvietojoties pakāpeniski maina tai raksturīgās īpašības, saskaroties ar pagulvirsu un mainoties radiācijas bilancei, sauc par gaisa masas transformāciju [Хромов и Мамонтова, 1974]. Šāds process turpinās tik ilgi, kamēr jaunajā atrašanās vietā tiek sasniegta līdzsvara temperatūra jeb izveidojas jauna gaisa masa. Tomēr aprakstītie gaisa masas veidošanās apstākļi tikai shematiski attēlo reālo stāvokli, jo

- gaisa masas ilgstošu atrašanos vienā ģeogrāfiskā apgabalā novēro samērā reti;
- gaisa plūsma līdz ar augstumu maina virzienu un ātrumu, un līdz ar to gaisa stabs virs ikviena punkta veidojas no gaisa daļiņām, kas nākušas no dažādiem reģioniem. Pat tajos gadījumos, kad augstā ciklonā vai anticiklonā līdz ievērojamam augstumam saglabājas vienvēdīgi cirkulācijas apstākļi, gaisa masu fizikālās īpašības ciklona vai anticiklona ziemeļu un dienvidu daļā atšķiras, īpaši, ja tā izmēri ir lieli [Хриган, 1978];
- gaisa masai pārvietojoties uz citu apgabalu, tā ne vienmēr sasniedz līdzsvara temperatūru un ne vienmēr iegūst šim apgabalam raksturīgās īpašības, bet, vēl nebeidzoties transformācijas procesam, tā turpina pārvietoties uz citu apgabalu, atkal mainot savas īpašības.

Eiropā notiek nepārtraukta un intensīva gaisa masu transformācija. Atšķirībā no Ziemeļamerikas, kur Meksikas līcī veidojas jūras tropiskais gaiss un Kanādā – kontinentāls arktiskais gaiss, Eiropa atrodas tālu no tādām stabilām gaisa masu cilmvietām kā Sargasu jūra vai Sibīrijas iekškontinentālie reģioni. Bez tam Eiropā nav lielu ziemeļu–dienvidu virzienā stieptu kalnu grēdu, tāpēc rietumu plūduma ietekmē okeāniskas gaisa masas var ieplūst tālu iekšzemē, pakāpeniski iegūstot kontinentālas iezīmes. Izņēmums ir Skandināvijas kalni, kuru ietekmē starp Norvēģijas rietumu daļu un Zviedriju novēro krasākas izmaiņas.

Gaisa masas transformējas nepārtraukti, taču šis process nav vienmērīgs. Gaisa masai nonākot citā ģeogrāfiskā reģionā, pirmajā diennaktī tās īpašības mainās straujāk nekā turpmāk, t.i., transformācijas ātrums ir jo lielāks, jo vairāk meteoroloģisko elementu vērtības atšķiras no līdzsvara stāvokļa. Līdzsvara stāvoklis parasti iestājas 5–7 dienās, un, kad transformācija ir beigusies, diennakts vidējās gaisa temperatūras svārstības piezemē un 850 hPa līmenī nepārsniedz 1–1,5°C [Зверев, 1977]. Gaisa masas transformācija ir pilnīga, mainoties tās ģeogrāfiskajam tipam. Piemēram, kontinentāla arktiska gaisa masa no Grenlandes, kur gaisa temperatūra virs ledu un sniega ir –20 °C, pāri Jana Majenas salai pa ciklonālu ceļu pārvietojas pāri Atlantijas okeānam un, nonākot Ziemeļjūras apgabalā, jau ir pārveidojusies par subpolāru gaisu (mP), bet turpmāk, nonākot pasātu plūsmā, sajaucoties un pārslāņojoties, tā sasniedz tropu joslu kā okeānisks subtropisks gaiss (mS).

Gaisa masu transformācija virs okeāna un sauszemes būtiski atšķiras. Tā kā augsnes siltumietilpība un siltumvadāmība salīdzinājumā ar ūdeni ir neliela, gaisa masai pārvietojoties virs sauszemes, mainās ne vien gaisa, bet arī augsnes temperatūra, un sakarā ar to transformācija no sākotnējiem 3–5 °C/diennaktī samazinās līdz 1–2 °C turpmākajās dienās. Okeāniska gaisa masa virs sauszemes transformējas vi-

dēji daudz lēnāk nekā kontinentāla gaisa masa, kad tā nonāk virs okeāna vai atklātas jūras un pārvēršas par okeānisku gaisa masu 24 stundu laikā [Geb, 1971]. Dažādos gadalaikos gaisa masu transformācija ir atšķirīga. Ziemā, kad zemi klāj sniega sega un ir skaidrs laiks, ieplūstot aukstam gaisam, tas parasti turpina atdzist. Piezemes slānī temperatūra vienā naktī var pazemināties par 10–15 °C, bet turpmākajās dienās un naktīs atdzišana samazinās. Ja gaisa masas temperatūra ir lielāka par 0 °C, tai pārvietojoties virs sniega segas, atdzišana nepārsniedz 1–2 °C/diennaktī, jo tādos gadījumos parasti ir vienlaidus zemo mākoņu sega, bet temperatūru starpība starp gaisu un kūstošu sniega segu ir neliela. Vasarā gaisa masu transformācija norit daudz intensīvāk sakarā ar ievērojamu saules radiācijas pieplūdumu un lielām albedo izmaiņām, mainoties pagulviršai.

Starp atšķirīgām gaisa masām bieži izveidojas pārejas zona, kura var būt gana plata (200–500 km), un citkārt šādas gaisa masas atrodas slīpā plaknē viena virs otras, pie kam siltākā parasti izvietojas virs aukstākās gaisa masas. Ja pārejas zonā temperatūras horizontālais gradients ir liels, tad to sauc par frontes zonu. Pārejas zonai vertikālā skatījumā atbilst pārejas slānis, kurš atmosfēras frontes gadījumā izvietots slīpi, to sauc par frontālo slāni. Pārejas zonas garums ir tūkstošiem kilometru, atkarībā no gaisa masas horizontālajiem izmēriem, un platums – vairāki simti kilometru. Piezemes slānī frontes zonas platums var būt tikai daži desmiti kilometru. Kad kādu apgabalu šķērso frontālā zona, veidojas pārejas stāvoklis, kura laikā viena gaisa masa nomaina otru un krasi vai ievērojami mainās gaisa temperatūra, mitrums, vēja virziens un citi parametri. Pat aukstās frontes gadījumā (10–100 km piezemes slānī) paiet vairākas stundas, kamēr atmosfēra “pieņem” ieplūstošās gaisa masas īpašības, jo troposfēras apakšējās daļas gaisa slāņiem piemīt zināms konservatīvisms jeb meteoroloģiska inerce. Pārejas apstākļi ir vidēji 25% dienu [Schwartz, 1991]. Jaunākie pētījumi ir parādījuši, ka sinoptiskie procesi ir daudz sarežģītāki, nekā tos attēlo klasiskais norvēģu meteoroloģijas skolas mēreno platumu cikloģenēzes modelis [Mass, 1991]. Nereti veidojas tādi apstākļi, kad gaisa vertikālu kustību ietekmē augstākos atmosfēras slāņos novēro atšķirīgu (mitrāks un silts/auksts), tūkstošiem kilometru garu joslu, kurai zemākā līmenī atbilst mākoņu un dažkārt arī nokrišņu zona, bet nav temperatūras gradientu [*ibid.*]. Šādi gadījumi nav saistīti ar atmosfēras frontu pārvietošanos.

1.1.3. Gaisa masu koncepcijas lietojums

Gaisa masas Eiropā (austrumu virzienā līdz 25–30°A gar.) regulāri nosaka Berlīnes Meteoroloģijas institūts, un šos datus Vācijas Meteoroloģijas dienests izmanto diennakts maksimālo temperatūru prognozēšanā.

Gaisa masu koncepciju plaši lieto specializētos vides pētījumos [Лукшине и др., 1986; Milukaite *et al.*, 1995; Ström *et al.*, 2003], kā arī ģeogrāfijā [Schwartz, 1995; Cheng and Kalkstein, 1997; Low and Hudak, 1997]. To izmanto bioklimatiskos un fenoloģiskos pētījumos, kas saistīti ar dzīvu organismu reakciju uz atmosfēras procesiem, ne tikai atmosfēras spiedienu un vēja izpausmēm, un tostarp arī

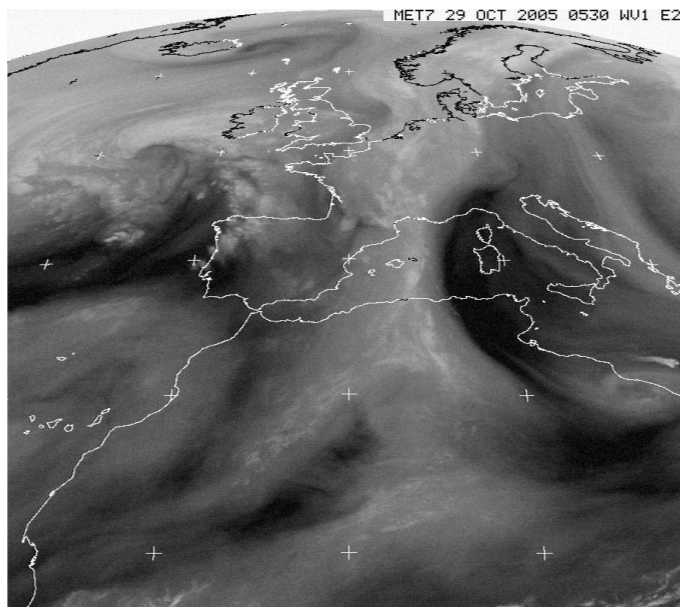
pētījumos par klimata saistību ar veselības problēmām, īpaši tā ietekmi uz sirds un asinsvadu slimībām [Greene and Kalkstein, 1996; Kalkstein and Greene, 1997; Kalkstein and Swift, 1998; Guest *et al.*, 1999; McGregor, 1999]. Gaisa masu jēdzienu lieto atmosfēras aerosolu pētījumos [Nilsson *et al.*, 2001; Maßling *et al.*, 2003; Treffeisen *et al.*, 2004]. Aerosolus, par spīti to niecīgajiem izmēriem un svaram, gan vietējo, gan globālā klimata veidojošo faktoru vidū pat dēvē par “smagsvariem”, jo tiem ir liela loma atmosfēras radiācijas bilances un ūdens riņķojuma veidošanā. Līdz galam gan to ietekme nav noskaidrota [Krüger and Grassl, 2005].

Biežai atšķirīgu gaisa masu advekcijai lielāka ietekme uz klimatu ir tieši mērenajos platumos, kur gaisa masas “vada” rietumu plūdums. Jau 20. gs. 60. gadu beigās parādījās pirmie pētījumi par atmosfēras cirkulācijas procesu saistību ar piezemes slāņa laikapstākļu faktoriem – cikloniem, anticikloniem un gaisa masām [Harman, 1971]. Vēlākos gados reģionālo klimatu modeļu lietošana klimata mainības pētījumos parādīja, ka šo mainību labāk izvērtēt ļauj gaisa masu koncepcija nekā atsevišķu meteoroloģisko elementu mēneša vidējo lielumu laika rindu izmantošana. Analizējot iespējamās klimata izmaiņas Augšezera baseinā (ASV), lietojot vispārējās atmosfēras cirkulācijas modeli, konstatēts, ka siltumnīcefekta gāzu koncentrācijas pieauguma ietekme varētu atšķirīgi izpausties lielākos ģeogrāfiskajos platumos jeb tālāk uz ziemeļiem, kur veidojas arktiskais un subpolārais gaiss, un mazajos platumā grādos, kur veidojas subtropiskais un tropiskais gaiss. Arktiskās un subpolārās gaisa masas varētu kļūt ievērojami siltākas, bet subtropisko gaisa masu izmaiņas būtu pavisam nelielas, un tas samazinātu temperatūru starp ekvatoru un polārajiem reģioniem, un varētu izraisīt atmosfēras cirkulācijas izmaiņas un gaisa masu atkārtotības izmaiņas mērenajos platumos [Brinkmann, 1993]. Augšezera baseinā veiktie pētījumi liecināja, ka jebkādas gaisa masu īpašību izmaiņas atspoguļojas mēneša vidējās gaisa temperatūras un mitruma satura vērtību lielumos, un tas ļauj precizēt, tieši kuras gaisa masas izraisa lielākās pārmaiņas.

1.2. Okeāniskās un kontinentālās gaisa masas

Gaisa masas iedala okeāniskās jeb maritimās un kontinentālās atkarībā no to mitruma satura jeb ūdens tvaiku daudzuma gaisā. Nosakot gaisa masas tipu, neskaidrību gadījumā to cilmvietai un veidošanās apstākļiem (sauszeme vai ūdeņi) dodama priekšroka salīdzinājumā ar temperatūras kritēriju [Geb, 1981]. Gandrīz visi zemes atmosfērā esošie ūdens tvaiki atrodas tās apakšējā slānī – troposfērā (99% < 5 km), un zemeslodes ūdens tvaiku satelītuzņēmumi uzskatāmi parāda, ka ūdens tvaiku klātbūtnes dēļ atmosfēra uzskatāma par pastāvīgā kustībā esošu šķidru vidi. Taču atmosfēru dēvē par zemeslodes gāzu apvalku, un ūdens tvaiki neapstrīdami jāvērtē kā galvenā klimatu ietekmējošā gāze, kas kopā ar citām siltumnīcefekta gāzēm ir neatdalāma no siltuma. Ūdens tvaiki viegli absorbē dažādu viļņu garumu enerģiju un tāpēc gaisa masas satur daudz enerģijas, ko tās pārvieto lielos attālumos [Mayes and Hughes, 2004]. Ūdens tvaiki troposfērā ir vienmēr un visur, taču to izvietojums ir ļoti nevienmērīgs, un tādēļ gaisa masu iedalījums pēc to mit-

ruma saturs nav absolūts (1–1. att.). Kad mitrs gaiss nonāk virs sauszemes un atrodas virs tās zināmu laiku, tā mitruma saturs ievērojami samazinās – tādējādi okeāniskais gaiss var, pakāpeniski transformējoties, kļūt par kontinentālu un otrādi.



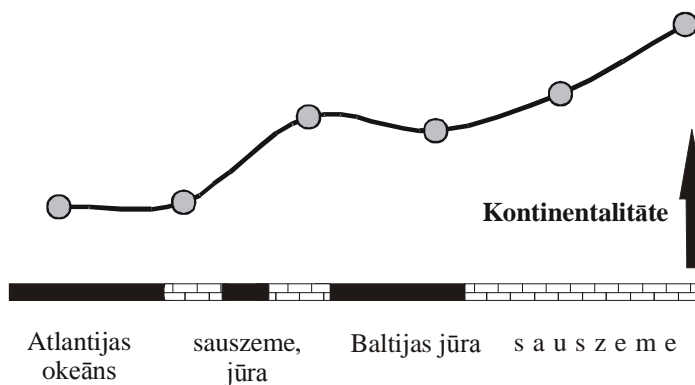
1–1. att. Atmosfēras ūdens tvaiku satelītuzņēmuma fragments – Eiropas sektors, 29/10/2005 (Meteosat). Austriju, Apenīnu pussalu, Korsikas un Sardinijas salas aptver sauss un silts gaiss: Austrijā kontinentāls subtropiskais gaiss cS, Itālijā un virs Vidusjūras valda transformētais subtropiskais gaiss xS (tumšāka krāsa norāda uz siltāku un sausāku gaisu). Latvijā laikapstākļus nosaka subpolārs xP gaiss (virs Baltijas reģiona un Krievijas ZR daļas ir augsta spiediena apgabals).

Fig. 1–1. Atmosphere water vapor satellite image for the European sector, 29/10/2005 (Meteosat). Austria, Apennine peninsula, Corsica and Sardinia islands were controlled by dry and warm air: continental subtropical air cS over Austria, transformed subtropical air xS over Italy and the Mediterranean (darker color indicates warmer and drier air). In Latvia, weather conditions are determined by transformed oceanic subpolar air xP (the Baltic region and the north–western part of Russia is dominated by high pressure area).

1.2.1. Okeāniskā gaisa masu raksturojums

Okeāniskās jeb maritimās gaisa masas veidojas virs plašām ūdens virsmām un tāpēc tās satur daudz mitruma, īpaši troposfēras apakšējā daļā [Glossary of Meteorology, 2000]. Latvijā ieplūstošās okeāniskās gaisa masas veidojas virs Atlantijas okeāna, tā malas un vidus jūrām, tostarp Baltijas jūras, un Arktikas Ziemeļ-

eiropas baseina. Okeāna un tā jūru klimatiskajai ietekmei plaši pieejamās Eiropas “pussalas” konfigurācija un Baltijas jūras dziļā iesniegšanās Eiropas kontinentā veicina okeānisko gaisa masu īpašību saglabāšanos, tām pārvietojoties virs jūras ūdeņu pagulviršanas un tādējādi to tālāku ieplūšanu kontinenta vidienē. Gaisa masu okeanitātes samazināšanās norisinās nevienmērīgi (1–2. att.). Okeāniskais gaiss no Atlantijas okeāna salīdzinoši īsā laikā sasniedz Latviju priekšziemā un ziemas mēnešos, kad mērenajos platumos pastiprinās rietumu plūduma intensitāte, pieaugot radiācijas un temperatūras kontrastiem ekvatora–polu virzienā. Okeāniskā gaisā virs ūdeņiem gan ziemā, gan vasarā diennakts temperatūru amplitūda parasti ir neliela, jo okeāna virsmas temperatūras sakarā ar ūdens masu lielo siltumietilpību un brīvo sajaukšanos vertikālā virzienā mainās lēni. Dienā okeāna ūdeņi absorbē saules radiāciju 10–100 metru dziļumā, un naktī tie saglabā lielāko daļu dienā saņemtā siltuma. Gaisa masu nepārtrauktās kustības un turbulences ietekmē ūdens tvaiki tiek prnesti uz augstākiem atmosfēras slāņiem, un gaiss virs okeāna vai jūras ūdens plašumiem iegūst atbilstošu mitruma saturu. Ja ūdens virsmas temperatūras horizontālie gradienti ir lieli, tad gaisa masas temperatūra virs okeāna var mainīties par 10–15 °C/diennaktī un vairāk. Piemēram, kad auksta arktiskā gaisa masa no Grenlandes dienvidaustrumu virzienā šķērso Golfā straumi un nonāk pie Norvēģijas krastiem, tās temperatūra 850 hPa līmenī ir pieaugusi par 14 °C/diennaktī [Хргин, 1978]. Tā veidojas nestabils okeāniskais subpolārs gaiss, kas Latvijai atnes lietusgāzes un negaisu.



1–2. att. Gaisa masu kontinentalitātes shematiskas izmaiņas to ceļā no Atlantijas okeāna uz Eiropas kontinenta vidieni

Fig. 1–2. Schematic changes in continentality of the air masses moving from the Atlantic Ocean over the central part of Europe

Okeāniskam gaisam raksturīgais augstais mitruma saturs izpaužas kā maza temperatūras un rasas punkta starpība un augsts relatīvais mitrums r apakšējā troposfērā ($r_{850} \geq 80\%$). Līdz pat 850–700 hPa augstumam, citiem vārdiem, planetārajā robežslānī gaiss ir tuvu piesātinājumam.

Okeāniskas izcelsmes gaisa masas no kontinentālām būtiski atšķir tām raksturīgi piemaisījumi. Tīru okeānisku gaisu, kuram nav bijusi saskare ar sauszemi 5–6 dienas, ir viegli atšķirt no tāda, kas tikai pirms dažām dienām nonācis virs ūdeņiem no sauszemes un satur piesārņojošas vielas [Maßling *et al.*, 2003]. Okeānisks gaiss var saturēt vienīgi sāls kristālus, uz kuru virsmas iespējama ūdens tvaiku kondensācija.

Vienos un tajos pašos apstākļos mitrs gaiss ir salīdzinoši nestabilāks, citiem vārdiem, jo gaisa masā zemāks kondensācijas līmenis, jo tā nestabilāka. Salīdzinājumā ar sausu gaisu mitra gaisa dzidrums parasti ir ievērojami mazāks, turklāt mitrums bieži vien ir šīs parādības galvenais iemesls, taču svarīgi, ka gaisa mitrumu var gan izmērīt, gan prognozēt jebkurā vietā uz zemeslodes. Labs gaisa mitruma efekta paraugs ir tveicīga vasaras diena, kad debesīm raksturīga bālgana nokrāsa.

1.2.2. Kontinentālo gaisa masu raksturojums

Kontinentāla gaisa galvenā pazīme ir tā veidošanās virs sauszemes, un šādas gaisa masas parasti satur maz mitruma. Tādējādi gaisa masas veidošanās virs sauszemes un tās nelielais relatīvais mitrums ($r_{850} < 50\%$) ir pietiekams pamatojums gaisa masas kontinentalitātei. Kontinentālā gaisā gan ziemā, gan vasarā parasti veidojas lielas diennakts temperatūru amplitūdas, jo gaisa masas termiskās īpašības virs sauszemes, salīdzinot ar ūdens virsu, mainās lielākā diapazonā, tāpēc, ka augsnei ir mazāka siltumietilpība. Dienā zemes virskārta absorbē saules radiāciju tikai dažu milimetru dziļumā, bet naktī sauszemes virsma izstaro dienā saņemto radiāciju atpakaļ Visuma telpā un atdziest.

Virš sauszemes ūdens tvaiki var nonākt atmosfērā evapotranspirācijas ceļā. Kontinentālās gaisa masas vasarā dažkārt var būt mitras, jo mežu masīvi evapotranspirācijas ceļā palielina gaisa mitrumu un veicina gubu mākoņu veidošanos planetārajā robežslānī [Freedman *et al.* 2001]. Visu sugu koki darbojas kā kondensatori, uztverot mitrumu ar lapu virsmu, un pat skujkoki ziemā uztver mitrumu. Liela daļa gaisā esošā mitruma kondensējas uz koku lapu virsmām skaidrās naktīs vai veidojoties miglai, un no šī kondensāta 15% dienā iztvaiko, aptuveni puse iesaistās transpirācijas procesā, bet atlikušais mitrums nonāk gruntsūdeņos [Mollison, 1988]. Kontinentālas gaisa masas, kas veidojas arktiskajos apgabalos, ir salīdzinoši aukstas un sausas, un to dzidrums dažkārt ir tikpat labs kā pustuksnešu apgabalos.

Kontinentālas izcelsmes gaisa masas no okeāniskām būtiski atšķir raksturīgie piemaisījumi: kontinentālam gaisam ir raksturīgi putekļi, antropogēnais piesārņojums, bet vasaras mēnešos virs plašiem mežu masīviem gaisu bagātina fitogēni aerosoli, kas izraisa zilganās dūmakas veidošanos. Kontinentālu aerosolu piemaisījumu gaisā var izmantot par rādītāju, kas novērš jebkādas šaubas, atšķirot okeānisku gaisu no transformēta okeāniska jeb tāda gaisa, kas kādu laiku atradies virs sauszemes [Geb, 1981].

Tikai ideālā gadījumā gaisa masas cilmvietai ir pilnīgi viendabīga virsa (sauszeme vai ūdens), kas ļauj veidoties viendabīgam temperatūras un gaisa mitruma laukam. Okeāniskai gaisa masai pārvietojoties virs sauszemes, tā pakāpeniski transformējas laikā un telpā. Gaisa masu īpašību maiņa notiek nepārtraukti dažādu faktoru ietekmē: pagulvirsas temperatūra un mitrums, topogrāfija, pārvietošanās trajektorija, gaisa masas vecums, un visbiežāk gaisa masu vienlaikus ietekmē vairāki faktori.

1.2.3. Klimata okeanitāte–kontinentalitāte gaisa masu kontekstā

Kontinentālo un okeānisko gaisa masu atkārtojamību (dienu skaits gadā) iespējams izmantot klimata kontinentalitātes vai okeanitātes/maritimitātes (*oceanity/maritimity*) raksturošanai, turklāt ikviena gaisa masa kā integrāls rādītājs ietver vairāku meteoroloģisko elementu noteiktu vērtību diapazonu. Gaisa masu klimatoloģijas attīstības pirmsākumos ir radīti divi kontinentalitātes indeksi. 1931. gadā vācu meteorologs E. Dainzs (*Erwin Dines*) izteica kontinentalitāti K ar kontinentālo un okeānisko gaisa masu attiecību.

$$K = \frac{C}{M} \quad (1)$$

C – kontinentālo gaisa masu atkārtojamība (dienu skaits/gadā)

M – okeānisko gaisa masu atkārtojamība (dienu skaits/gadā)

[Glossary of Meteorology, 1959].

Dažus gadus vēlāk H.Bergs (1940) definēja kontinentalitāti (%) kā kontinentālo gaisa masu atkārtojamības attiecību pret kontinentālo un okeānisko gaisa masu summāro atkārtojamību [Блютген, 1973].

$$K = \frac{C}{C + M}, \% \quad (2)$$

Viņš noteica kontinentalitāti Eiropā, izmantojot 20. gs. 30. gadu gaisa masu noteikšanas datus, un attēloja tās teritoriālās izmaiņas (1–3. att.). Izrādījās, ka dažādi autori kontinentalitāti attēlo dažādi – apgalbos ar atšķirīgu okeānisku un kontinentālu ietekmi atsevišķi klimatiskie parametri vai to kopas izpaužas gluži atšķirīgi tāpēc, ka, mainoties pagulvirsai, gaisa masas samērā strauji maina savas īpašības [Blüthgen und Wischet, 1980].

Līdz ar to reģionālas ierobežotības apstākļos abi kontinentalitātes indeksi lietojami vien kā orientējoši lielumi, jo tos ietekmē advekcijas intensitāte. Okeanitātes–kontinentalitātes noteikšanu var balstīt uz gaisa masu atkārtojamību tādos gadījumos, kad tās noteiktas pēc vienotas metodikas un klasifikācijas jeb makromērogā. Iespējams, ka tas bijis viens no iemesliem, kāpēc šo indeksu lietošana nav gājusi plašumā.

Parasti klimata kontinentalitātes raksturošanai izmantoti indeksi, kuru pamatā tā ir gaisa temperatūru gada amplitūda (F. Konrada, V. Gorčinska, V. Cenkerā, N. Ivanova, S. Hromova indeksi). Tikai jaunākajā Amerikas Meteoroloģijas

biedrības meteoroloģijas skaidrojošās vārdnīcas izdevumā okeānisko/kontinentālo gaisa masu biežuma attiecība – pretēji proporcionāla E. Dainza indeksam – definēta kā okeanitātes mērs, pretnostatot to kontinentalitātei [Glossary of Meteorology, 2000]. Okeanologu pēdējo gadu pētījumi apstiprina, ka Atlantijas okeāna ziemeļu daļā notiek okeāna ūdeņu cirkulācijas izmaiņas [Bhatt *et al.*, 1998; Häkkinen and Rhines, 2004]. Šī parādība var ievērojami izmainīt mitruma pārnese no okeāna uz Eiropas kontinentu un ietekmēt klimatu. Turklāt 20.gadsimta divās pēdējās desmitgadēs virs Eiropas notikusi būtiska ciklonu trajektoriju novirze uz dienvidiem. Sakarā ar to Centrālajā un Austrumeiropā novēro palielinātu nokrišņu daudzumu, samazinās klimata kontinentalitāte, jo vērojama lielāka Atlantijas okeānisko gaisa masu ietekme.

Klimata mitrumu raksturo ne tikai nokrišņu daudzums, bet arī gaisa piesātinājums ar ūdens tvaikiem, t.i., gaisa relatīvais mitrums, kam ir liela nozīme augu dzīvē sakarā ar evapotranspirāciju un mitruma patēriņu. Ūdens tvaiku daudzums atmosfērā ir pieaudzis, un līdz ar to ir pieaugusi arī ūdens tvaiku pārnese no okeāniem uz sauszemi, kas ir iemesls palielinātam nokrišņu daudzumam uz sauszemes. Šīs izmaiņas klimatologi saista ar globālo sasilšanu [Latif, 2003].

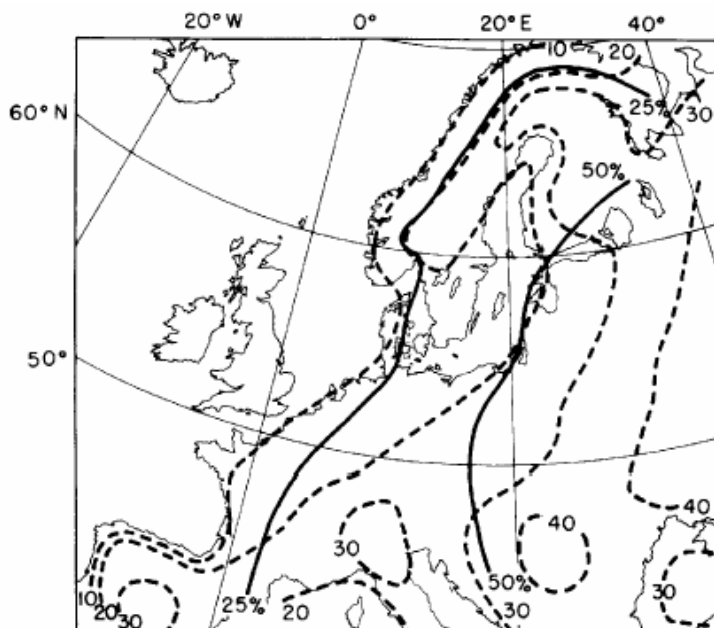


Fig. 5.1. Continentality in Europe. The indices of Gorczynski (dashed) and Berg (solid) are explained in the text (partly after Blüthgen 1966).

1–3. att. Kontinentalitāte Eiropā. Gorčinska (pārtraukta līnija) un Berga (nepārtraukta līnija) kontinentalitātes indeksu ģeogrāfiskais izkārtojums [Barry and Chorley, 1987].

Fig. 1–3. Continentality in Europe. Continentality indexes of Gorczynski (dashed line) and Berg (solid). [Barry and Chorley, 1987].

1.3. Gaisa masu kvantitatīvie rādītāji

Gaisa masu īpašības ietekmē advekcijas, konvekcijas vai adiabatiski procesi. Šie procesi ir vai nu entropiski (neadiabatiski) vai izentropiski (adiabatiski) atkarībā no tā, vai siltumapmaiņa ar apkārtējo vidi notiek vai nenotiek. Gaisa masu īpašības raksturo ar kvantitatīviem lielumiem, kurus iegūst meteoroloģisko un aeroloģisko novērojumu gaitā, kā arī ar teorētiski aprēķināmiem lielumiem, par pamatu ņemot novērojumu datus.

Zinātniski drošus rezultātus var sniegt aeroloģisko novērojumu dati, un šādam nolūkam 850 hPa līmeni (~ 1300–1500 m v.j.l.) izmanto kā zemāko aeroloģisko standartvirsmu. Brīvajā atmosfērā pagulvirsā gaisa temperatūru ietekmē arvien mazāk, piemēram, jau 1000 m augstumā diennakts temperatūras amplitūda, salīdzinot ar piezemes slāni, ir ļoti maza un 850 hPa līmenī tā nav lielāka par 1–3°C. Stabila vertikālā slāņojuma apstākļos, galvenokārt aukstajā pusgadā, gaisa masu noteikšanai var izmantot 950 hPa līmeņa novērojumu rezultātus [Geb, 1981]. 850 hPa līmenis ir vispiemērotākais atmosfēras frontālo zonu un gaisa masu noteikšanai, jo atrodas pietiekami tuvu zemes virsmai, bet tai pašā laikā viendabīgā gaisa masā šajā līmenī nenovēro diennakts temperatūras svārstības – tas lielā mērā apgrūtina frontālo zonu noteikšanu piezemē [Schwartz *et al.*, 1985]. Turklāt 850 hPa līmenī var nepārprotami identificēt kontinentālu gaisu [Barry, 1967], bet piezemes un 850 hPa rāsas punkta temperatūras ir lietderīgas, klasificējot tropisku gaisu [Harman and Harrington, 1978, Schwartz, 1985]. Sinoptiskajā praksē izmanto šādus empīriski iegūtus datus: Eiropas vidusplatumos vasaras sezonā, kad gaisa temperatūra 850 hPa līmenī

$T_{850} > +16^{\circ}\text{C}$, laikapstākļus nosaka tropisks gaiss,

$+8^{\circ} < T_{850} < +16^{\circ}\text{C}$ – mērens gaiss no dienvidiem,

$0^{\circ} < T_{850} < +8^{\circ}\text{C}$ – mērens gaiss no ziemeļiem,

$T_{850} < 0^{\circ}\text{C}$ – arktisks gaiss,

un tādi atrodami mācību literatūrā un interneta publikācijās (<http://www.meteoweb.ru>). Šādas temperatūras vērtības lietojamas, ja ievēro klasisko gaisa masu iedalījumu. Meteorologu praksē izsenis pazīstams tā saucamais “850 likums”, kas nosaka, ka skaidrā laikā, pieturoties nelielam vējam, dienas maksimālā temperatūra piezemē būs 850 hPa temperatūra plus 15°C, jeb precīzāk, sakarība starp diennakts maksimālo temperatūru piezemē (2 m) un 850 hPa temperatūru ir atkarīga no gadalaika: vasarā vidusplatumos sausā un saulainā laikā šī starpība ir 14...16°C, lietus laikā un pie pilnīgas apmāksanās 9...13°C, bet dažreiz ilgstoša lietus laikā tikai 5...7°C. Intensīvu nokrišņu laikā pie zemes var būt zemāka temperatūra nekā gaisa masas augstākos slāņos. To īpaši novēro siltajā pusgadā, bet ziemā mēdz būt otrādi: notiekot intensīvai snigšanai, temperatūra pie zemes var būt augstāka par 850 hPa temperatūru, jo tiek “izjaukts” stipri atdzisušais piezemes slānis. Empīriskā ceļā ir atrastas sakarības starp piezemes un 850 hPa izobāriskās virsmas temperatūras un rāsas punkta vērtībām. Ievērojot to, ka 850 hPa rāsas punkts mainās stipri mazāk nekā piezemes rāsas punkts, M.

Švarcs (1991) analizējis ASV Ziemeļu centrālās daļas meteoroloģisko staciju novērojumu rindas dažādos gadalaikos ar regresijas vienādojumu palīdzību un atradis, ka 850 hPa rasas punktu ar pietiekamu precizitāti var noteikt pēc virsmas rasas punkta (vidēji $R^2=0,76$ pie $p<0,01$). Tomēr sakarības izmantošana starp piezemes un 850 hPa temperatūru un rasas punktu ir ierobežota: tā nav izmantojama katrai dienai un katram gadalaikam, turklāt ir aptuvena, tāpēc šā pētījuma veikšanai netika izmantota.

Tā kā gaisa masas ir ļoti apjomīgi trīsdimensiju veidojumi, to raksturošanai ir svarīgi izmantot kvantitatīvus lielumus, kas pēc iespējas mazāk pakļauti mainīgumam laikā un telpā. Pēc šādas pazīmes tos iedala trīs grupās:

1) Pastāvīgi lielumi:

- pseidopotenciālā temperatūra T_{pp} vai ekvivalenti potenciālā temperatūra (tuvinājums T_{pp} , bet to vērtību atšķirības pieaug, pazeminoties spiedienam un temperatūrai, novirze $\geq 2,5^\circ$);
- īpatnējais mitrums pirms ūdens tvaiku kondensācijas.

2) Šķietami pastāvīgi lielumi:

- potenciālā temperatūra;
- temperatūra virs berzes slāņa (īpaši izobāriskā temperatūra, t.i. 850 hPa);
- absolūtais mitrums;
- rasas punkts;
- horizontālā redzamība pirms ūdens tvaiku kondensācijas.

3) Mainīgi lielumi:

- gaisa temperatūra piezemes slānī;
- relatīvais mitrums piezemes slānī.

Jau T. Bergerons un G. Svoboda raksturoja gaisa masas ar šķietami pastāvīga parametra – potenciālās temperatūras palīdzību. Lai izvērtētu gaisa masas evolūciju laika gaitā (dienu pēc dienas) un dažādos līmeņos, kā arī gaisa masu īpašību objektīvai salīdzināšanai, izmanto pastāvīgos lielumus. 20. gadsimta 40. gados ASV ģeofizikis R. Heinrihs (<http://www.eas.slu.edu/Department/news/heinrich.html>) un vācu meteorologi Šince un Zīgels (Schinze un Siegel) (1943) gandrīz vienlaikus parādīja, ka ekvivalenti potenciālā temperatūra labi izmantojama gaisa masu noteikšanai un raksturošanai. Potenciālo temperatūru un ekvivalenti potenciālo temperatūru izmanto gan laikapstākļu prognozēšanas vajadzībām, gan gaisa masu noteikšanai [McDonald, 1975; Richner and Griesser, 1993].

Īpatnējais mitrums būtībā ir reālais ūdens tvaiku daudzums gaisā, un tas nemainās atkarībā no temperatūras. T. Bergerons izmantoja šo lielumu gaisa masu raksturošanai, bet mūsdienās to plaši izmanto augšējo atmosfēras slāņu izpētē – mazāk gaisa masu raksturošanai.

Pseudopotenciālā temperatūra T_{pp} ir temperatūra, kāda būtu noteiktai gaisa daļai, ja tajā esošais mitrums kondensētos pseidoadiabātiska procesa rezultātā (latentais kondensācijas siltums tiktu izlietots gaisa parauga sasildīšanai), un tad tas tiktu sausadiabātiski pārvietots līdz standartlīmenim (1000 hPa). Jo vairāk mitruma

ir šajā masā, jo vairāk taja latentā siltuma. T_{pp} ir labs rādītājs, lai salīdzinātu gan temperatūru, gan mitrumu: augstākas gaisa masas temperatūras un lielāka mitruma satura apstākļos T_{pp} vērtība ir lielāka. Jebkādā adiabatiskā procesā gaisa masas daļas T_{pp} paliek nemainīga. Notiekot turbulencei, atsevišķs gaisa apjoms “nes” līdzīgu savu pseidopotenciālo temperatūru.

Piezemes temperatūra ievērojami mainās atkarībā no pagulvirsmas temperatūras, kā arī adiabatisku stāvokļa izmaiņu gadījumā, gaisam paceļoties vai nosēžoties reljefa ietekmē, un arī relatīvais gaisa mitrums piezemē ir mainīgs lielums sakarā ar izteikto diennakts gaitu. Stingri ņemot, piezemes temperatūra nav izmantojama gaisa masu tipu noteikšanai, jo tā krasi mainās ūdenstilpju tuvumā, kā arī ir izteikta diennakts gaita sakarā ar zemes virsmas sasilšanu un atdzišanu, un šādas temperatūras izmaiņas ir pretrunā ar gaisa masu jēdzienu [*Scientific Report on Validation and Tuning of MSG PGE12*, 2005].

1.4. Gaisa masu klasifikācija

Tradicionālā gaisa masu klasifikācija, kas balstīta uz gaisa masu cilmvietu ģeogrāfisko izkārtojumu atbilstoši zemeslodes termiskajām joslām, iedala katru no četriem gaisa masu tipiem – arktisks, polārs (mūsdienu analogs – subpolārs), tropisks (mūsdienu izpratnē subtropisks) un ekvatoriāls – atkarībā no tā veidošanās pagulvirsmas un mitruma satura okeāniskā vai kontinentālā gaisā. Šo T. Bergerona izstrādāto gaisa masu klasifikāciju, sākot jau ar 20. gs. 30. gadiem, sāka lietot regulāru laikapstākļu tipu izskaidrošanai, piemēram, ASV [Willet, 1931], Krievijā [Хромов, 1934], un Vācijā E. Dainzs un F. Linke (1930), un turpmākajos gados gaisa masu klimatoloģija attīstījās valstīs, kas atrodas zemeslodes mērenajos platumos, kur bieži mainās laikapstākļi un notiek dažādu gaisa masu maiņa, jo polu un ekvatora tuvumā, kur gandrīz pastāvīgi valda viens gaisa masas tips, gaisa masu pētījumi mazāk piemēroti.

Ģeogrāfiskā skatījumā nozīmīgs bija S. Petersena (1940) devums, kurš pirmais izveidoja apkopojosu ziemeļu puslodes gaisa masu raksturojumu [Pettersen, 1956]. Nedaudz vēlāk (Strahler, 1951) tika radīts visas zemeslodes gaisa masu iedalījums, ģeneralizēti parādot cilmvietas un reģionus, kur tās sastopamas [Strahler and Strahler, 1991]. Lai gan šāds modelis ir ļoti vispārīgs, tas noderīgs kā ietvars detalizētākai gaisa masu aplūkošanai. 20. gadsimta 40. gados Eiropā un citur pasaulē radās vairākas gaisa masu klasifikācijas sistēmas, kurās bija iekļautas četru tipu variācijas un apakštipi. Piemēram, Vācijā R. Šerhags radīja ziemeļu puslodes gaisa masu klasifikāciju (divi galvenie gaisa masu tipi un trīs apakštipi), kuru pēc 1948. gada sāka izmantot Vācijas Meteoroloģiskais dienests [Geb, 1971]. Tika izveidotas arī daudzas sīki izstrādātas reģionālās gaisa masu klasifikācijas sistēmas, piemēram, Lielbritānijai – Dž. Belasko [Belasco, 1952], Padomju Savienībai – A. Borisovs (1975) tādu izstrādāja A. Borisovs (1975), Japānai – Arakava, (1937), Ķīnai – Č. V. Tu (1939).

Mēreno platumu gaisu (*midlatitude air*) kā patstāvīgu gaisa masu tipu pirmie definēja Ē. Palmens un Č. Ņūtons [Palmen and Newton, 1969], izšķirot trīs gaisa masu tipus un aprakstot to cilmvietas: tropiskā gaisa cilmvieta subtropiskajā joslā un polārā gaisa cilmvieta polārajos apgabalos, kur piezemē pārsvarā vērojami austrumu vēji, un starp tiem – mēreno platumu gaiss, kurš veidojas mēreno platumu joslā, kur augšējos troposfēras slāņos valda rietumu plūdums (1–1. tabula).

1–1. tabula

Piemēri ziemeļu puslodes gaisa masu iedalījumam pēc to cilmvietas [Geb, 1971]
Several examples of the NH air mass classification by source region [Geb, 1971]

Autors/i	Gaisa masu iedalījums			
J.Bjerknes, H.Solbergs (1922)	T	—	T	P — P
T.Bergerons, G.Šince (1930, 1932)	E	S	P	A
S.Petersens (1940)	E	T	X - - P	A
R.Šerhags (1948)	T - - - -	T _p	P - - -	-P _A
Ē.Palmens/Č.Ņūtons (1969)	T	—	T M — M	P — P
M.Gebbs (1970)	T	S	M	P A
Apzīmējumi: E – ekvatoriāls gaiss, T – tropisks gaiss; S – subtropisks gaiss; A – arktisks gaiss; M – vidusplatumu gaiss; X – pārejas; P – (sub) polārs gaiss; T _p – mērens (tropisks) gaiss; ——— viena gaisa masa; - - - - - viena gaisa masas tipa paveidi				

Pēdējos desmit gados veikti vairāki pētījumi par gaisa masām un tās klasificētas (Greene and Kalkstein, 1996; Bejaran and Camilloni, 2003), taču šo pētījumu trūkums ir reģionāla ierobežotība, jo rezultāti iegūti izmantojot vienas vai dažu pilsētu/staciju datus un gaisa masas noteiktas, apvienojot to galvenos parametrus klāsteros. ASV klimatologi [Kalkstein *et al.*, 1996] izstrādājuši telpiski sinoptisko gaisa masu klasifikāciju, kuru izmanto automatizētai gaisa masu identificēšanai jeb objektīvai analīzei, izmantojot iepriekš zināmus gaisa masu tipus un tiem raksturīgās īpašības. Metodes izmantošanas priekšnosacījums ir iepriekšēja gaisa masu un to būtiskāko meteoroloģisko parametru noteikšana, kad katram gaisa masu tipam (pavisam to ir seši) konkrētās dienās (paraugdienas – *seed days*, angl.) nosaka to īpašības, piešķirot mazāku nozīmi gaisa masas cilmvietai. Šo metodi izmanto ASV kontinenta mēroga gaisa masu noteikšanai. Ir bijis mēģinājums šo metodi pārbaudīt gaisa masu noteikšanai Budapeštā un Prāgā.

Sakarā ar lielo daudzveidību gaisa masu klasificēšanā R. Bežarēns un I. Kamilloni (2003) secinājuši, ka „nepastāv viens unikāls vai optimāls veids, kā klasificēt gaisa masas vai laikapstākļu tipus”, bet citi klimatologi [Schwartz and Skeeter, 1994] izteikuši domu, ka daži pētnieki pat izvairās lietot klasiskos parametrus (temperatūra un mitrums) gaisa masu raksturošanai.

M. Gebs (1971) izstrādāja gaisa masu klasifikāciju (1–2. tabula), izmantojot Viduseiropas novērojumu datus, atzīstot, ka tā izmantojama visā Eiropā, un to arī praktiski izmanto Berlīnes Meteoroloģijas institūtā. Turpmākajos desmit gados autors šo klasifikāciju vēl papildināja. Tā radīta, ņemot par pamatu gaisa masu veidošanās klimatoloģiskos apgabalus, un balstīta uz atziņu, ka dažādie Eiropas mērenajos platumos novērotie gaisa masu tipi ir savstarpēji saistīti un to atšķirības rada to pārvērtības jeb transformācija. Vairums autoru gaisa masas klasificē pēc gaisa izcelsmes virs ūdeņu virsmas vai sauszemes, un līdz ar to mitruma saturs nosaka gaisa masu iedalījumu okeāniskā un kontinentālā gaisā, taču, uzkrājoties gaisa masu noteikšanas pieredzei, Berlīnes Meteoroloģijas institūtā izveidots empīrisks gaisa masu transformācijas modelis, un ieviesta trešā kategorija – transformēts okeāniskais gaiss. M. Gebs (1971) klasifikācijā ņemti vērā vairāki citu agrāku iedalījumu, tai skaitā tradicionālā, trūkumi, uzsverot, ka tā lietojama zemākajam (līdz ~ 700 hPa) troposfēras slānim, jo gaisa masu un arī to atdalāšo fronšu struktūras ne vienmēr var izsekot vai ekstrapolēt no ziemas līdz pat tropopauzei, jo tās, piemēram, mēdz cita citai uzslāņoties.

Gaisa masu veidošanās apgabalu robežas ziemeļu puslodē (1–3. tabula) noteiktas, ievērojot, ka

- 1) tropisko gaisa masu T apgabala robeža atbilst vidēji $+25^{\circ}\text{C}$ izotermai (ūdens virsmas temperatūra $t_{\bar{u}}$), kas atdala apgabalus ar nelieliem temperatūras gradientiem un arvien lielākiem temperatūras gradientiem meridionālā virzienā, un tā aptver ziemeļu puslodi līdz aptuveni 25° z. pl.;
- 2) arktiska gaisa A apgabala robeža ziemā atbilst sablīvēta ledus robežai ($t_{\bar{u}} = -2^{\circ}\text{C}$), bet vasarā ārējai vižņu robežai ($t_{\bar{u}} = 5^{\circ}\text{C}$). Arī Arktikā visos gadalaikos radiācijas bilances un vertikālās apmaiņas apstākļi ir līdzīgi kā tropiskajā gaisā, turpretī sinoptisko situāciju raksturo siltāku gaisa masu neperiodiska ieplūšana;
- 3) temperatūru starpība starp arktisko un tropisko gaisa masu (A un T) veidošanās apgabaliem atkarībā no gadalaika ir $20\text{--}30^{\circ}\text{C}$, tādēļ starp tiem nevar atrasties tikai viens gaisa masu tips – mēreno/vidusplatumu gaisa masa, jo mērenā klimata joslā frontālās zonas abās pusēs esošo gaisa masu temperatūru starpībai normāli jābūt $5\text{--}10^{\circ}\text{C}$. Tādēļ mērenajai joslai abās pusēs tiek izdalītas subpolārā un subtropiskā josla (1-5. att.).

Ģeogrāfiskā skatījumā būtiski ir tas, ka blakus okeāniskām un kontinentālām gaisa masām definēts trešais veids: transformētas okeāniskas gaisa masas, un atšķirībā no tradicionālā gaisa masu iedalījuma četros tipos, vācu klimatologs M. Gebs gaisa masas iedala atbilstoši zemeslodes klimata joslām: arktiskās, subarktiskās (subpolārās), mērenās/vidusplatumu, subtropiskās un tropiskās gaisa masas, nodalot kā patstāvīgu tipu – sasīlušu subpolāru gaisa masu tipu. Tādējādi viņš ievieš piekto tipu – vidusplatumu gaisa masas, kuru cilmvieta ziemeļu puslodē ir meandrējoša josla vidusplatumos, kas ievērojami sašaurinās kontinentu austrumu

Eiropas vidusplatumu gaisa masu iedalījums [Geb, 1981]
 Airmass Calendar for Central Europe (Mitteleuropa) [Geb, 1981]

Saīsin. Abbr.	Klimatoloģiskais gaisa masas tips Climatological classification	Gaisa masu cilmvietu piemēri Typical geographical equivalent (place of origin or example of air mass)
cA	Kontinentāls arktisks gaiss Continental arctic air	Sibīrijas ziemeļu daļa Northern Siberian arctic air
xA	Transformēts okeāniskais arktisks gaiss Arctic air (transformed oceanic)	Ziemeļeiropa, Skandināvijas pussala North European arctic air
mA	Okeāniskais arktisks gaiss Oceanic/maritime arctic air	Ziemeļjūra, Norvēģu jūra North Sea arctic air
cP	Kontinentāls subpolārs gaiss Continental subpolar air	Krievijas subpolārais gaiss Russian subpolar air
xP	Subpolar (transformed oceanic) air Transformēts okeāniskais subpolārs	Ziemeļeiropa, Skandināvijas pussala North Europe, Scandinavia
mP	Oceanic/maritime subpolar air Okeāniskais subpolārs gaiss	Ziemeļatlantijas okeāna subarktiskie platumi North Atlantic subpolar air
cP _s	Sasilis kontinentāls subpolārs gaiss Warmed continental subpolar air	Eiropas kontinentālā daļa Warming over continental Europe
xP _s	Sasilis transformēts okeān. subpolārs Warmed subpolar air	Subpolārs gaiss ilstoši atradies virs Eiropas kontinenta / Aged over European continent
mP _s	Sasilis okeāniskais subpolārs gaiss Oceanic warmed subpolar air	Atlantijas okeāna subtropiskie platumi subtropical part of North Atlantic ocean
mS _p	Okeāniskais vidusplatumu gaiss Oceanic/maritime air of mid-latitudes	Atlantijas okeāna mērenie platumi North Atlantic ocean, mid-latitudes
xS _p	Transformēts okeāniskais vidusplatumu Mid-latitude air (transformed oceanic)	Rietumeiropa, novecojis okeāniskais gaiss (West)European air, aged oceanic air
cS _p	Kontinentāls vidusplatumu gaiss Continental air of mid-latitudes	Austrumeiropas līdzenuma vidusplatumi European mainland air
mS	Okeāniskais subtropiskais gaiss Maritime subtropical air	Atlantijas okeāna subtropiskie platumi Atlantic subtropical air
xS	Transformēts okeāniskais subtropiskais Subtropical air (transformed oceanic)	Atlantijas subtropiskais gaiss Atlantic subtropical air
cS	Kontinentāls subtropiskais gaiss Continental subtropical air	Dienvideiropa S.E. Europe
mT	Okeāniskais tropiskais gaiss Oceanic/maritime tropical air	Atlantijas tropisko platumu gaiss Atlantic tropical air
xT	Transformēts okeāniskais tropiskais gaiss Tropical air	Vidusjūras reģions Mediterranean Sea region
cT	Kontinentāls tropiskais gaiss Continental tropical air	Āfrikas tropiskais gaiss African tropical air
Abbreviations: A: arctic air P _s : warmed subpolar air S: subtropical air P: subpolar air S _p : air of mid-latitudes T: tropical air c – continental; m – maritime x – both characteristics or mixed origin		
Saīsinājumi: c – kontinentāls gaiss; m – okeāniskais gaiss x – transformēts okeāniskais gaiss jeb pārejas stāvoklis starp m un c gaisu		

pusē, nepārsniedzot dažus simtus kilometru okeānu piekrastē, turpretī rietumu pusē ziemeļu – dienvidu virzienā stiepjas 2000–2500 km. Tāpēc vidusplatumu gaisa masām atbilstošajai ģeogrāfiskajai joslai raksturīgs nedaudz šaurāks temperatūru intervāls.

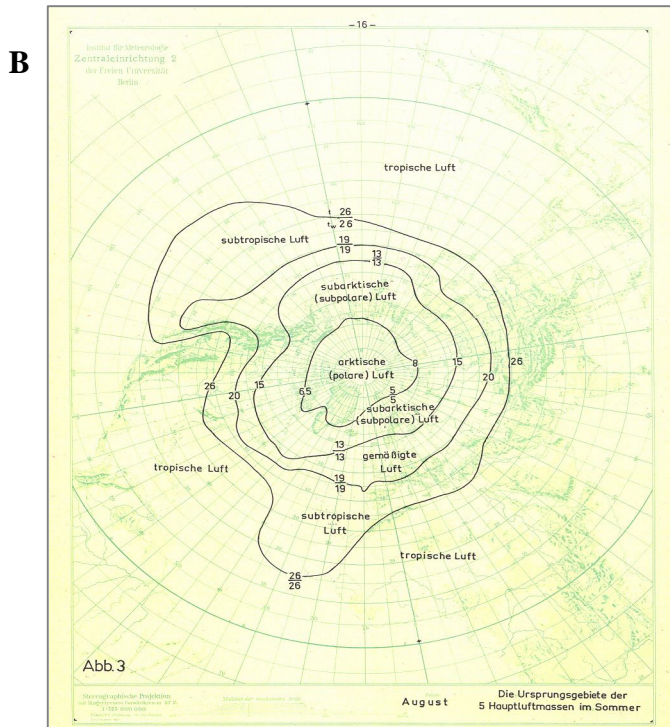
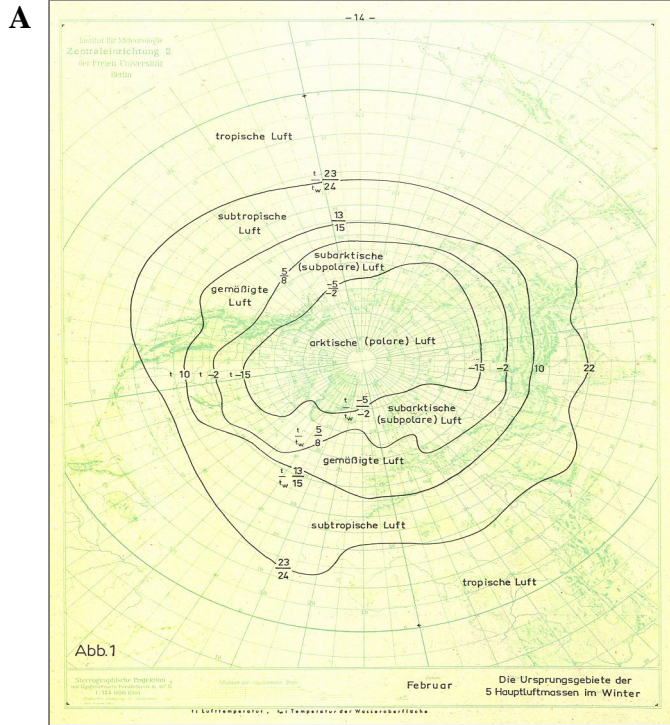
Jāatzīmē, ka sākotnēji M. Gebs lietojis terminu *gemäßigte Luft*, bet turpmākās publikācijās (1979, 1981) lieto apzīmējumu *Luft der mittleren Breiten*.

1–3. tabula

Table 1-3

Ziemeļu puslodes piecu galveno gaisa masu cilmvietu mēnešu vidējās gaisa temperatūras /ūdens virsmas temperatūras intervāli [Geb, 1971]
The range of sea / land surface air and water temperature for Northern hemisphere basic air mass (5 types) source regions [Geb, 1971]

Gaisa masas tips		Okeāniskas gaisa masas: t/t _ū				Kontinentālas gaisa masas: t			
	t°	II	V	VIII	XI	II	V	VIII	XI
Arktisks / polārs	līdz	-5/-2	1/1	5/5	-1/1	-15	1	8	-8
Subark-tisks/sub-polārs	no	-5/-2	1/1	5/5	-1/1	-15	1	8	-8
	līdz	5/8	9/9	13/13	8/10	-2	10	15	2
Vidus-platumu	no	5/8	9/9	13/13	8/10	-2	10	15	2
	līdz	3/15	6/16	9/19	4/16	0	7	0	2
Subtro-pisks	no	13/15	16/16	19/19	14/16	10	17	20	12
	līdz	23/24	25/25	26/26	23/25	22	26	26	22
Tropisks	no	23/24	25/25	26/26	23/25	22	26	26	22



1-5. att. Arktisko, subpolāro, mēreno platumu/vidusplatumu (gemäßigte), subtropisko un tropisko gaisa masu veidošanās apgabali Ziemeļu puslodē ziemā (A) un vasarā (B).

t/t_w – piezemes gaisa temperatūra / ūdens virsslāņa temperatūra [pēc: Geb, 1971]

Figure 1-5. Areas of the origin of arctic, subpolar, temperate or mid-latitude (gemäßigte), subtropical and tropical air masses in the Northern hemisphere in winter(A) and summer (B).

t/t_w – near surface air temperature/ temperature of water surface [after Geb, 1971]

2. MATERIĀLI UN PĒTĪJUMA METODES

2.1. Gaisa masu noteikšanas metodes

Gaisa masu klimatoloģijā pati darbietilpīgākā procedūra ir konkrētu gaisa masu noteikšana, un atkarībā no pieejas tās tradicionāli iedalīja subjektīvās vai objektīvās.

Sākotnēji izmantoja subjektīvās metodes, piemēram, gaisa masu trajektoriju analīzi, izsekojot to ceļu atpakaļ līdz cilmvietai. Konkrētas gaisa masas noteikšana bija subjektīvs, kvalitatīvs process, bieži vien par orientieri lietojot vidējos apstākļus. M. Gebs (1981) min piemēru, ka Berlīnes gadījumā bieži tādai gaisa masai, kas ieplūdusi no tālienes un palikusi relatīvā miera stāvoklī, neraugoties uz tās fizikālajām īpašībām, jau nākamajā dienā dots apzīmējums – sauszemes jeb kontinentāls gaiss. Gaisa masu subjektīvai analīzei nepieciešami vienkārši dati, tāpēc to bieži ierobežo skaitliskas precizitātes trūkums, to ir grūti tirazēt un novērtēt kļūdas, jo gaisa masu noteikšana balstās galvenokārt uz analītiķa meistarību [Wendland and Bryson, 1981]. M. Švarcs (1991) atzīst, ka problēmas rada pats gaisa masu raksturs, jo bieži vien gaisa masas īpašības tās centrālajā daļā un malās atšķiras, un visas masas raksturojums kopumā mainās, tai attālinoties no noteiktas cilmvietas, bet subjektīvā analīze maz uzmanības pievērš gaisa masas tipa temperatūras un mitruma intervālam, tā sezonālajai dinamikai. Lietojot šādu pieeju meteoroloģisko prognožu sastādīšanā, minētajiem trūkumiem nebija liela nozīme, jo identificētais gaisa masas tips bija tikai viena no prognozes sastāvdaļām, bet daudzos citos pielietojumos, kur svarīgs gaisa masai raksturīgo īpašību intervāls, subjektīvās pieejas neprecizitāte bija nopietns trūkums.

Paplašinoties gaisa masu koncepcijas izmantošanai, parādījās mēģinājumi novērst tradicionālo subjektīvo pieeju trūkumus, un tika izstrādāti daudzi objektīvi paņēmieni. Objektīvā pieeja parasti uzlabo skaitlisko precizitāti un ļauj viegli atdarināt šo metodi, taču tā prasa lielu datu daudzumu, to grūti vispārināt, un tā neatrisina neskaidrības attiecībā uz pārejas zonām starp gaisa masu tipu temperatūras un mitruma diapazoniem [Corcoran, 1987]. Objektīvo pieeju izmantošana strauji attīstījās 20. gs. 60. gados: R. Braisons (ASV) izmantoja parciālo kopu metodi, R. Berijs (ASV) – frontālās analīzes metodi un Dž. Olivers savu metodi, kas nav pārbaudīta citur pasaulē, Austrālijas gaisa masu noteikšanai [Bryson, 1966; Barry, 1966; Oliver, 1970]. Savukārt, Z. Ozorai (1963) konstatēja, ka parciālo kopu metode nav izmantojama Ungārijas apstākļos, jo temperatūru histogramma parādīja vairāk kopu nekā gaisa masu tipi.

Dabiskā attīstības gaita gaisa masu noteikšanas jomā noveda pie mēģinājuma apvienot subjektīvās un objektīvās pieejas priekšrocības, un tā radās integrētās metodes. Piemēram, M. Švarcs (1991) radīja integrēto gaisa masu noteikšanas metodi ASV ziemeļu centrālās daļas gaisa masu noteikšanai. Eiropā jaunu, klimatoloģiski objektīvu metodi, kurā apvienota subjektīvā un objektīvā pieeja, izstrādājis M. Gebs (1981), un šī praktiskā gaisa masu noteikšanas metode shematiski attēlota slīdošajā

diagrammā (2–1. att.). Tā kā universāla gaisa masu klasifikācijas sistēma nepastāv, galvenais kritērijs gaisa masu noteikšanā, citējot M.Gebu, ir – būtiski atšķirīgām gaisa masām nevajadzētu lietot vienādus apzīmējumus, un gaisa masas, kas būtiski neatšķiras, nedrīkstētu nosaukt dažādi. Šī atziņa ir ļoti svarīga, nosakot gaisa masas Eiropas mērenajos platumos, jo šeit ir sevišķi raksturīgi, ka okeāniskas gaisas masas, kas satur daudz mitruma, no Atlantijas okeāna nonāk virs sauszemes un pārvietojas tālu kontinenta iekšienē, vienlaikus zaudējot mitrumu. Siltajā pusgadā tās ir relatīvi aukstas gaisa masas, kas vienas dienas laikā transformējas šādi: arktisks okeānisks gaiss pārveidojas par transformētu okeānisku subpolāru gaisu ($mA \rightarrow xP$) vai arī subpolārs okeānisks gaiss – sasilušu transformētu subpolāru gaisu ($mP \rightarrow xP_s$). Savukārt, aukstajā pusgadā siltas gaisa masas transformējas šādi: $mS \rightarrow xS_p$, $mS_p \rightarrow xP_s$ un $mP \rightarrow xP$ (2–1. tabula). Transformētas okeāniskas (x) gaisa masas kopējā gaisa masu statistiskajā apstrādē tiek iekļautas kā īsti okeānisku gaisa masu paveids.

Empīriskā ceļā noskaidrots, ka ļoti auksta okeāniska gaisa masa, nonākot tai kaimiņos esošas gaisa masas cilmvietā C_1 , transformējas par šai cilmvietai atbilstošu gaisa masu 4–7 dienu laikā; savukārt, ja tā nepārveidota nonāk aiznākamās gaisa masas cilmvietā C_2 , tā vienas dienas laikā pārveidojas par tādu, kura termiski atbilst gaisai, kas veidojusies blakus esošajā cilmvietā C_1 . Tādējādi, auksta okeāniska arktiska gaisa masa (mA), nonākot Atlantijas okeāna subpolārajos platumos, kas ir subpolāro gaisa masu cilmvieta, transformējas par subpolāru gaisu 4 – 7 dienu laikā, bet nonākot vidusplatumos (mS_p gaisa cilmvieta), mA gaiss vienas dienas laikā transformējas par subpolāru gaisu mP . Līdzīgi 24 stundu laikā notiek subpolārā gaisa (mP) transformēšanās par sasilušu subpolāru gaisu (mP_s) subtropiskajos platumos.

2–1. tabula

Table 2–1

Raksturīgās gaisa masu pārvērtības vidusplatumos Eiropā
Typical modification of air masses in Central Europe

c, x masas	Bez siltuma pieplūdes	Ar siltuma pieplūdi siltajā pusgadā	Okeānis- kas gaisa masas, m	Bez siltuma pieplūdes	Ar siltuma pieplūdi siltajā pusgadā
cA	Saglabājas cA	cP	mA	xA, cP	xP
cP	Saglabājas cP	cP _s	mP	xP, xP _s	xP _s
xA	cP	cP	mP _s	xP _s	xS _p
xP	cP, cP _s	xP _s	mS _p	xP _s , xS _p	xS _p
xP _s	cP _s	cS _p	mS	xS _p	xS

Auksts kontinentāls gaiss (cA, cP) ziemā pie negatīvas radiācijas bilances ilgstoši saglabā savas īpašības un transformācija nenotiek. Izveidojoties stabilai inversijai, sākotnējās gaisa masas īpašības saglabājas dažas dienas ilgāk. Transformācijas process ir nedaudz sarežģītāks, kad notiek kontinentālas gaisa masas pārveidošanās par okeānisku gaisu. Ziemā virs okeāna notiek šāda gaisa masu transformācija: cA → xA → mA.

Tāpat notiek arī silta okeāniska gaisa transformācija, tam pakāpeniski pārvietojoties lielāku ģeogrāfisko platumu virzienā, taču atšķirībā no auksta gaisa transformācijas tā notiek tikai planetārajā robežslānī. Vasarā kontinentāls subpolārs gaiss cP, pārvietojoties virs siltākas sauszemes, transformējas par sasīlušu subpolāru kontinentālu gaisu cP_s.

2.2. Latvijas gaisa masu izpētes stāvoklis

Raksturojot Latvijas klimatiskos apstākļus, parasti tiek izmantotas divas dažādā laikā tapušas gaisa masu atkārtojamības tabulas. To sastādīšanā izmantots tradicionālais gaisa masu iedalījums četros tipos, bet nav doti šo gaisa masu kvantitatīvie rādītāji un raksturoti to veidotie laikapstākļi Latvijā. Katra tipa vispārējs raksturojums atrodams limata rokasgrāmatās un mācību literatūrā.

Pirmoreiz gaisa masu atkārtojamība (dienu skaits) raksturota N. Temņikovas monogrāfijā “Климат Латвийской ССР” [Темникова, 1958]. Tajā secināts, ka Latvijai raksturīga bieža gaisa masu maiņa: Rīgu gadā šķērso ap 170 dažādu atmosfēras fronšu, un visbiežāk te mēdz ieplūst mēreno platumu jūras gaisa masas (133 dienas gadā) un kontinentālā gaisa masas (147 dienas), taču ar valdošajiem dienvidrietumu vējiem Latvijā no Atlantijas okeāna, Baltijas jūras un Rietumeiropas ieplūstošo jūras gaisa masu meteoroloģiskās īpašības ir līdzīgas, un vienīgi arktiskās gaisa masas izraisa krasu laikapstākļu maiņu. Arktiskās jūras gaisa masas ieplūst 50, bet kontinentālā gaisa masas – 18 dienas gadā (2–2. tabula). Īpaši izteiksmīga ir arktisko gaisa masu atkārtojamības gada gaita: viens izteikts maksimums maijā un otrs septembrī, un minimums jūlijā 2–1. att.). Minētajā darbā norādīts, ka biežāka ciklonu atkārtojamība novērojama ziemā, kā arī jūlijā un oktobrī; šajā laikā Latvijā sevišķi bieži ieplūst jūras gaisa masas, bet visretāk tās sastopamas pavasarī. Vislielākā kontinentālā gaisa masu atkārtojamība Latvijā novērota oktobrī – decembrī, tas saistīts ar Austrumeiropas anticiklonu ietekmes pieaugumu. Tropiskais gaiss Latvijā novērots reti un ne katru gadu, parasti gan jūlijā. Diemžēl darbā nav norādīts, pēc kādas metodes noteikti gaisa masu tipi un cik ilgs laika periods aplūkots. Tā kā grāmatā izmantoti vēja virzienu dati augstākajos atmosfēras slāņos (1, 3, 5 km) laikā no 1945. līdz 1952. gadam, var pieņemt, ka šā perioda ietvaros vienā vai vairākos gados arī noteiktas gaisa masas.

Gaisa masu noteikšanai varēja izmantot aeroloģisko novērojumu datus, kuri – gan ne tik regulāri un precīzi kā vēlākos gados – Latvijā veikti kopš 30. gadu vidus un pēc Otrā pasaules kara atsākti 1945. gada aprīlī ar radiozondēšanas sistēmu “Сокол”, pēc tam “СОН-2” ar radiozondi P3-049, taču konkrētas

temperatūras vērtības nevienam gaisa masu tipam nav uzrādītas. Lielais kontinentālo gaisa masu īpatsvars vedina izteikt pieņēmumu, ka gaisa masas noteiktas ar subjektīvās analīzes metodi. Tādi paši dati izmantoti vienpadsmit gadus vēlāk, raksturojot Rīgas un Jūrmalas klimatu [Темникова, 1969].

2–2. tabula

Table 2–2

Gaisa masu vidējā atkārtojamība (dienu skaits) Rīgā [Темникова, 1958]

Average frequency (days) of air masses over Riga [Темникова, 1958]

Kontinentāls tropisks gaiss	Mēreno platumu gaisa masas		Arktiskās gaisa masas		Arktisks gaiss (nav konkrēti-zēts)
	Kontinentālās, cP	Okeāniskās, mP	Okeāniskās, mA	Kontinentālās, cA	
4	147	133	50	18	13

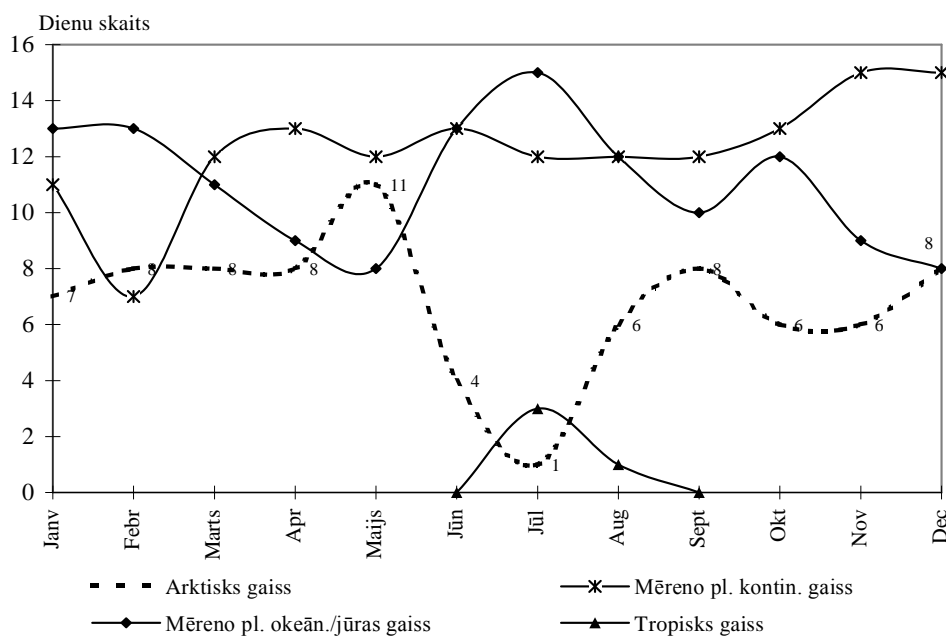
Daudz atšķirīgāki dati atrodami grāmatā “Климат Риги” (1983). Tajā publicēta vidējā gaisa masu atkārtojamība desmit gadu (1966–1975) laikā, un izmantota klasiskā, T. Bergerona ieviestā gaisa masu klasifikācijas sistēma. Apzīmējums “mērenās gaisa masas” (*умеренные воздушные массы*) lietots tām gaisa masām, kas veidojas gan subarktiskajā, gan mēreno platumu joslā. Vidējā gaisa masu atkārtojamība par desmit gadu periodu (1966–1975) publicēta vairākus gadus vēlāk Ļeņingradā izdotā grāmatā [Глазачева, 1988]. Nav izdevies atrast sīkākas norādes par to, kādi materiāli izmantoti šajā gadījumā. Abos Latvijas gaisa masu statistiskajos apkopojumos nav parādīts dienu skaits ar fronšu pārvietošanos.

Arktisko gaisa masu (okeānisko un kontinentālo) ietekme kopumā ir līdzīga abos gadījumos (80–81 diena), bet polāro un tropisko gaisa masu atkārtojamība ievērojami atšķiras. Mēreno platumu gaisa masu vidējais biežums 60.–70. gadu mijā bijis par 20 dienām mazāks, bet tropisko gaisa masu atkārtojamība ir vidēji 20 dienas lielāka nekā 50. gados veiktajā analīzē. Šķiet, ka jaunākajā pētījumā kā tropiskās gaisa masas klasificētas visas subtropiskajos platumos veidojušās gaisa masas, bet pirmajā pētījumā kā tropisks gaiss (2–2. tab.) varētu būt apzīmēts kontinentāls subtropisks gaiss.

N. Темникова (1965) ir pētījusi arī mitrumu nesošo plūsmu virzienu, tātad gaisa masu plūsmas virzienu, un ģeogrāfisko faktoru (reljefa lielformu izvietojums, to augstums, nogāžu ekspozīcija, tuvējā un tālākā reljefa ekranējošais efekts) ietekmi uz nokrišņu sadalījumu Vidzemes augstienē. Autore secinājusi, ka, samazinoties augstumu starpībai starp ekranējošo un tās “ēnā” esošo augstieni, kā arī pieaugot attālumam no ekranējošās reljefa formas, vidējais nokrišņu daudzums salīdzinājumā ar līdzenumu pieaug. Bez tam ikvienā nogāzē vidējais nokrišņu daudzums neatkarīgi no novietojuma ir 8–10% lielāks nekā nogāzes piekājē.

Ir veikts pētījums par gaisa masu transformāciju, šķērsojot Rīgas līci, [Любина, 1969]. Analizēti 220 novērojumi no 1965. līdz 1966. gadam, kad gaisa

masas pārvietojušās virzienā no ziemeļiem uz dienvidiem. Gaisa temperatūras un mitruma mērījumi veikti uz sauszemes ziemeļos no līča un salīdzināti ar novērojumiem Rīgā. Nav analizēti tie ziemas mēneši, kad līcis bijis aizsalis. Pētījums parādījis, ka regulāras nokrišņu atkārtojamības un to daudzuma atšķirības starp Rīgas un tai tuvumā esošo meteoroloģisko novērojumu staciju datiem nav vērojamas. R. Ļubina (1969) secinājusi, ka Rīgas līča ietekme ir neliela salīdzinājumā ar daudz lielākajām ūdens virsmām Latvijas tuvumā. Acīmredzot ar to pirmām kārtām domāta Baltijas jūra. Šāds secinājums savā veidā apstiprina jeb sasaucas ar fizikas zinātņu doktora A. Buza konstatēto palielināto nokrišņu daudzumu 30–40 km attālumā no Baltijas jūras krasta, uz kuru A. Hrgians atsaucas monogrāfijā “Физика атмосферы”, tādējādi parādot, ka pat samērā līdzēnas piekrastes izraisa palielinātu berzi un no jūras puses plūstošā gaisa augšupejošu kustību [Хргиан, 1978].



2-1. att. Gaisa masu atkārtojamība Latvijā [Темникова, 1958].

Fig. 2-1. Frequency (days) of airmasses over Latvia [Темникова, 1958].

2–3. tabula
Table 2–3Gaisa masu atkārtojamība Latvijā 1966–1975 (Rīga) [Глазачева, 1988]
Frequency of airmasses over Latvia, 1966–1975 (Riga) [Глазачева, 1988]

Gadi	Kontinen- -tālās tropiskās cT	Mēreno platumu gaisa masas		Arktiskās gaisa masas	
		Jūras/oke ān. cP	Kontinen tālās mP	Jūras/oke ān. mA	Kontinen -tālās, cA
1966	22	161	99	46	37
1967	27	200	71	38	29
1968	28	172	64	76	26
1969	17	154	102	52	40
1970	11	181	96	47	30
1971	23	193	74	47	28
1972	30	174	94	43	25
1973	18	206	51	55	35
1974	14	169	116	37	29
1975	35	189	60	57	24
Vidēji	24	179	82	49	31

2.3. Izmantotie materiāli

Tā kā gaisa masu noteikšana ir gana darbietilpīga ir svarīgi atrast vidusceļu starp analizējamā laika posma ilgumu un iegūto rezultātu reprezentativitāti. Parasti gaisa masu raksturošanai autori izvēlējušies 10–15 gadu ilgu laika posmu, piemēram, Dž. Belasko (1952) veicis Britu salu gaisa masu raksturojumu 15 gadu laika posmam (1931–1945), M. Švarcs raksturojis ASV ziemeļu un centrālās daļas gaisa masas desmit gados (1970–1979), N. Mjačkova (1980) atzinusi, ka valdošo gaisa masu raksturošanai jāizvēlas vismaz piecus gadus gara novērojumu rinda, bet galvenais kritērijs, lai šajos gados būtu novērotas visas apskatāmajā teritorijā ieplūstošās gaisa masas. Piecu gadu periods gan varētu būt nepietiekams Baltijas jūras reģionā, kur dienu no dienas mainās laikapstākļi, jo nepārtraukti notiek gaisa masu maiņa, turklāt vērojamas ievērojamas starpgadu svārstības. Vācu klimatologs M. Gebs veicis Viduseiropas gaisa masu atkārtojamības analīzi 14 gadu laika posmam (1957–1970).

Pēc dažādu faktoru izvērtējuma gaisa masu atkārtojamības analīze Latvijā tika veikta 11 gadu laika posmam (1990–2000). Šo izvēli noteica arī tas, ka šim laika posmam bija pieejamas Vācijas Meteoroloģijas dienesta ikdienas sinoptiskās kartes piezemes slānim un augstākiem atmosfēras slāņiem: 850 hPa un 500 hPa.

Latvijā atmosfēras vertikālā zondēšana veikta jau 20. gs. 30. gadu beigās un pēc Otrā pasaules kara atsākta 1945. gada aprīlī Rīgā. 1958. gada janvārī Rīgas aeroloģiskajā stacijā sāka izmantot radiozondēšanas sistēmu A-22 – “Malahit”, kas bija precīzāka par iepriekšējo un radiozondes palaida trīs reizes diennaktī. No 1959. gada zondējumus Rīgā veica četras reizes dienā ik pēc sešām stundām, bet jau pēc pāris gadiem sāka pielietot kompleksu zondēšanas sistēmu “Meteor” ar zondi PK3. Aeroloģiskie novērojumi tika veikti arī Liepājā no 1961. gada jūnija līdz 1992. gada 31. decembrim. Radiozondēšanas metodei attīstoties, pilnveidojās datu automātiskā apstrāde un radiozonde svārs pakāpeniski ticis samazināts. Kopš 1990. gadu vidus Latvijā izmanto modernas Vaisalā (Somija) ražotas radiozondes, kuru svārs ir 250 g, un mērījumus veic 1–2 reizes diennaktī, jo šāds atmosfēras parametru mērīšanas veids prasa ievērojamus finanšu līdzekļus. Radiozondi līdz 30–40 km augstumam paceļ pilotbalons, kurš izgatavots no elastīga lateksa materiāla un pildīts ar ūdeņradi. Augstumam pieaugot un gaisa spiedienam samazinoties, balons izplešas tiktāl, ka tas plīst. Mēraparāts ir apgādāts ar dažādiem sensoriem un raidītāju, kas meteorparametru informāciju kodētā veidā noraida uz zemi. Pakāpeniski paceļoties atmosfērā, sensori mēra gaisa spiedienu, temperatūru, relatīvo mitrumu, un pēc koordinātēm (radiolokācijas un navigācijas metodes) tiek aprēķināts vēja ātrums un vēja virziens, kuri tiek automātiski noraidīti pa radio atbilstoši aparātu rādījumiem kodētu signālu veidā, un tos uztver aparāta palaišanas vietā. Radiozondēšanas vajadzībām izmanto 403 MHz frekvenci. Atmosfēras slāņa mērījumi tiek kodēti 12 līmeņos jeb standartvirsmām no 1000 hPa līdz troposfēras augšējai robežai, tostarp 925, 850, 500 hPa un pārraidīti starptautiskajā tīklā. Pasaules Meteoroloģijas organizācija (PMO) noteikusi, ka radiozondes jāpalaiž divas reizes diennaktī: plkst. 0.00 un 12.00 pēc Grīnvičas vidējā laika (GMT). Lai nodrošinātu radiozondēšanas datu interpolācijas precizitāti, PMO noteikusi, ka radiozondēšanas dati ir attiecināmi uz horizontālu virsmu 300 km rādiusā ap mērījumu izdarīšanas vietu [WMO, 1996]. Tātad Rīgā veiktie aeroloģiskie novērojumi izmantojami visai Latvijas teritorijai. Radiozondēšanas datus izmanto aeroloģisko diagrammu zīmēšanai.

No radiozondēšanas rezultātu ikmēneša tabulām Rīgā un Liepājā tika izrakstīta 850 hPa līmeņa temperatūra, rasas punkts vai mitruma deficīts, relatīvais mitrums un vēja virziens divos novērojumu laikos: plkst. 02.00 un 14.00 pēc joslas laika (0.00 un 12.00 GMT). 70.–80. gados Rīgā un Liepājā daudzos gadījumos novērojumi gan veikti 3–4 reizes diennaktī. Lai gūtu priekšstatu par izvēlētajā 11 gadu perioda savdabību un novērtētu iespējamās gaisa masu īpašību izmaiņas ilgākā laika posmā, tika sastādītas visu mēnešu 850 hPa līmeņa gaisa temperatūras un rasas punkta laika rindas Rīgā (1958–2000) un Liepājā (1961–1992). Dažkārt tika izmantotas aeroloģiskās diagrammas, lai novērtētu atmosfēras vertikālās stabilitātes izmaiņas, noteiktu ūdens tvaiku kondensācijas līmeni un mākoņu veidošanos.

Gaisa masu pētījuma izstrādei izmantoti šādi dati, materiāli un lietojumprogrammas:

1. Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras (LVĢMA) datu fonda novērojumu dati:

- 1.1. Aeroloģisko novērojumu mēnešu tabulas (AET-3) Rīgai (1958–2000) un Liepājai (1961–1992) un aeroloģiskās diagrammas stacijai Rīga (1990-2000);
- 1.2. Meteoroloģisko novērojumu mēnešu tabulas (TM-1) meteoroloģiskajām stacijām „Rīga” un „Liepāja” (1990-2000), kā arī citām Latvijas meteostacijām, un mēnešu summārās radiācijas tabulas (TM-13) Zosēnos / Zilānos (1990–2000);
- 1.3. Atlantijas-Eiropas sektora sinoptiskās kartes, ko sastāda Vācijas Meteoroloģijas dienests, piezemes slānim (plkst. 0.00 GMT) un 850 hPa līmenim (arī 500 hPa), kurās attēloti ģeopotenciālu augstumu izkārtojums, vēja virziens un vēja stiprums, gaisa temperatūra, rasas punkts un atmosfēras fronšu novietojums (plkst. 12.00 GMT).
- 1.4. LVĢMA sinoptiskās kartes, kuras atjauno ik pēc sešām stundām.
- 1.5. Ikdienas laikapstākļu biļeteni (1990-1998), meteoroloģiskie mēnešraksti Latvijas teritorijai un mēnešu laika apstākļu apskati (1991-1998).
2. Oficiāli pieejamā zinātniskā literatūra un interneta lapās pieejamie zinātniskie raksti, mācību materiāli un meteoroloģisko novērojumu datu apstrādes materiāli:
 - 2.1. Atlantijas–Eiropas sektora digitālās 850 hPa izotermu kartes katrai dienai, tostarp to kustīgi attēli [<http://www.wetterzentrale.de>]. Šīs kartes sastādītas ASV Nacionālā atmosfēras pētījumu centra un Nacionālā vides prognožu centra sadarbības projekta ietvaros ar mērķi veikt zemeslodes atmosfēras lauku analīzi. Iegūtie rezultāti izmantojami zinātnisku pētījumu un klimata monitoringa vajadzībām. Projekta gaitā izdarīta visu veidu novērojumu datu (piezemes, kuģu, radiozondēšanas, lidmašīnu, satelītu) atkārtota analīze (no 1948. gada), lai novērstu iespējamus “klimata lēcienus” jeb datu neviendabību, kas saistīta ar izmaiņām datu uzkrāšanas sistēmā.
 - 2.2. Darbā izmantotā bibliogrāfija savākta galvenokārt
 - pasūtot zinātniskos rakstus un grāmatas Latvijas Akadēmiskās bibliotēkas (LAB) Starpbibliotēku abonementā no citu valstu dokumentu piegādes centriem; LAB, Latvijas Universitātes un LVĢMA bibliotēkā;
 - Stokholmas universitātes (Zviedrija) un Austrijas un Ungārijas Zinātņu akadēmiju bibliotēkās;
 - personiski sazinoties ar pētniekiem gaisa masu jomā Vācijā (prof. M.Gebbs, L. Hatvigs) un ASV (prof.M. Švarcs);
 - globālajā tīmeklī World Wide Web (WWW).Lielākā daļa publikāciju iegūtas no citu valstu dokumentu piegādes centriem.
3. Lietojumprogrammas:
 - 3.1. *MS Excel 2000*

Programma izmantota novērojumu datu digitalizācijai, aprēķinu veikšanai, grafiku (~190) sagatavošanai, kā arī izmantoti *MS Excel* piedāvātie datu analīzes rīki. Datorā tika ievadīti 414 000 lielumu. Kopējais datu apjoms: 45 megabaiti.

Izmantotas divas programmas, kuru darbības pamatā ir *MS Excel*: MULMK/PARTMK (Multivariate and Partial Mann-Kendall Test) Manna-Kendala testa izpildei un *Analyse-it* 850 hPa temperatūras un pseidopotenciālās temperatūras laika rindu polinomiālās regresijas modeļu analīzei;

3.2. *ArcView* 9.versija karšu zīmēšanai.

3.3. *Surfer 8*

Programma tika izmantota atmosfēras šķērsriezumu, gaisa masu izoplētu karšu, un temperatūras un nokrišņu sadalījuma karšu zīmēšanai.

3.4. Vektografikas programma *Corel Draw* izmantota, lai iezīmētu paskaidrojumus sinoptisko kartēs un veidotu nelielos zīmējumus.

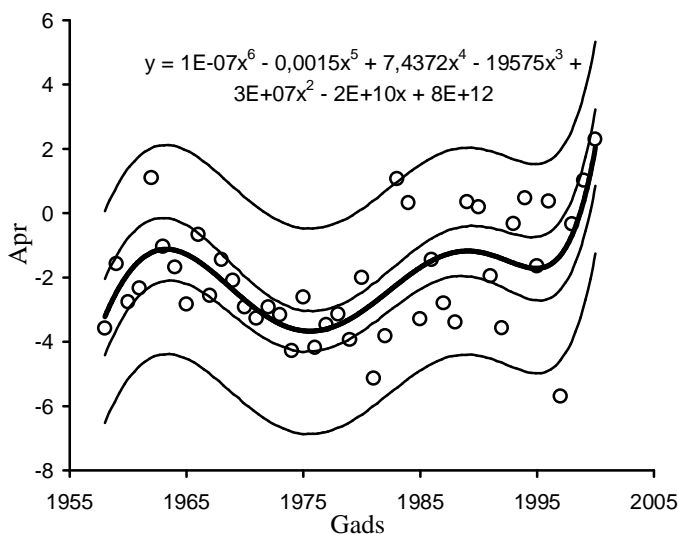
2.4. 850 hPa līmeņa temperatūru laika rindu raksturojums

Gaisa masas raksturojošo temperatūru un mitruma laika rindas var norādīt uz ilgtermiņa klimata izmaiņām. Pētījumi ir parādījuši, ka 90. gados salīdzinājumā ar 80. gadiem rietumu plūduma josla Eiropas mērenajos platumos bija pārbīdīta vairāk uz ziemeļiem – ziemeļaustrumiem, un līdz ar to apgabalos starp 45–65° Z.pl. biežāk novēroja siltas un relatīvi sausas vasaras, bet ziemā no Ziemeļ- un Austrumeiropas ieplūstošo auksto gaisa masu vietā biežāk novēroja mērenākas okeāniskās gaisa masas [Hattwig, 2003].

Tā kā Latvijas gaisa masas tika noteiktas katrai dienai 11 gadu periodā 90. gados, ir vietā jautājums, kā šis periods raksturojams ilgtermiņa skatījumā, ievērojot to, ka Latvija atrodas mērenās joslas ziemeļu apmalē. Lai novērtētu gaisa masu termisko un mitruma īpašību izmaiņas, tika sastādītas visu mēnešu 850 hPa līmeņa temperatūras un pseidopotenciālo temperatūru laika rindas Rīgā (dažiem mēnešiem arī Liepājā), sākot no 1958. gada (2–4. un 2–5. tab.). Gaisa masas mitrumu raksturojošā rasas punkta dati šim mērķim netika izmantoti tieši, jo temperatūru un mitrumu kopā labi raksturo pseidopotenciālā temperatūra.

Lai novērtētu, vai 850 hPa līmeņa temperatūras un pseidopotenciālās temperatūras 43 gadu (Rīga) un 30 gadu (Rīga un Liepāja) laika rindas parāda nozīmīgu pozitīvu vai negatīvu tendenci jeb regresijas likumsakarību, sākotnēji tika sastādītas korelācijas diagrammas. Tās parādīja, ka varbūtējās izmaiņas nav aprakstāmas ar lineārās regresijas modeli, taču tām iespējams piemērot nelineāru modeli. Izvērtējot 850 hPa temperatūras un pseidopotenciālās temperatūras izmaiņu raksturu un to izkliedi, laika rindu analīzei tika izmantots polinomiālais regresijas modelis un neparametriskais Manna-Kendala tests [Hirsch *et al.*, 1982; Hirsch and Slack, 1984].

Korelācijas diagrammas izmantošana parādīja, ka gan 850 hPa temperatūru, gan pseidopotenciālo temperatūru laika rindai lietderīgi izmantot sestās kārtas polinomiālās regresijas modeli. Izrādījās, ka tikai aprīļa mēneša temperatūras laika rindai sestās kārtas regresijas vienādojums statistiski nozīmīgi ($p < 0,05$) izskaidro 850 hPa temperatūras izmaiņas ($R^2 = 0,39$) (2-2.att.). Pseudopotenciālās temperatūras izmaiņas nevienā mēnesī nebija statistiski nozīmīgas.



2-2. att. 850 hPa izobāriskās virsmas temperatūru regresijas līkne aprīlī (Rīga)
Figure 2-2. Regression line of April 850 hPa temperature (Riga)

Līdztekus nelineārās regresijas modelim tika izmantots Manna-Kendala tests. Neparimetriskais Manna-Kendala tests ir robustāka mainības noteikšanas metode. Šī statistiskā metode ir mazāk jutīga pret ekstremālām vērtībām, jo tā balstīta nevis uz mainīgās pazīmes skaitliskajām vērtībām, bet gan uz novērojumu rindā blakus esošo skaitlisko vērtību starpību zīmi (+ vai -). Tests ir izstrādāts, lai izvērtētu meteoroloģiskās un hidroloģiskās parādības, kurām raksturīga augsta sezonāla mainība un iespējamās ekstremālas vērtības. Turklāt neparimetriskā testa gadījumā netiek izteikti nekādi pieņēmumi par mainīgās pazīmes varbūtību sadalījumu.

Ja Manna–Kendala testa rādītāju vērtības ir augstākas par 1,5 (ar + vai - zīmi) pie testa būtiskuma $< 5\%$, tad vērtējamās pazīmes mainība ir statistiski nozīmīga.

2-4. tabula
850 hPa līmeņa mēnešu vidējā gaisa temperatūra Rīgā
Monthly mean temperature at 850 hPa level (Riga)

Gads	Jan	Febr	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec
1958	-7,84	-8,47	-9,09	-3,58	3,88	5,71	8,51	7,96	5,17	2,7	1,15	-5,34
1959	-6,1	-3,44	-1,15	-1,57	1	6,87	11,1	9,47	1,61	1	-1,42	-6,11
1960	-7,86	-8,65	-4,24	-2,76	3,01	7,03	9,38	8,64	3,82	0,58	-1,88	-1,54
1961	-7,29	-3,04	-4,45	-2,33	2,13	8,21	7,13	5,95	5,75	4,5	-1,75	-7,84
1962	-5,65	-8,39	-10,6	1,1	1,26	3,49	6,38	6,04	3,55	2,55	-1,3	-8,18
1963	-12,8	-9,52	-8,98	-1,03	7,37	5,54	9,7	10,23	7,19	0,83	-1,22	-7,29
1964	-5,57	-9,81	-8,42	-1,67	2,41	9,17	8,25	7,42	5,26	3,4	-3,81	-4,97
1965	-6,18	-11,5	-6,02	-2,83	-0,68	6,64	6,28	7,24	7,64	1,62	-7,68	-7,25
1966	-8,98	-8,85	-5,44	-0,67	5,51	8,52	8,96	7,24	2,7	3,8	-1,98	-6,06
1967	-11,3	-5,62	-3,21	-2,56	5,86	5,97	7,9	7,89	7,54	3,19	-1,57	-9,55
1968	-10,6	-6,73	-4,14	-1,44	1,13	8,33	7,1	9,59	5,77	-1,4	0,05	-5,02
1969	-6,07	-9,34	-9,38	-2,09	3,23	6,85	8,76	7,83	3,95	1,97	-3,06	-8,95
1970	-7,78	-10,3	-7,05	-2,92	4,07	7,63	8,27	8,03	3,77	-0,35	-2,9	-5,81
1971	-3,17	-7,9	-7,04	-3,27	4,37	6,61	8,17	9,14	2,14	-0,7	-4,5	-4,12
1972	-7,83	-3,19	-4,63	-2,92	3,45	8,76	12,19	9,61	3,61	-0,29	-3,73	-0,97
1973	-3,92	-5,44	-3,5	-3,16	3,31	7,72	10,41	7,54	2,09	-1,45	-5,18	-6,28
1974	-4,3	-3,73	-3,21	-4,28	0,74	5,95	6,72	6,96	5,45	-0,15	-2,91	-5,21
1975	-5,17	-6,33	-4,99	-2,61	4,55	5,2	8,35	8,37	7,01	1,07	-2,93	-5,88
1976	-11,1	-6,15	-10,9	-4,18	2,35	2,78	7,61	6,03	3,29	0,53	-2,65	-8,57
1977	-5,83	-8,24	-4,3	-3,47	4,07	6,31	6,15	6,28	1,09	1,75	-3,26	-5,4
1978	-6,03	-9,63	-5,27	-3,14	1,11	5,6	6,05	6,47	1,23	-2,2	-0,8	-10,5
1979	-9,15	-9,17	-5,93	-3,93	4,32	7,35	4,49	7,75	3,89	-0,2	-2,67	-5,81
1980	-8,79	-5,76	-8,65	-2	-1	7,88	7,52	7,02	4,57	-0,11	-5,44	-5,5
1981	-8,2	-7,23	-5,46	-5,14	5,5	7,14	9,14	6,9	4,03	-0,02	-5,37	-8,09
1982	-8,38	-4,66	-3,83	-3,82	1,71	3,32	8,82	7,8	5,44	2,63	-1,37	-3,97
1983	-5,73	-8,11	-5,78	1,07	5,52	5,31	8,19	8,59	4,97	-0,42	-4,8	-5,83
1984	-7,15	-7,65	-8	0,32	5,44	4,95	6,56	7,61	4,02	1,76	-0,58	-6,02
1985	-11,5	-13,5	-5,24	-3,29	4,71	7,51	7,27	10,09	2,39	2,24	-5,29	-6,58
1986	-8,12	-11,7	-2,67	-1,44	4,81	7,61	9,07	6,94	0,51	1,13	-0,81	-7,36
1987	-12,9	-7,25	-9,55	-2,79	2,41	5,02	6,75	5,7	2,2	4,14	-3,98	-6,11
1988	-4,04	-6,36	-6,97	-3,39	5,66	9,83	10,62	6,97	4,72	1,75	-6,37	-7,08
1989	-3,23	-3,08	-3,78	0,35	4,04	8,62	8,69	7,72	6,68	0,68	-3,23	-5,41
1990	-5,17	-1,5	-3,21	0,19	2,59	6,6	7,57	8	2,12	2,92	-2,78	-5,03
1991	-5,34	-7,89	-3,06	-1,95	0,97	5,42	9,09	8,91	4,8	1,73	-1,1	-5,27
1992	-4,78	-5,39	-3,93	-3,57	3,44	7,55	9,13	9,37	5	-3,1	-4,16	-3,52
1993	-5,27	-5,1	-6,07	-0,33	7,21	3,86	7,27	6,02	1,35	0,45	-4,4	-4,85
1994	-5,41	-9,22	-6,58	0,47	1,75	5,3	11,52	9,4	7,36	0,38	-2,14	-3,75
1995	-5,85	-4,53	-4,59	-1,64	2,34	10,32	9,2	9,25	5,85	4,02	-4,76	-8,07
1996	-5,56	-10,2	-6,94	0,37	5,28	6,03	6,18	9	1,82	2,37	-1,82	-7,78
1997	-6,03	-6,47	-6,79	-5,69	0,91	6,72	8,77	10	3,37	-2,47	-2,61	-4,04
1998	-5	-4,04	-7,86	-0,34	4,01	8,04	7,46	5,69	5,44	0,45	-7,35	-5,54
1999	-5,79	-8,31	-3,44	1,02	-0,25	9,97	9,78	7,23	7,04	0,71	-1,88	-6,28
2000	-7,09	-6,18	-6,73	2,3							0,8	-3,21

2-5. tabula

850 hPa līmeņa mēnešu vidējā pseidopotenciālā temperatūra Rīgā
 Monthly mean pseudopotential temperature at 850 hPa level (Riga)

Gadi	Janv	Febr	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec
1958	10,36	9,87	9,1	16,26	29,33	32,57	38,86	37,37	31,4	27,78	23,38	14,62
1959	13,34	15,55	18,53	19,78	23,84	34,42	42,24	40,54	25,91	23,52	20,68	13,37
1960	10,8	8,46	14,48	17,87	27,19	35,46	41,88	40,05	29,22	24,21	19,86	21,11
1961	11,5	16,42	15,18	17,9	26,38	38,84	37,47	35,04	31,48	28,76	19,65	10,72
1962	14,03	9,59	7,23	24	25,58	28,48	35,56	34,74	29,63	26,22	20,52	10,29
1963	3,25	7,41	9,82	20,42	34,47	31,89	40,56	43,26	34,43	23,68	20,28	10,71
1964	12,5	7,33	9,04	19,05	25,68	38,59	37,83	36,97	31,47	27	16,99	15,22
1965	13,13	5,26	12,6	17,13	20,64	34,78	34,91	35,7	36,82	24,89	11,18	11,8
1966	9,84	9,58	14,14	21,14	31,96	36,57	40,48	36,31	29,13	29,26	19,18	13,79
1967	5,73	13,86	17,88	18,34	33,22	33,15	37,37	38,84	35,38	29,4	20,15	8,44
1968	6,93	11,86	15,73	19,37	24,49	37,16	35,05	39,89	32,75	21,45	23,8	14,41
1969	12,34	8,33	7,73	18,89	27,98	33,8	37,36	35,96	29,56	25,02	18,49	8,33
1970	10,32	6,36	11,79	18,3	28,75	36,51	39,41	38,87	30,35	22,64	18,36	13,81
1971	16,82	10,98	12,34	17,54	29,33	35,14	38,07	39,7	27,59	22,71	15,43	16,42
1972	9,71	16,28	14,14	18,93	26,73	39,62	48,75	42,78	30,12	22,34	17,6	19,76
1973	15,75	14,5	16,51	17,2	28,13	37,15	43,45	35,75	27,38	20,49	14,73	13,16
1974	14,82	16,96	15,24	14,59	23,85	33,66	36,81	36,36	32,75	24,26	18,57	14,88
1975	14,33	11,28	14,3	18,53	30,12	31,53	38,26	37,62	33,52	23,59	17,02	13,7
1976	5,99	11,83	6,16	15,78	25,57	27,88	40,69	33,38	28,23	21,51	18,83	10,01
1977	13,13	10,2	14,69	18,25	28,86	35,18	35,12	35,06	25,91	25,25	18,4	13,36
1978	12,41	8,36	14,64	16,88	22,75	32,45	35,2	35,98	26,4	19,47	21,15	6,57
1979	8,43	7,9	13,35	15,59	28,9	35,22	32,31	37,7	29,95	21,58	18,44	13,49
1980	8,88	11,84	8,62	19,79	21,8	38,4	38,73	38,35	31,45	23,54	14,07	14,47
1981	10	10,71	13,79	13,44	31,28	36,93	41,29	36,09	30,53	23,86	14,89	10,54
1982	9,6	13,42	14,8	15,71	24,96	29,87	39,8	36,66	30,63	26,61	19,81	15,6
1983	14,41	9,23	13,05	23,96	33,46	32,88	38,93	37,7	32,56	22,19	15,21	13,55
1984	12,3	10,06	10,15	21,71	32,52	32,5	35,45	37,41	31,28	26,51	19,86	12,93
1985	5	2,39	13,86	16,5	30,04	36,19	37,03	42,72	27,48	26,62	13,9	12,62
1986	10,36	4,2	16,24	19,15	29,55	36,08	40,29	36,3	24,48	24,03	21,51	11,29
1987	2,98	11,49	7,47	15,54	27,43	32,34	35,63	33,57	26,37	26,03	16,39	12,8
1988	14,82	12,66	12,31	16,71	31,52	43,25	44,87	37,36	32,72	24,21	12,62	12,68
1989	17	16,98	17	20,59	27,61	40,03	38,65	37,83	33,32	24,3	17,96	13,72
1990	14,59	19,34	17,04	19	25,58	33,38	38,12	38,6	27,42	26,51	26,78	14,67
1991	12,49	9,25	17,23	17,53	24,09	31,85	38,91	40,35	32,2	25,01	20,95	12,77
1992	13,51	13,1	15,27	15,46	27,98	34,79	37,86	39,51	32,62	17,49	16,22	15,07
1993	12,52	13,39	12,14	18,6	32,52	29,4	36,99	33,5	24,28	21,67	13,91	14,65
1994	13,3	6,87	11,64	20,72	23,87	31,7	42,22	41,21	35,85	22,16	17,41	15,44
1995	13,24	14,36	14,76	17,94	27,47	43,19	38,65	40,04	34,2	28,97	14,77	9,17
1996	13,22	5,98	9,54	19,54	31,7	32,46	33,38	38,19	25,13	25,75	19,2	9,9
1997	11,55	11,24	10,46	11,4	23,48	35,18	40,51	40,65	29,05	19,17	17,47	14,47
1998	14,1	13,85	8,12	20,38	28,41	38,35	36,98	32,74	30,83	20,87	10,25	13,11
1999	10,53	9,77	16,14	21,77	22,23	40,3	40,35	34,95	33,39	24,25	16,45	13,06
2000	10,3	10,97	11,5	23,02	21,34						24,26	17,26

Šī testa lietošana katra mēneša 850 hPa temperatūras un pseidopotenciālās temperatūras 43 gadu rindām (dažos mēnešos – 42) parāda statistiski nozīmīgas temperatūras izmaiņas (pieaugumu) janvārī un pseidopotenciālās temperatūras izmaiņas (ar – zīmi) novembrī, un mainības iezīmes, kaut arī nebūtiskas, dažos citos mēnešos.

Gan polinomiālā regresijas modeļa, gan neparametriskā Manna–Kendala testa rezultāti parāda, ka statistiski nozīmīgas izmaiņas saistītas ar atsevišķiem ziemas mēnešiem un vienu pavasara mēnesi (aprīli), bet sešus mēnešus gadā (martā, no maija līdz septembim) izmaiņu praktiski nav.

2–6. tabula

Table 2–6

850 hPa temperatūras un pseidopotenciālās temperatūras izmaiņas, 1958–2000

(Rīga). *Manna–Kendala testa rezultāti*

Trends in the monthly 850 ha temperature and pseudopotential temperature series, 1958–2000

(Riga). *Results of the application of the Mann–Kendall test*

Mēneši	t_{850}		θ_{850}	
	Normalizēta testa rādītājs	Testa būtiskums (p)	Normalizēta testa rādītājs	Testa būtiskums (p)
Janvāris	1,71	0,044	< 1	>>0,05
Februāris	1,08	0,14	< 1	>>0,05
Marts	< 1	>>0,05	< 1	>>0,05
Aprīlis	1,12	0,13	< 1	>>0,05
Maijs	<1	>>0,05	< 1	>>0,05
Jūnijs	< 1	>>0,05	< 1	>>0,05
Jūlijs	< 1	>>0,05	< 1	>>0,05
Augusts	< 1	>>0,05	< 1	>>0,05
Septembris	< 1	>>0,05	< 1	>>0,05
Oktobris	< 1	>>0,05	1,25	0,11
Novembris	-1,21	0,11	-2,0	0,02
Decembris	1,24	0,11	< 1	>>0,05

Gaisa masu mēneša vidējai temperatūrai ir tendence paaugstināties janvārī un aprīlī, bet ziemas sākumā novērojama pretēja tendence, turklāt novembrī notikušas ne vien gaisa masu temperatūras, bet arī mitruma izmaiņas. 850 hPa temperatūras izmaiņu tendences Latvijā nav pretrunā ar Nīderlandes klimatologu atziņu, ka tur vismaz puse no ziemas vidējās temperatūras pieauguma 20.gs. notikusi pavasara mēnešos (februāris–aprīlis) sakarā ar biežākiem dienvidrietumu puses vējiem [Van Oldenborgh and Van Ulden, 2003]. Savukārt L. Hatvigs (2003) secinājis, ka 90. gados Eiropā novērota auksto gaisa masu biežuma samazināšanās.

Šādi pētījumu rezultāti sasauca ar Krievijas okeanologu konstatētajām Atlantijas ciklonu trajektoriju izmaiņām (1-4.att.), kā arī ar Karlsrūes universitātes pētnieku konstatēto zonālās cirkulācijas biežuma pieaugumu ziemā (decembris, janvāris) un aukstās meridionālās cirkulācijas kritumu Eiropā, kas iesākās 20. gs. 70. gados un izpaužas kā siltāki un mitrāki laikapstākļi ziemā Centrālajā Eiropā, tostarp nokrišņi galvenokārt lietus veidā [Bardossy and Caspary, 1990].

Tā kā katrai gaisa masai raksturīgs tikai tai noteikts, samērā plašs temperatūras un citu parametru intervāls, var apgalvot, ka Latvijā identificēto gaisa masu mēneša vidējā temperatūra un pseidopotenciālā temperatūra nav mainījušās tādā mērā, kas varētu norādīt uz nozīmīgām atsevišķu gaisa masu īpašību izmaiņām 90. gados, bet izmaiņas drīzāk saistītas ar gaisa masu īpatsvara izmaiņām. Acīmredzot izmaiņām ir periodisku svārstību raksturs, un tā kā izmaiņas skar ziemas mēnešus, tām būtu jāatspoguļojas sniega segas parametru periodiskās izmaiņās Latvijā – tāsaskā ar sniega segas pētījumu rezultātiem citur ziemeļu puslodes valstīs [Brown, 2000; Huntington *et al.* 2004; Draveniece *et al.* 2006].

2.5. Latvijas gaisa masu noteikšanas metode

Gaisa masu tipi Latvijā noteikti atbilstoši Eiropas vidusplatumu gaisa masu iedalījumam (1–2.tab.). Praktiskai gaisa masu noteikšanai izmantota M.Geba izstrādātā klimatoloģiski objektīvā metode, kas nosaka gaisa masas pēc to trajektorijas jeb pārvietošanās ceļa iepriekšējās dienās, pēc 850 hPa temperatūras un pseidopotenciālās temperatūras, bet izmantojot tās priekšrocības, ko salīdzinājumā ar gaisa masu noteikšanu laika prognozēšanas vajadzībām dod to noteikšana atpakaļejošam periodam, tika izmantoti dažādi papildus paņēmieni un materiāli, kas atviegloja noteikšanas procesu. Lai precīzāk noteiktu gaisa masas tipu un atmosfēras frontes pārvietošanos tika veiktas šādas darbības: katra mēneša gaisa masu kalendāra sastādīšana, digitālās 850 hPa izotermu kartes Atlantijas - Eiropas sektoram, tostarp kustīgās, Latvijas laikapstākļu apskati un meteoroloģiskie mēnešraksti.

Gaisa masas tika noteiktas, izmantojot Rīgā (daļēji Liepājā) veikto radiozondējumu rezultātus, kas ir pietiekami, ņemot vērā Latvijas teritorijas izmērus un PMO metodiskos norādījumus par aeroloģisko staciju izvietojuma blīvumu. Piezemes novērojumu dati tika izmantoti gaisa masu noteikšanas procesā, kā arī gaisa masu tipu izpausmju raksturošanai.

Gaisa masu noteikšanas gaitu var iedalīt vairākās secīgās darbībās.

Vispirms tika sastādīti 11 gadu perioda (1990–2000) visu mēnešu temperatūru kalendāri, kuros katrai dienai (plkst. 0.00 un 12.00 GMT) attēlota 850 hPa temperatūra T_{850} , rasas punkts r_{850} , aprēķinātā pseidopotenciālā temperatūra T_{pp} , piezemes temperatūra T_o , kā arī piezemes gaisa spiediens P_o . Rīgā (Liepājā, 1990–1992).

Praksē blakus pseidopotenciālai temperatūrai plaši lieto ekvivalenti potenciālo temperatūru (Theta-E, *angl.*). Abu lielumu vērtības ir ļoti tuvas, bet

neatkarīgi no lietojuma literatūrā uzsvērts, ka tās izsaka Kelvina grādos [*Glossary of Meteorology*, 1959; Bolton, 1980]. Ekvivalenti–potenciālo temperatūru, izteiktu Kelvina grādos, lieto ASV Nacionālais laika dienests, bet Berlīnes Meteoroloģijas institūts lieto pseidopotenciālo temperatūru Celsija grādos. Pseidopotenciālās temperatūras aprēķini tika veikti Kelvina grādos, un tad pārrēķināts °C, izmantojot formulu

$$K = [^{\circ}\text{C}] \left(\frac{1K}{1^{\circ}\text{C}} \right) + 273,15 \text{ K} \quad (3)$$

Pseidopotenciālā temperatūra T_{pp} (K) pēc M. Geba (1971) tika aprēķināta šādi

$$T_{pp} = T_{LCL} \left(\frac{P_o}{P_{LCL}} \right)^{\frac{R}{c_p}} \cdot (1 + k \cdot 1.604 M) \exp \left(\frac{M \cdot r}{c_{pl} \cdot T_{LCL}} \right), \text{ kur (4)}$$

- T_{LCL} – gaisa temperatūra kondensācijas līmenī Kelvina grādos;
 t_{LCL} – gaisa apjoma temperatūra kondensācijas līmenī (°C);
 t_{LCL} = $t_d - (0.2 + 0.013 \cdot t_d) \cdot (t - t_d)$, kur t , t_d – gaisa temperatūra un rasas punkts 850 hPa līmenī (°C);
 t_{LCL} = $t_d - (0.2 + 0.013 \cdot t_d) \cdot (t - t_d)$, kur t , t_d – gaisa temperatūra un rasas punkts 850 hPa līmenī (°C);
 T_{LCL} = $t_{LCL} + 273,15$
 P_o – 1000 hPa (gaisa spiediens standartlīmenī);
 P_{LCL} – gaisa spiediens (hPa) kondensācijas līmenī;
 P_{LCL} = $p \left(\frac{T_{LCL}}{T} \right)^{\frac{c_p}{R}}$, kur p – gaisa spiediens sākumpunktā jeb šeit 850 hPa
 $k = \frac{R}{c_p} = 0.2855$ (sausam gaisam), kur $R = 287.04 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$, gāzu konstante sausam gaisam un $c_p = 1005.7 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ – gaisa īpatnējā siltumietilpība pie pastāvīga spiediena;
 $M = 0.622 \frac{e(t_{LCL})}{P_{LCL} - e(t_{LCL})}$, maisījuma attiecība – ūdens tvaiku daudzums kg uz 1 kg sausa gaisa (nenosaukts lielums) kondensācijas līmenī. Ar šo rādītāju aizstāj īpatnējo mitrumu
 $q = \frac{\text{ūdens tvaiku daudzums (gramos)}}{\text{sausā gaisa masa} + \text{ūdens tvaiku daudzums (kg)}} = \frac{M}{1 + M} \approx M$, jo atmosfēras spiedienu P var izteikt kā gaisa un ūdens tvaiku spiediena e summu un $P \gg e$. Abi lielumi q un M nemainās, gaisu saspiežot, tam izplešoties, sasilstot vai atdziestot.

$$e(t_{LCL}) = 6.108 \cdot \exp\left(\frac{17.27 \cdot t_{LCL}}{237.3 + t_{LCL}}\right) \text{ ūdens tvaiku parciālais spiediens, hPa}$$

(Magnusa formula)

$$r = 597.3 - 0.56 \cdot t_{LCL}, \text{ izteikts } \text{cal} \cdot \text{g}^{-1} \text{ ir siltums, kas izdalās ūdens tvaikam kondensējoties; to var izteikt arī } \text{J/kg} \text{ un tādā gadījumā formula aprēķinām ir}$$

$$r = (2,50084 - 0.00237 \cdot t) \cdot 10^6$$

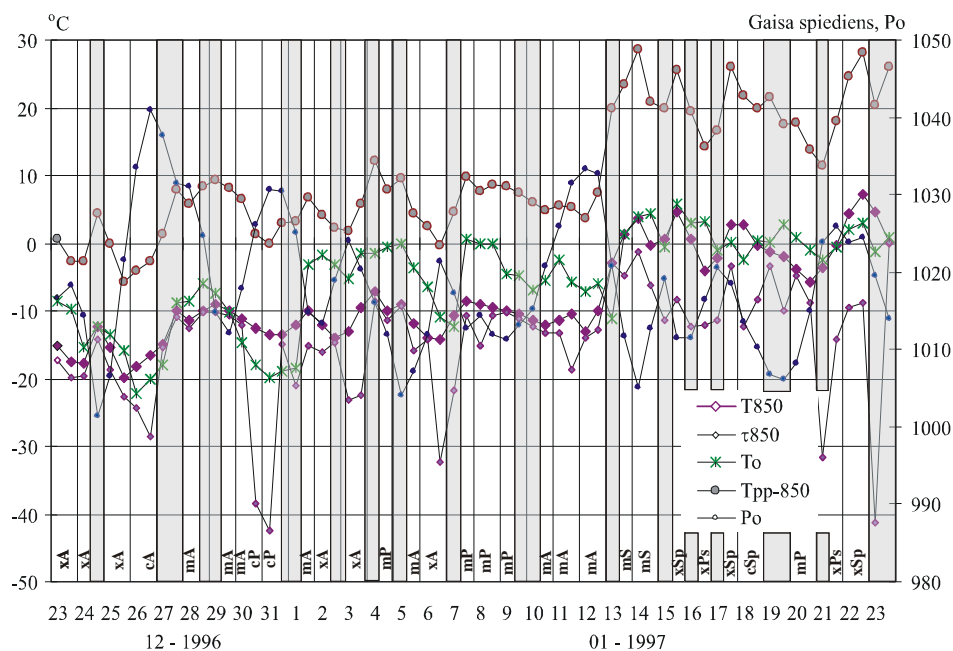
$$c_{pl} = 0.241 \frac{\text{cal}}{\text{deg} \cdot \text{g}}, \text{ gaisa īpatnējais siltums pie konstanta spiediena.}$$

Kalendāra svarīga īpašība ir visu minēto parametru skaitlisko vērtību un to izmaiņu uzskatāmība, jo 850 hPa temperatūras un rasas punkta būtiskas izmaiņas norāda uz atmosfēras fronšu pārvietošanos un / vai gaisa masu maiņu. Rasas punkts sniedz informāciju par troposfēras apakšējās daļas mitruma saturu un pēc tā dinamikas var konstatēt katru gaisa mitruma maiņu, jo rasas punkta maiņa atšķirībā no relatīvā mitruma, kas mainās temperatūras vai mitruma vai abu iepriekšējo izmaiņu dēļ, pieaug/samazinās tikai tāpēc, ka mitruma daudzums gaisā ir pieaudzis/samazinājies. Dažos gadījumos papildus piezemes temperatūrai tika izmantoti citi piezemes novērojumu dati: mākoņu daudzums un to formas, saules spīdēšanas ilgums un atmosfēras parādības, kā arī LVĢMA mēnešu laika apstākļu apskati, īpaši tajās dienās, kad laikapstākļus noteicis transformēts okeāniskais gaiss.

Pēc gaisa masu identificēšanas, kad noteikta to atpakaļejošā trajektorija un sinoptiskā situācija, kalendārā tika atzīmēti arī gaisa masu tipi un pārejas stāvokļi, kad Latvijas teritorijas vidusdaļu (Rīga) šķērsojušas atmosfēras frontes (2-4. att.). Gaisa masu kalendāra izmantošana bija īpaši lietderīga gaisa masu transformācijas gadījumos, turklāt šādā nozīmē tā izmantošanas lietderība bija novērtēta jau gaisa masu koncepcijas rašanās pirmsākumos [Byraev, 1947].

Lai noteiktu gaisa masu trajektoriju tika analizētas Atlantijas–Eiropas sektora sinoptiskās kartes 850 hPa līmenim (2-5. att.), kurās attēloti ģeopotenciāla augstumi, vēja virziens, gaisa temperatūra un rasas punkts, un izsekojams atmosfēras frontu novietojums, kā arī 500 hPa un piezemes kartes. Vienlaikus tika izmantotas arī LVĢMA sastādītās sinoptiskās kartes, jo tā vislabāk bija iespējams noteikt atmosfēras frontu pārvietošanās gaitu 24 stundu intervālā. Šo karšu analīze ļāva noteikt laika intervālus, kad Latvijas teritoriju šķērsojušas atmosfēras frontes. Lai gan pārejas stāvokli objektīvi atspoguļo 850 hPa temperatūras un mitruma izmaiņas, kā arī atmosfēras spiediena un citu parametru maiņa piezemes slānī, tomēr pārejas laika posma ilguma noteikšana ietver zināmu subjektivitāti un vispārinājumu. Daļā gadījumu atmosfēras frontes ietekme bija nosakāma skaidri. Piemēram, pētot frontālo procesu izpausmes Baltijas reģionā pavasara mēnešos, konstatēts, ka frontālās zonas raksturīga īpatnība ir krasa mitruma samazināšanās jeb t.s. sausa gaisa “mēles” veidošanās virs frontes, sākot ar 2,5 km (3 km

augstumā relatīvais mitrums vien 17%) [Коломийцева, 1965]. Ļoti sauss gaiss vairākos gadījumos novērots jau 850 hPa augstumā, bet šāda pazīme raksturīga frontālai zonai [Freeman, 1961]. Vienas frontes izraisītā pārejas stāvokļa ilgums tika noteikts 12 stundas vai 24 stundas, un šis laika posms turpmāk kopējā gaisa masu statistikā netiek iekļauts. Dažos mēnešos, piemēram, 1994. gada jūlijā un 1993. gada novembrī laikapstākļus galvenokārt noteica anticiklonāla atmosfēras cirkulācija un pārejas stāvokļus sakarā ar atmosfēras frontu pārvietošanos novēroja vien 1–2 dienas, bet citkārt, īpaši ziemas mēnešos atmosfēras frontes identificētas 10 un pat vairāk dienas mēnesī.



2-3. att. Gaisa masu, 850 hPa temperatūras T_{850} , rasas punkta τ_{850} un pseidopotenciālās temperatūras T_{pp-850} , kā arī piezemes temperatūras T_o un gaisa spiediena P_o kalendārs 23/12/96 - 23/01/97 (Rīga).

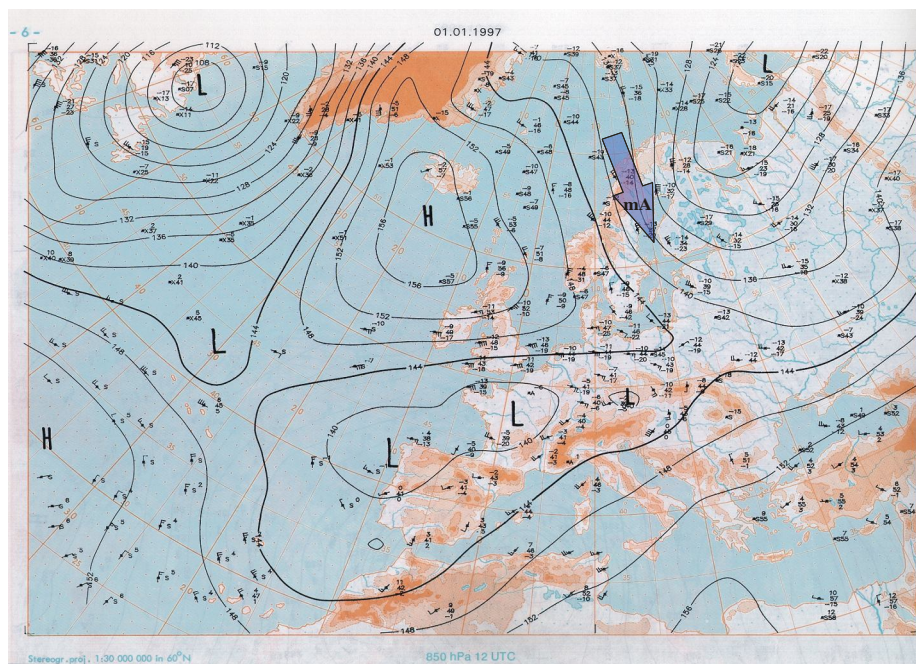
Pelēkās joslas – laiks, kad teritoriju šķērsojušas atmosfēras frontes

Fig. 2-3. Airmass and 850 hPa temperature T_{850} , dewpoint τ_{850} , pseudopotential temperature T_{pp-850} , and near-surface temperature T_o and air pressure P_o calendar 23/12/96 - 23/01/97(Rīga).

Grey bands – passage of atmospheric fronts

Gaisa masu kalendārs laika posmam no 1996. gada 23. decembra līdz 1997. gada 23. janvārim (2–4. att.) parāda Latvijas ziemeļiem raksturīgo biežo atmosfēras frontu pārvietošanos, gaisa masu maiņu un lielu tipu dažādību. 850 hPa

pseudopotenciālo temperatūru T_{pp} līkne uzskatāmi parāda, ka 1996. gada decembra nogalē Latvijā ieplūdis auksts gaiss, tostarp ļoti aukstais kontinentālais arktiskais gaiss (cA), tad 1997. gada 1.dekādē un 2. dekādes sākumā mijušās okeāniskas arktiskas un okeāniskas subpolāras gaisa masas, gaisa temperatūra 850 hPa līmenī bija $-8,5^{\circ}$ līdz $-14,3^{\circ}\text{C}$ un tāpēc nokrišņi bija sniega veidā, bet, sākot ar 13. janvāri, laikapstākļus noteikušas ievērojami siltākas gaisa masas. Auksto gaisa masu ietekmē ap 10. janvāri sniega segas biezums Latvijas teritorijā sasniedza 20–40 cm,



H - augsts spiediens

L - zems spiediens

2-4. att. Okeāniska arktiska gaisa ieplūšana Latvijā, 01–01–1997. 850 hPa izobāriskās virsmas ģeopotenciālu augstumi (gpdam) un ģeostrofiskā vēja virziens parāda auksta gaisa advekciju no ZZR; $T_{850} = -10,1^{\circ}\text{C}$, 850 hPa rasas punkts $-15,1^{\circ}\text{C}$ un pseudopotenciālā temperatūra $T_{pp} = 6,6^{\circ}\text{C}$ (Rīga)[pēc: European Meteorological Bulletin; ar papildinājumiem].
 Fig. 2-4. Arrival of oceanic arctic airmass in Latvia, 01–01–1997. 850 hPa geopotential heights in decameters and geostrophic wind direction indicate cold air advection from north-western part. $T_{850} = -10,1^{\circ}\text{C}$, 850 hPa dewpoint $-15,1^{\circ}\text{C}$ $17,1^{\circ}\text{C}$ and $T_{pp} = 6,6^{\circ}\text{C}$ (Riga)[after: European Meteorological Bulletin; complemented].

bet turpmākajās dienās 850 hPa temperatūra bija pozitīva vai dažus grādus zem nulles, tāpēc iestājās atkusnis un nokrišņi bija slapja sniega vai lietus veidā.

No 7.-13. janvārim Latvijā ieplūdušas okeāniskas gaisa masas un, izņemot divus novērojumu laikus, novērota maza 850 hPa temperatūras un rasas punkta

starpība ($< 3^{\circ}\text{C}$). Tātad gaisa piesātinājums bijis augsts, kas parasti izpaužas kā mākoņu veidošanās un nokrišņi, un ziemas novērojumu dati parādīja, ka šajā periodā bijis apmācies laiks, nelieli nokrišņi sniega veidā un tikai vienu dienu (11. janvārī) 1,2 stundas spīdējusi saule (Rīga). 13. janvārī ciklona dienvidu malas ietekmē Latvijā no Atlantijas okeāna ieplūdis okeāniskais subtropiskais gaiss (mS), iestājies atkusnis un ziemas gaisa temperatūra paaugstinājusies līdz pat $+4^{\circ}\text{C}$. Arī turpmākajās dienās laikapstākļus noteikušas siltas gaisa masas, jo Latvija ilgstoši atradās ciklonu siltajā sektorā, piemēram, 15. janvārī Latvijā ieplūdis transformēts okeāniskais vidusplatumu gaiss (xS_p), ziemas gaisa temperatūra Rīgā dienas vidū sasniedusi $+5,2^{\circ}\text{C}$, bet Kolkas apkārtnē paaugstinājusies līdz $+10^{\circ}\text{C}$.

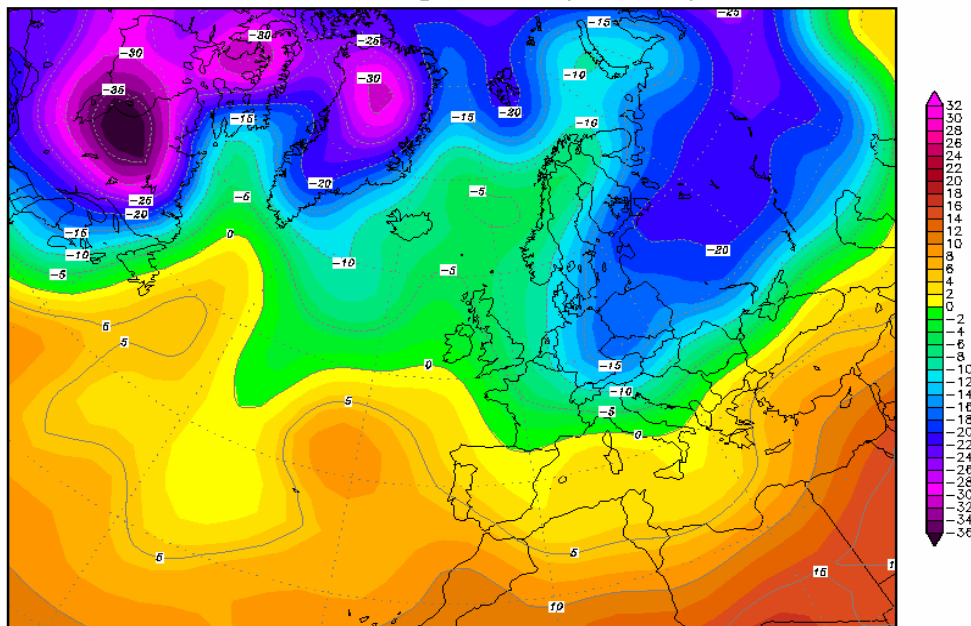
Tā kā par gaisa masu trajektoriju labi var spriest pēc izoterma izvietojuma un tā izmaiņām, trajektoriju precizēšanai un pārbaudei tika izmantotas arī interneta tīklā atrodamās Atlantijas–Eiropas sektora digitālās 850 hPa izoterma kartes katrai dienai (2–5. att.), tostarp šo karšu kustīgi attēli. Piemēram, 1996. gada decembra pēdējā nedēļā virs Skandināvijas arktiskā gaisā izveidojās anticiklons, un Latvijā ieplūda transformēts okeāniskais arktiskais gaiss (xA), un kontinentāls arktiskais gaiss (cA), kura $t_{850} = -18,3^{\circ}\text{C}$, $T_{pp} = -4,1^{\circ}\text{C}$ (2–3. att.). Naktī uz 26. decembri teritorijas lielākajā daļā ziemas gaisa temperatūra pazeminājās līdz -30 , -36°C , un diennakts vidējā temperatūra bija zemāka par -20°C , piemēram, $-22,5^{\circ}\text{C}$ (Rīga) un $-24,9^{\circ}\text{C}$ (Rūjiena), izņemot Baltijas jūras piekrasti. Nākamajā diennaktī notika ievērojamas rāsas punkta un temperatūras izmaiņas. Naktī uz 27. decembri Latvijas ziemeļrietumu daļā gaisa temperatūra sāka krasi pieaugt un no rīta Baltijas jūras piekrastē ziemas slānī jau bija 0° , -2°C , izkrita neliels sniegs un dienā siltā atmosfēras fronte šķērsoja Latvijas vidusdaļu. Ziemē diennakts vidējā temperatūra 27. decembrī visā Latvijā, salīdzinot ar iepriekšējo diennakti, pieauga par 10 – 12° , sasniedzot Rīgā $-12,8^{\circ}\text{C}$, bet Rūjienā $-12,7^{\circ}\text{C}$.

Nosakot gaisa masas tipu, gaisa mitruma saturs planetārajā robežslānī tika vērtēts arī pēc relatīvā mitruma. Radiozondēšanas tabulās tika caurlūkotas relatīvā mitruma vērtību izmaiņas no ziemas līdz 700 hPa izobāriskajai virsmai. Ziemas mēnešos gaisa relatīvais mitrums bieži līdz pat 850 hPa līmenim mēdz būt augsts, piemēram, atmosfēras apakšējā slāņa relatīvā mitruma izoplētas laika posmam no 1996. gada 23. decembra līdz 1997. gada 23. janvārim (2–7B. att.) uzskatāmi parāda, ka gaisa masas bieži bijušas tuvu piesātinājumam. Tā kā kontinentālu gaisu identificē pēc tā izcelsmes virs sauszemes un zema relatīvā mitruma ($r_{850} \leq 50\%$), var konstatēt, ka apskatāmajā piemērā gaisa masas ar zemu relatīvo mitrumu ieplūdušas Latvijā 1996. gada 30.–31. decembrī. Savukārt 25.–26. decembrī 850 hPa temperatūra bija $-18,3^{\circ}$, $-19,5^{\circ}\text{C}$ (Rīga) un relatīvais mitrums līdz $\sim 1,4$ km augstumam bija 60–82%. Kontinentālā arktiskā gaisā virs sniega segas izveidojās ziemas inversija (2–7A. att.). Dienās ar kontinentālu vai transformētu okeānisku gaisu gaisa relatīvais mitrums bijis zems ($< \sim 60\%$) un bez nokrišņiem visā Latvijas teritorijā. Vasaras mēnešu atmosfēras apakšējā slāņa temperatūras un relatīvā mitruma vertikālais šķersgriezums mēdz būt citāds, tostarp parasti novēro labi izteiktu gaisa mitruma, un jo īpaši gaisa temperatūras diennakts gaitu (2–7A. att.). Piemēram, 1994. gada jūlijā izņemot dažas dienas (198., 200.,

201. diena), kad novēroja atmosfēras fronšu ietekmi, piezemes gaisa temperatūra, kā arī 850 hPa temperatūra bija augsta, gaisa relatīvais mitrums līdz pat 700 hPa augstumam visbiežāk bija <70%, un mēneša pēdējā nedēļā gaiss bija sauss līdz pat 3 km augstumam ($r < 50\%$), un gaisa masu temperatūra un mitrums, kā arī trajektorija apliecina kontinentāla un transformēta okeāniska gaisa ietekmi.

26DEC1996 00Z

850 hPa Temperatur (Grad C)



Daten: Reanalysis des NCEP
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

2–5. attēls. Gaisa temperatūras (°C) sadalījums 850 hPa līmenī Atlantijas –Eiropas sektorā 26–12–1996. Izotermu izvietojums attēlo auksta gaisa ($T_{850} < -20^{\circ}\text{C}$) advekciju Latvijā no ziemeļaustrumiem, kas liecina par kontinentāla arktiska gaisa ieplūšanu.

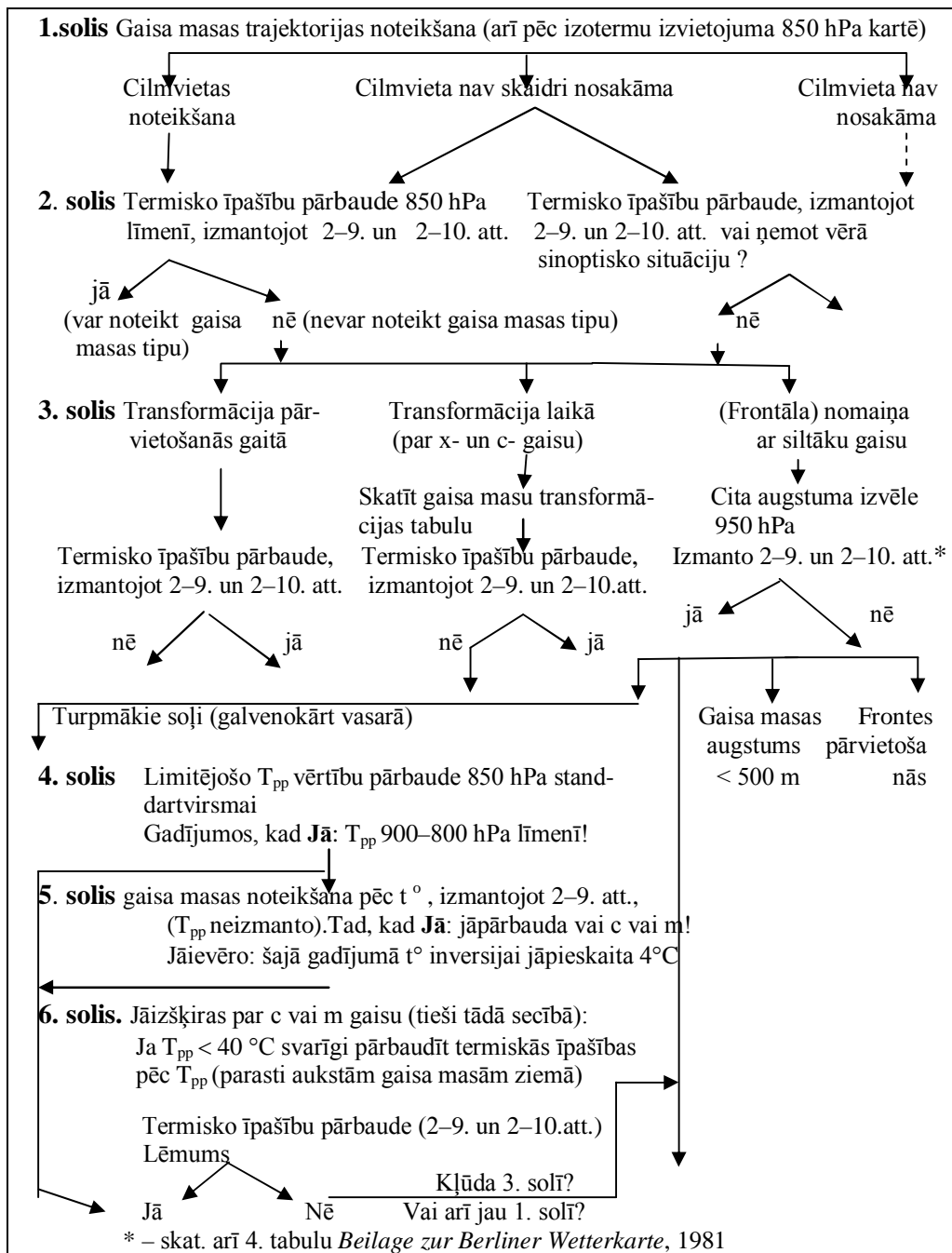
Figure 2–5. Air temperature (°C) at 850 hPa level in Atlantic–European sector, 12–26–1996. The pattern of isotherms shows advection of cold air ($T_{850} < -20^{\circ}\text{C}$) over Latvia from the northeast that is indicative of continental arctic air mass.

Vairumā gadījumu ar gaisa temperatūras kalendāra sastādīšanu, kā arī gaisa masu trajektorijas noteikšanu, turklāt pārbaudot 850 hPa līmeņa temperatūras un pseidopotenciālās temperatūras vērtību atbilstību iespējamā gaisa masas tipa temperatūrai un pseidopotenciālai temperatūrai (2–7. un 2–8. tabulas), bija pietiekami, lai noteiktu gaisa masas izcelsmi. Bez tam tika ņemts vērā, ka temperatūru vērtības atkarībā no gaisa masas tipa var mainīties standartnovirzes robežās $\pm 1,5 \dots 3,8^{\circ}\text{C}$ [Geb, 1981]. Tā kā katram gaisa masu apakštipam piekritīgais temperatūras intervāls “pārklājas” ar kaimiņos esošās gaisa masas temperatūras

intervālu, kā primārais kritērijs visos gadījumos bija gaisa izcelsmes apgabala noteikšana.

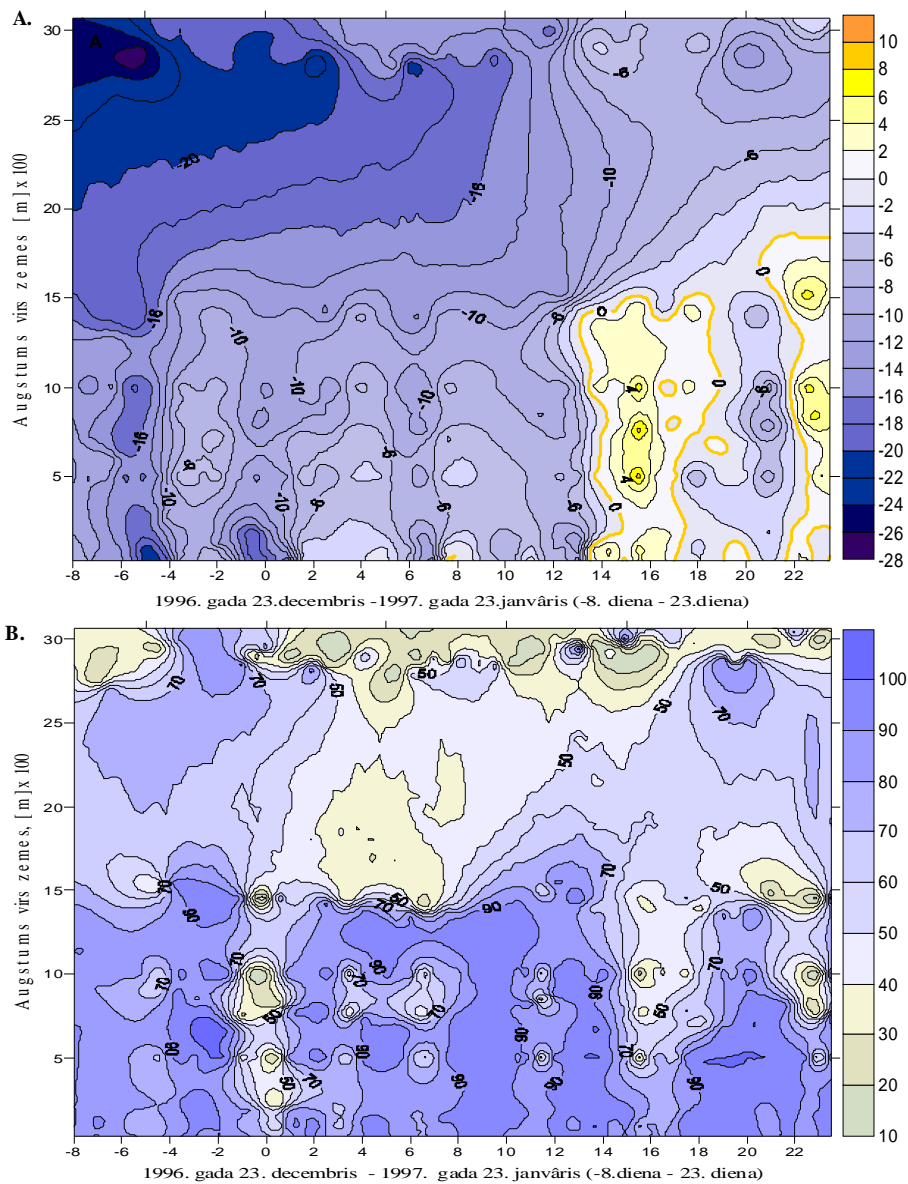
Gaisa masas trajektorija pat šķietami skaidros gadījumos ne vienmēr ļauj noteikt, kāda gaisa masa ieplūdusi. Piemēram, subpolāra vai arktiska gaisa ieplūšana Latvijā 850 hPa līmenī parasti notiek ar rietumu, ziemeļrietumu – ziemeļu, ziemeļaustrumu vējiem, jo šīs gaisa masas veidojas ziemeļrietumos–ziemeļaustrumos no Latvijas, bet dažkārt subpolārs gaiss var pārvietoties cikloniskas plūsmas ietvaros pāri Eiropai un ieplūst Latvijā no dienvidrietumiem. Ja subpolāra okeāniska vai arktiska gaisa kustība ir bijusi pietiekami ātra, gaiss saglabā savas sākotnējās īpašības, taču bieži tas nonāk Latvijā transformētā veidā, un to parāda arī 850 hPa relatīvā mitruma vērtība ($< \sim 75\%$). Tajos gadījumos, kad cilmvieta nebija nosakāma – tas visbiežāk saistīts ar gaisa masas transformāciju – bija lietderīgi veikt gaisa masu noteikšanas diagrammas (2–6. att.) tālākos soļus, balstoties uz tipisko transformācijas procesa gaitu (2–1. tabula). Jo sevišķi tas attiecas uz gaisa masu noteikšanu vasaras mēnešos, kad Latvijā ievērojami biežāk ieplūst transformēts okeānisks gaiss.

Neskaidros gadījumos, kad gaisa masa transformējusies vai nebija nosakāma tās cilmvieta, gaisa masas tips tika noteikts, ņemot vērā tai atbilstošo pseidopotenciālo temperatūru intervālu.



2–6. att. Diagramma Viduseiropas gaisa masu noteikšanai 850 hPa līmenī [Geb, 1981]

Fig. 2–6. Diagramm for air mass identification at 850 hPa level in Central Europe [Geb, 1981]

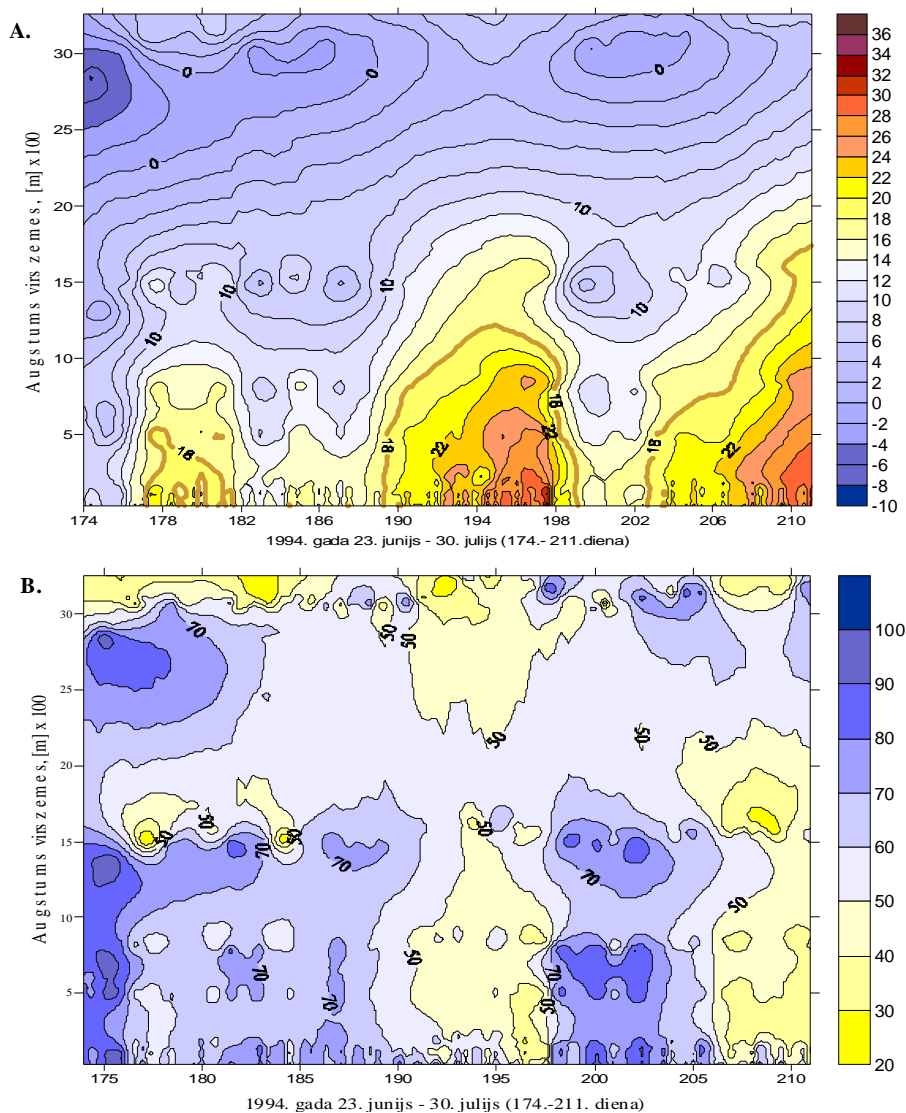


2-7. att. Atmosfēras radiozondēšanas datu (Rīga) attēlojums no zemes virsmas līdz 700 hPa izobāriskajai virsmai (2700-3070 m), 23/12/1996–23/01/1997. 850 hPa izobāriskās virsmas vidējais augstums 1420 m.

A. Gaisa temperatūras (°C) izoplētās. B. Relatīvā mitruma (%) izoplētās.

Fig. 2-7. Atmosphere profile from the earth surface to 700 hPa isobaric surface (2700 – 3070 m) based on radiosounding data (Riga), 23/12/1996–23/01/1997. Average height of 850 hPa isobaric surface - 1420 m.

A. Isopleth figures for temperature (°C). B. Isopleth figures for relative humidity (%).



2-8. att. Atmosfēras radiozondēšanas datu (Rīga) attēlojums no zemes virsmas līdz 700 hPa izobāriskajai virsmai, 23/06/1994–30/07/1994. 850 hPa izobāriskās virsmas vidējais augstums 1523 m. 14.-16. jūlijā (195.-197. diena) laiku noteica transformēts okeāniskais subtropiskais gaiss, bet 29.-30. jūlijā (210. - 211. diena) kontinentālais subtropiskais gaiss.

A. Gaisa temperatūras (°C) izoplētas. B. Relatīvā mitruma (%) izoplētas.

Fig. 2-8. Atmosphere profile from the earth surface to 700 hPa isobaric surface based on radiosounding data (Riga), 23/06/1994–30/07/1994. Average height of 850 hPa isobaric surface - 1523 m. On July 14-16 (days 195-197) weather was controlled by transformed subtropical air, and on July 29-30 (days 210 - 211) - by continental subtropical air.

A. Isoleth figures for temperature (°C). B. Isoleth figures for relative humidity (%)

2-7. tabula
Table 2-7

Eiropas gaisa masu dekāžu 850 hPa vidējā temperatūra* (°C) [Geb, 1981]
Mean decadal 850 hPa temperatures* (°C) of European air masses [Geb, 1981]

Mēneši	Dekādes	cA	xA	mA	cP	xP	mP	cP _s	xP _s	mP _s	mS _p	xS _p	cS _p	mS	xS	cS
Jan	I	-18	-16	-11	-9	-6,8	-4,9	-1,5	-2,1	-1	-0,2	2,2	4,2			
	II	-19	-16	-11	-9,4	-7,3	-5,2	-1,8	-2,2	-1,1	-0,6	2	3,9			
	III	-19	-16	-12	-9,7	-7,5	-5,3	-2	-2,3	-1,1	-0,8	1,8	3,8			
Febr	I	-19	-17	-11	-9,5	-7,3	-5,4	-2	-2,3	-1,1	-0,9	1,7	3,7	4,4	6,6	
	II	-18	-16	-11	-9,1	-7,2	-5,2	-1,8	-2,3	-1	-0,9	1,7	3,8	4,3	6,5	
	III	-18	-16	-11	-8,5	-7	-5	-1,6	-2	-0,9	-0,7	1,9	4	4,4	6,6	
Mar	I	-17	-16	-10	-8,1	-6,8	-4,7	-1,3	-1,8	-0,5	-0,4	2,2	4,3	4,7	6,9	
	II		-15	-9,3	-7,4	-6,3	-4,3	-0,9	-1,4	-0,2	0,3	2,6	4,7	5	7,3	
	III		-14	-8,5	-6,7	-5,9	-3,9	-0,4	-1	0,2	0,9	3,1	5,3	5,6	7,9	
Apr	I		-14	-7,9	-6	-5,1	-3,2	0,3	-0,2	0,8	1,7	3,8	5,9	6,1	8,4	
	II		-13	-7,3	-5	-4,4	-2,5	1	0,2	1,5	2,6	4,5	6,8	6,7	9,1	
	III		-12	-6,6	-3,9	-3,6	-1,8	1,9	0,9	2,5	3,6	5,4	7,7	7,4	9,9	
Mai	I		-11	-5,8	-2,9	-2,6	-0,8	2,7	1,9	3,4	4,4	6,3	8,7	8	10,7	13,4
	II		-9,7	-4,9	-1,7	-1,6	0	3,5	2,7	4,4	5,3	7,3	9,7	8,8	11,4	14,2
	III		-8,5	-3,7	-0,7	-0,6	0,9	4,6	3,8	5,4	6,2	8,3	10,5	9,6	12,2	14,8
Jun	I			-2,6	0,4	0,4	1,9	5,8	4,8	6,4	6,9	9,2	11,4	10,3	12,9	15,6
	II			-1,6	1,6	1,3	2,9	7	5,8	7,3	7,8	10	12,2	11	13,6	16,3
	III			-0,6	2,6	2,3	3,8	8	6,8	8	8,4	10,9	12,9	11,6	14,3	17
Jul	I				3,7	3,3	4,7	9,1	7,8	9,1	8,9	11,5	13,6	12	14,9	17,5
	II				4,4	4,1	5,5	9,7	8,4	9,7	9,4	12,1	13,9	12,4	15,4	18
	III				4,8	4,6	5,9	10,1	8,9	10,1	9,7	12,3	14,1	12,6	15,8	18,3
Aug	I				4,9	4,9	5,9	10	9	10	9,8	12,4	14	12,6	15,9	18,4
	II				4,3	4,7	5,6	9,7	8,8	9,7	9,7	12,2	13,7	12,4	15,8	18,3
	III			0	3,4	4,2	5	9,2	8,3	9,2	9,3	11,8	13,3	12,2	15,5	17,8
Sept	I		-5	-0,9	2,4	3,4	4	8,7	7,8	8,7	8,8	11	12,7	11,8	15	17,5
	II		-6	-1,7	1,2	2,6	3,1	8	7	8	8	10,4	12	11,5	14,4	17
	III		-7	-2,6	0	1,6	2,2	7,1	6,2	7,1	7,2	9,7	11,3	10,9	13,6	16,5
Okt	I		-8	-3,5	-1,4	0,7	1,2	6,3	5,3	5,6	6,5	9	10,5	10,3	13,2	
	II		-8,9	-4,5	-2,5	-0,5	0,2	5,3	4,1	4,6	5,7	8	9,7			
	III		-9,8	-5,5	-3,7	-1,6	-0,7	4,3	3	3,6	4,7	7,2	8,9			
Nov	I		-11	-6,5	-4,8	-2,6	-1,6	3,3	1,9	2,6	3,8	6,2	8			
	II		-12	-7,3	-5,8	-3,6	-2,3	2,3	0,7	1,7	2,8	5,5	7,2			
	III		-13	-8	-6,5	-4,5	-3	1,3	-0,1	1	2	4,6	6,4			
Dec	I		-13	-8,5	-7,3	-5,3	-3,6	0,3	-0,8	0,1	1,3	3,9	5,7			
	II		-16	-14	-9,5	-7,9	-5,8	-4,1	-0,3	-1,4	-0,3	0,7	3,2	5		
	III		-17	-15	-10	-8,5	-6,4	-4,6	-1	-1,9	-0,7	0,2	2,6	4,5		

* katram gaisa masas tipam raksturīgais temperatūras intervāls ir vidējā vērtība $\pm 3-4^{\circ}\text{C}$ [Geb, 1981]

2–8. tabula
Table 2–8

Eiropas gaisa masu dekāžu 850 hPa vidējā pseidopotenciālā temperatūra* (°C)
Mean decadal 850 hPa pseudopotential temperatures* (°C) of European air
masses [Geb, 1981]

Mēneši	Dekādes	cA	xA	mA	cP	xP	mP	cPs	xPs	mPs	mSp	xSp	cSp	mS	xS	cS
Janv	I	-3,9	-1	5,8	6,5	10,5	14,7	15,8	19,3	22,5	24,6	25	24,3	34,7	34,2	32,4
	II	-4,4	-1,5	5,3	6	9,9	14,4	15,3	18,7	21,9	23,9	24,2	23,5	33,9	33,3	31,7
	III	-4,7	-2	5	5,6	9,5	14	15	18	21,6	23,2	23,5	22,8	33,4	32,5	31,2
Febr	I	-4,7	-2	5	5,6	9,4	14	14,8	17,7	21,4	22,6	22,9	22,3	33	31,9	30,9
	II	-4,7	-1,8	5,3	5,9	9,4	14,1	15	17,5	21,4	22,4	22,4	22	33	31,7	30,9
	III	-4,5	-1,5	5,8	6,5	9,7	14,4	15,2	17,6	21,7	22,4	22,2	22	33,1	31,9	31,2
Mar	I	-4	-1,1	6,6	7,4	10,2	14,7	15,7	18	22,1	22,8	22,6	22,4	33,5	32,3	31,7
	II		-0,4	7,5	8,3	10,9	15,4	16,2	18,6	22,7	23,6	23,3	23,1	34,2	33,1	32,5
	III		0,7	8,5	9,3	11,9	16,2	17	19,4	23,5	24,5	24,3	23,8	35,1	33,8	33,5
Apr	I		2	9,5	10,3	13	17,3	17,7	20,4	24,6	25,7	25,7	25	36	34,9	34,4
	II		3,2	10,9	11,8	14	18,7	19,3	21,4	25,9	27,3	26,3	26,5	37	36	35,7
	III		4,2	12,1	13,6	15,5	20,2	20,9	22,9	27,5	28,9	27,8	28,3	38,5	37,4	37,2
Mai	I		5,5	13,9	15,3	16,5	21,7	22,9	24,4	29,3	30,5	29,4	30,3	39,8	39,1	38,7
	II		6,8	15,5	17,2	19	23,4	24,9	26,2	31,2	32,2	31,2	32,2	41,5	40,8	40,6
	III		8,4	17	19,1	20,6	25,3	26,9	28,2	33,2	33,8	33,1	34,1	43	43	42,2
Jun	I		9,9	18,5	20,8	22,3	27,1	28,9	30,2	35,2	35,3	34,9	35,8	44,7	45	44
	II			20	22,5	24,1	28,8	30,6	32,2	37,2	36,7	36,3	37,5	46,3	47	45,4
	III			21,5	24	25,5	30,4	32,3	34	38,7	37,8	38,6	38,9	47,8	48,8	46,4
Jul	I			22,8	25,2	27,2	31,9	33,5	35,7	40	38,9	40,3	40,3	49,1	50,2	47,5
	II			23,8	26,1	28,3	33	34,5	37	41	39,8	41,7	41,3	49,9	51,2	48,2
	III			24,3	26,5	29	33,6	35	38	41,6	40,4	42,8	42	50,3	52	48,4
Aug	I			24	26,3	29,2	33,5	34,8	38,4	41,6	40,6	43,6	42,2	50,2	52,2	48,3
	II			23,2	25,7	29	32,7	34,2	38,4	41,2	40,4	43,9	41,9	49,8	52	47,9
	III			22	24,5	28,2	31,5	33,3	37,8	40,4	39,6	43,4	41	49	51,5	47,1
Sept	I			20,6	22,9	27	29,9	32,1	36,8	39	38,9	42,5	39,8	47,9	50,4	46,3
	II		11,2	19	21,3	25,3	28,2	30,8	35,5	37,4	37,7	41,3	38,4	46,6	49	45,3
	III		10	17,6	19,6	23,5	26,3	29,3	33,7	35,9	36,4	39,7	37	45,2	47,3	44,1
Okt	I		8,8	16	17,9	21,9	24,5	27,8	32	34,1	35	37,9	35,5	44	45,2	42,8
	II		7,5	14,4	16,2	20,2	23	26,3	30	32,3	33,7	35,4	34,2	42,9	43,9	41,6
	III		6	13	14,3	18,7	21,6	24,7	28,2	30,4	32,3	33,8	32,6	41,7	42,5	40,5
Nov	I		4,8	11,6	12,7	17,3	20,2	23,2	26,6	28,9	31	32,3	31,3	40,7	41,3	39,2
	II		3,6	10,5	11,7	16	18,8	21,8	25	27,4	29,8	30,9	30,1	39,7	39,9	37,8
	III		2,5	9,4	9,9	14,6	17,6	20,4	23,5	26,2	28,8	29,4	28,8	38,7	38,7	36,7
Dec	I		1,5	8,3	8,9	13,4	16,7	19,1	22	25	27,7	28,2	27,7	37,7	37,5	35,5
	II	-2,2	0,7	7,4	8	12,4	15,9	17,7	21	24	26,5	27	26,5	36,6	36,4	34,3
	III	-3	-0,2	6,5	7,2	11,4	15,2	16,7	20	23,2	25,4	26	25,4	35,6	35,3	33,3

* katram gaisa masas tipam raksturīgais pseidopotenciālās temperatūras intervāls ir vidējā vērtība $\pm 5-7^{\circ}\text{C}$ [Geb, 1981]

3. LATVIJAS GAISA MASU NOTEIKŠANAS REZULTĀTU IZVĒRTĒJUMS RESULTS OF AIR MASS IDENTIFICATION IN LATVIA

3.1. Latvijas gaisa masu raksturojums

Latvijā ieplūst dažādas izcelsmes okeāniskas un sauszemes gaisa masas, kas veidojušās dažādos platumu grādos un tāpēc ir ļoti atšķirīgas pēc siltuma satura, mitruma satura, vēja stipruma un citām īpašībām. Gada laikā, mainoties saules radiācijas latitudinālajam gradientam, mainās gaisa masu pārvietošanās intensitāte starp dažādiem ģeogrāfiskajiem platumiem, starp Atlantijas okeānu un sauszemi un līdz ar to ciklonālās rietumu plūsmas izpausmes. Atkarībā no gadalaika, bāriskās sistēmas, diennakts laika un citiem faktoriem katrs gaisa masas tips veido atšķirīgus laikapstākļus. Gaisa masas veidotos laikapstākļus nosaka šādi trīs faktori:

pirmkārt, gaisa mitrums. Ja gaisa masa ir sausa, tajā iespējams pavisam neliels mākoņu daudzums; okeānisks gaiss satur daudz ūdens – veidojas mākoņi, izkrīt nokrišņi, un veidojas migla;

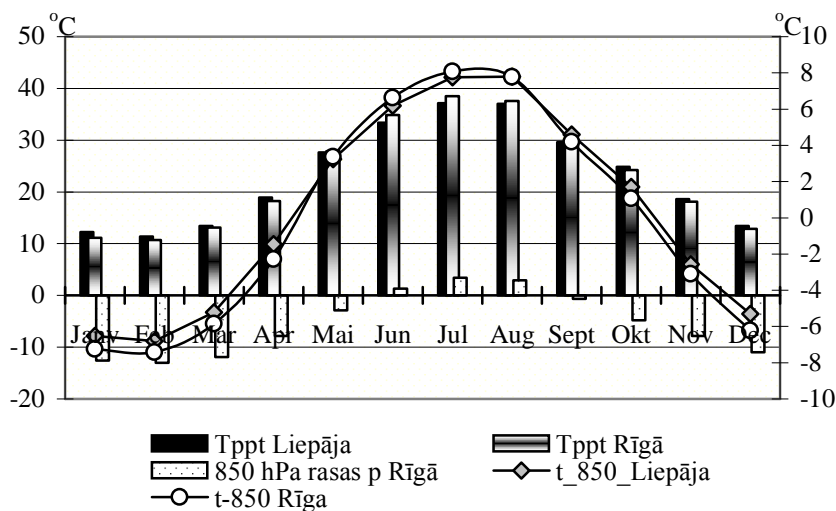
otrkārt, gaisa atdzišanas process. Pat mitrā gaisā kondensācija un mākoņu veidošanās notiek vienīgi tad, ja temperatūra pazeminās. Atdzišanas procesi, kuri veicina kondensāciju un mākoņu veidošanos, ir pagulvirsas atdzišana izstarpšanas ietekmē, advekcija virs vēsākas pagulvirsas vai izplešanās, kuru izraisa gaisa vertikāla pacelšanās. Mākoņu veidošanās gaisa masā nav viendabīga, jo orogrāfiskas pacelšanās gadījumā var veidoties mākoņi, kamēr pārējā gaisa masā mākoņu nav;

treškārt, gaisa masas stabilitāte. Stabīlam gaisam raksturīgi slāņu mākoņi un vāja redzamība un nestabīlam gaisam – laba redzamība un *Cumulus* mākoņi.

Latvijā ieplūstošo gaisa masu atkarīguma un īpašības kalendārā gada ietvaros veidojas uz vispārējā gaisa masu īpašību izmaiņu fona, tas ir saistīts ar gadalaiku maiņu. Sezonālās izmaiņas rada dienas garuma un saules augstuma gada gaita, kuru nosaka vietas ģeogrāfiskais platumš. Sakarā ar gadalaiku maiņu gaisa masu veidošanās apgabali tāpat kā klimata joslas migrē jeb pārvietojas – ziemeļu puslodes vasarā Ziemeļpola virzienā un ziemā – ekvatora virzienā, sasniedzot tālāko stāvokli aptuveni pusotra mēneša laikā pēc vasaras saulgriežiem, un līdz ar to izveidojas gaisa masu siltuma satura un citu īpašību gada gaitas “inercē” jeb nobīdes efekts, kas izpaužas kā aptuveni 1–1,5 mēnešu nobīde attiecībā pret dienas garuma un pusdienlaika saules augstuma sezonālo izmaiņu ciklu, un mēnešu ilggadīgās vidējās 850 hPa gaisa temperatūras un siltuma satura gada gaitas līknes ir asimetriskas.

Līdz vasaras saulgriežiem saules augstums un dienas garums pieaug, saulgriežos sakarā ar Latvijas atrašanos mērenās joslas ziemeļu apmalē starp 56° un 58° Z pl., saules augstums pusdienlaikā sasniedz 56,5° un dienas garums ir gandrīz 18 stundas. Pēc saulgriežiem tie sāk samazināties, bet Latvijā ieplūstošā gaisa vidējā temperatūra un pseidopotenciālā temperatūra 850 hPa līmenī sasniedz maksimālās vērtības jūlijā, un augustā samazinās vidēji tikai par 0,5°C (3–1. att.). Ziemas

vidū Latvijā dienas garums ir mazāks par 7 stundām un saules enerģijas daudzuma ziņā tā pielīdzināma subarktiskajai joslai, turklāt šeit ieplūst arktisks un kontinentāls subpolārs gaiss. Tuvojoties vasarai, arktiskā un subpolārā gaisa izcelsmes apgabali, kas atrodas uz ziemeļiem no Latvijas, atkāpjas ziemeļpola virzienā un tāpēc vasaras mēnešos transformēts un okeāniskais arktisks gaiss, kā arī kontinentāls subpolārs gaiss to nesasniedz (3–2. att.). Savukārt vidusplatumu un subtropisko gaisa masu cilmvietas pietuvojas Latvijai. Dažas gaisa masas ieplūst Latvijā tikai ziemā vai tikai vasarā. Okeānisko arktisko mA un subpolāro gaisa masu mP un daļēji arī to transformēto formu xA gaisa un xP gaisa trajektorijas veido plašu sektoru, sākot no dienvidrietumiem līdz ziemeļiem, ziemeļaustrumiem. Šīs gaisa masas veidojas ziemeļrietumos – ziemeļaustrumos no Latvijas, bet pārvietojoties ciklonu plūsmā tās var sasniegt Latviju pat no dienvidrietumiem, saglabājot savas sākotnējās īpašības, ja vien kustība ir bijusi pietiekami ātra. Ja ciklons ir mazkustīgs vai zema spiediena ieplakas kustība ir lēna, vai izveidojies augsta spiediena atzars, okeāniskais arktiskais vai subpolārais gaiss jau vienas dienas laikā transformējas. Tātad gaisa masas trajektorija pati par sevi nevar norādīt uz arktiskas vai subpolāras vai mērenas izcelsmes gaisu, bet svarīga nozīme ir arī gaisa masas īpašībām.

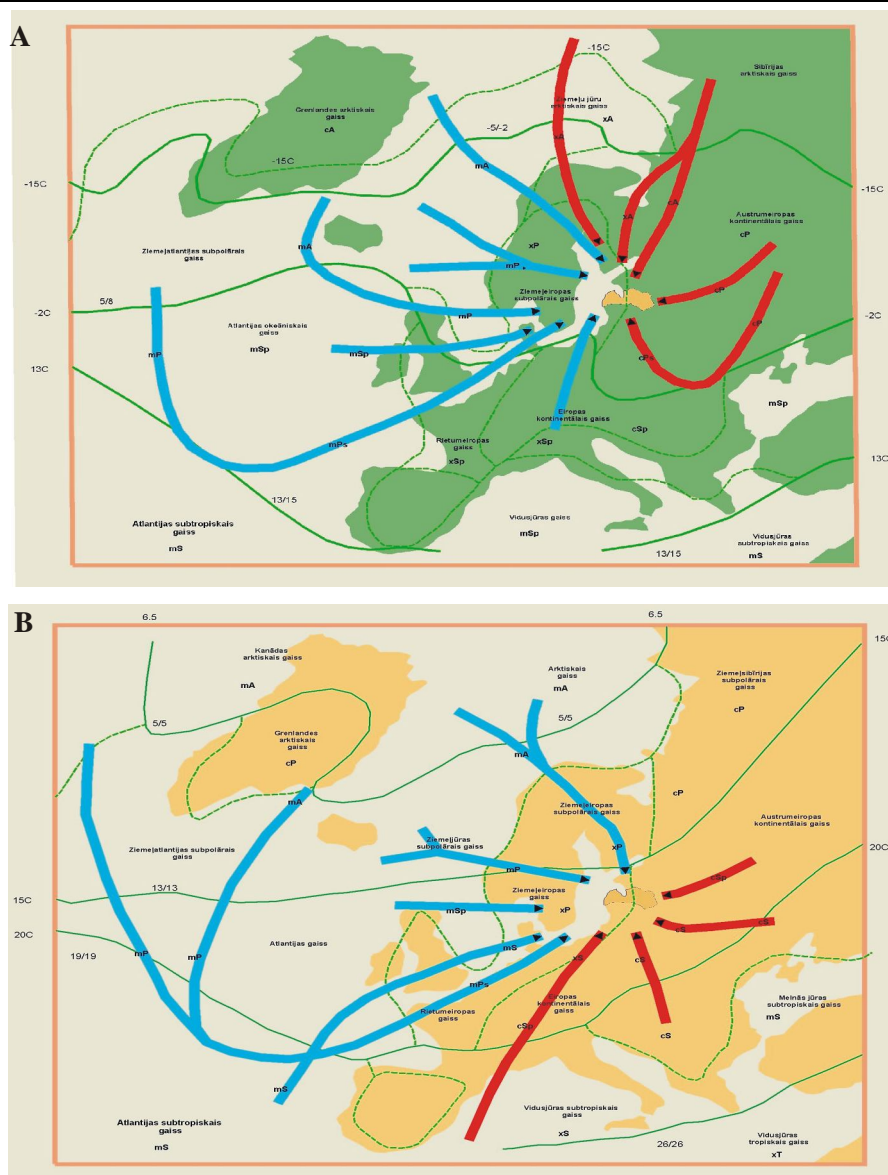


3-1. att. Mēnešu vidējā temperatūra un pseidopotenciālā temperatūra (°C) 850 hPa līmenī Rīgā un Liepājā (1961-1992)

Fig. 3-1. Monthly mean temperature and pseudopotential temperature (°C) at 850 hPa level in Riga and Liepaja (1961-1992)

3.1.1. Arktiskās gaisa masas

Kontinentāls arktisks gaiss (cA gaiss) ir aukstākā gaisa masa, kas veidojas Arktikas baseinā, Sibīrijā un Ziemeļkanādā, kur polārās nakts apstākļos sniegs un



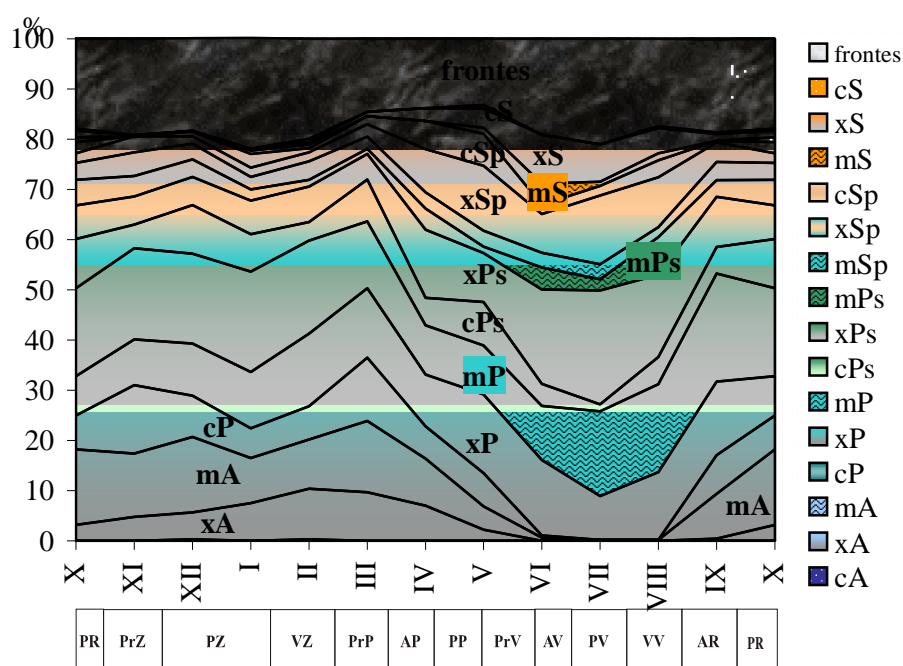
3-2. att. Latvijā ieplūstošo gaisa masu veidošanās un transformēšanās apgabali un visbiežākās gaisa masu trajektorijas ziemā (A) un vasarā (B).

Zilās / sarkanās līnijas – okeānisko / kontinentālo un transformētu okeānisko gaisa masu trajektorijas; nepār-trauktās zaļās līnijas – izoterma piezemes slānī februārī un augustā virs sauszemes / ūdens virsmas; pārtrauktās līnijas – gaisa masu veidošanās/transformēšanās apgabali

Fig. 3-2. The regions of origin/transformation and the most common trajectories of air masses arriving in Latvia in winter (A) and summer (B).

Blue / red lines – trajectories of oceanic/continental and transformed oceanic air masses; green lines – February and August isotherms over the land / water surface; dashed green lines – regions of air mass origin/transformation.

ledus atdzesē apakšējos atmosfēras slāņus un veidojas inversija līdz pat 850 hPa līmenim. Ziemā šī gaisa izcelsmes apgabalu no dienvidiem ierobežo -15°C izoterma. Piezemē tas ir ļoti auksts ($\leq -40^{\circ}\text{C}$) un tajā ir pavisam maz mitruma, kas izpaužas kā neliels mākoņu sega. Lai gan cA gais satur ļoti maz mitruma, tā relatīvais mitrums var būt augsts, jo pie tik zemām temperatūrām pat neliels ūdens tvaiku daudzums ir pietiekams piesātinājumam. Kontinentāls arktisks gais ir ļoti dzidrs, tajā ir ļoti maz kondensācijas produktu. cA gais nereti ieplūst virs sniega segas, kas iepriekš stipri atdzisusi un līdz ar to nevar notikt konvekcija.



3–3. att. Latvijā ieplūstošo gaisa masu vidējais biežums (%) kalendārajā gadā un ainavu sezonās, 1990–2000.

Ainavu gadalaiku cikls: PR – pilnrudens, PrZ – priekšziema, PZ – pilnziema, VZ – vēla ziema, PrP – priekšpavasaris, AP – agrs pavasaris, PP – pilnpavasaris, PrV – priekšvasara, AV – agrā vasara, PV – pilnvasara, VV – vēla vasara, AR – agrs rudens

Fig. 3–3. Monthly and landscape season mean frequency (%) of air masses at 850 hPa level over Latvia (1990–2000).

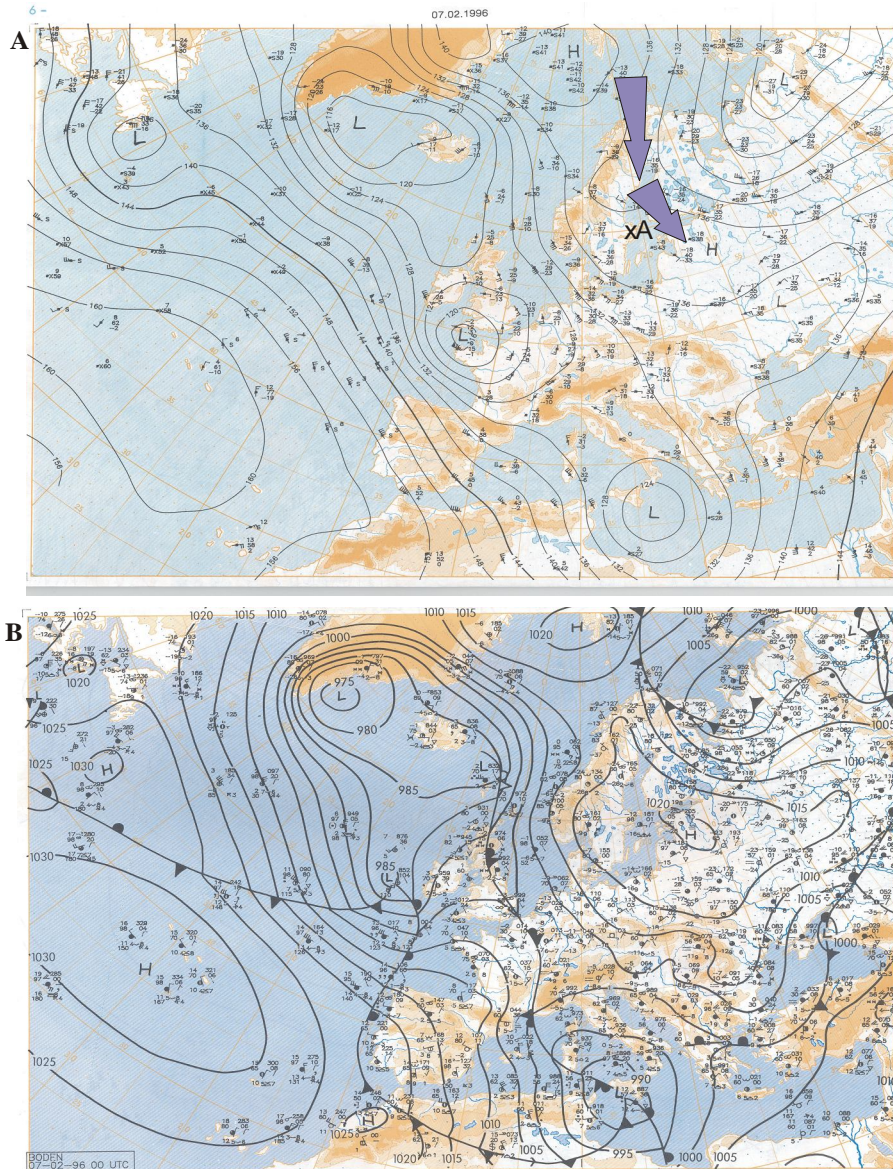
The cycle of landscape seasons: PR – full autumn, PrZ – pre-winter, PZ – mid-winter, VZ – late winter, PrP – pre-spring, AP – early spring, PP – full spring, PrV – pre-summer, AV – early summer, PV – high summer, VV – late summer, AR – early autumn

Kontinentālās arktiskās gaisa masas, sasniedzot Latviju, aptver ne vairāk kā 2 km biezu slāni un pārvietojoties tālāk uz dienvidiem, to slānis kļūst arvien plānāks.

Kontinentāls arktisks gaiss ieplūst ar ziemeļaustrumu vai austrumu vējiem pāri Karas jūras lediem un Barenca jūras aizsalstošajai daļai ziemas mēnešos jeb no decembra līdz marta sākumam (3–3. att.). Ekstremāli aukstais cA gaiss Eiropā pārvietojas rietumu virzienā atšķirībā no Ziemeļamerikas, kur tā trajektorija vērsta dienvidu–dienvidaustrumu virzienā [Walsh *et al.*, 2001]. cA gaiss rada visbargākos laika apstākļus Latvijā. Tas var ieplūst īslaicīgi (~1 diena) ciklona aukstās frontes aizmugurē, veidojoties augsta spiediena atzaram, bet tajos gadījumos, kad izveidojas bloķējoši atmosfēras cirkulācijas apstākļi, un virs Skandināvijas un Krievijas Eiropas daļas ziemeļiem atrodas stabils anticiklons, kurš plešas līdz pat atmosfēras augšējiem slāņiem, tas ieplūst Latvijā ar ziemeļaustrumu vējiem ilgstoši, dažkārt 4–5 dienas mēnesī vai ilgāk. 1996. gadā no 25.decembra dienas vidus līdz 26. decembra pēcpusdienai Latvija atradās anticiklona ar centru virs Ziemeļjūras un Skandināvijas austrumu malā un ar ziemeļaustrumu vējiem Latvijā ieplūda kontinentāls arktisks gaiss, kurš veidojies Sibīrijā (2–5. att.). Viszemākā temperatūra tika reģistrēta naktī uz 26. decembri, kad sals sasniedza -25° , -30°C , Zosēnu apkārtnē -32° , uz sniega rajonu lielākajā daļā bija -30° , -36°C . Taču tik bargs sals bija īslaicīgs, jo jau naktī uz 27. decembri temperatūra krasi paaugstinājās sakarā ar ciklona siltās frontes tuvošanos. Ilgstošāka cA gaisa ieplūšana caurmērā atkārtojas vienu reizi desmit gados. Piemēram, 1987. gada 8.–9. janvārī, kad virs Skandināvijas pussalas ziemeļiem izveidojās augsta spiediena apgabals ar spiedienu tā centrā 1040 hPa, Latvijā ieplūda cA gaiss ($t_{850} < -18,5^{\circ}\text{C}$; $T_{pp850} = -3,9^{\circ}\dots-9,8^{\circ}\text{C}$): notika ievērojama temperatūras pazemināšanās (Rīgā $-31,3^{\circ}\text{C}$, citur Latvijā līdz -37°C), kuru īpaši veicināja gaisa atdzišana skaidra laika apstākļos. Stiprais sals mazinājās 13. janvārī. 1987. gada janvārī visos līmeņos cA gaisā relatīvais mitrums bija augsts ($r_{850} = 71-82\%$). Laikā no 1990.–2000. gadam ilgstoša cA gaisa ieplūduma nebija.

Tuvojoties pavasarim cA gaiss kļūst īpaši dzidrs, ir ļoti spilgta saules gaisma un krasi izteiktas ēnas, bet tā veidošanās apgabals pakāpeniski atkāpjas ziemeļu virzienā un, sākot ar marta pirmo pusi, tas Latvijā vairs neieplūst. Ļoti bargi laikapstākļi Latvijā valdīja 1987. gada marta 1.nedēļā (1.-4.03), kad virs Skandināvijas atradās anticiklons un ar ziemeļu vējiem ieplūda cA gaiss ($t_{850} < -19,3^{\circ}\text{C}$; $T_{pp850} = -4,8^{\circ}\dots-11,6^{\circ}\text{C}$): atsevišķās dienās bija sarma, naktī temperatūra bija ļoti zema $-22^{\circ}\dots-27^{\circ}\text{C}$. Arī 2005. gada marta pirmajās dienās Latvijā ieplūda cA gaiss, un tāpēc 2. marts bija visaukstākā diennakts 2004./2005.gada ziemā, kā arī otra aukstākā diena šajā datumā pēdējos 80 gados [<http://www.meteo.lv/public/27732.html>].

Transformēts okeāniskais arktiskais gaiss (xA gaiss) Latvijā ieplūst ar ziemeļrietumu, ziemeļu vai ziemeļaustrumu vējiem, un visos gadalaikos šī ir auksta vai patī aukstākā gaisa masa. Ziemā xA gaisa ietekmē laikapstākļi ir nedaudz maigāki nekā ieplūstot cA gaisam, taču tomēr bargi, bet no marta līdz maijam un septembrī–novembrī xA gaiss ir aukstākā gaisa masa. Vēla rudens, ziemas un pavasara mēnešos Skandināviju, Austrumeiropas līdzenuma ziemeļu daļu un Latviju sasniedz xA gaiss, kurš veidojas no kontinentāla arktiska gaisa cA, tam pārvietojoties neilgu laiku (1-1,5 dienas) pāri Norvēģu jūras ZA daļai vai Barenca jūrai, kur tas iegūst



3-4. att. Transformēta okeāniska arktiska (xA) gaisa ieplūšana Latvijā, 07-02-1996.

A – Atlantijas – Eiropas sektora 850 hPa līmeņa karte plkst. 12.00 GMT – ģeopotenciālu izkārtojums un vēju vektori parāda gaisa plūsmu no Z, ZZR, temperatūra $t_{850} = -18^{\circ}\text{C}$ (Rīga); B – sinoptiskā situācija Eiropā plkst. 0.00 GMT - virs Baltijas reģiona izvietojies anticiklona centrs.

Fig. 3-4. Arrival of transformed oceanic arctic air (xA) into Latvia, 07-02-1996.

A – 850 hPa level weather chart at 12.00 UTC for Atlantic – European sector – geopotential field and wind vectors show air flow from N, NNW, air temperature $t_{850} = -18^{\circ}\text{C}$ (Riga); B – synoptic situation in Europe at 00.00 GMT, when the Baltic region was dominated by an anticyclone.

transformēta arktiska gaisa pazīmes. xA gaiss ieplūst Latvijā gadījumos, kad ciklonu sēriju noslēdz augsta spiediena apgabals, kurš veidojas okeāniskā arktiskā gaisā mA virs Skandināvijas pussalas, negatīvas vai pavisam nelielas pozitīvas radiācijas bilances apstākļos tam pamazām transformējoties par xA gaisu, kurš ir aukstāks un ar zemāku mitruma saturu. Šis relatīvi sausais arktiskais gaiss nonāk Latvijā pa anticiklona vai augsta spiediena atzara austrumu-dienvidaustrumu perifēriju un izraisa aukstu laiku ar lielu diennakts temperatūras amplitūdu (3–4. att). xA gaisa radītie laikapstākļi var ievērojami atšķirties atkarībā no tā vai tā īpašības ir tuvāk okeāniska vai kontinentāla gaisa īpašībām. Retāk xA gaiss veidojas no kontinentāla arktiska gaisa. xA gaiss var ieplūst Latvijā no septembra 3.dekādes līdz maija 3.dekādei.

Ziemas mēnešos, ieplūstot xA gaisam, piezemes gaisa temperatūra var samazināties līdz -25°C un naktī sasniegt pat -30°C , parasti ir skaidrs laiks vai neliela apmāksanās. Piemēram, 1999. gada 7. februārī aiz ciklona aukstās frontes (6.02.99.) ar ziemeļu vēju ($v_{850}=351^{\circ}$) Latvijā ieplūda xA gaiss ($t_{850}=-15^{\circ}\text{C}$; $T_{pp850}=0,4^{\circ}\text{C}$), diennakts vidējā gaisa temperatūra bija no -11°C līdz $-17,7^{\circ}\text{C}$, uz sniega tā noslīdēja līdz -25° , -30° , minimālā gaisa temperatūra sasniedza $-19,3^{\circ}\text{C}$ Daugavpilī un $-23,5^{\circ}\text{C}$ Zosēnos, bija apmācies, daudzviet izkrita neliels sniegs – nokrišņu daudzums nepārsniedza 1,5 mm.

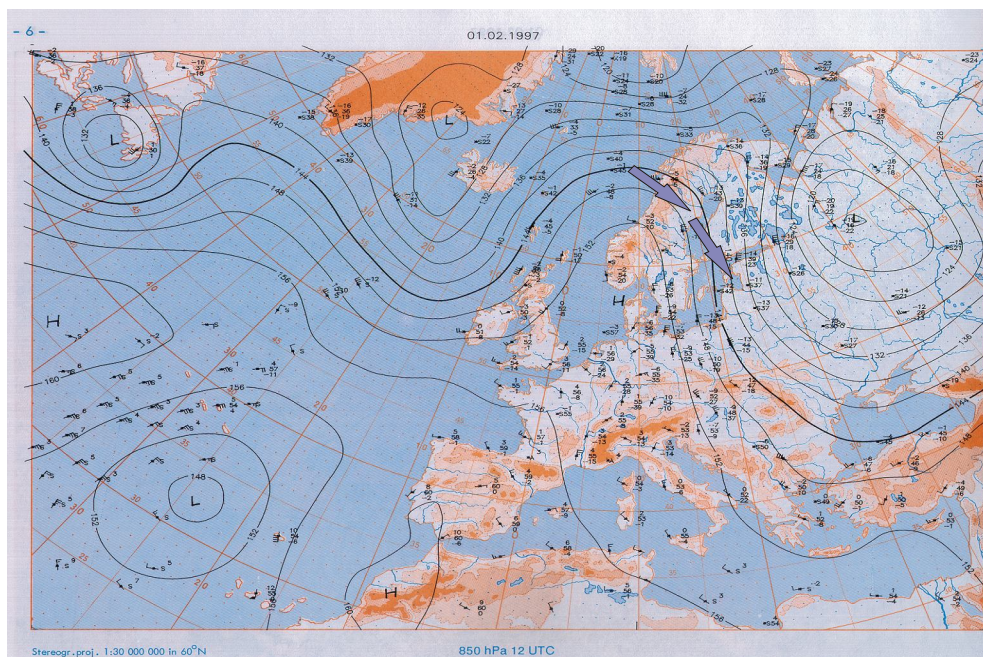
Pārejas gadalaikos xA gaiss bieži kļūst nenoturīgs, taču jāatzīmē, ka xA gaisa izpausmes aprīlī–maijā un septembrī–oktobrī tomēr var būt stipri atšķirīgas. Pavasarī un agrā rudenī, ieplūstot xA gaisam, var veidoties salnas, un atsevišķos gados auksts xA gaiss dažkārt vēl maija 3.dekādē, var izraisīt ne vien gaisa temperatūras pazemināšanos tuvu 0°C , negatīvas temperatūras naktī, bet arī nokrišņus slapja sniega veidā. Vēlākais laiks pavasarī, kad 11 gadu periodā (1990-2000) Latvijā identificēts xA gaiss ir 1999. gada 12. maijs un 2000.gada 13. maijs. 1999.gada 12. maijā virs Skandināvijas pussalas izveidojās anticiklons un pa tā austrumu malu Latvijā ieplūda xA gaiss, diennakts vidējā temperatūra bija $2,5^{\circ}$ – $5,1^{\circ}$, maksimālā temperatūra dienā nepārsniedza 10°C , naktī bija negatīva temperatūra, nokrišņu nebija, bija neliels mākoņu daudzums (augstie un vidējie mākoņi), un daudzviet bija salna. Retos gadījumos xA gaiss var ieplūst Latvijā arī maija 3. dekādē, kā tas notika 1980. gada 21.-22. maijā, kad ieplūda xA gaiss ($t_{850}=-7,3^{\circ}$... $-8,4^{\circ}\text{C}$; $T_{pp850}=9,4^{\circ}$... $11,3^{\circ}\text{C}$), un izkrita nokrišņi slapja sniega veidā.

Rudenī xA gaiss sāk ieplūst Latvijā ne agrāk par septembra 3.dekādi, un 43 gadu periodā (1958-2000) tas novērots 6 gados, bet 1990-2000. gadu periodā tikai vienreiz – 1993. gada 30. septembrī, kad virs Baltijas reģiona bija izveidojies mazkustīgs anticiklons, un ieplūstot xA gaisam ($t_{850}=-7,3^{\circ}\text{C}$, $T_{pp850}=10,2^{\circ}\text{C}$) naktī sals Rīgā sasniedza $-3,6^{\circ}\text{C}$, bija skaidrs laiks.

Okeāniskais arktiskais gaiss (mA gaiss) Latvijā ieplūst no Atlantijas okeāna pa dažādām trajektorijām, kuras veido plašu sektoru no rietumiem līdz ziemeļaustrumiem. Visos gadījumos šis ir auksts gaiss, jo veidojas cP gaisam vai cA gaisam pārvietojoties no Grenlandes pāri Atlantijas okeānam, kur tas virs relatīvi siltās ūdens virsmas tas sasilst un kļūst nestabils: veidojas Cumulus un

Cumulonimbus mākoņi un bieži šajā gaisā novēro gāzienvēda sniegu, krusu vai lietu. Ieplūst Latvijā, sākot no septembra līdz pat jūnija 1.dekādei.

Okeāniskais arktiskais gaiss nav tik auksts kā transformētais okeāniskais arktiskais gaiss xA, un tomēr aukstāks par kontinentālu subpolāru gaisu, piemēram, 1997. gada 1. februārī aiz aukstās frontes ar ZZR vējiem Latvijā ieplūda mA gaiss, piezemēti diennakts vidējā gaisa temperatūra bija $-0,6^{\circ}\dots-5,4^{\circ}\text{C}$ (Liepāja – Zosēni), vietām bija putenis, gāzienvēda sniegš (Rīga, Bauska, Daugavpils), un vējš brāzmās sasniedza 22-24 m/s (3-5. att.). Februārī, ieplūstot mA gaisam, naktī gaisa temperatūra var pazemināties līdz $-10, -14^{\circ}\text{C}$. Vasarā šī gaisa masa ir sekla un tāpēc, pārvietojoties dienvidu virzienā un sasniedzot Latviju, tā ir sasilusi un tiek identificēta kā mP gaiss vai arī tā ir tiktāl transformējusies, ka šo gaisu vairs nevar identificēt kā okeānisku arktisku gaisu, bet kā xP gaisu. Pārejas gadalaikos mA gaiss ir nestabils, jo, nonākot virs sauszemes, tas sasilst un rodas konvekcija ar gubu un negaisa



3-5. att. Okeāniska arktiska gaisa mA ieplūšana Latvijā, 01-02-1997. 850 hPa ģeopotenciālu izkārtojums un vēju vektori parāda gaisa plūsmu no ZZR, un 850 hPa temperatūra Baltijas reģionā ir $-11^{\circ}\dots-14^{\circ}\text{C}$ (Rīgā $t_{850} = -13,7^{\circ}\text{C}$)

Fig. 3-5. Arrival of oceanic arctic air mA in Latvia, 01-02-1997. The 850 hPa geopotential field and wind vectors indicate to air flow from NNW, and 850 hPa air temperature over the Baltic region is $-11^{\circ}\dots-14^{\circ}\text{C}$ (in Riga $t_{850} = -13,7^{\circ}\text{C}$)

mākoņiem, un tādēļ tas izraisa biežas lietussāzes, kad izkrīt lietus lielām lāsēm, sniegš vai sniega graudi un ir stipras vēja brāzmas. Naktī mākoņiem ir tendence izkļūt. Vēlā pavasarī un agrā rudenī, ieplūstot arktiskam gaisam, veidojas salnas.

Pat maija beigās mA gaisa ietekmē Latvijā vietām īslaicīgi var izkrist sniegs, kā tas notika 2004. gada 27. maijā (Rīgā, Liepājā). Pavasarī mA gaiss var radīt negaidīti bargus laikapstākļus. Piemēram, 1988. gada aprīļa 3.dekādes sākumā virs Baltijas jūras bija izveidojies ciklons, un tā aizmugurē ar ziemeļu vējiem Latvijā sāka ieplūst arktisks gaiss, izkrita nokrišņi sniega un slapja sniega veidā. Četras dienas (24.-27.04) Latvijā ieplūda mA gaiss un tās ziemeļrietumu daļā izveidojās sniega sega (22.aprīlī Ventspilī – 9 cm). 23.-24. aprīlī sniegs izkrita visā Latvijā un bija putenis – izveidojās 2-8 cm bieza sniega sega, bet centrālajos rajonos 15-23 cm. Šajās dienās piezemes gaisa temperatūra bija $< 0^{\circ}\text{C}$, bet $T_{pp-850} = 3,9 \dots 9,3^{\circ}\text{C}$. Sakarā ar to, ka neparasti vēlu atjaunojās sniega sega, masveidā gāja bojā mēneša sākumā atlidojušie putni: cīruļi, baltās cielavas, dziedātājstrazdi.

Vēlā rudenī, ieplūstot okeāniskam arktiskam gaisam, izkrīt pirmais sniegs. Piemēram, 1997. gada 17.–18.oktobrī, ieplūstot mA gaisam, Latvijas ziemeļaustrumu rajonos bija pirmais sniegs gaisā, bet 23.–24. oktobrī ciklona ar centru virs Karēlijas DR malas ietekmē Latvijā ieplūda mA gaiss ($t_{850} = -4,0^{\circ} \dots -8,6^{\circ}\text{C}$, $T_{pp-850} = +18^{\circ} \dots +10^{\circ}\text{C}$), un izkrita nokrišņi slapja sniega, sniega veidā, piezemes gaisa temperatūra samazinājās līdz -3°C , uz ceļiem bija atkala: Rīgā pirmā sniega sega izveidojās 24.oktobrī, sasniedzot turpmākajās dienās 32-35 cm biezumu, bet Liepājā sniega segas biezums oktobra 3.dekādē sasniedza 26 cm, Talsu rajonā, Skultes apkārtnē un Skrīveros 15–20 cm, pārējā teritorijā tikai 1-6 cm. Decembra sākumā, kad radiācijas bilance kļuvusi negatīva, okeāniska arktiska gaisa ieplūšana Latvijā saistīta ar noturīgas sniega segas izveidošanos.

3.1.2. Subpolārās gaisa masas

Kontinentāls subpolārs gaiss (cP gaiss) visbiežāk ieplūst Latvijā ar ziemeļaustrumu, austrumu un dienvidaustrumu vējiem. Ziemā cP gaiss veidojas plašā teritorijā, kas aptver Austrumeiropas līdzenumu un dienvidu virzienā stiepjas līdz pat apgabalam ziemeļos no Melnās jūras un rietumos līdz Dņestrai un Vislai. Tas veidojas arī Lapzemē jeb Skandināvijas pussalas ziemeļu daļā, izņemot pašas piekrastes rajonus. cP gaiss veidojas no arktiska (xA, mA) vai okeāniska subpolāra (mP) gaisa pakāpeniskā transformācijas procesā, tam nonākot virs sniega klātas sauszemes. Tā kā ziemā Viduseiropas austrumu daļu un Austrumeiropu parasti vai bieži klāj vienlaidus sniega sega, no Atlantijas okeāna plūstošais okeāniskas izcelsmes mP gaiss apmēram 1 nedēļas laikā, sākotnēji kļūstot par transformētu subpolāru gaisu (xP), pārveidojas par cP gaisu. Ziemā cP gaiss var veidoties arī Viduseiropā, ja tur ir izveidojusies sniega sega, un tad tas var ieplūst Latvijā ar dienvidu puses vējiem. Kontinentāls subpolārs gaiss ir auksta gaisa masa visos gadalaikos un tai ir tādas pašas īpašības kā cA gaisam: zema temperatūra un zems rasas punkts, un augsts noturīgums, vienīgi cP gaiss ir nedaudz siltāks. Ja izkrīt nokrišņi, to daudzums ir ļoti neliels sakarā ar zemo mitruma saturu, un tie parasti izkrīt cP gaisa masas apmalē, īpaši tur, kur tas pietuvojas mitram okeāniskam gaisam. Pilnziemā piezemes temperatūra var pazemināties līdz -15°C , ir skaidrs

laiks, bet var veidoties migla vai dūmaka, dažreiz novēro Sc mākoņus un iespējams neliels sniegs.

cP gaiss var ieplūst Latvijā, kad virs Skandināvijas un Baltijas reģiona okeāniskā arktiskā gaisā izveidojas augsta spiediena apgabals un šādos apstākļos tas pakāpeniski transformējas par cP gaisu. Piemēram, 1992. gada 17. janvārī Latviju šķērsoja ciklona aukstā fronte, kuras aizmugurē notika mA gaisa advekcija, kas izraisīja sniegu, slapju sniegu, puteni un brāzmainu vēju. Turpmākajās dienās virs Somijas un Baltijas izveidojās anticiklons, mA gaiss pakāpeniski transformējās un 20. janvārī Latvijā laikapstākļus noteica cP gaiss ($t_{850} = -10,3 \dots -12,5^\circ\text{C}$, $T_{pp-850} = 1,8 \dots 4,8^\circ\text{C}$): daudzviet bija sarma, minimālā gaisa temperatūra noslīdēja Daugavpilī līdz $-19,2^\circ\text{C}$, Skrīveros līdz $-17,7^\circ\text{C}$. Mākoņainība lielākajā Latvijas daļā bija 10/0, un dažviet, piemēram, Dobelē, novēroja nelielu sniegu (nokrišņi 0,0 mm).

Tuvojoties pavasarim, cP gaiss veido citādus laikapstākļus. Piemēram, 1987. gada marta pirmās dekādes beigās Latvijā laikapstākļus noteica Urālu anticiklona atzars: cP gaisa ($t_{850} = -4,5 \dots -9,5^\circ\text{C}$, $T_{pp-850} = 5,4 \dots 9,7^\circ\text{C}$) ietekmē iestājās saulains laiks ar lielu diennakts temperatūras amplitūdu ($>10^\circ\text{C}$), naktī bija stiprs sals (Rīgā līdz $-15,8^\circ\text{C}$), bet dienā mēreni silts un 850 hPa līmenī valdīja A/DA vēji ($60^\circ - 180^\circ$). Iestājoties pavasarim, virs sauszemes veidojas citādi apstākļi, un cP gaiss, pārvietojoties dienvidu virzienā, ātri transformējas: rasas punkts saglabājas zems, bet gaisa masas temperatūra, nonākot virs siltākas pagulvirsas, pieaug, jo pagulvirsu neklāj sniegs, gaisa masas slāņa biezums samazinās, ir augstāka augsnes temperatūra un pieaug saules augstums. Pakāpeniski cP gaiss pārtop par sasilušu kontinentālu subpolāru (cP_s) gaisu. Transformācija norit lēni, ja kustība dienvidu virzienā tomēr notiek virs pagulvirsas, kurai ir zema temperatūra, piemēram, pastāv sniega sega. Pavasarī un agrā rudenī, ieplūstot cP gaisam, var veidoties salna, piemēram, 1999. gada 13. maijā laikapstākļus Latvijā noteica ar dienvidaustrumu vējiem ieplūstošais cP gaiss, kurš veidojās no xA gaisa. Bija neliels mākoņu daudzums, no rīta bija salna (3-6. att.).

cP gaiss nesasniedz Latviju no jūnija līdz augustam, kad tā izcelšanās apgabals atkāpjas ziemeļu virzienā, un aptver Skandināvijas ziemeļus un Krievijas ziemeļus.

Transformēts okeāniskais subpolārs gaiss (xP gaiss) ir visu gadalaiku gaisa masa Latvijā, kas ieplūst ar Z, ZR, R vējiem un veidojas virs sauszemes. Ziemā šīs Ziemeļeiropas subpolārās gaisa masas veidošanās apgabals plešas no Skandināvijas un Jitlandes pussalas rietumu piekrastes līdz 25° austrumu meridiānam, bet ziemeļu-dienvidu virzienā no Botnijas līča ziemeļu daļas līdz Latvijas dienvidaustrumu robežai un Baltijas jūras dienvidu piekrastei piegulošajai saussauzemes daļai. Sākot ar oktobri, kad neto radiācija strauji samazinās, okeāniskais subpolārs gaiss, nonākot virs sauszemes nesasilst, un pārveidojas par nedaudz sausāku un vēsāku gaisu, veidojas vienlaidus pelēka *Stratus* mākoņu sega, nokrišņu ir maz vai to nav vispār, citkārt ir tikai daļēja apmākšanās. Tuvojoties vasarai xP veidošanās apgabals sarūk, un vasarā tā dienvidu robeža atkāpjas uz ziemeļiem no Somu jūras līča. xP gaisa veidošanās apgabals aptver Somiju un Kolas pussalu.

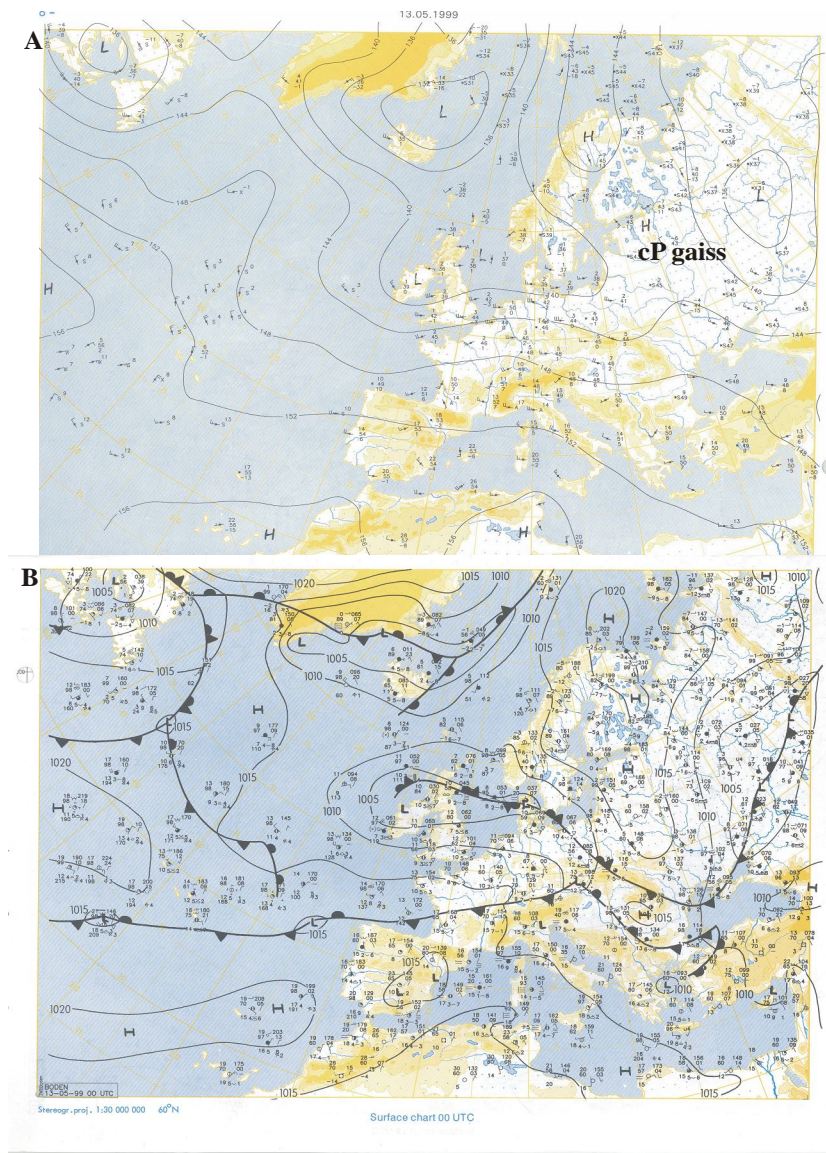
1997. gada 30.-31.decembrī virs Baltijas reģiona pastiprinājās augsta spiediena apgabals un, mP gaisam transformējoties, izveidojās xP gaiss ($t_{850}=-7,7^{\circ}\text{C}$, $T_{pp-850}=10,3^{\circ}\text{C}$), bija apmācies, mākoņainums 10/10 balles. Gan minimālā, gan maksimālā gaisa temperatūra bija $<0^{\circ}\text{C}$, un diennakts vidējā temperatūra Latvijā bija no $-0,1^{\circ}$ līdz $-6,1^{\circ}\text{C}$. 30.decembrī nedaudz sniga Latvijas austrumu daļā (Daugavpilī un Rēzeknē nokrišņu daudzums 5,3 un 3,5 mm), 31.decembrī nokrišņu nebija visā Latvijā, bija migla un sarma.

Gada aukstajos mēnešos xP gaiss Latvijā ir mērena gaisa masa, bet siltajos mēnešos (aprīlis-septembris) xP gaiss ir auksta vai vēsa gaisa masa - tas veidojas no arktiska gaisa. Vēlā pavasarī un vasarā tas ieplūst Latvijā ar ziemeļu, ziemeļaustrumu vējiem, kad virs Skandināvijas un Somijas aiz ciklonu sērijas okeāniskā arktiskā gaisā izveidojas augsta spiediena apgabals, un tas ātri transformējas par xP gaisu. Piemēram, 1999.gada 17.-18. maijā ciklona aizmugurē notika auksta xP gaisa advekcija ($t_{850}=-0,5^{\circ}\dots-1,4^{\circ}\text{C}$, $T_{pp-850}=19,7^{\circ}\dots20^{\circ}\text{C}$), pūšot dzestram austrumu vējam. Diennakts vidējā temperatūra visā teritorijā bija $8,1^{\circ}$ līdz $13,5^{\circ}\text{C}$, nokrišņu nebija, no rīta bija rasa. Daudzviet bija salna. Tā kā bija neliels mākoņainums, saules spīdēšanas ilgums sasniedza 14-15 stundas/dienā.

Vasaras mēnešos xP gaiss rada vēsu laiku. Ieplūstot xP gaisam, temperatūra pazeminās visos līmeņos un parasti ir pavēss laiks ar lielu diennakts temperatūras amplitūdu, neliels mākoņu daudzums: piemēram, 1999. gada 28. jūlijā maksimālā gaisa temperatūra sasniedza $21^{\circ}-23,3^{\circ}\text{C}$, naktī $5,7^{\circ}-8,2^{\circ}\text{C}$ (Rīgā $12,6^{\circ}\text{C}$ pilsētas mikroklimata ietekmē). No rīta bija rasa, un dienā blakus nelielam *Stratus* mākoņu daudzumam sakarā ar pagulvirsas sasilšanu un termisko konvekciju veidojās *Cumulus* mākoņi. No oktobra līdz martam xP gaiss ir ilggadīgā vidējā gaisa masa Latvijā, kura gan oktobrī pēc mitruma satura ir tuvāka mP gaisam.

Okeāniskais subpolārs gaiss (mP gaiss) ir Latvijā vidēji visbiežāk sastopamā gaisa masa, kas ieplūst pa dažādām trajektorijām, kuras veido plašu sektoru no dienvidrietumiem līdz ziemeļiem. Okeāniskais subpolārs gaiss mP visbiežāk ieplūst Latvijā Atlantijas ciklonu aukstās frontes aizmugurē. Atkarībā no ciklona trajektorijas mP gaisa īpašības var būt tuvas mA gaisa īpašībām vai citkārt tās var būt tuvas vidusplatumu mS_p gaisa īpašībām. Okeāniskais subpolārs gaiss ir siltāks un mitrāks par mA gaisu, jo veicis garāku ceļu pāri Atlantijas okeānam un tā trajektorija bijusi nedaudz tālāk dienvidu virzienā.

Ziemā mP gaiss veidojas plašā apgabalā, kas plešas virs Atlantijas okeāna ziemeļu daļas līdz Skandināvijas pussalas ziemeļu un rietumu piekrastei, ieskaitot Ziemeļu jūru. Gaisam pārvietojoties virs relatīvi siltajiem Atlantijas okeāna ūdeņiem, tas sasilst un kļūst konvektīvi nestabils līdz pat 3 km augstumam. Šādam gaisam raksturīgs brāzmains vējš, Cu un Cb mākoņi, gāzienvēda nokrišņi un laba redzamība, izņemot nokrišņu izkrišanas laiku. Jo garāks mP gaisa masas ceļš virs sauszemes, jo nokrišņu intensitāte ir mazāka, taču to ir vairāk. Gaisam kļūstot stabilākam, parādās zemie *Stratus* mākoņi. Ziemas mēnešos mP gaiss ir mērena gaisa masa, kas izraisa temperatūras paaugstināšanos, un tāpēc bieži rodas atkušņi.



3-6. att. Laikapstākļus Latvijā nosaka kontinentāls subpolārs gaiss cP, 13-05-1999.

A – Atlantijas–Eiropas sektora 850 hPa līmeņa karte plkst. 12.00 GMT, virs Latvijas $t_{850}=0^{\circ}\dots-5^{\circ}\text{C}$ un ģeopotenciāls ~ 1430 gpm. **B** – sinoptiskā situācija Eiropā plkst. 00.00 pēc Griniča laika – virs Skandināvijas un Baltijas reģiona atrodas augsta spiediena apgabals

Fig. 3-6. Weather in Latvia controlled by continental subpolar air cP, 13-05-1999.

A – 850 hPa level chart at 12.00 GMT for Atlantic – European sector, over Latvia $t_{850}=0^{\circ}\dots-5^{\circ}\text{C}$, geopotential height 1430 gpm; **B** – synoptic situation in Europe 00.00 GMT – Scandinavia and the Baltic region is dominated by high pressure

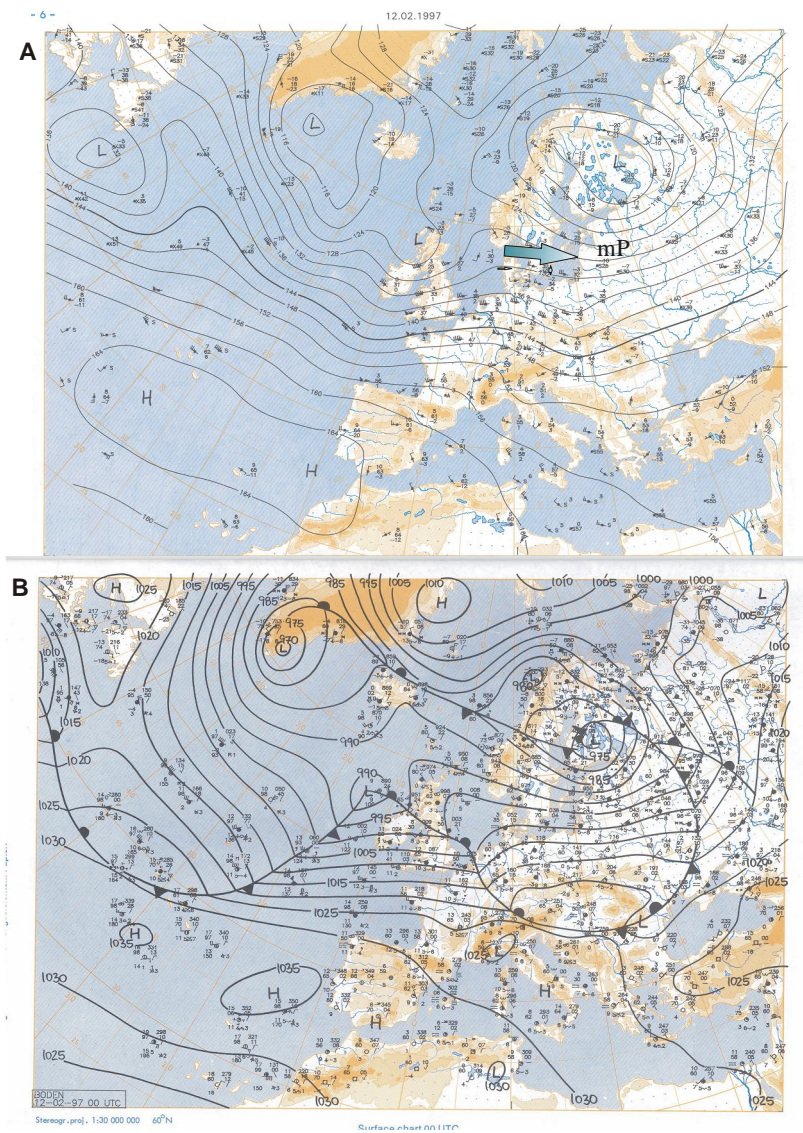
Kad mP gaiss pārvietojas pāri neaizsalušai Baltijas jūrai, relatīvi siltie jūras ūdeņi izraisa gaisa sasilšanu un pastiprina nokrišņu izkrišanu. 1997. gada 12. februārī ar dienvidrietumu vēju ($v_{850}=240^\circ$) no Ziemeļjūras ieplūda mP gaiss ($t_{850}=-6,3^\circ\text{C}$, $T_{pp-850}=14,2^\circ\text{C}$), un ne vien dienas, bet arī diennakts gaisa temperatūra bija pozitīva visā Latvijā ($1,5-3,4^\circ\text{C}$), mākoņainums bija 10/10 balles, izkrita nokrišņi lietus veidā, un tie nebija ilgstoši, piemēram, Rīgā lietus izkrita 1 h 15 min. naktī un 1 h 30 min. no rīta (3–7. att.). Vietumis Latvijas austrumu daļā (Alūksne, Dagda) bija slapjš sniegs. Citkārt, ieplūstot mP gaisam, gaisa temperatūra var būt tuvu 0°C un izkrīt sniegs.

Siltajos mēnešos mP gaiss rada vēsu laiku. Ieplūstot mP gaisam, temperatūra pazeminās visos līmeņos, un parasti ir pavēss, daļēji saulains laiks: jūlija mēnesī pusdienlaikā gaisa temperatūra sasniedz $16-22^\circ\text{C}$, naktī $9-11^\circ\text{C}$. Dažkārt sakarā ar pagulvirsas sasilšanu dienā notiek termiskā konvekcija – rodas lietusgāzes, pērkona negaiss, bet naktī mākoņiem ir tendence izkļīst. 1992. gada 16. jūlijā laikapstākļus Latvijā noteica ciklona dienvidu mala, un ar ZR vēju ieplūda mP gaiss ($t_{850}=5,6...7,6^\circ\text{C}$, $T_{pp-850}=34,1...38^\circ\text{C}$). Pusdienlaikā piezemes gaisa temperatūra pārsniedza 20°C (Rīgā $20,2^\circ\text{C}$, Rēzeknē $22,2^\circ\text{C}$), bet diennakts vidējā temperatūra Latvijā bija $14,3^\circ\text{C}$ – $17,3^\circ\text{C}$. Vietām (Rīga, Zosēni) lija, bija pērkona negaiss. 16. jūlijā gaisa vidējā temperatūra Rīgā ($17,6^\circ\text{C}$) atbilda normai (1881–1991).

3.1.3. Sasilis subpolārs gaiss

Sasilis kontinentāls subpolārs gaiss (cP_s gaiss) ir visu gadalaiku/pastāvīga gaisa masa Latvijā un tā ieplūšana nav saistāma ar noteiktu gaisa plūsmas virzienu. Ziemas mēnešos šis gaiss veidojas, transformējoties virs sauszemes subpolāram okeāniskam gaisam mP, kad tā advekcija no Atlantijas okeāna puses atslābst un tas lēnām pārvietojas pāri Rietumu un Viduseiropai. Ja zemes virsu neklāj sniega sega, mP gaiss aptuveni vienas nedēļas laikā pārveidojas par cP_s gaisu. Šī gaisa siltumietilpība (temperatūra un mitrums) 850 hPa līmenī ir tuva mP gaisam, taču tā kā vertikālā apmaiņa cP_s gaisā ir stipri pavājināta tā sasilšana var notikt vienīgi tad, ja troposfērā rodas lejupejoša kustība un gaiss adiabatiski sasilst. cP_s gaiss var veidoties, kontinentālam subpolāram gaisam cP nonākot virs siltākas, no sniega brīvas pagulvirsas, piemēram, 1999. gada 25. decembrī, kad Volgogradas ziemeļos atradās anticiklona centrs, Latvijā pa anticiklona ZR malu no Viduseiropas ieplūda cP_s gaiss ($t_{850}=-3,3^\circ\text{C}$, $T_{pp-850}=16,3^\circ\text{C}$). Anticiklona centrālajā un austrumu daļā bija cP gaiss, kurš nonākot virs Viduseiropas dienvidiem, pārveidojās par siltāku kontinentālu gaisu.

Vasaras mēnešos cP_s gaiss visbiežāk veidojas no transformēta subpolāra gaisa, bet tas var ieplūst Latvijā arī ar dienvidrietumu–dienvidaustrumu vējiem no Ukrainas, Krievijas Eiropas daļas dienvidiem vai Viduseiropas un veidoties no kontinentāla vidusplatumu vai subtropiska gaisa, tam pārvietojoties ziemeļu virzienā un nedaudz atdziestot. cP_s gaisā parasti ir skaidrs laiks vai neliela mākoņainība



3–7. att. Okeāniska subpolāra gaisa (mP) ieplūšana Latvijā, 12–02–1997.

A – Atlantijas – Eiropas sektora 850 hPa līmeņa karte plkst. 12.00 GMT – ģeopotenciālu izkārtojums un vēju vektori parāda gaisa plūsmu no R/ZR, $t_{850} = -6^{\circ}\text{C}$ (Rīga); **B** – sinoptiskā situācija Eiropā plkst. 0.00 GMT – Baltijas reģionā gaisa plūdums no Atlantijas okeāna puses.

Fig. 3–7. Arrival of oceanic subpolar mP air in Latvia, 12–02–1997.

A – 850 hPa level weather chart at 12.00 GMT for Atlantic – European sector – geopotential field and wind vectors show air flow from W/NW, $t_{850} = -6^{\circ}\text{C}$ (Riga); **B** – synoptic situation in Europe at 00.00 GMT shows air flow over Baltic region from the Atlantic ocean

bez nokrišņiem, un tā ieplūšana Latvijā nav saistāma ar noteiktiem vēju virzieniem, bet gan ar pavājinātu atmosfēras cirkulāciju un anticiklonu attīstību. Piemēram, 1999. gada 19.–21. maijā no Ziemeļjūras līdz Polijai un Latvijai transformētā subpolārā gaisā xP izveidojās plašs garumā stiepts augsta spiediena apgabals. Šajā augsta spiediena apgabalā notika lejupejoša gaisa kustība, un tas pakāpeniski transformējās par kontinentālu – cP_s gaisu. Pirmajās divās dienās (19.–20. maijā) Latvija atradās šī apgabala ZA/A daļā, pūta ziemeļu puses vēji ($v_{850}=344^{\circ}-348^{\circ}$), nokrišņu nebija. 20. maijā Latvijas teritorijas robežās diennakts vidējā temperatūra bija 0,8...13,9°C, maksimālā temperatūra dienā sasniedza 20–22°C, bija neliels mākoņu daudzums, no rīta bija rasa un saules spīdēšanas ilgums sasniedza 15–16 stundas.

Sasilis transformējies okeāniskis subpolārs gaiss (xP_s gaiss) ir visu gada laiku/pastāvīga gaisa masa Latvijā, kura iegūst tai raksturīgās īpašības, atrodoties virs sauszemes Eiropas mērenajos platumos. Ziemas mēnešos xP_s gaiss izveidojas no mP gaisa jau vienas dienas laikā, nonākot virs sauszemes, kas brīva no sniega, pavājinātas advekcijas apstākļos, bet tas var izveidoties arī no mP_s gaisa. Ziemas apstākļos xP_s gaiss salīdzinājumā ar mP gaisu ir siltāks, stabilāks un ar zemāku relatīvo mitrumu, un pavisam nedaudz vēsāks par mP_s gaisu. Ziemā veidojas vienlaidus mākoņu sega. 1998. gada 21. janvārī no Eiropas dienvidiem ar DDR vēju ieplūda xP_s gaiss ($t_{850}=4,6^{\circ}\text{C}$, $T_{pp850}=6,8^{\circ}\text{C}$), diennakts vidējās temperatūras visā Latvijas teritorijā bija pozitīvas (0,4–2,6°C) pie nelielas diennakts temperatūru amplitūdas, kura nepārsniedza 3,5°C. Debesis klāja vienlaidus mākoņu sega (10/10) un visā Latvijas teritorijā bija nokrišņi lietūs un slapja sniega veidā.

Siltajos mēnešos xP_s gaiss veidojas no siltākām okeāniskām gaisa masām (mP_s vai mS_p). Vasarā parasti ir saulains laiks, var veidoties normāla konvekcija – ir laba laika *Cumulus* mākoņi.

Aprēķinot mēneša vidējo 850 hPa temperatūru un pseidopotenciālo temperatūru, kā arī relatīvo mitrumu, teorētiski no aprīļa līdz augustam xP_s gaiss ir ilggadīgā vidējā gaisa masa Latvijā. 850 hPa līmenī sasilis un xP_s gaiss ir vidēji 3–4°C siltāks par mP gaisu, bet pseidopotenciālās temperatūras atšķiras vēl vairāk (2–10. att.). Aprīlī un maijā Latvija vēl atrodas xP gaisa veidošanās apgabalā, bet, iestājoties pavasarim, vidusplatumu (S_p) gaisa veidošanās apgabals (to ierobežo +15°C izoterma) pakāpeniski pārvietojas ziemeļu virzienā, un jūnijā jau ir sasniedzis Latviju un Somu jūras līci, un šķērso Skandināvijas pussalu pa 60° Z paralēli, kas varētu nozīmēt to, ka Latvijā potenciāli var veidoties transformēts vidusplatumu (xS_p) gaiss [Geb, 1981]. Taču sakarā ar Latvijas tuvumu vidusplatumu ziemeļu apmalei vasaras mēnešos salīdzinoši bieži ieplūst vēss subpolārs (mP un xP) gaiss, un ģeneralizētā skatījumā augstais saules radiācijas pieplūdums un gaisa iesilšana tiek “apslāpēta”.

Sasilis okeāniskis subpolārs gaiss (mPs gaiss) ir visu gadalaiku pastāvīga gaisa masa Latvijā, kuras vidējā atkārtojamība ir viena diena mēnesī, pie tam tā neieplūst katru mēnesi. Šis gaiss ir okeāniska subpolāra gaisa paveids, kas veidojas, mP gaisam sasilstot, kad tas veic plašu loku virs Atlantijas okeāna dienvidu,

dienvidastrumu virzienā līdz pat subtropiskajiem platumiem un tad pārvietojas uz lielākiem platumiem (3–2. att.). Klasiskā gadījumā ziemeļrietumos no Britu salām Atlantijas okeāna vidusdaļā izveidojas zema spiediena apgabals, kura ieplaka plešas tālu dienvidu virzienā. Ar mP gaisu notiek komplekss process: sākotnēji aukstais gaiss pārvietojas dienvidu virzienā, tā apakšējie slāņi stipri sasilst un kļūst nestabili, pieaug mitruma saturs, bet turpmāk, pārvietojoties ziemeļaustrumu virzienā virs ūdens virsmas, tas virs vēsākas pagulvirsas sāk atdzist un apakšējos slāņos kļūst stabils, joprojām turpinot uzņemt mitrumu. Augstāk gaiss ir nestabils, un šāda stabila un nestabila slāņa kombinācija var radīt dažādus laikapstākļus. Kad sasilušais, mitrais subpolārais gaiss pārvietojas ziemeļaustrumu virzienā pāri Eiropai un sasniedz Latviju, ziemas mēnešos ir apmācies laiks, zemo mākoņu sega klāj visas debesis, ir lietus vai slapjš sniegs, migla, smidzināšana, un diennakts vidējā temperatūra +4...+6°C. Sasilis subpolārais gaiss ziemā parasti izsauc spēcīgu atkusni. 2000. gada 14. decembrī ar dienvidrietumu vēju ciklona ar centru virs Ziemeļjūras aukstās frontes aizmugurē Latvijā ieplūda mP_s gaiss. Diennakts vidējā temperatūra Latvijā bija 5,1...7,6°C, daudzviet bija nokrišņi lietus un gāzienlietus veidā, dūmaka. Naktī minimālā temperatūra visā Latvijas teritorijā nebija zemāka par +4°C, bet dienā pārsniedza +8°C (Saldū 8,5°C, Daugavpilī 8,3°C).

Vasarā mP_s gaiss reti sasniedz Latviju. Tā izpausmes vasarā ir līdzīgas kā mP gaisam, bet gaisa temperatūra ir augstāka, mākoņainums ir mazāks, no rītiem ir rasa, daudzviet migla, dienā veidojas konvekcija un var būt lietusgāzes, pērkona negaiss. Pilnvasarā diennakts vidējā temperatūra ir +17°...21°C, bet dienas vidū maksimālā temperatūra var sasniegt +27°C.

3.1.4. Vidusplatumu un subtropiskās gaisa masas

Okeāniskais vidusplatumu gaiss (mSp gaiss) veidojas apgabalā, kurš aptver okeāna plašumus dienvidrietumos no Britu salām, Biskajas līci un Atlantijas okeāna ūdeņus uz rietumiem no Ibērijas pussalas. Šī apgabala ziemeļu–dienvidu robežas atrodas starp 40°–60°z.pl. un tās daļēji migrē atkarībā no gadalaika. Ziemā šāda mērena okeāniska gaisa masa var ieplūst Latvijā, pārvietojoties ciklona plūsmā, tā siltajā sektorā. Ziemas mēnešos mS_p gaiss ir stabila gaisa masa un, tāpat kā mP_s gaiss, atnes Latvijā intensīvu atkusni, gaisa temperatūra paaugstinās virs 0°C pat naktī, ir nokrišņi smidzinoša lietus veidā, migla, zemā stāva Stratus mākoņi. Taču mS_p gaisa atkārtamība Latvijā ziemas mēnešos ir vidēji viena diena mēnesī, tas sasniedz Austrumeiropu un Latviju ar grūtībām, jo šajos mēnešos zemes virsmu klāj sniega sega un virs šādas pagulvirsas mS_p gaiss pakāpeniski atdziest, pārvēršoties par xP un tālākā gaitā par cP gaisu. Sasniedzot 60° Z pl., 40° A gar., mēreno platumu okeānisku gaisu novēro divreiz retāk kā Latvijā, turklāt vienīgi no oktobra līdz aprīlim, un šajos mēnešos tā atkārtamība ir ≤ 1% mēnesī [Hattwig, 2003].

1998. gada 21. februārī ar rietumu vēju Latvijā ieplūda mS_p gaiss ($t_{850}=-2,5^{\circ}\text{C}$, $T_{pp-850}=20,8^{\circ}\text{C}$), un visā teritorijā diennakts vidējās temperatūras bija līdzīgas, $4,2^{\circ}\text{C}<t_{dienn}<4,8^{\circ}\text{C}$ un minimālā temperatūra nenoslīdēja zemāk par 2°C.

Bija liels mākoņainums, bet dienā īslaicīgi spīdēja saule, un bija nelieli nokrišņi lietus un smidzinoša lietus veidā.

Dažreiz mS_p gaisa īpašības ir tuvas subtropiska gaisa īpašībām. 1992. gada 3. janvārī Latvijā novēroja rekordaugstu gaisa temperatūru: Rūjienā un Kolkā $+10^{\circ}\text{C}$, Rīgā $9,4^{\circ}\text{C}$, un visā Latvijas teritorijā bija nokrišņi lietus veidā, jo naktī uz 3. janvāri Latviju šķērsoja ciklona siltā fronte un ieplūda stipri mitrs mS_p gaiss ($t_{850}=1,2^{\circ}\text{C}$, $T_{pp-850}=27^{\circ}\text{C}$, $r_{850}=91\%$).

Vasaras mēnešos okeānisko gaisa masu rietumu plūdums kļūst ievērojami vājāks un, attālinoties no Atlantijas okeāna piekrastes, vēsais un mitrais gaiss spēcīgās saules radiācijas ietekmē ātri zaudē savas īpašības. Līdz ar to, sākot ar maiju un līdz pat jūlijam, mS_p gaiss Latvijā ieplūst reti – ne katru gadu, un 11 gadu periodā (1990–2000) jūnijā un jūlijā tas Latvijā nav novērots. Latvija uzlūkojama par robežšķirtni, aiz kuras tālāk austrumu virzienā mS_p gaiss vasaras mēnešos neieplūst un arī ziemā ir reta parādība.

Transformēts okeānisks vidusplatumu gaiss (xS_p gaiss) Latvijā – gaisa masa ar kontinentalitātes iezīmēm, kā arī kontinentālās gaisa masas cS_p un cS_p –visbiežāk nonāk no DA, D, DR, un pretstatā karstajam subtropiskajam gaisam, kura ietekmē piezemes gaisa temperatūra paceļas virs 30°C , tās veido saulainus, patīkamus laikapstākļus, kad maksimālā temperatūra ir 25 – 30°C robežās.

xS_p gaiss ieplūst Latvijā galvenokārt pavasara, vasaras un rudens mēnešos, bet no oktobra līdz martam – reti. Šī ir ļoti silta gaisa masa un veidojas virs sauszemes no mS_p vai mP_s gaisa, kurš, pārvietojoties virs kontinenta, pakāpeniski zaudē mitrumu un sasilst. Visbiežāk xS_p gaiss ieplūst Latvijā ar dienvidu, dienvidaustrumu vējiem. Iestājas tveicīgs laiks, ir neliela mākoņainība, dienā laba laika *Cumulus* mākoņi. Atšķirībā no subtropiska gaisa, kad pilnvasarā maksimālā temperatūra var pārsniegt 30°C , xS_p gaisā dienā temperatūra var sasniegt 25 – 29°C un, attīstoties konvekcijai, pēcpusdienā var veidoties pērkona negaiss.

Kontinentāls vidusplatumu gaiss (cS_p gaiss) Latviju sasniedz galvenokārt pavasara un vasaras mēnešos, un dažreiz rudenī, iestājoties atvasarai. Sākoties pavasarim, tā veidošanās apgabals, kurš ziemā aizņem vien Eiropas vidusdaļu starp 5° – 20°A gar. un Vidusdonavas–Lejasdonavas zemienes, ievērojami paplašinās ziemeļaustrumu virzienā un aptver ne vien Viduseiropu, bet arī Austrumeiropas līdzenumu, stipri pietuvojoties Latvijai. Parasti cS_p gaiss sasniedz Latviju tad, kad virs Baltijas reģiona, Centrāleiropas vai Austrumeiropas izveidojas augsta spiediena apgabals. cS_p gaiss parasti atnes saulainu un ļoti siltu laiku ar lielu diennakts temperatūru amplitūdu. Dažreiz ir neliela mākoņainība. Jūlijā dienas maksimālā temperatūra sasniedz 29 – 30°C , un arī naktī ir ļoti silts – ap 15°C . Vakaros veidojas migla, no rītiem rasa. 1994. gada 12.–13. jūlijā Latvijā ieplūda cS_p gaiss ($t_{850}=14,4^{\circ}\text{C}$, $T_{pp-850}=42,7^{\circ}\text{C}$) ar zemu relatīvo mitrumu – $r_{850}=40\%$ (3–8., 2–8. att.). Naktī piezemes gaisa temperatūra bija virs $13,5^{\circ}\text{C}$, bet dienā tuvu 30°C un pat augstāka: $30,3^{\circ}\text{C}$ Rūjienā, $30,6^{\circ}\text{C}$ Saldū. Visā Latvijā bija bez nokrišņiem.

Okeāniskais subtropiskais gaiss (mS gaiss) ir ļoti silta gaisa masa, kas visbiežāk sasniedz Latviju no maija līdz augustam, un retos gadījumos arī ziemas mēnešos. Mitruma saturs mS gaisā ir augstāks nekā jebkurā citā okeāniskā gaisa masā, un tam raksturīga augsta piezemes gaisa temperatūra. mS gaiss visbiežāk ieplūst Latvijā no Atlantijas okeāna subtropiskajiem platumiem vai Vidusjūras reģiona (3–2. att.).

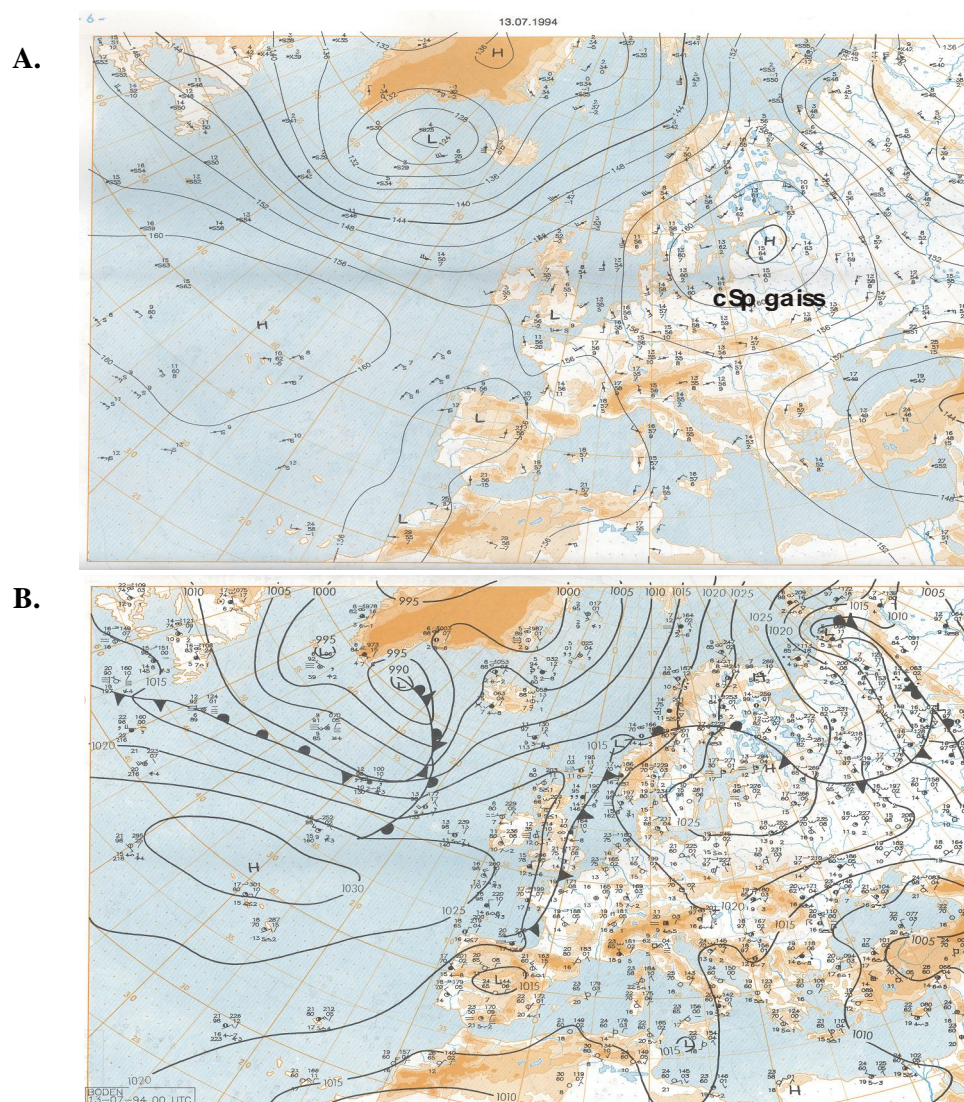
Ziemā tā ir ļoti stabila gaisa masa, kas atnes intensīvu atkusni, mitru, apmākušos laiku ar zemā stāva mākoņiem, ar miglu un smidzinošu lietu. Piemēram, 1999. gada 21. janvārī Latvijā ieplūda mS gaiss ($t_{850}=2^{\circ}\text{C}$, $T_{pp-850}=29,6^{\circ}\text{C}$) ar augstu relatīvo mitrumu, $r_{850}=99\%$, un piezemē diennakts vidējā gaisa temperatūra visā teritorijā bija $0,9-3,7^{\circ}\text{C}$, dienā maksimālā temperatūra sasniedza $+5^{\circ}\text{C}$ un minimālā temperatūra bija virs 0°C . Bija apmācies un visā teritorijā bija nokrišņi, lietus un smidzinošs lietus, migla.

Vasaras mēnešos mS gaiss nav tik stabils kā ziemā, veidojas *Cumulus* un *Cumulonimbus* mākoņi, ir lietusgāzes un pērkona negaiss. Vasarā ir ļoti silts, un jūlija dienās piezemes gaisa temperatūra sasniedz 30°C .

Transformētais okeāniskais subtropiskais gaiss (xS gaiss) ir ļoti silta gaisa masa. Var ieplūst no aprīļa līdz oktobrim ar dienvidu vējiem no Vidusjūras un Melnās jūras rajoniem, bet ļoti retos gadījumos var sasniegt Latviju arī ziemā. Latvijā ieplūstošais xS gaiss ir Vidusjūras vai Melnās jūras subtropiskais gaiss, kurš, pārvietojoties ziemeļu–ziemeļaustrumu virzienā un šķērsojot Pireneju – Rietumkarpatu kalnu grēdas, parasti iegūst kontinentalitātes iezīmes. Kad šāds gaiss ziemā sasniedz Latviju, tas jau tiek identificēts kā xSp gaiss.

Kad vasaras mēnešos Latvijā iestājas ļoti karsts un tveicīgs laiks, tad visbiežāk valda xS gaiss. Jūlijā maksimālā temperatūra dienā bieži pārsniedz 30°C . Parasti ir liela diennakts temperatūru amplitūda, bet arī naktī ir augsta gaisa temperatūra. 1998. gada 22. jūlijā Latviju no rietumu puses šķērsoja zema spiediena ieplaka un ar DR vēju ieplūda ļoti silts xS gaiss ($t_{850}=17^{\circ}\text{C}$, $T_{pp-850}=55,5^{\circ}\text{C}$) ar relatīvo mitrumu tuvu 60% ($r_{850}=55-66\%$). Dienā maksimālā gaisa temperatūra bija tuvu 30°C , bet Rīgā $30,5^{\circ}$, Daugavpilī $32,3^{\circ}\text{C}$, un arī minimālā temperatūra naktī bija augsta, visā Latvijas teritorijā tā pārsniedza 14°C . Bija neliels augsto mākoņu daudzums, un dienā veidojās Cu mākoņi, kuri pēcpusdienā izklīda, un vakarā veidojās migla.

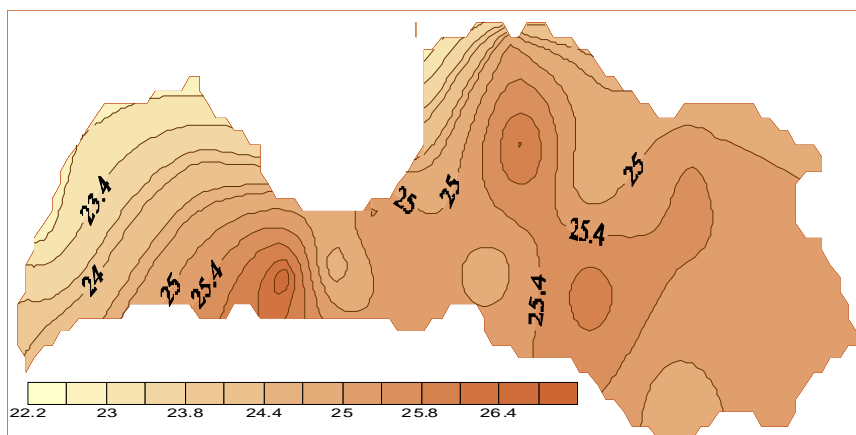
Kontinentālais subtropiskais gaiss (cS gaiss) ir karstākā gaisa masa Latvijā, kuras ietekmē tiek sasniegtas visaugstākās piezemes gaisa temperatūras, taču tas nenotiek katru gadu. Šāds karsts un sauss gaiss Latviju sasniedz tikai vasaras mēnešos, no maija līdz augustam, jo, tuvojoties ziemai, subtropisko gaisa masu veidošanās apgabals pārvietojas ekvatora virzienā. cS gaiss var sasniegt Latviju no Eiropas dienvidaustrumiem un Vidusāzijas, kā arī no Balkānu pussalas. Pavasara un rudens mēnešos, kad radiācijas bilance ir neliela, šis gaiss, pārvietojoties ziemeļu virzienā, atdziest, un to diagnosticē kā cSp gaisu. cS gaisā vērojama liela diennakts temperatūru amplitūda, pie tam Latvijas apstākļiem augsta ir gan dienas maksimālā, gan nakts minimālā temperatūra.



3–8. att. Laikapstākļus Latvijā nosaka kontinentāls vidusplatumu (c_s) gaiss, 12–07–1994. A. Atlantijas – Eiropas sektora 850 hPa līmeņa karte plkst. 12.00 GMT – ģeopotenciālu izkārtojums parāda augsta spiediena apgabalu un nelielu vēju Baltija reģionā, $t_{850} = 15^{\circ}\text{C}$ (Rīga); B. sinoptiskā situācija Eiropā plkst. 0.00 GMT; Baltijas reģionā valda anticiklons

Fig. 3–8. Continental midlatitude (c_s) air in Latvia, 12–07–1994. A – 850 hPa level weather chart at 12.00 GMT for Atlantic – European sector – geopotential field shows high pressure and light winds over the Baltic region, $t_{850} = 15^{\circ}\text{C}$ (Riga); B – synoptic situation in Europe at 00.00 GMT – the Baltic region is dominated by anticyclone

Vakaros veidojas migla, un no rītiem ir rasa. 1994. gada pēdējās trīs jūlija dienās Latvijā no Dienvidēiropas ieplūda cS gaiss ($t_{850}=17,2\dots 20,4^{\circ}\text{C}$, $T_{pp-850}=52,8^{\circ}\dots 58,7^{\circ}\text{C}$) ar zemu relatīvo mitrumu, $r_{850}=32\text{--}51\%$. Piezemes gaisa temperatūra 29. un 30. jūlijā dienā pacēlās līdz $33\text{--}36^{\circ}\text{C}$ (Skrīveros $34,5^{\circ}\text{C}$, Priekuļos 34°C , Dobelē $35,8^{\circ}\text{C}$), un arī naktī gaisa temperatūra bija augsta, $17,0\dots 22^{\circ}\text{C}$. (3–9. att.).



3-9. att. Diennakts vidējās piezemes (2 m) gaisa temperatūras sadalījums Latvijā kontinentālā subtropiskā (cS) gaisā, 30–07–1994

Fig. 3-9. Near surface (2 m) mean diurnal air temperature distribution over Latvia, when weather was controlled by continental(cS) subtropical air, 30–07–1994

3.2. Okeānisku un transformētu okeānisku gaisa masu biežums

Latvijā ieplūstošais okeāniskais gaiss veidojas virs Atlantijas okeāna un tam piegulošajām jūrām, un tādējādi visraksturīgākās trajektorijas, pa kurām okeāniskais gaiss nonāk Latvijā, ir no rietumiem, pat dienvidrietumiem, vai arī ziemeļrietumiem – no Norvēģu jūras. Piemēram, 1997. gada 8.–9. janvārī ciklonālās plūsmas ietvaros Latvijā ieplūda okeāniskais subpolārs gaiss mP (2-7. att.), bet 12. janvārī – okeāniskais arktiskais gaiss mA, un abos gadījumos līdz pat 1350–1500 m augstumam (850 hPa) gaiss bija mitrs ($r_{850}>88\%$) un bija nelieli nokrišņi sniega veidā. Okeāniskajām gaisa masām (mA, mP, mP_s, mS_p) Eiropā raksturīga labi izteikta 850 hPa pseidopotenciālo temperatūru gada gaita un relatīvi neliela standartnovirze ($\sigma\leq 3,3^{\circ}\text{C}$) no ilggadīgām vidējām vērtībām, jo šo gaisa masu temperatūru nosaka okeāna un jūras ūdeņu virsējā slāņa temperatūra, kuras svārstības ātri mainīgo sinoptisko procesu ietvaros ir nelielas ($\pm 1^{\circ}\text{C}$) [Geb, 1981].

Okeāniskais gaiss ieplūst Latvijā katru mēnesi un visos gadalaikos, un tā ilggadīgā vidējā atkārtojamība Latvijā ir nedaudz zem 40% jeb ≤ 10 dienas/mēnesī

(dienās bez a/f). Latvijas teritorijas vidusdaļā (Rīga) okeānisko gaisa masu īpatsvars sasniedz 38–39%. Okeāniskās gaisa masas nav dominējošās Latvijā nevienā mēnesī, un vienīgi oktobrī to vidējā atkārtojamība sasniedz 50% jeb 13 dienas mēnesī (dienās bez a/f).

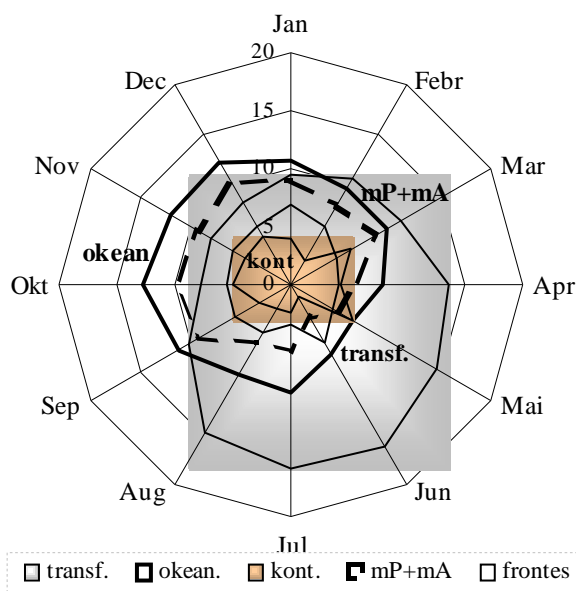
Okeāniska gaisa atkārtojamība sešus mēnešus gadā (no septembra līdz februārim) ir vidēji 40–50%, jo, tuvojoties ziemeļiem un ziemeļos, ziemeļu puslodē pieaug radiācijas un temperatūras kontrasti ekvatora – polu virzienā, kas izraisa rietumu plūdma intensitātes pieaugumu mērenajos platumos, un tāpēc okeāniskās gaisa masas no Atlantijas okeāna salīdzinoši īsā laikā sasniedz Latviju, spējot saglabāt savas sākotnējās īpašības. Par Atlantijas okeāna palielinātu ietekmi uz laikapstākļiem Eiropā no oktobra līdz aprīlim liecina arī lielāka jūras sāļu klātbūtne gaisā šajos mēnešos, kas konstatēta gaisā esošo aerosolu pārnese pētījuma ietvaros [Ström *et al.*, 2003]. Pārējos sešos mēnešos okeānisko gaisa masu īpatsvars Latvijā samazinās līdz 25–35% (dienās bez a/f). No septembra līdz februārim, kā arī martā, Latvijā pārsvarā ieplūst okeāniskais subpolārs un okeāniskais arktiskais gaiss, un šo divu gaisa masu īpatsvars sasniedz 70–85% no okeāniskajām gaisa masām (3-10. att.). Siltākas okeāniskās gaisa masas ieplūst īslaicīgi ciklonu silto sektoru ietvaros. Pavasara un rudens pārejas laikos no ziemas cirkulācijas režīma uz vasaras režīmu un otrādi biežāk vērojama meridionāla cirkulācija, tāpēc martā un oktobrī vērojama salīdzinoši lielāka arktisko, tai skaitā okeānisko arktisko, gaisa masu atkārtojamība.

Okeāniskās gaisa masas ir tās, kas atnes Latvijai lielāko daļu iekšmasu jeb gaisa masu nokrišņu. Baltijas jūras reģionā veiktais nokrišņu pētījums (2000–2001), izmantojot radara mērījumus, parādīja, ka liels iekšmasu nokrišņu īpatsvars (60–80%) vērojams vasaras mēnešos (no maija līdz septembrim), bet no oktobra līdz aprīlim tikai 30–45% nokrišņu nav saistīti ar atmosfēras frontēm [Walther *et al.*, 2003]. Iekšmasu nokrišņi biežāk izkrīt kā gāzienvēda nokrišņi, tie ir īslaicīgi, un tiem raksturīgs lietus ar lielām lāsēm vasarā, rudenī un pavasaros kopā ar sniega vai ledus graudiem, arī ziemā novēro īslaicīgas sniega gāzes.

Visbiežāk Latvijā ieplūstošās gaisa masas neveidojas virs viendabīgas virsas (sauszeme vai ūdens), kas ļauj veidoties viendabīgam temperatūras un gaisa mitruma laukam, bet to īpašību maiņa notiek nepārtraukti dažādu faktoru ietekmē: pagulvirsas temperatūra un mitrums, topogrāfija, gaisa masas trajektorija, tās kustības ātrums un vecums. Okeāniska gaisa masa, pārvietojoties virs sauszemes, pakāpeniski transformējas laikā un telpā, taču transformēts okeāniskais jeb pārejas tipa gaiss pēc savām īpašībām joprojām ir piederīgs okeāniskam gaisam, lai gan ir sausāks, jo, pārvietojoties virs sauszemes, pakāpeniski zaudē mitrumu un gaisa termiskās īpašības mainās atkarībā no gadalaika – tas sasilst vai atdziest. Tālākas transformācijas rezultātā šāds gaiss pakāpeniski pārvēršas par kontinentālu gaisu ar tādām pašām īpašībām kā šādā cilmvietā (sauszeme) veidojies gaiss.

Tā kā gaisa masas transformācija ir nepārtraukts process, gaisam pārvietojoties pāri Latvijai, tā īpašības arī mainās, taču izmaiņas notiek salīdzinoši lēni, jo straujākās gaisa masas izmaiņas jau ir notikušas pirmajās 1–2 dienās, tikko okeāniskais gaiss ir nonācis virs Skandināvijas pussalas vai Eiropas “pussalas”. Transfor-

mēta gaisa īpašības var mainīties samērā plašās robežās. No vienas puses, tā īpašības var būt samērā tuvas okeāniskam gaisam, bet citkārttās ir tuvākas kontinentāla gaisa iezīmēm. Piemēram, 1994. gada 4.–8. jūlijā (185.–190. diena) Latvijā laiku noteica augsta spiediena apgabals, kuru veidoja transformēts sasilis subpolārs gaiss xP_s . Laiks bija saulains, silts un sauss, un piezemē diennakts temperatūru amplitūda šajās dienās sasniedza $8,5^{\circ}\text{C}$, kas bija lielāka nekā okeāniskā gaisā ($3\text{--}5^{\circ}\text{C}$), un tomēr ievērojami mazāka nekā kontinentālā vidusplatumu gaisā ($14\text{--}15^{\circ}\text{C}$) šajā pašā mēnesī. Ļoti svarīgs kritērijs, identificējot transformētu gaisu, ir mitrums, un 4.–8. jūlijā relatīvais mitrums r_{850} bija $65\text{--}75\%$ (2-8. att.).



3-10. att. Okeānisku, transformētu okeānisku, kontinentālu gaisa masu un atmosfēras fronšu vidējais biežums (dienu skaits) Latvijā, 1990–2000. Atsevišķi attēlots okeānisko subpolāro un arktisko gaisa masu mP+mA biežums (*melnā raustītā līnija*).

Fig. 3-10. Mean frequency (days) of maritime, transformed maritime, continental air masses and atmospheric fronts over Latvia, 1990–2000. Supplemented by mean frequency of maritime subpolar and arctic air masses (*black dashed line*)

Transformēts okeānisks gaiss identificēts Latvijas vidusdaļā vidēji 49% dienu (dienās bez a/f) jeb vidēji 14 dienas mēnesī, bet vislielākais to īpatsvars ir jūnijā un jūlijā (vidēji 16 dienas mēnesī) un augustā. Okeānisko un transformēto gaisa masu ievērojams īpatsvars norāda uz patiesi lielo rietumu plūduma izraisīto okeānisko ietekmi uz Latvijas klimatu, ko pastiprina Baltijas jūras dziļā iespiešanās kontinentā, un ilggadīgā skatījumā vidējā gaisa masa ir transformēts okeānisks gaiss, ko nosaka Latvijas teritorijas atrašanās pārejas apgabalā starp Eiropas

okeānisko daļu Atlantijas okeāna piekrastē un austrumu daļu (Urāliem) ar īsti kontinentālu klimatu.

No oktobra līdz martam vidējā gaisa masa Latvijā ir transformēts subpolārs (xP) gaiss, bet no aprīļa līdz augustam – transformēts sasilis subpolārs (xP)_s gaiss; maijā šim gaisam raksturīga augstāka kontinentalitātes pakāpe, un septembrī tā īpašības tuvākas mP gaisam, bet tam raksturīgie termiskie un mitruma rādītāji ir standartnovirzes ietvaros. Acīmredzot šādas gaisa masu īpašības nosaka Latvijas teritorijas atrašanās mērenās joslas ziemeļu apmalē. Tas atbilst Eiropas gaisa masu cilmvietu kartējumam: rudenī un ziemā Latvija atrodas Ziemeļeiropas subpolārā gaisa– xPgaisa veidošanās apgabalā, kurš, sākoties pavasarim, atkāpjas ziemeļu virzienā, un Latvija nonāk vidusplatumu gaisa xS_p apgabalā (to ierobežo +15° izoterma), kurš augusta sākumā sasniedz Somu jūras līci un šķērso Skandināvijas pussalu uz ziemeļiem no 60° Z pl. [Geb, 1981]. Tātad vasarā labvēlīgos apstākļos gaisa masa Latvijā potenciāli var iegūt vidusplatumu gaisa xS_p īpašības.

3.3. Kontinentālās gaisa masas Latvijā

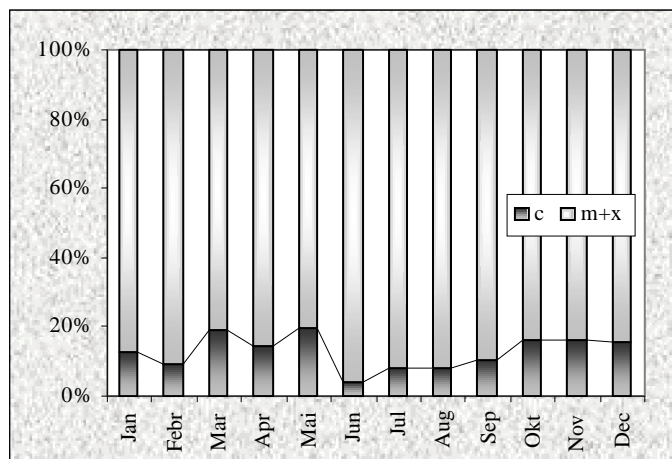
Kontinentālās gaisa masas veidojas virs sauszemes, un kontinentāls gaiss Latvijā var ieplūst no Krievijas Eiropas daļas, no Viduseiropas, no Skandināvijas, un ziemā arī no Sibīrijas pāri Krievijas Eiropas daļas ziemeļiem. Virs sauszemes veidojušās gaisa masas parasti satur maz vien mitruma – tas izpaužas kā liela temperatūras un rasas punkta starpība un zems relatīvais mitrums ($r_{850} \leq 50\%$) apakšējā troposfērā. Līdz pat 850–700 hPa augstumam, citiem vārdiem, planetārajā robežslānī gaiss ir sauss, taču veģetācijas periodā evapotranspirācijas ietekmē kontinentālās izcelsmes gaisa mitrums var būtiski pieaugt, un dažkārt ziemā Austrumeiropā veidojusies kontinentāla gaisa masa apakšējā troposfērā arī var būt samērā mitra un radīt ievērojamu apmākšanos.

Kontinentālās gaisa masas ir tās, kas var izraisīt Latvijā visbargākos ziemas laikapstākļus (cA gaiss), un atnest vasarā vislielāko karstumu (cS gaiss).

Kontinentālās gaisa masas ieplūst Latvijā vidēji 45–50 dienas gadā, turklāt to biežums gada gaitā ievērojami mainās (3-11. att.), un atkarībā no gadalaika Latvijā ieplūst dažādas izcelsmes kontinentālais gaiss. No septembra otrās puses līdz martam lielāks ir kontinentālā subpolārā gaisa (cP) īpatsvars, bet no aprīļa līdz septembrim Latvijā biežāk ieplūst sasilis kontinentālais subpolārs (cP)_s un vidusplatumu (cS_p) gaiss.

cP gaiss Latvijā visbiežāk ieplūst ar ziemeļaustrumu, austrumu un dienvidaustrumu vējiem. Ziemā tas veidojas plašā teritorijā, kas aptver Austrumeiropas līdzenumu, dienvidu virzienā stiepjas līdz pat apgabalam ziemeļos no Melnās jūras un rietumos līdz Dņestrai un Vislai, kā arī Lapzemē jeb Skandināvijas pussalas ziemeļu daļā, izņemot pašas piekrastes rajonus. cP gaiss veidojas no arktiska (xA, mA) vai mP gaisa pakāpeniskā transformācijas procesā, tam nonākot virs sniega klātas sauszemes. Tā kā ziemā Viduseiropas austrumu daļu un Austrumeiropu parasti vai bieži klāj laidus sniega sega, no Atlantijas okeāna plūstošais okeāniskas izcelsmes

mP gaiss apmēram vienas nedēļas laikā, sākotnēji kļūstot par transformētu subpolāru (xP) gaisu, pārveidojas par cP gaisu. Ziemā cP gaiss var veidoties arī Viduseiropā, ja tur ir izveidojusies sniega sega, un tad kontinentāls subpolārs gaiss var



3-11. att. Kontinentālo (c) un okeānisko un transformētu okeānisko gaisa masu (m+x) biežuma gada gaita.

Fig. 3-11. Annual variability of continental air mass (c) frequency compared to the frequency of maritime and transformed maritime (m+x) air masses

ieplūst Latvijā ar dienvidu puses vēju. cP gaiss ir auksta gaisa masa visos gadalaikos, un tai ir tādas pašas īpašības kā cA gaisam: zema temperatūra, zems rasas punkts un augsts noturīgums, vienīgi cP gaiss ir nedaudz siltāks. Ja izkrīt nokrišņi, to daudzums ir neliels sakarā ar zemo mitruma saturu, un tie parasti izkrīt cP gaisa masas apmalē, sevišķi tur, kur tas pietuvojas mitram okeāniskam gaisam.

Kontinentālam subpolāram gaisam cP nonākot virs siltākas, no sniega brīvas pagulvirsas, tas var pārveidoties par cP_s gaisu. Ja gaisa masa pārvietojas dienvidu virzienā, tās rasas punkts saglabājas zems, bet gaisa masas temperatūra pieaug, jo ir augstāka augsnes temperatūra, gaisa masa kļūst seklāka, pieaug saules staru krišanas leņķis un nav sniega segas. cP gaiss transformējas ārkārtīgi lēni, ja augsnes temperatūra ir zema, īpaši, ja pastāv sniega sega.

Sasilis kontinentāls subpolārs (cP_s) gaiss ziemas mēnešos veidojas, transformējoties virs sauszemes mP gaisam, kad tā advekcija no Atlantijas okeāna puses atslābst un tas salīdzinoši lēni pārvietojas pāri Rietum- un Viduseiropai. Ja zemes virsu neklāj sniega sega, mP gaiss aptuveni vienas nedēļas laikā pārveidojas par cP_s gaisu. Vasaras mēnešos cP_s gaiss visbiežāk veidojas no transformēta subpolāra gaisa, bet tas var ieplūst Latvijā arī ar DR–DA vējiem no Ukrainas, Krievijas Eiropas daļas dienvidiem vai Viduseiropas un veidoties no kontinentāla vidusplatumu vai subtropiska gaisa, tam pārvietojoties ziemeļu virzienā un nedaudz atdziestot. cP_s gaisā parasti ir skaidrs laiks vai neliela mākoņainība, bez nokrišņiem, un tā ieplū-

šana Latvijā nav saistāma ar noteiktiem vēju virzieniem, bet gan ar pavājinātu atmosfēras cirkulāciju un anticiklonu attīstību. cS_p gaiss sasniedz Latviju pavasara un vasaras mēnešos, un dažreiz rudenī, iestājoties atvasarai. Sākoties pavasarim, tā veidošanās apgabals, kurš ziemā aizņem vien Eiropas vidusdaļu starp $5-20^\circ$ A gar. un Vidusdonavas–Lejasdonavas zemienes, ievērojami paplašinās ziemeļaustrumu virzienā, aptverot ne vien Viduseiropu, bet arī Austrumeiropas līdzenumu, stipri pietuvojoties Latvijai. Parasti cS_p gaiss ieplūst Latvijā tad, kad virs Baltijas reģiona, Centrāleiropas vai Austrumeiropas izveidojas plašs augsta spiediena apgabals, un ļoti siltu gaisu identificē plašā teritorijā vēl uz ziemeļiem no Latvijas [*Климат Таллина*, 1982; *Климат Пскова*, 1983]. cS_p gaiss parasti atnes saulainu un ļoti siltu laiku ar lielu diennakts temperatūras amplitūdu.

Sakarā ar rietumu plūduma uzturēto ievērojamo okeānisko ietekmi uz Latvijas klimatu, ko vēl pastiprina Baltijas jūras dziļā iespiešanās kontinentā, kontinentālo gaisa masu īpatsvars ir neliels.

4. GAISA MASU DINAMIKA UN DABAS RITMI LATVIJĀ AIR MASS DYNAMICS AND LANDSCAPE SEASONS IN LATVIA

4.1. Gaisa masu tipu regularitāte un sezonālitate, to gada gaita

Katra gaisa masu tipa īpašības mainās gada gaitā, un tāpat arī Latvijas novietojums mērenajā joslā nosaka šeit sastopamo gaisa masu tipu sezonālitate. Dažādos gaisa masu tipus Latvijā pēc to ietekmes uz laikapstākļiem un biežuma gada laikā var iedalīt trīs grupās: pastāvīgas jeb visu gadalaiku gaisa masas, sezonālas un neregulāras gaisa masas (4–1. att.).

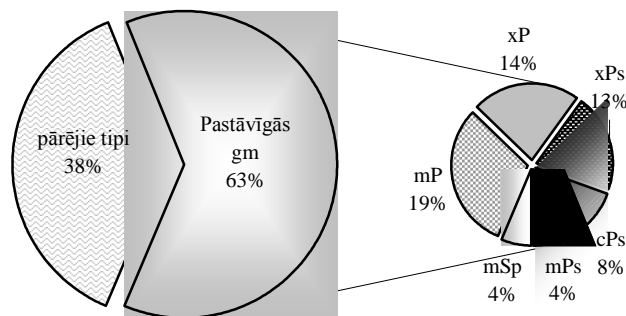
Pastāvīgās gaisa masas – xP , mP , cP_s , xP_s , mP_s , mS_p gaiss – Latvijā ieplūst katru mēnesi un katru gadu, bet to biežums plašās robežās mainās. Pastāvīgi un visbiežāk ieplūst okeānisks un transformēts okeānisks gaiss (3–3. att.). Šīs gaisa masas, no vienas puses, veido vispārējo fonu, uz kura spilgtāk vai mazāk spilgti parādās sezonālo un neregulāro gaisa masu veidotie laikapstākļi, un no otras puses, ilggadīgā skatījumā tās ir valdošās gaisa masas Latvijā. Visu pastāvīgo gaisa masu tipu ilggadīgais vidējais biežums sasniedz 63%, bet katra atsevišķā tipa biežums nepārsniedz 19% jeb vidēji visbiežāk sastopamā okeāniskā subpolārā (mP) gaisa biežumu.

Sezonālās gaisa masas – xA , mA , cP , xS_p , cS_p , mS un xS gaiss – Latvijā ieplūst katru gadu noteiktos mēnešos, bet pārējā laikā to ietekme ir maza vai tās vispār nenovēro.

Neregulārās gaisa masas (cA , cS gaiss) Latvijā netiek novērotas katru gadu, tās ir arī sezonālas gaisa masas un rada ekstremālus laikapstākļus: cA gaisa ietekmē veidojas visbargākie ziemas laikapstākļi, bet cS gaisa ietekmē iestājas vislielākais karstums.

Sezonālo un neregulāro gaisa masu loma laikapstākļu veidošanā ir skaidra un nepārprotama – tās izraisa vai nu aukstu vai ļoti siltu, pat karstu laiku. Pastāvīgo

gaisa masu ietekme var būt atšķirīga: no oktobra līdz martam tās var raksturot kā siltas vai mērenas, pārejas gadalaikos kā mērenas, bet jūnijā un jūlijā – vēsas.



4–1. att. Pastāvīgo gaisa masu ilggadīgais vidējais biežums Latvijā (1990–2000)

Fig. 4–1. Mean frequency of all–season air masses over Latvia (1990–2000)

Dažādo gaisa masu tipu biežumā gada gaitā saskatāmi vairāki periodi: A+P periods un P_s+S_p periods, un pavasara un rudens pārejas periods (4–2.att.). Katra perioda ietvaros notiek vairāku sezonu nomaiņa, tām raksturīgs noteikts gaisa masu biežums un to kombinācija, kā arī šādu faktoru – neto radiācija, siltuma un ūdens bilance, bioloģiskais riņķojums un dzīvās dabas fenoloģiskais stāvoklis – skaitlisko vērtību īpaša kombinācija, kas atspoguļojas atšķirīgā ainavas veidolā. Ievērojot saistību un pārejas starp ainavu stāvokļiem, gada ciklu Latvijā var iedalīt 12 ainavu sezonās: priekšziema, pilnziema, vēla ziema, priekšpavasaris, agrs pavasaris, pilnpavasaris, priekšvasara, agra vasara, pilnvasara, vēla vasara, agrs rudens un pilnrudens (3–3.att.) [Krauklis un Draveniece, 2004].

A+P periods. Laiku no oktobra līdz aprīļa vidum, kas ietver laiku no pilnrudens līdz agram pavasarim, var raksturot kā arktisko un subpolāro gaisa masu periodu. Šajā laikā okeānisko un transformētu subpolāro gaisa masu ($mP+xP$) vidējais biežums pārsniedz 30%, un tās mijas ar aukstām gaisa masām – xA , mA , cP gaisu, kuras uztur ziemas laikapstākļus (sniega nokrišņi vai skaidrs laiks un negatīva gaisa temperatūra). Katra atsevišķā auksto gaisa masu tipa biežums mainās pa mēnešiem no 6% līdz 18%, bet visi kopā tie valda 30–40% dienu, izņemot janvāri, kad to atkārtotamība ir vien 27%. Silto gaisa masu, t.i., sasiluša subpolāra, mēreno platumu un subtropiska gaisa biežums mainās no 37% oktobrī līdz 24% februārī.

A+P periodam seko **pavasara pārejas laiks** (aprīļa vidus – maija vidus), kurā valdošā/ās gaisa masas nav nosakāma/as. Tātad pilnpavasārī un priekšvasarā Latvijā ieplūst gandrīz visu tipu gaisa masas, izņemot tās, kas rada ekstremālus ziemas un vasaras laikapstākļus. Pavasara pārejas periods atbilst laikam, kad ziemeļu puslodē notiek pāreja (marta beigas – jūnija sākums) no ziemas atmosfēras cirkulācijas uz vasaras cirkulācijas režīmu, kurš daudz lielākā mērā atkarīgs no

saules radiācijas intensitātes. Tuvojoties vasarai, rietumu plūdums augšējos slāņos pakāpeniski pavājinās, tādēļ biežāk iestājas meridionāla cirkulācija, un Latvijā ieplūst arktisks vai silts vidusplatumu, pat subtropisks gaiss.

Laiku no jūnija līdz augustam var raksturot kā **Ps+Sp periodu**, jo šajā laikā – agrā vasarā, pilnvasarā un vēlā vasarā – ir ievērojami augsts sasīlūša subpolāra (xPs) gaisa īpatsvars, kā arī gada griezumā visaugstākais vidusplatumu (xS_p) un subtropiskā (mS un xS) gaisa biežums.

Apskatāmajā 11 gadu periodā xP_s gaisa biežums bija 22–24% bet tā cilmmasas mP biežums bija zems, turklāt tas raksturojams kā vēss gaiss. Kopā ar vēso xP gaisa masu, mP un xP gaisa masu īpatsvars sasniedza vidēji 31–36%. No jūnija līdz augustam aukstās/ziemas gaisa masas Latviju nesasniedz. Okeāniskis un transformēts okeāniskis subpolārs gaiss ir neatņemama Ps+Sp perioda sastāvdaļa, un tas veic laikapstākļu izlīdzinošu funkciju, citiem vārdiem, uztur laikapstākļu mērenību. Ja šīs gaisa masas ieplūst biežāk, to ietekmē veidojas Latvijas vasarai netipiski laikapstākļi (1962., 1987. g.). Vidēji no jūnija līdz augustam sasīlis subpolārs un vidusplatumu gaiss ieplūda Latvijā 48–54% dienu.

Ps+Sp periodam seko īss **rudens pārejas laiks**. Agrā rudenī (augusta beigās – septembra beigās) Latvijā sāk ieplūst aukstas mA, cP gaisa masas, bet to biežums vēl ir neliels: vidēji nepilni 20%, bet sasīlis subpolārais un vidusplatumu gaiss (Ps+Sp) ieplūda divreiz retāk nekā iepriekšējā periodā (26%). Kamēr silto gaisa masu ietekme iet mazumā un sāk pieaugt auksto arktisko un subpolāro gaisa masu ieplūšanas biežums, ievērojama ietekme ir mērenajam mP gaisam – 25% (neskaitot dienas ar fronšu pārvietošanos).

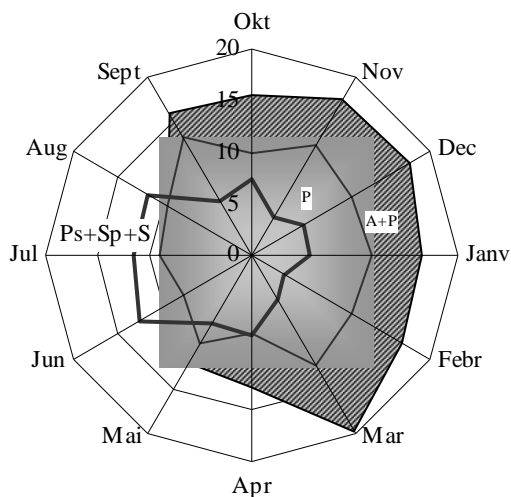
Sezonu cikls jeb gaita Latvijā katru gadu ir atšķirīga, un ikgadējās novirzes no ilggadīgā vidējā stāvokļa rada spīlgtas laikapstākļu īpatnību (*singularities*) izpausmes, piemēram, “aukstuma atgriešanās” priekšvasarā (maiņa pirmā pusē – jūnija sākums) vai atvasara pilnrudenī. Gaisa masu jēdziens ir īpaši labi piemērots, lai izskaidrotu šādas laikapstākļu īpatnības [Blüthgen und Weischet, 1980]. Visbiežāk laikapstākļu īpatnības ir saistītas ar okeānisku vai kontinentālu gaisa masu ietekmi, un šādā gaisā tās visspilgtāk izpaužas, taču nereti novēro arī transformētu okeānisku gaisa masu klātbūtni.

Pētījumā ir analizēta gaisa masu atkārtotamība un tās īpatnības katrā no 12 ainavu sezonām.

4.2. Gaisa masas priekšziemā, pilnziemā un vēlā ziemā

Priekšziema (oktobra beigās – novembra beigās) ir laiks, kad sākas solārā ziema. Vairumā gadījumu neto radiācija R_{nt} ir negatīva, tomēr dažos gados tā ir pozitīva vai tuvu nullei, bet diennakts vidējā gaisa temperatūra parasti vēl ir $>0^{\circ}\text{C}$ (4–3.att.). Priekšziemas laikā iestājas veģetācijas miera periods. Priekšziemā okeāniskis subpolārs (mP) gaiss un transformēts okeāniskis subpolārs (xP) gaiss identificēti katru trešo dienu (vidēji 32% dienu). Gan mP, gan xP gaisa masas šajā gadalaikā vērtējamās kā mērenas. mP gaisa ietekmē iestājas mēreni silts laiks

(>0°C). Šis ir nestabils gaiss, kas atnes ļoti mainīgu laiku: apmākšanos, slapju sniegu, sniegu un īslaicīgi skaidras debesis.

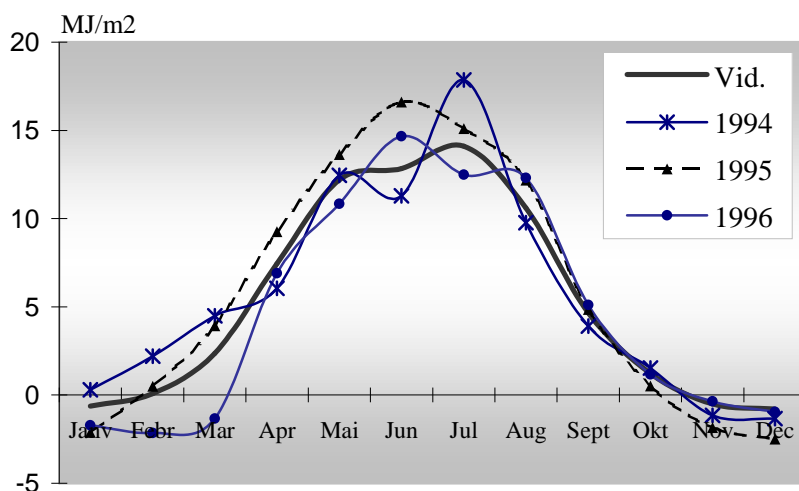


4–2. att. Ilggadīgā vidējā arktisko un subpolāro (A+P), subpolāro (P) un sasilušu subpolāro, vidusplatumu un subtropisko (Ps+S_p+S, *melnā līnija*) gaisa masu atkārtojamība (dienu skaits)

Fig. 4–2. Mean frequency (days) of arctic and subpolar (A+P), subpolar (P) and warmed subpolar, midlatitude and subtropical (Ps+S_p+S, *black line*) air masses

Gaisa masu kontekstā priekšziema uzskatāma par ziemas gadalaiku, jo pieaug ziemas gaisa masu (xA, mA, cP gaisa) īpatsvars, un apskatāmajā 11 gadu periodā šo gaisa masu biežums bija 40%. Parasti priekšziemā vēl neveidojas pastāvīga sniega sega, jo piezemes gaisa temperatūra caurmērā kļūst zemāka par 0°C novembra beigās un, neraugoties uz negatīvo radiācijas bilanci, zemes virsa vēl nav atdzisusi līdz $\leq +2^{\circ}\text{C}$ – tas ir priekšnoteikums, lai sniega sega saglabātos ilgstoši. Izņēmums bija 1998. gada novembris, kad sniega sega pastāvēja 23 dienas. Desmit gados no 11 Latvijā ieplūda arktiskās gaisa masas – transformēts okeāniskis arktisks (xA) gaiss un okeāniskis arktisks (mA) gaiss. Sniegs parasti izkrīt mA gaisā, bet xA gaiss ir aukstākā gaisa masa priekšziemā, tās ietekmē var izkrist neliels sniegs, un naktī piezemes gaisa temperatūra var pazemināties līdz -10°C . Priekšziemā gada maksimumu sasniedz kontinentāla subpolāra (cP) gaisa īpatsvars. Priekšziemā dažkārt īslaicīgi (≤ 4 dienas) iestājas ļoti silts laiks, kad Latviju sasniedz silts vidusplatumu gaiss (mS_p, xS_p, cS_p). Tas novērots astoņos gados no 11 (1990–2000). Kopumā novembris ir sausāks par iepriekšējiem mēnešiem, jo, no vienas puses, gaisa masu temperatūra samazinās un tās satur mazāk mitruma un, no otras puses, ir palielināts kontinentālo gaisa masu īpatsvars. Priekšziemā vērojama liela gaisa masu mainība, un tāpēc novembra vidējai temperatūrai 850 hPa līmenī raksturīgas

gandrīz vislielākās starpgadu svārstības. Tas pats sakāms par 850 hPa pseidopotenciālās temperatūras un piezemes gaisa temperatūras gada gaitu un standartnovirzi.



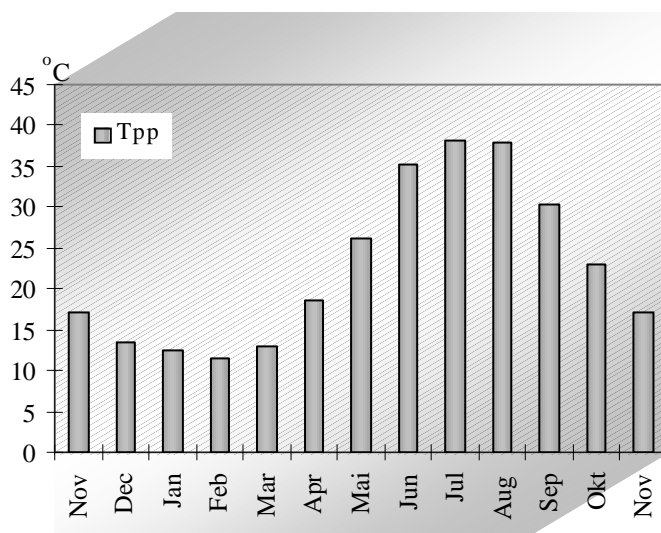
4–3. att. Neto radiācijas (MJ/m^2) gada gaita Latvijā. Vidējā vērtība aprēķināta pēc sešu gadu novērojumu datiem Zīlānos (1986–1996).

Fig. 4–3. Annual cycle in net radiation (MJ/m^2) at the ground surface in Latvia. Average value is calculated after six year observation data (1986–1996).

Pilnziema (decembra sākums – janvāra trešā dekāde) ir laiks, kad īsviļņu staru enerģijas pieplūdums zemei sasniedz minimumu un paliek zems visu janvāri, un neto radiācija R_{nt} vidējā diennakts summa ir negatīva, bet gaisa masu kvantitatīvie rādītāji vēl nesasniedz gada minimumu (4–4. att.). Gandrīz pilnīga mākoņu sega, kuras eksistenci veicina bieža atmosfēras frontu pārvietošanās un iekšmasu mākoņu veidošanās sakarā ar okeāniska gaisa atdzišanu virs vēsākas sauszemes, stipri samazina tiešās radiācijas pieplūdumu. Tas viss rada labvēlīgus apstākļus ilgstošai sniega segas pastāvēšanai. Decembrī Latvijas lielākajā daļā (vidēji no 8. līdz 29. decembrim) izveidojas pastāvīga sniega sega, izņemot Baltijas jūras piekrasti, kur tā izveidojas janvāra pirmajā dekādē. Atsevišķos gados pastāvīga sniega sega vispār neizveidojas (4–1. tabula).

Pilnziemā sastopamās gaisa masas var raksturot sniega segas veidošanās un pastāvēšanas kontekstā. Kontinentāls un transformēts okeānisks arktisks (cA, xA) gaiss, kā arī kontinentāls subpolārs (cP) gaiss uztur aukstu laiku, bet to ieplūšana neizmaina sniega segas biezumu, lai gan cP gaisā var izkrist neliels sniegs. Deviņdesmitajos gados ļoti aukstais cA gaiss ieplūda Latvijā 1996. gada decembrī, un gaisa temperatūra noslīdēja līdz $-30\text{...}-36^\circ\text{C}$. xA gaiss rada īstus ziemas laikapstākļus, kad sals sasniedz pat -30°C un diennakts vidējā temperatūra Latvijas

austrumu daļā noslīd līdz -25 , -26°C . Apskatāmajā 11 gadu periodā xA gaiss ieplūda Latvijā katru janvāri, taču ne katru decembri. Pilnziemas pirmajā pusē (decembris) cP gaisa īpatsvars bija vidējo gandrīz tikpat augsts kā priekšziemā.



4-4. att. 850 hPa līmeņa mēnešu vidējās pseidopotenciālās temperatūras gada gaita (Rīga), 1990–2000

Fig. 4-4. Monthly mean pseudopotential temperature at 850 hPa level (Riga), 1990–2000

Vēla ziema (janvāra trešā dekāde – februāra beigās). Februāra sākumā summārā radiācija sāk pakāpeniski pieaugt un mēneša beigās ir dubultojusies (98 MJ/m^2). Par spīti saules enerģijas pieplūduma pieaugumam, piecos no 11 gadiem (1990–2000) februāris ir bijis aukstākais mēnesis (4–2. tabula), ko acīmredzami nosaka gaisa masu termisko īpašību nobīde. Vēlā ziemā valda subpolārais un arktiskais gaiss, tai skaitā ziemas gaisa masas (xA, mA, cP gaiss) 32% dienu, un mērenās vai pat siltās mP un xP gaisa masas – 39% dienu. Sals ir parasta parādība, to rada xA un cP gaisa masas, taču bargākos laikapstākļus izraisa cA gaiss, kurš februārī mēdz ieplūst Latvijā, kaut arī samērā reti. Ļoti auksts bija 1994. gada februāris, kad visaukstākajā dienā gaisa temperatūra Rīgā noslīdēja līdz $-29,4^{\circ}\text{C}$, bet citur Latvijā līdz -33°C , un tas notika cA gaisa ietekmē. Izņemot neparasti silto 1990. gada februāri, kad Latvijā tikai pāris dienu ieplūda mA gaiss, caurmērā vēlajā ziemā arktisko gaisa masu īpatsvars ir lielāks nekā iepriekšējā fāzē. Salīdzinot ar citām ziemas fāzēm, kā arī gada griezumā, vēlā ziemā Latvijā novēro visaugstāko transformēta arktiska (xA) gaisa atkārtotamību, jo februāra sākumam raksturīga tāda laikapstākļu īpatnība kā anticiklonāli laikapstākļi. Anticikloni visbiežāk veidojas virs Ziemeļeiropas okeāniskā arktiskā gaisā mA, kurš pakāpeniski transformējas par xA gaisu – tā ietekmē novēro zemu temperatūru.

Caurmērā vēlā ziemā ir viszemākā sasiluša subpolāra (P_s) gaisa, arī vidusplatumu un subtropiskā gaisa biežums. Izņēmums bija 1990. gada februāris, kurš bija siltākais pēdējos 100 gados, kad diennakts vidējā temperatūra visā Latvijas teritorijā bija pozitīva gandrīz visu mēnesi. Ļoti silto laiku izraisīja bieža vidusplatumu un pat subtropiska gaisa ieplūšana. Nokrišņi vairumā gadījumu izkrita lietus veidā, neparastais siltums pamodināja miera periodā esošos augus, un februāra beigās bērziem sāka tecēt sula.

Vēla ziema ir salīdzinoši sausa gada fāze, jo tai raksturīgs augsts ziemas gaisa masu īpatsvars, bet to zemo temperatūru dēļ šīs gaisa masas satur maz mitruma. Vidējais nokrišņu daudzums Latvijas teritorijā februārī bija 35–55 mm. Vēlā ziemā Latvijā parasti ir pastāvīga sniega sega, kuras pastāvēšanu vai atjaunošanos nodrošina ziemas gaisa masas.

4–1. tabula

Table 4–1

Sniega segas raksturojums (Rīga) [Krauklis&Draveniece, 2004]
Characteristics of snow cover (Riga) [Krauklis&Draveniece, 2004]

Gadi	Pirmais sniegs	Pastāvīga sniega sega		Pēdējā diena ar sniega sega	Ilgums (dienas)	Dienas ar sniega sega						
						Okt	Nov	Dec	Janv	Febr	Marts	Apr
1989/1990	22.XI	*	*	20.II	39	0	9	14	10	6	0	0
1990/1991	30. XI	*	*	22.IV	57	0	2	12	13	26	3	1
1991/1992	31.X	*	*	25. IV	41	0	1	11	10	15	2	2
1992/1993	13.X	*	*	12.IV	68	7	11	4	13	15	17	1
1993/1994	23.X	24.I	10.III	28.III	106	1	12	23	25	28	17	0
1994/1995	19.X	14. XII	7.II	5.IV	69	1	1	16	22	15	13	1
1995/1996	2.XI	18. XII	10. IV	12. IV	134	3	4	27	31	29	31	12
1996/1997	27.XI	13. XII	18.II	24. IV	83	0	2	19	31	16	13	2
1997/1998	24.X	23. XI	5.I	21. III	101	8	11	31	12	21	18	0
1998/1999	8.XI	8.XI	26.III	27.III	95	0	23	31	18	28	26	0
1999/2000	15.XI	15. XII	11.II	21. III	91	0	13	20	31	14	13	0
2000*	28.XI	—	—	—	13*	0	0	4	—	—	—	—
Vid.	4.XI	24. XII	13.II	6.IV								

* 2000. gada dati tikai par laiku no oktobra līdz decembrim

* In 2000, the data for October–December

Gaisa temperatūra, nokrišņi (Rīga) un neto radiācija Latvijā*
Air temperature (2m), precipitation (Riga) and net radiation in Latvia*

Neto radiācijas mēnešu summas (Zosēni – 1986–88; Zilāni –1994–96), MJ/m ²													
Gadi	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Σ
1986	0,9	3,8	72	166	278	351	260	192	62	2,7	-9,6	-3,9	1373
1987	-0,24	-14	18	156	183	213	342	224	107	60	14	3,6	1306
1988	0,28	9,2	46	232	420	295	336	193	115	44	-0,3	-1	1689
1994	7,3	53	115	145	319	271	429	235	94	37	-28	-32	1645
1995	-50,8	12	94	222	327	399	363	292	116	12	-44	-60	1682
1996	-41	-52	-32	166	260	352	300	295	122	28	-8,4	-23	1367
Vid.	-14,2	1,9	52	181	298	314	338	239	103	31	-12,6	-19	1512
Norma	-25,8	-8,4	50,3	209	327	365	327	226	130	25	-13	-29	1583
Piezemes gaisa temperatūra (Rīga), °C													
Gadi	Janv	Febr	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec	Vid.
1990	0,9	4,4	4,7	8,2	10,9	15,2	16,3	17,0	10,7	7,6	3,7	-0,5	8,3
1991	-0,1	-3,3	1,9	5,9	9,1	14,2	17,8	18,1	12,7	7,9	4,2	0,5	7,4
1992	1,3	0,3	2,9	4,7	12,1	16,4	18,4	17,9	13,3	3,8	1,5	0,9	7,8
1993	-0,5	-0,3	0	6,3	15,2	13,6	16,7	15,1	9,0	6,1	-3,8	-0,6	6,4
1994	-0,7	-9,1	-0,1	8,2	9,9	13,4	19,3	17,2	13,5	6,0	2,0	-0,6	6,6
1995	-2,7	1,6	1,9	6,0	11,2	17,6	17,4	17,4	12,3	9,3	0	-5,6	7,2
1996	-6,4	-9,0	-3,0	6,1	11,9	14,4	15,8	19,2	10,3	8,5	4,6	-4,9	5,6
1997	-2,1	0,3	0,5	3,6	9,6	16,8	19,6	20,4	12,4	5,4	2,2	-3,4	7,1
1998	0,5	0,2	-0,5	7,7	12,6	16,7	16,7	15	12,7	6,8	-4,3	-2,9	6,8
1999	-2,3	-4	2,0	9	10	19,4	19,9	17,1	14,9	7,3	2,2	-0,3	7,9
2000	-1,4	0,8	1,7	10,7	12,2	15,1	17,0	16,3	10,9	10,0	5,2	1,5	8,3
Vid.	-1,2	-1,6	1,1	6,9	11,3	15,7	17,7	17,3	12,1	7,2	1,6	-1,5	7,2
SIDEV	2,2	4,3	2,0	2,0	1,7	1,9	1,4	1,6	1,7	1,8	3,2	2,4	2,2
Norma	-5,0	-4,8	-2,0	4,6	10,7	14,3	17,1	15,7	11,7	6,2	1,5	-2,6	5,6
Nokrišņi (Rīga), mm													
Gadi	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec	Year
1990	67,3	44,6	35,2	4,1	37,6	73,2	108	102,6	110	69,2	72,9	27	752
1991	34,5	44,6	41,9	20,2	82,9	108,3	19,9	62,7	151,7	57	56,2	35,3	715
1992	52,5	42,3	38,7	52,1	34,5	51,6	52,6	49	117	82,4	84,2	39,2	696
1993	62,5	53,0	26,2	18,4	7,9	35,4	149,4	100,6	74,2	59,5	8,2	59,5	654
1994	51,8	14,5	41	62,6	44,9	79,1	15,5	78,7	69,2	69,3	61,2	53,6	641
1995	53,6	48,6	51,6	34,3	73	104,9	43,1	81,7	59,6	76,9	46,3	26,5	700
1996	32,0	46,5	16	16,3	80,4	41,8	88,6	14,7	20,8	97,5	58,1	46,9	560
1997	32,2	33,3	22,9	52,9	72,1	81,6	38,7	25,3	87,6	176,1	67,5	46,4	737
1998	42,2	59,5	20,9	21,2	54,4	52,5	105,1	101,1	31,5	84,4	20,8	51	665
1999	80,5	88,4	28,9	32,8	40,5	31,8	55,9	116,4	66,6	121,6	27	91,9	782
2000	39,7	27	66,3	18,3	29,9	48,4	150,3	69,4	21,2	43,3	65,9	29,9	610
Vid.	49,9	45,7	35,4	30,3	50,7	64,4	75,2	72,9	73,6	85,2	51,7	46,1	681
SIDEV	15,7	18,9	14,7	18,4	23,9	26,7	48,1	32,8	41,3	36,8	23,6	18,8	
Norma	35	31	27	37	46	64	83	75	65	58	54	42	617

* Mēnešu vidējās vērtības no LVGMA datu krātuves; neto radiācijas ilgtermiņa vidējās vērtības no PSRS klimata rokasgrāmatas, 5.izd., 1.daļa [1966]; temperatūras un nokrišņu ilggad. vid. vērtības no *Latvijas daba*, 2.sēj. [1995].

* Monthly data from the Archives of Latvian Agency of Environment, Geology and Meteorology; normals (long-term means) for the net radiation after Reference book on the Climate of the USSR, issue I, part1 [1966], for temperature and precipitation after *Latvijas daba*, Vol. 2 [1995]

4.3. Gaisa masas priekšpavasārī, agrā pavasarī un pilnpavasārī

Priekšpavasaris (februāra beigās – marta beigās) ilgst no februāra beigām, kad neto radiācija R_{nt} caurmērā kļūst pozitīva, līdz pavasara saulstāvjiem. Salīdzinājumā ar februāri martā R_{nt} pakāpeniski pieaug un saules siltuma enerģijas pieplūdums ir skaidri jūtams, bet gaisa temperatūras pieaugums ir diezgan lēns. Ainavā neparādās acīmredzamas izmaiņas, taču sāk ziedēt alkšņi (*Alnus*) un lazdas (*Corylus*), dažkārt tas notiek jau februāra beigās, un atgriežas pirmie gājputni. Iestājas pirmie pavasara atkušņi, un priekšpavasārī izzūd pastāvīgā sniega sega, kas visā Latvijas teritorijā caurmērā notiek pirms 31. marta.

Priekšpavasārī valda subpolārās un arktiskās gaisa masas. Vienpadsmit gadu periodā (1990–2000) ziemas gaisa masu (x_A , m_A , c_P gaiss) biežums bija 42%, sasniedzot šajā fāzē gada maksimumu, bet subpolāro (m_P , x_P) gaisa masu vidējais biežums bija 32%. Retos gadījumos īslaicīgi (1–4 dienas) ieplūst aukstais c_A gaiss, jo tā izcelsmes apgabals pakāpeniski atkāpjas ziemeļu virzienā, bet, ja tas sasniedz Latviju, iestājas bargi laikapstākļi (naktī minimālā temperatūra $-20...-25^{\circ}\text{C}$, dienā $\sim -5^{\circ}\text{C}$). Tomēr parasti aukstākos laikapstākļus izraisa transformēts okeāniskis arktisks (x_A) gaiss. Ziemas gaisa masu ieplūšana izraisa atkārtotu sniega segas izveidošanos pēc silta februāra vai paildzina tās saglabāšanos. Piemēram, 1996. gada martā šīs gaisa masas valdīja 22 dienas, un, lai gan dienas vidū saulainā laikā veidojās neliels atkusnis, visu mēnesi sniega segas biezums palielinājās, mēneša beigās tas teritorijas lielākajā daļā sasniedza 30–60 cm, un tā kušana sākās tikai aprīļa sākumā, bet 1992. gada martā ziemas gaisa masas ieplūda Latvijā tikai astoņas dienas, siltāku gaisa masu (m_P , x_{P_s} , c_P gaisa) ietekmē gaisa temperatūra pārsvarā bija virs 0°C , nokrišņi izkrita lietus veidā, un pastāvīga sniega sega izzuda jau mēneša sākumā.

Caurmērā priekšpavasārī pieaugošās neto radiācijas ietekmē, pat ieplūstot ziemas gaisa masām, gaisa temperatūra dienas laikā pakāpjas virs 0°C , un notiek sniega kušana, bet siltāku gaisa masu ietekmē arī diennakts vidējā gaisa temperatūra ir $>0^{\circ}\text{C}$ un nokrišņu izkrišana lietus veidā paātrina sniega segas izzušanu. Sniega segas izzušana notiek vienlaikus R_{nt} pieauguma un gaisa masu ietekmē: mainās Latvijas teritorijā ieplūstošo dažādo gaisa masu tipu īpatsvars, sāk pieaugt visu gaisa masu tipu temperatūra, mainās to mitruma saturs. Astoņos no 11 gadiem (1990–2000) Latvijā ieplūda vidusplatumu gaiss un 1990. gadā – pat subtropiskais gaiss (divas dienas).

Priekšpavasari raksturīga laikapstākļu īpatnība ir anticiklonāls periods [Online Singularity Monitor], kad nokrišņu vispār nav vai to ir ļoti maz un ir saulains laiks. Latvijā 11 gadu laikā visbiežāk šādi laikapstākļi novēroti no 10. līdz 25. martam: šajā periodā var izdalīt astoņu dienu periodu, kad anticiklonālos atmosfēras cirkulācijas apstākļos bieži novēro dienviņu puses vējus un ar tiem ieplūst kontinentāls – c_P , c_{P_s} , c_{S_p} gaiss vai transformēts okeāniskis – x_{P_s} , x_{S_p} gaiss, nokrišņi neizkrīt vai to ir ļoti maz (vidēji 2,7–5 mm).

Priekšpavasari raksturīgs visaugstākais kontinentālo, pārsvarā subpolāro un sasilušu subpolāro, gaisa masu īpatsvars, tāpēc šai fāzei raksturīga liela dien-

nakts temperatūru amplitūda, īpaši transformētā un kontinentālā gaisā, kad ir skaidrs laiks vai neliels mākoņu daudzums, un neliels nokrišņu daudzums. Vienpadsmit gadu periodā vidējais nokrišņu daudzums Latvijas teritorijā bija <50 mm.

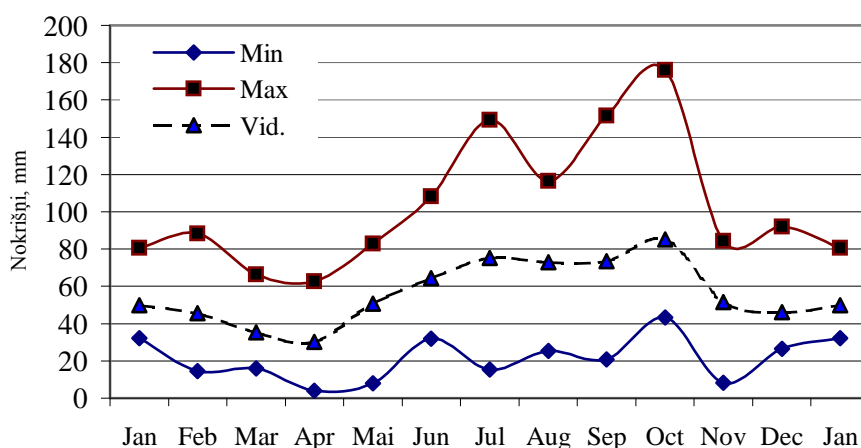
Agrs pavasaris (marta beigas – aprīļa vidus). Aprīlī, salīdzinot ar martu, īsviļņu staru enerģijas pieplūdums no saules pieaug 1,5 reizes un neto radiācija *R_{nt}* trīskāršojas. Pēc pavasara saulstāvjiem dabiskās ainavas saņem saules gaismu ilgāk par 12 stundām dienā, un pieaugošais saules enerģijas pieplūdums tiek patērēts sniega kušanai un augsnes sasilšanai. Līdz marta beigām pastāvīgā sniega sega ir izzudusi un agrā pavasarī sniegs nokūst pilnīgi: sniega sega izzūd vidēji no 29. marta (Baltijas jūrai piegulošajā teritorijā) līdz 16. aprīlim (Latvijas austrumu daļā).

Aprīļa pirmajā pusē arktiskās gaisa masas parasti izraisa sniega nokrišņus, un bieži visā Latvijā izveidoja sniega sega, kas pastāv vairākas dienas. Šāds process var atkārtoties vairākas reizes. Ainavām raksturīga ūdeņu pārpilnība uz zemes virsas un augsnē. Agrā pavasarī pieaug gaisa masu temperatūra un siltuma saturs, un būtiski mainās gaisa masu transformācijas raksturs. Pārvietojoties austrumu virzienā okeāniskās gaisa masas izmainās sakarā ar pakāpenisku sasilšanu virs zemes virsas un sakarā ar mitruma zaudēšanu.

Agrā pavasarī laika apstākļus Latvijā bieži ietekmē anticiklonāla atmosfēras cirkulācija. Augsta spiediena apgabals visbiežāk atrodas virs Krievijas Eiropas daļas, augsta spiediena atzars var pļesties no Azoru maksimuma, bet bieži augsta spiediena apgabals var izveidoties virs Skandināvijas aukstās frontes aizmugurē. Atkarībā no augsta spiediena apgabala novietojuma, veidojas atbilstošs transformēta gaisa tips (xP , xP_s vai xS_p gaiss), kas var tālāk pārveidoties par atbilstošu kontinentāla gaisa tipu. Ikdienu gaisa masu analīze laikā no pavasara ekvinokcijas līdz aprīļa vidum nepārprotami rāda, ka agram pavasarim joprojām raksturīgs P+A gaisa masu modelis. Subpolārais okeāniskais (mP) gaiss un tā transformētā forma xP gaiss tika identificēti 36% dienu, bet aukstās ziemas – xA , mA , cP gaisa masas ietilpa 34% dienu. Sasilušās subpolārās un siltās vidusplatumu gaisa masas (P_s , S_p) identificētas tikpat bieži kā citās P+A perioda fāzēs (30%). Retumis agrā pavasarī novēro ļoti siltu laiku (1991.g.), taču caurmērā vidusplatumu gaisa veidošanās apgabals sāk virzīties no Eiropas centrālās un dienvidu daļas uz ziemeļaustrumiem ļoti pakāpeniski, un agrā pavasarī tas vēl nav pamanāms. Agram pavasarim raksturīgs augsts kontinentālo (galvenokārt cP gaisa), un transformētu gaisa masu īpatsvars, tāpēc šai fāzei, tāpat kā priekšpavasarim, raksturīgs neliels nokrišņu daudzums (4–5. att.).

Pilnpavasarī (aprīļa vidus – maija pirmā puse), kurš ilgst nepilnu mēnesi, atsākas veģetācijas periods, un agrā pavasara ainava top zaļa un ziedoša, atgriežas vairums gājputnu. Pirmie salapo bērzi, un tas visagrāk noticis aprīļa otrajā dekādē. Saules spīdēšanas ilgums pieaug līdz astoņām stundām, sasniedzot 50% no iespējamā, un pēc straujā kāpuma sāk nostabilizēties. Neto radiācijas un gaisa temperatūras pieaugums ir ievērojams. Caurmērā no aprīļa līdz maijam *R_{nt}* pieaug par 165% un vidējā diennakts temperatūra – no 5°C līdz 10°C. Vidējai diennakts temperatūrai sasniedzot 10°C, visi koki un krūmi ir salapojuši, arī zālāju platības kļūvušas zaļas.

Pilnpavasari raksturīga liela gaisa masu dažādība, nav nosakāmas valdošās gaisa masas: ievērojami pieaug vidusplatumu un sasiluša subpolāra gaisa īpatsvars, bet subpolāra, jo sevišķi cP gaisa īpatsvars samazinās, un kopumā auksto un silto gaisa masu biežums ir stipri līdzīgs. Pilnpavasārī sāk pieaugt transformētu gaisa masu (xP, xP_s, xS_p gaisa) biežums, okeānisko gaisa masu īpatsvars samazinās, un kontinentālā gaisa īpatsvars ir tuvu gada maksimumam (vidēji sešas dienas mēnesī). Aukstākais šīs fāzes gaisa xA tika identificēts četros no 11 gadiem, tas ieplūda Latvijā īslaicīgi (vienu līdz divas dienas), savukārt okeāniskais arktisks gaisa ieplūda katru gadu vienu līdz divas dienas. Salīdzinoši aukstajā mA un cP gaisā, pastāvot zema apmākšanās pakāpei, naktī gaisa temperatūra ir zema, ir sals, bet dienās temperatūra paaugstinās līdz +15...+20°C. Aukstā gaisa ietekme, kaut gan īslaicīga un retāka nekā iepriekšējā fāzē, ir jūtama, jo ir sācies veģetācijas periods. Pilnpavasārī un nākamajā fāzē – priekšvasarā mP gaisa biežums ir zemākais visā gadā, un tas vērtējams kā mērena gaisa masa: dienas vidū temperatūra sasniedz +10...+14°C, bet naktī var pazemināties līdz +5°C. Mākoņu segas ietekmē, ieskaitot zemā stāva mākoņus, diennakts temperatūru amplitūda ir neliela.



4-5. att. Maksimālais, vidējais un minimālais mēneša nokrišņu daudzums 11 gadu periodā (1990–2000) Rīgā

Figure 4–5. The highest, average and lowest amount of monthly mean precipitation (Riga) in the 11-year period (1990–2000)

4.4. Gaisa masas priekšvasarā, agrā vasarā, pilnvasarā un vēlā vasarā

Priekšvasara (maija pirmā puse – jūnija sākums) summārās radiācijas un *R_{nt}* ziņā neatšķiras no divām nākamajām fāzēm, taču gaisa temperatūras sezonālais kāpums vēl turpinās, bet nokrišņu gaitā tikai sākas. Jau pašā šīs īsās fāzes sākumā

atgriezušies lielākā daļa gājputnu, veģetācijā notiek intensīvi augšanas procesi un pieaug ziedošo sugu skaits. Tomēr šī ir “ekoloģiska riska” fāze, jo saglabājas spēcīgu nakts salnu varbūtība ar temperatūras pazemināšanos līdz pat -5°C . Priekšvasara turpinās, un noslēdzas pāreja uz atmosfēras cirkulācijas vasaras tipu. Parasta parādība ir “aukstuma atgriešanās” vairāku dienu garumā, kad naktīs temperatūra turas zem $+5^{\circ}\text{C}$, bet dienas vidū ap 10°C . Visbiežāk šādus laikapstākļus novēro no 21. līdz 28. maijam, un 11 gados (1990–2000) šajā periodā valdošās bija mA, cP vai xP gaisa masas, kas ir aukstākās šajā sezonā. Dažkārt mA gaisā vietumis var pat izveidoties vairākus centimetrus bieza sniega kārtā, kas gan ātri nokūst. Šādu laikapstākļu īpatnību, kas saistīta ar gaisa masu ziemeļu puses trajektorijām, novēro arī citur Eiropā dienvidos no Latvijas, piemēram, Bulgārijā [Andreeva, 2003].

Lai gan aukstās/ziemas gaisa masas joprojām ieplūst Latvijā, to īpatsvars arvien samazinās: transformēts okeāniskais arktiskais (xA) gaiss ieplūst reti (vidēji reizi trīs gados) un īslaicīgi (vienu līdz divas dienas) maija divās pirmajās dekādēs; mA gaiss ieplūst gandrīz katru gadu (astņos no 11) un gandrīz tāds pats biežums raksturīgs cP gaisam. Šajā fāzē mP gaisa biežums ir tikpat zems kā iepriekš. Maijā arvien biežāk ieplūst siltās gaisa masas (S_p un S gaiss), to īpatsvars sasniedz 32% (dienās bez a/f), un tikpat augsts tas saglabājas arī agrā vasarā un pilnvasarā, vienīgi pieaug to siltuma saturs un mainās to apakštipu proporcijas. Arvien biežāk ieplūst siltais xS_p gaiss no vidusplatumiem, kura ietekmē dienā temperatūra var paaugstināties līdz $18...20^{\circ}\text{C}$ un vietām pat līdz $25-26^{\circ}\text{C}$.

Tuvojoties vasarai, novirzes no mēnešu vidējās temperatūras sāk samazināties, tomēr vēl saglabājas augstas. Piemēram, 1991. gada priekšvasarā tikai vienu dienu tika identificēts vidusplatumu gaiss, bet vēsais subpolārais xP gaiss – 12 dienas, tā ietekmē bija vēss un sauss laiks, un maija trešajā dekādē ar ziemeļu vējiem ieplūda arī mA gaiss un bija salnas, bet 1993. gada maijs bija neparasti karsts un sauss. Kopumā mēneša vidējā temperatūra bija $3-5^{\circ}\text{C}$ augstāka par normu, un nokrišņu daudzums teritorijas lielākajā daļā nepārsniedza 6–30 mm (15–60% no normas), jo līdz 25. maijam valdīja transformēts okeāniskais un kontinentālais vidusplatumu (xS_p un cS_p), gaiss un vienīgi maija pēdējā nedēļā aiz aukstās frontes strauji kļuva aukstāks.

Neraugoties uz siltu gaisa masu biežāku ieplūšanu un vasaras līmeņa Rnt (2,5–3 reizes augstāka nekā septembrī), maijā gaisa temperatūra parasti vēl ir zema. No vienas puses, gaisa masu temperatūra ir zemāka nekā septembrī, un, no otras puses, saņemtā saules enerģija (4–3. tabula) tiek bagātīgi patērēta augsnes sasilšanai, pie tam veģetācijas ietekmē pieaug evapotranspirācija.

Agrā vasarā (jūnija sākums – jūnija beigas) diennakts temperatūras pieaugums kļūst lēnāks, bet dažos gados šajā gadalaikā jau ir sasniegts mēneša vidējās temperatūras gada maksimums, tomēr biežāk, tāpat kā pavasarī, vēl iespējamas vēsas naktis un dienas. Agras vasaras nobeigumam raksturīgs vislielākais ziedošo sugu skaits un vislielākais biomasas pieaugums.

Agra vasara kopā ar diviem nākamajiem gadalaikiem – pilnvasaru un vēlu vasaru – veido P_s+S_p periodu, kura laikā Latvijā salīdzinoši bieži ieplūst transformēts okeāniskais gaiss. Vienpadsmit gadu periodā viena paša sasiluša subpolāra gai-

sa vidējais biežums jūnijā bija 25% (dienās bez a/f). Rietumu plūduma intensitāte ir samazinājusies, un vēsais Atlantijas gaiss jeb okeāniskais subpolārs gaiss ieplūst tālu iekšzemē, pakāpeniski transformējoties virs sauszemes par xP_s gaisu. Šādā gaisā novēro augstā un vidējā stāva mākoņus, naktī temperatūra var pazemināties līdz $+11^{\circ}\text{C}$, pusdienlaikā var sasniegt $+22^{\circ}\text{C}$, un iespējamas arī lietusgāzes, kuras dažkārt veidojas visumā saulainā un skaidrā laika ietvaros. Sasilis subpolārs (P_s) gaiss (okeāniskais vai kontinentāls) Latvijas apstākļos vērtējams kā relatīvi silts. Gandrīz

4-3. tabula
Table 4-3

Vispārēji dati par saules spīdēšanu (Rīga)
General data about solar radiation (Riga)

Dati	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec	Gads
Dienas garums (stundas, minūtes)	7:21	9:24	11:43	14:13	16:31	17:47	16:40	14:40	12:38	10:00	7:28	6:45	
Saules augstums pusdienlaikā (grādi)	11.8	19.9	30.8	42.7	51.8	56.3	54.6	47.2	36.1	24.6	14.6	9.7	
Skaidrs laiks(dienas) *	1	1.4	3.2	2.0	3.3	1.8	2.7	1.7	1.8	0.7	0.6	0.6	21
Apmācies laiks*	20.6	17.0	12.5	12.9	10.2	11.0	12.0	10.8	10.9	16.9	22.2	21.5	178
Saules spīdēšanas ilgums (stundas)	36	61	140	197	268	282	276	235	166	91	35	25	812
Faktiskais saules spīdēšanas ilgums pret iespējamo (%)	18	25	42	49	56	57	56	54	48	32	17	14	44
Summārā radiācija (MJ/m^2)	1.4	8.4	46.7	79.1	68.9	49.7	64.5	60.3	62.8	29.2	8.8	8.8	379

* PSRS klimata rokasgrāmata, 5.izd., 4.daļa [1969]. Skaidrs laiks– mākoņainums 0– 2 balles, apmācies laiks – mākoņainums 8–10 balles; pārējie dati no PSRS klimata rokasgrāmatas, 5.izd., 1. daļa [1966].

* After Reference book on the Climate of the USSR, issue 5, part 4 [1969]; clear skies are reported as 0–2 units of total cloudiness and cloudy days as 8–10 units of total cloudiness. The rest data after Reference book on the Climate of the USSR, issue 5, part 1 [1966]. The relative sunshine is the recorded duration expressed as percentage of the longest possible duration of that specific time.

tādas pašas gaisa temperatūras piezemē novēro pie vidusplatumu okeāniskām (mS_p) gaisa masām. Vidusplatumu (xS_p , cS_p) gaiss un subtropiskais (mS , xS) gaiss ir siltākās gaisa masas agrā vasarā, un to vidējais biežums kopā sasniedz 32%. 1999. gada jūnijā tika sasniegts rekordaugsts dienu skaits ar xS gaisu – 12 dienas mēnesī.

Transformēta okeāniska subtropiska gaisa ietekmē, kas ieplūda ar dienvidu puses vējiem no Vidusjūras reģiona, dienas vidū gaisa temperatūra piezemē sasniedza 27–29°C un naktī 15–18°C.

Agrā vasarā pastāvīgais subpolārais (mP, xP) gaiss, kas šajā gadalaikā vērtējams kā vēss vai pat auksts gaiss, tika identificēts vidēji 30% dienu, bet 1995. un 1999. gada jūnijā tas netika identificēts nevienā dienā, un abos gadījumos mēneša vidējā temperatūra sasniedza augstākās vērtības 11 gadu periodā: +19,3°C (1995) un +17,6°C (1999). Transformēts okeānisks subpolārs gaiss vasarā parasti Latvijā ieplūst no Skandināvijas. Dzestrā gaisa ietekmē ir neliels mākoņu daudzums (augstā un vidējā stāva mākoņi), zemākās nakts temperatūras (<10°C, pat 4°C), un dienā gaiss sasilst līdz +18, +20°C. Diennakts vidējā temperatūra ir +11°, +15°C. No jūnija sākuma relatīvi aukstais mA un cP gaiss ir reta parādība, un, sākot ar trešo dekādi, vairs Latviju nesasniedz. mA gaiss īslaicīgi ieplūda Latvijā (viena diena mēnesī) trijos no 11 gadiem, bet cP gaiss tika identificēts tikai divas reizes.

Agrā vasarā bieži vien vairākkārt (divas, bet dažkārt trīs reizes) Latvijā novēro vēsa un lietaina laika epizodes, kuras izraisa aktīva cikloniskā darbība. Pēc vēlā pavasara jeb priekšvasaras, kad rietumu plūdums ir stipri pavājināts, tas mēdz viļņveidīgi atkal pastiprināties jūnijā un ar neredz mazāku intensitāti arī jūlijā. Tādi laikapstākļi, kad 4–6 dienas ir vēss un lietains, un 850 hPa standartvirsmas vidējās temperatūras šajā laika posmā ir 3,1°C < t₈₅₀ < 5,6°C, kādas raksturīgas subpolāram (mP, xP) gaisam, Latvijā visbiežāk iestājas starp 18. un 27. jūniju. 41 gada laikā (1958–1998) šādi laikapstākļi iestājušies 66% gadījumu. J. Blūtgens (1973) atzīmē, ka laikapstākļu īpatnība uzskatāma par regulāru, ja tās atkārtotāšanās varbūtība ir 67% un vairāk. Laikapstākļu īpatnību, kad “atgriežas” rietumu plūdums, kuru mēdz arī dēvēt par „Eiropas musonu”, uz rietumiem no Latvijas – Britu salās, Vācijā un citur Eiropā – novēro jūnijā dažas dienas agrāk nekā pie mums. Salīdzinoši vēsais mP gaiss izraisa vēsu un lietainu laiku, bet transformēts okeānisks xP gaiss ir dzestrš, nokrišņu nav vispār vai to daudzums ir ļoti neliels. Naktī gaisa temperatūra samazinās līdz 9–10°C, un arī dienā ir vēss (ap 13–16°C). Dažkārt dzestrais gaiss grūti atšķirams no okeāniska arktiska (mA) gaisa, un skaidrā laikā vietumis iespējamas salnas. Vēlāk – pilnvasaras sākumā un vidū vai beigās – šādas vēsa laika epizodes ir mazāk izteiktas un nav tik regulāras.

Agrā vasarā ir sācies skaidrs kāpums nokrišņu līknē, un dažos gados jūnijs pat ir bijis nokrišņiem bagātākais mēnesis. Jūnijā gaisa masu vidējais siltuma saturs, kas raksturojams ar pseidopotenciālo temperatūru, ir zemāks nekā pilnvasarā un vēlā vasarā, neraugoties uz to, ka saule virs apvāršņa turas ilgāk par 17 stundām dienā un ir augsts insolācijas līmenis.

Pilnvasarā (jūnija beigas – jūlija beigas) diennakts vidējās temperatūras sasniedz gada maksimumu, neto radiācijas gada gaitā skaidri samanāms kritums vēl nav iezīmējies, un jūlijā tā bieži vien ir pat augstāka nekā jūnijā. Šajā laikā lielākoties arī naktīs gaisa temperatūra parasti nenolaižas zem 10°C. Ziedošo sugu skaits joprojām ir augsts, tomēr tas, tāpat kā biomasas pieaugums, jau iet mazumā, toties sāk pieaugt sugu skaits, kas sasniedz sēklu un augļu nogatavošanās stadiju.

Veģetācijas zaļā krāsa pakāpeniski kļūst pelēcīgāka. Vidēji nokrišņu daudzums ir lielāks nekā iepriekšējā fāzē, un bieži vien tas jūlija beigās sasniedz gada maksimumu, tomēr jūlijs mēdz būt arī gada sausākais mēnesis. Tikai pilnvasarā visu gaisa masu tipu temperatūras sasniedz augstākās vērtības, un līdz ar to arī gaisa masu vidējais siltuma saturs, kas raksturojams ar pseidopotenciālo temperatūru ($\theta_{850}=38,5^\circ$ Rīgā, $\theta_{850}=7,2^\circ$ Liepājā) ir vislielākais. Nobīde attiecībā pret saules augstuma un *Rnt* sezonālo izmaiņu ciklu veidojas vairāku faktoru ietekmē.

Pilnvasarā sevišķi bieži novēro transformētas okeāniskas gaisa masas: subpolāro xP_s gaisu (26%) un vidusplatumu xS_p gaisu, un novēro zemu kontinentālo gaisa masu īpatsvaru. Siltā vidusplatumu gaisa un subtropiskā gaisa īpatsvars ir tikpat augsts kā agrā vasarā (ca 32%), bet šo gaisa masu temperatūras ir nedaudz augstākas. Pilnvasarā ir gada griezumā viszemākais vēso subpolāro mP un xP gaisa masu īpatsvars, un vēsā gaisa epizodes jeb rietumu plūduma “atgriešanās” parasti ir mazāk izteiktas un mazāk regulāras nekā agrā vasarā. Transformētas okeāniskas subpolārā gaisa masas, kas ir relatīvi visaukstākās pilnvasarā, tika identificētas tikai 9% dienu. Piemēram, 1992. gada 6. jūlijā Latvijas austrumu daļā vietumis zālāja līmenī novēroja salnu ($-1, -2^\circ\text{C}$), jo ar ziemeļu – ziemeļaustrumu vējiem ciklona aukstās frontes aizmugurē arktiskās gaisa masās virs Skandināvijas pussalas izveidojās augsta spiediena apgabals un Latvijā ieplūda xP gaisa. Parasti xP gaisā gaisa temperatūra naktīs ir tikai $6-12^\circ\text{C}$, bet dienas vidu pakāpjas līdz $16-21^\circ\text{C}$, un lielākoties ir sauss laiks.

Dažkārt pilnvasara ir ne vien karstākais, bet arī sausākais laiks. 1994. gada jūlijs bija neparasti sauss mēnesis ($1-16$ mm nokrišņu), ko noteica kontinentāla subtropiska gaisa cS un kontinentāla vidusplatumu gaisa cS_p ieplūšana Latvijā. Visaugstāko gaisa temperatūru ($33-36^\circ\text{C}$) novēroja kontinentālā subtropiskā cS gaisā.

Vidējās gaisa temperatūras starpgadu svārstības jūlijā ir pavisam nelielas, bet citādi ir ar nokrišņu daudzumu. Neskatoties uz samazināto okeānisko gaisa masu atkarīgumu, caurmērā pēc nokrišņu daudzuma jūlijs ir otrs mitrākais mēnesis, atpaliekot tikai no oktobra, un tā kā nokrišņu daudzums ir ārkārtīgi mainīgs, jūlijā novēro vislielāko standartnovirzi.

Vēla vasara (jūlija beigas – augusta beigas). Augusta sākumā skaidri iezīmējas summārās un neto radiācijas kritums, bet vidējās gaisa temperatūras līknē tas vēl neatspoguļojas. Tas novērojams tikai augusta beigās, kad vidējā diennakts temperatūra jau tuva 15°C . Dažus gadus vēlā vasara ir bijusi gada siltākā fāze. Veģetācijā dominējošais process ir augļu un sēklu ienākšanās. Ainavas zaļums kļūst blāvs, kokiem un krūmiem manāmas pirmās nodzeltēšanas pazīmes. Augusta pirmajā dekādē visu gaisa masu tipu temperatūra un pseidopotenciālā temperatūra 850 hPa līmenī joprojām turas gada maksimuma līmenī un sāk samazināties tikai turpmākajās dekādēs. Taču, salīdzinājumā ar pilnvasaru, arvien samazinās siltā vidusplatumu xS_p gaisa un sasīluša subpolāra xP gaisa s īpatsvars, un nedaudz pieaug relatīvi vēsu gaisa masu (xP , mP), īpaši transformētas okeāniska subpolāra (xP) gaisa īpatsvars.

Dažkārt augusts ir siltāks par jūliju, piemēram, ļoti saulainu, siltu un pat karstu laiku novēroja 1996. un 1997. gadā, kad mēneša nokrišņu daudzums <30 mm. Īstu vasaras laiku noteica vidusplatumu un subtropiskās gaisa masas, kas noteica laikapstākļus 12–14 dienas.

Taču vidēji vidusplatumu un subtropiskā gaisa biežums vēlā vasarā ir ievērojami zemāka nekā pilnvasarā. Vēlā vasarā naktīs sāk kļūt vēss un minimālās temperatūras gaisā un uz augsnes var pazemināties līdz $2\div 5^{\circ}\text{C}$, taču salnas vēl netiek novērotas. Augustā Latvijā iekļūstošās gaisa masas atnes tādu pašu siltuma daudzumu kā pilnvasarā, ko parāda pseidopotenciālās temperatūras, kas gan Rīgā, gan Liepājā ir gandrīz tikpat augstas kā jūlijā. Vēlā vasarā nokrišņu daudzums ir gandrīz tikpat augsts kā pilnvasarā. Lai gan gaisa masas raksturojošo 850 hPa temperatūru vidējā vērtība augustā, salīdzinot ar jūliju, samazinās tikai par ca $0,2^{\circ}\text{C}$ (Rīgā un Liepājā), piezemes vidējo gaisa temperatūru samazinājums ir daudz būtiskāks. Acīmredzot tas izskaidrojams ar summārās un neto radiācijas kritumu, kas pretdarbojas gaisa masu atnestajam siltumam.

4.5. Gaisa masas agrā rudenī, pilnrudenī

Agrs rudens (augusta beigas – septembra otrā puse) ir īss pārejas periods no vasaras gaisa masu perioda P_s+S_p uz subpolāro arktisko periodu $A+P$, kurš iestājas septembra beigās. Rudens ekvinokcijas laiks sakrīt ar neto radiācijas un gaisa temperatūras straujākā krituma periodu, tas ievada rudens nokrišņu maksimuma, ļoti zema iztvaikojuma un lēna noteces pieauguma periodu. Septembrī īso viļņu radiācija samazinās un ir vairs tikai puse no tās, kas tiek saņemta jūnijā un jūlijā, taču dienas vidū (pulksten 10–13 pēc vietējā laika) no saules saņemtais starojums vēl ir vidēji tikpat liels kā jūnijā. Sākot ar augusta nogali, koku un krūmu dzeltēšanu pātrina bieža gaisa temperatūras pazemināšanās naktīs līdz 0°C tuvām skaitliskām vērtībām, novēro pirmās salnas, un pamazām tuvojas beigām bezsala periods.

Agrs rudens iezīmē ekvatora – polu temperatūras gradienta pakāpenisku pieaugumu, un rietumu plūduma josla sāk pakāpeniski pārvietoties ekvatora virzienā, citiem vārdiem, notiek pāreja uz ziemas cirkulācijas modeli. Agrā rudenī Latvijā sāk iekļūst aukstās mA un cP gaisa masas, kuru biežums 11 gados sasniedza 20% jeb vidēji 2–3 dienas mēnesī. Tās identificētas astoņos no 11 gadiem, un divreiz septembra trešajā dekādē (1993, 1996) identificēts pat transformēts okeāniskais arktiskais (xA) gaiss. Auksto gaisa masu ietekmē rodas salnas. Septembrī pieaug okeānisko gaisa masu (visu tipu) īpatsvars un arī nokrišņu daudzums salīdzinājumā ar augustu. Šāds pieaugums notiek uz siltāku gaisa masu (vidusplatumu un sasiluša subpolāra gaisa) rēķina, kuru biežums samazinās 1,5–2 reizes.

Latvijā arvien biežāk sāk iekļūst subpolārais gaiss, un 11 gadu periodā tā vidējais biežums bija 25%. Rudens pārejas periods uz subpolāro–arktisko periodu ($P+A$) ir ievērojami īsāks par pavasara pārejas periodu.

Pilnrudeni (septembra trešā dekāde – oktobra beigas) dēvē arī par zelta rudenī, jo lapkoku lapas ir kļuvušas krāsainas pēc pirmajām salnām, kas veidojas,

ieplūstot arktiskām vai subpolārām kontinentālām gaisa masām. Šajā laikā ievērojami samazinās saņemtās radiācijas daudzums, un oktobrī tās lielums ir 129 MJ/m^2 , kas ir aptuveni divas reizes mazāk nekā septembrī. Neto radiācija joprojām ir pozitīva, un mēneša vidējā gaisa temperatūra piezemē parasti ir $>5^{\circ}\text{C}$.

Pilnrudens ievada subpolāro–arktisko (P+A) periodu, un šajā gadalaikā pastāvīgo mP un xP gaisa masu biežums 11 gadu periodā bijusi vidēji 30% un tikpat bieži novērotas aukstās (xA, mA, cP) gaisa masas, no kurām visbiežāk Latvijā ieplūdis mA gaiss. Oktobrim raksturīgs augsts okeānisko, galvenokārt arktisko un subpolāro, gaisa masu biežums (41%), un ievērojami zemāks transformēto okeānisko un kontinentālo gaisa masu biežums.

Pilnrudenī novēro divas krasi atšķirīgas gaisa masu kombinācijas. Sešos gadus apskatāmo 11 gadu posmā sakarā ar intensīvu ciklonisko darbību pilnrudenī iestājies vējains un drēgns laiks, kas atnesis aukstās (xA, mA, cP) un mērenās (xP, mP) gaisa masas. Šajā gadalaikā, aktīviem cikloniem un zema spiediena ieplakām pārvietojoties austrumu virzienā, to auksto fronšu aizmugurē Latvijā ieplūst mA vai mP gaiss, un līdz ar to bieži ir lietusgāzes, izkrīt sniegs vai slapjš sniegs. Ja oktobrī arktiskās gaisa masas ieplūst Latvijā vidēji sešas dienas/mēnesī, tad aukstajos un drēgnajos gados to biežums ir 9–11 dienas. Piemēram, 1992., 1993., 1994. un 1997. gadā oktobra otrajā pusē, ieplūstot mA gaisam, Latvijā izveidojās sniega sega, un 1997. gadā tās biežums Rīgā sasniedza 32 centimetrus. Latvijas apstākļos sniega segas pastāvēšana oktobrī vienmēr ir īslaicīga. Arktiska gaisa ieplūšana oktobrī nenozīmē, ka piezemes gaisa temperatūras kļūst negatīvas – naktī piezemes gaisa temperatūra var noslīdēt $<0^{\circ}\text{C}$, bet dienā gaiss bieži iesilst līdz $+4, +5^{\circ}\text{C}$ (Rīga). Vienpadsmit gadu periodā tikai divos gadījumos (1992., 1998. g.) sniega sega Rīgā turējās 7–8 dienas. Šādus laikapstākļus noteica anticiklona izveidošanās, kā rezultātā mA gaiss pakāpeniski transformējās par xA gaisu un diennakts vidējā temperatūra noslīdēja zem 0°C .

Aptuveni pusē gadījumu P+A perioda iestāšanās notiek strauji, bet citkārt to aizkavē atvasara – laikapstākļu īpatnība, kad pēc pirmās īstās vai vairākām salnām iestājas vasara rudenī. Atvasara var iestāties vienu vai vairākas reizes, bet citu gadu neiestājas vispār. Piemēram, laikā no 1991. gada 6. līdz 13. oktobrim, kad virs Krievijas Eiropas daļas bija izveidojies anticiklons, Latvijā bija silts, saulains laiks ar lielu diennakts temperatūru amplitūdu. Atvasarai raksturīgos laikapstākļus noteica sasilis subpolārs (cP_s) gaiss. Dienā temperatūra paaugstinājās līdz $+18, +22^{\circ}\text{C}$, bet naktī sakarā ar spēcīgu radiācijas izstarošanu skaidra laika apstākļos temperatūra bija $+4, +9^{\circ}\text{C}$. 1995. gada oktobra pirmajā pusē, kad ļoti siltās gaisa masās izveidojās anticiklons, Latvijā no dienvidrietumiem ieplūda kontinentāls un transformēts okeānisks mēreno platumu (cS_p un xS_p) gaiss. 10. oktobrī dienā temperatūra paaugstinājās līdz $+20, +23^{\circ}\text{C}$, kas bija tuvu oktobra absolūtajam maksimumam, un uz dažām dienām iestājās atvasara.

Oktobrī caurmērā 11 gadu periodā izkritis lielākais nokrišņu daudzums gadā. mA un mP gaisa bieža ieplūšana un biežā atmosfēras fronšu pārvietošanās ir pamatā lielajam nokrišņu daudzumam.

5. GAISA MASAS UN FIZIOĢEOGRĀFISKĀS ATŠĶIRĪBAS LATVIJAS TERITORIJĀ AIR MASSES AND PHYSIOGEOGRAPHIC DIFFERENCES IN LATVIA

5.1. Klimata okeanitātes – kontinentalitātes pakāpe

Latvijas gaisa masu pētījuma rezultāti tika salīdzināti ar Berlīnes universitātē veiktā Eiropas gaisa masu biežuma pētījuma rezultātiem, kurā izmantota tā pati gaisa masu klasifikācijas sistēma [Hattwig, 2003]. Eiropas gaisa masu vidējais biežums (%) noteikts un raksturots 22 gadu periodam (1979–2000), turklāt salīdzināta šī perioda pirmā daļa ar otro (1990–2000), secinot, ka deviņdesmitajos gados Eiropā starp 45°–65° Z gar. biežāk novērotas siltas vasaras, biežāk ieplūdušas kontinentālas vai stipri transformētas vidusplatumu un subtropisko gaisa masas (cS_p, xS_p, xS, cS), un bijis mazāks vēsā okeāniskā subpolārā gaisa mP biežums.

Abi pētījumi uzlūkojami par komplementāriem, jo vācu pētnieks L.Hatvigs noteicis gaisa masu tipu biežumu 30 punktos Eiropā, un Latvijai tuvākie punkti ir Pēterburga, Vitebska, Kaļiņingrada un Ālandu salas (5–1. att.) Atšķirīgais pētāmo periodu ilgums nebūtu uzlūkojams par būtisku šķērslī, jo, neskatoties uz gaisa masu termisko īpašību nelielām izmaiņām, vienpadsmit gados to okeanitāte – kontinentalitāte var izmainīties pavisam nedaudz. Izmantojot katra atsevišķā gaisa masu tipa (pavisam 18) biežuma datus visos 30 punktos, tika aprēķināts visu okeānisko, transformētu okeānisko un kontinentālo gaisa masu tipu summārais biežums katrā punktā, un iegūto rezultātu attēlojums kartē parādīja, ka ilggadīgās vidējās gaisa masu biežuma izmaiņas Eiropā, attālinoties no Atlantijas okeāna, 55°Z paralēles apvidū okeānisku gaisa masu dominance ($\geq 50\%$ gadā) novērojama līdz pat Bornholmai Baltijas jūras austrumu daļā (5–2A. att.), un tālāk austrumu virzienā, tuvojoties 20° A gar., to īpatsvars samazinās līdz 42–43%, bet Eiropas iekškontinentālajā daļā (25° A gar.) okeānisku gaisa masu biežums ir vien 20–30%. Turklāt 50% biežuma robeža daļēji sakrīt ar okeāniska rietumu piekrastes klimata robežu Eiropā (5–2B. att.) [Mayes&Hyghes, 2004].

Bez tam konstatēts, ka okeānisko, transformētu okeānisko un kontinentālo gaisa masu biežuma izmaiņas Eiropā, attālinoties no Atlantijas okeāna, ir pakāpeniskas, un tāpēc gaisa masu biežuma noteikšanai starppunktos varētu pielietot datu lineāro interpolāciju (5–3. att.). Balstoties uz Eiropas gaisa masu pētījuma datiem Latvijai tuvākajos četros novērojumu punktos, tika konstatēts okeānisko, transformētu okeānisko un kontinentālo gaisa masu biežuma diapazons Latvijas teritorijas robežās, un, ņemot par pamatu Latvijas pētījuma rezultātus, lineārās interpolācijas ceļā noteikts to biežuma ģeogrāfiskais izkārtojums (5–4. att.). Attālinoties no Atlantijas okeāna, okeāniskās gaisa masas pakāpeniski transformējas un to īpatsvars, pārvietojoties Eiropas kontinenta vidienē, sarūk un pakāpeniski pieaug transformēta okeāniska gaisa īpatsvars, taču kontinentālā gaisa ietekme pieaug lēni.

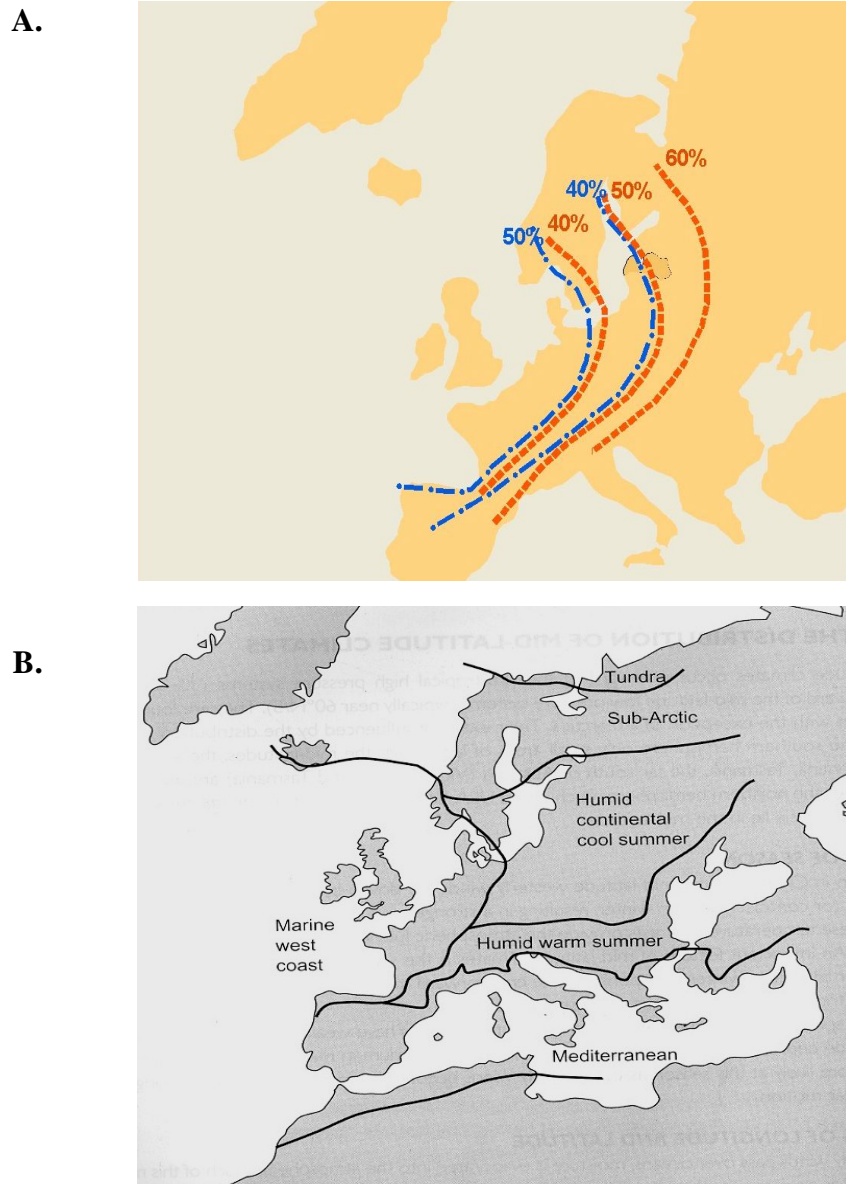


Abb. 3.1.1-2: 30 Auswertepunkte zwischen 40°N und 65°N sowie 10°W und 40°E

5–1. att. Eiropas gaisa masu biežuma pētījumā izmantotie atbalsta punkti starp 40°–65° Z. pl. un 10° R gar.–40° A gar. [Hattwig, 2003]

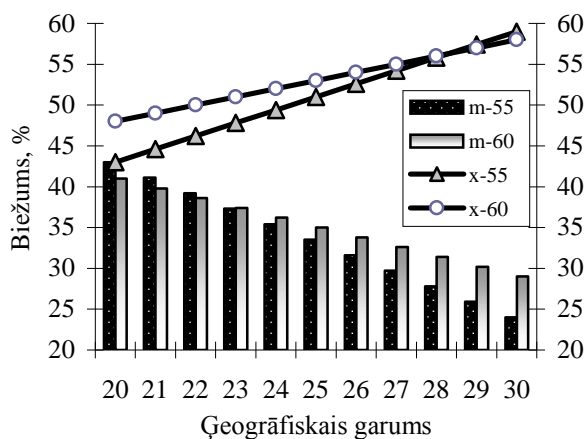
Fig. 5–1. Control points used in the investigation of European air mass frequency within 40°–65° N and 10° W–40° E [Hattwig, 2003]

Gaisa masu biežuma ģeogrāfiskās atšķirības Latvijas teritorijas robežās parāda, ka virzienā no rietumiem uz austrumiem sarūk okeānisko gaisa masu ietekme, valdošo ietekmi iegūst okeāniskas transformētas gaisa masas, bet kontinentālo gaisa masu biežums ir neliels (~14%), lēni pieaugot ziemeļrietumu – dienvidaustrumu virzienā. Eiropas kontinenta vidienē vidusplatumos par valdošo jeb klimatoloģiski vidējo gaisa masu kļūst transformēts okeāniskais gaiss, šī robežšķirtne šķērso Latvijas teritoriju tās vidusdaļā, jo uz austrumiem no Sēlijas paugurvaļņa – Viduslatvijas nolaidenuma – Augstrozēs paugurvaļņa transformētu okeānisku gaisa masu īpatsvars sāk pārsniegt 50%. Šo robežšķirtni ārpus Latvijas ziemeļu virzienā var pagarināt pāri Somu jūras līcim un Somijas rietumu daļai, bet dienvidu virzienā uz Nemunas un Neres saplūšanas apvidu, un tālāk uz Polijas vidieni. Nosauktajā posmā tā, šķiet, ir savietojama ar Eiropas submeridionālo fiziogeogrāfisko asi jeb divu atšķirīgu dabas zonalitātes sistēmu robežšķirtni, kas stiepjas uz Donavas lejteci pie Melnās jūras [Krauklis, 2006; Krauklis un Zariņa, 2002]. Tas arī daļēji varētu izskaidrot ar okeānisko augu sugu daudzumu saistītās A. Rasiņa bioģeogrāfiskās līnijas novietojumu [Laiviņš un Melecis, 2003]. Bez tam Latvijas vidusdaļu šķērso ar sniegu segu saistīta šķirtne, aiz kuras austrumu virzienā ievērojami retāk novēro



5–2. att. A. Okeānisko (*zilās līnijas*) un transformētu okeānisko gaisa masu (*sarkanās līnijas*) vidējais biežums Eiropā, % (1979–2000); B. Eiropas klimata apgabali [Mayes and Hughes, 2004].

Figure 5–2. A. Mean frequency of maritime (*blue lines*) and transformed oceanic air masses (*red lines*) in Europe, % (1979–2000); B. The climatic regions of Europe [Mayes and Hughes, 2004]



5–3. att. Okeānisku un transformētu okeānisku gaisa masu vidējā biežuma izmaiņas Eiropā (1979–2000) starp 20–30° A gar. un 55–60° Z pl.
 m– okeāniskās gaisa masas; x – transformētas okeāniskās gaisa masas
 Fig. 5–3. Changes of mean frequency of oceanic, transformed oceanic and continental air masses (1979–2000) in Europe between 20–30°E and 55–60°N

vairākus pastāvīgas sniega segas periodus un tās vidējais ilgums pārsniedz 100 dienas [Draveniece, 1998].

Tādējādi tāpat kā zonalitātes jeb dabas zonu robežas nosaka valdošo gaisa masu tipu izplatība, arī iekšzonu jeb reģionālās atšķirības, domājams, saistītas ar noteiktu gaisa masu ietekmi. Okeānisko, transformētu okeānisko un kontinentālo gaisa masu biežuma attiecību jeb kontinentalitātes indeksu atšķirības Latvijas teritorijā, kas rietumu daļā ir 42:44:14 un austrumu daļā 29:55:16, norāda uz lielu okeāniskas izcelsmes – okeānisku un transformētu okeānisku – gaisa masu ietekmi, un globālā skatījumā nelielu klimata kontinentalitāti, kuras pieaugums notiek uz transformētu okeānisku gaisa masu biežuma pieauguma rēķina. Šāds kontinentalitātes raksturojums, ņemot par pamatu dažādu gaisa masu ietekmi, nav pretrunā ar Konrada kontinentalitātes indeksa ģeogrāfisko izkārtojumu Latvijā (5–5. att.), kas arī atspoguļo visumā pakāpenisku kontinentalitātes izmaiņu raksturu, izņemot Baltijas jūras piekrastei un Rīgas līcim tuvākās teritorijas, un parāda tā vērtību izmaiņas no 21 līdz 32, kas vērtējamas plašākā skatījumā pēc šī indeksa zemāko (tuvu 0 okeāniskos apstākļos, Farēru salas) un augstāko vērtību (tuvu 100 krasi kontinentālos apstākļos, Verhojanska) diapazona.

5. 2. Latvijas teritorijas viendabīguma vērtējums gaisa masu kontekstā

Latvijas robežās pastāv atšķirības gaisa temperatūras un citu meteoroloģisko elementu ziņā, tostarp lielas atšķirības nokrišņu daudzuma ziņā – gan pēc gada, gan atsevišķu mēnešu summām, un tās stipri mainās gada gaitā un pakļautas lielām starpgadu svārstībām. Šajā sakarā jautājums ir, cik lielā mērā būtiskās atšķirības starp dažādiem Latvijas reģioniem saistītas ar gaisa masām, kas tādā nozīmē varētu būt atkarīgas no šādiem apstākļiem un procesiem:

- 1) gaisa masas transformācija tās iekšienē (iekšmasas transformācija),
- 2) vienlaicīgi dažādu gaisa masu ietekme uz Latvijas laikapstākļiem.

Pēc Atlantijas–Eiropas sektora sinoptiskajām kartēm, analizējot 850 hPa līmeņa temperatūras un rasas punkta vērtības Baltijas reģionā 11 gadu periodā (1990–2000), tika vērtētas šo kvantitatīvo rādītāju starpības. Atkarībā no Latvijā (Rīga) identificētā gaisa masas tipa temperatūras un pseidopotenciālās temperatūras diapazona (2–9., 2–10.att.) un sinoptiskās situācijas tika novērtēts vai būtu iespējama dažādu gaisa masu tipu atrašanās šajā reģionā, tostarp Latvijā. Vispirms tika nošķirti visi tie gadījumi, īpaši cikloniskās cirkulācijas apstākļos, kad teritoriju šķērsojušas atmosfēras frontes, tostarp tādi kā 1990. gada 13. janvārī, kad arktiskā fronte Latvijā uz vairākām dienām bija sadalījusi divās daļās: rietumos okeāniska subpolāra gaisa ietekmē diennakts vidējā temperatūra bija pozitīva (Liepājā + 4,3°C), kamēr austrumu pusē, ieplūstot arktiskajam gaisam, temperatūra bija nokritusi krietni vien zem nulles (Rūjienā –10°C, Rēzeknē –9,7°C).

Tika konstatēts, ka lielāko tiesu virs Latvijas teritorijas vienlaicīgi atradusies viena gaisa masa, un tādās dienās, neatkarīgi no gaisa masas tipa, piezemē diennakts vidējo temperatūru atšķirības Latvijā rietumu–austrumu virzienā vidēji nepārsniedz 5°–6,5°C, pie kam atšķirības bija lielākas ziemas mēnešos, bet vismazākās tās bija jūlijā – augustā. Piemēram, 1998. gada 9. jūlijā, kad laikapstākļus Latvijā noteica sasilis transformēts okeānisks subpolārs gaiss xP_s ($t_{850}= 6,4^\circ\text{C}$, $T_{pp-850}= 36,2^\circ\text{C}$), kas bija veidojies no okeāniska subpolāra gaisa, Latvijā teritorijā novērojama nelielas reģionālās atšķirības: diennakts vidējās gaisa temperatūras atšķirības sasniedza 4°C, bet pseidopotenciālā temperatūra atšķīrās par 7°C (5–6. att.). Ieplūstot okeāniskam subpolāram gaisam, 1998. gada 14. oktobrī diennakts temperatūras atšķirības lielākajā teritorijas daļā bija 1,6°C, bet kopā ar piekrastes daļu 4,9°C.

Kontinentāla vidusplatumu gaisa (cS_p) ietekmē 1994. gada 13. jūlijā, kad virs Latvijas atradās augsta spiediena apgabals, diennakts vidējo gaisa temperatūru atšķirības Latvijā bija 4,5°C, bet kontinentāla subtropiska gaisa ietekmē 30. jūlijā 3,8° (3–11. att.). Kopumā 1994. gada jūlijā 17 dienas Latvijā tika identificēts xS_p , cS_p un cS gaiss, bija neparasti ilgstošs sausums un karstums, un visu mēnesi diennakts vidējās temperatūras ģeogrāfiskās atšķirības Latvijas robežās bija < 4,5°C.

Taču vidēji ik mēnesi bijušas 1–4 dienas, kad 850 hPa temperatūru un rasas punkta laukā atmosfēras frontu nav, bet samērā lielās temperatūru atšķirības 850 hPa līmenī varētu norādīt uz atšķirīgām gaisa masām: visbiežāk rietumu –austru-

mu virzienā tās bija lielākas par $6,5^{\circ}$, sasniedzot pat 14°C un retumis vēl vairāk. Piemēram, 1997. gada februāra otrās dekādes 2. pusē virs Somijas un Austrumeiropas līdzenuma aukstā arktiskā gaisā izveidojās anticiklons un 16. februārī kontinentāls arktisks gaiss cA ietekmēja laikapstākļus Latvijas austrumu rajonos, bet vidusdaļā (Rīga) un rietumu daļā tika identificēts transformēts okeāniskais arktisks gaiss xA, kura $t_{850} = -16,9^{\circ}\text{C}$ un $T_{pp850} = -1,6^{\circ}\text{C}$. Piezemes diennakts vidējo temperatūru atšķirības Latvijas teritorijā sasniedza $11,9^{\circ}$ (Liepājā $-3,6^{\circ}\text{C}$ un Alūksnē $-15,5^{\circ}\text{C}$), un pseidopotenciālo temperatūru izolīniju izvietojums norāda uz auksta gaisa ieplūšanu Latvijā no ziemeļaustrumiem, kamēr Baltijas jūras piekrastē novēroti ievērojami siltāks un mitrāks gaiss (5–7. att.). Visā Latvijas teritorijā, izņemot Rūjienu, novēroti nelieli nokrišņi (0 – $2,5$ mm) gāziensniega veidā, un vietām – sarma.

Gaisa temperatūras un rāsas punkta vērtību analīze 850 hPa līmenī parāda, ka Latvijas rietumu daļu ietekmē pakāpi siltākas (xA → cA vai mA → xA) arktiskās gaisa masas, kas pārvietojoties virs Baltijas jūras sasilst un piesātinās ar mitrumu, piemēram, kad Latvijas austrumu daļu ietekmē cA gaiss, rietumu un vidusdaļā ir xA gaiss vai sakarā ar ciklona tuvošanos jau ieplūst siltāks (xP vai mA) gaiss.

Kad augsta spiediena apgabals atrodas virs Austrumeiropas, no Krievijas centrālajiem rajoniem pa anticiklona rietumu perifēriju ieplūst kontinentāls subpolārs gaiss, bet ziemas mēnešos tas dažkārt veidojas, kad virs Skandināvijas aukstā arktiskā gaisā izveidojas augsta spiediena apgabals un arktiskais gaiss pakāpeniski transformējas par kontinentālu subpolāru cP gaisu. Meridionālas atmosfēras cirkulācijas apstākļos, kad ziemeļu, ziemeļaustrumu vēji atnes Latvijā aukstas gaisa masas un zemu piezemes gaisa temperatūru, valsts rietumu daļā nereti ir siltāks.

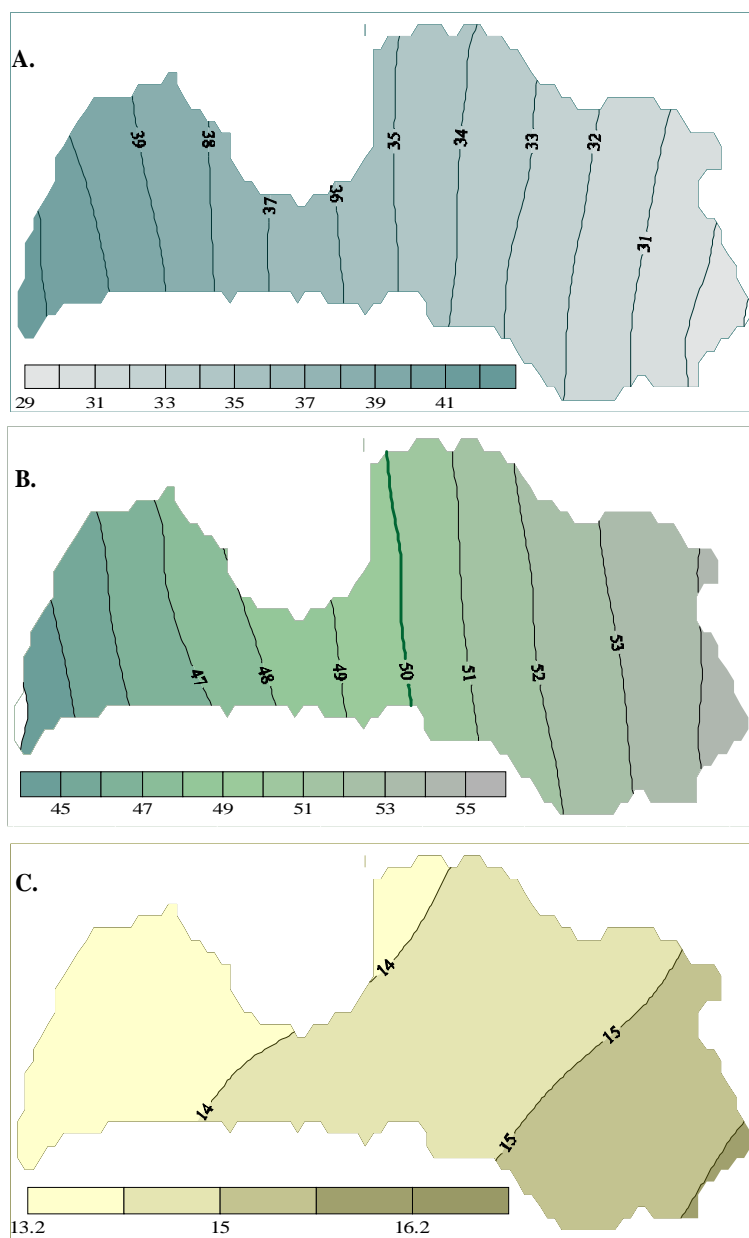
Tātad gaisa masu skatījumā klimatiskās atšķirības Latvijas robežās galvenokārt veidojas uz iekšmasu transformācijas fona. Atšķirīgu gaisa masu ietekme uz Latvijas laikapstākļiem iespējama vienīgi dažas dienas mēnesī, pie kam biežāk ziemas mēnešos, un parasti tie ir viena gaisa masas tipa, piemēram, dažādas kontinentalitātes pakāpes arktiskas gaisa masas (m, x, c) vai arī dažādi gaisa masu tipi, kuru pārvērtības notikušas transformācijas procesā. Latvijas austrumu daļā, salīdzinot ar rietumu un vidusdaļu, visbiežāk identificē par pakāpi kontinentālākas gaisa masas, piemēram, kontinentāls gaiss – transformēts okeāniskais gaiss vai okeāniskais transformēts – okeāniskais gaiss.

Latvijas robežās pastāv lielas atšķirības nokrišņu daudzuma ziņā gan pēc gada, gan atsevišķu mēnešu nokrišņu summām. Gaisa masu skatījumā būtiski ir tas, ka nokrišņi izkrīt gaisa masas ietvaros vai frontes joslā. Gaisa masu nokrišņi ir tādi, ko izraisa mitruma un temperatūras sadalījums gaisa masas iekšienē, kad to neietekmē fronte vai orogrāfiska pacelšanās [*Glossary of Meteorology*, 2000]. Iekšmasu nokrišņi biežāk izkrīt kā gāzienvēda nokrišņi, tie ir īslaicīgi, un tiem raksturīgs lietus ar rupjām lāsēm vasarā, rudenos un pavasaros kopā ar sniega vai ledus graudiem, arī ziemā novēro īslaicīgas sniega gāzes, taču mitrā, bet stabilā gaisa masā var izkrist arī smidzinoši nokrišņi neatkarīgi no frontes vai orogrāfiskas pacelšanās. Diemžēl Latvijā iztrūkst pētījumu par nokrišņu daudzuma saistību ar atmosfēras frontēm, kādi veikti ASV un citur pasaulē. Analizējot dekādes, mēneša vai siltā

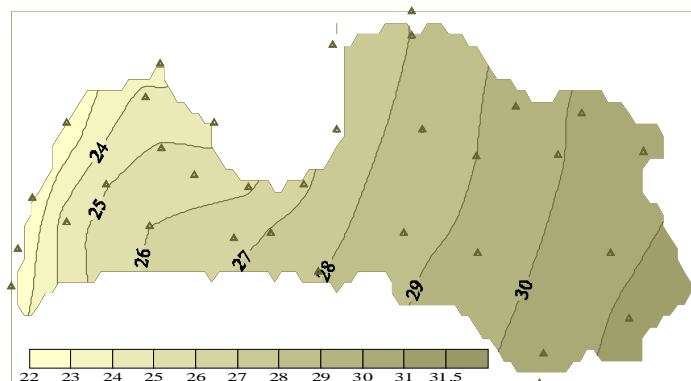
perioda (maijs–oktobris) nokrišņu daudzumu, ir problemātiski nodalīt gaisa masu nokrišņus no frontālajiem, tāpēc jāņem vērā, ka to summu vairumā gadījumu veido visu veidu nokrišņi. Promocijas darba ietvaros tika konstatēts, ka tikai dažos mēnešos iespējams pamatoti uzskatīt, ka lielākais nokrišņu daudzums (vismaz 80%) ir iekšmasu nokrišņi. Piemēram, 1998. gada jūlijā mP gaisa (8 dienas), kā arī xP_s gaisa ietekmē (12 dienas) bija apmācies un vēss laiks, vairākkārt novēroja stipras pērkona lietusgāzes, un teritorijas lielākajā daļā nokrišņu daudzums bija 90–130 mm, bet Zemgalē, Alūksnes un Ludzas rajonā 145–210 mm, Vismazāk nokrišņu bija Liepājas rajonā un Latgales dienvidu daļā 50–70 mm (5–8. att.). Lietusgāzes bija saistītas ar dienvidu cikloniem, kuru ietekmē Latvijā ieplūda transformēts okeāniskais vidusplatumu un subtropiskais gaiss (xS_p un xS): 11.–12. jūlijā nokrišņu daudzums Valmieras apkārtnē 14 stundu laikā sasniedza 91 mm, Dobelē 89 mm, Bauskā 88 mm un Jelgavā 64 mm, bet dažās dienās, tostarp 2. jūlijā, lietusgāze bija saistīta ar atmosfēras fronti un, piemēram, Ludzā īsā laikā dienas vidū nolija 43,9 mm nokrišņu.

Vienpadsmit gadu periodā (1990–2000) bijuši divi mēneši, kad laikapstākļus mēneša lielākajā daļā noteikusi anticiklonāla atmosfēras cirkulācija: 1993. gada novembrī laikapstākļus 14 dienas noteica kontinentāls gaiss (cP, cP_s) un 7 dienas transformēts okeāniskais gaiss (xA, xP xP_s), bet 1994. gada jūlijā – 10 dienas kontinentāls gaiss (cP_s, cS_p, cS) un 16 dienas transformēts okeāniskais gaiss (xP, xP_s, xS_p), un vienīgi 1–2 dienas tos ietekmēja atmosfēras frontes, kālab šo mēnešu nokrišņi gandrīz pilnībā uzskatāmi par gaisa masu jeb nefrontāliem nokrišņiem (5–9. att.). Tik lielu kontinentāla gaisa īpatsvaru kopā ar transformētām okeāniskām, bet relatīvi sausām gaisa masām mēneša garumā Latvijas apstākļos novēro reti.

Tāpēc jākonstatē, ka Latvijas nokrišņu daudzuma ģeogrāfiskā izkārtojuma izpēte nav paveicama, neņemot vērā atmosfēras frontu pārvietošanās gaitā novērotos nokrišņus. Lai gan pārejas stāvokļi, kas saistīti ar frontu pārvietošanos, novēroti vidēji piektajā daļā mēneša dienu (daži autori tos vērtē 25–30% vidusplatumos), tie būtiski ietekmē nokrišņu daudzumu Latvijā. Savukārt gaisa masu jēdziens pēc tā definīcijas pārejas stāvokļus atstāj ārpus tām. Mūsdienās dažādas ģenēzes nokrišņi, to daudzuma kvantitatīvās attiecības tiek pētīti klimata modelēšanas vajadzībām, un arī Latvijā tas varētu kļūt par vienu no izpētes objektiem klimatisko pētījumu ietvaros nākotnē.

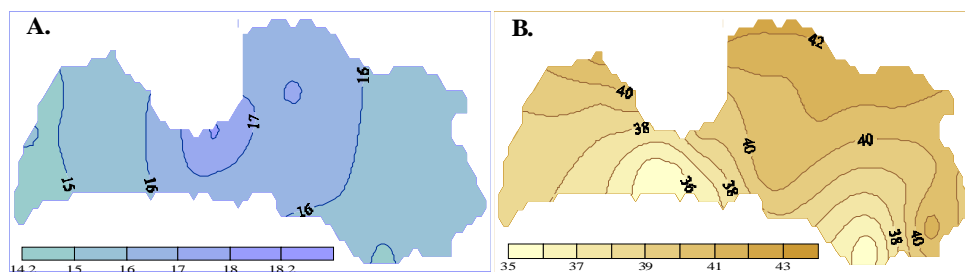


5-4. att. Okeānisko gaisa masu (A), transformētu okeānisko gaisa masu (B) un kontinentālo gaisa masu (C) vidējais biežums Latvijā, % (1990–2000)
 Fig. 5-4. Mean frequency of maritime (A), transformed maritime (B) and continental (C) air masses over Latvia, % (1990–2000)



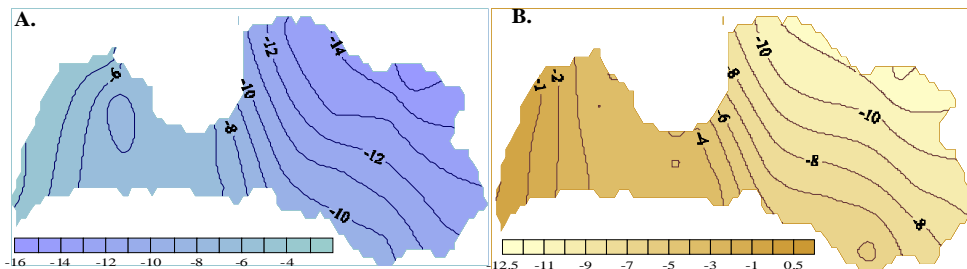
5–5. att. Konrada kontinentalitātes indeksa ģeogrāfiskais izkārtojums Latvijā (pēc 30 meteoroloģisko staciju ilggadīgiem vidējiem datiem)

Fig. 5–5. Geographical distribution of Conrad's continentality index in Latvia (after long-term data of 30 meteorological stations)



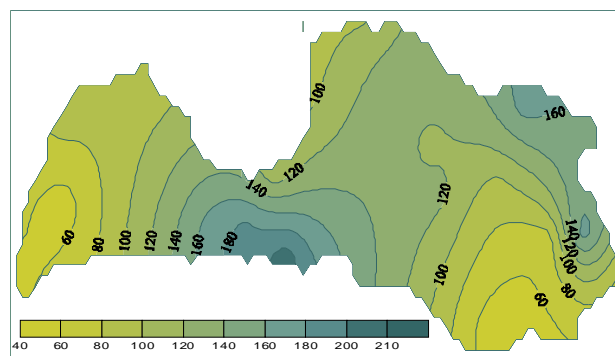
5–6. att. Piezemes (2 m) diennakts vidējās gaisa temperatūras (A) un pseidopotenciālās temperatūras (B) ģeogrāfiskais sadalījums Latvijas teritorijā, kad laikapstākļus vienlaicīgi nosaka viena gaisa masa – sasilis transformēts okeānisks subpolārs gaiss xP_s, 09/07/1998.

Fig. 5–6. Geographical distribution of mean diurnal surface temperature (A) and pseudopotential temperature (B) in the territory of Latvia under the control of a single airmass – warmed transformed maritime subpolar air xP_s, 09/07/1998.



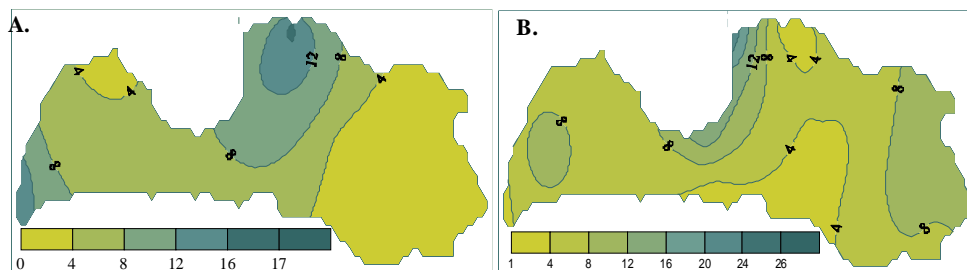
5–7. att. Piezemes (2 m) diennakts vidējās gaisa temperatūras (A) un pseidopotenciālās temperatūras (B) ģeogrāfiskais sadalījums Latvijas teritorijā, kad austrumu daļā laikapstākļus nosaka kontinentāls arktisks gaiss cA, bet rietumu un vidusdaļā – sasilis transformēts okeānisks arktisks gaiss xA, 16/02/1997.

Fig. 5–7. Geographical distribution of mean diurnal surface temperature (A) and pseudopotential temperature (B) in the territory of Latvia, when eastern part was dominated by continental arctic air cA, but the middle and western part by transformed maritime arctic air xA, 16/02/1997.



5–8. att. Mēneša nokrišņu daudzums (mm) Latvijā, 07/1998. Teritorijas lielākajā daļā nokrišņu daudzums bija 110–160% no mēneša normas, Zemgalē (210 mm), Alūksnes un Ludzas rajonā (>145 mm) 2–2,5 mēneša normas, bet vismazāk nokrišņu bija Liepājas rajonā un Latgales dienvidu daļā 50–70 mm (55–85% no normas).

Fig. 5–8. Monthly precipitation (mm) in Latvia, 07/1998. Most of the territory received 100–160% of precipitation norm. Above normal precipitation (2–2,5 norms) was recorded in Zemgale (210 mm), Aluksne and Ludza regions (>145 mm), but Liepāja region and the southern part of Latgale received the least amount of precipitation 50–70 mm (55–85% of norm).



5–9. att. Gaisa masu nokrišņu daudzums (mm) mēnešos, kad pārsvarā novērots transformēts okeāniskais un kontinentālais gaiss. A. 1993. gada novembrī teritorijas lielākajā daļā nokrišņu summa bija 1–26% no normas, izņemot Liepājas, Rūjienas un Limbažu apkārtni (10–18 mm). B. 1994. gada jūlijā nokrišņi gandrīz visā teritorijā bija 20% no normas, izņemot Ainažus – 28 mm (40% no normas).

Fig. 5–9. Air mass precipitation (mm) during the months that were dominated by transformed maritime and continental air. A. In November 1993 most of the territory received 1 – 26% of precipitation norm, except Liepāja, Rūjiena and Limbaži (10–18 mm). B. In July 1994 most of the territory saw 20% of the monthly precipitation norm with an exception of Ainaži – 28 mm (40% of norm).

SECINĀJUMI

1. Latvijas atrašanās mērenās joslas ziemeļu apmalē, pārejas posmā starp Eiropas okeānisko un iekškontinentālo daļu un plašā līdzenumu teritorijā bez dabiskiem šķēršļiem gaisa masu kustībai nosaka to biežu mainību no dienas uz dienu, daudzveidību un lielas starpgadu svārstības.
 - 1.1. Latvijā atbilstoši Eiropas gaisa masu klasifikācijai ieplūst piecpadsmit gaisa masu tipi: arktiskas, subpolāras, vidusplatumu un subtropiskas, kā arī sasilušas subpolāras gaisa masas, no kurām katrai pārstāvēts okeāniskais, transformēts okeāniskais vai kontinentālais tips.
 - 1.2. Kvantitatīvās attiecības starp gaisa masu tipiem daļēji izskaidro boreonemorālās starpzonas ainavekoloģiskās īpašības: arktisko un subpolāro gaisa masu biežums ir 56 %, sasiluša subpolāra – 25%, vidusplatumu – 15% un subtropiskā gaisa masu biežums 4%.
 - 1.3. Okeāniskas izcelsmes – okeānisku un transformētu okeānisku – gaisa masu ietekme ir liela visa gada laikā (85%). Transformētu okeānisku gaisu novēro biežāk (vidēji 49%) nekā okeānisku gaisu, bet kontinentālo gaisa masu biežums ir vidēji 15%.
2. Latvijā ieplūstošās gaisa masas pēc to regularitātes iedalāmas trīs grupās: pastāvīgas jeb visu gadalaiku, sezonālas un neregulāras gaisa masas un to ietekme lielā mērā saistīta ar pārvaramo attālumu jeb Latvijas ģeogrāfisko novietojumu attiecībā pret gaisa masas izcelsmes apgabalu.
 - 2.1. Latvijā pastāvīgi ieplūst seši gaisa masu tipi: okeānisks subpolārs (mP), sasilis okeānisks subpolārs (mP_s) un okeānisks vidusplatumu gaiss (mS_p), transformēts okeānisks subpolārs (xP) un sasilis subpolārs (xP_s) un sasilis kontinentāls subpolārs gaiss cP_s. Ilggadīgā skatījumā šīs ir valdošās gaisa masas – kopā >60%, bet katra atsevišķā tipa vidējais biežums nepārsniedz 19% jeb mP gaisa biežumu.
 - 2.2. Sezonālās gaisa masas (pavisam septiņas) katru gadu ieplūst noteiktos mēnešos, bet pārējā laikā tās novēro reti. To ietekme uz laikapstākļiem ir nepārprotama – transformēts okeānisks arktisks (xA), okeānisks arktisks (mA) un kontinentāls subpolārs (cP) gaiss rada aukstu laiku, bet transformēts okeānisks un kontinentāls vidusplatumu (xS_p un cS_p) gaiss, kā arī okeānisks un transformēts okeānisks subtropisks (mS un xS) gaiss – siltu/karstu laiku. Bieži xA gaiss ir aukstākā gaisa masa ne vien rudenī un pavasarī, bet arī ziemā, un xS gaiss rada lielāko tveici vasarā.
 - 2.3. Neregulārās gaisa masas – kontinentāls arktisks (cA) un kontinentāls subtropisks (cS) gaiss – ieplūst reti (ne katru gadu) un to ieplūšana ir sezonāla un tās rada ekstremālus laikapstākļus.
3. Gaisa masu un to noteiktu kombināciju gada gaitā, tāpat kā neto radiācijas, temperatūras, nokrišņu daudzuma, ūdens bilances struktūrā un fenoloģisko parādību gaitā, vērojama labi izteikta sezonālitate Latvijas gaisa masu biežuma gada gaitā saskatāmi divi periodi ar pārejas periodiem starp tiem.

- 3.1. P+A periods (oktobris – aprīļa vidus), laiks no pilnrudens līdz agram pavasarim, ir arktisko un subpolāro gaisa masu periods. Okeānisko subpolāro un transformētu okeānisku subpolāro gaisa masu (mP+xP) vidējais biežums pārsniedz 30%, un tās mijas ar aukstām gaisa masām – okeānisku arktisku (mA), transformētu okeānisku arktisku (xA) un kontinentālu subpolāru (cP) gaisu. Visi auksto gaisa masu tipi kopā novēroti vidēji 30–40% dienu.
- 3.2. Pavasara pārejas laikā (aprīļa vidus – maija vidus), pilpanpavasari un priekšvasarā, valdošā/ās gaisa masa/s nav nosakāmas. Latvijā ieplūst gandrīz visu tipu gaisa masas. P+A perioda gaisa masu biežums samazinās, un, sākot ar aprīļa trešo dekādi pieaug sasiluša subpolāra un vidusplatumu gaisa biežums.
- 3.3. Ps+Sp periods. No jūnija līdz augustam jeb no agras vasaras līdz vēlai vasarai valdošais ir sasilis subpolārs un vidusplatumu gaiss (48–54%), kuru starpā ievērojami augsts ir sasiluša transformēta okeāniska subpolāra (xPs) gaisa biežums (22–24%). Šajā periodā ir gada griezumā visaugstākais subtropiskā (mS un xS) gaisa biežums, un okeāniska un transformēta okeāniska subpolāra (mP+xP) gaisa biežums sasniedz vidēji 31–36%.
- 3.4. Rudens pārejas laikā (augusta beigas – septembra beigas) vai agrā rudenī sasilis subpolārs un vidusplatumu gaiss (Ps+Sp) ieplūst retāk nekā iepriekšējā periodā (26%), un sāk pieaugt auksto okeānisko arktisko un kontinentālo subpolāro (mA+cP) gaisa masu ietekme, bet to biežums vēl ir vidēji nepilni 20%. Ievērojama ietekme ir okeāniskam subpolāram (mP) gaisam – 25%.
4. Latvijas teritorijā lielāko tiesu (80–85%) vienlaicīgi vērojams tikai viens gaisa masas tips, taču tās robežās pārsvarā iekšmasu transformācijas procesa gaitā notiek pakāpeniska okeānisko gaisa masu ietekmes samazināšanās.
 - 4.1. Okeānisko, transformētu okeānisko un kontinentālo gaisa masu biežumu attiecība Latvijas rietumu daļā ir 42:44:14 un austrumu daļā – 29:55:16, un nelielais klimata kontinentalitātes pieaugums notiek uz okeāniskas izcelsmes gaisa masu ietekmes izmaiņu rēķina.
 - 4.2. Latvijas teritorijas vidusdaļā pārsvaru gūst transformēts okeānisks gaiss, tā vidējā biežuma 50% robežšķirtne ir savietojama ar Eiropas submeridionālo asi, un ar transformēta jeb daļēji okeānisku īpašību zaudējuša gaisa valdošo stāvokli varētu būt saistīta boreonemorālās starpzonas visplatākā posma atrašanās austrumos no Baltijas jūras.
5. Gaisa masu izpēte sakarā ar to advekcijas būtisko lomu Latvijas klimata veidošanā, to nepārtrauktā pārvietošanās, nepazīstot ne dabas zonu, ne valstu robežas, var dot savu nozīmīgu pienesumu gan fenoloģiskajos pētījumos, gan pētot laikapstākļu ietekmi uz cilvēka veselību un pašsajūtu, kā arī vides pētījumos, kas saistīti ar atmosfēras gaisa un nokrišņu piesārņojuma ietekmi uz ekosistēmām.

SUMMARY

Introduction

Oceanic and continental air masses arriving in Latvia from different geographical locations, and the relationship between air masses and geographical landscapes have been studied. Air masses are widespread bodies of air in the troposphere that are approximately homogeneous in their horizontal extent, hence the temperature and moisture gradients are small, and the vertical temperature and moisture variations are approximately the same over their horizontal extent. The territory of Latvia lies within the temperate zone or mid-latitudes, where the dominant airflow in the troposphere is dominated by meandering upper westerlies. For this reason the weather and climate here are formed primarily by advection of air masses originating over the Atlantic Ocean, transformation of this air over the land surface, and by the influence of continental air masses arriving from different source regions. However, within the context of Latvia's geography, this important theoretical and applied aspect of climate has been hardly touched upon.

Extensive portions of the atmosphere which become recognizable as air masses, that form, are transferred and transformed as part of the general circulation of the atmosphere, exert their influence on both Latvia's climate as a whole and the differences in climate over its territory. The nature of air masses makes them an integral index combining the clusters of several meteorological parameters and their numerical values. For that reason the classification and study of air mass dynamics should be considered a particularly useful tool applicable to the analysis of series of meteorological elements and the geographical interpretation of climatic data. A study of the distribution of boreal forests in North America showed that boundaries of zonal vegetation correlated very well with the dominating (yearly mean frequency >50%) air mass type [Bryson 1966]. The finding that vegetation zones are controlled by the dominance of a single air mass was questioned several years later by Krebs and Barry (1970) who found a significant correspondence between the tundra-taiga boundary and the mean frontal position between air mass types in Eurasia.

Latvia's location at the northern edge of the mid-latitudes between 56° N and 58°N, compared to central regions of mid-latitudes, justifies an even greater role of air masses forming over higher latitudes in shaping the climate. The amount of solar radiation is small – four months per year the mean diurnal sum of net radiation is negative (slightly below zero), yet in summer, when the height of midday sun and the day length reach the highest values, the net radiation is almost as high (338 MJ/ sq. m. per month) as in the southern part of mid-latitudes.

Latvia lies within the transitional zone or ecotone (boreo-nemoral ecotone) between the two principal forest zones of Europe – boreal and nemoral zone. At the same time Latvia's territory belongs to the border area between two distinctive nature zone systems of Europe (Fig. 1 on page 8). It has been suggested that over this area ("Europe's submeridional physiogeographic axis") a transition from the

dominance of oceanic air masses to the dominance of continental air masses takes place [Krauklis, 1999, 2006; Krauklis un Zariņa, 2002].

The aim of the study

The aim of this work was to identify and characterize oceanic and continental air masses arriving in Latvia, to describe the relationship between air mass dynamics and landscape seasons, and to evaluate the impact of the ratio of oceanic and continental air mass frequency on climatic and ecological differences over the territory of Latvia.

The following tasks were assigned to achieve the objectives of the work:

1. To explore the existing situation in air mass climatology in Latvia and in the world, to describe the main quantitative indices and the character of oceanic and continental air masses and the applied classification system;
2. To gather and digitize enough upper-air sounding and meteorological observation data available in Latvia for the air mass description, to perform the necessary calculations and to examine time series of the proper quantitative indices;
3. To identify the air masses arriving in Latvia in accordance with the chosen classification scheme, to describe the weather pattern brought by each air mass type and air mass dynamics related to landscape seasons;
4. To examine the influence of air mass character and frequency on the climate oceanicity–continentality and physiogeographic differences within Latvia;
5. To evaluate the obtained results in relation to similar research performed in Europe.

Research methods and materials

Collecting of observation data and the set of methods used for data processing and analysis conform to the purpose of the study. The air masses were identified by using a climatologically objective method and a number of contemporary methods of geographic research were utilized. The observation data were analyzed by statistical methods, namely non-linear regression analysis (polynomial regression and Mann-Kendall test) and interpolation, and cartographic representation of air mass data was performed including composing of thematic maps. The dissertation research was performed making use of the following data, materials and application software:

1. Weather observation data archives at the Latvian Environment, Geology and Hydrometeorology Agency:
 - 1.1. Monthly charts of aerological observation data (AET-3) for Riga (1958–2000) and Liepaja (1961–1992), and upper-air sounding diagrams for the station “Riga”(1990–2000);

-
- 1.2. Monthly charts of meteorological observations (TM-1) for meteorological stations “Rīga” and “Liepāja” (1990–2000), and, where necessary, for the rest of Latvia’s meteorological stations, as well as the monthly charts of incoming solar radiation TM-13 in Zoseni / Zilani (1990-2000);
 - 1.3. Synoptic maps of the North Atlantic – European region for near–surface layer (at 0.00 GMT) with the surface location of atmospheric fronts is depicted, and 850 hPa and 500 hPa level (both at 12.00 GMT observing time) maps, containing the geopotential height fields, wind speed and wind vectors, air temperature and dewpoint;
 - 1.4. Synoptic maps of the Latvian Environment, Geology and Hydrometeorology Agency at the cadence of 6 hours;
 - 1.5. Daily weather bulletins (1990–1998), meteorological monthlies and monthly weather summaries (1991–1998) for the territory of Latvia.
 2. Publicly available scientific literature and scientific publications, study materials and processed meteorological observation data on Internet sites:
 - 2.1. North Atlantic – European sector daily isotherm maps at the level of 850 hPa in digital format, including animated maps [<http://www.wetterzentrale.de>];
 - 2.2. The references listed in the bibliography were obtained in several different ways, primarily via
 - ordering articles and science books through interlibrary document delivery at the Latvian Academic Library;
 - borrowing library materials from the Latvian Academic Library, and libraries of the University of Latvia and Latvian Environment, Geology and Hydrometeorology Agency;
 - borrowing library materials from the libraries of Stockholm University (Sweden), Austrian Academy of Sciences and Hungarian Academy of Sciences;
 - personal communication with researchers dealing with air mass climatology in Germany (prof. M.Geb, L. Hattwig) and USA (prof.M. Schwartz);
 - the World Wide Web (www).
 The majority of copies of scientific publications were acquired from foreign document supply centers in Europe.
 3. Application software:
 - 3.1. *MS Excel 2000*
 This programme was used for digitalization of observation data, performing of calculations, drawing of charts (~190) and data analysis. Approximately 414 000 values were entered into the computer. The total amount of data is 45 megabytes.
 Two *MS Excel-based* programs: *MULMK/PARTMK* (Multivariate and Partial Mann-Kendall Test) for performing Mann–Kendall tests and

Analyse-it to perform polynomial regression analyses of 850 hPa temperature and pseudopotential temperature time series.

3.2. *ArcView* version 9 for composing maps;

3.3. *Surfer 8*

This software was used for creating atmosphere cross-sections, air mass isopleth maps, as well as ground surface air temperature and precipitation distribution maps;

3.4. Vector graphics software *Corel Draw* was used for marking explanations into synoptic maps and for generating drawings.

Content

Definition, characteristics and classification of air masses

The geographic concept of air masses emerged from developing the means and methods of weather forecasting. In the 1920's the representatives of the Bergen or Norwegian school of meteorology (V. Bjerknes, J. Bjerknes, T. Bergeron, S. Pettersen and others) developed the concepts of atmospheric fronts and air masses. In 1928, T. Bergeron presented geographical classification of air masses and described four air mass types according to the Earth's thermal zones – arctic, polar (nowadays – subpolar), tropical (nowadays known as subtropical) and equatorial air. Depending on the moisture content or formation above water or land surface, each air mass type was classified as an oceanic or continental one. In the 1930's, the first radiosondes were made and with the launching of regular upper-air soundings more accurate information about air masses became available and the methods of identification thereof improved. From the 1960's, the former forecasting methods were fully displaced by the use of upper-air observation data and numerical methods. However, researchers found that, beyond weather forecasting, air masses play a significant role in investigating different phenomena and processes on the Earth's surface. The geographic distribution of air masses into types was used by the Swiss climatologist D.H. Brunnschweiler and the Russian geographer and climatologist B. Alisov for the classification of the world's climates.

Air masses are widespread bodies of air in the troposphere that are approximately homogeneous over their horizontal extent, hence the temperature and moisture gradients are small, but vertically they vary according to the regularities inherent to a single air mass as a whole (Хромов и Мамонтова, 1974; Corcoran 1987; Glossary of Meteorology, 2000). Air masses encompass synergy of different meteorological elements and the climate and weather at a particular location is formed by long-term and short-term variability of these elements over time and space. An air mass originates and acquires its horizontal homogeneous properties in the lower part of troposphere. Under invariable radiation balance, heat exchange and air circulation for at least several days, the conservative properties of

an air mass gradually become uniform. When an air mass resides for a longer time in a particular geographic region (source region), moving within its boundaries, it gradually adapts to the temperature and moisture of the underlying surface. Forming of air masses is a continuous process depending on the following factors: temperature and moisture of the underlying surface (source region), topography, and the trajectory and age of the air mass. The evolutionary process of an air mass, when it is modified during movement and its properties change, is called air mass transformation. In Europe, a continuous and intensive air mass transformation is going on.

Air masses are characterized by quantitative indices that are subject to minimum variability over time and space. These are acquired via meteorological observations and upper-air soundings, as well as by performing calculations making use of observation data. In this respect, conservative indices (pseudopotential temperature, specific humidity) and/or semi-conservative indices (potential temperature, temperature above friction layer, dew point, absolute humidity) are of major importance, yet sometimes non-conservative indices, namely near-surface air temperature and relative humidity, are used, too. Scientifically sound results can be achieved by using the data of upper-air soundings. The 850 hPa level is the most appropriate because it is sufficiently close to the land surface (~1300-1500m above sea level), but within a homogeneous air mass daily fluctuations of temperature are not observed anymore. Moreover, it is possible at this level to clearly identify continental air.

Oceanic or maritime air masses form above wide water surfaces and therefore contain a great deal of moisture, especially in the lower part of the troposphere (below 850 hPa) or planetary boundary layer. There the air is near saturation and the high content of moisture characteristic of oceanic air manifests itself as a small difference between temperature and dew point and high relative humidity (r) in the lower part of the troposphere ($r_{850} > 75\text{--}80\%$). Air masses of oceanic origin normally contain sea-salt aerosol particles and thus differ from continental ones. A body of air traveling over the sea for 5 to 6 days can be easily distinguished from air that has been over water for a couple of days and contains continental aerosols and pollutants.

Continental air originates over land, typically remote from ocean influence, and usually has low humidity, manifested as a major difference between the 850 hPa temperature and the dew point and a low relative humidity ($r_{850} \leq 50\%$) in the lower part of the troposphere. Continental air normally has a high daily temperature range both in winter and summer because a body of air experiences greater diurnal changes over land due to the lower heat capacity of soil compared to water.

The ratio of the continental and oceanic air mass frequency (days per year) can be used to describe climate continentality and oceanicity. H. Berg (1940), for example, expressed continentality as follows:

$$K = \frac{C}{C + M} (\%), \text{ where}$$

C- frequency of continental air masses,

M – frequency of oceanic air masses [Blüthgen und Weischet, 1980].

However, the continentality indexes expressed by air mass frequency are not widely used, and commonly those expressed by annual range of temperature are used to describe climate continentality (indexes of F. Conrad, V.Gorcinsky, V.Cenker, N. Ivanov, S.Hromov). The index of continentality was formulated by V.Conrad as follows:

$$K = \frac{1,7A}{\sin(\varphi + 10^\circ)} - 14, \text{ where}$$

A – difference between mean temperature (°C) of the warmest and coldest months;

φ – geographic latitude of the place in question [*Glossary of meteorology*, 1959].

The majority of air mass classification systems differentiate between oceanic and continental air masses depending on the underlying surface of the air mass source region and moisture content. Since a universal air mass classification system doesn't exist, the general rule for air mass identification according to M. Geb (1981) is that essentially different air masses should not be given the same designation and air masses without a significant difference should not be designated differently. The Central European air mass classification recognizes that each air mass type in the mid-latitudes of Europe can be regarded as transformable into another, reflecting the influence of the ocean and seas or continent, and it has been developed based on air mass designations from world climatic zones. Of particular importance to geographers is the point that an air mass is not defined by its origin but also by the extent of oceanic/continental influence, thus adding to oceanic and continental air mass types the third category – transformed oceanic air masses (Table 1-2 on page 26).

It should be noted that the designation *polar* in internationally recognized air mass terminology refers to the air originating at latitudes between 45 and 66° N. Geb found that three essentially different air mass types might be identified within this area. These are: mid-latitude, subpolar (subarctic) and warmed subpolar air. In Russian terminology, instead of polar air, the term *temperate* air (*умеренные воздушные массы*) has for long been used to designate air masses originating in mid-latitudes and the subarctic zone. In German a designation *gemäßigte Luft* introduced by Shinze and Siegel (1943) was initially used for air masses designated as temperate air in Russian. The term *polar* air is not used in Geb's classification and to avoid misunderstandings this study doesn't use it either, as well as the term *temperate*.

2. Materials and methods of study

The character of air masses entails conceptual difficulties to validate the results of air mass analysis obtained by using different classification schemes and methods of identification, particularly when regionally narrow data (one/several observation sites) are used. The study of air masses arriving in Latvia was performed following European air mass classification and the associated method of practical identification. Such a scheme should be regarded as a reasonable solution in the case of Latvia

Traditionally there have been two approaches to air mass identification – either subjective or objective. Subjective approaches were the first to be used. The air mass trajectory back to source region was established, and moreover, subjective analyses have simple data requirements. However, they are often limited by a lack of numerical precision and by difficulties with replication and error assessment because air mass identification relies on the skills of analyst. Owing to a wide application of the air mass concept, many objective methods have been developed. The objective approach improves numerical precision and facilitates reproduction of the method, yet a large amount of data needs to be collected, there are difficulties with generalization, and it does not solve uncertainties regarding transitional zones between the ranges of temperature and moisture associated with air mass types. The application of objective methods developed rapidly in the 1960's: R. Bryson (USA) used a method of partial collectives, R. Berry (USA) a method of frontal analysis and J. Oliver a method for identifying air masses of Australia (Bryson, 1966; Oliver, 1970). Lately an automated method or method of objective analysis, known as “spatial synoptic classification” (SSC), has been developed. SSC requires initial identification of the major air masses and their typical meteorological characteristics at each site [Kalkstein *et al.*, 1996]. Combining advantages of subjective and objective approaches, integrated methods have been developed. For example, M. Schwartz (1991) developed an integrated approach to air mass classification in the North Central United States. In Europe, M. Geb (1981) developed a climatologically objective method for practical air mass identification schematically depicted in a sliding diagram.

The studies of air masses previously performed in Latvia are summarized in the dissertation. From the 1950's on, for the purpose of climate characterization either of the two tabular representations of air mass frequency have been used. These have been created with a several decade interval, and the more recent one was found to show mean frequencies of the 1966 to 1975 period [Темникова, 1958; Климат Риги, 1983], while detailed statistics of air mass frequency during the said decade can be found in a book published in Leningrad [Глазачева, 1988]. In both cases, air mass types have been categorized according to the traditional Bergeron classification normally described in textbooks, yet without presenting case-specific quantitative properties of air masses and the associated weather conditions.

The designation mid-latitude air masses (умеренные воздушные массы) seems to be attributed to air masses originating over a wide territory covering both the subarctic zone and mid-latitudes. Although no indication was found regarding the method applied for air mass identification, the high frequency of continental air masses could be a good reason to think that subjective analysis has been used.

In dealing with air mass analysis and identification there are two important factors that need to be balanced: time required to perform the work and the representativity of the obtained results. The authors studying air masses have normally chosen a 10 to 15 year period for air mass identification. Concerning the present study, a variety of factors (availability of reliable data, interannual climatic variability and frequency of extreme weather events in Latvia over the last 50 to 60 years, as well as capacities for work and others) were assessed and it was decided that an 11-year period was sufficient.

With the purpose to assess whether the results obtained by the air mass analysis could be generalized, time series of temperature and pseudopotential temperature at the 850 hPa level for the years 1958 to 2000 (Riga) were created and tested, grouping all non-frontal days together. Temperature trends were taken as a first-level “witness” for detecting long term changes in air mass properties and climate in general. The data of upper-air soundings carried out in Riga can be attributed to the whole territory of Latvia based on the recommendations of the World Meteorological Organization suggesting optimum radiosonde spacing of around 600 km or horizontal interpolation of upper-air measurements over a 300 km radius around the observation site.

Application of a polynomial regression model and the non-parametric Mann–Kendall test showed that air temperature changes have occurred in several winter months. Considering that air masses are defined by a specific and rather broad range of temperature and moisture characteristics, it appears that the detected variations of monthly mean temperature and pseudopotential temperature (at 850 hPa level) fit within the air mass temperature-moisture range, thus overruling the hypothetic significant changes in the monthly air mass categories. Air mass characteristics apparently exhibit periodic fluctuations, and the present study shows that more or less significant variations affect winter months. The most notable feature of these variations might be the variability of snow cover duration and snow depth that has been observed in Latvia and a number of other countries of the Northern Hemisphere.

Practical identification of air masses was performed in accordance with the climatologically objective method generated by M. Geb and supplemented making use of the advantageous situation of identifying known air masses for a past period as compared to air mass analysis for the needs of weather forecasting. The method for identifying European air masses described in the sliding diagram is based on determination of air mass back trajectory and checking of typical thermodynamical properties. These steps help to determine whether the properties of a possible air mass type fall within the statistically estimated range of mean temperature and pseudopotential temperature at the 850 hPa level of the air mass type in question.

When taking these steps is not enough and the identification of the air mass source region fails, the air mass may have transformed and the identification procedure should be extended to include a thorough analysis of the synoptic situation. To facilitate identification of a specific air mass type and collect more details about frontal systems passing over, the following materials and data were used in addition to the climatologically objective method: air mass calendar, 850 hPa isotherm maps for the Atlantic–European sector in digital form, daily weather bulletins and monthly weather reviews for the territory of Latvia. Air mass identification was a procedure that employed the steps described in the following paragraphs.

First, the compilation of monthly calendars (1990–2000), actually charts that graphically depict daily (at 00.00 and 12.00 GMT) fluctuations of the 850hPa temperature T_{850} , dewpoint r_{850} , pseudopotential temperature T_{pp-850} , near surface temperature T_0 and sea-level air pressure P_0 in Riga (1990–2000) and Liepaja (1990–1992) was performed. Pseudopotential temperature T_{pp} according to M.Geb (1971) was calculated as follows:

$$T_{pp} = T_{LCL} \left(\frac{P_0}{P_{LCL}} \right)^{\frac{R}{c_p}} \cdot (1 + k \cdot 1.604 M) \exp \left(\frac{M \cdot r}{c_{pl} \cdot T_{LCL}} \right), \text{ where}$$

T_{LCL} – temperature of an air parcel at a condensation level in degrees Kelvin (K);

P_0 – 1000 hPa, air pressure at standard level;

P_{LCL} – air pressure (hPa) at condensation level;

k – 0,2855; constant equal to the universal gas constant divided by specific heat of dry air at constant pressure;

M – mixing ratio; ratio of the mass of water vapour to the mass of dry air, $g \text{ kg}^{-1}$;

$e(t_{LCL})$ – partial pressure of water vapour, Pa

r – latent heat, which is released when water vapour is condensed, J/kg;

c_{pl} – specific heat capacity of dry air under constant pressure, $J \text{ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

The calendar was particularly efficient when dealing with air mass transformation, and its chief quality probably derived from visual representation of every fluctuation of air mass temperature and moisture, to mention, for instance, that any change in dewpoint temperature is strictly due to moisture change (Fig. 2-3 on page 45). Observable changes in the 850 hPa temperature and dewpoint appear during the frontal passage and also during the air mass transformation process. Near-surface observation data, such as temperature, cloudiness, cloud forms, duration of sunshine and some others, were also used. Ultimately, periods represented by specific air mass type and frontal passage days were marked on the calendar.

Further air mass back-trajectories were identified using synoptic maps of the North Atlantic-European sector at the 850 hPa and 500 hPa levels, and near-surface maps that were supplemented with surface synoptic maps produced at the Latvian Agency of Environment, Geology and Meteorology. Wind trajectories and positions of atmospheric fronts at the 850 hPa level were derived from these.

Although frontal passages are normally associated with a distinct shift in wind direction and variations of temperature and moisture, as well as with changes in sea level pressure and other parameters, duration of frontal passage and of transition conditions before and after passage of the front as the atmosphere assumes the characteristics of a new air mass behind the front was set at 12 or 24 hours. From this point on, the duration of frontal passage was excluded from the air mass statistics. Isotherm maps of the North Atlantic-European sector at the 850 hPa level in digital form, moreover animated maps, were used to verify air mass trajectory.

The type of air mass was identified also by considering moisture content and, to this end, relative humidity was used to assess the moisture content of the planetary boundary layer (surface to 700 hPa) in Riga (Liepaja, 1990–1992). Relative humidity at the 850 hPa level appears to be meaningful information regarding the air mass moisture.

Understanding of air mass back-trajectory and establishing of energy content (heat and water vapour), which was checked with regard to fitting in the statistically estimated range of mean temperature and pseudopotential temperature at the 850 hPa level of Central Europe's air masses, was normally enough for identifying the specific air mass type. The origin of the air mass was the decisive criterion and overruled temperature in cases of uncertainty that evolved from overlapping numerical ranges of temperature and pseudopotential temperature, each representing a distinct air mass type.

Frequently identification of air mass type by its trajectory, even in apparently unambiguous situations, turned out, however, to require taking further steps because of the transformation process (Table 1-3 on page 27). In cases when the source region was indefinable, it was reasonable to take the following consecutive steps shown in the sliding diagram. If uncertainty still remained, the air mass type was identified by its energy content or in more specific terms by its pseudopotential temperature at the 850 hPa level.

3. Characteristics of air masses affecting Latvia

Air mass advection and the processes mostly taking place within one pressure system – transformation of an air mass, vertical mixing, cloud formation and related precipitation, as well as input of solar radiation, are the main climate-forming processes of the eastern part of the Baltic region. Oceanic and continental air masses, that have originated over various latitudes and differ by heat and moisture content, wind direction and wind speed and other properties, arrive in Latvia in an advection process. The strength of air mass meridional exchange, westerly circulation from Atlantic Ocean across Europe and the associated influence of areas of high and low pressure vary seasonally with the change of latitudinal gradient of radiation. Consequently, depending on the season, pressure system, time of day and a variety of other factors, each air mass type brings a

different weather pattern that responds to the humidity of air, rate of cooling with altitude and air stability or instability.

The properties and frequency of air masses arriving in Latvia are closely interrelated with the general seasonal changes of air mass properties. Seasonal changes that are caused by the changing height of the Sun above the horizon and annual course of day-length are controlled by geographic latitude. The elevation of the Sun above the horizon and the day-length increase during spring and the beginning of summer, and, in the case of Latvia, located at the northern edge of the mid-latitude zone between 56°N and 58°N, at summer solstice the height of the Sun reaches 56,5° and the day-length is almost 18 hours. In mid-winter, the day-length is slightly below 7 hours and, in terms of solar radiation, the territory of Latvia is comparable to a subarctic zone. Moreover, arctic and continental subpolar air masses arrive here and at winter solstice the above parameters decrease to minimum values. With seasonal migration of world climate zones, the birthing places of air masses migrate, too. During the northern hemisphere summer they move toward the pole and during the northern hemisphere winter they move toward the equator, reaching the farthest position within ca 1,5 months after summer/winter solstice. The air masses respond to the above described migration with a 1 to 1,5 month „inertia” or lag effect of the annual cycle of air mass temperature and other properties in relation to seasonal cycle of the height of mid-day sun and day-length. As a result, the curves of the annual course of mean air temperature and pseudopotential temperature at 850 hPa level show asymmetry. It is shown that the 30-year (1961–1990) mean air temperature and pseudopotential temperature at 850 hPa level measured in Riga appear to be the highest in July with slight decrease of only 0,5°C in August.

With the approach of spring and summer seasons, the arctic and subpolar air mass source regions located to the north of Latvia's territory retreat still farther northward and, as a result, oceanic arctic, transformed oceanic arctic air and continental subpolar air masses are not observed in Latvia during the summer. At the same time, the source regions of mid-latitude and subtropical air masses come closer to Latvia. Consequently, some air masses are strongly seasonal (Fig. 3-3 on page 58). Trajectories of oceanic arctic (mA) and subpolar (mP) air masses and partly also air masses originating from the above through their transformation (xA and xP air) form a wide sector from the southwest to the north and northeast. These air masses typically originate to the northwest and northeast of Latvia, but occasionally, following a cyclonal flow over Europe, may reach Latvia even from the southwest, still keeping much of their initial characteristics if the flow has been fast enough. When a low-pressure system is inactive or decaying or if a high pressure system or area develops, oceanic arctic or subpolar air may transform within a single day. Thus, air mass trajectories themselves cannot indicate the origin of arctic, subpolar or mid-latitude air masses, and characteristics are important, too. Oceanic air masses arriving in Latvia originate over the Atlantic Ocean, its adjacent and inland seas, including the Baltic Sea, and the North European basin of the Arctic Ocean. The “peninsular” shape of Europe, exposed to

unhindered maritime influences from the Atlantic and the adjacent seas, and the deep eastward penetration of the Baltic Sea enable the passage of oceanic air masses deep inland carrying much of their original characteristics [Mayes and Hughes, 2004].

Oceanic air masses affect Latvia all year round and bring almost the entire air mass (non-frontal) precipitation. Over the central part of Latvia (Riga) the mean frequency of oceanic air masses reaches 38–39%, in no month these are the dominant air masses, only in October the average frequency is near 50%. Six months a year (September – February) the mean frequency of oceanic air masses is 40–50%. In winter, as more vigorous westerly circulation establishes over mid-latitudes the air masses from Atlantic Ocean reach Latvia in a relatively short time thus retaining their characteristics. From September to March primarily oceanic subpolar and oceanic arctic air masses were identified in Latvia both comprising 70–85% of oceanic air masses. During spring and autumn transitional periods meridional flow is more often observed, thus oceanic arctic air masses are the most frequent in March and October. Over the other six-month period the frequency of oceanic air masses decreases to 25–35%.

For the most part however, air masses affecting Latvia don't originate above uniform surface (water or landmass), they are subject to continuous change due to various factors, so each oceanic air mass gradually transforms moving across landmass. While an air mass passes the territory of Latvia continual transformation process goes on and depending on air mass trajectory, flow rate and other factors the characteristics of transformed oceanic air vary over a wide range: occasionally they bear great resemblance to oceanic air but another time are quite similar to continental air. In the central part of Latvia the mean frequency of transformed oceanic air is around 49%, and it is most frequent in June–July (16 days/month) and August. Transformed oceanic air might be treated as the statistically average air mass over Latvia that apparently stems from Latvia's transitional position between the maritime climate of western Europe and the continental climate of the east. Continental air masses originate over landmasses and normally arrive in Latvia from the European part of Russia, Central Europe or Scandinavia, and during winter also from Siberia across North European Russia. Air masses developing over land almost invariably hold little moisture. However, during the vegetation period, the evaporation–transpiration process may significantly increase the humidity of continental air, and occasionally a wintertime continental air mass which has formed over Eastern Europe can be rather humid in the lower troposphere and bring significant cloudiness. The considerable oceanic influence on Latvia's climate, moreover enhanced by the distant penetration of the Baltic Sea in northern Europe, makes continental air masses comparatively infrequent in Latvia (45 to 50 days/year) with marked seasonal alterations in terms of frequency and geographical type (Fig. 3-10 on page 76). From the second half of September through March, mostly continental subpolar air is observed, while from April to September warmed continental subpolar and continental mid-latitude air masses most frequently represent air that has originated over land. Two types of

continental air masses are responsible for extreme weather in Latvia – continental arctic air masses bring bitter cold in winter and continental subtropical air brings exceptional heat in summer.

Chapter 3 (Latvian version) deals with characteristics of all air mass types identified in Latvia, namely arctic, subpolar, warmed subpolar, mid-latitude and subtropical air masses, each classified as oceanic, transformed oceanic or continental.

4. Air mass dynamics and landscape seasonality in Latvia

Air mass seasonality within the calendar year and the effects of air mass dynamics on landscape ecology were analysed. In the context of air masses, categorization of seasons appears to be both air mass property-dependent and air mass type-dependent. Various air mass types arriving in Latvia differ by their regularity of recurrence and in this sense these may be classified into three groups: all-season or regular, seasonal and irregular air masses.

All-season air masses (6 types) – oceanic subpolar (mP), warmed oceanic subpolar (mP_s), oceanic mid-latitude air (mSp), transformed oceanic subpolar (xP), warmed transformed subpolar (xP_s) and warmed continental subpolar (cP_s) – extend tempering influence on weather. Seasonal air masses (seven types) are: transformed oceanic arctic (xA), oceanic arctic (mA) and continental subpolar (cP) air, transformed oceanic and continental mid-latitude (xSp and cSp) air, and oceanic and transformed oceanic subtropical (mS and xS) air. These air masses are observed seasonally every year bringing either cold or very warm weather. The irregular air masses cA and cS, while also being seasonal, do not arrive in Latvia every year, but when they do, bring severe cold or heat waves.

The recurring air mass types and their specific combinations are subject to variations within a year and hence the annual course of air mass frequency in Latvia may be logically separated into two periods (A+P and Ps+Sp period) with transition periods between them (Fig. 4-2 on page 82). Each period encompasses several landscape seasons and has a distinctive air mass frequency and combination of air mass types, likewise a specific range of net radiation, elements of energy and water balance, biological cycles and phenological phenomena, including specific rates of their variations over time. According to seasonal variations in landscape and considering the landscape dynamics in Latvia, twelve landscape seasons have been distinguished: pre-winter, mid-winter, late winter, pre-spring, early spring, full spring, pre-summer, early summer, high summer, late summer, early autumn, full autumn (Fig. 3-3 on page 58) [Krauklis & Draveniece, 2004].

A+P period (October to mid-April), the time from full autumn to early spring, belongs to arctic and subpolar air masses. The average frequency of oceanic subpolar and transformed oceanic subpolar air masses (mP+xP) reached slightly beyond 30%, and these interchange with cold air masses – oceanic arctic (mA), transformed oceanic arctic (xA) and continental subpolar (cP) air responsible for

persistent winter weather (snow precipitation or clear skies, near-surface air temperature below zero). Monthly frequency of a single cold air mass type was 6 to 18%, and occurrence of cold air masses altogether was on the average 30 to 40% with the exception of January (only 27%).

Frequency of warm air masses i.e. warmed subpolar, mid-latitude and subtropical air varied from 37% (October) to 24% (February).

Spring transitional period (mid-April to mid-May), encompassing full spring and pre-summer, comes after A+P period. Almost all air mass types, except those bringing extreme weather, are identified in Latvia and the dominant air mass cannot be singled out. The spring transitional period fits in the annual transition from winter atmospheric circulation to summer circulation regime (end of March to beginning of June) that depends to a much greater extent on the intensity of solar radiation. The strength of westerly circulation gradually weakens with the approach of summer, and hence the frequency of air masses that are typical to A+P period decreases. From the third decade of April, the occurrence of warmed subpolar and mid-latitude air masses and even subtropical air starts increasing.

During the Ps+Sp period (June to August), that covers three landscape seasons from early summer to late summer, warmed subpolar and mid-latitude air masses prevail (48 to 54%). It is also marked by the highest yearly occurrence of subtropical air masses (mS un xS). Over the 11-year period (1999 to 2000) warmed transformed subpolar air (xPs) appeared to be the most frequent (22 to 24%), while the frequency of oceanic subpolar and transformed oceanic subpolar air (mP+xP), the preceding stage of xPs air mass, reached on the average 31 to 36%. From June through August cold/winter air masses were not identified in Latvia. Oceanic and transformed oceanic subpolar air are normal air masses of Ps+Sp period that exert tempering influence over summer weather conditions or, in other words, maintain temperate weather conditions. When these air masses arrive more frequently than usual, they create exceptional weather not typical of Latvia's summers (for instance, 1962, 1987).

The autumn transitional period (end of August to end of September), that covers one landscape season (early autumn), follows after Ps+Sp period. This period sees less warm subpolar and mid-latitude air (Ps+Sp) masses (26%) than the previous period, and, although the cold oceanic arctic and continental subpolar air masses (mA+cP) expand their influence, their frequency is still slightly under 20%. The major role (25%) is that of oceanic subpolar air (mP).

The seasonal cycle in Latvia varies from year to year. For instance, the dates when landscape season begins and ends differ each year and fluctuate around a baseline. These variations are closely related to unusual weather conditions or weather singularities such as return of the cold in pre-summer (first half of May to beginning of June), return of westerlies or the so-called „European summer monsoon” in early summer, Indian summer in full autumn, and others. These phenomena make the affected seasons more impressive in, on the average, two of every three years. The air mass concept appears to be especially suitable to explain such weather singularities [Blüthgen und Weischet, 1980]. Singularities are most

often related to oceanic and continental air masses, and in these air masses they express themselves the most, however, the presence of transformed oceanic air can also be frequently observed.

Chapter 4 (Latvian version) deals with the air mass frequency, description of the twelve landscape seasons and the associated weather singularities.

5. Climate oceanity–continentality in Latvia

In the dissertation, air mass frequency was used for the purpose of estimating oceanity–continentality of the climate in Latvia. The obtained results were compared to the frequencies of air masses over Europe derived from the study performed at the Free University of Berlin using the same air mass classification [Hattwig, 2003]. Mean frequency of European air masses has been determined and described for a 22-year period (1979–2000) and, in addition, the first eleven years compared to the second eleven years. The study showed that in the 1990's at high mid-latitudes of Europe (45–65° N), warm and dry summers occurred more often, warmer air masses with a higher degree of continentality (cSp, xSp, xS and cS air) were more frequent and lower frequency of cool mP air masses, which exhibited more northerly expansion, was observed.

In terms of air mass frequency both studies might be regarded as complementary. L. Hattwig examined the frequencies of air masses (a total of 18 types) at 30 sites distributed evenly all over Europe. The territory of Latvia lies within a grid square the corners of which are located at St. Petersburg, Vitebsk, Kaliningrad and the Aland Islands, which are also the sites of the four observation points nearest to Latvia. For the purpose of describing climate oceanity–continentality expressed in terms of air mass frequency, the dissimilarity of the duration of examined periods was not considered a significant obstacle because, irrespective of minor changes in air mass thermal characteristics, their oceanity or continentality would not change substantially. Summing up the frequencies of all air mass types, the total frequency of oceanic, transformed oceanic and continental air mass types was calculated at 30 sites. Mapping of the obtained results showed that, moving inland from the Atlantic Ocean along 55° N latitude, the oceanic air masses were dominant (>50% per year) as far as Bornholm located in the eastern part of the Baltic Sea. Deeper inland, drawing nearer to 20° E longitude, their proportion decreased to 42 to 43%, but in the central regions of the European continent, at 25° E longitude, the frequency of oceanic air masses was just 20 to 30%. Moreover, it was found that the changes in the frequencies of oceanic, transformed oceanic and continental air masses over Europe were gradual and therefore air mass frequencies between the sites could be established by means of linear interpolation.

The range of oceanic, transformed oceanic and continental air mass frequencies over the territory of Latvia was established using the summarized data about the European air masses at the above-mentioned four observation sites, as

well as the results obtained in Latvia. The geographical distribution of air mass frequency over Latvia was estimated by linear interpolation. In Europe, moving inland from the Atlantic Ocean, the proportion of oceanic air masses decreases and that of transformed oceanic air gradually increases, while continental air masses have a minor influence and a flat east-west gradient. Geographical differences of air mass frequency over the territory of Latvia show a descending east-west gradient for oceanic air masses, while transformed oceanic air masses become dominant, but the frequency of continental air masses is low (~14%), gradually increasing from the northwest to southeast (Fig. 5-4 on page 103). Over the central part of the European continent, transformed oceanic air becomes the dominant air mass, and the 50% line crosses the central part of the territory of Latvia along and links the Selija wall (terrain), the territory of Viduslatvija tilt and Augstroze interlobate ridge of the Idumeja upland. Beyond the territory of Latvia, this line continues north across the Gulf of Finland and over the western part of Finland, but in the southern direction it extends to the region where the rivers Niemen and Neris merge and the central part of Poland. Across the area in question, the line of 50% transformed oceanic air mass frequency seems to coincide with the borderline between two different nature zonality systems or the “submeridional physiogeographical axis”. The dominance of transformed oceanic air masses might be related to the location of A.Rasiņš’ biogeographical line drawn considering the changes in the numbers of oceanic species [Laiviņš and Melecis, 2003].

Thus, similarly to the distribution and boundaries of zonal vegetation, that correlate very well with the dominating (yearly mean frequency >50%) air mass type, intrazonal or regional differences seem to be related to the influence of particular air masses. Differences in the proportion of air mass frequency or in oceanicity–continentality indexes (the ratio of oceanic to transformed oceanic to continental air masses is 42:44:14 over the western part of Latvia and 29:55:19 over the eastern part) exhibit a wide oceanic impact of westerlies, namely oceanic and transformed oceanic air masses, and, from a global perspective, low continentality, which gradually increases as a result of the growing frequency of transformed oceanic air masses. Such a description of continentality, expressed by the influence of different air masses, does not conflict with the geographical distribution of Conrad’s Continentality Index in Latvia (Fig. 7 on page 28). In general, the latter reflects a gradual change in continentality, except for the shore of the Baltic Sea and the area near the Gulf of Riga, because its values range from 21 to 32 (dimensionless). These can be evaluated in a broader sense taking into consideration the range between this index’s lowest (close to 0 in oceanic conditions, Faeroes) and highest (close to 100 in typical continental conditions, Verkhojansk) value.

Although the territory of Latvia is small, considerable geographical differences exist in near-surface air temperature and in a number of other meteorological indicators, particularly in the amount of precipitation. These differences, while influenced by such factors as relief forms, distance from the

Baltic Sea, microclimatic features and some others, evidently depend greatly on air mass advection and thus on the following:

1. The transformation process within an air mass,
2. The territory likely to be affected by different air mass types at a given time.

The study presented in the dissertation showed that at a given time the territory of Latvia is mostly dominated by a single air mass type. However, starting from pre-winter through early spring (November–March) and occasionally in spring and summer, there are 1 to 4 days per month when no atmospheric front has been recognized in the temperature and dew point field at the 850 hPa level, but rather big spatial differences of temperature at 850 hPa are observed, which apparently are indicative of two dissimilar air masses affecting the territory. It was found that in winter, for instance, while the eastern part of Latvia is affected by cA (or xA) air masses, the western part is occasionally influenced by somewhat warmer and more humid arctic air, which has been heated and moistened travelling across the Baltic Sea. While the eastern part of Latvia is influenced by cA air, the western and central parts are affected by xA air or influx of warmer air (xP or mA) occurs ahead of the approaching cyclone. During these specific days the geographical differences in near-surface air temperature in Latvia exceeds 6°C, reaching even 14°C. Hence it may be concluded that the territory of Latvia is affected by two different air masses just a few days a month and normally these differ by the degree of continentality. These are generally different types of an air mass, for instance, m, c or x type of arctic air masses that are at different stages of transformation. When the eastern part of Latvia is affected by transformed oceanic (continental-like) or purely continental air masses, its western and central part is exposed to an oceanic air mass or a transformed oceanic air mass, respectively.

Both of the above-described processes combine to produce the typical effect of air mass advection on the forming of climate in Latvia.

Conclusions

1. Latvia's location at the northern edge of the mid-latitudes, in a transitional area between the oceanic or maritime part and the interior regions of Europe, and in a vast area of flat plainland without any natural barriers to air mass movement results in high daily variability, diversity and inter-annual changes in air mass frequency.
 - 1.1. Following the air mass classification for Central Europe, fifteen air mass types have been identified in Latvia. These are the arctic, subpolar, warmed subpolar, mid-latitude and subtropical air masses, each classified also as oceanic, transformed oceanic and continental.
 - 1.2. Frequency of occurrence of air mass types are partly explained by landscape ecology features of the boreo-nemoral ecotone: the frequency of arctic and subpolar air masses comprises 57%, warmed subpolar air – 25%, mid-latitude – 15% and that of subtropical air masses 4%.

- 1.3. The air masses of oceanic origin – oceanic and transformed oceanic ones – exert a marked influence throughout the year (85%). Transformed oceanic air masses were identified more frequently (49%) than oceanic air masses, while the mean frequency of continental air masses comprised 15%.
2. In terms of the regularity of recurrence, air masses arriving in Latvia may be classified into three groups: all-season or regular, seasonal and irregular air masses. Their influence is seen to be closely related to the distance to be covered or the geographical position of Latvia and the place of origin of the air mass.
 - 2.1. Six air mass types are observed regularly in Latvia: oceanic subpolar (mP), warmed oceanic subpolar (mP_s), oceanic mid-latitude (mS_p), transformed oceanic subpolar (xP), warmed subpolar (xP_s) and warmed continental subpolar (cP_s) air. In the long term these are the governing air masses – forming more than 60% of the total, while the frequency of any single air mass does not exceed 19% or the frequency of mP air.
 - 2.2. Seasonal air masses (altogether seven) pertain to certain months with little or no influence the rest of the year. Their influence upon the weather is unequivocal – transformed oceanic arctic (xA), oceanic arctic (mA) and continental subpolar (cP) air bring cold weather, while transformed oceanic mid-latitude, and continental mid-latitude (xS_p un cS_p) air, as well as oceanic subtropical and transformed oceanic subtropical (mS un xS) air masses, bring warm and sultry weather. The xA air mass is quite often the coldest one, not only in autumn and spring, but also in winter time, while the xS air mass brings the greatest heat in summertime.
 - 2.3. Irregular air masses, namely continental arctic air (cA) and continental subtropical (cS) air, are infrequent in Latvia (do not occur every year). Their arrival is strongly seasonal and they bring extreme summer or winter weather.
3. The annual course of recurring air mass combinations, as well as the cycle of net radiation, near-surface temperature, amount of precipitation, elements of water balance and phenological phenomena all have explicit seasonality. The annual cycle of Latvia's air mass frequency may be divided into two periods with transition periods between them.
 - 3.1. The P+A period (October to mid-April) from full autumn to early spring, is the time of arctic and subpolar air masses. The mean frequency of oceanic subpolar and transformed oceanic subpolar air masses (mP+xP) slightly exceeds 30% and these alternate with cold air masses – oceanic arctic (mA), transformed oceanic arctic (xA) and continental subpolar (cP) air. The mean occurrence of cold air masses has been between 30 and 40%.
 - 3.2. The spring transitional period (mid-April to mid-May), the time from full spring until pre-summer, is unsettled in terms of dominant air masses. Almost all air mass types, except those bringing extreme weather, are

-
- identified in Latvia. The frequency of air masses that are typical to the P+A period decreases, and from the third decade of April the occurrence of warmed subpolar and mid-latitude air increases.
- 3.3. The Ps+Sp period. During the time from June to August or from early summer to late summer, warmed subpolar and mid-latitude air masses prevail (48 to 54%), and amidst these types warmed transformed subpolar air (xPs) appears to be the most frequent (22 to 24%). This period may be distinguished by the highest yearly occurrence of subtropical air masses (mS un xS), while the mean frequency of oceanic and transformed oceanic subpolar air masses (mP+xP) is between 31 and 36%.
 - 3.4. The autumn transitional period (end of August to end of September) or early autumn sees a reduction in warm subpolar and mid-latitude air (Ps+Sp) masses (26%) and, although the cold oceanic arctic and continental subpolar air masses (mA+cP) expand their influence, their frequency is still slightly under 20%. Oceanic subpolar air (mP), with a frequency of 25%, plays a significant role.
 4. The territory of Latvia is mostly (80 to 85%) dominated by a single air mass at a given time. However, owing to the transformation process within each body of air, a gradual decrease of the influence of oceanic air masses towards the east is observed.
 - 4.1. The proportion of oceanic, transformed oceanic and continental air masses in the western part of Latvia is 42:44:14 and in the eastern part 29:55:16. These confirm a slight eastward increase in continentality that apparently occurs due to a reduced influence of the original oceanic air masses;
 - 4.2. The central part of the territory of Latvia is notable for transformed oceanic air masses coming into dominance. A putative boundary of 50% mean frequency of transformed oceanic air masses appears to coincide with Europe's submeridional physiogeographic axis. The dominance of transformed oceanic air typical of moderate oceanicity may explain why the broadest part of the boreonemoral ecotone is located east of the Baltic Sea.
 5. Since air mass advection is the major climate-forming process in Latvia, and considering the free air mass movement without regard for boundaries of vegetation zones or borders of countries, investigation of air masses appears to be of great importance for Latvia, contributing to a better understanding of phenological phenomena, various effects of weather upon human life, as well as matters related to monitoring of air and precipitation pollution.

**IZMANTOTĀ LITERATŪRA
REFERENCES**

- Andreeva, T., Martinov, M., Momcheva S. (2003) Seasonal peculiarities of extreme events and singularities in Bulgaria. In: *Abstracts of the International Conference on Earth System Modelling*. Max Planck Institute for Meteorology, Hamburg, p. 240.
- Archiv der NCEP Reanalysis (Aktuell: 01.01.1948 – 1 bis 2 Wochen zurück).
Webpage <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsreaeur.html>
- Bardossy, A., Caspary, H. J. (1990) Detection of climate change in Europe by analyzing European atmospheric circulation patterns from 1881 to 1989. *Theoretical and Applied Climatology*, **42**, 155–167.
- Barry, R. G. (1967) Seasonal location of the Arctic front over North America. *Geographical Bulletin*, **9**, 79–95.
- Barry, R. G., Chorley, R. J. (1987) *Atmosphere, weather and climate*, 5th ed. Methuen, London, 441 pp.
- Bejaran, R. A., Camilloni, I. A. (2003) Objective method for classifying air masses: An application to the analysis of Buenos Aires' (Argentina) urban heat island intensity. *Theoretical and Applied Climatology*, **74**, 93–103.
- Belasco, J. E. (1952) Characteristics of air masses over the British Isles. *Geophysical Memoirs*, No. 87, London. 87 pp.
- Bergeron, T. (1980/81) Synoptic meteorology: A historical review (reprint). *Pure and Applied Geophysics*, **119** (3), 443–465.
- Bhatt, U. S., Alexander, A. A. Battisti, D. S. Houghton, D. D., Keller L. M. (1998) Atmosphere-ocean interaction in the North Atlantic: Near-surface climate variability. *Journal of Climate*, **11**, 1615–1632.
- Blüthgen, J., Weichert, W. (1980) *Lehrbuch der Allgemeinen Geographie: Allgemeine Klimageographie*, 3 Auflage. de Gruyter, Berlin, 887 pp.
- Bolton, D. (1980) The computation of Equivalent Potential Temperature. *Monthly Weather Review*, **108**, 1046-1053.
- Brinkman, A. R. (1993) Development of an airmass-based regional climate change scenario. *Theoretical and Applied Climatology*, **47**, 129–136.
- Brown, R. D. (2000) Northern Hemisphere snow cover variability and change 1915–97. *Journal of Climatology*, **13**, 2339–2355.
- Bryson, R. A. (1966) Airmasses, streamlines and the boreal forest. *Geographical Bulletin*, **8**, 228–269.
- Bukantis, A. (1995) Extreme winters in the Baltic Sea area. *Geografijos metraštis*, No. 28, 178–194.
- Bührke, T. (2005) Climate researchers launch flying container. *Max Planck Research*, No. 4, 45–47.
- Chen, S., Kalkstein, L. S. (1997) Determination of climatological seasons for the East Coast of the U.S. Using an air mass based classification. *Climate Research*, **8**, 107–116.

- Climate of the 21st Century. Changes and Risks* (2001). Lozan, J. L., Grassl, H., Hupfer, P. (eds.). Wissenschaftliche Auswertungen, Germany, 448 pp.
- Corcoran, W. T. (1987) Air mass climatology. In: *The Encyclopedia of Climatology*. Oliver J. E., Fairbridge, R. W. (eds.). Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 22–27.
- Dobriņins, B. (1951) *PSRS fiziskā ģeogrāfija*[*Physical geography of Soviet Union*]. LVI, Rīga, 320 lpp.
- Draveniece A., Briede A., Rodinova V., Kļaviņš M. (2006) Long term changes of snow cover in Latvia as indicator of climate variability. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B*, 60 (2/3), 85–91.
- Encyclopedia of Atmospheric Sciences and Astrogeology*. (1967) Fairbridge, R. W. (ed.). Vol. 2. 1200 pp.
- Europäischer Wetterbericht*, erscheint täglich. (1993-2000) Deutscher Wetterdienst, Offenbach.
- Flemming, N. C. (1999) Dividends from investing in ocean observations: A European perspective. In: *Proceedings of Ocean Observation 1999 Conference*, St Raphael, France. (unpaginated).
- Folland, C. K., Karl, T. R., Vinnikov, K. A. (1990) Observed climate variations and change. Climate change. In: *The IPCC Scientific Assessment*. Houghton, J. T., Jenkins, G. J., Ephraums, J. J. (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, U.K., p. 201–233.
- Freedman, J. M. (2001) Growing season water-balance at a boreal jack pine forest. *Water Resources*, **36**, 483–493.
- Freeman, M. H. (1961) Fronts investigated by the Meteorological Research Flight. *The Meteorological Magazine*, **90** (1), 189 pp.
- Geb, M. (1971). Neu Aspekte und Interpretationen zum Luftmassen- und Frontenkonzept. *Meteorologische Abhandlungen der FU-Berlin*, **109** (2), 121 pp.
- Geb, M. (1981) Climatological basis of air mass determination for Central Europe. *Beilage 50–81 zur Berliner Wetterkarte*, des Instituts für Meteorologie der Freien Universität Berlin, 32 pp.
- Glossary of Meteorology*. (1959) Huschke, R. E. (ed.). American Meteorological Society, Boston, 638 pp.
- Glossary of Meteorology* (2000) <http://amsglossary.allenpress.com/glossary/>
- Greene, J. S., Kalkstein, L. C. (1996) Quantitative analysis of summer air masses in the Eastern United States and an application to human mortality. *Climate Research*, **7**, 43–53
- Guest, C. S., Willson, K., Woodward, A. J., Hennessy, K., Kalkstein, L. S., Skinner, C., McMichael, A. J. (1999) Climate and mortality in Australia: Retrospective study, 1979–1990, and predicted impacts in five major cities in 2030. *Climate Research*, **13**, 1–15.
- Häkkinen, S., Rhines, P. B. (2004) Decline of Subpolar North Atlantic Circulation during the 1990s. *Science*, **304**, 555–559.

- Harman, J. R. (1971) *Tropospheric Waves, Jet Streams, and United States Weather Patterns*. Association of American Geographers, Resource Paper 11, 37 pp.
- Harman, J. R., Harrington, J. A. (1978) Contrasting rainfall patterns in the Upper Middle East. *Annals of the Association of American Geographers*, **68**, 402–413.
- Hattwig, L. (2003). *Luftmassenverteilung (nach Klassifikation von Manfred Geb) in Europa im Zeitraum von 1979 bis 2000*. Diplomarbeit, Freien Universität Berlin. Webpage <http://www.lars-hattwig.de>
- Hirsch R. M., Slack, J. R., Smith, R. A. (1982) Techniques of Trend Analysis for Monthly Water Quality Data. *Water Resources Research*, **18** (1), 107–121.
- Hirsch, R. M., Slack, J. R. (1984) A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence. *Water Resources Research*, **20**, 727–732.
- Huntington, T. G., Hodgkins, G. A., Keim, B. D., Dudley, R. W. (2004) Changes in the proportion of precipitation occurring as snow in New England (1949–2000). *Journal of Climatology*, **17** (13), 2626–2636.
- James, R. W. (1970) Air Mass Climatology. *Meteorologische Rundschau*, **23** (3), 65–70.
- Kalkstein, L. S., Barthel, C. D. Greene, J. S., Nichols, M. C. n.d. (1996) A New Spatial Synoptic Classification: Application to Air-Mass Analysis. *International Journal of Climatology*. **16**, 983–1004.
- Kalkstein, L. S., Greene, J. S. (1997) An evaluation of climate/mortality relationships in large U.S. cities and the possible impacts of climate change. *Environ Health Perspect*, **105** (1), 84–93.
- Kalkstein, L. S., Swift J. J. (1998) An evaluation of climate/mortality relationships in the Mid-Atlantic Region and the possible impacts of climate change. A report prepared for the Mid-Atlantic Regional Assessment, University of Delaware, Newark, DE
- Krauklis, Ā. (1999) Viršu biogeocenozes Britānijas un Latvijas ainavās [Heaths in landscapes of Britain and Latvia]. *Ģeogrāfiski raksti/Folia Geographica*, **VII**, 31–57.
- Krauklis, Ā., Zariņa, A. (2002) Parastais skābardis sava areāla ziemeļu robežas ainavā Latvijā [European hornbeam in the landscape of its northern distribution limit in Latvia]. *Ģeogrāfiski raksti/ Folia Geographica*, **X**, 16–47.
- Krauklis Ā., Draveniece, A. (2004) Landscape seasons and airmass dynamics in Latvia. *Ģeogrāfiski raksti/Folia Geographica*, **XII**, 16–48
- Krauklis, Ā. (2006) Landschaftsentwicklung in den baltischen Ländern unter dem Einfluß des Menschen. *Nova Acta Leopoldina* NF 94, Nr. 346, 51–81.
- Krebs, S. J., Barry, R. G. (1970) The Arctic front and the tundra-taiga boundary in Eurasia. *Geographical Review*, **60**, 548–554.
- Krüger O., H. Grassl (2005). Aerosols – spicing up the climate kitchen. *Max-Planck Research*, No. 1, 49–51.
- Laiviņš, M., Melecis, V. (2003) Bio-geographical interpretation of climate data in Latvia: Multidimensional analysis. *Acta Universitatis Latviensis*, **654**, Earth and Environmental Sciences, 7–22.

- Lamb, H. H. (1950) Types and spells of weather in the British Isles. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **76**, 393–438.
- Latif, M. (2003) Climate change: A river of no return? *Max-Planck Research*, No. 1, 19–22.
- Liljequist, G. H. (1980/81) Tor Bergeron. *Pure and Applied Geophysics*, **119** (3), 407–691.
- Low, T. B., Hudak, D. R. (1997) Development of air mass climatology analysis for the determination of characteristic marine atmospheres. Part I: North Atlantic. *Theoretical and Applied Climatology*, **57**, 135–153.
- Mass, C. F. (1991) Synoptic frontal analysis: Time for a reassessment? *Bulletin of the American Meteorological Society*, **72** (3), 348–363.
- Maßling, A., Wiedensohler, A., Busch, B., Neusüß, C., Quinn, P., Bates, T., Cover, D. (2003) Hygroscopic properties of different aerosol types over the Atlantic and Indian Oceans. *Atmospheric Chemistry and Physics*, **3**, 1377–1397.
- Mayes, J., Hughes, K. (2004) *Understanding Weather*. Oxford University Press, USA, 188 pp.
- McDonald, N. S. (1975) Eigenvector analysis as an aid to airmass recognition. *Meteorology and Atmospheric Physics*, **24** (3), 229–244.
- McGregor, G. R. (1999) Winter ischaemic heart disease deaths in Birmingham. United Kingdom: A synoptic climatological analysis. *Climate Research*, **13**, 17–31.
- Milukaite, A., Juozefaitė, V., Mikelinskiene, A., Giedraitis, B., Galvonaite, A., Jurgutis, P. (1995) Evaluation of extreme pollution episodes over Lithuania in 1980–1994. *Proceedings from the 5th International-Conference on Acidic Deposition, Acid Reign'95*, Goteborg, Sweden, 26–30 June 1995, p.2003–2008.
- Mollison, B. (1988) *Permaculture: A Designer's Manual*. Tagari Publications, Tyalgum, Australia, 576 pp.
- Nilsson, E. D., Paatero J., Boy, M. (2001) Effects of air masses and synoptic weather on aerosol formation in the continental boundary layer. *Tellus* 53B, **4**, 462–478.
- Online Singularity Monitor*. <http://www.uea.ac.uk/~f041/sing/6.html>
- Oliver, J. E. (1970) A genetic approach to climatic classification. *Annals of the Association of American Geographers*, **60**, 615–637.
- Ozorai, Z. (1963) An assesment of ideas in relation to airmasses. *Idojaras*, **67**, 193–203.
- Palmen, E., Newton, C. W. (1969) *Atmospheric Circulation Systems: Their Structure and Physical Interpretation*. International Geophysics Series, **13**, Academic Press, 603 pp.
- Pettersen, S. (1956) *Weather Analysis and Forecasting*. 2nd edition. New York, McGraw-Hill, 266 pp.
- Richner, H., Griesser, Th. (1993) Air motion from potential temperature analysis on a meso-b-scale over complex terrain during POLLUMET 1990 and 1991. *Meteorologische Zeitschrift*, **2**, 145–152.

- Schwartz, M. D., Harman, J. R., Marotz, G. A. (1985) Air mass characteristics over the North Central United States. *Geographic Perspectives*, **56**, 13–26.
- Schwartz, M. D. (1991) An integrated approach to air mass classification in the North Central United States. *Professional Geographer*, **43** (1), 77–91.
- Schwartz, M. D., Skeeter, B. R. (1994) Linking air mass analysis to daily and monthly mid-tropospheric flow patterns. *International Journal of Climatology*, **14**, 439–464.
- Schwartz, M. D. (1995) Detecting structural climate change: An air mass-based approach in the North Central United States, 1958–1992. *Annals of the Association of American Geographers*, **85** (3), 553–568.
- Schwerdtfeger, W. (1980/81) Comments on Tor Bergeron's contributions to synoptic meteorology. *Pure and Applied Geophysics*, **119** (3), 501–508.
- Scientific report on validation and Tuning of MSG PGE12* (2005) Jann, A. (ed.). Website http://www.nwcsaf.inm.es/PARWshop/SAF-NWC-IOP-ZAMG-SCI-VAL-1_v1.0.pdf
- Smirnov, A., Royer, A., O'Neill, N. T., Tarussov, A. (1994) A study of the link between air mass type and atmospheric optical parameters. *Journal of Atmospheric Research*. 99 (D10), 20.967–20.982.
- Smith, R. D., Jr., Poor, N., Laing, A. (2002) The influence of air mass origin on wet deposition of nitrogen to Tampa Bay, FL. *Proceedings of the AWMA 95th Annual Meeting & Exhibition, June 23–27, 2002*, Baltimore, MD.
- Stankunavičius, G., Jalinskas, P. (2001) Blocking activities in Europe and weather anomalies in Lithuania. *Geografijos metraštis*, **34** (1), 7–21.
- Strahler, Alan H., Strahler, Arthur (1991) *Modern Physical Geography*. 4th edition, Wiley, 656 pp.
- Ström, J., Umegard, J., Torseth, K., Tunved, P., Hansson, H-C., Holmen, K., Wismann, V., Herber, A., König-Langlo, G. (2003) One year particle size distribution and aerosol chemical composition measurements at the Zeppelin Station, Svalbard, March 2000–March 2001. *Phys. Chem. Earth*, **28**, 1181–1190.
- Sverdlik, T. (1996) Evolution of the large-scale atmosphere circulation over the Central-Eastern Europe at recent decades, *Proceedings of the European Conference on Applied Climatology*, Sweden, p. 24.
- Treffeisen, R., Herber, A., Ström, J., Shiobara, M., Yamanouchi, T., Yamagata, S., Holmen, K., Kriews, M., Schrems, O. (2004) Interpretation of arctic aerosol properties using cluster analysis applied to observations in the Svalbard area. *Tellus*, 56B, 457–476.
- Van Oldenborgh, G. J., Van Ulden, A.D. (2003) On the relationship between global warming, local warming in the Netherlands and changes in circulation in the 20th century. *Journal of Climatology*, **23** (14), 1711–1724.
- Walther, A., Bennartz, R., Fischer, J. (2003) Radar-based precipitation classification in the Baltic Sea. http://www.fuberlin.de/iss/extended_p3c.3_walther.pdf

- Wendland, W. M., Bryson, R. A. (1981) Northern Hemisphere Airstream Regions. *Monthly Weather Review*, **109**, 255–270.
- Willet, H. C. (1931) Ground plan for a dynamic climatology. *Monthly Weather Review*, **59**, 219–223.
- WMO 1996. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, 6th ed. (1996) WMO, No. 8. Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland.
- Ziereis, H., Heland, J., Schlager, H., Hauser, C., Stock, P., Roiger, M., Holzinger, R., Roelofs, G. (2002) Overall air mass characterization in the free troposphere during MINOS: Noy-partitioning, comparison with previous campaigns and model simulations. *7th Scientific Conference of the International Global Atmospheric Chemistry Project (IGAC)*, Crete, GR, 18–25 September 2002.
- Англо – русский метеорологический словарь [*English–Russian meteorological glossary*] (1959) Мамонтова Л. И., Хромов С. П. (сост.), Гидрометеоздат, Ленинград, 172 с.
- Блютген И. (1973) *География климатов* [*Geography of climate*]. Т. 1 и 2. Изд-во Прогресс, Москва, 1973.
- Борисов А. А. (1975) *Климаты СССР в прошлом, настоящем и будущем* [*Climate of Soviet Union: past, present and future*]. Ленинград, ЛГУ, 434 с.
- Бугаев В. А. (1947) *Техника синоптического анализа* [*Technique of synoptic analysis*]. Гидрометеоздат, Ленинград, 214 с.
- Буз А. И. (1987) Мощные атмосферные вихри над югом Прибалтики [Strong atmospheric whirls over the southern part of the Baltic]. *Метеорология и гидрология*, № 6, 45–54.
- Глазачева Л. И. (1988) Долговременные тренды в колебаниях речного стока, температуры воздуха в Прибалтике и атмосферной циркуляции в Европейско-Атлантическом секторе [Long-term trends in river discharge and air temperature over the Baltics and atmosphere circulation in the Atlantic–European sector]. В кн.: *Режимобразующие факторы, гидрометеорологические и гидрохимические процессы в морях СССР*, с. 227–241.
- Вестник Московского университета. География* [*Bulletin of Moscow University. Geography*]. № 2, с. 109–112.
- Зверев А. С. (1977) *Синоптическая метеорология* [*Synoptic meteorology*]. Гидрометеоздат. Ленинград, 518 с.
- Иванов В. Х. (1971) Прогноз положения высотных фронтальных зон и осей струйных течений [Prognosis of the location of upper frontal zones and axes of jet streams]. *Вестник Московского университета*, № 2, 82–84.
- Климат Таллина* [*Climate of Tallinn*] (1982) Под ред. Прилипко Г. И. Ленинград, Гидрометеоздат, 267 с.
- Климат Пскова* [*Climate of Pskov*] (1983) Под ред. Швер Ц. А., Евтеевой Л. С. Ленинград, Гидрометеоздат, 158 с.
- Климат Риги* [*Climate of Riga*] (1983) Под ред. Швер Ц. А., Борисовского М. А. Рига, Авотс, 224 с.

- Коломийцева, Л. М. (1965) Фронтальные разделы в весенний период в Прибалтике [Fronts during spring time in the Baltics]. В кн.: *Труды Центральной Аэрологической обсерватории*, вып. 66, Москва, Гидрометеиздат, с. 100–104.
- Лукшене Б. И., Шалавеюс С.С., Шпиркаускайте Н.К., Урбонавичюс А.П. (1986) Об изменениях концентрации ^{210}Pb и ^{210}Po в приземном воздухе при различных метеорологических условиях [On the variation of ^{210}Pb и ^{210}Po concentrations in the ground level air under different meteorological conditions]. В кн.: *Физика атмосферы*, **11**. *Аэрозольные и газовые примеси в окружающей среде* / Сборник научных трудов, Вильнюс, 37–42.
- Любина Р. И. (1969) Влияние Рижского залива на трансформацию воздушной массы [Influence of Riga Gulf on air mass transformation]. *Сборник работ Рижской ГМО*, 126, 52–54.
- Метеорологический Ежемесячник [Meteorological Yearbook]*, вып. 5, ч. 2, январь–декабрь, 1970–1985.
- Мячкова Н. (1980) Роль воздушных масс в формировании температуры воздуха зимой в Западной Сибири [Role of air masses on winter air temperature in the western Siberia]. В кн.: *Современные проблемы климатообразования*. Под ред. Хромова С. П. Москва, Изд-во Московского ун-та, с. 106–118.
- Общая циркуляция атмосферы [General circulation of atmosphere]* (1964) Под ред. Хромова С. П. Москва. 274 с.
- Отчет о деятельности РАН в 2002 году. Важнейшие итоги [Annual report of Russian Academy of Sciences. Main results]*. (2003) Российская академия наук, Москва, 165 с.
- Попов А. В. (1989) Суровая зима 1984/85 г. [Severe winter of 1984/85]. В кн.: *Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра СССР*, вып. 303, Ленинград.
- Темникова Н. С. (1958) *Климат Латвийской ССР [Climate of Latvian SSR]*. Зинатне, Рига, 232 с.
- Темникова Н. С. (1969) *Климат Риги и Рижского взморья [Climate of Riga and Jurmala]*. Зинатне, Рига, 160 с.
- Темникова Н. С. (1965) Влияние холмистого рельефа на осадки [The influence of hilly relief on precipitation]. В кн.: *Известия Академии наук Латвийской ССР*. Рига, Изд-во АН ЛССР, с. 81–92.
- Шаповалова Н. С. (1985) Процессы блокирования зональной циркуляции атмосферы [Zonal circulation and blocking processes]. *Метеорология и гидрология*, № 5, с. 112–118.
- Шиляев В. Б. (1986) Объективный анализ дефицита точки росы в тропосфере [Objective analysis of dewpoint in the troposphere]. *Метеорология и гидрология*, № 4, 28–38.
- Хргиан А. Х. (1978) *Физика атмосферы [Physics of atmosphere]*. Том 1 и 2, Гидрометеиздат, Ленинград.

-
- Хромов С. П., Мамонтова Л. И. (сост.) (1974) *Метеорологический словарь [Meteorological glossary]*. Гидрометеиздат, Ленинград, 567 с.
- Хромов С. П. (1948) *Основы синоптической метеорологии [Essential synoptic meteorology]*. Гидрометеиздат, Ленинград, 696 с.
- Шулейкин И. И. (1968) Связь между климатом Европы и переносом тепла в Атлантике [Relationship between climate of Europe and Atlantic heat transfer]. Изв. АН СССР. *Физика атмосферы и океана*. № 3, Т. 4.

Nepublicēti materiāli

1. Draveniece, A. (1980) Maksimālo lietusgāžu teritoriālā un laika faktora analīze Latvijā. Diplomdarbs. Rīga, Latvijas Universitāte, 96 lpp.
2. Draveniece A. (1997) Sniega segas raksturojums Latvijā. Maģistra darbs. Rīga, Latvijas Universitāte, 59 lpp.
3. Mēnešu laika apstākļu apskats, 1991–1998, LR VARAM Valsts Hidrometeoroloģijas pārvalde, 245 lpp.
4. LVĢMA sinoptiskās kartes (1990–2000)