

Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta

DIPLOMOVÁ PRÁCE



Bc. Jana Pechková

Změny cirkulace v prostoru Atlantik - Evropa a dopad těchto změn na trendy meteorologických charakteristik pro území České republiky

Katedra meteorologie a ochrany prostředí

Vedoucí práce: Mgr. Michal Žák, Ph.D.

Studijní program: Fyzika, Meteorologie a klimatologie

2009

Děkuji Mgr. Michalu Žákovi, Ph.D. za přínosné odborné rady a věnovaný čas. Dále bych ráda poděkovala Mgr. Stanislavu Rackovi za odborné vedení při vypracování této diplomové práce, za jeho trpělivost a všestrannou pomoc. Chtěla bych též poděkovat Janu Šedivkovi z ČHMÚ za přípravu a poskytnutí meteorologických dat, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout.

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci napsala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů. Souhlasím se zapůjčováním práce.

V Praze dne 14. dubna 2009

Jana Pechková

Obsah

Úvod	1
1. Cirkulace atmosféry v prostoru Atlantik-Evropa	2
2. Metody popisu atmosférické cirkulace	4
2.1 Klasifikace synoptických typů	4
2.2 Cirkulační mody	5
2.3 Objektivní klasifikace	7
3. Severoatlantická oscilace	8
4. Změny NAOI u synoptických situací	13
5. Korelace teploty vzduchu a denního NAOI	23
5.1 Použitá statistika	23
5.2 Klatovy	24
5.3 Milešovka	26
5.4 Poděbrady	28
5.5 Lysá hora	30
5.6 Shrnutí	32
6. Korelace rychlosti větru a denního NAOI	34
6.1 Klatovy	34
6.2 Milešovka	36
6.3 Poděbrady	37
6.4 Lysá hora	39
6.5 Shrnutí	41
7. Korelace měsíčních průměrů teploty a rychlosti větru s měsíčním NAOI	43
8. Změny teploty vzduchu u jednotlivých synoptických typů	45
Závěr	52
Seznam použitých informačních zdrojů	54
Seznam použitých zkratk	56
Seznam příloh	58

Název práce: Změny cirkulace v prostoru Atlantik - Evropa a dopad těchto změn na trendy meteorologických charakteristik pro území České republiky

Autor: Bc. Jana Pechková

Katedra (ústav): Katedra meteorologie a ochrany prostředí

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Michal Žák, Ph.D.

E-mail vedoucího: michal.zak@mff.cuni.cz

Abstrakt: V předložené diplomové práci studujeme změny cirkulace v prostoru severního Atlantiku a Evropy. Cirkulaci jsme vyjádřili indexem Severoatlantické oscilace. Zaměřujeme se na změny cirkulace během jednotlivých synoptických situací. Dále se zabýváme vztahem mezi Severoatlantickou oscilací a meteorologickými charakteristikami na území České republiky – teplotou vzduchu a rychlostí větru. Využíváme korelačních koeficientů a opět jsme se zaměřili na jednotlivé synoptické typy. V poslední části se věnujeme změnám teploty vzduchu v České republice v rámci vybraných synoptických typů.

Klíčová slova: Severoatlantická oscilace, cirkulační typy, teplota vzduchu, rychlost větru, korelace

Title: Circulation changes in region Atlantic-Europe and its influence on trends of meteorological characteristics in Czech Republic region

Author: Bc. Jana Pechkova

Department: Department of Meteorology and Environment Protection

Supervisor: Mgr. Michal Zak, Ph.D.

Supervisor's email address: michal.zak@mff.cuni.cz

Abstract: In the presented thesis we study changes of the circulation in the region North Atlantic and Europe. We express the circulation by index of the North Atlantic Oscillation. We focus on changes of the circulation during each synoptic situations. We are engaged in the relationship between the North Atlantic Oscillation and meteorological characteristics in the Czech Republic region – air temperature and wind velocity. We use correlation coefficients and focus on the each circulation types. In the last part we put brain to changes of the air temperature in the Czech Republic during chosen synoptic situations.

Keywords: the North Atlantic Oscillation, circulation types, air temperature, wind velocity, correlation

Úvod

Již v 19. století byly napsány první práce týkající se vztahů mezi změnami pole tlaku a extrémními hodnotami teploty vzduchu, či srážek. O Severoatlantické oscilaci se začalo mluvit na začátku minulého století. Dlouhodobé změny atmosférické cirkulace mohou být příčinou časových změn klimatických prvků. Změnit se může i vztah mezi cirkulací vzduchu a přízemními meteorologickými prvky [17].

Při zpracovávání prvků běžnými klimatologickými metodami dostaneme určitý obraz, který je výslednicí různých procesů, tyto procesy však mohou být i opačné. Na průměry meteorologických prvků za delší období je nutno nahlížet jako na výslednice počasí za různých cirkulačních procesů, které proběhly v uvažovaném období. Cirkulační procesy můžeme po jejich poznání určitým způsobem typizovat, to znamená řadit k sobě procesy podobné a sestavovat jejich katalog. V této práci jsme se tedy zaměřili na vztahy a změny v rámci synoptických typů používaných pro území České republiky. Vztahem mezi cirkulací a počasím na daném území se zabývá dynamická klimatologie, která je styčnou plochou mezi synoptickou meteorologií a klimatologií.

Cílem této diplomové práce je prozkoumat vztahy mezi změnami cirkulace a synoptickou typizací používanou v České republice. Pro popis cirkulace v oblasti Atlantiku a Evropy bylo využito indexů Severoatlantické oscilace. Součástí diplomové práce je prostudování vlivu Severoatlantické oscilace na teplotu vzduchu a rychlost větru na území České republiky. Zaměřili jsme se především na změny během jednotlivých synoptických situací. Práce se též věnuje změnám teploty vzduchu na vybraných meteorologických stanicích v České republice a na území severního Atlantiku a Evropy pro vybrané synoptické situace.

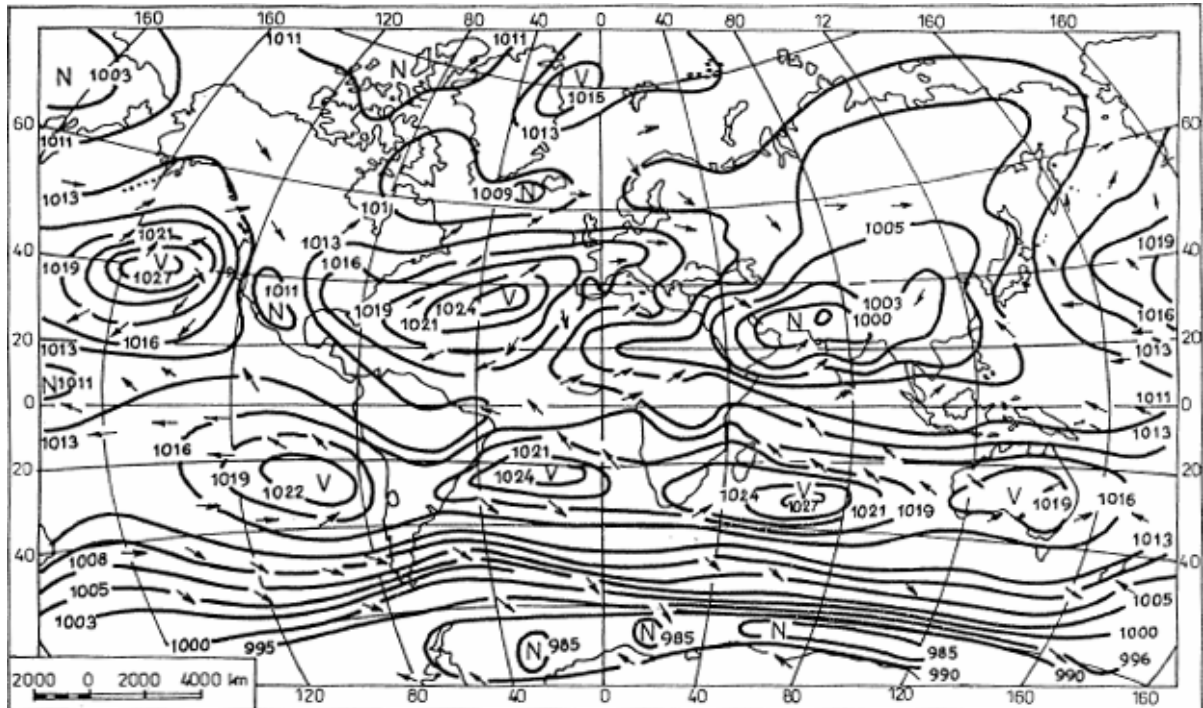
1. Cirkulace atmosféry v prostoru Atlantik-Evropa

Všeobecná cirkulace atmosféry je systém vzdušných proudění velkého měřítká. Představuje velmi složitý a neustále se měnící systém vzdušných proudů. V důsledku působení faktorů, jako je Coriolisova síla a nerovnoměrné ohřívání zemského povrchu, můžeme v zjednodušeném modelu rozdělit cirkulaci na zemském povrchu na oblast rovníku, pasátovou oblast, oblast mírných šířek a na cirkulaci v polárních oblastech. Rozložení tlakových útvarů a atmosférického proudění zobrazují obr. č. 1 pro červenec a obr. č. 2 pro leden. Kolem rovníku se nachází oblast klidu a tzv. ekvatoriální brázda nízkého tlaku vzduchu. Pasátová oblast je charakteristická prouděním od subtropů k rovníku ve spodních vrstvách troposféry. Toto proudění je díky Coriolisově síle na severní polokouli uchylováno vpravo od směru pohybu. Ve vyšší troposféře vzduch proudí naopak od rovníku k subtropům a nazývá se antipasátem. V subtropických oblastech okolo 30° zeměpisné šířky se nachází oblast vysokého tlaku vzduchu. Cirkulace v mírných šířkách je mnohem složitější. Převládá zde západno-severozápadní proudění [13]. V okolí 60. rovnoběžky je oblast nižšího tlaku vzduchu. Na sever od sedmdesáté rovnoběžky převládá díky Coriolisově síle severovýchodní proudění. Přízemní proudění v polárních oblastech je díky rozdílnému rozložení pevniny a oceánu silněji vyjádřeno v Antarktidě než v Arktidě.

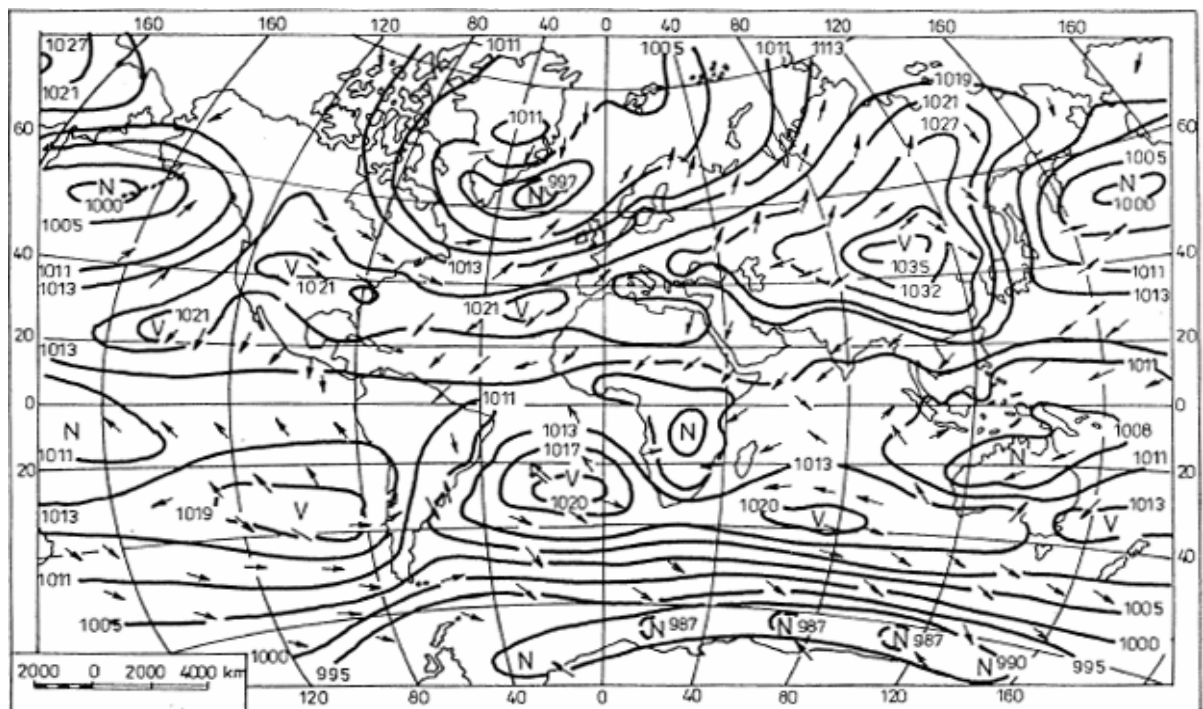
V mimotropických šířkách je intenzivní cyklonální činnost, se kterou je spojen vznik cyklón a anticyklón. Oblast Atlantiku a Evropy ovlivňují především tyto kvazistacionární tlakové útvary – islandská tlaková níže, azorská tlaková výše, sibiřská tlaková výše a kanadská tlaková výše. Největší vliv na danou oblast severního Atlantiku a Evropy má islandská tlaková níže a azorská tlaková výše. Islandská níže patří mezi celoroční tlakové útvary a je výraznější v zimě. Azorská výše je též celoročním tlakovým útvarem, ale je výraznější během letních měsíců. Oba tyto tlakové útvary nejsou zcela stacionární a během roku se jejich centra mohou mírně přesouvat. Cirkulace v Evropě je též ovlivňována sibiřskou tlakovou výší, která se formuje pouze během zimní části roku. Pokud na území České republiky zasahuje výběžek sibiřské tlakové výše, přináší velmi studený a suchý pevninský vzduch. Mezi zimní tlakové útvary patří také kanadská tlaková výše, která ovlivňuje především západní část Atlantiku. V létě mohou nad pevninou vznikat místní nefrontální cyklony, které se v Evropě tvoří především nad Balkánským a Pyrenejským poloostrovem [1].

Ve středních a vyšších zeměpisných šířkách se nachází výšková frontální zóna. Jedná se o přechodové pásmo, které se nalézá ve střední a vyšší troposféře mezi subtropickým pásmem vysokého tlaku vzduchu a pásmem nízkého tlaku vzduchu v okolí 60. rovnoběžky. V tomto

pásmu jsou zvýšené horizontální gradienty teploty a tlaku vzduchu v meridionálním směru. Výšková frontální zóna je zvýrazněna v oblasti severního Atlantiku mezi azorskou výší a islandskou níží [1].



Obr. č. 1: Atmosférický tlak a systém atmosférického proudění na hladině moře v červenci. Převzato z [20]



Obr. č. 2: Atmosférický tlak a systém atmosférického proudění na hladině moře v lednu. Převzato z [20]

2. Metody popisu atmosférické cirkulace

Potřeba zjednodušit pohled na velkou rozmanitost cirkulace a zejména snaha aplikovat poznatky o atmosférické cirkulaci pro potřeby předpovědi počasí a klimatu vyvolaly požadavek na popis atmosférické cirkulace ve zjednodušené formě a na schematizaci atmosférických procesů. K popisu atmosférické cirkulace lze využít klasifikace synoptických typů, cirkulační módy, či objektivní klasifikaci.

První typizace synoptických situací vznikaly již v 19.století. Pro oblast Evropy a přilehlého Atlantiku to byly především typizace dle Teisserence de Borta, Van Bebbera a Schinzeho. K pozdějším popisům cirkulačních typů se řadí popisy podle Multanovského a Baura. Multanovskij zkoumal atmosférické procesy pomocí tzv. přirozených synoptických období, která jsou dle [2] definovaná jako „časové úseky, kdy se rozvíjí proces určitým způsobem orientovaný v přirozené oblasti, při zachování znaku pole“. Jeho typizace je především vhodná pro studium cirkulace. Naopak Baurova typizace je dobře spjata s konkrétním počasím. Baur [3] zavedl cirkulační období (tzv. Grosswetterlagen – GWL) definované jako „rasy celkového stavu atmosféry, které trvají několik dní a které udávají ráz počasí v jednotlivých částech území“.

2.1 Klasifikace synoptických typů

Aktuální stav atmosféry je neopakovatelný. Jednotlivé situace ale můžeme zobecnit, a poté se dají jednotlivé stavy atmosféry třídit a typizovat. Při typizaci synoptických situací se bere v úvahu okamžitý stav přízemního a výškového proudění, poloha frontální zóny, charakter tlakového pole a vlastnosti vzduchové hmoty. Tyto parametry mají vliv na rozložení vertikálních pohybů v atmosféře a tím i na projevy počasí [8]. Názvy jednotlivých synoptických typů jsou odvozeny od polohy cyklón a anticyklón nad Evropou a převládajícího proudění nad střední Evropou.

První klasifikací určenou pro území Československa zpracovali meteorologové Hydrometeorologického ústavu (HMÚ). Oficiálně se nazývá Typizace povětrnostních situací HMÚ, mezi meteorology je známá spíše pod pojmem „Brádkova typizace“. Tato typizace vycházela z typizace Hesse a Brezowského [10], která byla kompromisem mezi typizacemi Multanovského a Baurovou. V publikaci Počasí na území Čech a Moravy v typických povětrnostních situacích [4] se jednotlivé synoptické typy mírně pozměnily oproti typizacím, ze kterých se vycházelo. Některé typy byly sloučeny v jeden a jiné naopak přidány, či zrušeny. Touto typizací byly určeny pouze ty dny, které jednotlivým synoptickým typům

odpovídaly přesně. Téměř polovina dnů ale zůstala neurčena, protože v tyto dny synoptická situace neodpovídala stanoveným typům.

Při zpracovávání období 1946–1965 byl otypován každý den a z tohoto důvodu muselo být pět cirkulačních typů přidáno. Tato typizace byla uvedena v Katalogu povětrnostních situací pro území ČSSR [22]. Pokračování tohoto kalendáře je každoročně zajišťováno pracovníky Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) a Slovenského hydrometeorologického ústavu (SHMÚ). Výsledky byly jednou ročně publikovány v Meteorologických zprávách, v posledních letech jsou zveřejňovány na internetu na webových stránkách ČHMÚ [23].

Otypováním všech dnů se ztratil původní význam typizace, protože značná část dní během roku nemá typickou situaci. Takovýchto dní je v průběhu roku minimálně čtvrtina. Násilným přiřazováním synoptického typu k těmto dnům se znehodnocuje původní význam typizace a zkreslují se výsledky dynamicko-klimatologického zpracování podle této metodiky. Proto byla vytvořena nová typizace podle „Končeka a Reina“ [18], ale dále se nerozvíjela a dnes se nepoužívá.

2.2 Cirkulační mody

Jednou z metod zkoumání atmosférické cirkulace jsou cirkulační mody. Patří mezi tzv. dálkové vazby, které jsou používány pro geograficky vzdálené oblasti, ve kterých mají změny tlaku, geopotenciálních výšek, popř. i jiných klimatických prvků podobný časový průběh, tj. jsou spolu silně korelované [17]. V současnosti se pojem dálkových vazeb používá především pro nízkofrekvenční mody proměnlivosti tlakového pole velkých měřítek určované metodou korelací. Metod detekce dálkových vazeb je více, v dnešní době se nejvíce využívá analýza hlavních komponent (Principal Component Analysis – PCA), která má za úkol snížit dimenzi původní úlohy tím, že lineární transformací převede soubor původních časových řad v jednotlivých bodech sítě do nových časových řad, čili hlavních komponent. Hlavní komponenty jsou vlastní vektory matice podobnosti, což nejčastěji bývá matice korelační, či kovarianční, a její vlastní čísla jsou poté rovna rozptylu, který je vysvětlen jednotlivými hlavními složkami.

Nejvíce používaným cirkulačním modem v oblasti Atlantiku a Evropy je **Severoatlantická oscilace** (The North Atlantic Oscillation – NAO), která může být vyjádřena různými indexy dle stanic, jejichž data byla použita. Severoatlantická oscilace je podrobněji popsána v následující kapitole.

Arktická oscilace (Arctic Oscillation – AO) je spojená se změnami klimatu mezi polárními oblastmi severní polokoule a oblastmi mírných šířek. Tato oscilace zastřešuje NAO, Pacificko-Severoamerický mod (PNA – Pacific North American Pattern) a další cirkulační mody severní polokoule. V některých studiích [3] je existence AO zpochybňována a je poukazováno na vysokou korelaci mezi AO a NAO (kolem 95 %) a naopak na téměř nulové korelace mezi PNA a AO. To by ukazovalo, že AO je spíše statistickým artefaktem, vyskytujícím se v 1. modu PCA, což je mod obsahující i NAO [28].

Dalším modem v Atlantiku je **Východoatlantický mod** (EA – East Atlantic Oscillation). Dle [5] se jedná o dipól s osou položenou severozápadním směrem. V zimním období je určen centrem nad severním Atlantikem (50° s.š., 30° z.d.) s velkým gradientem ve směru severozápad-jihovýchod nad západní Evropu a pásem s opačným znaménkem nad subtropickým Atlantikem, severní Afrikou a centrálním Středomořím. Východně od Grónska se nalézá slabší centrum se stejným znaménkem jako subtropický pás.

V zimě má nad severozápadním Ruskem a severním Finskem (60° s.š., 30–40° v.d.) výrazné centrum **Euroasijský mod typu 1** (EU 1), jenž je též nazýván Skandinávským modem. Centrum s opačným znaménkem se nachází nad Španělskem a přilehlém Středomořím (40° s.š., 0° d.), další centrum stejného znaménka leží nad střední Asií (55° s.š., 90° z.d.).

Euroasijský mod typu 2 (EU 2) je známý rovněž jako Východoatlanticko/Západoruský mod (EA/WR) nebo Severomořsko/Kaspický mod (NCP). Tento mod je rozdílně definován v zimě a v létě. V zimě jsou akční centra mezi Dánskem a Velkou Británií (55° s.š., 5° v.d.) a vedlejším slabším centrem nad severovýchodní Čínou. Centrum s opačným znaménkem je severovýchodně od Kaspického moře (55° s.š., 60° v.d.), slabší centrum se nachází nad Atlantikem. V [5] se poukazuje na to, že kladná fáze tohoto modu je spojena s nadprůměrnými úhrny srážek ve Skandinávii a nad severozápadem Ruska. Nad Středním východem a ve Středomoří je naopak velmi sucho.

Existují i cirkulační mody, které se nenachází v oblasti Atlantiku a Evropy. Řadíme k nim například **Jižní oscilaci** (Southern Oscillation – SO), která se nachází v jižním Pacifiku. Je součástí známého jevu ENSO (El Niño Southern Oscillation). Při fázi El Niño začne nad Indonésií a Austrálií tlak růst a naopak v oblasti Tahiti a východního Pacifiku je zaznamenán pokles tlaku, tudíž opačný stav než při normálních podmínkách. Při fázi La Niña se normální stav ještě více prohlubuje. Index Jižní oscilace (SOI) je určen z rozdílu tlaků mezi Tahiti a Darwinem.

Dalším z modů je **Pacificko-Severoamerický mod** (Pacific North American Pattern – PNA), což je klimatický jev v severní části Tichého oceánu. Tento mod je spojen s rozdíly tlaku mezi aleutskou tlakovou níží a havajskou tlakovou výší. PNA je po NAO druhou nejvýznamnější oscilací na severní polokouli. V Pacifiku se též objevuje **Západopacifická oscilace** (West Pacific Oscillation – WP). Během zimního období, kdy je nejsilnější, má jedno centrum v okolí Kamčatky a druhé rozsáhlejší, jež se rozpíná přes celý sever Tichého oceánu od pobřeží Asie až ke 150. poledníku. V létě obě centra slábnou. Dále se zde také nachází **Východopacifická oscilace** (East Pacific Oscillation – EP) s centry ležícími nad Aljaškou a na 30. rovnoběžce ve východním Pacifiku [5].

2.3 Objektivní klasifikace

Používané subjektivní metody klasifikací s sebou nesou příliš velký vliv konkrétního meteorologa-typizátora. Například vystřídaní autorského kolektivu přináší změny v pohledu na typizování, které se mohou projevit i ve statistickém vyhodnocování četnosti typů, na což upozorňuje Cahynová [6].

Automatizované objektivní klasifikace synoptických situací jsou většinou založeny na analýze hlavních komponent. Dále jsou využívány metody založené na principu shlukové analýzy, na fuzzy logice, která využívá subjektivně definovaná pravidla, a na neuronových sítích.

V článku [19] je prezentována klasifikační metoda založená na aplikaci fuzzy logiky. Předností této aplikace je umožnění matematicky pracovat s nejednoznačnými pojmy. Klasifikace je založena na normalizovaných tlakových anomáliích počítaných v pravidelné uzlové síti s časovým krokem jednoho dne. V této klasifikaci je každý cirkulační typ prezentován jedním tzv. „fuzzy pravidlem“, s jehož pomocí je definováno prostorové rozmístění anomálií tlaku. Nejlepší výsledky přinesla varianta s 12 cirkulačními typy, které jsou definovány pomocí tlakového pole. Cirkulačními typy, které byly v práci [19] definovány, lze klasifikovat výstupy z globálních cirkulačních modelů. Časové řady těchto cirkulačních typů lze použít ke generování srážkových řad pomocí downscalingového modelu, jehož parametry jsou závislé na daném cirkulačním typu.

Objektivní klasifikace časem nejspíš nahradí klasifikaci subjektivní. Zatím ovšem neposkytuje uspokojivé výsledky, a proto se v praxi nepoužívá. Pro některé aplikace (např. rozptyl znečišťujících látek v ovzduší, bioklimatologické aplikace) může být subjektivní klasifikace používaná pro synoptické účely nevhodná a mohou být vytvořeny speciální subjektivní, nebo objektivní klasifikace.

3. Severoatlantická oscilace

Severoatlantická oscilace (The North Atlantic Oscillation – NAO) je velkoměřítková atmosférická cirkulace patřící mezi nejvýraznější cirkulační módy – ovlivňuje území od východního pobřeží Spojených států až po oblast Sibiře. Severoatlantická oscilace se nejvíce projevuje ve středních a vyšších zeměpisných šířkách, a to především během studené části roku (listopad až duben). Přechody NAO z jedné fáze do druhé mají vliv na směr a rychlost průměrného proudění vzduchu nad Atlantikem, dochází k transportu tepla a vlhkosti mezi severním Atlantikem a sousedícími kontinenty [12].

Severoatlantická oscilace je bipolární oscilací s tlakovou níží v okolí Islandu a tlakovou výší u Azorských ostrovů. NAO se vyjadřuje prostřednictvím indexů, tzv. NAOI – North Atlantic Oscillation Index. Mezi NAOI patří staniční indexy, které využívají rozdíl tlaku vzduchu přepočteného na hladinu moře mezi stanicemi reprezentujícími azorskou tlakovou výší a islandskou tlakovou níží. Pro stanici reprezentující tlakovou výší resp. níží se vžil označení jižní resp. severní stanice. Výběr těchto stanic se liší podle autorů jednotlivých indexů. Například Hurrell pro jižní stanici použil data z Lisabonu (39° s.š., 9° z.d.) a severní stanici umístil do Stykkisholmuru (65° s.š., 23° z.d.). Tento index se používá pouze pro zimní měsíce a udává se pouze jedna hodnota pro období prosinec až březen. Další index byl sestaven Jonesem, který vyšel z údajů ze stanic Gibraltar (36° s.š., 5° z.d.) a Stykkisholmur. Jeho hodnota se počítá pro každý měsíc. Pro letní část roku se více hodí index definovaný Rogersem, který použil data ze stanic Ponta Delgada (38° s.š., 26° z.d.) a Akureyi (66° s.š., 18° z.d.) [9].

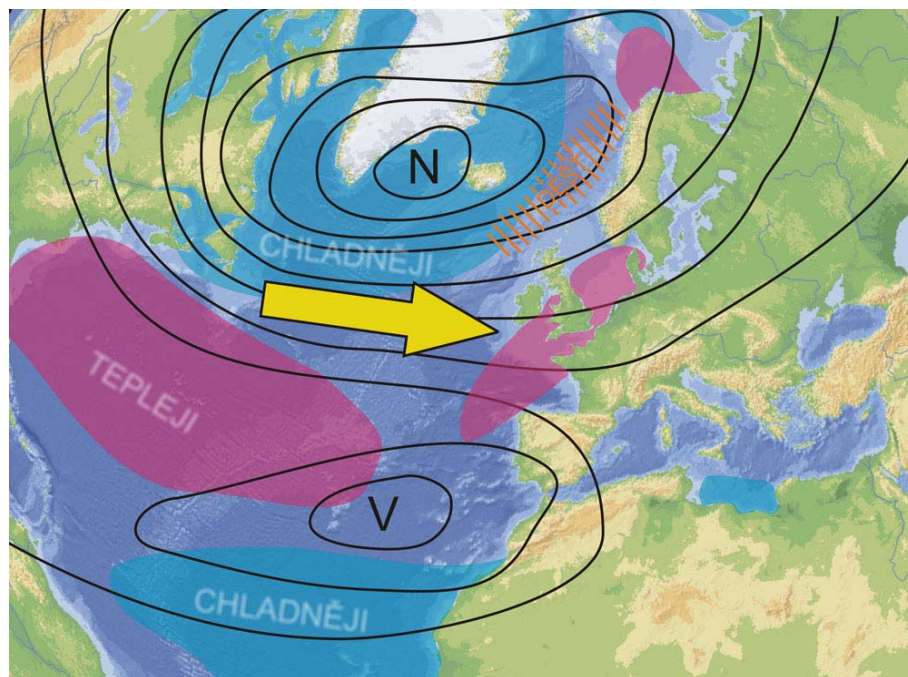
Denní index severoatlantické oscilace [24], který byl využit v této práci, je konstruován pomocí denních odchylek geopotenciální výšky 500 hPa nad severní polokoulí. Podle [25] je procedura výpočtu založena na rotované analýze hlavních komponent (RPCA – The Rotated Principal Component Analysis), která je aplikována na měsíční standardizované odchylky geopotenciální výšky 500 hPa získaných z CDAS (Climate Data Assimilation System – NCEP/NCAR Reanalysis) v analyzovaném regionu 20° s.š.–90° s.š. mezi lednem 1950 a prosincem 2000.

Jako měsíční NAOI [26] byl použit index vypočtený CRU (Climatic Research Unit), který využívá hodnoty tlaku přepočteného na hladinu moře ze stanice Reykjavik na Islandu, ze stanice Gibraltar a ze stanice Ponta Delgady, která se nachází na Azorských ostrovech.

Cirkulaci nad severním Atlantickým oceánem lze také vyjádřit pomocí střeoevropského zonálního indexu (CEZI), který je dle [8] počítán jako rozdíl normovaného

tlaku vzduchu na hladině moře průměrovaného pro tyto gridové body: 35° s.š./0° d., 35° s.š./20° v.d., 40° s.š./0° d., 40° s.š./20° v.d., 60° s.š./0° d., 60° s.š./20° v.d., 65° s.š./0° d. a 65° s.š./ 20° v.d. Používá se též zonální index (ZI), který je vypočten pomocí rozdílu tlaku vzduchu na hladině moře z osmi dvojic gridových bodů ležících na 45° s.š. a 65° s.š. mezi 30° z.d. a 40° v.d. Vzdálenost mezi dvěma gridovými body na dané rovnoběžce je 10°.

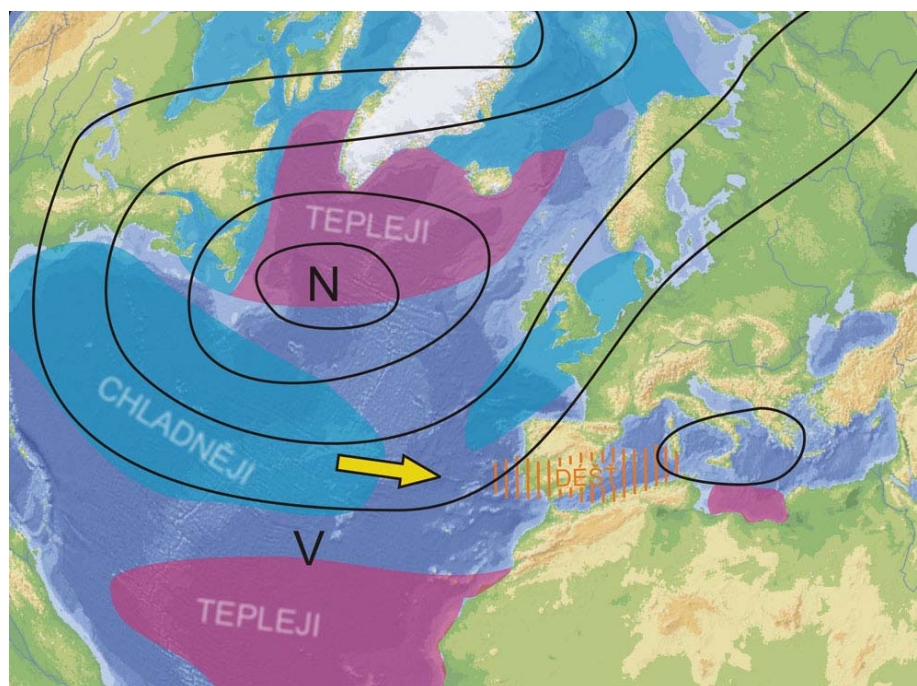
Během kladné fáze NAO (obr. č. 3), při které index NAO nabývá kladných hodnot, jsou hodnoty tlaku vzduchu v azorské tlakové výši abnormálně vysoké a naopak islandská tlaková níže se ještě více prohlubuje. Podle [7] se během zimního období islandská níže přesouvá na severovýchod a azorská výše své centrum přesouvá oproti normálu mírně na západ. V islandské níži se tlak oproti normálu zmenší asi o 3 hPa a v azorské výši se tlak zvýší jen o 1 hPa. Při této fázi existuje intenzivní zonální přenos a s ním spojené západní proudění nad severním Atlantikem, které přináší nad Evropu vlhký oceánský vzduch. Při kladné fázi NAO jsou podmínky počasí v severozápadním Atlantiku a Středomoří studenější a sušší. Naopak v severní Evropě, východní části USA a části Skandinávie je tepleji a deštivěji [20].



Obr. č. 3: Kladná fáze Severoatlantické oscilace. Upraveno dle [29]

Při záporné fázi Severoatlantické oscilace (obr. č. 4) se islandská tlaková níže i azorská tlaková výše zeslabují a indexy NAO jsou v tomto případě záporné. Proudění v zonálním směru je oslabeno a více se tedy projeví meridionální transport. V zimě se během záporných hodnot NAOI zvýší tlak v islandské níži zhruba o 5 hPa a centrum této níže se přesouvá na jihozápad. Azorská výše svoji polohu téměř nemění a tlak v ní klesá asi o 2 hPa [7].

Charakteristické rysy popisované během kladné fáze jsou během záporné fáze opačné. Ve Středomoří je deštivěji a naopak ve Skandinávii je větší sucho a chladněji.



Obr. č. 4: Záporná fáze Severoatlantické oscilace. Upraveno dle [29]

Během poslední doby se vyskytlo několik tzv. cirkulačních epoch, což jsou období s převládající kladnou či zápornou fází NAO. První z cirkulačních epoch byla v letech 1864 až 1899, kdy převládala záporná fáze NAOI, která převažuje též v letech 1930–1970. Naopak převaha kladné fáze NAO byla v obdobích 1900–1929 a 1971–1995 [10].

Mezi Grónskem a Evropou se objevuje díky vlivu NAO tzv. „zimní houpačka teplot“, což znamená, že jsou-li v Grónsku nízké zimní teploty, pak v Evropě jsou teploty vysoké a naopak [8]. Tohoto úkazu si všimli Skandinávští mořeplavci mnohem dříve, než byla Severoatlantická oscilace definována. Sir Gilbert Walker jako první definoval a detailněji popsal Severoatlantickou oscilaci v roce 1924. Zavedl též první index NAO, který byl počítán pomocí statistické iterační metody z teplotních a tlakových dat z Evropy a Severní Ameriky [7].

Závislost teploty vzduchu v chladném půlroce na míře zonální cirkulace zkoumala Cahynová [7]. Zonální cirkulaci vyjádřila pomocí indexu ZIEU, který publikuje Německá meteorologická služba, a také pomocí indexu Severoatlantické oscilace ze stanic Ponta Delgada a Stykkisholmur. Závislost mezi těmito faktory vyšla ve střední Evropě poměrně těsná. Mírou zonální cirkulace byly nejvíce ovlivněny teploty v oblastech Severního a Baltského moře, naopak nižší závislost byla zaznamenána u horských stanic. V prosinci,

lednu a únoru přesahovaly korelační koeficienty mezi průměrnou měsíční teplotou a zonální cirkulací hodnotu 0,8 pro severoněmecké a polské meteorologické stanice. Na jaře a v létě bylo ovlivnění Severoatlantickou oscilací mnohem menší. Zvýšení zonálního indexu ZIEU o hodnotu směrodatné odchylky (6,8 hPa) bylo provázeno vzrůstem průměrné zimní teploty v severním Německu a Polsku o 2 °C a v alpské oblasti téměř o 1 °C. Pokud bude pokračovat trend růstu NAOI během zimy, lze ve střední a severní Evropě očekávat mírnější zimy. Posun ke kladným hodnotám NAOI vyplývá i z globálních modelů atmosférické cirkulace. Oteplování Evropy by se tedy dle Cahynové [7] mělo výrazněji projevit v zimních měsících.

Vliv Severoatlantické oscilace na teplotu vzduchu a srážky na území České republiky zkoumala též Doleželová [9]. Využila k tomu korelační a koherentní analýzu včetně vztahu s anomáliemi těchto meteorologických prvků. Z její práce vyplývá, že počasí na území České republiky je do jisté míry ovlivňováno Severoatlantickou oscilací. Vztah mezi typem synoptické situace a hodnotami NAOI se nejvíce projevovat u Atlantských situací, kdy je proudění zonální, a to především v zimě a na jaře. Mezi Atlantské situace zařadila synoptické typy Wc, Wcs, Wa, Wal a Vfz. Při záporné fázi NAO vycházely statisticky významné korelace pouze pro index CEZI. Doleželová potvrdila, že kladná fáze NAO vyvolává v zimních měsících kladné odchylky teplot a v létě naopak způsobuje ochlazení. Podíl objasněné variability teploty vzduchu prostřednictvím NAO byl v zimě až 50 % (v létě pouze 10 %), Severoatlantická oscilace tedy ovlivňuje teplotu vzduchu v České republice především v zimě. Ve své diplomové práci Doleželová [9] též ukázala, že podle výsledků korelační a koherentní analýzy je vazba mezi NAO a srážkami v České republice mnohem slabší než u vazby s teplotou vzduchu. Statisticky významné korelace se častěji ukázaly pro období měsíce než roku. Vzájemná variabilita mezi úhrny srážek a indexy byla nízká – okolo 10 %. U srážek hrají větší roli procesy menšího měřítka než je Severoatlantická oscilace.

Metelka ve své studii [15] poukázal na možnosti využití neuronových sítí při zpracovávání klimatologických dat. Metodou nelineární varianty PCA, kterou provedl pomocí tzv. autoasociativní neuronové sítě, sestavil nelineární stochastický model variability tlaku vzduchu redukováného na hladinu moře v severoatlantické oblasti pro zimní období. Ukázal, že nelineární model dokáže lépe popsat variabilitu tlakového pole než model, který je založen na nejlepším lineárním modu PCA. Na nelineárním modelu též demonstroval, že mezi mody mohou být nelineární vazby, přestože jsou jednotlivé mody lineární PCA vzájemně nekorelované. Model též naznačil nelineární prvky variability pole tlaku vzduchu redukováného na hladinu moře v severním Atlantiku.

Podle [20] je zajímavý kladný trend NAO v posledních třiceti letech. Od zimy 1988/89 se přihodilo několik výrazných anomálií, kdy byly naměřeny rekordně pozitivní hodnoty indexu NAO. Tento kladný trend NAO navíc vysvětluje nesčetné znaky změn klimatu ve středních a vysokých zeměpisných šířkách severní polokoule. K těmto znakům patří mírnější zimy v Evropě a Asii, naopak silnější zimy nad východní Kanadou a severozápadním Atlantikem. Dále může NAO vysvětlit i výrazné regionální změny srážek, postup ledovců na sever Evropy a ústup alpských ledovců. NAO také vysvětluje změny v pokrytí ledem v Labradorském a Grónském moři, stejně tak i nad Arktidou.

Změny v cirkulaci nad severním Atlantikem jsou doprovázeny změnami trajektorií bouří. To ovlivňuje transport a konvergenci atmosférické vlhkosti a může být příčinou změn regionálních zimních srážek. Změny Severoatlantické oscilace jsou též výrazně spojeny s mořským ekosystémem. Ovlivněna je produkce zooplanktonu a tím i distribuce ryb [14].

Hurrell [11] ukázal, že poslední vzrůstající trend NAO vysvětluje poměrně velkou část z regionálního oteplování zemského povrchu nad Evropou a Asií. Významná část trendu zvyšování globální teploty zemského povrchu v poslední době může být vysvětlena změnami v atmosférické cirkulaci. Absence předpovědního modelu Severoatlantické oscilace nás však zanechává v nejistotě ohledně variability NAO v dalších letech.

4. Změny NAOI u synoptických situací

Změny indexu Severoatlantické oscilace v rámci synoptických situací jsme zkoumali za období 1950 až 2006. Celkové období jsme rozdělili do tří devatenáctiletých období, které jsme vzájemně porovnávali. První období zahrnuje léta 1950–1968, druhé období 1969–1987 a třetí období 1988–2006. Byla použita typizace povětrnostních situací pro území České republiky z ČHMÚ [23]. Denní index NAO, který jsme v této práci využili, byl získán na webové stránce [24]. Tento index Severoatlantické oscilace je k dispozici od roku 1950. Pro celková období i jednotlivé devatenáctileté období a pro každý synoptický typ jsme pomocí programu Microsoft EXCEL vykreslili histogramy četnosti NAOI a vypočetli střední hodnoty NAOI s dalšími základními statistickými charakteristikami.

Abychom posoudili, do jaké míry odpovídají hodnoty NAOI subjektivnímu hodnocení zonality nebo meridionality jednotlivých používaných synoptických typů, rozdělili jsme na základě konzultace s Mgr. S. Rackem tyto typy podle míry zonality nebo meridionality cirkulace (s důrazem na situaci ve střední Evropě) do pěti skupin na: výraznější zonální situace, mírnější zonální situace, doplňkové zonální situace, výraznější meridionální situace a mírnější meridionální situace. Toto subjektivní posouzení zonality a meridionality jsme porovnali s průměrnými hodnotami NAOI.

Pro zobrazení rozložení četnosti hodnot NAOI jsme využili histogramy, které jsme vykreslili u všech synoptických typů pro celkové období 1950–2006 i pro jednotlivá devatenáctiletá období. Histogramy jsou uvedeny v Příloze č. 1. V následujícím textu jsou podrobněji rozebrány jednotlivé synoptické situace.

Wc

Západní cyklonální typ jsme zařadili k výraznějším zonálním situacím. Výraznější západní přenos vzduchu se potvrdil i střední hodnotou NAOI, která byla ve všech obdobích kladná, a to poměrně výrazně. Jednotlivé střední hodnoty NAOI jsou uvedeny v tab. č. 1. Posun do kladných hodnot NAOI je zřejmý i na histogramech NAOI tohoto synoptického typu, které jsou uvedeny v Příloze č. 1 na obr. č. 10–13.

Tab. č. 1: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ Wc

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	0,305	0,121	0,229	0,514
Chyba střední hodnoty	0,019	0,037	0,032	0,031

Za pozornost stojí nárůst střední hodnoty v posledním devatenáctiletí, který vede k většímu západnímu přenosu vzduchu v posledních letech.

Wcs

Západní cyklonální situace s jižní dráhou jsme pro střední Evropu zařadili mezi mírnější zonální situace. Střední hodnoty NAOI ale byly záporné (tab. č. 2), a tedy ukazují na meridionální typ. Záporné hodnoty NAOI mohou být způsobeny polohou řídicí cyklóny, která je posunuta více k jihu. NAOI tedy pro tento synoptický typ nemusí být reprezentativní. Během jednotlivých období byl opět pozorován nárůst střední hodnoty NAOI mezi jednotlivými devatenáctiletími, což by odpovídalo většímu zonálnímu přenosu vzduchu.

Tab. č. 2: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ Wcs

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	-0,185	-0,291	-0,215	-0,034
Chyba střední hodnoty	0,031	0,048	0,063	0,050

Wa

Západní anticyklonální situaci jsme zařadili mezi výraznější zonální situace, což nám také potvrdily střední hodnoty NAOI, které jsou i s chybami uvedené v tab. č. 3. U tohoto synoptického typu vyšla střední hodnota za celé období největší ze všech typů. Také zde je patrné postupné zvyšování středních hodnot během jednotlivých období.

Tab. č. 3: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ Wa

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	0,345	0,264	0,384	0,459
Chyba střední hodnoty	0,028	0,042	0,049	0,051

Wal

Západní anticyklonální situaci letního typu jsme zařadili k tzv. doplňkovým zonálním situacím. Kromě prvního období byly všechny střední hodnoty NAOI kladné, což by zonalitě odpovídalo. Ve druhém i třetím období jsou výrazně kladné, a tak by se mohlo jednat i o výraznější zonální situaci. Střední hodnoty NAOI se svými chybami pro tuto synoptickou situaci jsou uvedeny v tab. č. 4. I zde je patrný nárůst středních hodnot, a to především ve druhém a třetím období vůči prvnímu období. U histogramů, které jsou uvedeny v Příloze č. 1 na obr. č. 27–30, se ukazují malé rozptyly hodnot.

Tab. č. 4: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ Wal

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	0,129	-0,157	0,306	0,326
Chyba střední hodnoty	0,027	0,043	0,045	0,044

NWc

Severozápadní cyklonální situaci jsme zařadili mezi výraznější zonální situace. To je potvrzeno kladnými středními hodnotami NAOI (uvedeny i s chybami v tab. č. 5) ve všech obdobích. Hodnoty ale nejsou tolik výrazné, což by spíše nasvědčovalo mírné zonální situaci. NWc je jeden z mála typů, kde není pozorován nárůst středních hodnot v rámci jednotlivých devatenáctiletí.

Tab. č. 5: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ NWc

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	0,130	0,205	0,086	0,107
Chyba střední hodnoty	0,022	0,035	0,039	0,040

NWa

Severozápadní anticyklonální situaci jsme zařadili do výrazných zonálních situací. Kladná střední hodnota NAOI, která by potvrzovala zonalitu tohoto synoptického typu, se vyskytla pouze v celém zkoumaném období a v prvním devatenáctiletí. Ve druhém a třetím období je postupně pozorován pokles středních hodnot NAOI. Střední hodnoty NAOI a jejich chyby jsou uvedeny v tab. č. 6.

Tab. č. 6: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ NWa

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	0,021	0,161	-0,057	-0,106
Chyba střední hodnoty	0,037	0,060	0,058	0,076

U histogramů (Příloha č. 1 obr. č. 30–33) je vidět nárůst četnosti v záporných hodnotách u posledního devatenáctiletí, kde je také nejnižší střední hodnota NAOI.

Nc

Severní cyklonální situace byla zařazena mezi výrazné meridionální situace, což nám i potvrdily střední hodnoty NAOI, které byly ve všech obdobích záporné. Ve druhém i třetím období je pozorován nárůst střední hodnoty NAOI. Střední hodnoty i jejich chyby jsou uvedeny v tab. č. 7.

Tab. č. 7: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ Nc

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	-0,259	-0,380	-0,257	-0,132
Chyba střední hodnoty	0,027	0,039	0,050	0,049

NEc

Severovýchodní cyklonální situaci jsme zařadili mezi výrazné meridionální situace. To ale zcela neodpovídá vypočteným středním hodnotám NAOI (tab. č. 8), záporná hodnota je pouze v prvním devatenáctiletí. V třetím devatenáctiletí je vidět nárůst o dvě desetiny.

Tab. č. 8: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ NEc

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	0,084	-0,045	0,060	0,197
Chyba střední hodnoty	0,025	0,052	0,042	0,038

NEa

Severovýchodní anticyklonální situace byla zařazena do mírnějších meridionálních situací. Podle středních hodnot NAOI (tab. č. 9) v jednotlivých obdobích je tato situace nevýrazná. V prvním devatenáctiletí je záporná, ve druhém kladná a ve třetím je střední hodnota NAOI opět nižší, ale kladná. V celém období je potom střední hodnota NAOI jen několik setin nad nulou.

Tab. č. 9: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ NEa

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	0,028	-0,125	0,160	0,077
Chyba střední hodnoty	0,031	0,054	0,053	0,050

U histogramu z posledního devatenáctiletí je patrný menší rozptyl hodnot než u histogramů z předchozích období (Příloha č. 1 obr. č. 42–45).

Ec

Východní cyklonální situaci jsme zařadili k mírnějším meridionálním situacím. Meridionalitu potvrzují i všechny střední hodnoty NAOI (tab. č. 10) kromě třetího období, kdy je střední hodnota NAOI výrazně kladná. Celkově je u tohoto synoptického typu vidět výrazný nárůst středních hodnot NAOI během zkoumaných období.

Tab. č. 10: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ Ec

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	-0,025	-0,181	-0,060	0,228
Chyba střední hodnoty	0,026	0,044	0,040	0,049

V Příloze č. 1 na obr. č. 46 je zobrazen histogram NAOI za celkové zkoumané období 1950–2006. Chybí zde extrémní záporné hodnoty NAOI, přestože celková střední hodnota NAOI je záporná.

Ea

Východní anticyklonální situaci jsme zařadili mezi mírnější meridionální situace. Podle středních hodnot NAOI (tab. č. 11) by se však měla spíše řadit do výrazných zonálních situací. Ve všech obdobích jsou totiž střední hodnoty výrazně kladné, největší v posledním období.

Tab. č. 11: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ Ea

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	0,242	0,252	0,167	0,329
Chyba střední hodnoty	0,025	0,037	0,043	0,059

SEc

Jihovýchodní cyklonální situace byla zařazena do výrazných meridionálních situací. Meridionální charakter tohoto synoptického typu dokazují i střední hodnoty NAOI v jednotlivých obdobích (tab. č. 12), které vyšly vždy záporné. Větší pokles NAOI je především ve třetím devatenáctiletí.

Tab. č. 12: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ SEc

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	-0,123	-0,090	-0,048	-0,225
Chyba střední hodnoty	0,036	0,078	0,054	0,062

V Příloze č. 1 na obr. č. 55, resp. č. 56, je zobrazen histogram NAOI pro první devatenáctiletí (1950–1968), resp. druhé devatenáctiletí (1969–1987). Přestože v prvním období je střední hodnota NAOI menší než ve druhém období, tak jí chybí extrémně nízké NAOI, které se naopak nacházejí v druhém období.

SEa

Jihovýchodní anticyklonální situaci jsme z hlediska cirkulace nad Atlantikem zařadili mezi mírnější zonální situace. Střední hodnoty NAOI (tab. č. 13) jsou nevýrazné a pohybují se v okolí nuly. V prvním devatenáctiletí byla střední hodnota NAOI záporná, jinak vždy kladná.

Tab. č. 13: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ SEa

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	0,025	-0,066	0,085	0,069
Chyba střední hodnoty	0,036	0,060	0,071	0,059

Sa

Jižní atlantickou situaci jsme zařadili mezi výrazné meridionální situace. Střední hodnoty NAOI jsou ale vždy kladné, což by ukazovalo spíše na zonální charakter. Během jednotlivých období narůstá střední hodnota NAOI a ve třetím devatenáctiletí by se dala zařadit mezi výrazné zonální situace. Střední hodnoty NAOI i jejich chyby jsou uvedeny v tab. č. 14.

Tab. č. 14: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ Sa

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	0,113	0,009	0,139	0,208
Chyba střední hodnoty	0,034	0,055	0,065	0,058

SWc₁

Situaci SWc₁ jsme zařadili do výrazných meridionálních situací, to potvrdily i střední hodnoty NAOI, které byly ve všech obdobích záporné. Střední hodnoty NAOI jsou i se svými chybami uvedeny v tab. č. 15.

Tab. č. 15: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ SWc₁

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	-0,275	-0,463	-0,096	-0,232
Chyba střední hodnoty	0,031	0,050	0,060	0,046

U histogramů tohoto synoptického typu je zajímavé, že u druhého devatenáctiletí chybí extrémní záporné hodnoty. To se odráží i u střední hodnoty NAOI, která je v tomto období největší. Histogramy jsou uvedeny v Příloze č. 1 na obr. č. 66–69.

SWc₂

Jihozápadní cyklonální situace druhé skupiny byla zařazena mezi mírnější zonální situace. Střední hodnoty NAOI (tab. č. 16) jsou ale záporné, což odpovídá spíše meridionální situaci. První období by se dalo zařadit mezi výrazné meridionální situace, protože je zde střední hodnota NAOI velmi nízká.

Tab. č. 16: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ SWc₂

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	-0,125	-0,324	-0,031	-0,038
Chyba střední hodnoty	0,025	0,041	0,042	0,045

SWc₃

Jihozápadní cyklonální situaci třetí skupiny jsme zařadili mezi mírnější meridionální situace. Meridionalita byla středními hodnotami NAOI potvrzena. Střední hodnoty dosahovaly nejnižších hodnot ze všech synoptických typů. Typ SWc₃ by se tedy dal zařadit mezi výrazné meridionální situace. Střední hodnoty a jejich chyby jsou uvedeny v tab. č. 17.

Tab. č. 17: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ SWc₃

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	-0,421	-0,451	-0,373	-0,440
Chyba střední hodnoty	0,028	0,044	0,048	0,057

U histogramu z prvního devatenáctiletí (Příloha č. 1 obr. č. 75) je rozptyl mnohem menší než u zbylých dvou devatenáctiletí.

SWa

Jihozápadní anticyklonální typ jsme zařadili mezi slabší zonální situace. Kromě prvního devatenáctiletí, kdy byla střední hodnota NAOI čtyři setiny pod nulou, to střední hodnoty NAOI potvrzují. Střední hodnoty NAOI i jejich chyby jsou uvedeny v tab. č. 18.

Tab. č. 18: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ SWa

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	0,132	-0,040	0,308	0,177
Chyba střední hodnoty	0,032	0,055	0,046	0,060

Histogram NAOI v období 1969–1987 (Příloha č. 1 obr. č. 80) ukazuje velmi malý rozptyl.

B

Situaci s brázdou nízkého tlaku nad střední Evropou jsme zařadili do výrazných meridionálních situací. To potvrdily i záporné střední hodnoty NAOI (tab. č. 19). V prvním i druhém období jsou střední hodnoty NAOI jen mírně záporné, a tato situace by se tedy dala řadit spíše k mírným meridionálním situacím.

Tab. č. 19: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ B

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	-0,081	-0,071	-0,056	-0,134
Chyba střední hodnoty	0,018	0,029	0,030	0,038

Bp

Situaci s přecházející brázdou přes střední Evropu jsme zařadili mezi tzv. doplňkové zonální situace. Střední hodnota NAOI se kromě prvního období, kdy byla střední hodnota NAOI dvě setiny pod nulovou hodnotou, pohybovala mírně nad nulou, což odpovídá zonalitě. Střední hodnoty NAOI i jejich chyby jsou zobrazeny v tab. č. 20.

Tab. č. 20: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ Bp

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	0,069	-0,020	0,091	0,084
Chyba střední hodnoty	0,023	0,054	0,038	0,035

Vfz

Situace vchodu frontální zóny byla zařazena mezi tzv. doplňkové zonální situace. Střední hodnoty NAOI jsou kromě druhého devatenáctiletí záporné, což naznačuje spíše meridionální situaci. V tab. č. 21 jsou uvedeny střední hodnoty NAOI a jejich chyby.

Tab. č. 21: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ Vfz

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	-0,066	-0,197	0,063	-0,053
Chyba střední hodnoty	0,033	0,053	0,057	0,059

C

Situaci s cyklonou nad střední Evropou jsme zařadili do výrazných meridionálních situací. Kromě druhého období, kdy je střední hodnota NAOI dvě setiny nad nulou, je meridionalita středními hodnotami NAOI potvrzena. Střední hodnoty NAOI i jejich chyby jsou uvedeny v tab. č. 22.

Tab. č. 22: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ C

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	-0,145	-0,280	0,024	-0,102
Chyba střední hodnoty	0,030	0,045	0,056	0,058

Cv

Situaci s výškovou cyklonou jsme zařadili do tzv. doplňkových zonálních situací. To také potvrzují kladné střední hodnoty NAOI. Jsou zde ale poměrně velké chyby středních hodnot, které jsou způsobeny menší četností tohoto synoptického typu. Ve druhém

devatenáctiletí je střední hodnota NAOI nižší než v ostatních obdobích. Střední hodnoty NAOI i s chybami jsou uvedeny v tab. č. 23.

Tab. č. 23: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ Cv

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	0,244	0,341	0,080	0,397
Chyba střední hodnoty	0,056	0,121	0,073	0,101

A

Situaci s anticyklonou nad střední Evropou jsme zařadili mezi mírnější meridionální situace. Střední hodnoty NAOI, které jsou uvedeny i s chybami v tab. č. 24, jsou všechny kladné a to výrazně. Jedná se tedy spíše o výraznou zonální situaci. V rámci jednotlivých období střední hodnota NAOI narůstá.

Tab. č. 24: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ A

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	0,319	0,262	0,317	0,417
Chyba střední hodnoty	0,022	0,034	0,038	0,042

Ap₁

Situace s putující anticyklonou první skupiny byla zařazena do tzv. doplňkových zonálních situací. V prvním a druhém devatenáctiletí je střední hodnota NAOI záporná, což by znamenalo spíše meridionální situaci, naopak ve třetím devatenáctiletí je střední hodnota NAOI výrazně kladná, což zonalitě odpovídá. Střední hodnoty NAOI a jejich chyby jsou uvedeny v tab. č. 25. V prvním období je velká chyba střední hodnoty, což je pravděpodobně způsobeno menší četností v tomto období. Celkově má tento synoptický typ menší četnost a tedy vyšší chyby středních hodnot. Je zde pozorován nárůst střední hodnoty.

Tab. č. 25: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ Ap₁

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	0,034	-0,177	-0,154	0,232
Chyba střední hodnoty	0,054	0,177	0,102	0,071

Ap₂

Situaci s putující anticyklonou druhé skupiny jsme zařadili mezi tzv. doplňkové zonální situace. Kromě prvního období jsou střední hodnoty kladné, a tedy potvrzují zonální charakter situace. Během jednotlivých období dochází k nárůstu středních hodnot NAOI, ty jsou i se svými chybami uvedeny v tab. č. 26.

Tab. č. 26: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ Ap₂

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	0,102	-0,126	0,118	0,178
Chyba střední hodnoty	0,036	0,076	0,062	0,051

Ap₃

Situaci s putující anticyklonou třetí skupiny jsme zařadili mezi tzv. doplňkové zonální situace. Střední hodnoty NAOI jsou ale záporné, což ukazuje na meridionální situaci. Střední hodnoty NAOI (tab. č. 27) během jednotlivých období klesají.

Tab. č. 27: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ Ap₃

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	-0,234	-0,174	-0,219	-0,269
Chyba střední hodnoty	0,044	0,088	0,093	0,060

Ap₄

Situaci s putující anticyklonou čtvrté skupiny jsme zařadili mezi tzv. doplňkové zonální situace. Tento synoptický typ patří k méně četným, a tudíž jsou zde velké chyby. Střední hodnoty NAOI jsou kromě prvního období záporné, a to ukazuje spíše na meridionální charakter. Střední hodnoty NAOI a jejich chyby jsou uvedeny v tab. č. 28.

Tab. č. 28: Střední hodnoty NAOI a jejich chyby pro synoptický typ Ap₄

Období	1950–2006	1950–1968	1969–1987	1988–2006
Střední hodnota NAOI	-0,039	0,100	-0,088	-0,085
Chyba střední hodnoty	0,081	0,132	0,129	0,146

Shrnutí

Nesoulad mezi statistickými hodnotami NAOI a posouzením zonality nebo meridionality synoptického typu vyplývá z toho, že NAOI je počítán na základě rozložení tlaku vzduchu nad severním Atlantikem. Synoptické typy ovšem zohledňují zejména cirkulaci nad střední Evropou. Typickým může být příklad vyvinuté atlantské frontální zóny, která má vliv na počasí v západní Evropě, ale ve střední Evropě se uplatňuje vliv blokujiícího tlakového útvaru, zejména pevninské tlakové výše (např. u anticyklonální synoptické situace) nebo tlakové níže, to například ukazuje NEc.

5. Korelace teploty vzduchu a denního NAOI

Pomocí programu Microsoft EXCEL jsme vypočetli korelace mezi průměrnou denní teplotou vzduchu a denním indexem Severoatlantické oscilace. Meteorologická data poskytnutá ČHMÚ pocházela z těchto čtyřech stanic – Klatovy, Milešovka, Poděbrady a Lysá hora. Výběr stanic byl ovlivněn homogenitou pozorovacích řad, která je, bohužel, zachována jen u poměrně malého počtu meteorologických stanic. Zároveň jsme vybrali takové stanice, které se nachází v různých oblastech v rámci České republiky. Data jsme zpracovávali pro rozmezí let 1950 až 2005. Od roku 1950 je k dispozici denní index Severoatlantické oscilace [24].

Vypočetli jsme korelace mezi teplotou vzduchu na uvedených stanicích a denním NAOI pro období s určitým synoptickým typem a pro celkové období. Vzhledem k předpokládanému opoždění vlivu změn cirkulace v prostoru nad Atlantikem na počasí na našem území jsme pro každou ze stanic zkoumali, zda není vliv NAO na teplotu vzduchu o několik dní posunut. Dělali jsme tedy korelace s posunem jednoho, dvou a tří dnů, a to pro všechny synoptické typy dohromady.

Stejný postup jako pro období celého roku jsme aplikovali na zimní čtvrtletí (prosinec, leden a únor), protože v tomto období má Severoatlantická oscilace větší vliv na teplotu vzduchu [9]. Korelace u jednotlivých synoptických typů jsme rozšířili o posuny NAOI o jeden, dva a tři dny obdobně jako v předchozím případě u celoročních korelací.

Šedou barvou jsou v tabulkách označeny korelační koeficienty, které nejsou statisticky významné. Největší hodnota korelačního koeficientu u posunu NAOI je zvýrazněna tučně jak pro hodnoty v rámci jednoho synoptického typu, tak pro zpracování všech dní bez ohledu na synoptický typ.

5.1 Použitá statistika

Korelační koeficient [16], který je mírou lineární závislosti náhodných veličin X a Y , je definován jako:

$$\rho(X, Y) = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sqrt{D(X)}\sqrt{D(Y)}}, \quad (1)$$

kde $\text{cov}(X, Y)$ je kovariance náhodných veličin X a Y . $D(X)$ označuje rozptyl, který je roven $\text{cov}(X, X)$, resp. $\text{cov}(Y, Y)$ pro $D(Y)$.

Kovariance náhodných veličin X a Y se spočítá dle vzorce:

$$\text{cov}(X, Y) = E\{[X - E(X)] \cdot [Y - E(Y)]\}, \quad (2)$$

kde $E(X)$ je střední hodnota veličiny X .

Korelační koeficient nabývá hodnot z intervalu $\langle -1;1 \rangle$. Statistická závislost X a Y se tím více blíží přímkové závislosti, čím je absolutní hodnota korelačního koeficientu blíže jedné.

Statistickou významnost korelačního koeficientu jsme určili na základě testovacího kritéria R [16], které je dáno vztahem:

$$R = \frac{r(X,Y)}{\sqrt{1-r^2(X,Y)}} \sqrt{n-2}, \quad (3)$$

kde $r(X,Y)$ je Pearsonův výběrový korelační koeficient.

Pearsonův výběrový koeficient korelace je odhadem korelačního koeficientu. Můžeme jej určit ze vzorce:

$$r(X,Y) = \frac{\text{cov}(X,Y)}{S_x S_y}, \quad (4)$$

kde $\text{cov}(X,Y)$ vyjadřuje bodový odhad kovariance a S_x , S_y jsou výběrové směrodatné odchylky.

Testovací statistiku R jsme poté srovnali s kritickými hodnotami Studentova t-rozdělení s $n-2$ stupni volnosti. Pokud je splněna podmínka

$$|R| > t_\alpha(n-2), \quad (5)$$

považujeme korelační koeficient za statisticky významný na předem dané hladině významnosti α . Hladinu významnosti jsme si zvolili $\alpha = 0,05$. Kritické hodnoty Studentova t-rozdělení jsou uvedeny v [16].

5.2 Klatovy

V následující části zkoumáme korelace mezi průměrnou denní teplotou vzduchu a denním NAOI pro meteorologickou stanici v Klatovech. V tab. č. 29 jsou zobrazeny korelace mezi teplotou vzduchu a NAOI pro jednotlivé synoptické typy. Nejvyšší korelace byla u západního cyklonálního typu, kde tato korelace byla záporná, a to $-0,328$. Největší kladná korelace byla spočtena u východního cyklonálního typu, kde dosáhla hodnoty $0,293$.

Korelace pro všechny dny bez rozdělení na jednotlivé synoptické typy je sice statisticky významná, ale poměrně malá. Statisticky nevýznamné se ukázaly být synoptické typy NWc, NWa, SWc₂, Vfz, Cv a Ap₄.

Tab. č. 29: Korelace mezi teplotou vzduchu a denním NAOI pro celý rok, stanici Klatovy a jednotlivé synoptické typy

Synoptický typ	Hodnota korelace	Synoptický typ	Hodnota korelace
všechny typy	0,046	SWc ₁	0,141
Wc	-0,328	SWc ₂	-0,052
Wcs	-0,222	SWc ₃	0,144
Wa	-0,219	SWa	-0,289
Wal	0,112	B	0,107
NWc	-0,004	Bp	-0,067
NWa	0,049	Vfz	-0,076
Nc	0,252	C	0,196
NEc	0,189	Cv	0,120
NEa	0,238	A	0,075
Ec	0,293	Ap ₁	-0,155
Ea	0,141	Ap ₂	-0,114
SEc	0,224	Ap ₃	0,163
SEa	0,140	Ap ₄	-0,169
Sa	0,197		

Pro posunutý NAOI vyšla největší korelace mezi teplotou vzduchu a NAOI při posunu o 2 dny, ale rozdíl mezi posunem o jeden den a o dva dny byl pouze jedna tisícina. Vypočtené korelace jsou ukázány v tab. č. 30.

Tab. č. 30: Korelace mezi teplotou vzduchu a denním NAOI pro celý rok a stanici Klatovy bez posunu NAOI a při posunutí NAOI o 1 den, 2 dny či 3 dny

Neposunuto	O den později	O 2 dny později	O 3 dny později
0,046	0,052	0,053	0,048

U zimního období jsou korelační koeficienty většinou vyšší než korelační koeficienty za celé období. Nárůst se projevil především u korelací bez rozdělení na synoptické typy. S výjimkou dvou synoptických typů (NEa při posunu o 2 dny a Ap₄ bez posunu a při posunu o jeden den) jsou všechny korelační koeficienty kladné. Potvrzuje se tím větší vliv NAO na počasí na našem území během zimy. Mezi statisticky nevýznamné typy u všech posunutích vlivu NAO patřily následující synoptické typy: NEa, SEa, SWc₁, SWa, Vfz, Ap₁ a Ap₄. Pro tuto meteorologickou stanici se nejvyšší hodnoty korelace (0,500) dosáhlo u situace Cv. Pro posuny v rámci jednotlivých synoptických typů byly největší korelační koeficienty zjištěny při posunu o 2 dny a 3 dny. Pokud jsme brali v úvahu všechny dny bez ohledu na synoptické typy, byla největší korelace vypočtena při posunu o jeden den. Všechny hodnoty korelací jsou uvedeny v tab. č. 31.

Tab. č. 31: Korelace mezi teplotou vzduchu a denním NAOI pro zimní období, jednotlivé synoptické typy a meteorologickou stanicí v Klatovech

Synoptický typ	Neposunuto	O den později	O 2 dny později	O 3 dny později
všechny typy	0,344	0,355	0,346	0,322
Wc	0,106	0,128	0,145	0,149
Wcs	0,385	0,419	0,434	0,405
Wa	0,233	0,263	0,318	0,378
NWc	0,237	0,283	0,310	0,272
NWa	0,407	0,375	0,324	0,263
Nc	0,310	0,353	0,356	0,338
NEc	0,163	0,208	0,263	0,284
NEa	0,015	0,007	-0,027	0,006
Ec	0,265	0,275	0,305	0,280
Ea	0,270	0,227	0,190	0,187
SEc	0,247	0,228	0,202	0,174
SEa	0,110	0,146	0,200	0,233
Sa	0,208	0,190	0,161	0,143
SWc ₁	0,097	0,124	0,165	0,217
SWc ₂	0,269	0,242	0,193	0,145
SWc ₃	0,362	0,343	0,322	0,289
SWa	0,094	0,036	0,047	0,080
B	0,368	0,440	0,467	0,483
Bp	0,164	0,190	0,224	0,223
Vfz	0,016	0,085	0,114	0,089
C	0,381	0,382	0,384	0,369
Cv	0,400	0,500	0,474	0,433
A	0,413	0,438	0,460	0,485
Ap ₁	0,141	0,178	0,231	0,270
Ap ₂	0,201	0,223	0,276	0,324
Ap ₃	0,361	0,399	0,411	0,386
Ap ₄	-0,112	-0,056	0,032	0,071

5.3 Milešovka

Postup byl stejný jako u předchozí stanice v Klatovech. Hodnoty korelací pro jednotlivé synoptické typy jsou zobrazeny v tab. č. 32. Největší a též záporná korelace, která dosahuje hodnoty -0,333, je opět u synoptického typu Wc. Největší kladná korelace je u stejného synoptického typu (Ec) jako u předchozí stanice v Klatovech. Hodnota tohoto korelačního koeficientu je 0,299. Statisticky nevýznamné jsou korelace u synoptických typů NWc, NWa, SWc₂, Vfz, Cv, Ap₁ a Ap₄. Oproti meteorologické stanici v Klatovech je zde navíc Ap₁.

Tab. č. 32: Korelace mezi teplotou vzduchu a denním NAOI pro celý rok, stanici Milešovka a jednotlivé synoptické typy

Synoptický typ	Hodnota korelace	Synoptický typ	Hodnota korelace
všechny typy	0,052	SWc ₁	0,129
Wc	-0,333	SWc ₂	-0,056
Wcs	-0,244	SWc ₃	0,141
Wa	-0,206	SWa	-0,273
Wal	0,081	B	0,102
NWc	-0,020	Bp	-0,072
NWa	0,040	Vfz	-0,056
Nc	0,231	C	0,161
NEc	0,203	Cv	0,125
NEa	0,246	A	0,065
Ec	0,299	Ap ₁	-0,111
Ea	0,136	Ap ₂	-0,090
SEc	0,237	Ap ₃	0,169
SEa	0,136	Ap ₄	-0,171
Sa	0,189		

U meteorologické stanice na Milešovce byla největší hodnota korelace stejná při posunu o 1 a 2 dny. Rozdíly mezi jednotlivými korelacemi byly velmi malé. Jsou zobrazeny v tab. č. 33.

Tab. č. 33: Korelace mezi teplotou vzduchu a denním NAOI pro celý rok a stanici Milešovka bez posunu NAOI a při posunutí NAOI o 1 den, 2 dny či 3 dny

Neposunuto	O den později	O 2 dny později	O 3 dny později
0,052	0,058	0,058	0,051

U hodnot korelací teploty vzduchu ze stanice Milešovka a denním indexem NAO pro zimní období je největší hodnota u putující anticyklony třetí skupiny (0,494). Největší hodnoty korelací v rámci daného synoptického typu se nacházejí při posunu o 3 dny. Bereme-li v úvahu všechny zpracovávané dny bez ohledu na synoptický typ, největší korelační hodnota je při posunu o jeden den. Korelační hodnoty jsou uvedeny v tab. č. 34. Kromě synoptických typů Sa, Ap₄ bez posunu a Ap₄ s posunem o jeden den jsou všechny korelační koeficienty kladné.

Tab. č. 34: Korelace mezi teplotou vzduchu a denním NAOI pro zimní období, jednotlivé synoptické typy a meteorologickou stanicí na Milešově

Synoptický typ	Neposunuto	O den později	O 2 dny později	O 3 dny později
všechny typy	0,346	0,350	0,336	0,308
Wc	0,147	0,143	0,149	0,146
Wcs	0,347	0,393	0,424	0,404
Wa	0,228	0,249	0,291	0,341
NWc	0,202	0,244	0,244	0,208
NWa	0,327	0,327	0,312	0,275
Nc	0,240	0,284	0,297	0,284
NEc	0,180	0,215	0,260	0,270
NEa	0,111	0,064	0,028	0,053
Ec	0,248	0,236	0,252	0,224
Ea	0,186	0,134	0,089	0,084
SEc	0,219	0,195	0,186	0,162
SEa	0,123	0,160	0,209	0,261
Sa	-0,011	0,001	0,022	0,038
SWc ₁	0,058	0,053	0,079	0,106
SWc ₂	0,191	0,166	0,139	0,119
SWc ₃	0,278	0,261	0,251	0,232
SWa	0,127	0,098	0,130	0,166
B	0,337	0,403	0,428	0,449
Bp	0,126	0,158	0,190	0,185
Vfz	0,104	0,147	0,135	0,074
C	0,228	0,240	0,243	0,231
Cv	0,483	0,475	0,406	0,354
A	0,385	0,428	0,447	0,431
Ap ₁	0,204	0,202	0,251	0,321
Ap ₂	0,240	0,252	0,314	0,358
Ap ₃	0,478	0,494	0,467	0,398
Ap ₄	-0,058	-0,021	0,021	0,017

5.4 Poděbrady

Hodnoty korelací teploty vzduchu z meteorologické stanice v Poděbradech a denního indexu NAO jsou největší u východní cyklonální situace. Zde je korelační koeficient kladný a dosahuje hodnoty 0,324. Největší záporný korelační koeficient je u západocyklonální situace, a to -0,309.

Hodnoty korelací jsou uvedeny v tab. č. 35. Synoptických typů, které jsou statisticky nevýznamné, je zde více než u předchozích dvou stanic. Jedná se o tyto typy: Wa, NWc, NWa, SWc₂, Bp, Vfz, Cv, Ap₁ a Ap₄.

Tab. č. 35: Korelace mezi teplotou vzduchu a denním NAOI pro celý rok, stanici Poděbrady a jednotlivé synoptické typy

Synoptický typ	Hodnota korelace	Synoptický typ	Hodnota korelace
Všechny typy	0,039	SWc1	0,101
Wc	-0,309	SWc2	-0,027
Wcs	-0,201	SWc3	0,136
Wa	-0,212	SWa	-0,294
Wal	0,041	B	0,104
NWc	0,002	Bp	-0,049
NWa	0,062	Vfz	-0,017
Nc	0,247	C	0,137
NEc	0,203	Cv	0,132
NEa	0,248	A	0,076
Ec	0,324	Ap1	-0,090
Ea	0,169	Ap2	-0,091
SEc	0,212	Ap3	0,150
SEa	0,131	Ap4	-0,171
Sa	0,243		

Korelační koeficienty pro jednotlivé posuny jsou znázorněny v tab. č. 36. Korelační koeficient pro stanici Poděbrady byl největší při posunu NAOI o 2 dny. Rozdíly jsou tu větší než u předešlých stanic, ale pořád jsou řádově pouze v tisícinách.

Tab. č. 36: Korelace mezi teplotou vzduchu a denním NAOI pro celý rok a stanici Poděbrady bez posunu NAOI a při posunutí NAOI o 1 den, 2 dny či 3 dny

Neposunuto	O den později	O 2 dny později	O 3 dny později
0,039	0,046	0,050	0,048

U hodnot korelací teploty vzduchu ze stanice Poděbrady a denního indexu NAO pro zimní období je největší hodnota u anticyklonálního synoptického typu (0,477). Největší hodnoty korelací v rámci daného synoptického typu se nacházejí při posunu o 3 dny, kdy má největší korelaci 11 synoptických typů. Při posunu o dva dny je to 10 synoptických typů, takže rozdíl je zanedbatelný. Bereme-li v úvahu všechny zpracovávané dny bez ohledu na synoptický typ, největší korelační hodnota je při posunu o dva dny. Všechny hodnoty jsou uvedeny v tab. č. 37. Kromě několika hodnot korelací u synoptických typů NEa, SWc₁, SWa, Ap₁ a Ap₄ jsou všechny korelační koeficienty kladné.

Tab. č. 37: Korelace mezi teplotou vzduchu a denním NAOI pro zimní období, jednotlivé synoptické typy a meteorologickou stanicí v Poděbradech

Synoptický typ	Neposunuto	O den později	O 2 dny později	O 3 dny později
všechny typy	0,326	0,343	0,345	0,333
Wc	0,131	0,177	0,215	0,227
Wcs	0,363	0,415	0,450	0,446
Wa	0,207	0,256	0,345	0,415
NWc	0,251	0,292	0,309	0,268
NWa	0,391	0,318	0,240	0,191
Nc	0,273	0,313	0,317	0,316
NEc	0,199	0,249	0,304	0,324
NEa	0,057	0,018	-0,030	-0,017
Ec	0,254	0,284	0,334	0,332
Ea	0,272	0,223	0,200	0,210
SEc	0,233	0,236	0,237	0,230
SEa	0,063	0,112	0,181	0,242
Sa	0,103	0,082	0,080	0,082
SWc ₁	-0,009	0,034	0,090	0,153
SWc ₂	0,220	0,240	0,244	0,236
SWc ₃	0,365	0,375	0,378	0,351
SWa	0,033	-0,009	0,017	0,040
B	0,354	0,412	0,436	0,456
Bp	0,165	0,185	0,230	0,252
Vfz	0,074	0,134	0,141	0,090
C	0,276	0,261	0,248	0,242
Cv	0,405	0,453	0,437	0,385
A	0,402	0,422	0,448	0,477
Ap ₁	-0,061	-0,020	0,022	0,088
Ap ₂	0,203	0,226	0,284	0,330
Ap ₃	0,320	0,343	0,351	0,323
Ap ₄	-0,159	-0,095	-0,002	0,038

5.5 Lysá hora

Korelační koeficienty mezi teplotou vzduchu ze stanice Lysá hora a denním NAOI jsou největší pro synoptický typ Wc (-0,333). U kladné hodnoty je to východní cyklonální typ (0,274). Statisticky nevýznamné korelace vyšly u synoptických typů: NWc, NWa, Cv, A a Ap₁. Hodnoty korelačních koeficientů jsou uvedeny v tab. č. 38.

Tab. č. 38: Korelace mezi teplotou vzduchu a denním NAOI pro celý rok, stanici Lysá hora a jednotlivé synoptické typy

Synoptický typ	Hodnota korelace	Synoptický typ	Hodnota korelace
Všechny typy	0,033	SWc ₁	0,140
Wc	-0,333	SWc ₂	-0,071
Wcs	-0,256	SWc ₃	0,125
Wa	-0,188	SWa	-0,183
Wal	0,093	B	0,104
NWc	-0,042	Bp	-0,061
NWa	-0,024	Vfz	-0,092
Nc	0,198	C	0,154
NEc	0,190	Cv	0,128
NEa	0,241	A	0,052
Ec	0,274	Ap ₁	-0,083
Ea	0,160	Ap ₂	-0,094
SEc	0,193	Ap ₃	0,151
SEa	0,125	Ap ₄	-0,212
Sa	0,178		

Hodnoty korelačních koeficientů mezi teplotou vzduchu ze stanice Lysá hora a posunutými hodnotami NAOI jsou uvedeny v tab. č. 39. Koeficient korelace je největší při posunutí o dva dny, rozdíly ve srovnání s posunem o jeden či tři dny jsou ale minimální.

Tab. č. 39: Korelace mezi teplotou vzduchu a denním NAOI pro celý rok a stanici Lysá hora bez posunu NAOI a při posunutí NAOI o 1 den, 2 dny či 3 dny

Neposunuto	O den později	O 2 dny později	O 3 dny později
0,033	0,041	0,044	0,042

U zimního období a rozdělení na synoptické typy je největší korelační koeficient u synoptického typu Ap₃ při posunu o jeden den. Velká část korelačních koeficientů je zde statisticky nevýznamná. Korelační koeficient v rámci jednoho synoptického typu nejčastěji dosahuje nejvyšších hodnot při posunu o 3 dny (u 11 synoptických typů). Pokud neuvažujeme dělení na synoptické typy, je koeficient korelace největší při posunu o jeden den. Korelační koeficienty jsou uvedeny v tab. č. 40.

Tab. č. 40: Korelace mezi teplotou vzduchu a denním NAOI pro zimní období, jednotlivé synoptické typy a meteorologickou stanicí na Lysé hoře

Synoptický typ	Neposunuto	O den později	O 2 dny později	O 3 dny později
vše	0,245	0,256	0,253	0,235
Wc	0,108	0,115	0,127	0,123
Wcs	0,215	0,262	0,288	0,283
Wa	0,294	0,340	0,299	0,234
NWc	0,189	0,263	0,274	0,233
NWa	0,210	0,239	0,252	0,258
Nc	0,168	0,232	0,289	0,319
NEc	0,075	0,124	0,168	0,175
NEa	0,158	0,156	0,208	0,308
Ec	0,140	0,083	0,058	0,018
Ea	0,217	0,168	0,105	0,091
SEc	0,103	0,107	0,102	0,103
SEa	0,114	0,126	0,150	0,183
Sa	-0,059	-0,072	-0,050	0,012
SWc ₁	-0,141	-0,185	-0,171	-0,148
SWc ₂	0,022	0,033	0,060	0,090
SWc ₃	0,090	0,068	0,055	0,042
SWa	0,186	0,216	0,251	0,276
B	0,192	0,244	0,268	0,289
Bp	0,063	0,072	0,102	0,084
Vfz	-0,040	0,006	0,010	-0,031
C	0,146	0,143	0,132	0,140
Cv	0,205	0,300	0,369	0,299
A	0,216	0,255	0,317	0,346
Ap ₁	0,017	0,027	0,035	0,102
Ap ₂	0,196	0,232	0,311	0,332
Ap ₃	0,352	0,375	0,361	0,315
Ap ₄	-0,067	-0,046	-0,048	-0,041

5.6 Shrnutí

Na všech čtyřech meteorologických stanicích vyšla korelace mezi teplotou vzduchu a denním NAOI nevýznamná u synoptických typů NWc, NWa a Cv. U třech ze čtyř stanic to byly navíc synoptické typy SWc₂, Vfz, Ap₁ a Ap₄. Pro všechny synoptické typy v rámci celého období byl korelační koeficient největší u stanice na Milešovce (0,052). Při zkoumání posunutí vlivu NAOI pro celé období vyšel korelační koeficient u všech čtyř stanic nejlépe při posunu o dva dny. Pro zimní období a jednotlivé synoptické typy byl korelační koeficient nejčastěji největší při posunu o 3 dny. Bez uvažování synoptických typů byla největší korelace u posunu o jeden den u všech stanic kromě Poděbrad. Rozdíly v korelačních koeficientech „při posunech“ byly minimální.

Na všech čtyřech stanicích byla největší záporná korelace zjištěna u západního cyklonálního typu. Nejvyšší hodnoty kladné korelace bylo dosaženo pro východní cyklonální

typ při zkoumání celého období. V zimním období byla většina korelačních koeficientů kladná. Pokud byly koeficienty záporné, byly statisticky nevýznamné. Pro zimu vycházely u všech čtyřech stanic vysoké korelační koeficienty u synoptického typu Wcs a Cv. Korelace u stanice Lysá hora byly menší, než u ostatních stanic.

Kladné zimní korelace nám ukazují, že pokud dochází během zimy k nárůstu NAOI, dochází i k nárůstu teploty. Celoroční korelace vycházely jak kladné, tak i záporné, takže vliv NAO na teplotu zde může být při vzrůstajícím NAOI jak rostoucí, tak klesající.

6. Korelace rychlosti větru a denního NAOI

Při zjišťování závislosti rychlosti větru a denního NAOI jsme postupovali obdobně jako u předchozí kapitoly a použili jsme data ze stejných meteorologických stanic (Klatovy, Milešovka, Poděbrady a Lysá hora) z období 1950–2005. Nejdříve jsme zjišťovali korelační koeficienty mezi průměrnou denní rychlostí větru a denním NAOI [24] pro jednotlivé synoptické typy a pro posunutý NAOI jen pro všechny synoptické typy zároveň. Dále jsme zkoumali korelační koeficienty posunutí vlivu NAO v zimním období pro jednotlivé synoptické typy i pro všechny typy dohromady.

Bylo použito stejné statistické zpracování jako u předchozí kapitoly. Šedě vyznačené hodnoty jsou statisticky nevýznamné. Největší korelace v rámci jednoho synoptického typu i všech synoptických typů dohromady při zkoumání posunutí vlivu NAO jsou zvýrazněny tučně.

6.1 Klatovy

Většina korelačních koeficientů byla statisticky nevýznamná. Statisticky významné korelace vyšly pouze u sedmi synoptických typů. Byly to: Wc, Wcs, Wal, Nwa, SWc₂, Vfz a Ap₂. Nejvyšší hodnota korelačního koeficientu (0,182) byla zjištěna u severozápadního anticyklonálního typu. Hodnoty korelačních koeficientů jsou zobrazeny v tab. č. 41.

Tab. č. 41: Korelace mezi rychlostí větru a denním NAOI pro celý rok, stanici Klatovy a jednotlivé synoptické typy

Synoptický typ	Hodnota korelace	Synoptický typ	Hodnota korelace
všechny typy	0,021	SWc ₁	-0,025
Wc	0,094	SWc ₂	0,067
Wcs	0,140	SWc ₃	-0,001
Wa	-0,025	SWa	-0,030
Wal	-0,107	B	0,002
NWc	0,031	Bp	-0,019
NWa	0,182	Vfz	-0,088
Nc	0,019	C	-0,017
NEc	-0,021	Cv	-0,044
NEa	-0,041	A	-0,042
Ec	-0,033	Ap ₁	0,045
Ea	-0,035	Ap ₂	-0,092
SEc	-0,055	Ap ₃	-0,009
SEa	0,042	Ap ₄	0,108
Sa	-0,048		

Při posunutí NAOI vyšla největší korelace mezi rychlostí větru a NAOI při posunu o 2 dny. Vypočtené korelace jsou ukázány v tab. č. 42.

Tab. č. 42: Korelace mezi rychlostí větru a denním NAOI pro celý rok a stanici Klatovy bez posunu NAOI a při posunutí NAOI o 1 den, 2 dny či 3 dny

Neposunuto	O den později	O 2 dny později	O 3 dny později
0,021	0,040	0,047	0,043

U zimního období byly korelace mezi rychlostí větru s denním NAOI (tab. č. 43) větší než u celoročních korelací. Pro meteorologickou stanici Klatovy byly nejčastěji korelační koeficienty v rámci jednoho synoptického typu největší při neposunutém NAOI a při posunu o 3 dny. V obou případech tomu tak bylo u devíti synoptických typů. Velká část korelačních koeficientů je statisticky nevýznamná. Nejvyšší korelace je u synoptického typu výškové cyklóny při posunu o jeden den. Korelace zde dosahuje hodnoty 0,467. Bez ohledu na synoptický typ je korelace největší při posunu o dva dny.

Tab. č. 43: Korelace mezi rychlostí větru a denním NAOI pro zimní období, jednotlivé synoptické typy a meteorologickou stanici v Klatovech

Synoptický typ	Neposunuto	O den později	O 2 dny později	O 3 dny později
všechny typy	0,154	0,177	0,178	0,166
Wc	0,027	0,075	0,087	0,104
Wcs	0,253	0,272	0,284	0,243
Wa	0,180	0,171	0,130	0,107
NWc	0,098	0,141	0,137	0,106
NWa	0,281	0,151	0,015	-0,053
Nc	0,063	0,084	0,114	0,110
NEc	0,055	0,096	0,097	0,096
NEa	-0,029	0,023	0,041	0,069
Ec	-0,015	-0,015	-0,007	-0,003
Ea	0,010	-0,011	0,021	0,069
SEc	-0,060	-0,021	-0,012	-0,025
SEa	-0,019	-0,006	0,032	0,036
Sa	0,232	0,261	0,218	0,221
SWc ₁	-0,002	0,025	0,058	0,107
SWc ₂	0,260	0,272	0,254	0,195
SWc ₃	0,379	0,399	0,410	0,411
SWa	0,068	0,015	-0,008	0,001
B	0,149	0,160	0,157	0,151
Bp	0,148	0,180	0,187	0,207
Vfz	-0,061	-0,050	-0,039	-0,041
C	0,198	0,187	0,152	0,098
Cv	0,312	0,467	0,330	0,162
A	-0,130	-0,066	-0,040	0,000
Ap ₁	0,152	0,104	0,082	0,028
Ap ₂	-0,008	0,032	-0,007	-0,060
Ap ₃	-0,009	0,026	0,121	0,212
Ap ₄	-0,230	-0,239	-0,249	-0,226

6.2 Milešovka

U meteorologické stanice na Milešovce je většina korelačních koeficientů statisticky nevýznamná. Významné vyšly pouze korelační koeficienty bez ohledu na synoptický typ a u pěti synoptických typů (Wc, Wcs, Wal, Ec, SWc₁). Největší korelační koeficient je u západního cyklonální situace s jižní dráhou, korelační koeficient je roven 0,193.

Hodnoty korelačních koeficientů jsou uvedeny v tab. č. 44.

Tab. č. 44: Korelace mezi rychlostí větru a denním NAOI pro celý rok, stanici Milešovka a jednotlivé synoptické typy

Synoptický typ	Hodnota korelace	Synoptický typ	Hodnota korelace
všechny typy	0,031	SWc ₁	-0,101
Wc	0,118	SWc ₂	0,021
Wcs	0,193	SWc ₃	-0,029
Wa	0,006	SWa	0,071
Wal	-0,129	B	0,043
NWc	0,058	Bp	0,000
NWa	0,106	Vfz	-0,053
Nc	-0,048	C	-0,029
NEc	-0,036	Cv	0,098
NEa	-0,004	A	-0,052
Ec	0,073	Ap ₁	-0,033
Ea	-0,053	Ap ₂	-0,012
SEc	-0,002	Ap ₃	0,009
SEa	0,075	Ap ₄	0,027
Sa	-0,012		

I u této stanice byla největší korelace při posunu o 2 dny. Rozdíly mezi koeficienty jsou ale malé. Zobrazeny jsou v tab. č. 45.

Tab. č. 45: Korelace mezi rychlostí větru a denním NAOI pro celý rok a stanici Milešovka bez posunu NAOI a při posunutí NAOI o 1 den, 2 dny či 3 dny

Neposunuto	O den později	O 2 dny později	O 3 dny později
0,031	0,041	0,043	0,037

Pro zimní období jsou korelační koeficienty větší než u celoročních korelací. Nejvýraznější je to v případě, kdy neuvažujeme rozdělení na synoptické typy. Oproti období celého roku je v zimě korelační koeficient největší při posunu o jeden den. Největší korelační koeficienty v rámci synoptických typů jsou u deseti synoptických typů při posunu o 3 dny. U jihozápadní cyklonální situace třetí skupiny při posunu o jeden den je korelační koeficient roven hodnotě 0,309 a je největší pro zimní období a meteorologickou stanici Milešovka. Korelační koeficienty jsou uvedeny v tab. č. 46.

Tab. č. 46: : Korelace mezi rychlostí větru a denním NAOI pro zimní období, jednotlivé synoptické typy a meteorologickou stanicí na Milešově

Synoptický typ	Neposunuto	O den později	O 2 dny později	O 3 dny později
všechny typy	0,165	0,180	0,171	0,147
Wc	-0,069	-0,025	0,013	0,034
Wcs	0,166	0,168	0,163	0,138
Wa	0,174	0,203	0,232	0,225
NWc	0,094	0,136	0,138	0,103
NWa	0,194	0,104	0,061	0,038
Nc	-0,003	0,009	0,013	0,005
NEc	0,001	0,006	0,028	0,034
NEa	-0,074	0,001	0,063	0,118
Ec	0,170	0,208	0,176	0,149
Ea	-0,076	-0,056	-0,022	0,003
SEc	-0,137	-0,082	-0,068	-0,055
SEa	0,072	0,100	0,122	0,129
Sa	0,033	0,031	0,049	0,028
SWc ₁	0,086	0,133	0,116	0,136
SWc ₂	0,184	0,164	0,099	0,007
SWc ₃	0,299	0,309	0,306	0,309
SWa	-0,047	-0,143	-0,183	-0,206
B	0,209	0,210	0,196	0,184
Bp	0,085	0,119	0,125	0,131
Vfz	-0,167	-0,182	-0,204	-0,228
C	0,222	0,177	0,107	0,025
Cv	-0,047	0,015	-0,045	-0,045
A	-0,093	-0,107	-0,118	-0,146
Ap ₁	0,082	0,129	0,169	0,197
Ap ₂	-0,015	0,056	0,054	0,013
Ap ₃	0,114	0,078	0,084	0,107
Ap ₄	-0,092	-0,092	-0,193	-0,236

6.3 Poděbrady

U stanice Poděbrady jsou korelační koeficienty velmi nízké. Statisticky významné vyšly pouze u tří synoptických typů (NWc, NWa, SWc₂), statisticky nevýznamný je i korelační koeficient pro celkové období bez rozdělení na synoptické typy. Největší korelační koeficient se rovná 0,125, a to pro severozápadní anticyklonální situaci.

Korelace mezi rychlostí větru a NAOI pro stanici Poděbrady jsou uvedeny v tab. č. 47.

Tab. č. 47: Korelace mezi rychlostí větru a denním NAOI pro celý rok, stanici Poděbrady a jednotlivé synoptické typy

Synoptický typ	Hodnota korelace	Synoptický typ	Hodnota korelace
všechny typy	0,001	SWc ₁	-0,049
Wc	0,015	SWc ₂	0,062
Wcs	0,052	SWc ₃	0,043
Wa	-0,054	SWa	-0,046
Wal	-0,072	B	-0,009
NWc	0,122	Bp	-0,011
NWa	0,125	Vfz	-0,010
Nc	0,025	C	0,010
NEc	-0,050	Cv	0,010
NEa	0,066	A	-0,015
Ec	-0,035	Ap ₁	-0,020
Ea	0,030	Ap ₂	-0,039
SEc	0,026	Ap ₃	0,018
SEa	-0,015	Ap ₄	-0,061
Sa	0,086		

Při zkoumání posunu vlivu NAO na rychlost větru pro stanici Poděbrady vyšel korelační koeficient bez posunutí a při posunu o jeden den statisticky nevýznamný. Největší korelace byla při posunu o tři dny. Hodnoty korelačních koeficientů jsou uvedeny v tab. č. 48.

Tab. č. 48: Korelace mezi rychlostí větru a denním NAOI pro celý rok a stanici Poděbrady bez posunu NAOI a při posunutí NAOI o 1 den, 2 dny či 3 dny

Neposunuto	O den později	O 2 dny později	O 3 dny později
0,001	0,011	0,019	0,023

Pro zimní období jsou korelační koeficienty, které jsou uvedeny v tab. č. 49, statisticky významné pro všechny posuny pouze bez rozdělení na synoptické typy a u tří synoptických typů (NWc, SWc₂, SWc₃). Největší korelační koeficienty v rámci jednoho synoptického typu jsou pro situaci bez posunutí. Vyskytly se u jedenácti synoptických typů. Největší hodnota korelačního koeficientu je u situace putující anticyklony Ap₄ (-0,378). Korelační koeficient je ale díky malému výskytu této situace statisticky nevýznamný. Největší statisticky významný korelační koeficient je u jihozápadní cyklonální situace třetí skupiny. Pro tuto situaci nabývá korelace hodnoty 0,313. U synoptických typů Cv a Ap₄ jsou korelační koeficienty poměrně vysoké, ale kvůli malé četnosti těchto typů jsou statisticky nevýznamné.

Tab. č. 49: Korelace mezi rychlostí větru a denním NAOI pro zimní období, jednotlivé synoptické typy a meteorologickou stanicí v Poděbradech

Synoptický typ	Neposunuto	O den později	O 2 dny později	O 3 dny později
všechny typy	0,044	0,067	0,078	0,078
Wc	-0,189	-0,131	-0,084	-0,060
Wcs	-0,046	-0,003	0,005	-0,006
Wa	-0,005	-0,008	0,007	0,007
NWc	0,141	0,190	0,201	0,162
NWa	0,221	0,137	0,067	0,054
Nc	0,075	0,119	0,153	0,189
NEc	0,096	0,064	0,073	0,084
NEa	0,191	0,173	0,144	0,195
Ec	-0,051	-0,036	0,004	0,052
Ea	0,027	0,041	0,043	0,046
SEc	0,011	0,007	-0,012	-0,017
SEa	0,092	0,112	0,115	0,101
Sa	0,205	0,202	0,187	0,137
SWc ₁	-0,170	-0,168	-0,183	-0,179
SWc ₂	0,169	0,227	0,220	0,190
SWc ₃	0,272	0,313	0,280	0,228
SWa	-0,075	-0,094	-0,068	-0,049
B	0,090	0,054	0,042	0,046
Bp	-0,011	0,036	0,074	0,090
Vfz	-0,110	-0,062	-0,028	-0,028
C	0,236	0,208	0,114	0,031
Cv	-0,308	-0,212	-0,297	-0,205
A	-0,019	-0,033	-0,023	-0,013
Ap ₁	0,130	0,232	0,185	0,084
Ap ₂	-0,108	-0,061	-0,035	-0,039
Ap ₃	0,081	0,081	0,151	0,180
Ap ₄	-0,378	-0,343	-0,299	-0,196

6.4 Lysá hora

U meteorologické stanice na Lysé hoře bylo statisticky významných korelačních koeficientů více než u předchozích stanic. Byla to korelace bez rozdělení na synoptické typy a korelace jedenácti synoptických typů (Wc, Wcs, Wa, Nc, NEc, NEa, SEc, SEa, SWc₃, SWa a Vfz). Největší korelační koeficient je u jihovýchodní anticyklonální situace (-0,172). Hodnoty korelačních koeficientů jsou uvedeny v tab. č. 50.

Tab. č. 50: Korelace mezi rychlostí větru a denním NAOI pro celý rok, stanici Lysá hora a jednotlivé synoptické typy

Synoptický typ	Hodnota korelace	Synoptický typ	Hodnota korelace
všechny typy	-0,036	SWc ₁	-0,067
Wc	0,069	SWc ₂	-0,007
Wcs	0,085	SWc ₃	-0,149
Wa	0,093	SWa	0,110
Wal	0,001	B	0,014
NWc	0,046	Bp	-0,021
NWa	0,065	Vfz	-0,096
Nc	-0,077	C	-0,007
NEc	-0,089	Cv	-0,130
NEa	-0,099	A	-0,048
Ec	-0,039	Ap ₁	0,053
Ea	-0,060	Ap ₂	0,017
SEc	-0,107	Ap ₃	0,048
SEa	-0,172	Ap ₄	-0,104
Sa	-0,081		

U korelačních koeficientů posunu vlivu NAO jsou rozdíly naprosto minimální, jen v rozmezí dvou tisícín (tab. č. 51). Nejvyšší hodnota korelace se vyskytuje při posunu o 3 dny.

Tab. č. 51: Korelace mezi rychlostí větru a denním NAOI pro celý rok a stanici Lysá hora bez posunu NAOI a při posunutí NAOI o 1 den, 2 dny či 3 dny

Neposunuto	O den později	O 2 dny později	O 3 dny později
-0,036	-0,035	-0,035	-0,037

V rámci jednoho synoptického typu byly největší korelační koeficienty pro meteorologickou stanici na Lysé hoře zjištěny při posunu o tři dny, a to u jedenácti synoptických typů. Největší hodnota byla u putující anticyklony třetí skupiny při posunu NAOI o jeden den. Korelační koeficient je roven 0,375. U této stanice jsou největší korelační koeficienty ze všech čtyř vybraných stanic.

Hodnoty korelačních koeficientů pro zimní období jsou uvedeny v tab. č. 52.

Tab. č.52: Korelace mezi rychlostí větru a denním NAOI pro zimní období, jednotlivé synoptické typy a meteorologickou stanicí na Lysé hoře

Synoptický typ	Neposunuto	O den později	O 2 dny později	O 3 dny později
všechny typy	0,245	0,256	0,253	0,235
Wc	0,108	0,115	0,127	0,123
Wcs	0,215	0,262	0,288	0,283
Wa	0,294	0,340	0,299	0,234
NWc	0,189	0,263	0,274	0,233
NWa	0,210	0,239	0,252	0,258
Nc	0,168	0,232	0,289	0,319
NEc	0,075	0,124	0,168	0,175
NEa	0,158	0,156	0,208	0,308
Ec	0,140	0,083	0,058	0,018
Ea	0,217	0,168	0,105	0,091
SEc	0,103	0,107	0,102	0,103
SEa	0,114	0,126	0,150	0,183
Sa	-0,059	-0,072	-0,050	0,012
SWc ₁	-0,141	-0,185	-0,171	-0,148
SWc ₂	0,022	0,033	0,060	0,090
SWc ₃	0,090	0,068	0,055	0,042
SWa	0,186	0,216	0,251	0,276
B	0,192	0,244	0,268	0,289
Bp	0,063	0,072	0,102	0,084
Vfz	-0,040	0,006	0,010	-0,031
C	0,146	0,143	0,132	0,140
Cv	0,205	0,300	0,369	0,299
A	0,216	0,255	0,317	0,346
Ap ₁	0,017	0,027	0,035	0,102
Ap ₂	0,196	0,232	0,311	0,332
Ap ₃	0,352	0,375	0,361	0,315
Ap ₄	-0,067	-0,046	-0,048	-0,041

6.5 Shrnutí

Nejvyšší korelační koeficienty pro rychlost větru a denní NAOI se nacházejí u stanice na Lysé hoře. Tato skutečnost může mít příčinu v umístění meteorologické stanice ve velké nadmořské výšce, nejvyšší ze všech čtyř vybraných stanic. Rychlost větru je u této stanice nejméně ovlivněna orografií a místními vlivy. Korelační koeficienty byly často statisticky nevýznamné. Korelace při posunu NAOI byla největší u Klatov a Milešovky při posunu o dva dny a u Lysé hory a Poděbrad při posunu o tři dny. I u zimního období a jednotlivých synoptických typů převládala největší korelace při posunu o tři dny, pouze u stanice v Poděbradech byla největší v případech bez posunu. Rozdíly koeficientů byly většinou minimální. V zimním období byly korelace velké u synoptického typu SWc₃, kromě stanice na Lysé hoře, kde korelace vyšly statisticky nevýznamné.

Celkově byly korelace mezi průměrnou denní rychlostí větru a denním NAOI menší a méně statisticky významné než u korelací mezi průměrnou denní teplotou vzduchu a denním NAOI.

7. Korelace měsíčních průměrů teploty a rychlosti větru s měsíčním NAOI

Měsíční průměry teploty vzduchu a rychlosti větru jsme vypočítali jako aritmetický průměr z denních hodnot, které jsme měli k dispozici stejně jako u předchozích kapitol ze čtyř stanic (Klatovy, Poděbrady, Milešovka a Lysá hora). Hodnoty korelačních koeficientů jsme počítali nejen pro celý rok, ale též pro čtyři roční období (jaro – březen, duben, květen; léto – červen, červenec, srpen; podzim – září, říjen, listopad; zima – prosinec, leden, únor).

Statisticky nevýznamné hodnoty jsme označili šedou barvou. Statistická významnost byla počítána stejně jako u předchozích kapitol. Hodnoty měsíčního indexu Severoatlantické oscilace jsme získali na webové stránce Climatic Research Unit [26].

Hodnoty korelačních koeficientů měsíčních hodnot NAOI s teplotou vzduchu jsou uvedeny v tab. č. 53. Korelace vycházejí podle našeho očekávání největší během zimy. Nejmenší korelační koeficient v zimním období byl na Lysé hoře a dosahuje hodnoty 0,499, největší hodnota korelace byla na stanici Milešovka (0,644). Korelační koeficienty z celoročních dat byly statisticky nevýznamné. Kromě již zmíněného zimního období byla jediná statisticky významná hodnota v létě u stanice v Klatovech.

Tab. č. 53: Korelace mezi měsíčními průměry teploty vzduchu a měsíčním NAOI

Stanice	Rok	Jaro	Léto	Podzim	Zima
Klatovy	0,019	-0,021	0,157	0,049	0,613
Poděbrady	0,009	-0,017	0,104	0,009	0,595
Milešovka	0,016	-0,011	0,126	0,065	0,644
Lysá hora	-0,006	-0,043	0,113	0,040	0,499

V tab. č. 54 jsou uvedeny korelační koeficienty mezi měsíčními průměry rychlosti větru a měsíčním indexem Severoatlantické oscilace. Stejně jako pro teplotu vyšly největší korelace v zimním období. Všechny hodnoty korelací z Lysé hory vyšly statisticky nevýznamné. Nevýznamné byly též všechny korelace během léta, podzimu a pro stanici v Poděbradech navíc i pro celý rok a jaro.

Tab. č. 54: Korelace mezi měsíčními průměry rychlostí větru a měsíčním NAOI

Stanice	Rok	Jaro	Léto	Podzim	Zima
Klatovy	0,140	0,163	-0,085	-0,084	0,321
Poděbrady	0,071	0,090	-0,106	0,016	0,161
Milešovka	0,196	0,193	-0,074	0,088	0,389
Lysá hora	0,003	0,019	-0,058	0,006	-0,081

Je zajímavé, že pro celý rok vycházejí korelační koeficienty měsíčních průměrů větší mezi rychlostí větru a NAOI než mezi teplotou vzduchu a NAOI. U korelací denních hodnot tomu bylo naopak, ale rozdíly nejsou velké. Malé jsou i měsíční korelace rychlosti větru na Lysé hoře a NAOI ve srovnání s ostatními stanicemi. U denních korelací byly na Lysé hoře korelace naopak největší.

8. Změny teploty vzduchu u jednotlivých synoptických typů

Naším dalším úkolem bylo zjistit změny teploty vzduchu v závislosti na synoptických typech.

Období let 1951 až 2006 jsme rozdělili na pětiletá období a dále na jednotlivá roční období (jaro, léto, podzim a zima). V každém z těchto období jsme zjistili počet dnů s jednotlivými synoptickými typy. U většiny synoptických typů došlo k tomu, že dnů bylo v daném období z pohledu statistického zpracování málo (jako vhodné jsme zvolili synoptické typy, kdy v každém období bylo alespoň pět dnů), nebo nebyly dny žádné. Synoptických typů, které splňovaly všechna kritéria, bylo pouze následujících šest: W_c , W_a , NW_c , SW_c , B a A . Navíc jsme ještě zpracovali synoptický typ N_c z důvodů zastoupení více meridionálních typů. Tuto synoptickou situaci jsme vyhodnocovali pouze pro zimu a jaro, kdy jsme měli k dispozici dostatek hodnot.

Pro každé pětileté období jsme počítali průměry teploty vzduchu pomocí aritmetického průměru. Využili jsme meteorologických dat ze stanic v Klatovech, v Poděbradech, na Milešově a na Lysé hoře.

Průměrné hodnoty jsme zobrazili pomocí bodového grafu. K proložení grafu jsme použili lineární spojnice, nebo křivku polynomu 2. až 5. stupně v závislosti na spolehlivosti proložení. Křivky proložení nám sloužily pouze k prvnímu nahlédnutí na trend teploty vzduchu. Polynomy většího než 3. řádu nejsou vhodné k určování trendu teploty, ale zde je přesto uvádíme, aby byly proloženy všechny křivky. Vyšší polynomy jsme nenahradili nižšími z důvodů nízkých spolehlivostí proložení. Grafy jsou uvedeny v Příloze č. 2.

Hodnota spolehlivosti R udává, jak přesně odpovídají předpokládané hodnoty spojnice trendu skutečným datům. Její hodnoty se nacházejí v rozmezí od 1 do 0. Čím blíže je R jedné, tím lépe se křivka proložení shoduje s naměřenými daty. Hodnota spolehlivosti je též známa pod pojmem koeficient determinace [30].

Pro určení změn nad územím Atlantiku a Evropy jsme využili dostupný archiv dat z Earth System Research Laboratory (ESRL) a pomocí programu na jejich webové stránce [27] jsme pro vybrané situace vykreslili mapky změn teplot.

W_c

Grafy změn teplot pro tento synoptický typ jsou uvedeny v Příloze č. 2 na obr. č. 122 až č. 125. V zimě a v létě je na všech čtyřech stanicích zřejmý rostoucí trend teploty. V těchto

obdobích jsme grafy proložili lineární spojnicí. U letních hodnot ze stanice na Lysé hoře je trend teploty nevýrazný. K proložení jsme zde použili polynom 5. stupně, protože lineární proložení mělo velmi malou spolehlivost. Nejvyšší hodnota spolehlivosti proložení je v zimním období u stanice v Klatovech, a to 0,75. Nejmenší spolehlivost je 0,35 u stanice v Poděbradech v zimním období.

Průměrné jarní hodnoty teploty jsme proložili polynomem druhého stupně. V první polovině našeho zkoumaného období se průměry teploty vzduchu od sebe příliš odlišovaly a trend není patrný. Od roku 1981 byl na všech čtyřech stanicích pozorován nárůst průměrných teplot. Hodnota spolehlivosti proložení je největší u Lysé hory (0,63) a nejmenší u Poděbrad (0,37).

Grafy podzimních dat ze všech čtyř stanic jsme proložili polynomem čtvrtého stupně. Hodnoty mají klesající trend. Spolehlivost proložení je v rozmezí 0,27 až 0,46.

Wal

U této synoptické situace se změny teplot (Příloha č. 2 obr. č. 126–129) oproti ostatním synoptickým typům zdají velké. Je to způsobeno rozdílným měřítkem použitým v grafu při zobrazení teploty vůči ostatním synoptickým typům, protože při zobrazování pouze letních teplot jde o menší rozptyl hodnot. Přesto jsou zde rozdíly průměrných teplot vzduchu poměrně velké, např. u stanice na Lysé hoře je rozdíl až 3,5 °C.

U stanice v Klatovech (spolehlivost proložení 0,70) a v Poděbradech (0,46) jsme hodnoty proložili polynomem 5. stupně a u stanice na Milešovce (0,59) a na Lysé hoře (0,79) polynomem 4. stupně. Na všech čtyřech stanicích byly nejnižší průměry teplot v letech 1971–1980 a nejvyšší v letech 1986–1995. Mezi těmito obdobími byl tedy velký nárůst teploty vzduchu.

NWc

U severozápadního cyklonálního typu jsme grafy (Příloha č. 2 obr. č. 130–133) proložili polynomem 4. stupně, kromě hodnot z Milešovky v zimním období a hodnot z Lysé hory v jarním období, které jsme proložili polynomem 2. stupně. Spolehlivost je ale u všech proložení poměrně nízká a pohybuje se v rozmezí 0,14–0,52. Není zde pozorován žádný výraznější trend. Zajímavá je vyšší hodnota průměru teploty vzduchu na podzim v období let 1996 až 2000, která byla pozorována na všech čtyřech stanicích.

Nc

V zimním období dosahovalo u všech čtyř stanic největších hodnot spolehlivosti proložení polynomem pátého stupně, a to hodnot v rozmezí 0,37 až 0,47. Výrazně nejnižší průměrná teplota vzduchu byla v pětiletí 1966–1970. Pro jaro jsme využili proložení polynomem 2. stupně. Hodnoty spolehlivosti vyšly v rozmezí 0,18–0,39. Trend teploty vzduchu byl v obou ročních obdobích nevýrazný. Grafy jsou uvedeny v Příloze č. 2 na obr. č.134 až č.137.

SWc₂

U tohoto synoptického typu jsme proložili všechny grafy (Příloha č. 2 obr. č. 138–141) polynomem 4. stupně kromě grafů podzimních hodnot u stanic Poděbrady a Lysá hora, které jsme proložili polynomem 2. stupně. Velké hodnoty spolehlivosti v rozmezí 0,80 až 0,90 vyšly především u proložení jarních hodnot. Na jaře je pozorován klesající trend od pětiletí 1956–1960 do pětiletí 1976–1980, od kterého je naopak pozorován výrazně rostoucí trend až do posledního pětiletí 2001–2005. U podzimních průměrů je výrazně nižší hodnota v období 1961–1965. V létě je pozorován mírně rostoucí trend teploty od období 1966–1970. Zimní období mělo nevýrazný trend teploty vzduchu.

B

Grafy tohoto synoptického typu jsou uvedeny v Příloze č. 2 na obr. č. 142–145. Jarní hodnoty jsme proložili polynomem 4. stupně, kromě dat z Milešovky, u kterých jsme použili lineární spojnic. Hodnota spolehlivosti proložení byla nejmenší u stanice na Milešovce (0,12) a největší u stanice na Lysé hoře (0,45). Trend teploty vzduchu je nevýrazný. Grafy letních průměrů jsme proložili polynomem 2. stupně. Hodnoty spolehlivosti proložení se pohybovaly v rozmezí 0,48–0,64. Je zde patrný mírný nárůst teploty v posledních pětiletích. Největší nárůst průměrné teploty vzduchu pozorujeme na stanici Lysá hora. U podzimních dat jsme k proložení využili polynom 4. stupně, hodnoty spolehlivosti byly ale i tak malé (0,12–0,28). Nebyl zde pozorován žádný výrazný trend. U zimního období jsme využili polynom 5. stupně. V posledních třech pětiletích byl pozorován mírný pokles teploty vzduchu. Hodnoty spolehlivosti u zimního proložení byly vyšší než u podzimního a pohybovaly se v rozmezí 0,27 až 0,50.

A

Grafy změn průměrů teploty vzduchu u anticyklonálního synoptického typu jsou uvedeny v Příloze č. 2 na obr. č. 146–149. Podzimní a jarní průměry jsme proložili

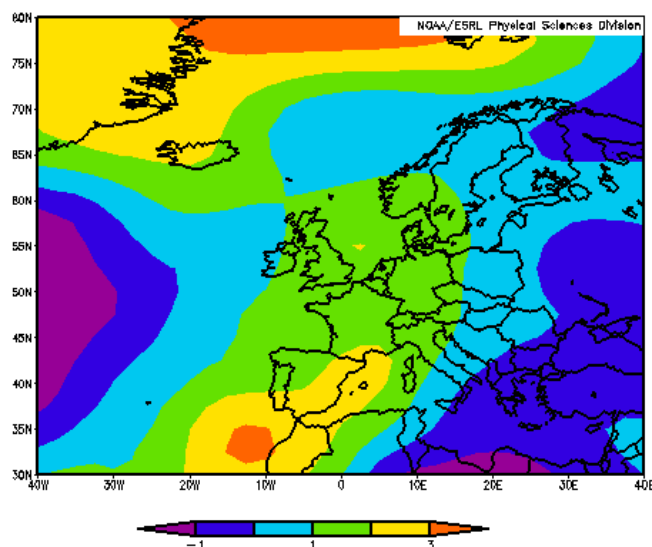
polynomem 4. stupně, kromě jarních hodnot z Klatov, které jsme proložili polynomem 2. stupně. Hodnoty spolehlivosti zde vycházejí mezi 0,40 až 0,67. Na podzim je patrný rostoucí trend teploty především v posledních třech pětiletích. V jarním období je na stanici v Klatovech, na Milešovce a v Poděbradech vidět mírně klesající trend od období 1981 až 1985 a na Lysé hoře je trend nevýrazný. Zajímavá je hodnota v jarním období v letech 1961–1965, kdy je průměrná hodnota výrazně menší než průměry z ostatních pětiletí.

Letní průměry jsme proložili na všech čtyřech stanicích polynomem druhého stupně. Proložení dosahuje poměrně velkých hodnot spolehlivosti (0,46–0,86). Na všech stanicích je pozorován vzestup průměrné teploty vzduchu od pětiletí 1976–1980.

Grafy ze zimního období jsme u stanic Klatovy a Poděbrady proložili polynomem 5. stupně (hodnoty spolehlivosti jsou nízké – Klatovy 0,13 a Poděbrady 0,26). Pro data ze stanic na Milešovce a Lysé hoře jsme použili polynom 2. stupně (Milešovka – 0,62, Lysá hora – 0,73). Stanice měly po těchto dvojicích i podobný chod průměrů teploty. U těchto dvou stanic je vidět nárůst průměru teploty vzduchu v druhé polovině námi zkoumaného období, přičemž nárůst je výraznější u Lysé hory. U stanic v Klatovech a v Poděbradech je trend teploty vzduchu nevýrazný.

Shrnutí

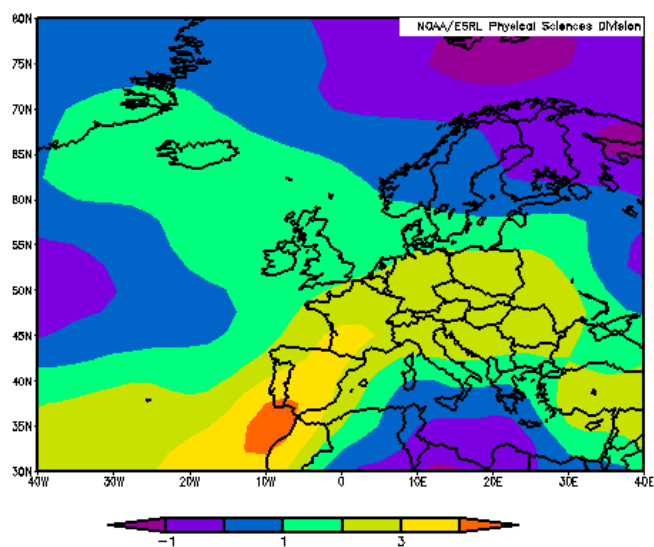
Na tomto místě uvádíme několik zajímavostí týkajících se změn teploty vzduchu. V zimě je u synoptického typu Wc pro všechny stanice patrný nárůst teploty vzduchu. Pro znázornění geografického rozložení těchto změn v oblasti Atlantiku a Evropy jsme vykreslili mapku rozdílu teploty vzduchu v hladině AT 850 hPa mezi obdobími 1951–1960 a 1996–2005 (viz obr. č. 5).



Obr. č. 5: Rozdíl teploty vzduchu v hladině AT 850 hPa pro jaro u synoptického typu Wc mezi obdobími 1951–1960 a 1996–2005

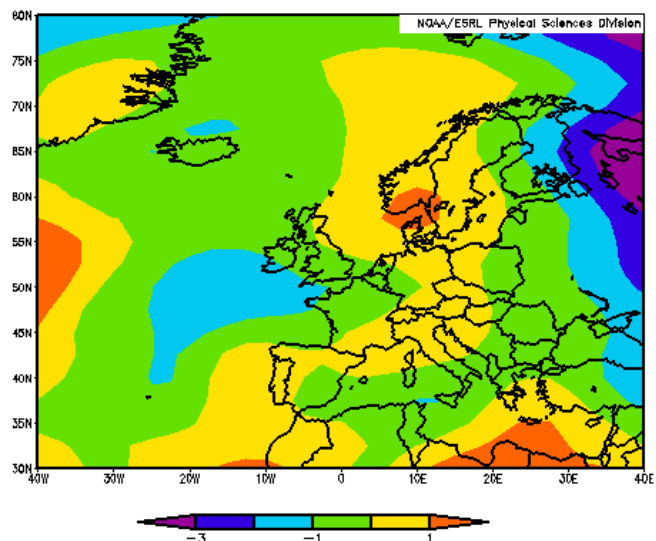
Na mapce je vidět zvýšení teplot na většině zobrazeného území. Snížení teploty vzduchu v hladině AT 850 hPa je patrné pouze ve východní Evropě, východním Středomoří a na západě severního Atlantiku. Mapka potvrzuje zvýšení teploty vzduchu mezi uvedenými obdobími na území České republiky.

U synoptického typu Wal jsou největší rozdíly v teplotě vzduchu mezi obdobími 1971–1980 a 1986–1995. Pro znázornění geografického rozložení tohoto rozdílu jsme vykreslili mapku pro oblast Atlantiku a Evropy pro teplotu vzduchu v AT 850 hPa (obr. č. 6).



Obr. č. 6: Rozdíl teploty vzduchu v hladině AT 850 hPa pro léto u synoptického typu Wal mezi obdobími 1971 – 1980 a 1986–1995

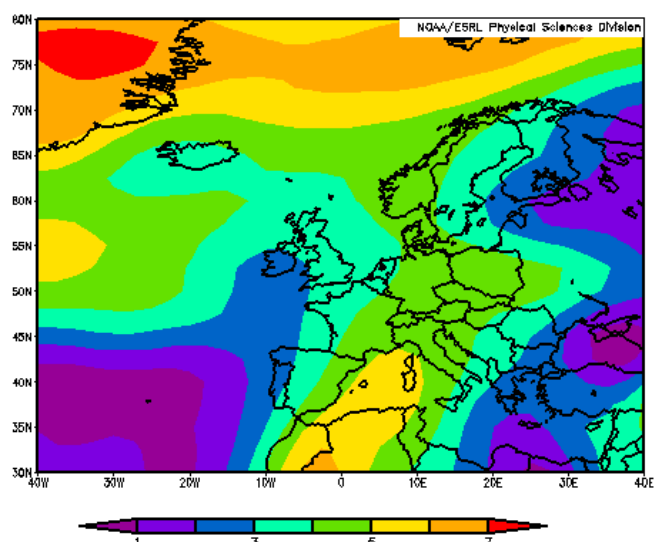
Na většině území je u synoptického typu Wal vidět nárůst teploty v období 1986–1995 vůči období 1971–1980. Ochlazení viditelné pouze za polárním kruhem u Evropy a v části severní Afriky. U stanic Lysá hora a Klatovy je rozdíl teplot v těchto obdobích necelé 3 °C, což odpovídá vykreslené mapce, kdy rozdíl teplot na území České republiky nabývá hodnot mezi 2 až 3 °C.



Obr. č. 7: Rozdíl teploty vzduchu v hladině AT 850 hPa pro zimu u synoptického typu NWc mezi obdobími 1951–1960 a 1996–2005

U severozápadního cyklonálního typu byla vybrána situace v zimním období, ve kterém byl trend teploty nevýrazný a průměrné teploty byly ve velmi malém rozpětí. Vykreslili jsme mapku (obr. č. 7) rozdílu teplot v hladině AT 850 hPa mezi začátkem našeho období 1951–1960 a koncem zkoumaného období 1996–2005. Na území České republiky došlo k mírnému zvýšení teploty do 1 °C.

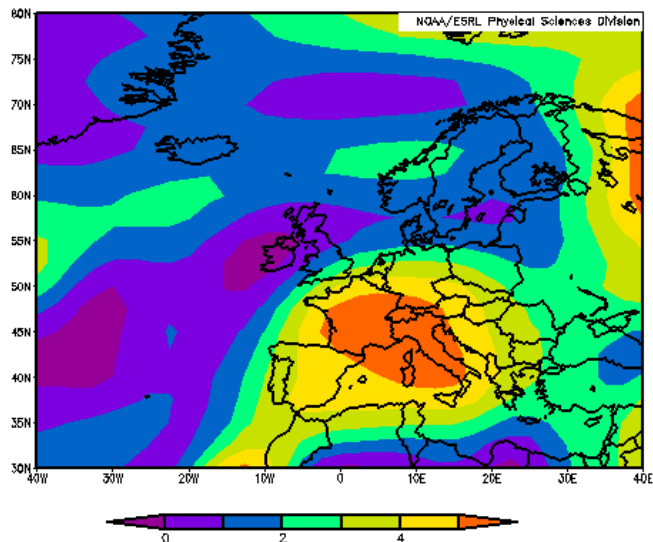
U jihozápadní cyklonální situace druhého typu jsme vykreslili mapku pro nárůst teploty na jaře mezi obdobími 1971–1980 a 1996–2005 (obr. č. 8).



Obr. č. 8: Rozdíl teploty vzduchu v hladině AT 850 hPa pro jaro u synoptického typu SWc₂ mezi obdobími 1971–1980 a 1996–2005

Je zde pozorován nárůst teploty o 4 až 5 °C nad územím střední Evropy. Takto výrazný nárůst nám potvrzují i grafy změn teploty vzduchu pro tento synoptický typ. Ty naznačují

nárůst i větší než 5 °C. Mezi těmito obdobími je pozorován nárůst teploty na celém území severního Atlantiku a Evropy. Teplota vzduchu nejvíce vzrostla nad územím Grónska.



Obr. č. 9: Rozdíl teploty vzduchu v hladině AT 850 hPa pro léto u synoptického typu A mezi obdobími 1976–1980 a 2001–2005

U synoptického typu „anticyklóna nad střední Evropou“ nastala v letním období zajímavá situace, kdy od pětiletí 1976 až 1980 dochází k nárůstu teploty vzduchu. Mapku rozdílů teplot v hladině AT 850 hPa mezi obdobími 1976–1980 a 2001–2005 jsme vykreslili na obr. č. 9. Nárůst teploty vzduchu vychází pro Českou republiku mezi 3 až 5 °C. Dle grafů změn teploty jsme očekávali spíše menší nárůst teploty vzduchu.

Závěr

V úvodní části této práce jsme se zabývali průměrnými hodnotami NAOI v rámci jednotlivých synoptických typů. U jedenácti synoptických typů byl pozorován nárůst NAOI během tří námi sledovaných devatenáctiletí. Patnáct typů mělo nevýrazný trend a u dvou typů byl pozorován trend klesající. Nárůst hodnot NAOI znamená zvětšení zonality proudění. Zvýšení NAOI v absolutní hodnotě znamená zvýraznění ať už kladné, či záporné fáze NAOI a jejich vlivů. Zvýšení NAOI u zonálních typů se objevilo u šesti synoptických typů (Wc, Wa, Wal, Sa, A, Ap₂), naopak snížení NAOI u meridionálních typů se vyskytlo pouze u synoptického typu Ap₃.

Při celoročním zhodnocení vzájemných vazeb mezi teplotou vzduchu a jednotlivými synoptickými typy pomocí korelačních koeficientů vyšel u meridionálních typů (kromě Wcs) korelační koeficient kladný. Ve většině případů byl vyšší než u ostatních typů. U zonálních typů byly čtyři korelace záporné a čtyři kladné, z čehož plyne nejednotná závislost těchto typů na teplotě vzduchu. Ostatní synoptické typy měly buď nevýraznou zonalitu či meridionalitu, nebo nevýznamný korelační koeficient. Kladné hodnoty korelačních koeficientů nám říkají, že při zvýšení indexu NAO se zvýší též teplota vzduchu a naopak při snížení NAOI se teplota vzduchu sníží. Pro záporné korelace by toto pravidlo platilo opačně, tzn. že při snížení NAOI se teplota vzduchu zvýší a při jeho zvýšení se teplota sníží. Čím výraznější je korelace (vyšší u kladných a nižší u záporných hodnot korelací), tím více je teplota vzduchu ovlivňována Severoatlantickou oscilací. Nejvyšších kladných hodnot korelace dosáhl východní cyklonální typ, maximálních záporných hodnot bylo dosaženo u západního cyklonálního typu.

Korelační koeficienty počítané pouze pro zimní období byly až na výjimky, které byly ovšem statisticky nevýznamné, všechny kladné. Byly dokonce výraznější než u korelací za celý rok. Tímto byl potvrzen větší vliv NAO na počasí na území České republiky během zimních měsíců, jak je uvedeno i v jiných publikacích (např. [7, 9]). Ukázalo se také, že v zimním období při vzrůstajícím NAOI roste díky kladným hodnotám korelace teplota vzduchu. Mírnější zimy posledních let na území České republiky a kladný index Severoatlantické oscilace předchozí závislost jen potvrzují.

Při výpočtu korelačních koeficientů jsme se pokoušeli zjistit, zda vliv NAO na počasí na našem území není o několik dní posunut. Podařilo se nám prokázat nepatrné zvýšení vlivu NAO na teplotu vzduchu při posunu o 2 či 3 dny. Tento trend však nebyl nijak výrazný a ani rozdíly mezi korelačními koeficienty při posunutích či bez nich nebyly velké.

Korelační koeficienty mezi rychlostí větru a NAOI pro celý rok vyšly velmi nízké a většinou tedy statisticky nevýznamné. Ani jeden synoptický typ nebyl statisticky významný na všech čtyřech meteorologických stanicích zároveň. Též korelace rychlosti větru a NAOI za zimní období byly nízké. Pro všechny čtyři stanice byl statisticky významný pouze synoptický typ NWc. Z námi vybraných stanic vycházely největší korelační koeficienty u stanice na Lysé hoře. Pro malou statistickou významnost korelací je hodnocení posunu vlivu NAO bezvýznamné.

Spočítali jsme též korelace mezi měsíčním NAOI a teplotou vzduchu, příp. rychlostí větru, které jsme spočetli jednak pro celý rok a také pro jednotlivá roční období zvlášť. Zde se dle očekávání potvrdil největší vliv Severoatlantické oscilace během zimy.

Nakonec jsme se zaměřili na změny teplot vzduchu pro vybrané synoptické typy v rámci jednotlivých ročních období mezi lety 1951 až 2006. U synoptických typů Wc, NWc a SWc₂ byl pro jarní pětileté průměry teplot vzduchu pozorován nejdříve pokles teploty a v druhé polovině zkoumaného období její vzestup. Stejný trend byl pozorován též v letním období u synoptických typů SWc₂, B a A. U většiny vybraných synoptických situací pro dané roční období byl trend teploty vzduchu nevýrazný či jen mírný.

Seznam použitých informačních zdrojů

- [1] BEDNÁŘ, J., KOPÁČEK, J.: *Jak vzniká počasí*, Karolinum, Praha, 2005.
- [2] BRÁDKA, J.: *Typisace v meteorologii*, Meteorologické zprávy, sv. 21, č. 4, s. 122–125, 1968.
- [3] BRÁDKA, J.: *Přirozené synoptické období a jeho závislost na atlantické frontální zóně*, Meteorologické zprávy, sv. 8, č. 3, s. 61–65, 1955.
- [4] BRÁDKA, J. a kol.: *Počasí na území Čech a Moravy v typických povětrnostních situacích*, HMÚ, Praha, 1961.
- [5] BORÁK, M.: *Vztah mezi teplotou povrchu oceánu a atmosférickou cirkulací*, rigorózní práce, MFF UK, Praha, 2000.
- [6] CAHYNOVÁ, M., HUTH, R.: *Trendy v kalendáři povětrnostních situací HMÚ/ČHMÚ v období 1946-2002*, Meteorologické zprávy, sv. 60, č. 6, s. 175–182, 2007.
- [7] CAHYNOVÁ, M.: *Vliv Severoatlantické oscilace na sezónní teploty vzduchu ve střední Evropě*, Meteorologické zprávy, sv. 58, č. 2, s. 41–46, 2005.
- [8] DOLEŽELOVÁ, M.: *Projevy severoatlantické oscilace v časové variabilitě teploty vzduchu a srážek na území České republiky*, Meteorologický časopis, č. 10, s. 91–101, 2007.
- [9] DOLEŽELOVÁ, M.: *Projevy Severoatlantské oscilace v časové a prostorové variabilitě klimatu České republiky*, diplomová práce, PřF MU, Brno, 2006.
- [10] HESS, P., BREZOWSKY, H.: *Katalog der Grosswetterlagen Europas*. Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone, Nr. 33, Bad Kissingen, 1952.
- [11] HURRELL, J. W.: *Influence of Variations in Extratropical Wintertime Teleconnections on Northern Hemisphere Temperature* Geophys. Res. Let., 23, 1996.
- [12] HURRELL, J. W. et al.: *An Overview of the North Atlantic Oscillation*, American Geophysical Union, 2003.
- [13] KUNIC, A. V.: *Synoptická meteorologie*, Přírodovědecké vydavatelství, Praha, 1952.
- [14] MARSHALL, J. et al.: *North Atlantic climate variability: Phenomena, Impacts and Mechanisms*, International Journal of Climatology, 21, 2001.
- [15] METELKA, L.: *Nelineární variabilita tlakového pole v Severoatlantické oblasti v zimním období*, Meteorologické zprávy, sv. 57, č. 1, s. 4–10, 2004.
- [16] PAVLÍK, J.: *Aplikovaná statistika*, VŠCHT, Praha, 2005.

- [17] POKORNÁ, L. a kol.: *Vztahy mezi cirkulačními módy a klimatickými prvky v České republice a jejich časová proměnlivost*, Meteorologické zprávy, sv. 60, č. 3, s. 65–76, 2007.
- [18] REIN, F.: *Typisace počasí podle zásad dynamické klimatologie*, Brno, 1959.
- [19] STEHLÍK, J.: *Objektivní klasifikace cirkulačních typů pro území České republiky*, Meteorologické zprávy, sv. 55, č. 2, s. 40–49, 2002.
- [20] VISBECK, M. H. et al.: *The North Atlantic Oscillation: Past, present, and future*, PNAS, vol. 98, no. 23, 2001.
- [21] ZVEREV, A. S.: *Synoptická meteorológia*, Alfa, Bratislava 1986.
- [22] *Katalog povětrnostních situací pro území ČSSR*, Praha, HMÚ, 1968.
- [23] *Typizace povětrnostních situací pro území České republiky*,
<<http://www.chmi.cz/meteo/om/mk/syntypiz/kalendar.html>> (cit. 24.3.2009).
- [24] *NCAR CGD's Climate Analysis Section*,
<<http://www.cgd.ucar.edu/cas/jhurrell/indices.html>> (cit. 17.11.2008).
- [25] *National Weather Service, Climate Prediction Center, Teleconnection Pattern Calculation Procedures*,
<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/history/method.shtml> (cit. 16.2.2009).
- [26] *Climatic Research Unit: Data, North Atlantic Oscillation*,
<<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/nao.htm>> (cit. 17.11.2008).
- [27] *Earth System Research Laboratory, Daily Mean Composites*,
<<http://www.cdc.noaa.gov/Composites/Day>> (cit. 24.3.2009).
- [28] BERANOVÁ, R.: *Módy cirkulační proměnlivosti. Lze je použít k dlouhodobé předpovědi počasí?*, seminář PŘF UK,
<www.ufa.cas.cz/html/meteo/lide/prezentace/cirkulacni_mody.ppt> (cit. 17.3.2008).
- [29] *Geografie světového oceánu*,
<www.herber.kvalitne.cz/Lgs_2007/Ocean.ppt> (cit. 27.2.2009).
- [30] *Microsoft Office Online*,
<<http://office.microsoft.com/cs-cz/help/HP052623211029.aspx>> (cit. 13.4.2009).

Seznam použitých zkratek

NAO – Severoatlantická oscilace
HMÚ – Hydrometeorologický ústav
ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav
SHMÚ – Slovenský hydrometeorologický ústav
CEZI – Středoevropský zonální index
ZI – Zonální index
AO – Arktická oscilace
EA – Východoatlantický mod
EU 1 – Euroasijský mod typu 1
EU 2 – Euroasijský mod typu 2
EA/WR – Východoatlanticko/Západoruský mod
NCP – Severomořsko/Kaspický mod
SO – Jižní oscilace
ENSO – El Niño Southern Oscillation
PNA – Pacificko-Severoamerický mod
WP – Západopacifická oscilace
EP – Východopacifická oscilace
NAOI – North Atlantic Oscillation Index
RPCA – Rotated Principal Component Analysis
CDAS – Climate Data Assimilation System
CRU – Climatic Research Unit
ZIEU – Německý index severoatlantické oscilace
PCA – analýza hlavních komponent
Wc – západní cyklonální situace
Wcs – západní cyklonální situace s jižní dráhou
Wa – západní anticyklonální situace
Wal – západní anticyklonální situace letního typu
NWc – severozápadní cyklonální situace
NWa – severozápadní anticyklonální situace
Nc – severní cyklonální situace
NEc – severovýchodní cyklonální situace
NEa – severovýchodní anticyklonální situace

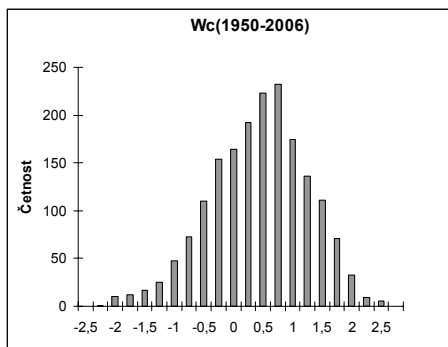
Ec – východní cyklonální situace
Ea – východní anticyklonální situace
SEc – jihovýchodní cyklonální situace
SEa – jihovýchodní anticyklonální situace
Sa – jižní anticyklonální situace
SWc₁ – jihozápadní cyklonální situace první skupiny
SWc₂ – jihozápadní cyklonální situace druhé skupiny
SWc₃ – jihozápadní cyklonální situace třetí skupiny
SWa – jihozápadní anticyklonální situace
B – brázda nízkého tlaku nad střední Evropou
Bp – brázda postupující přes střední Evropu
Vfz – vchod frontální zóny
C – cyklóna nad střední Evropou
Cv – cyklóna výšková
A – anticyklóna nad střední Evropou
Ap₁ – putující anticyklóna první skupiny
Ap₂ – putující anticyklóna druhé skupiny
Ap₃ – putující anticyklóna třetí skupiny
Ap₄ – putující anticyklóna čtvrté skupiny

Seznam příloh

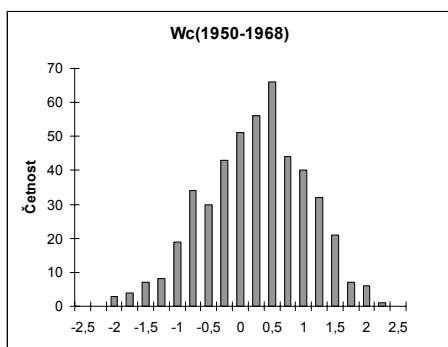
Příloha č. 1 – Histogramy NAOI

Příloha č. 2 – Grafy změn teploty vzduchu

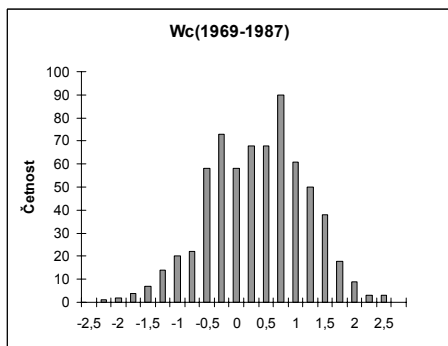
Příloha č. 1 – Histogramy NAOI



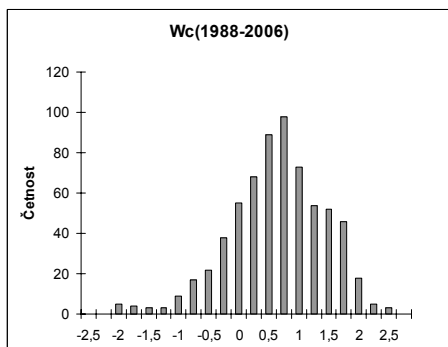
Obr. č. 10: Histogram NAOI pro synoptický typ Wc v období 1950–2006



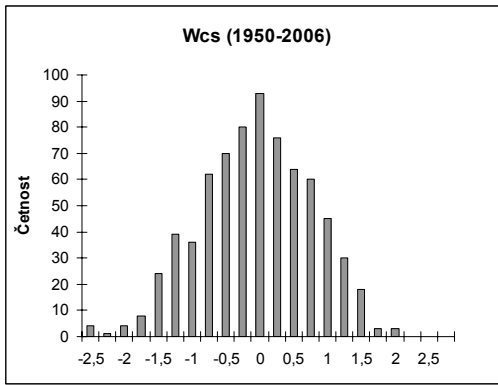
Obr. č. 11: Histogram NAOI pro synoptický typ Wc v období 1950–1968



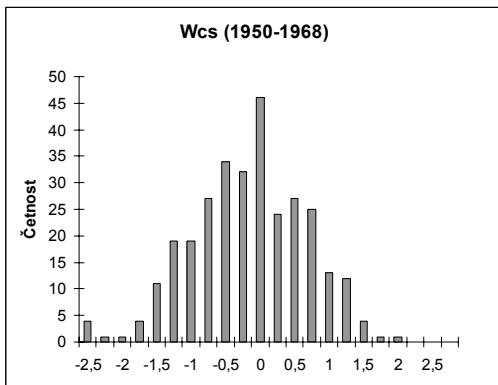
Obr. č. 12: Histogram NAOI pro synoptický typ Wc v období 1969–1987



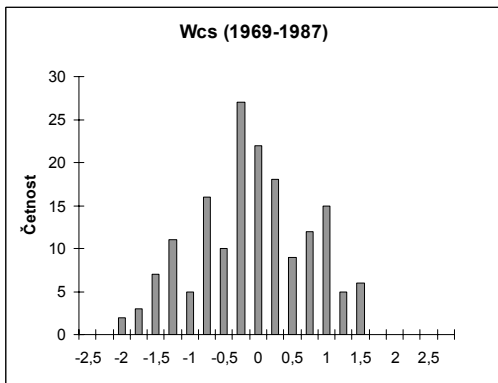
Obr. č. 13: Histogram NAOI pro synoptický typ Wc v období 1988–2006



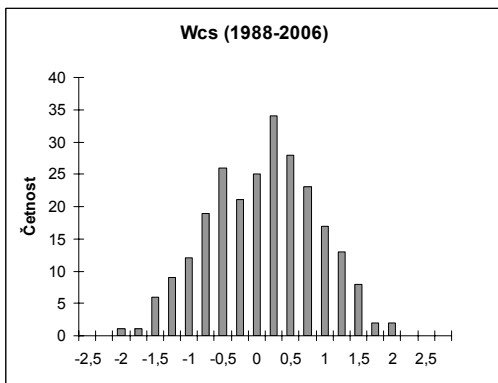
Obr. č. 14: Histogram NAOI pro synoptický typ Wcs v období 1950–2006



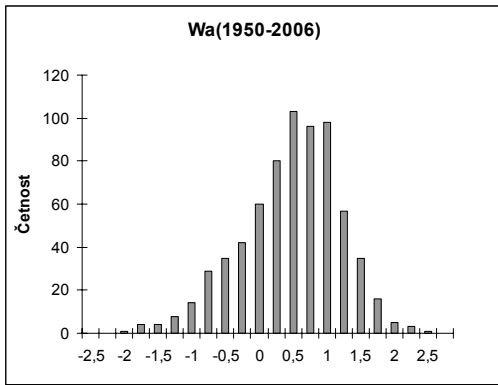
Obr. č. 15: Histogram NAOI pro synoptický typ Wcs v období 1950–1968



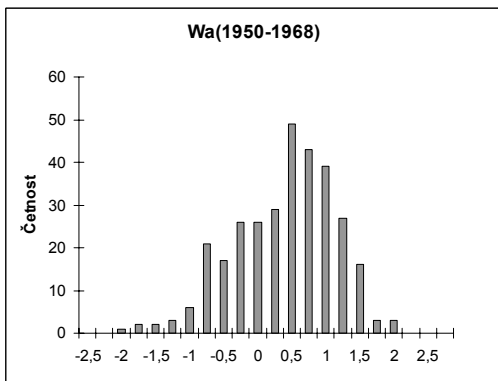
Obr. č. 16: Histogram NAOI pro synoptický typ Wcs v období 1969–1987



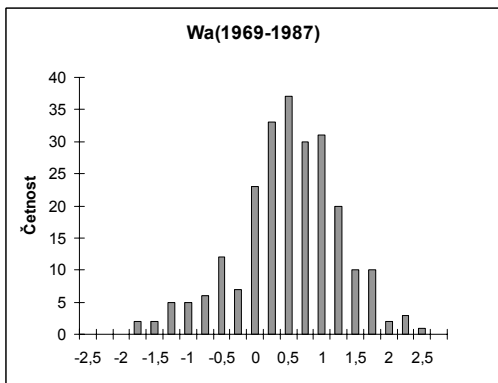
Obr. č. 17: Histogram NAOI pro synoptický typ Wcs v období 1988–2006



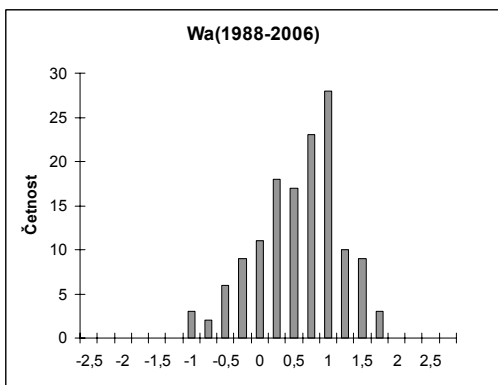
Obr. č. 18: Histogram NAOI pro synoptický typ Wa v období 1950–2006



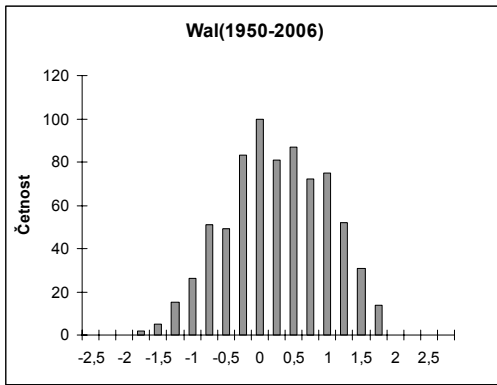
Obr. č. 19: Histogram NAOI pro synoptický typ Wa v období 1950–1968



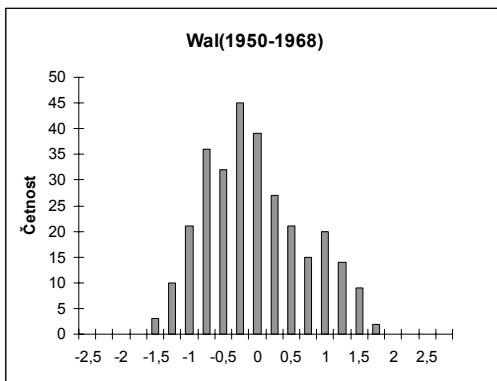
Obr. č. 20: Histogram NAOI pro synoptický typ Wa v období 1969–1987



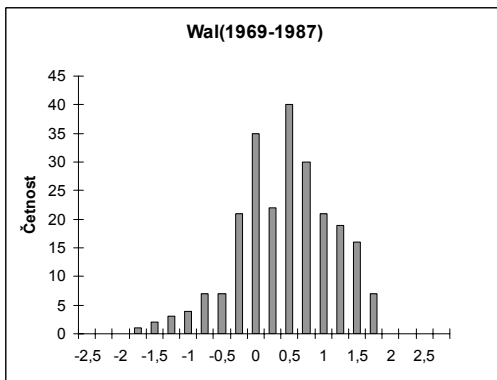
Obr. č. 21: Histogram NAOI pro synoptický typ Wa v období 1988–2006



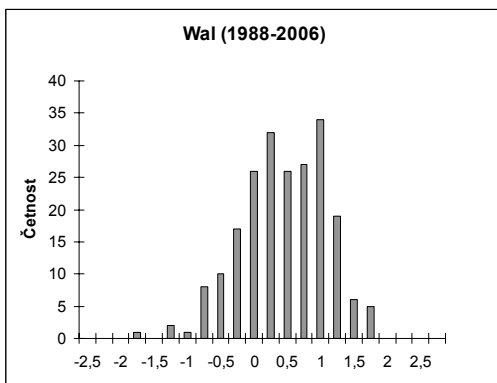
Obr. č. 22: Histogram NAOI pro synoptický typ Wal v období 1950–2006



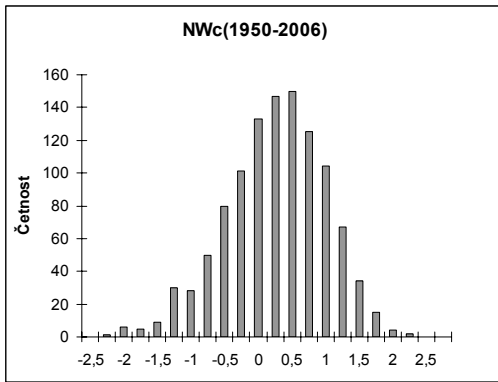
Obr. č. 23: Histogram NAOI pro synoptický typ Wal v období 1950–1968



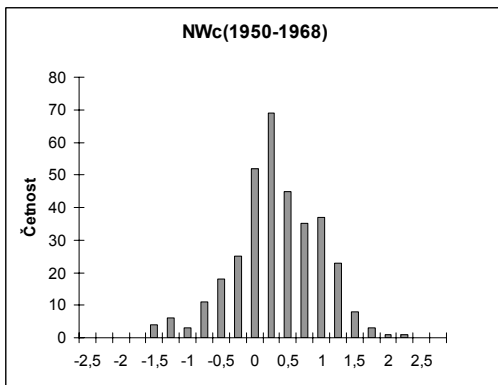
Obr. č. 24: Histogram NAOI pro synoptický typ Wal v období 1969–1987



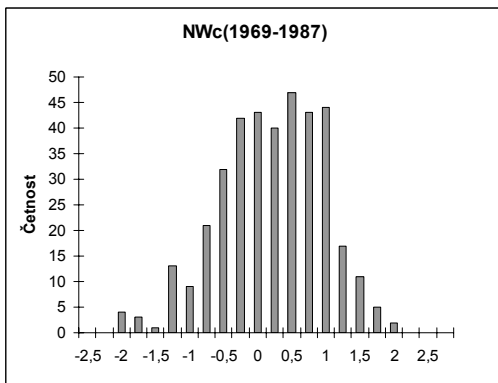
Obr. č. 25: Histogram NAOI pro synoptický typ Wal v období 1988–2006



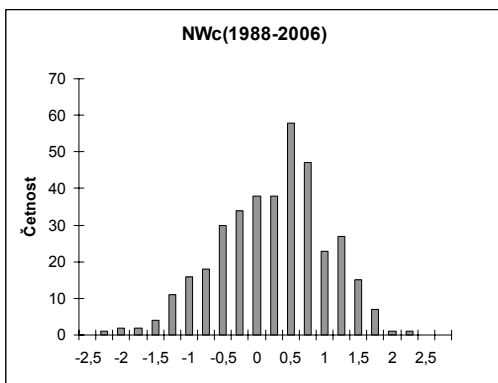
Obr. č. 26: Histogram NAOI pro synoptický typ NWc v období 1950–2006



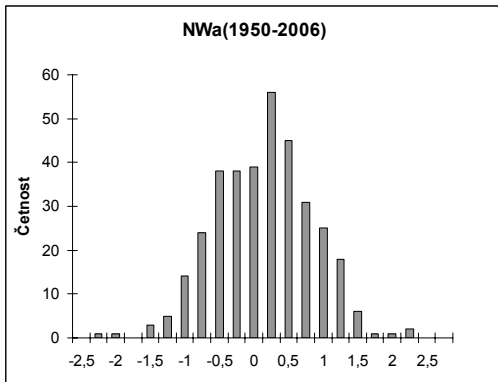
Obr. č. 27: Histogram NAOI pro synoptický typ NWc v období 1950–1968



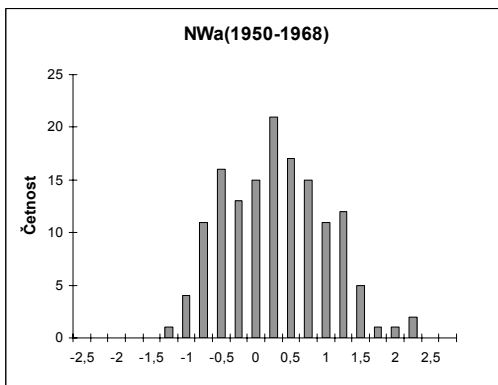
Obr. č. 28: Histogram NAOI pro synoptický typ NWc v období 1969–1987



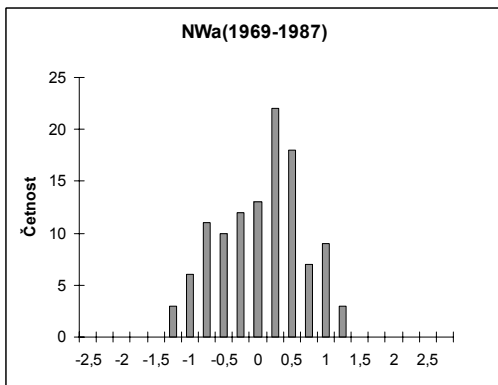
Obr. č. 29: Histogram NAOI pro synoptický typ NWc v období 1988–2006



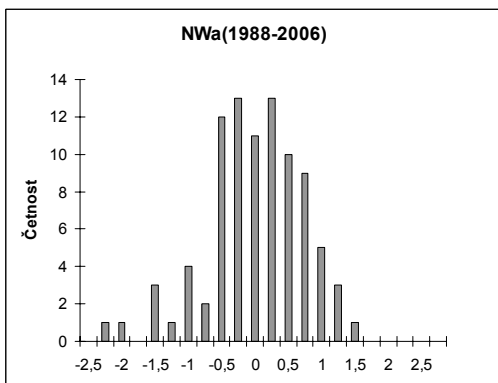
Obr. č. 30: Histogram NAOI pro synoptický typ NWa v období 1950–2006



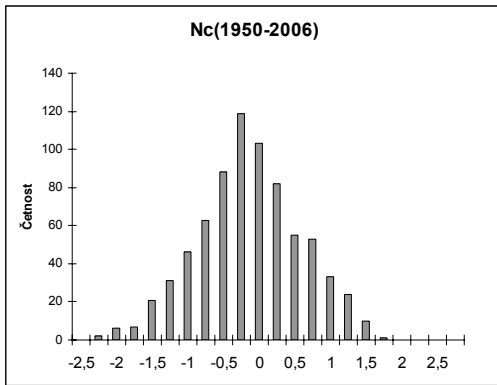
Obr. č. 31: Histogram NAOI pro synoptický typ NWa v období 1950–1968



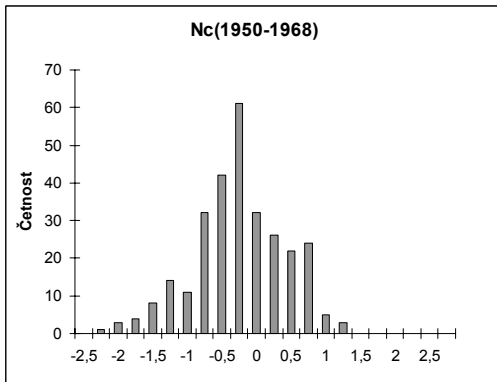
Obr. č. 32: Histogram NAOI pro synoptický typ NWa v období 1969–1987



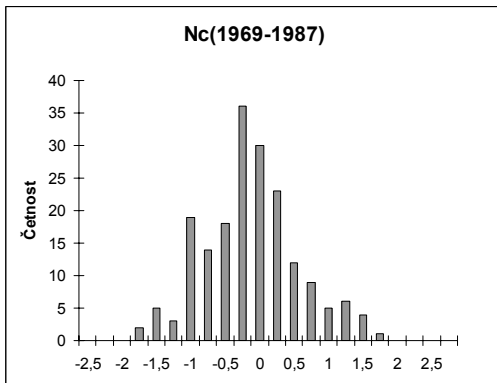
Obr. č. 33: Histogram NAOI pro synoptický typ NWa v období 1988–2006



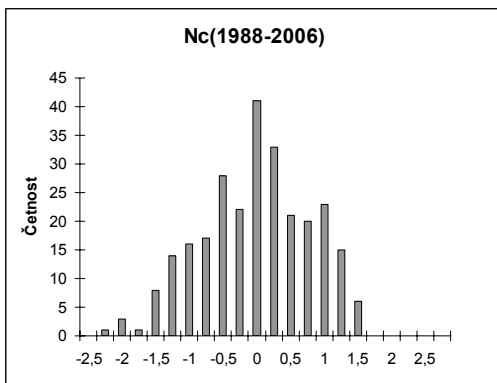
Obr. č. 34: Histogram NAOI pro synoptický typ Nc v období 1950–2006



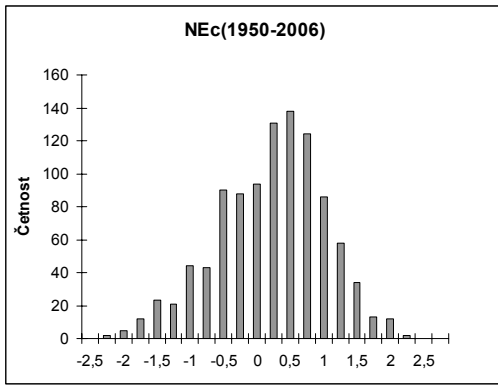
Obr. č. 35: Histogram NAOI pro synoptický typ Nc v období 1950–1968



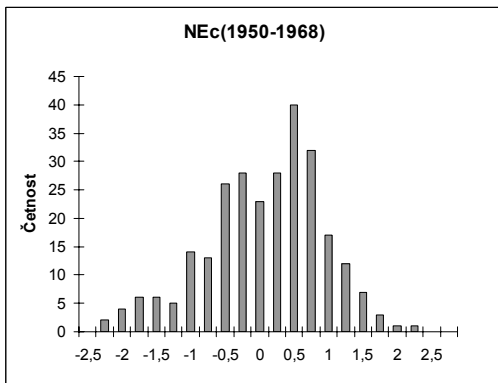
Obr. č. 36: Histogram NAOI pro synoptický typ Nc v období 1969–1987



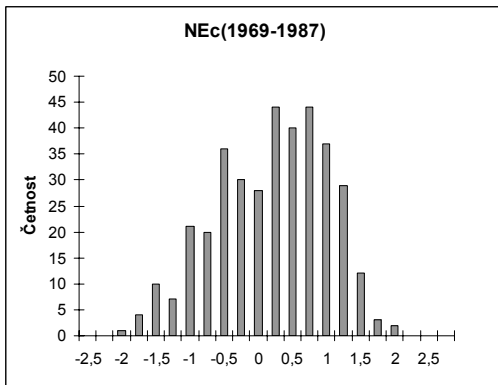
Obr. č. 37: Histogram NAOI pro synoptický typ Nc v období 1988–2006



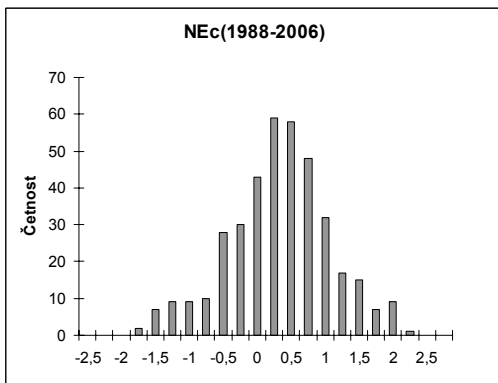
Obr. č. 38: Histogram NAOI pro synoptický typ NEc v období 1950–2006



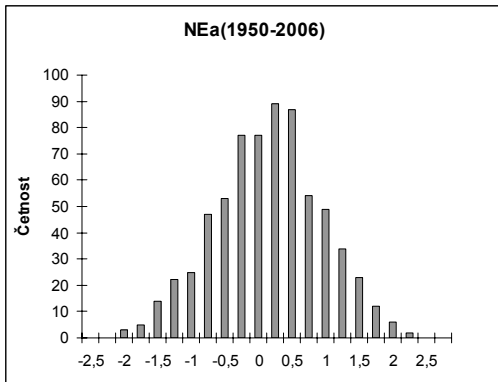
Obr. č. 39: Histogram NAOI pro synoptický typ NEc v období 1950–1968



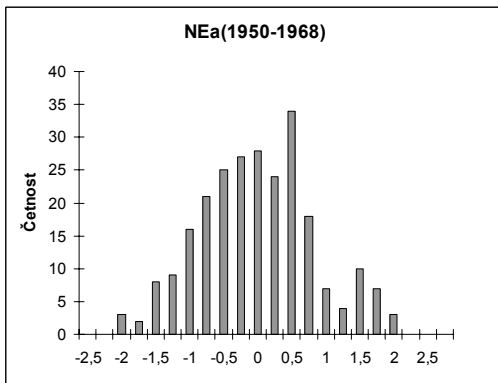
Obr. č. 40: Histogram NAOI pro synoptický typ NEc v období 1969–1987



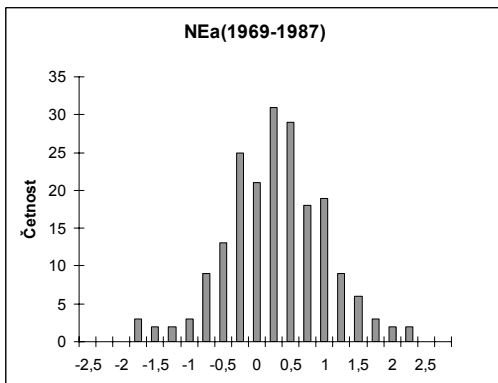
Obr. č. 41: Histogram NAOI pro synoptický typ NEc v období 1988–2006



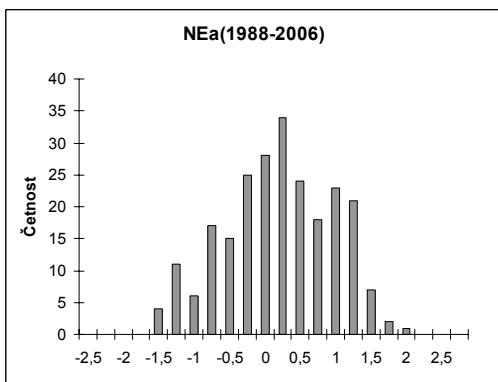
Obr. č. 42: Histogram NAOI pro synoptický typ NEa v období 1950–2006



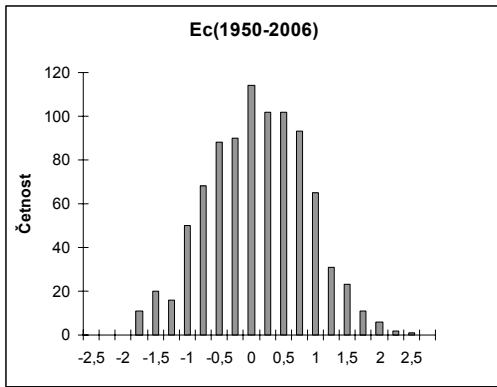
Obr. č. 43: Histogram NAOI pro synoptický typ NEa v období 1950–1968



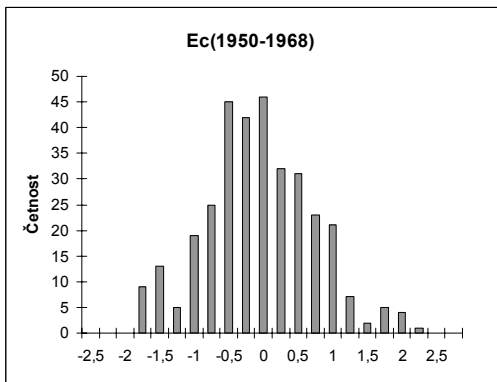
Obr. č. 44: Histogram NAOI pro synoptický typ NEa v období 1969–1987



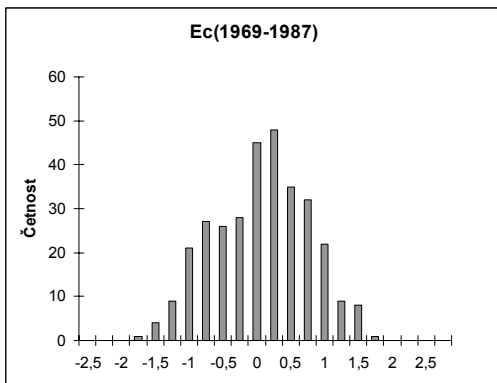
Obr. č. 45: Histogram NAOI pro synoptický typ NEa v období 1988–2006



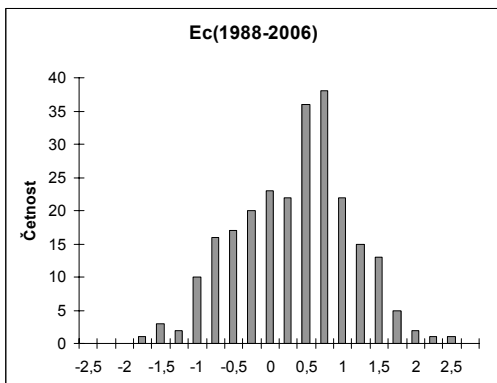
Obr. č. 46: Histogram NAOI pro synoptický typ Ec v období 1950–2006



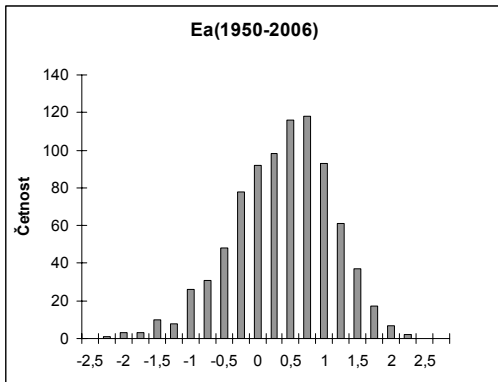
Obr. č. 47: Histogram NAOI pro synoptický typ Ec v období 1950–1968



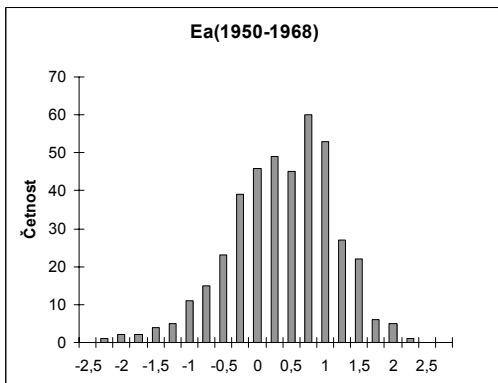
Obr. č. 48: Histogram NAOI pro synoptický typ Ec v období 1969–1987



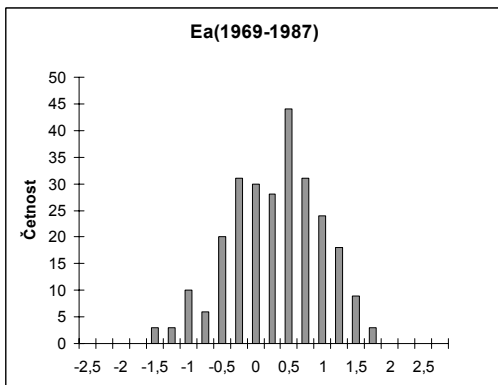
Obr. č. 49: Histogram NAOI pro synoptický typ Ec v období 1988–2006



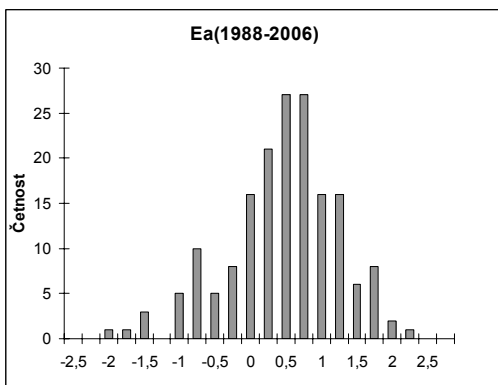
Obr. č. 50: Histogram NAOI pro synoptický typ Ea v období 1950–2006



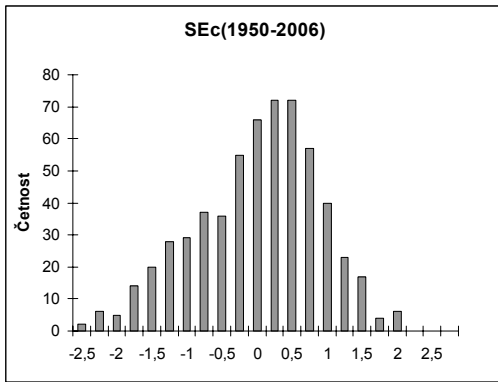
Obr. č. 51: Histogram NAOI pro synoptický typ Ea v období 1950–1968



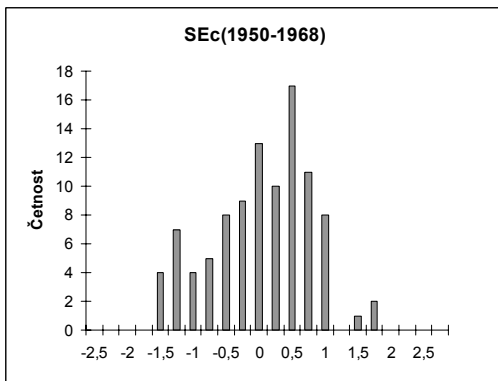
Obr. č. 52: Histogram NAOI pro synoptický typ Ea v období 1969–1987



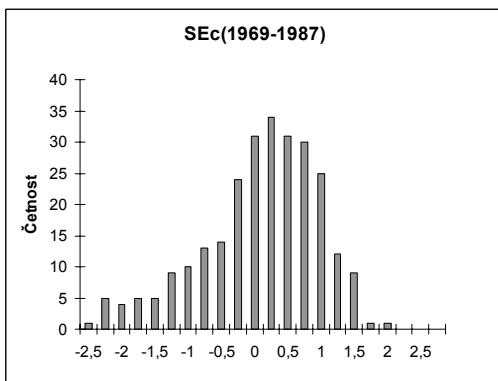
Obr. č. 53: Histogram NAOI pro synoptický typ Ea v období 1988–2006



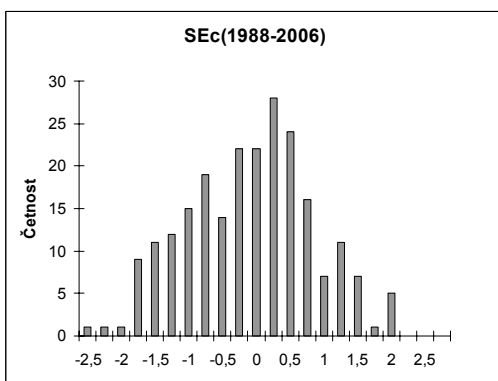
Obr. č. 54: Histogram NAOI pro synoptický typ SEc v období 1950–2006



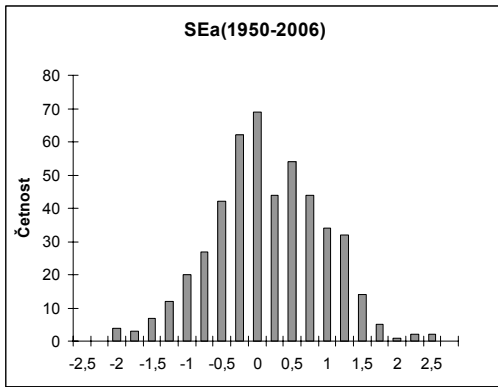
Obr. č. 55: Histogram NAOI pro synoptický typ SEc v období 1950–1968



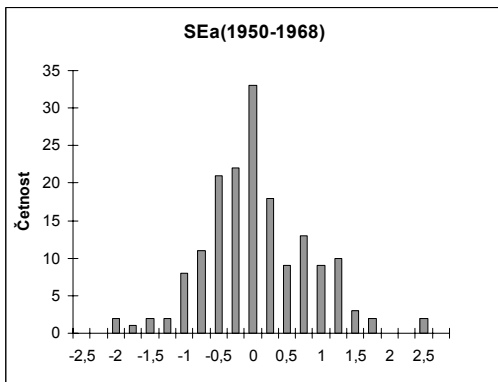
Obr. č. 56: Histogram NAOI pro synoptický typ SEc v období 1969–1987



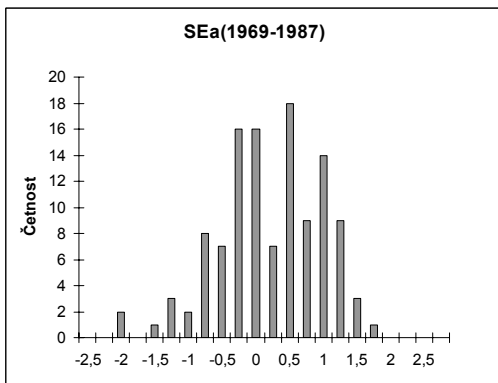
Obr. č. 57: Histogram NAOI pro synoptický typ SEc v období 1988–2006



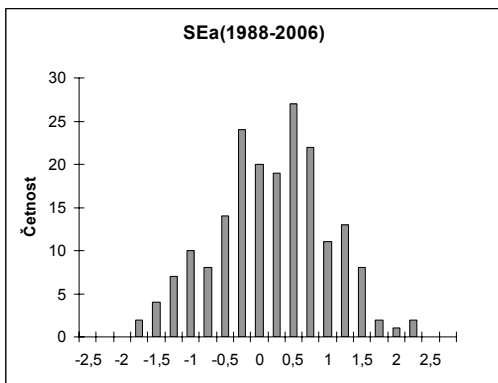
Obr. č. 58: Histogram NAOI pro synoptický typ SEa v období 1950–2006



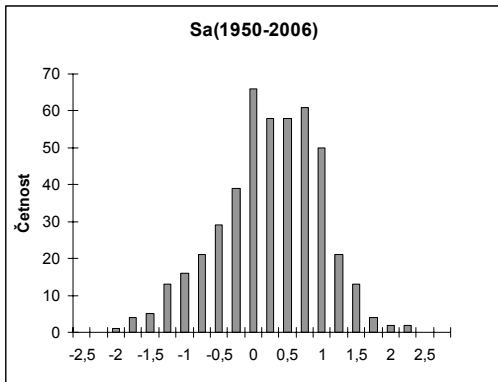
Obr. č. 59: Histogram NAOI pro synoptický typ SEa v období 1950–1968



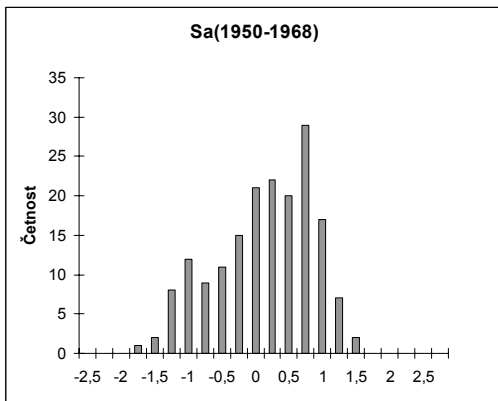
Obr. č. 60: Histogram NAOI pro synoptický typ SEa v období 1969–1987



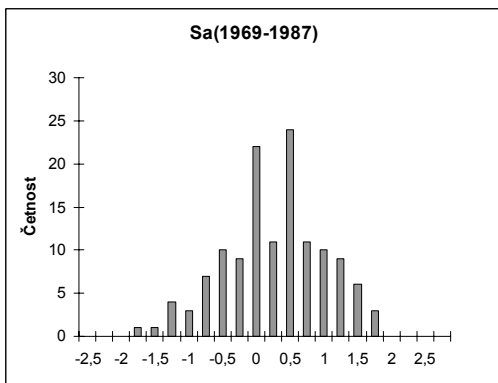
Obr. č. 61: Histogram NAOI pro synoptický typ SEa v období 1988–2006



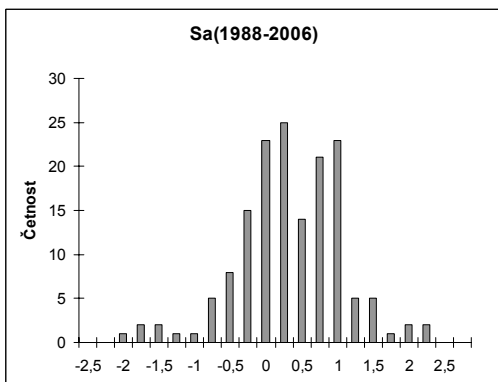
Obr. č. 62: Histogram NAOI pro synoptický typ Sa v období 1950–2006



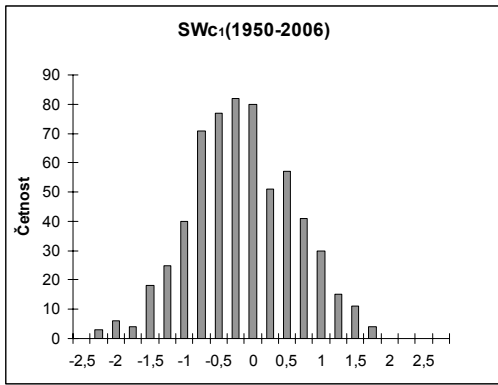
Obr. č. 63: Histogram NAOI pro synoptický typ Sa v období 1950–1968



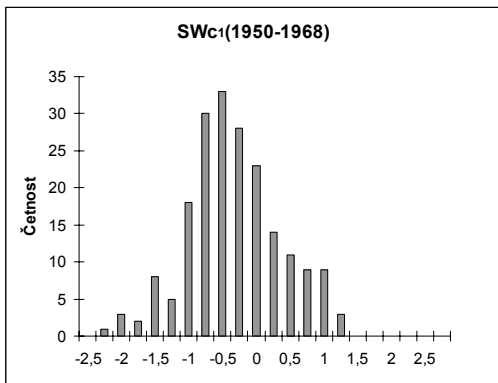
Obr. č. 64: Histogram NAOI pro synoptický typ Sa v období 1969–1987



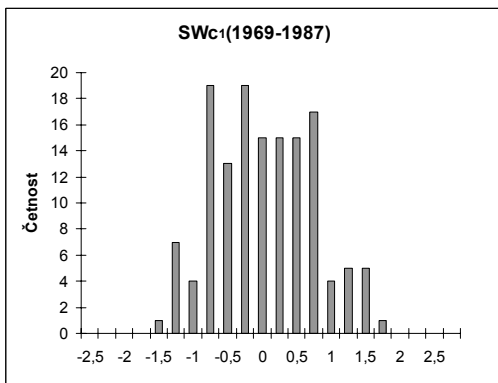
Obr. č. 65: Histogram NAOI pro synoptický typ Sa v období 1988–2006



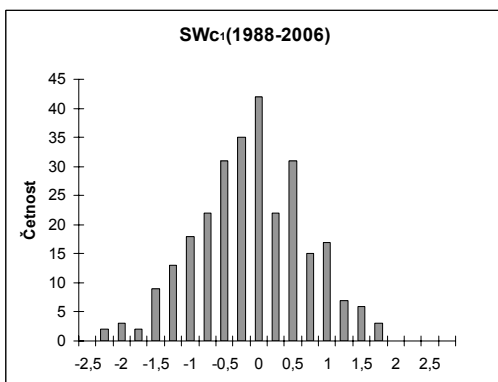
Obr. č. 66: Histogram NAOI pro synoptický typ SWc1 v období 1950–2006



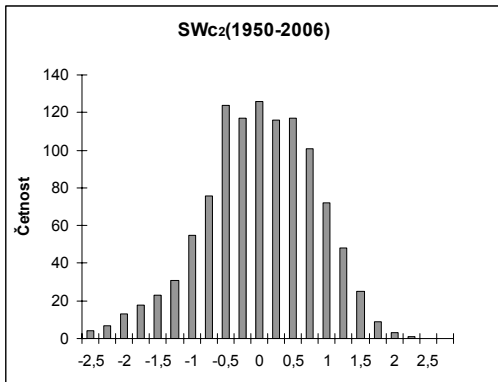
Obr. č. 67: Histogram NAOI pro synoptický typ SWc1 v období 1950–1968



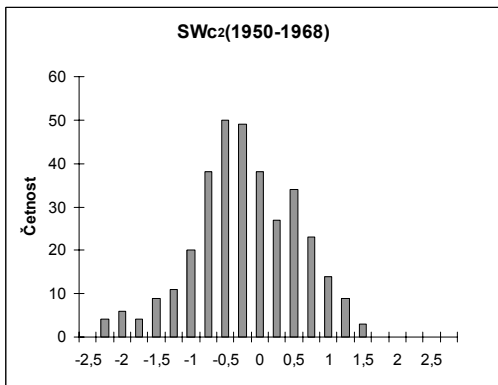
Obr. č. 68: Histogram NAOI pro synoptický typ SWc1 v období 1969–1987



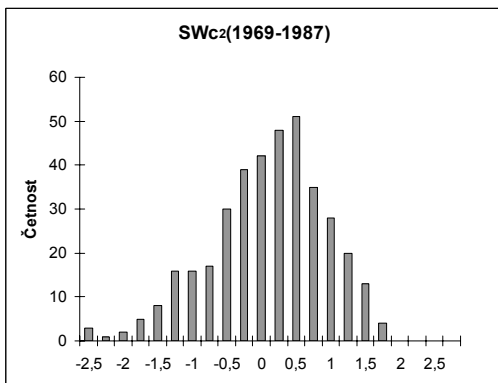
Obr. č. 69: Histogram NAOI pro synoptický typ SWc1 v období 1988–2006



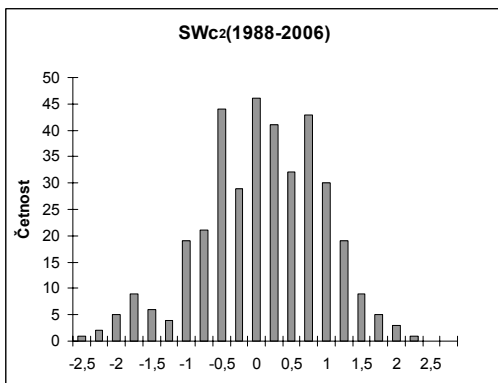
Obr. č. 70: Histogram NAOI pro synoptický typ SWc2 v období 1950–2006



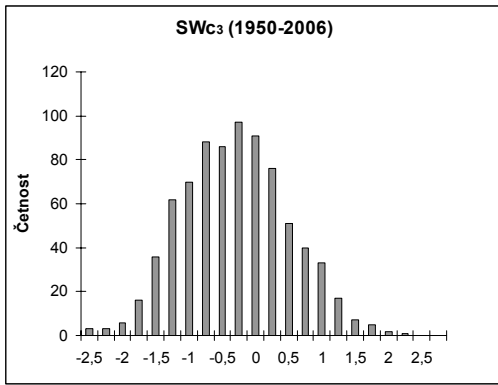
Obr. č. 71: Histogram NAOI pro synoptický typ SWc2 v období 1950–1968



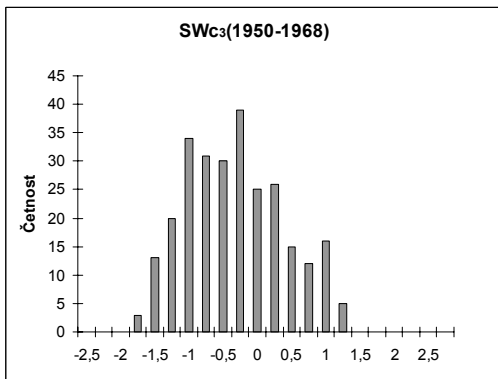
Obr. č. 72: Histogram NAOI pro synoptický typ SWc2 v období 1969–1987



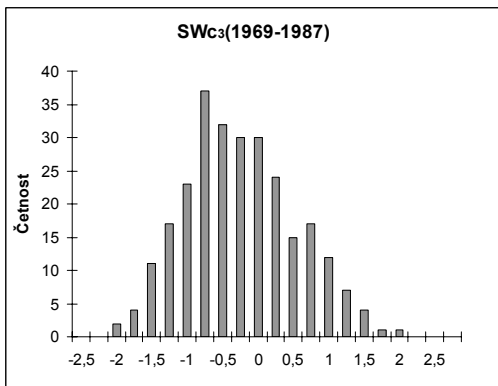
Obr. č. 73: Histogram NAOI pro synoptický typ SWc2 v období 1988–2006



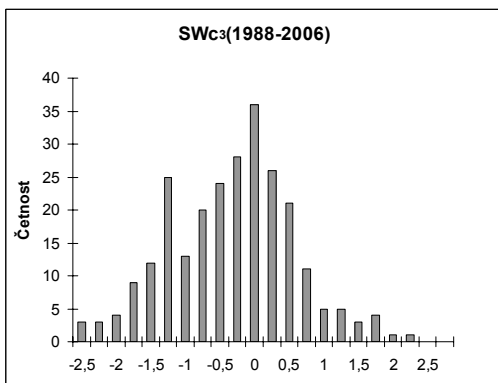
Obr. č. 74: Histogram NAOI pro synoptický typ SWc3 v období 1950–2006



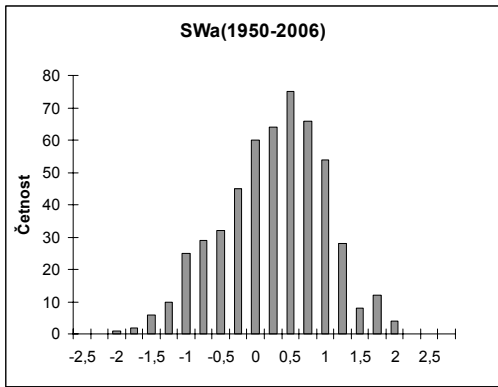
Obr. č. 75: Histogram NAOI pro synoptický typ SWc3 v období 1950–1968



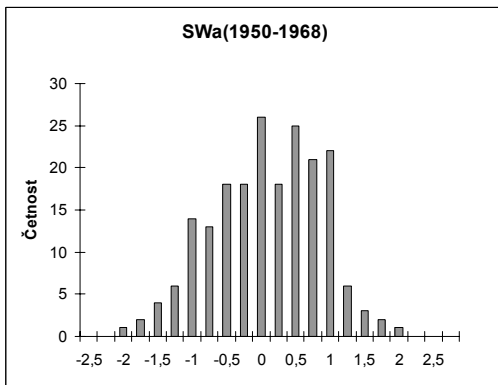
Obr. č. 76: Histogram NAOI pro synoptický typ SWc3 v období 1969–1987



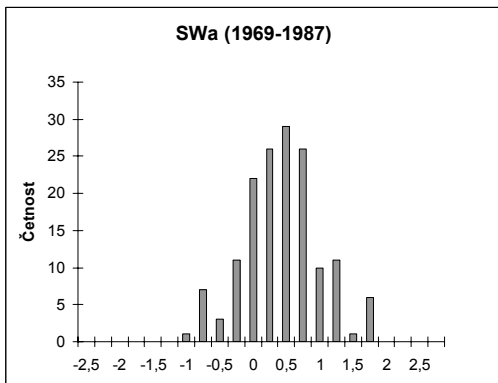
Obr. č. 77: Histogram NAOI pro synoptický typ SWc3 v období 1988–2006



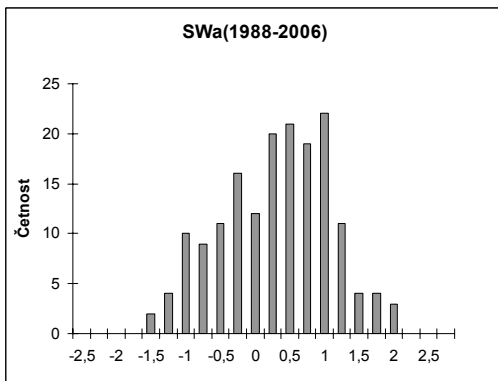
Obr. č. 78: Histogram NAOI pro synoptický typ SWa v období 1950–2006



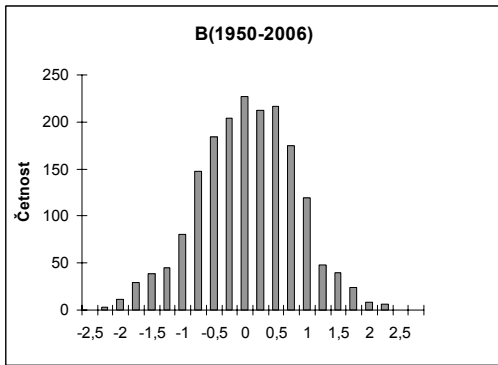
Obr. č. 79: Histogram NAOI pro synoptický typ SWa v období 1950–1968



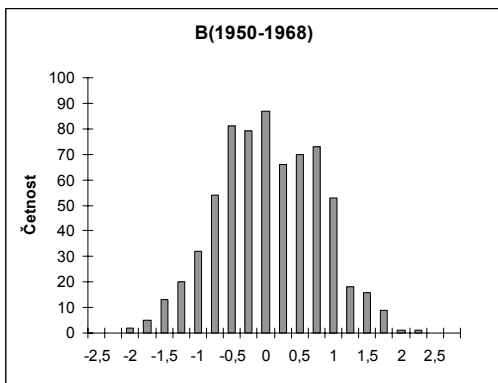
Obr. č. 80: Histogram NAOI pro synoptický typ SWa v období 1969–1987



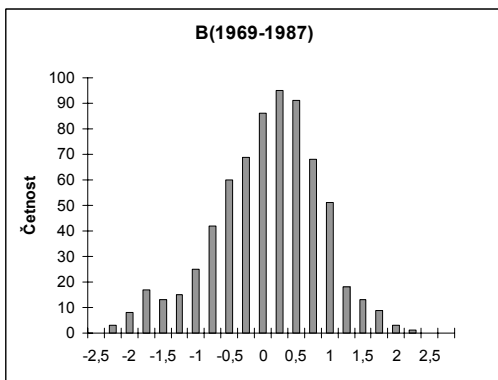
Obr. č. 81: Histogram NAOI pro synoptický typ SWa v období 1988–2006



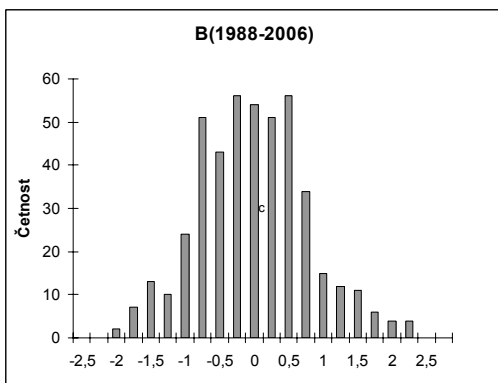
Obr. č. 82: Histogram NAOI pro synoptický typ B v období 1950–2006



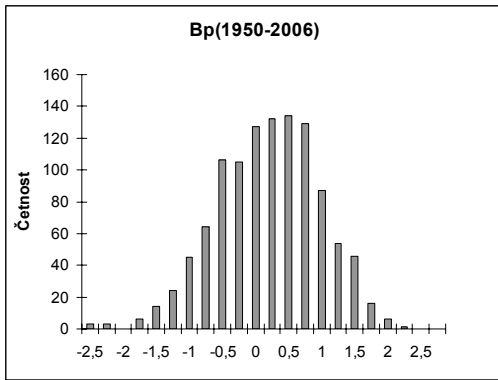
Obr. č. 83: Histogram NAOI pro synoptický typ B v období 1950–1968



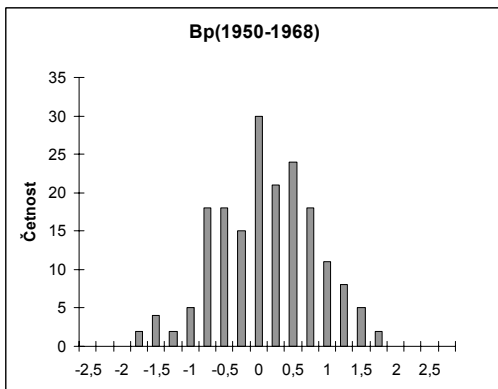
Obr. č. 84: Histogram NAOI pro synoptický typ B v období 1969–1987



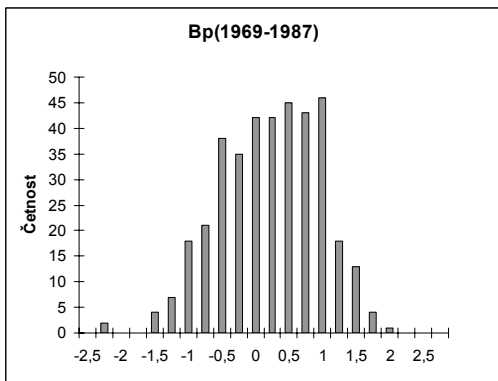
Obr. č. 85: Histogram NAOI pro synoptický typ B v období 1988–2006



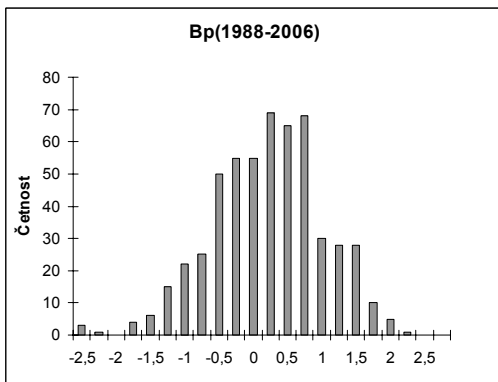
Obr. č. 86: Histogram NAOI pro synoptický typ Bp v období 1950–2006



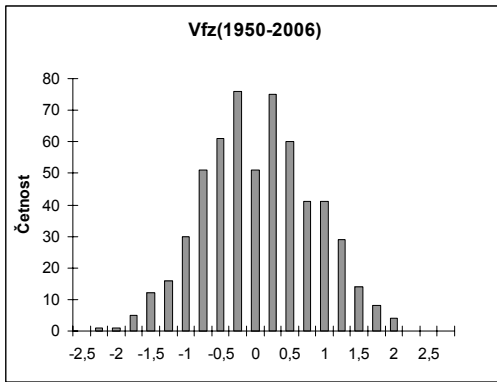
Obr. č. 87: Histogram NAOI pro synoptický typ Bp v období 1950–1968



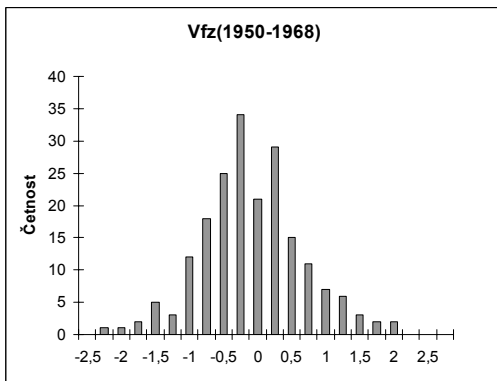
Obr. č. 88: Histogram NAOI pro synoptický typ Bp v období 1969–1987



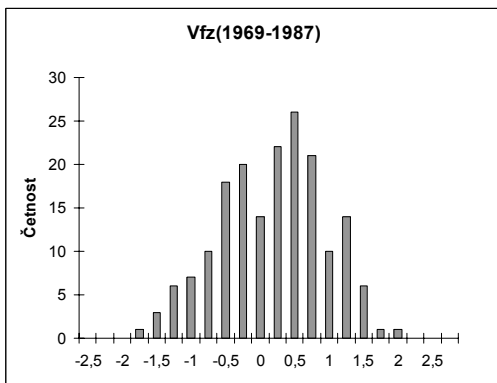
Obr. č. 89: Histogram NAOI pro synoptický typ Bp v období 1988–2006



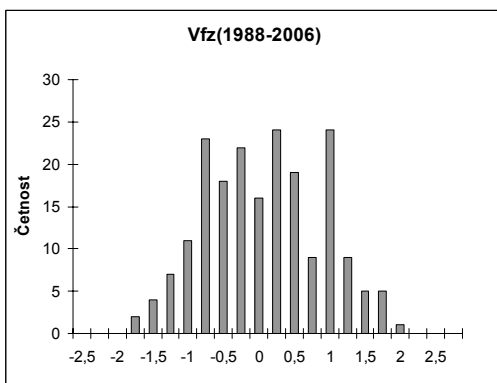
Obr. č. 90: Histogram NAOI pro synoptický typ Vfz v období 1950–2006



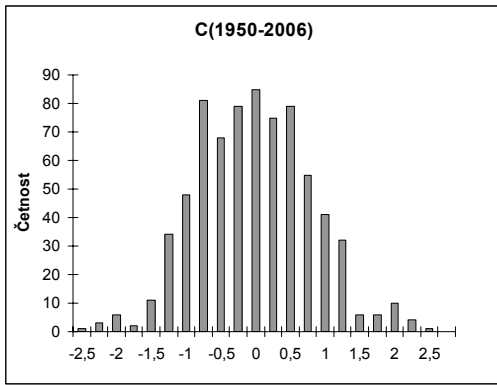
Obr. č. 91: Histogram NAOI pro synoptický typ Vfz v období 1950–1968



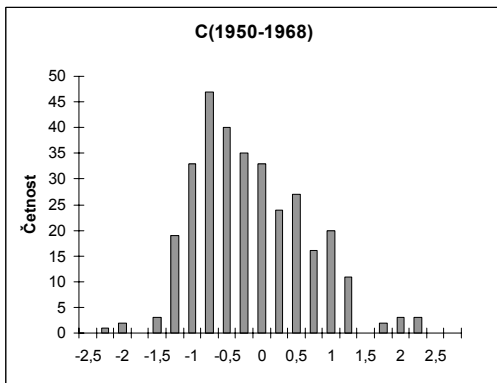
Obr. č. 92: Histogram NAOI pro synoptický typ Vfz v období 1969–1987



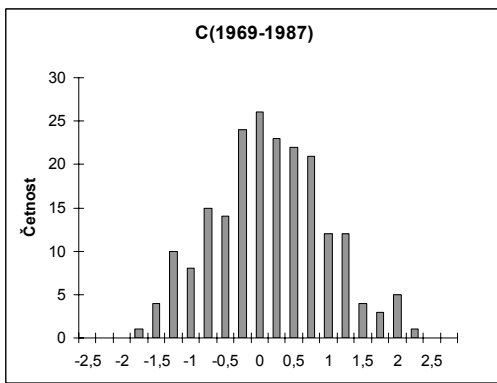
Obr. č. 93: Histogram NAOI pro synoptický typ Vfz v období 1988–2006



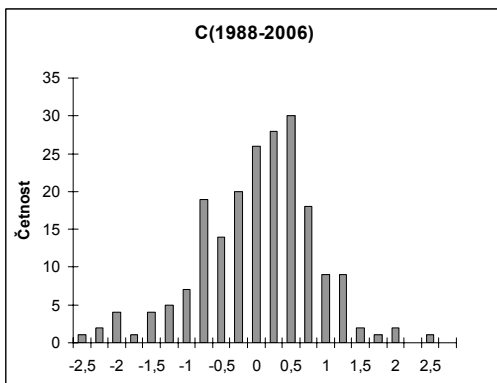
Obr. č. 94: Histogram NAOI pro synoptický typ C v období 1950–2006



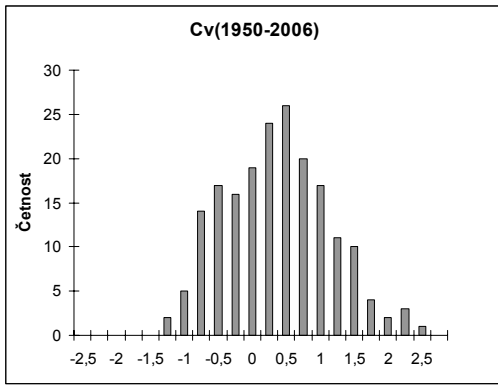
Obr. č. 95: Histogram NAOI pro synoptický typ C v období 1950–1968



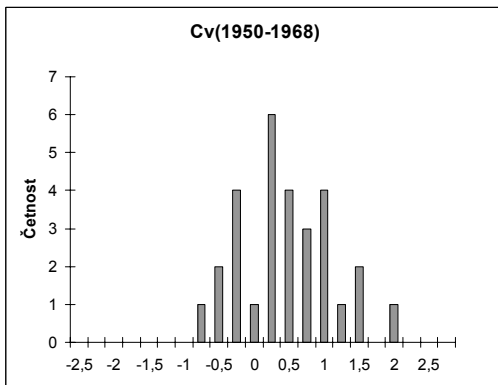
Obr. č. 96: Histogram NAOI pro synoptický typ C v období 1969–1987



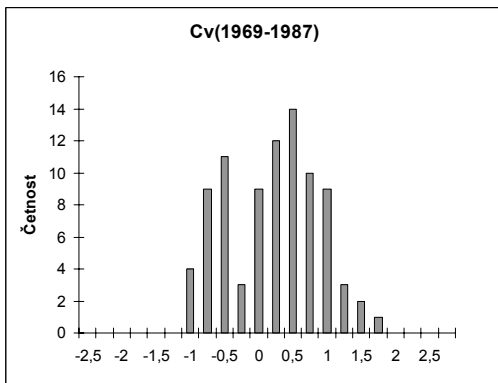
Obr. č. 97: Histogram NAOI pro synoptický typ C v období 1988–2006



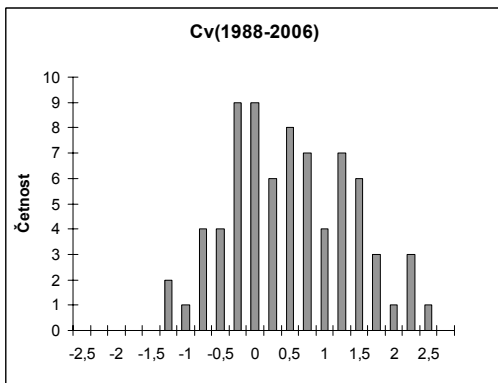
Obr. č. 98: Histogram NAOI pro synoptický typ Cv v období 1950–2006



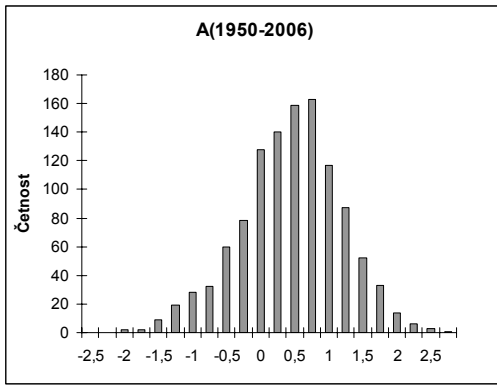
Obr. č. 99: Histogram NAOI pro synoptický typ Cv v období 1950–1968



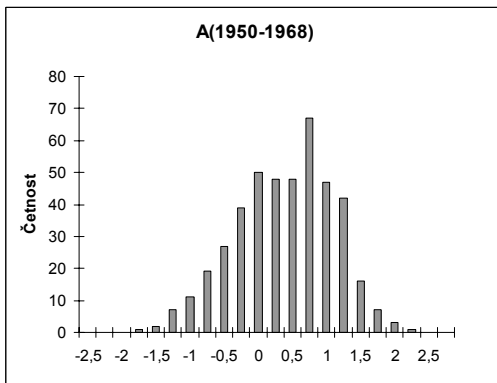
Obr. č. 100: Histogram NAOI pro synoptický typ Cv v období 1969–1987



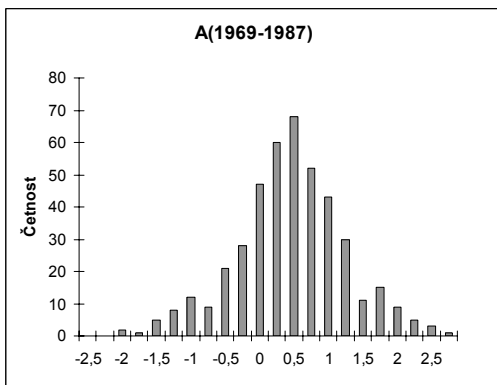
Obr. č. 101: Histogram NAOI pro synoptický typ Cv v období 1988–2006



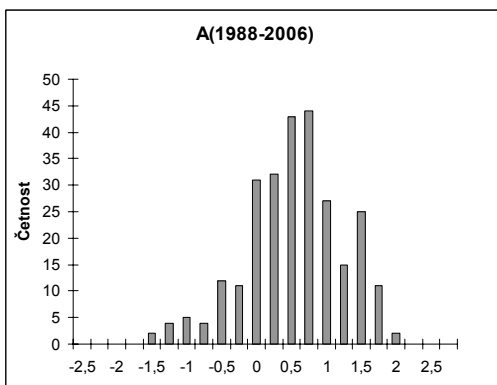
Obr. č. 102: Histogram NAOI pro synoptický typ A v období 1950–2006



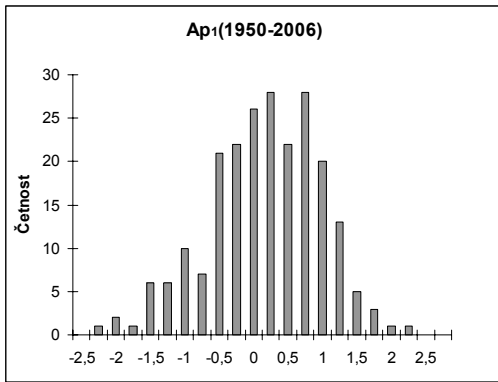
Obr. č. 103: Histogram NAOI pro synoptický typ A v období 1950–1968



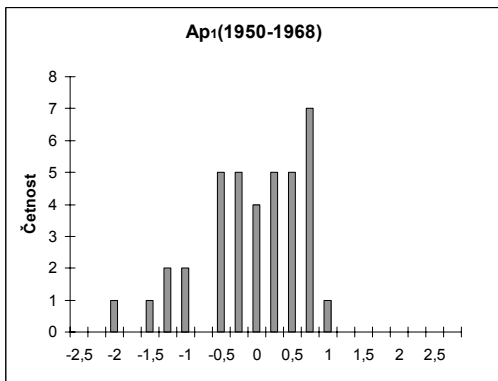
Obr. č. 104: Histogram NAOI pro synoptický typ A v období 1969–1987



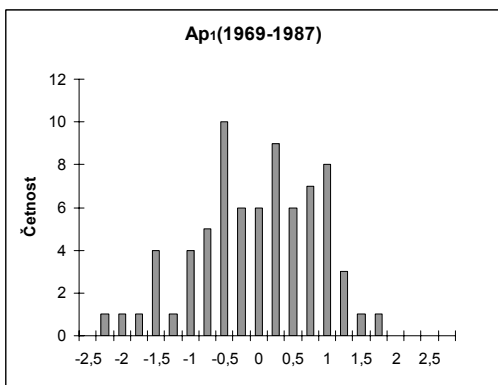
Obr. č. 105: Histogram NAOI pro synoptický typ A v období 1988–2006



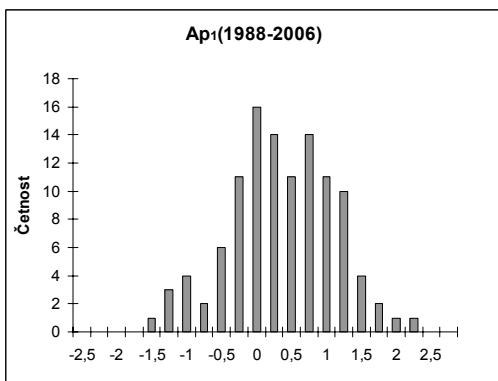
Obr. č. 106: Histogram NAOI pro synoptický typ Ap1 v období 1950–2006



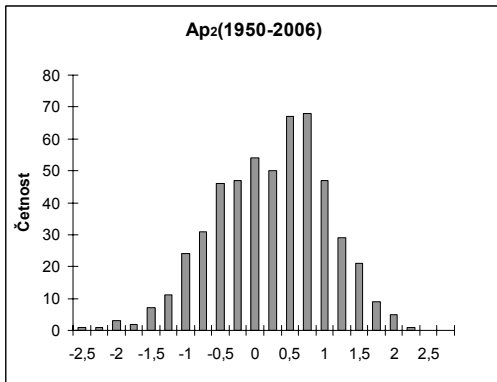
Obr. č. 107: Histogram NAOI pro synoptický typ Ap1 v období 1950–1968



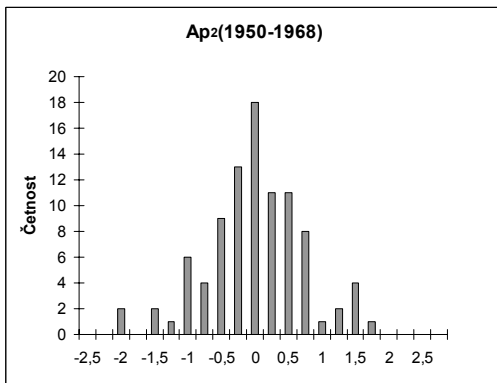
Obr. č. 108: Histogram NAOI pro synoptický typ Ap1 v období 1969–1987



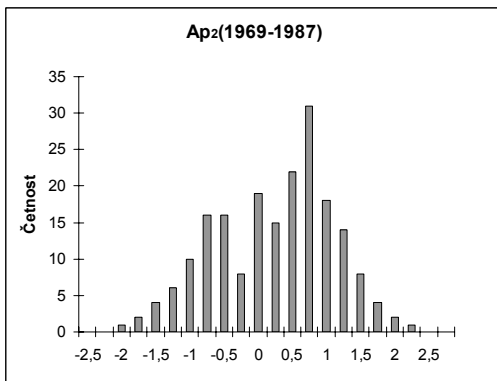
Obr. č. 109: Histogram NAOI pro synoptický typ Ap1 v období 1988–2006



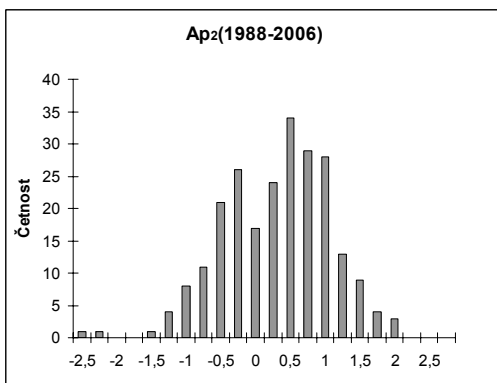
Obr. č. 110: Histogram NAOI pro synoptický typ Ap2 v období 1950–2006



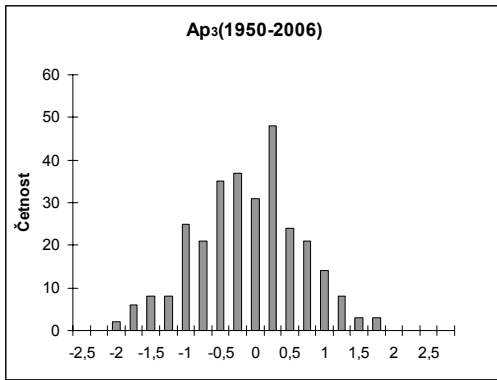
Obr. č. 111: Histogram NAOI pro synoptický typ Ap2 v období 1950–1968



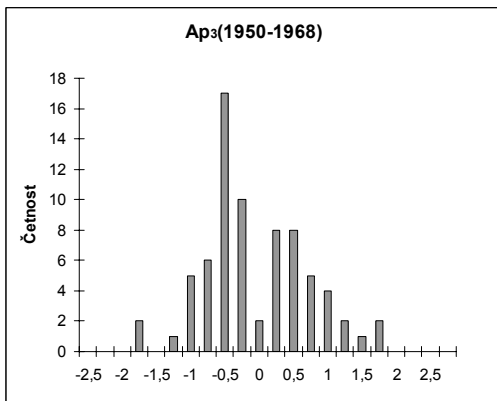
Obr. č. 112: Histogram NAOI pro synoptický typ Ap2 v období 1969–1987



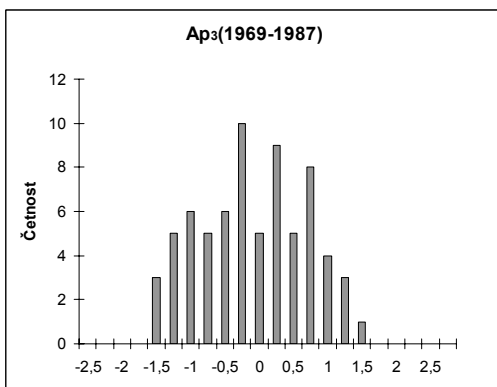
Obr. č. 113: Histogram NAOI pro synoptický typ Ap2 v období 1988–2006



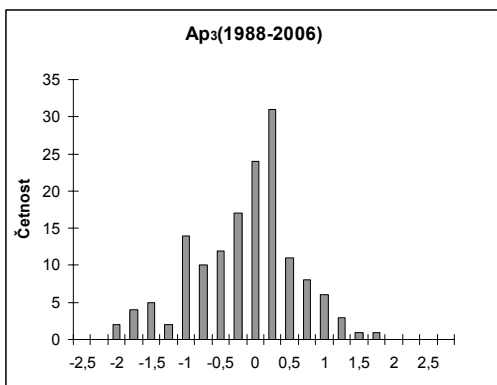
Obr. č. 114: Histogram NAOI pro synoptický typ Ap3 v období 1950–2006



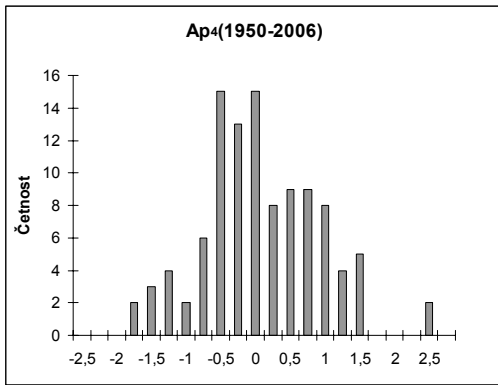
Obr. č. 115: Histogram NAOI pro synoptický typ Ap3 v období 1950–1968



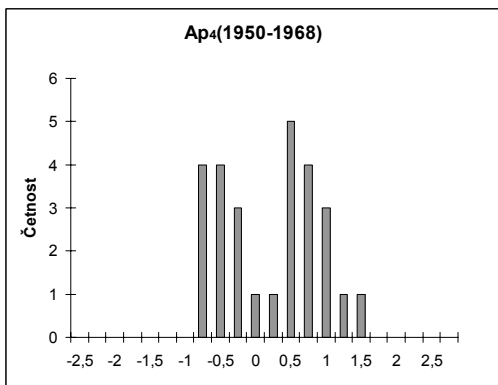
Obr. č. 116: Histogram NAOI pro synoptický typ Ap3 v období 1969–1987



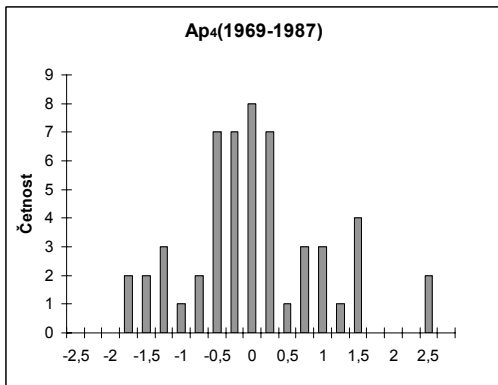
Obr. č. 117: Histogram NAOI pro synoptický typ Ap3 v období 1988–2006



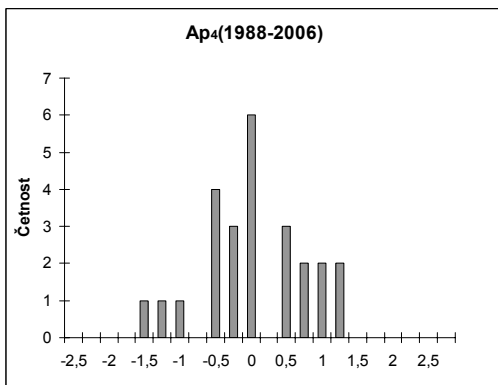
Obr. č. 118: Histogram NAOI pro synoptický typ Ap4 v období 1950–2006



Obr. č. 119: Histogram NAOI pro synoptický typ Ap4 v období 1950–1968

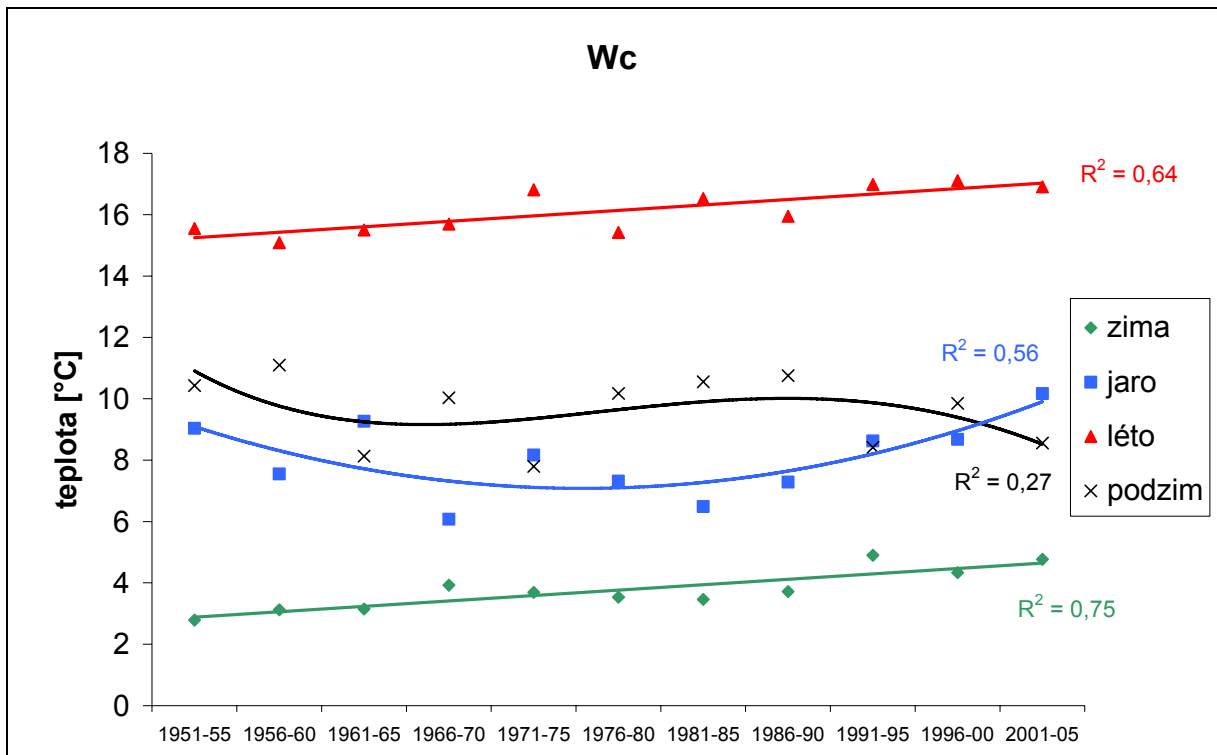


Obr. č. 120: Histogram NAOI pro synoptický typ Ap4 v období 1969–1987

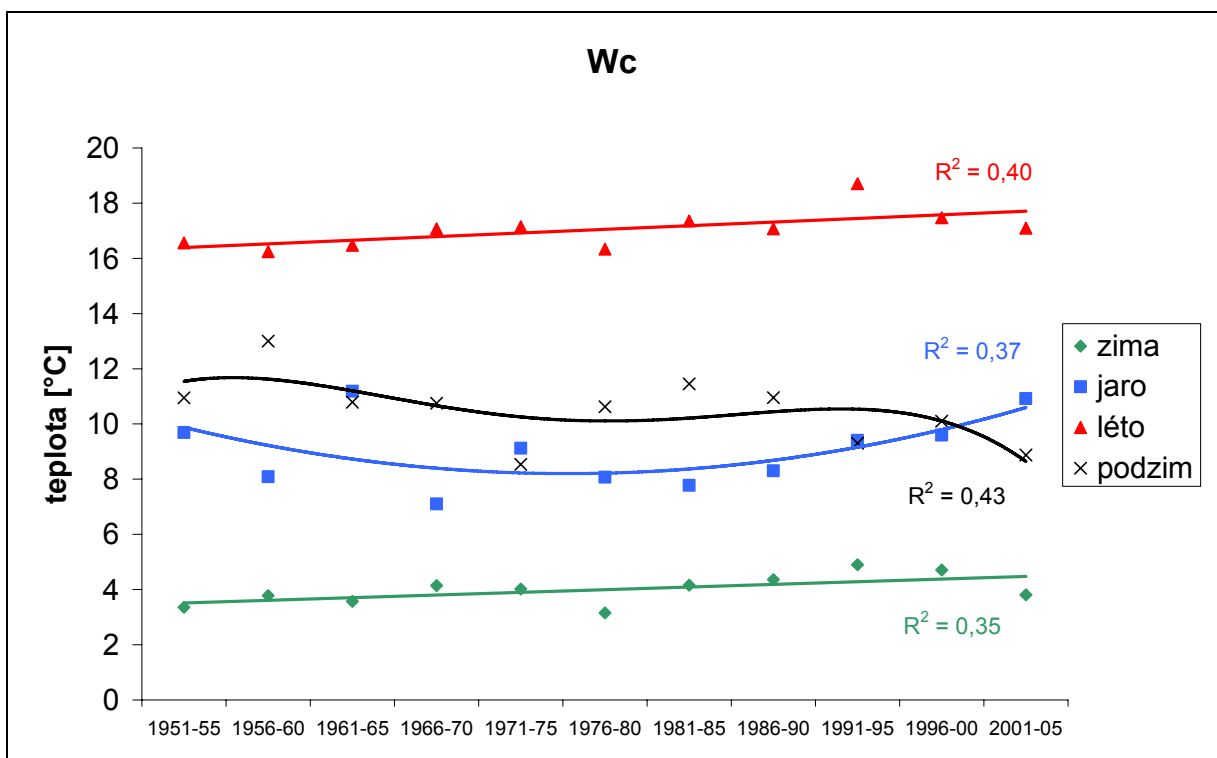


Obr. č. 121: Histogram NAOI pro synoptický typ Ap4 v období 1988–2006

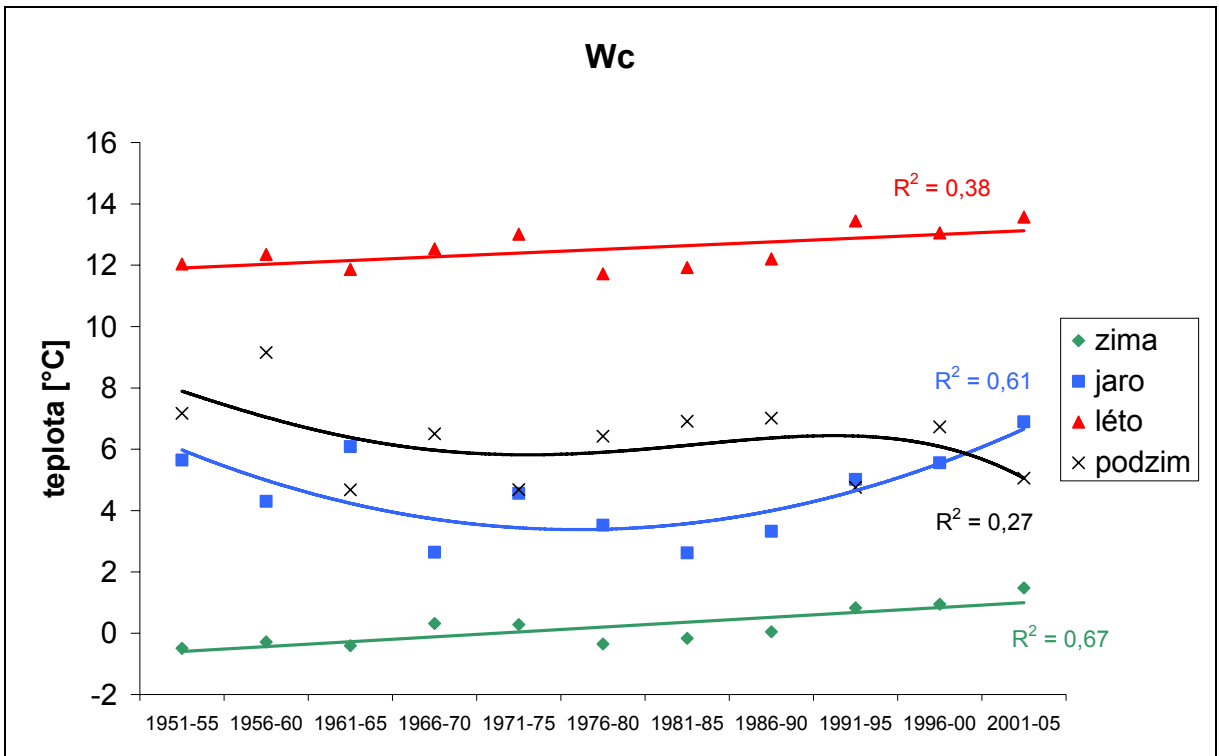
Příloha č. 2 – Grafy změn teploty vzduchu



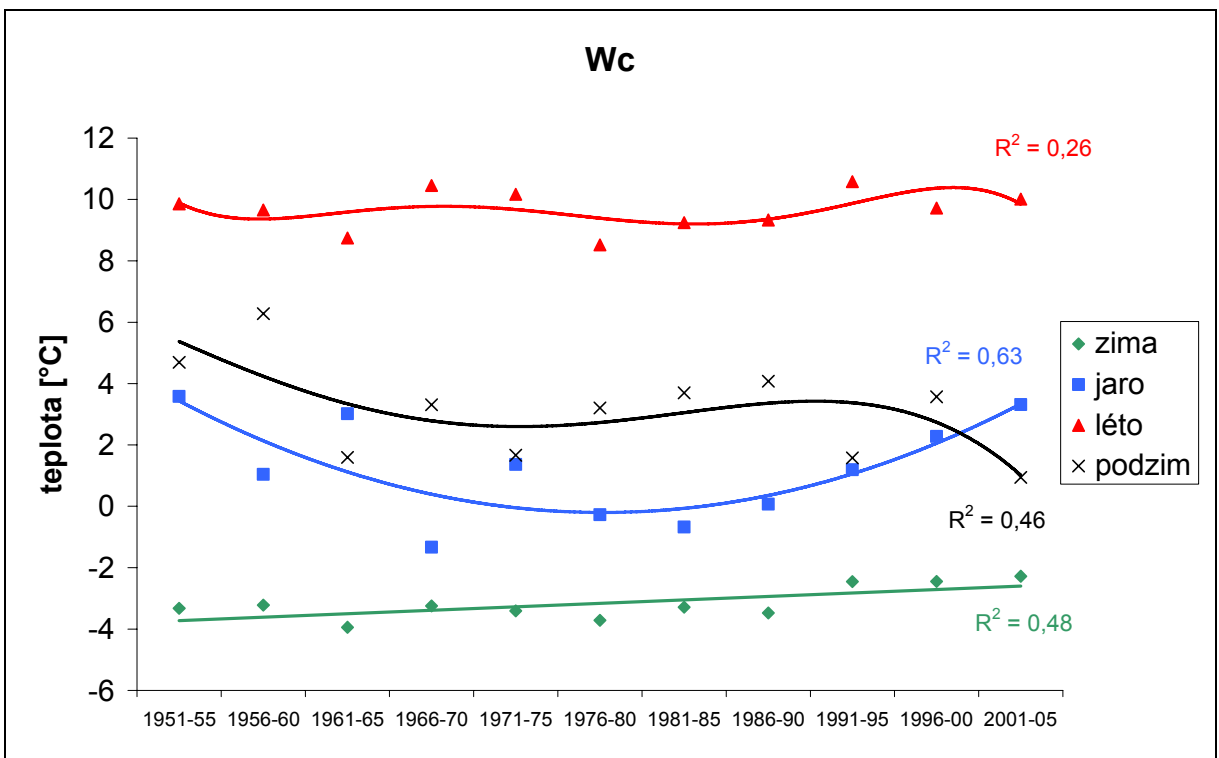
Obr. č. 122: Změny teploty pro synoptický typ Wc a meteorologickou stanici Klatovy v období 1951–2005



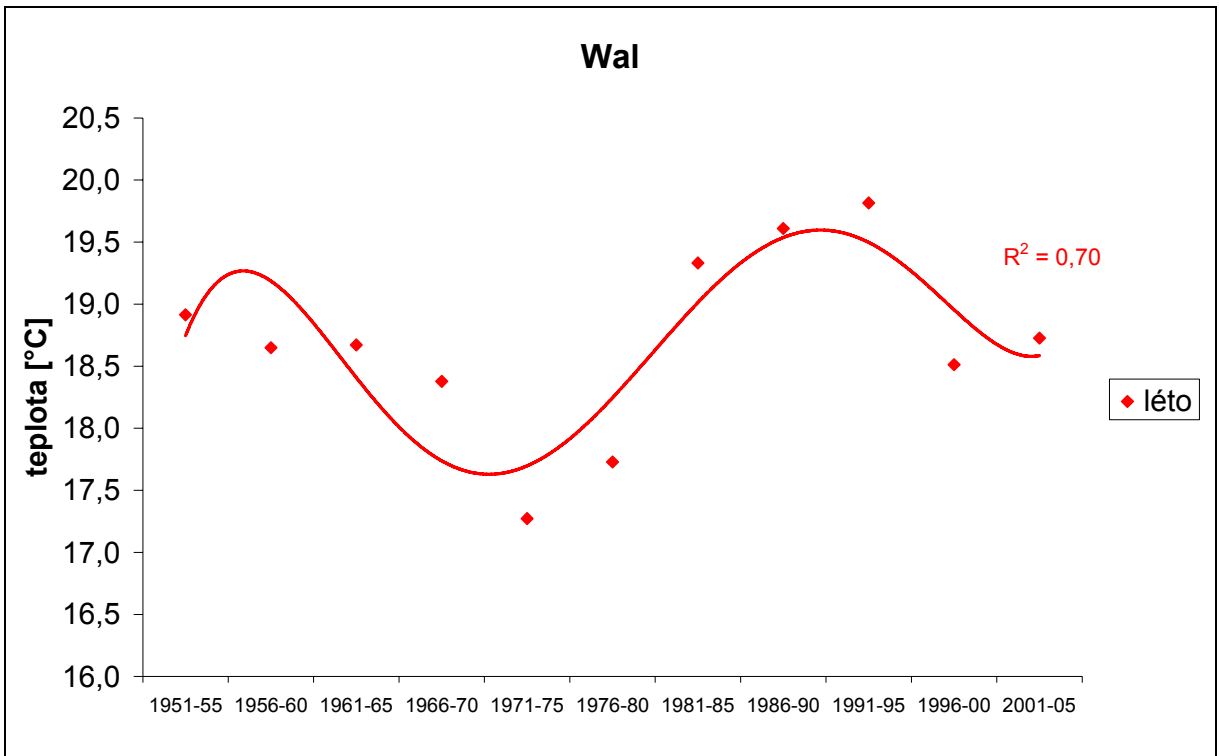
Obr. č. 123: Změny teploty pro synoptický typ Wc a meteorologickou stanici Poděbrady v období 1951–2005



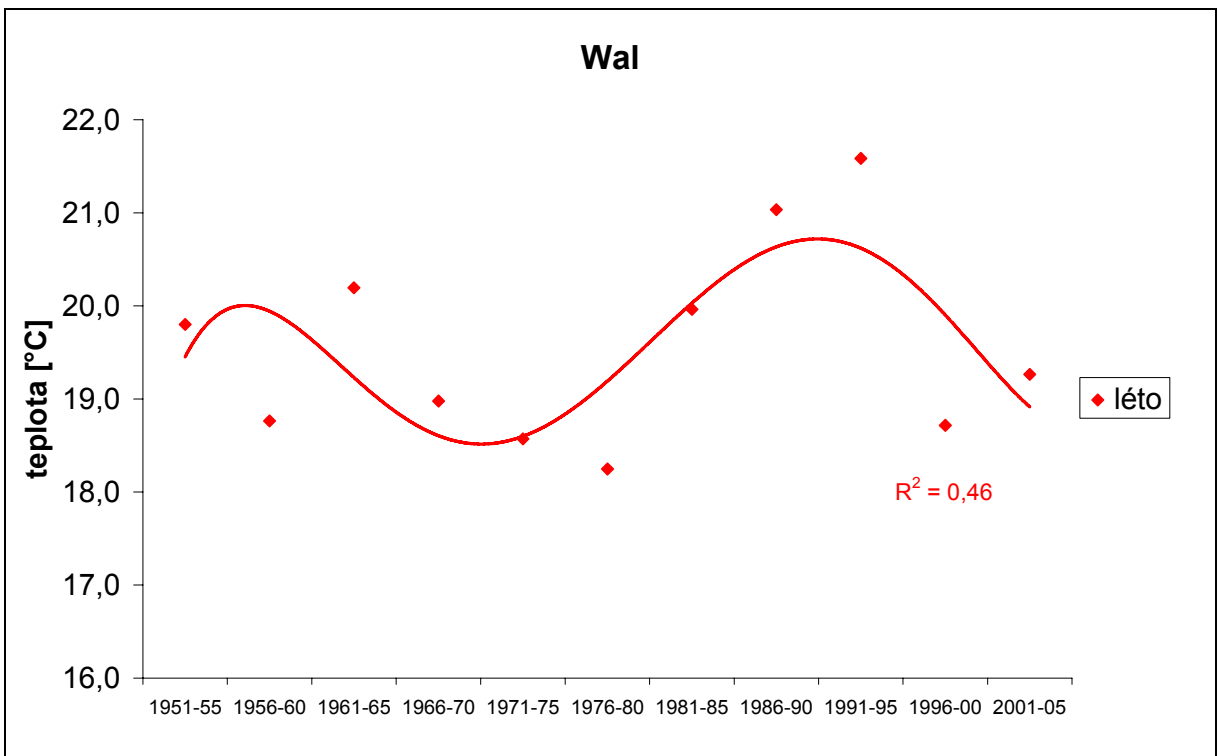
Obr. č. 124: Změny teploty pro synoptický typ Wc a meteorologickou stanicí Milešovka v období 1951–2005



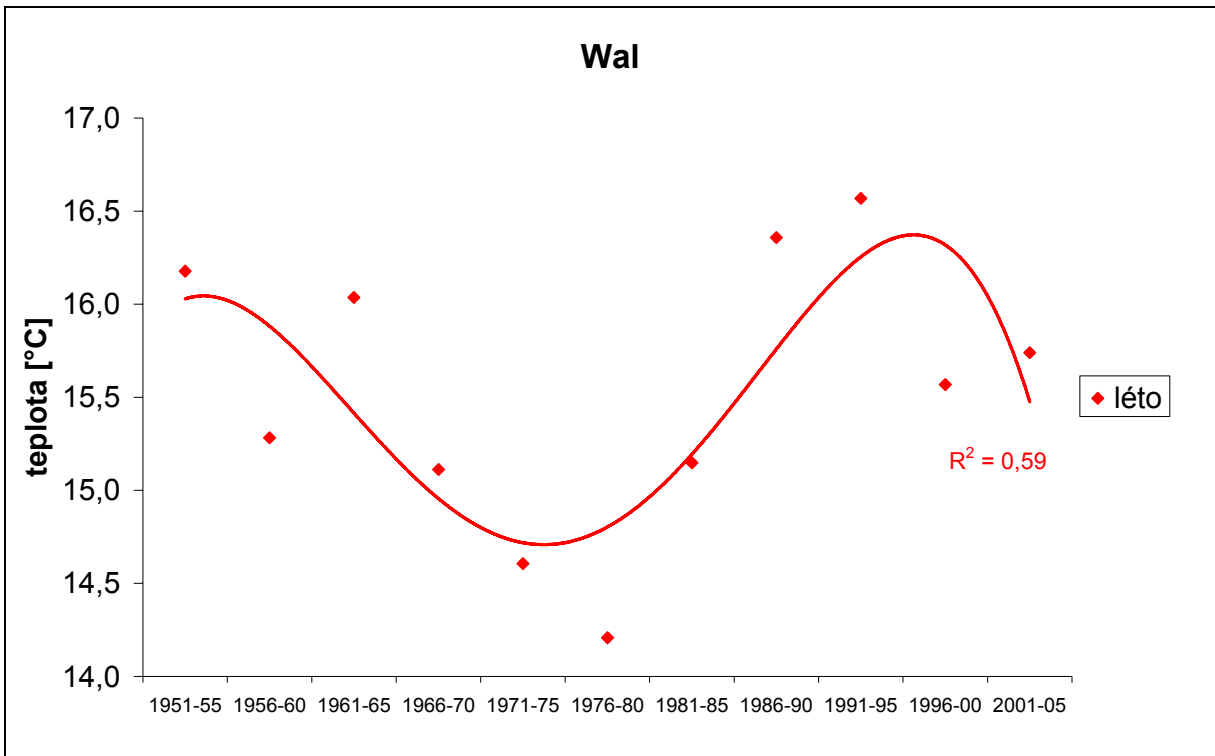
Obr. č. 125: Změny teploty pro synoptický typ Wc a meteorologickou stanicí na Lysé hoře v období 1951–2005



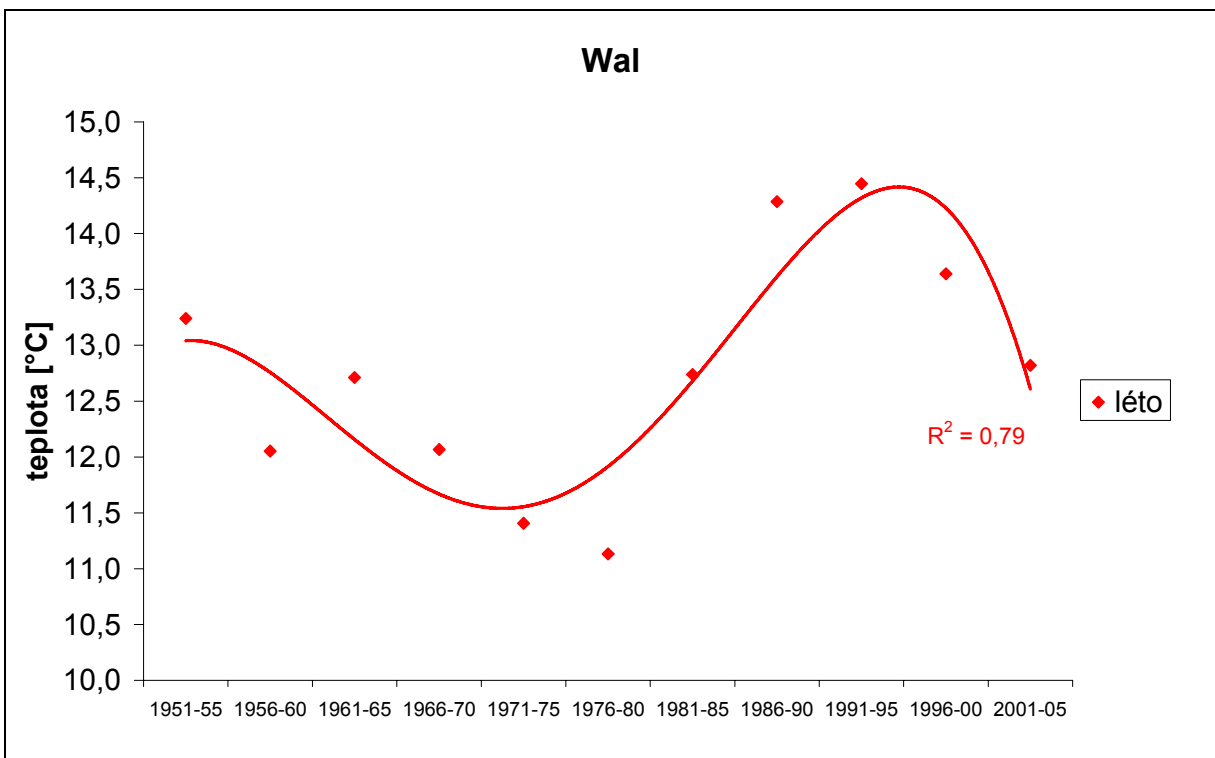
Obr. č. 126: Změny teploty pro synoptický typ Wal a meteorologickou stanici Klatovy v období 1951–2005



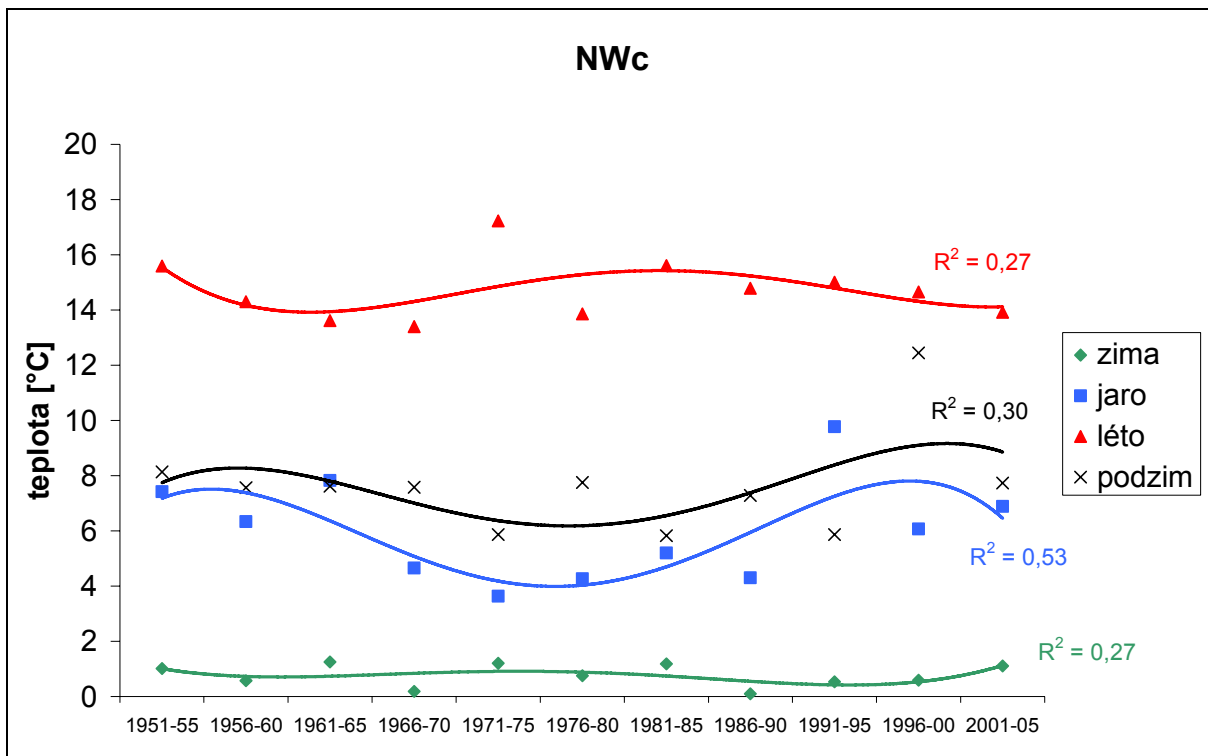
Obr. č. 127: Změny teploty pro synoptický typ Wal a meteorologickou stanici Poděbrady v období 1951–2005



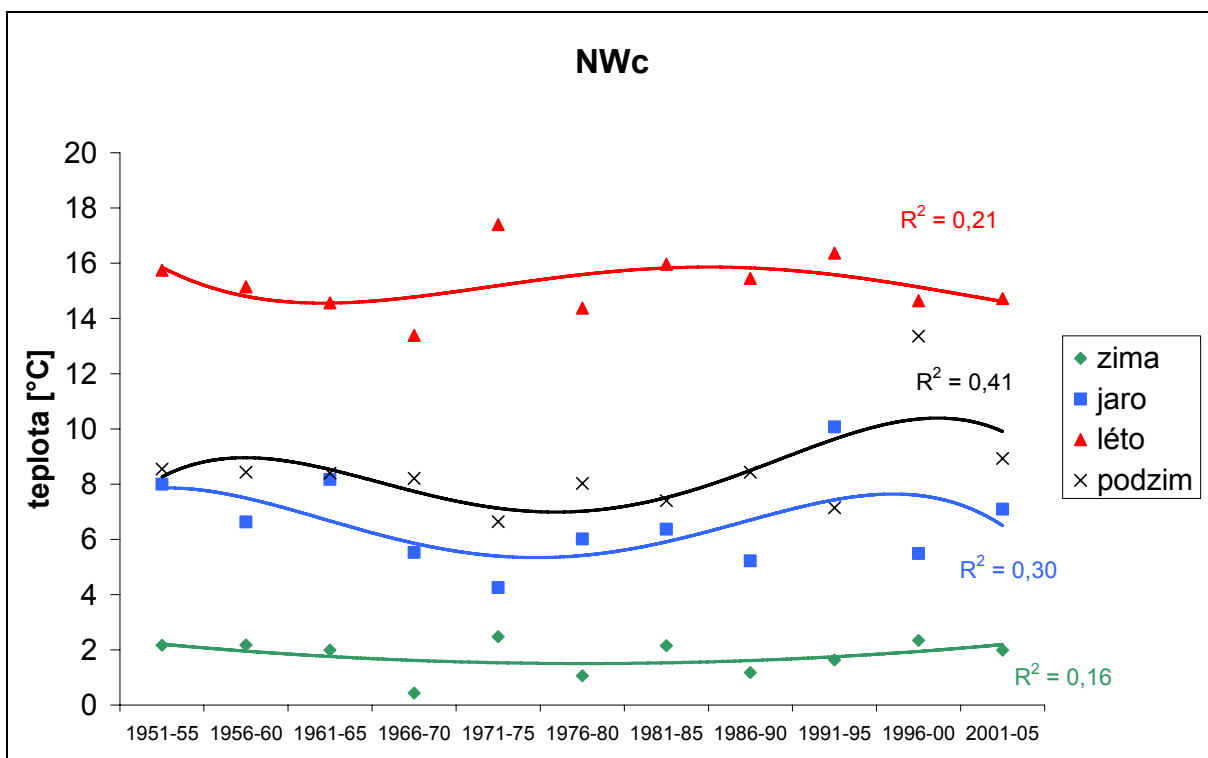
Obr. č. 128: Změny teploty pro synoptický typ Wal a meteorologickou stanicí Milešovka v období 1951–2005



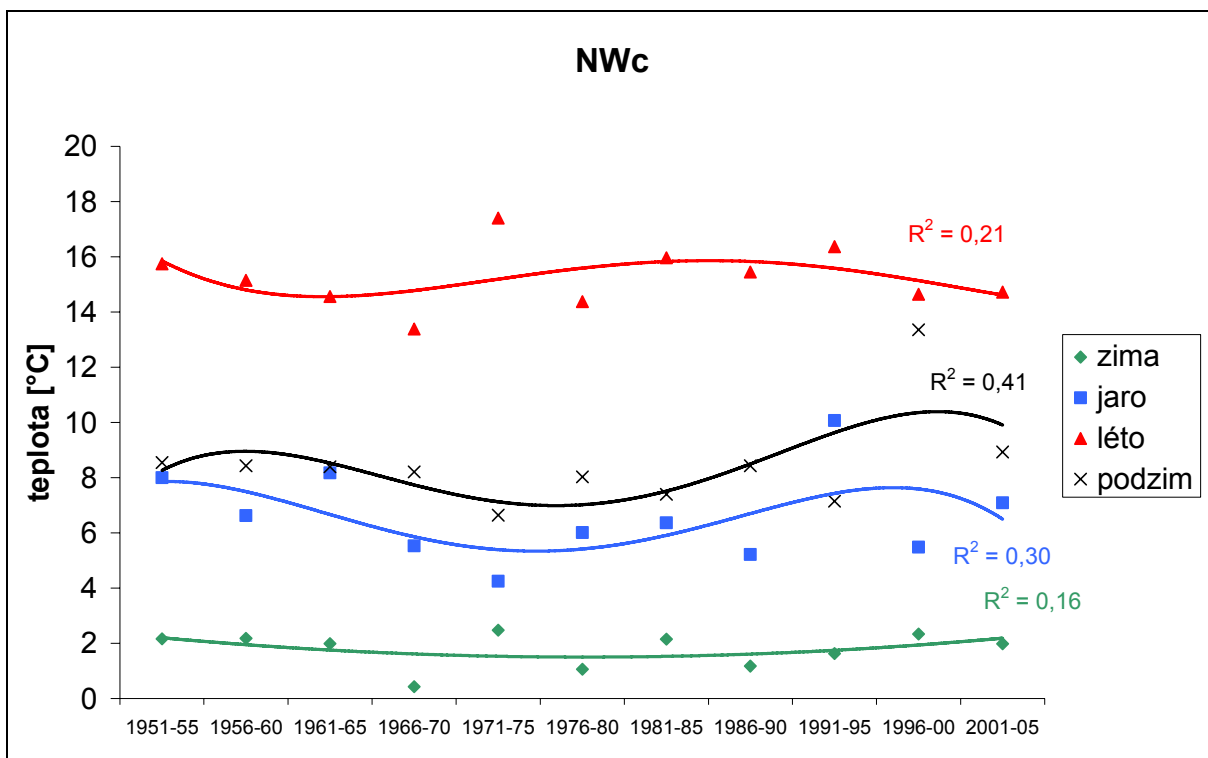
Obr. č. 129: Změny teploty pro synoptický typ Wal a meteorologickou stanicí na Lysé hoře v období 1951–2005



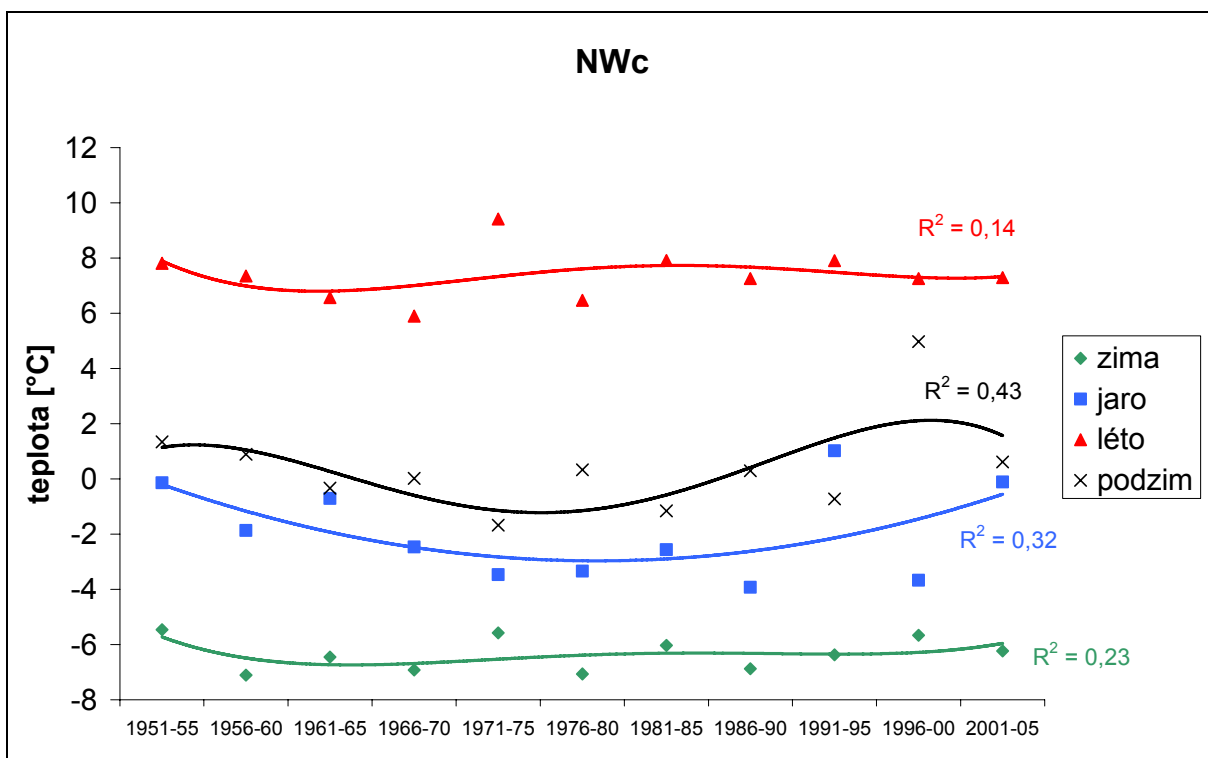
Obr. č. 130: Změny teploty pro synoptický typ NWc a meteorologickou stanicí Klatovy v období 1951–2005



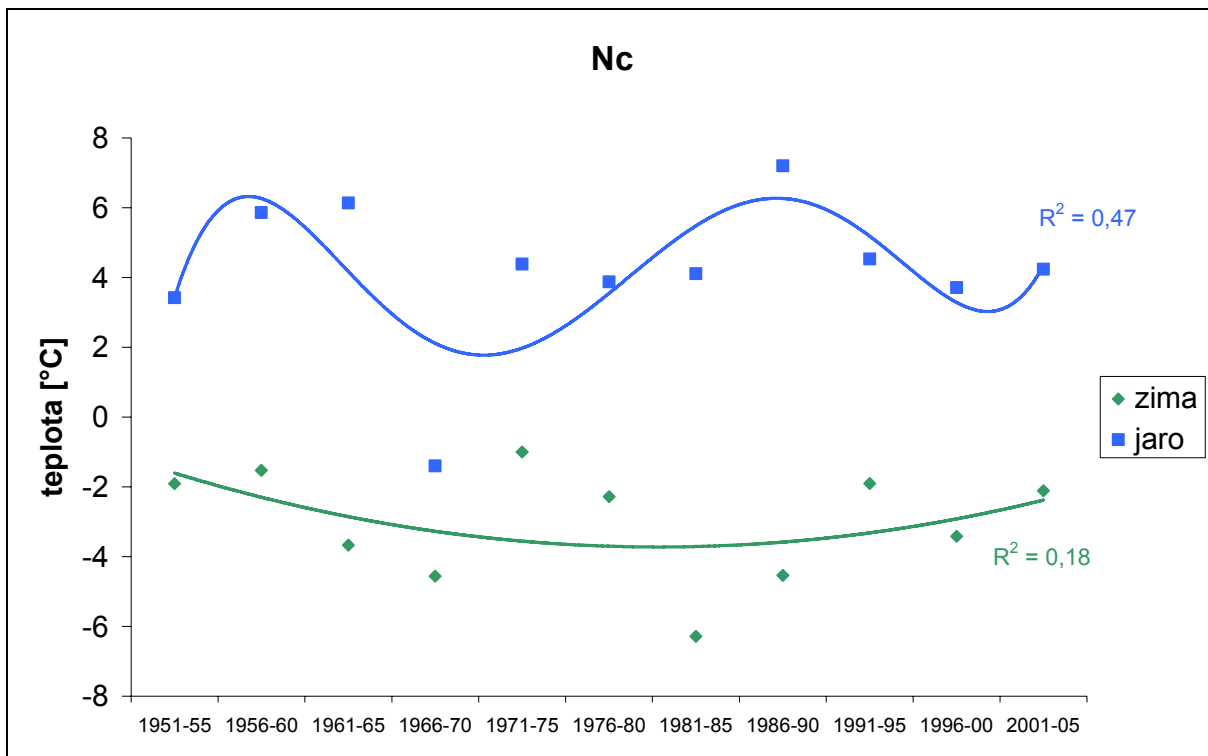
Obr. č. 131: Změny teploty pro synoptický typ NWc a meteorologickou stanicí Poděbrady v období 1951–2005



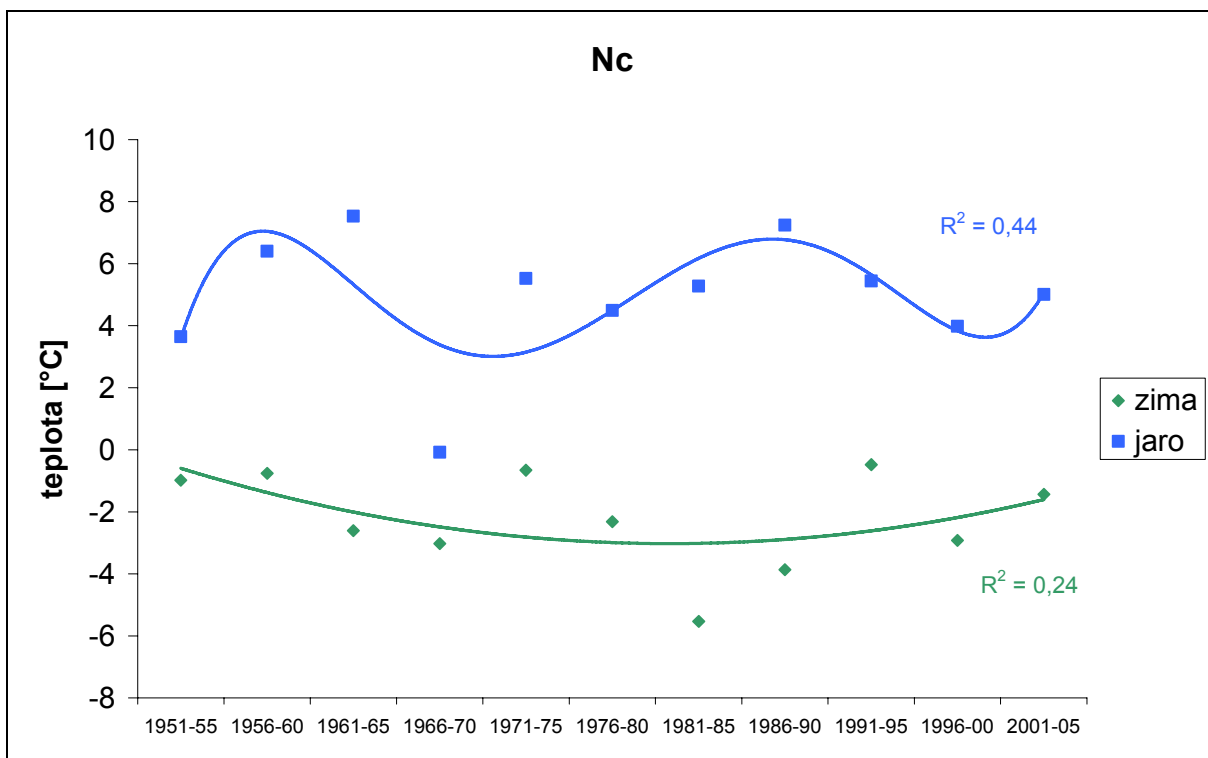
Obr. č. 132: Změny teploty pro synoptický typ NWc a meteorologickou stanicí Milešovka v období 1951–2005



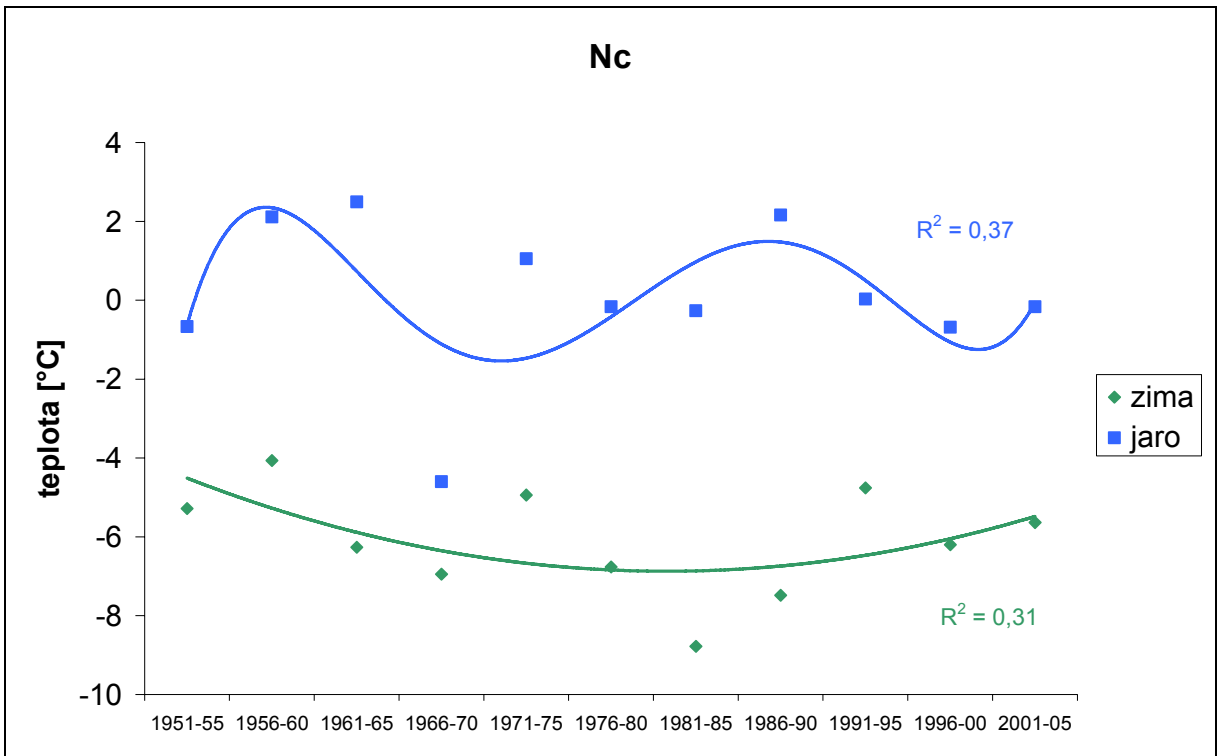
Obr. č. 133: Změny teploty pro synoptický typ NWc a meteorologickou stanicí na Lysé hoře v období 1951–2005



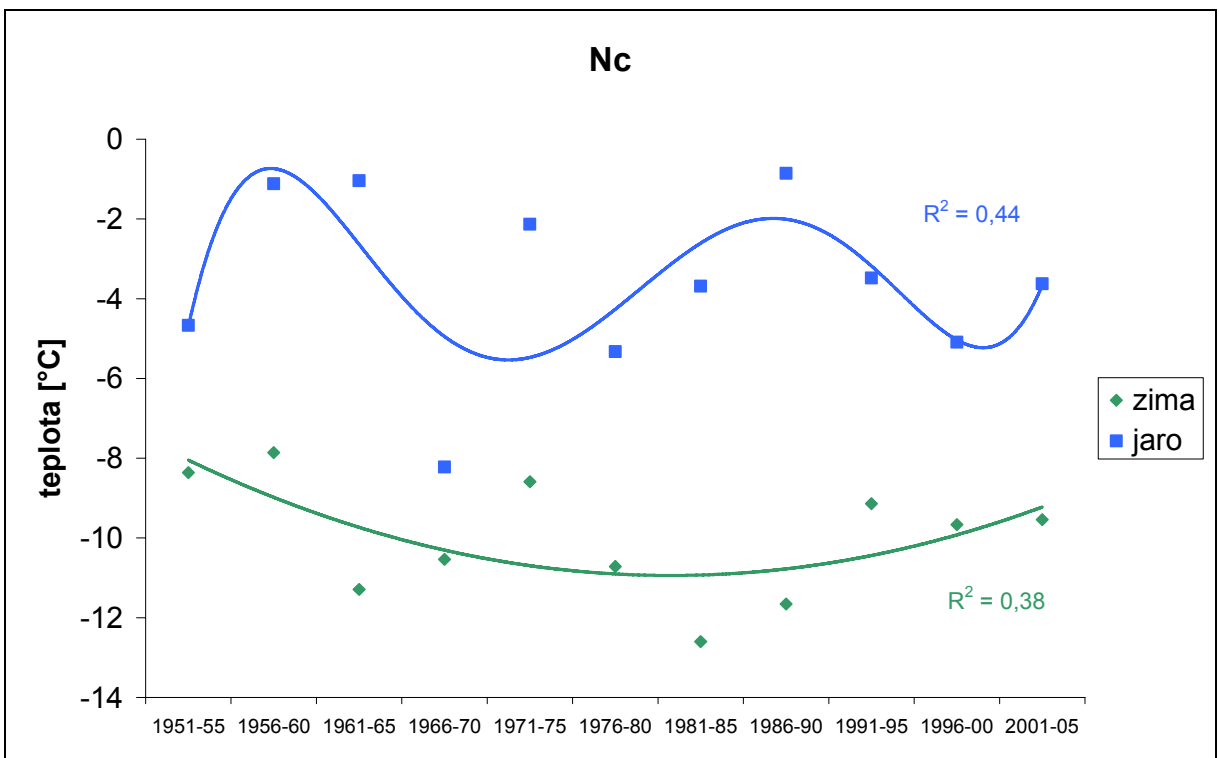
Obr. č. 134: Změny teploty pro synoptický typ Nc a meteorologickou stanici Klatovy v období 1951–2005



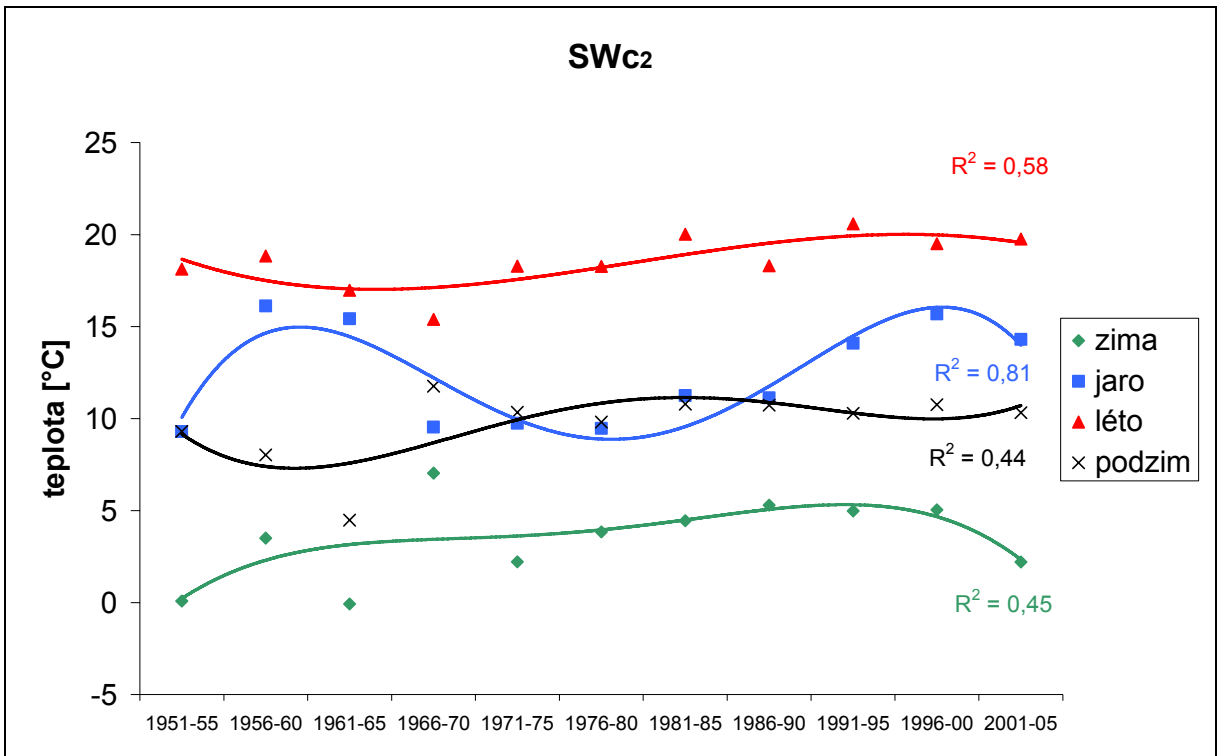
Obr. č. 135: Změny teploty pro synoptický typ Nc a meteorologickou stanici Poděbrady v období 1951–2005



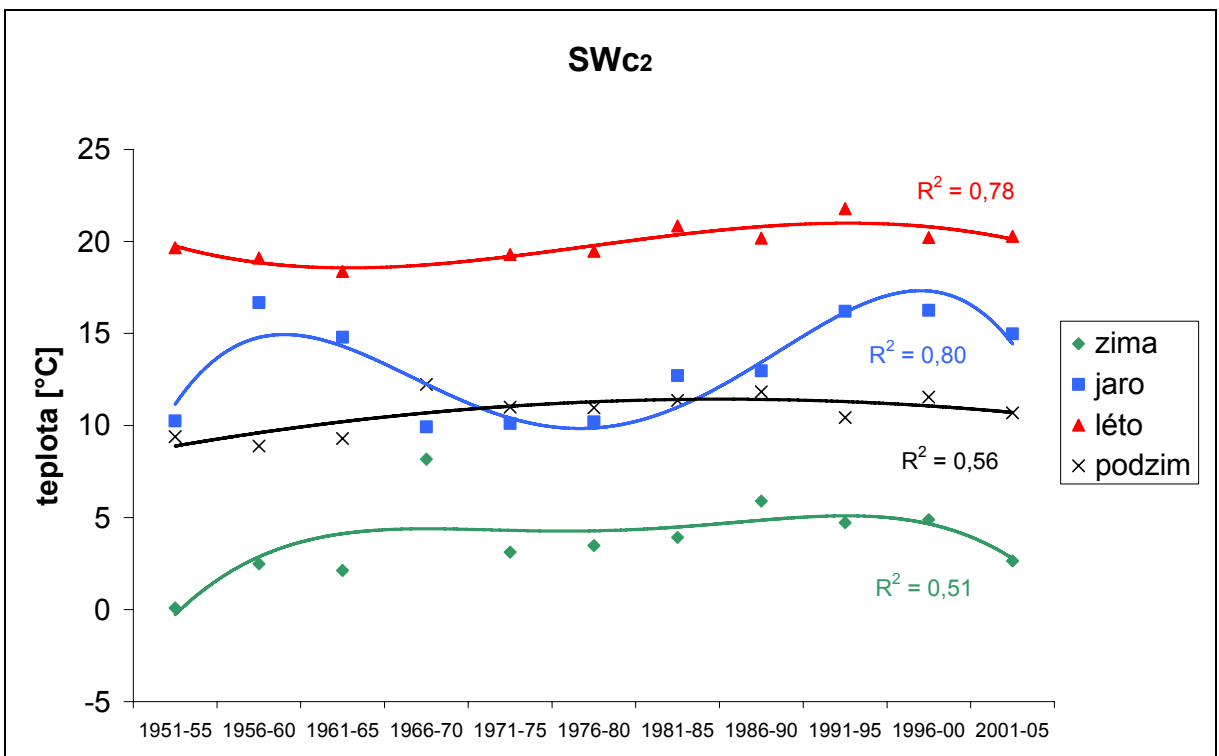
Obr. č. 136: Změny teploty pro synoptický typ Nc a meteorologickou stanici Milešovka v období 1951–2005



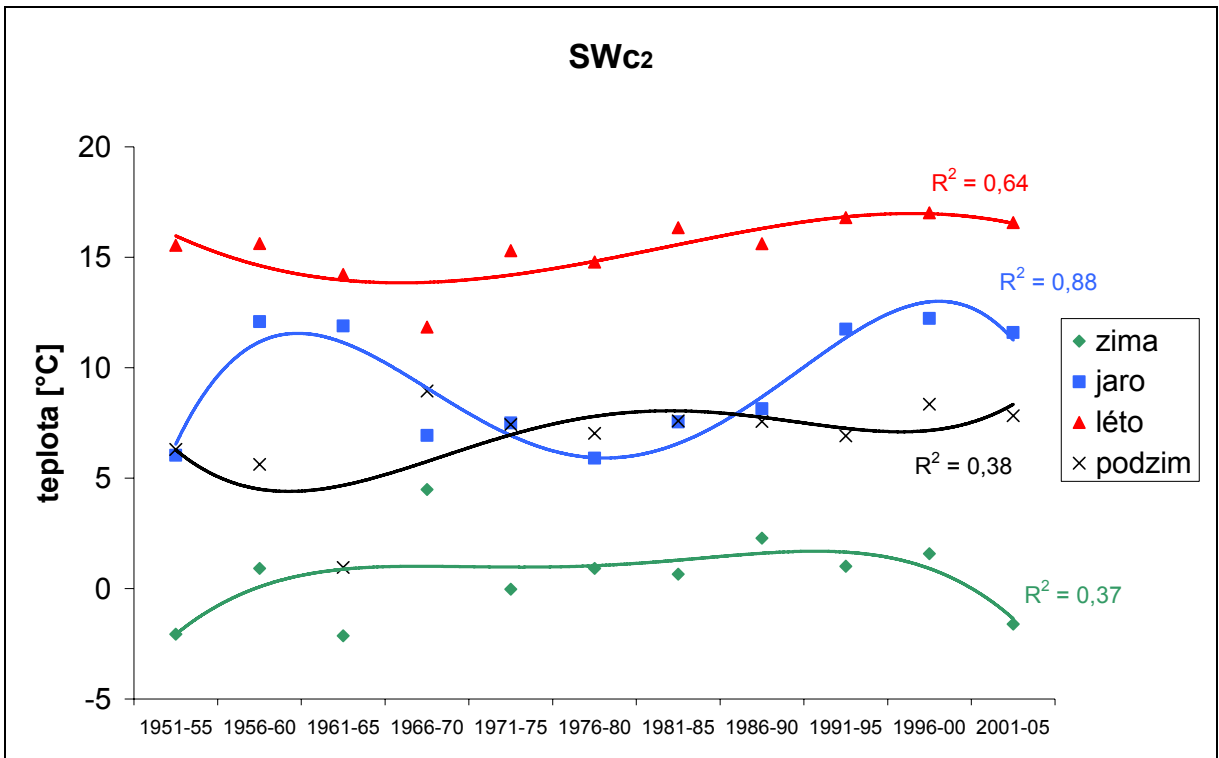
Obr. č. 137: Změny teploty pro synoptický typ Nc a meteorologickou stanici na Lysé hoře v období 1951–2005



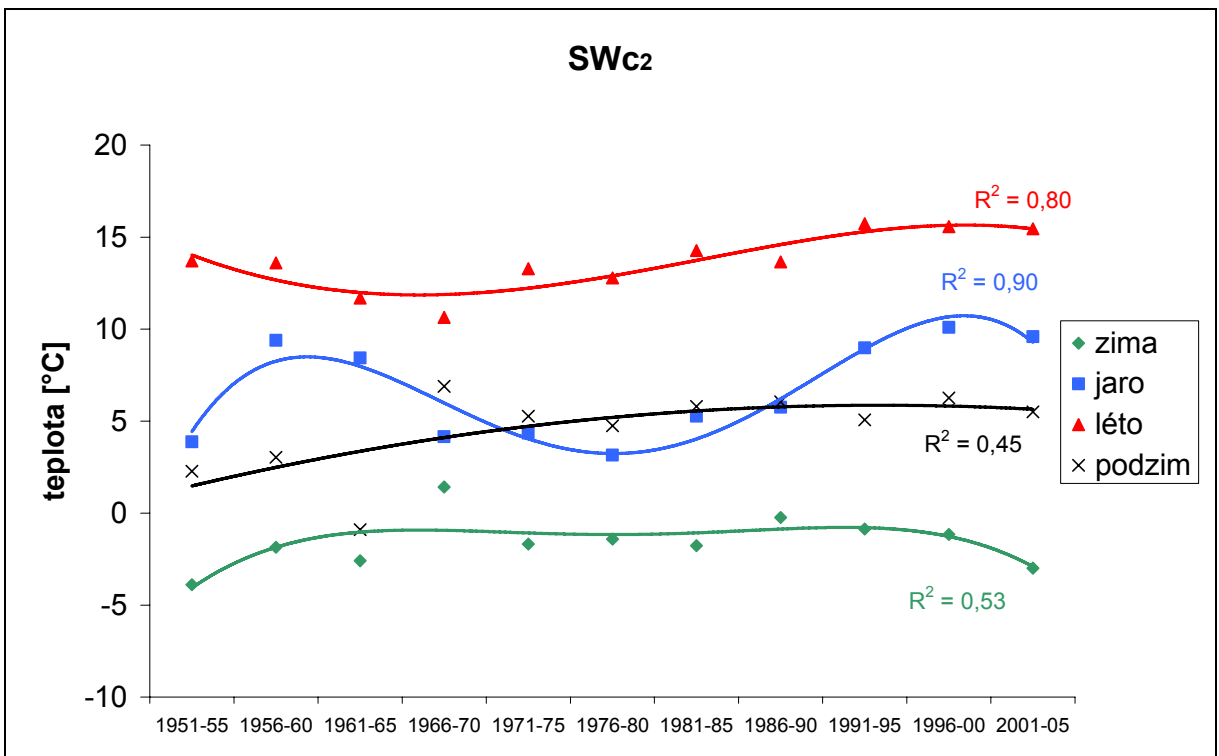
Obr. č. 138: Změny teploty pro synoptický typ SWc2 a meteorologickou stanici Klatovy v období 1951–2005



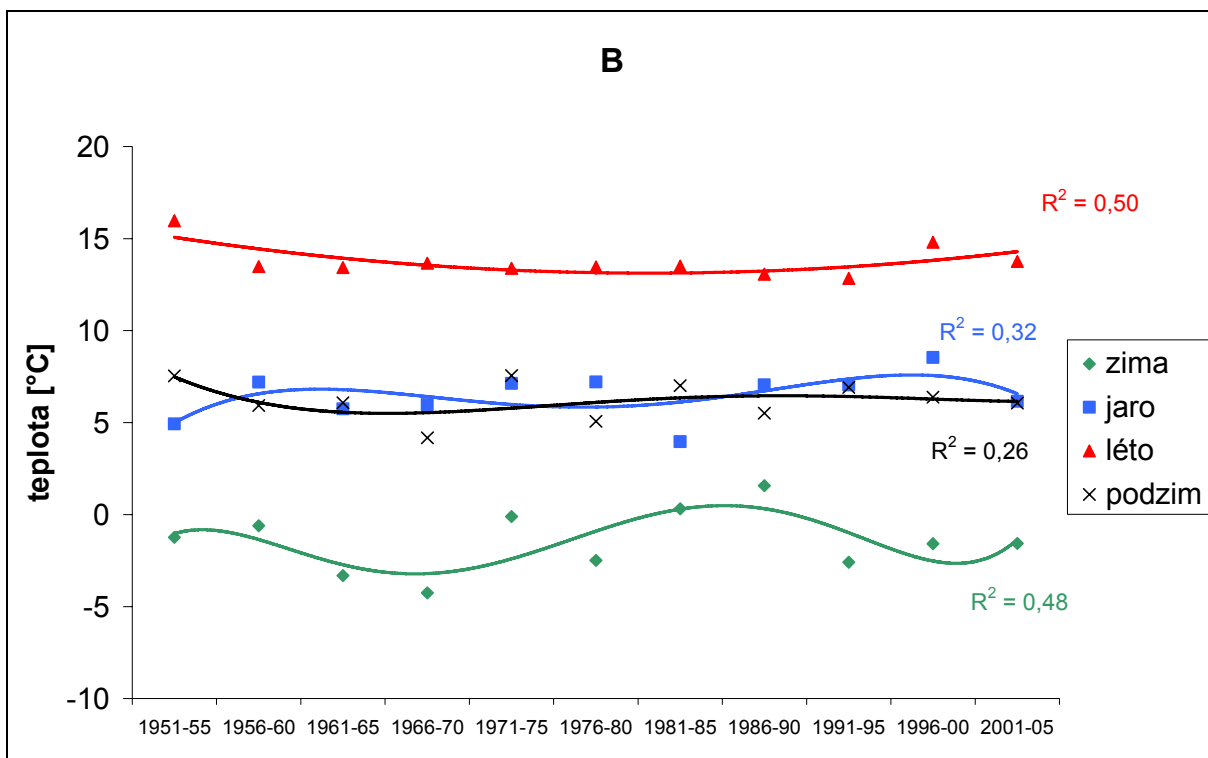
Obr. č. 139: Změny teploty pro synoptický typ SWc2 a meteorologickou stanici Poděbrady v období 1951–2005



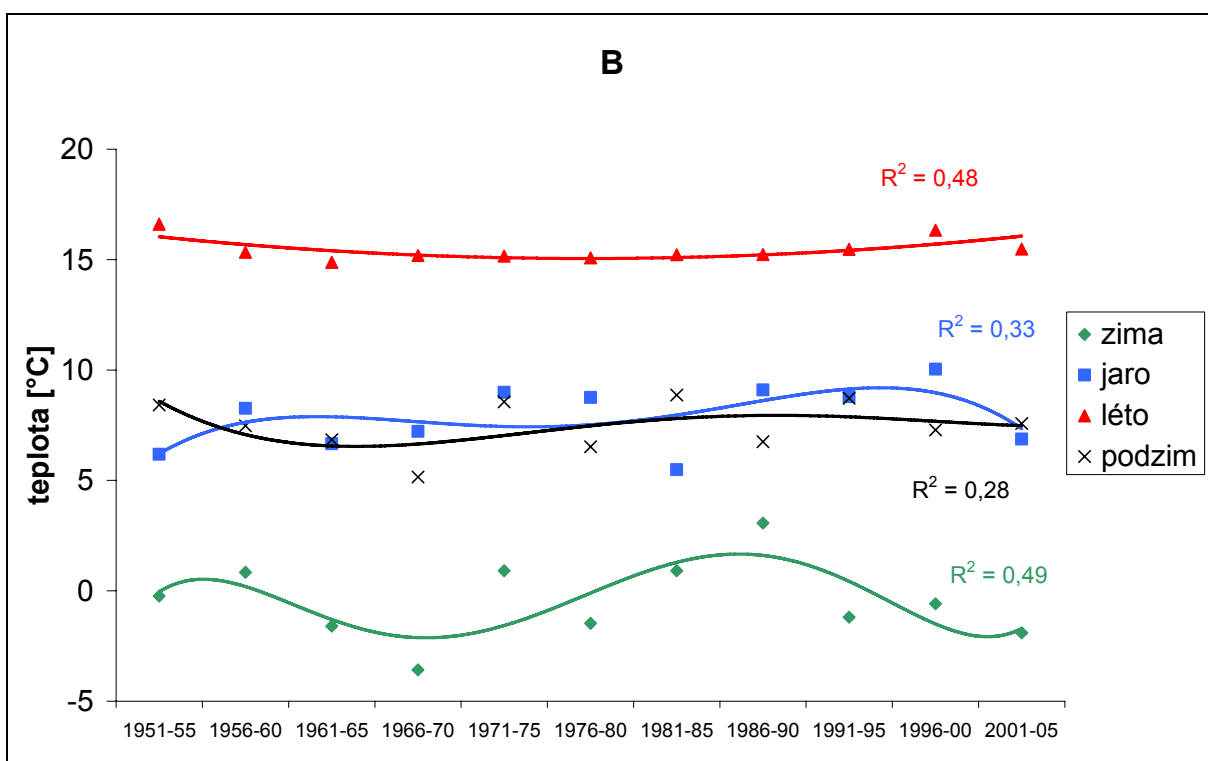
Obr. č. 140: Změny teploty pro synoptický typ SWc2 a meteorologickou stanici Milešovka v období 1951–2005



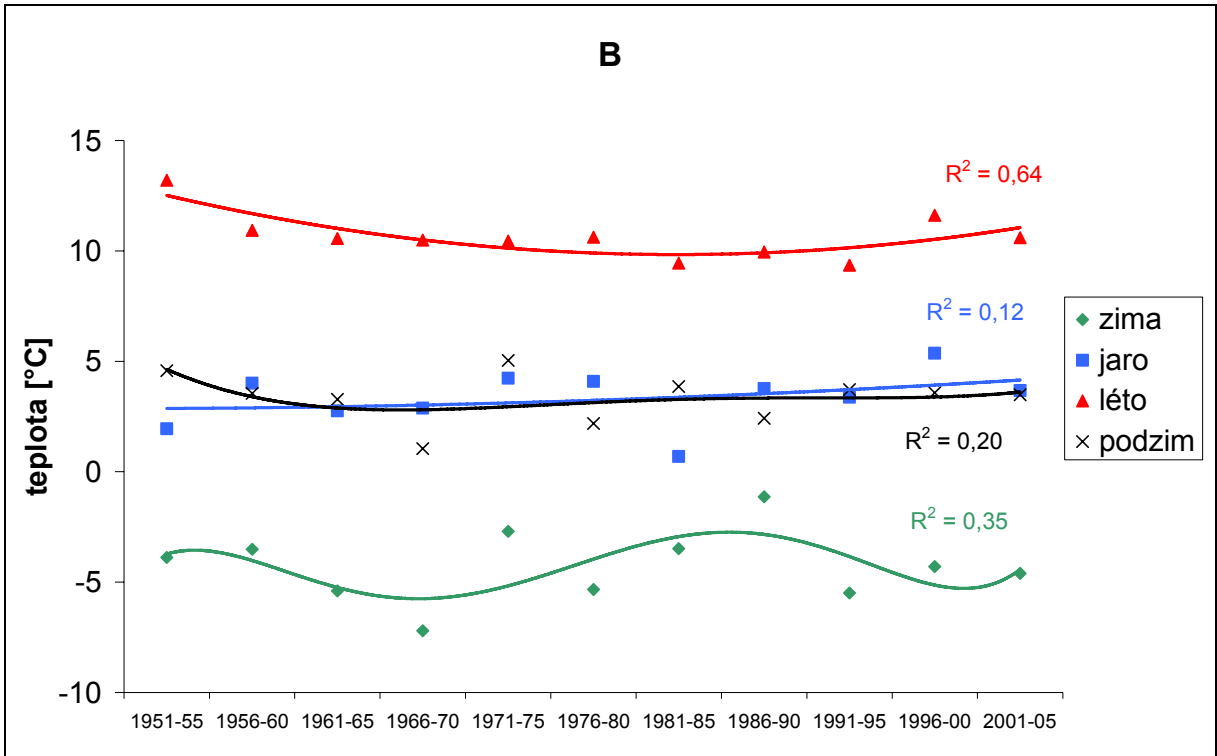
Obr. č. 141: Změny teploty pro synoptický typ SWc2 a meteorologickou stanici na Lysé hoře v období 1951–2005



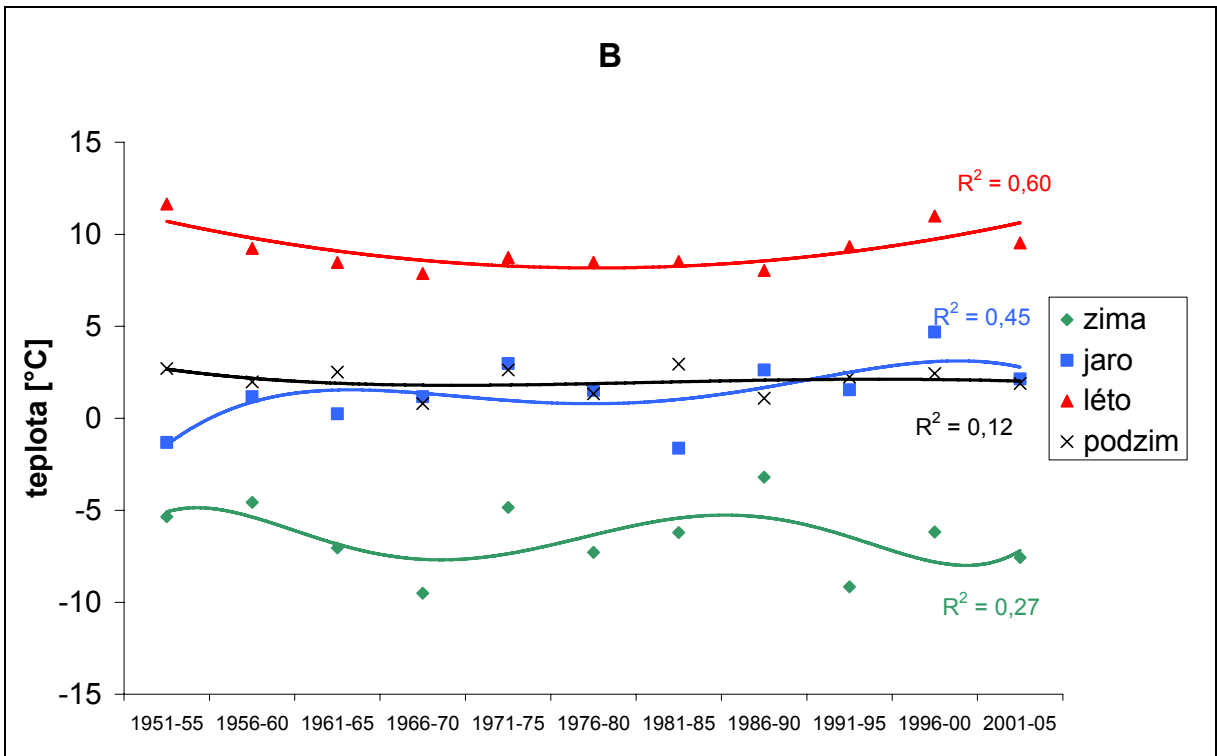
Obr. č. 142: Změny teploty pro synoptický typ B a meteorologickou stanicí Klatovy v období 1951–2005



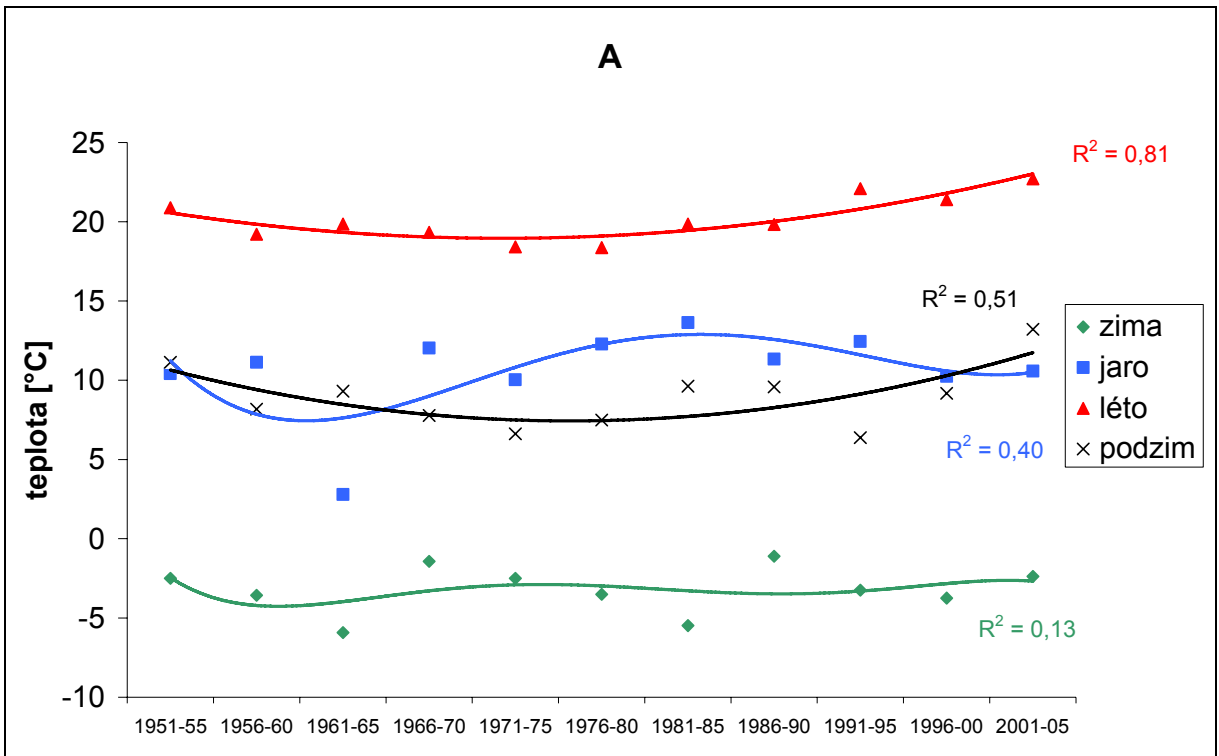
Obr. č. 143: Změny teploty pro synoptický typ B a meteorologickou stanicí Poděbrady v období 1951–2005



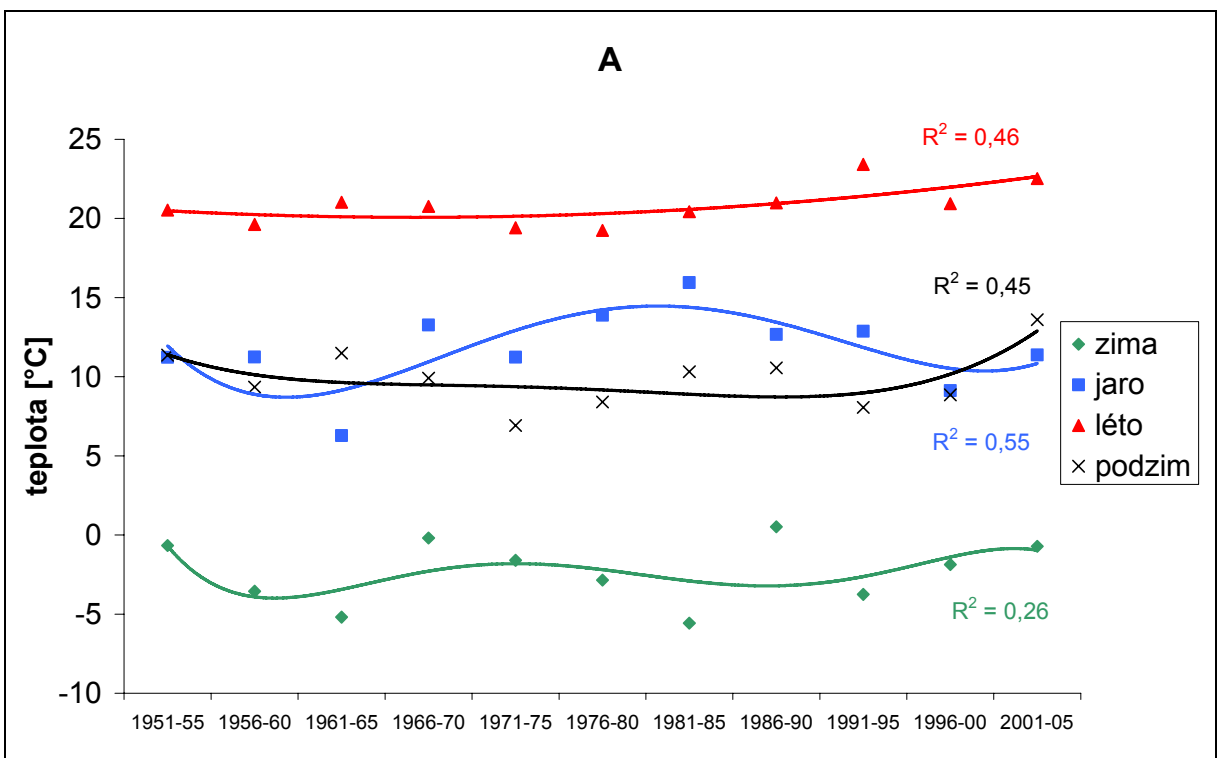
Obr. č. 144: Změny teploty pro synoptický typ B a meteorologickou stanicí Milešovka v období 1951–2005



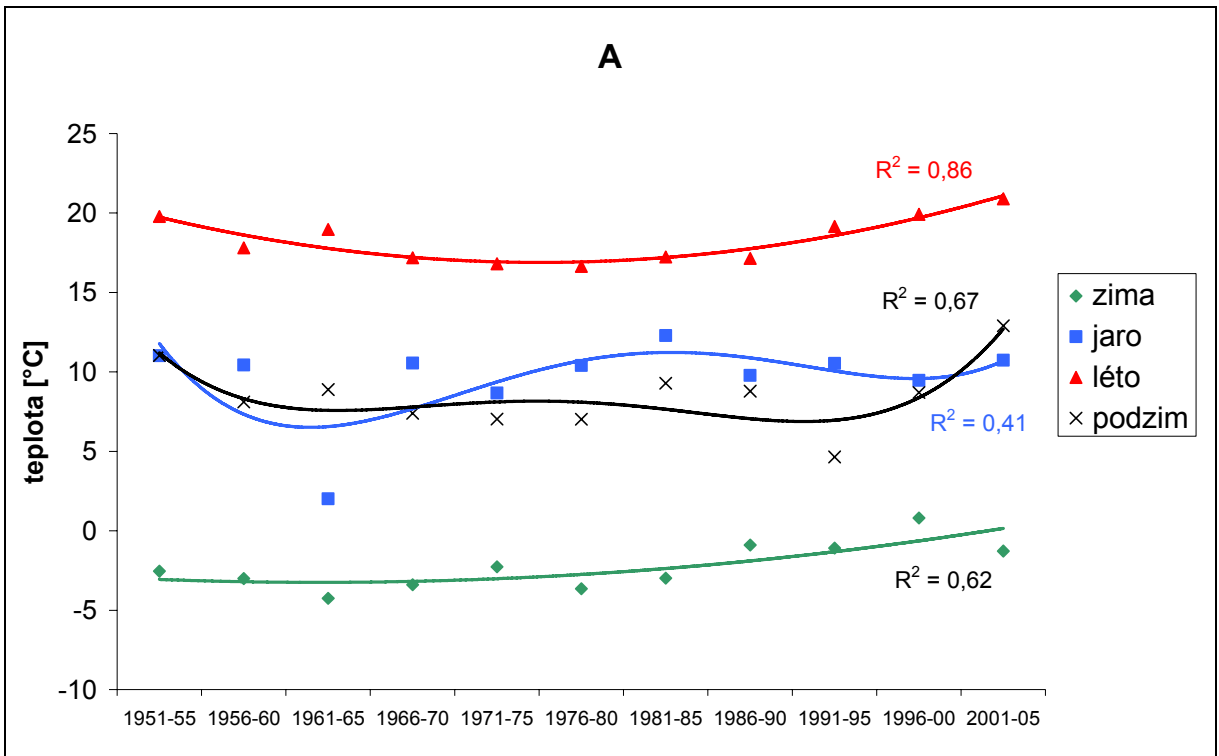
Obr. č. 145: Změny teploty pro synoptický typ B a meteorologickou stanicí na Lysé hoře v období 1951–2005



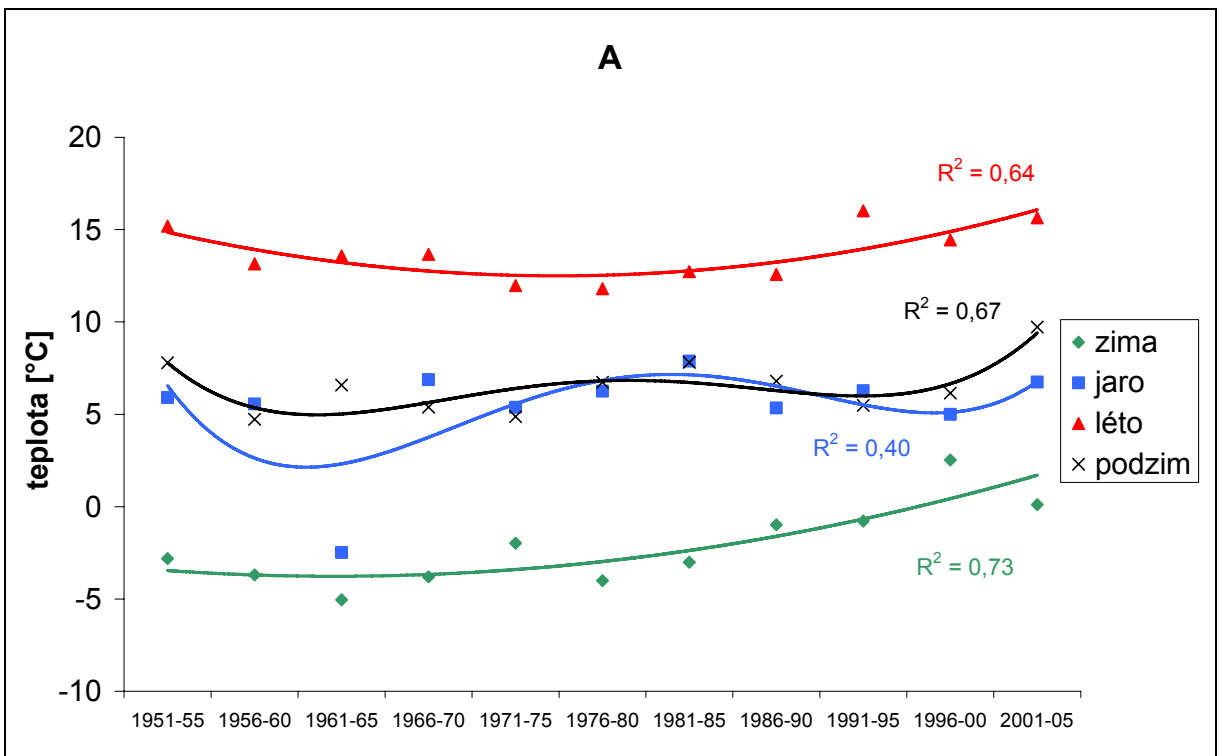
Obr. č. 146: Změny teploty pro synoptický typ A a meteorologickou stanicí Klatovy v období 1951–2005



Obr. č. 147: Změny teploty pro synoptický typ A a meteorologickou stanicí Poděbrady v období 1951–2005



Obr. č. 148: Změny teploty pro synoptický typ A a meteorologickou stanicí Milešovka v období 1951–2005



Obr. č. 149: Změny teploty pro synoptický typ A a meteorologickou stanicí na Lysé hoře v období 1951–2005