

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra geografie

David ABRAHÁMEK

**Severoatlantická oscilace (NAO) a její vliv na synoptické poměry
v Česku**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Martin Jurek, Ph.D

Olomouc 2012

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovával samostatně a že jsem uvedl veškeré použité zdroje v seznamu literatury.

V Olomouci dne 10. 5. 2012

podpis:

Rád bych na tomto místě poděkoval panu RNDr. Martinu Jurkovi, Ph.D., za ochotu, čas a rady při vedení bakalářské práce a taky svým rodičům za vytváření příjemného prostředí k práci.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
Přirodovědecká fakulta
Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **David ABRAHÁMEK**
Osobní číslo: **R08062**
Studijní program: **B1301 Geografie**
Studijní obor: **Regionální geografie**
Název tématu: **Severoatlantická oscilace (NAO) a její vliv na synoptické poměry v Česku**
Zadávací katedra: **Katedra geografie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem bakalářské práce je zhodnotit vliv Severoatlantické oscilace (NAO) na synoptické poměry nad územím České republiky. Bude analyzován vztah mezi indexem NAO a synoptickými situacemi podle katalogu ČHMÚ od roku 1946 do současnosti, záměrem je přitom postihnout případné charakteristické rysy chodu synoptických situací v závislosti na kladné a záporné fázi NAO.

Rozsah grafických prací: **Podle potřeb zadání**
Rozsah pracovní zprávy: **5 000 - 8 000 slov**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

- ČHMÚ (2010) Typizace synoptických situací pro území České republiky (on-line, cit. 2010-05-14). Dostupné z WWW: <http://www.chmi.cz/meteo/om/mk/syntypiz/kalendar.html>
- Hurrell, J. W., Deser, C. (2010) North Atlantic climate variability: The role of the North Atlantic Oscillation. *Journal of Marine Systems* 79, p. 231-244.
- Oliver, J. E. ed. (2005) *Encyclopedia of World Climatology*. Springer. ISBN 1-4020-3266-8.
- Queralt, S. et al. (2009): North Atlantic Oscillation influence and weather types associated with winter total and extreme precipitation events in Spain. *Atmospheric Research* 94, p. 675-683.
- Vallis, G. K., Gerber, E. P. (2008) Local and hemispheric dynamics of the North Atlantic Oscillation, annular patterns and the zonal index. *Dynamics of Atmospheres and Oceans* 44, p. 184-212.
- Wetterzentrale (2010): *Wetter : Wetterzentrale* (on-line, cit. 2010-05-14). Dostupné z WWW: <http://www.wetterzentrale.de/>

Vedoucí bakalářské práce: **RNDr. Martin Jurek, Ph.D.**
Katedra geografie

Datum zadání bakalářské práce: **14. května 2010**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2011**

L.S.

Prof. RNDr. Juraj Ševčík, Ph.D.
děkan

Doc. RNDr. Zdeněk Szczyrba, Ph.D.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 14. května 2010

OBSAH:

	Úvod	7
1	Cíle práce	8
2	Metodika práce	9
2.1	Zhodnocení dostupné literatury	9
2.2	Metody hodnocení (analýzy)	9
3	Charakteristika severoatlantické oscilace	10
3.1	Popis a definice NAO	10
3.2	Kladné a záporné fáze NAO	13
3.3	Cykly NAO a AO	16
4	Synoptické situace v ČR a index NAO	18
4.1	Denní indexy NAO a kategorie synoptických situací	18
4.2	Statistika denních indexů NAO a závislost na synoptických situacích	22
4.3	Syn. situace při kladné NAO v letech 1950 – 2010 (říjen - březen)	25
4.4	Syn. situace při záporné NAO v letech 1950 – 2010 (říjen – březen)	35
5	Vliv NAO na klima Evropy a České republiky	52
5.1	Budoucnost NAO a klimatu v Evropě a České republice	53
6	Závěr	55
7	Summary	57
8	Seznam literatury	58

Úvod

Protože mě již dlouhodobě zajímá především meteorologie a klimatologie, rozhodl jsem se vybrat takové téma své bakalářské práce, které se jich dotýká. Problematika Severoatlantické oscilace (dále jen NAO) a jejích vlivů na klima především v Evropě mi vždy přišla obzvláště zajímavá.

Tato práce se rozhodně nesnaží být průlomovou, jejím cílem je pouhé nastínění vlivu NAO na synoptiku v oblasti České republiky. Nicméně domnívám se, že systém NAO není zatím tak známý a tudíž sledovaný jako například ENSO (El Niño – Jižní oscilace), proto každá další dílčí práce na toto téma může být přínosem. Zejména vliv na synoptické situace v regionálním měřítku není ještě dostatečně prozkoumán.

NAO (podobně jako ENSO) bývá vyjadřována indexy, které jsou založeny na rozdílu tlaku mezi dvěma hlavními oblastmi. V případě NAO je první oblastí Island, kde sídlí stacionární tlaková níže a druhou oblastí jsou Azorské ostrovy, popřípadě Portugalsko – to jsou oblasti, kde se nachází stacionární tlaková výše.

Důležitým hybatelem pro klima celé Evropy a tedy i České republiky jsou bezesporu NAO a její krátkodobé klimatické cykly. A právě tyto cykly, aniž si to uvědomujeme, mají vliv na synoptické situace v ČR. A od synoptických situací se pak už můžou odvíjet jednotlivé meteorologické prvky v ČR.

1 Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je zhodnotit vliv NAO na synoptické poměry nad územím České republiky. Tento vztah bude sledován od roku 1950 až do roku 2010, přičemž důraz bude klást na poslední desetiletí. V bakalářské práci se budu hlavně zaměřovat na chladnou část roku, tzn. říjen až březen, protože mimo toto období má NAO daleko menší vliv, než v teplejší části roku. Součástí bude analýza synoptických situací v prostoru České republiky v závislosti na hodnotě indexu NAO, a to jak v měsíčních indexech tak i denních. Okrajově pak bude zmíněna Arktická oscilace (AO), která také ovlivňuje, společně s NAO, počasí ve střední Evropě. Rovněž se zmíním o vlivu NAO na počasí v jednotlivých částech Evropy. V posledních částech bude naznačen pravděpodobný vývoj NAO a dopady, které může způsobit v následujících letech případně desetiletích. V denních indexech NAO byla provedena i analýza základních statistických metod. Práce má za cíl vznést hypotézu k vyjádření závislosti indexů NAO a synoptických situací.

2 Metodika práce

2.1 Zhodnocení dostupné literatury

Základní metodiku práce tvoří analýza a interpretace informací z dostupné literatury. Data jsou tvořena zejména indexy NAO a katalogem povětrnostních situací. Jedná se převážně o zdroje, které se týkají NAO a jejích dopadů na Evropské klima a počasí. V literatuře české provenience se přímou vazbou indexů NAO a synoptiky nikdo podrobněji nezabýval, pouze V. Cílek se v časopisu Vesmír věnuje samotné NAO a jejím cyklům, synoptickými poměry však do důsledků nezabývá (www.chmi.cz – katalog syn. situací, 10. 3. 2012; www.cpc.ncep.noaa.gov – tabulka indexů NAO, 10. 3. 2012). V zahraniční literatuře se věnuje problematice NAO a synoptice zejména J. C. Rogers a J. Hurrell, další autoři se věnují NAO a jejím dopadům i v jiných oblastech než jen v Evropě, nicméně i tak je v jejich pracích Evropa zmíněna. Další podpůrnou literaturu tvoří Atlas podnebí Česka, který je vhodný zejména pro jednotlivé povětrnostní situace a pro konkrétní polohy tlakových útvarů. Pro tyto účely bylo rovněž využito knihy Počasí kolem nás od Vladimíra Seiferta a Malé encyklopedie počasí od německého autora Güntra Rotha. K základnímu popisu tlakových útvarů byla použita kniha - Jak vzniká počasí od Jaroslava Kopáčka a Jana Bednáře. Ke grafickému znázornění vybraných synoptických situací bylo využito anglické meteorologické služby METOFFICE a německé meteorologické služby WETTERZENTRALE.

2.2 Metody hodnocení (analýzy)

K vytvoření analýzy chodu synoptických situací ve vztahu k NAO bylo využito Atlasu podnebí Česka, katalogu povětrnostních situací ČR a katalogu indexů NAO. (Tolasz a kol., 2007; www.chmi.cz – katalog syn. situací, 10.3 2012; www.cpc.ncep.noaa.gov – katalog denních indexů NAO, 10. 3. 2012). Tuto analýzu doplňují také informace o teplotních či srážkových charakteristikách na území ČR převzaté z publikace Počasí kolem nás a částečně se opírají i o měsíční indexy NAO (Seifert, 1994).

K získání dalších informací o NAO bylo využito několika čísel časopisu Vesmír, kde Václav Cílek často publikuje své články, které se zabývají NAO a jejím dopadem na počasí a klima. Dále byla použita zahraniční literatura, která se dá však použít spíše obecněji, protože se příliš nezabývá podmínkami v České republice, ale Evropě jako celku (Rogers, 1997; Hurrell, 2001; Martyn, 1995 a další).

3 Charakteristika Severoatlantické oscilace

3.1 Popis a definice NAO

Severoatlantická oscilace je jev vyskytující se v severní části Atlantského oceánu. Patří do skupiny krátkodobých a velkoměřítkových klimatických cyklů, které trvají řádově roky až desetiletí, tudíž vykazuje značnou variabilitu v klimatickém systému Atlantského oceánu. NAO byla objevena v roce 1920 sirem Gilbertem Walkerem. Podrobnější údaje jsou však až od roku 1950, kdy máme k dispozici indexy NAO pro jednotlivé měsíce (Lamb-Peppler, 1987; Rogers, 1997).

Václav Cílek popisuje NAO jako jev, který lze definovat rozdílem tlaku mezi dvěma určujícími oblastmi – první z nich je oblast mezi 30. až 40. stupněm severní šířky v prostoru od Azorských ostrovů po Pyrenejský poloostrov – oblast kvazistacionární tlakové výše. Druhou klíčovou oblastí je prostor mezi 60. až 70. stupněm severní šířky u Islandu a jižního Grónska – kvazistacionární tlaková níže. Podle konvence se za krajní body NAO považují meteorologické stanice Lisabon v Portugalsku a Stykkisholmur na Islandu.

NAO je vyjádřena pomocí různých indexů Severoatlantické oscilace. Mezi nejběžnější patří tzv. staniční indexy, které definují NAO normovanými rozdíly tlaku vzduchu na hladině moře mezi bodem, který reprezentuje Azorskou tlakovou výši („jižní stanice“) a bodem, který reprezentuje Islandskou tlakovou níži („severní stanice“). NAO byla popsána různými autory, kteří se však liší ve výběru konkrétních akčních center atmosféry v severním Atlantiku. V této bakalářské práci budeme vycházet ze staničních indexů dle Hurrella. Existují však ještě tři způsoby vyjádření NAO. Například (Rogers, 1997) považuje krajní body stanici Ponta Delgada na Azorských ostrovech a Akureyi na Islandu. Dále (Jones, 1997) uvádí jako jižní stanici Gibraltar a severní islandský Stykkisholmur. Tady vidíme, že severní stanice je stejná, kterou používá i Hurrell.

V druhém odstavci bylo psáno o kvazistacionární tlakové výši, avšak tento tlakový útvar se rozděluje do několika typů a stadií a pro přehlednost NAO je nutné je rozdělit. Anticyklony v závislosti na zeměpisných a meteorologických podmínkách tvoření rozlišujeme (rozdělení viz Kopáček-Bednář, 2005) následovně:

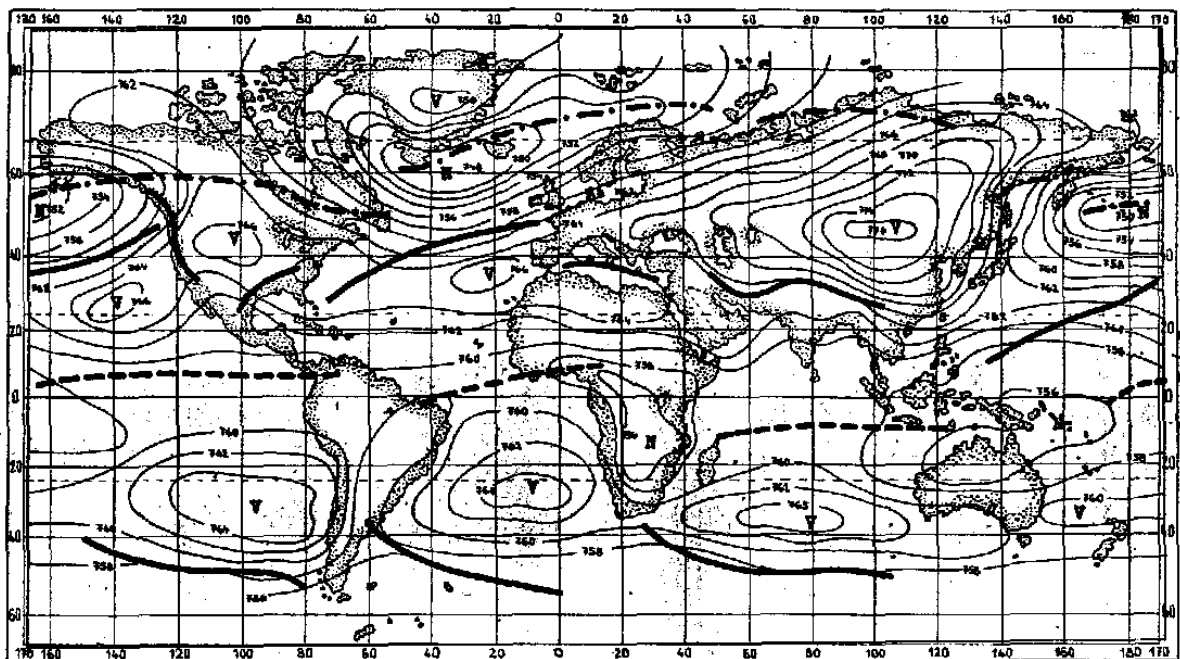
1. mimotropické anticyklony, které dále dělíme na

- studené – pohyblivé anticyklony, které oddělují jednotlivé cyklony jedné série cyklon
- uzavírající – pohyblivé anticyklony uzavírající rodinu cyklon
- stacionární anticyklony (nezaměňovat s kvazistacionárními anticyklony)

2. subtropické anticyklony – málo pohyblivé (kvazistacionární) anticyklony v subtropické zóně. Právě tyto anticyklony jsou důležité pro vyjadřování indexu NAO. Zůstávají nad daným místem po velkou část roku, avšak ne pořád.

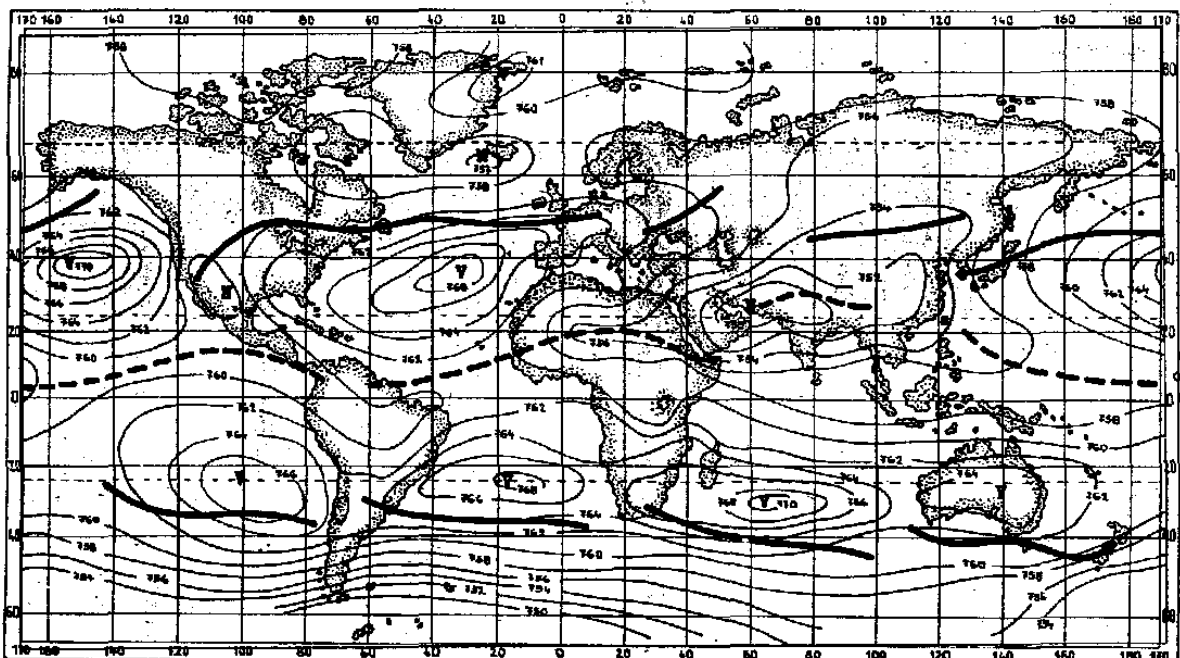
U tlakových níží (cyklon) není dělení tak striktní a rozdělují se pouze na tropické a mimotropické, přičemž tropické cyklony nás pro význam NAO nemusejí vůbec zajímat.

K předchozímu viz obrázek na následující straně.



Obr.8a : Průměrný tlak vzduchu (v mm Hg) a poloha hlavních atmosférických front v lednu
 (--- arktická fronta, — polární fronta, -.-.- tropická fronta)

Obr. 1 Rozložení kvazistacionárních tlakových výší a níží v lednu (Kopáček-Astapenko, 1982)



Obr.8b : Průměrný tlak vzduchu (v mm Hg) a poloha hlavních atmosférických front v červenci
 (— polární fronta, --- tropická fronta)

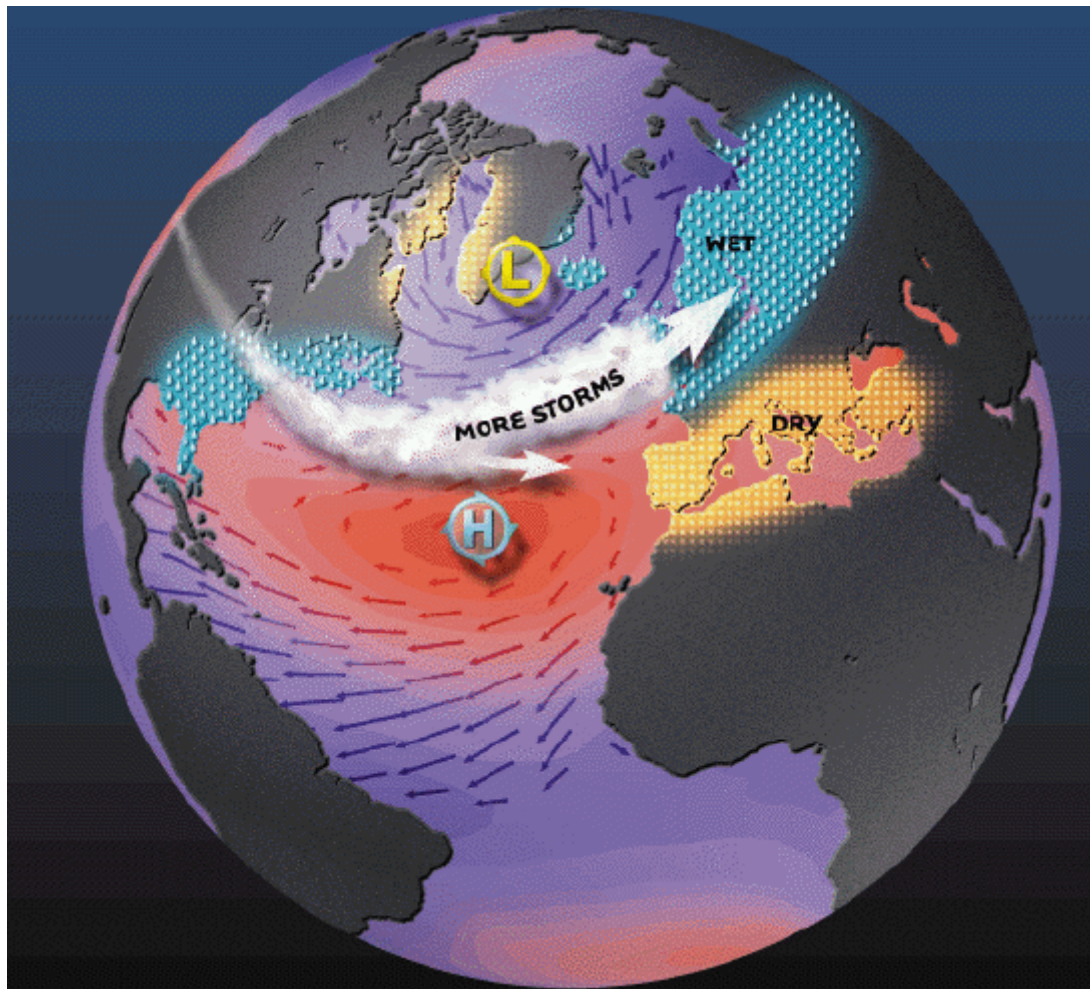
Obr. 2 Rozložení kvazistacionárních tlakových výší a níží v červenci (Astapenko- Kopáček, 1982)

3.2 Kladné a záporné fáze NAO

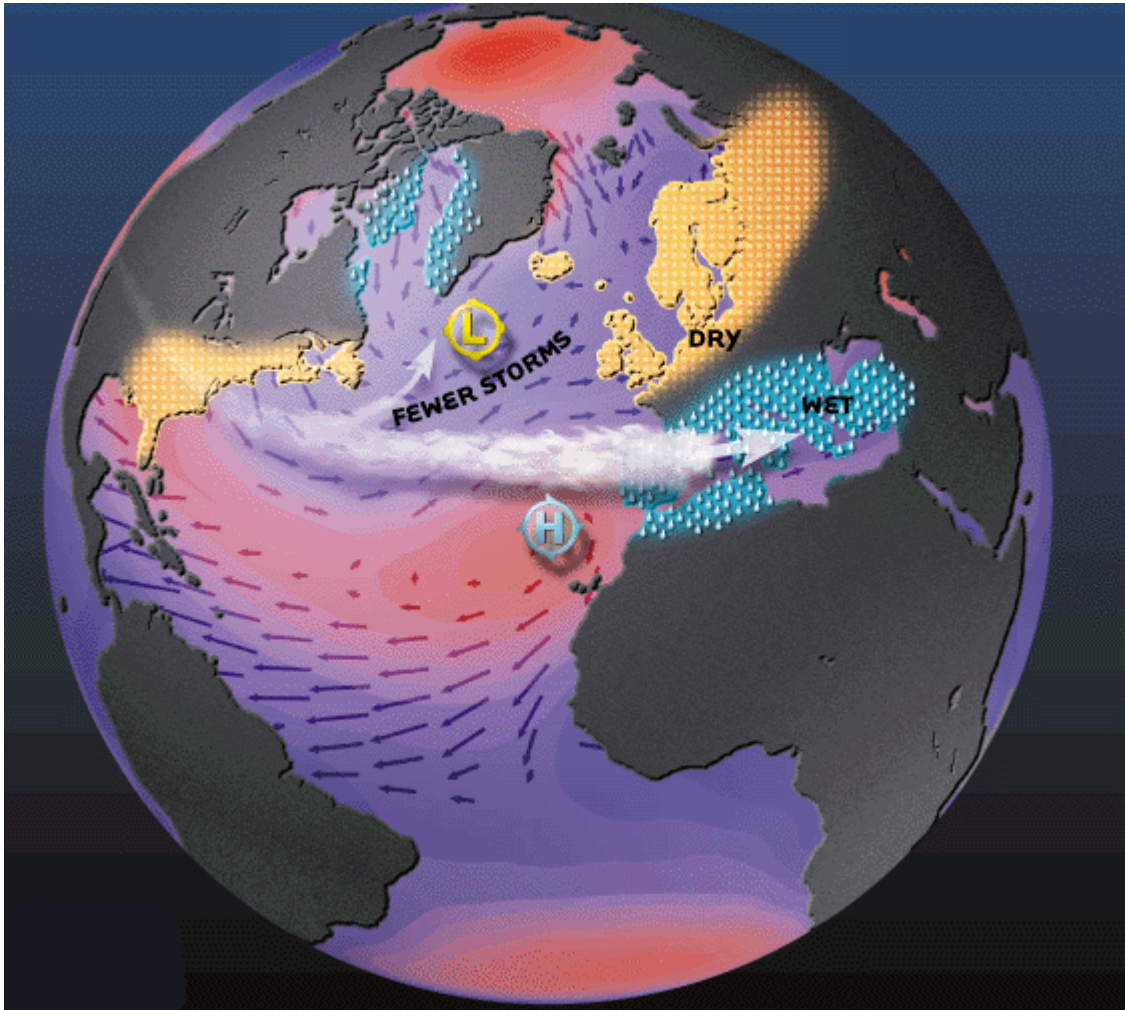
V rámci NAO rozlišujeme 2 fáze – kladnou a zápornou. Při kladné fázi NAO jsou kvazistacionární tlakové útvary uspořádány tak, že oblast tlakové výše leží tradičně u Azorských ostrovů a oblast tlakové níže v oblasti Islandu (Hurrell, 2001). Mezi těmito tlakovými útvary zesiluje zonální proudění, které přináší do České republiky v chladné části půlroku teplé a vlhké počasí. Trasy jednotlivých tlakových níží vedou přes severní Evropu dále k východu. Obecně se dá říci, že čím je větší tlakový gradient, tím je větší transport tepla z atlantského oceánu. Charakter zim v Česku je při kladné fázi NAO velmi vlhký a teplý, ochlazení, která se dostávají na zadních stranách postupujících tlakových níží, jsou jen nevýrazná. Pro úplnost charakterem teplých zim je v tomto případě postižena většina Evropy a naopak Grónsko a Kanada mají suché a studené zimy (Rogers, 1997).

Při záporné fázi NAO se oblast tlakových níží posunuje výrazně na jih, a oblast azorské tlakové výše téměř mizí nebo je nevýrazná a to v oblasti Kanárských ostrovů. Trasy tlakových níží vedou přes středomoří. Oblast vysokého tlaku se objeví nad Grónskem a severní Evropou v podobě sibiřské tlakové výše (Rogers, 1997). V České republice v tomto případě nastává většinou studené kontinentální počasí. I když nemusí to tak platit vždy, protože tlakové níže přicházející z jižní Evropy často způsobují výrazná teplotní rozhraní a počasí je v tomto případě velmi komplikované. Podrobně se budeme zabývat jednotlivými povětrnostními situacemi v Česku (v závislosti na kladné či záporné NAO) zabývat v dalších kapitolách práce.

Kladná a záporná fáze NAO viz obrázky na dalších stranách (převzato z <http://www.ldeo.columbia.edu/res/pi/NAO/>, 10. 3. 2012).



Obr. 3 Kladná fáze NAO (teplé a vlhké počasí v Česku)



Obr. 4 Záporná fáze NAO (chladné a suché počasí v Česku)

3.3 Cykly NAO a AO

Protože NAO není osamocený klimatický cyklus, je nutné zmínit další faktory, které s NAO velmi úzce souvisí. Arktická oscilace (dále jen AO) je obecně považována za součást širšího mechanismu NAO. Dá se popsat jednoduchým způsobem a to jako rozdíl atmosférického tlaku mezi polární oblastí a mírným pásem. V případě pozitivní fáze AO je tlak nižší než normálně nad Arktidou a vyšší než normálně v mírném pásmu. V negativní fázi platí opak. Rozdíl mezi NAO a AO je ten, že AO je více dynamická a častěji se proměňuje a její indexy mají větší odchylky než NAO. Nejvíce je to znát v zimním období (Cílek, 2009).

Dopady na zimy v Česku závisí i na této součásti NAO. Oba indexy většinou bývají podobné, avšak mohou působit i protichůdně. Může se stát, že NAO je v rámci normy a AO jde výrazně do záporu. V takovém případě je předpovídání synoptického vývoje mnohem více komplikované, než když AO a NAO drží spolu.

Například v zimě 2009/2010 byla hodnota AO v prosinci -3,4 což je nejnižší hodnota od roku 1950. Zatímco Arktida byla až o 7 °C nad dlouhodobým normálem, tak do Česka proudil tou dobou velmi studený vzduch ze severovýchodu, Nutno dodat, že NAO byla taky v záporné fázi, takže to žádné mimořádné překvapení nebylo.

I přesto, že se AO během týdnů často proměňuje, dají se vyzorovat delší a periodické cykly (tak i u NAO). Přibližně od roku 1950 do roku 1980 zůstávala AO dlouhodobě (ale přerušovaně) v negativní fázi, kdežto v 80. a 90. letech se dá pozorovat jistá změna cyklu, kdy AO i NAO jdou dlouhodoběji do fáze pozitivní, ovšem dodávám, že opět přerušovaně. Od roku 1980 se dá pozorovat zajímavý trend oteplujících se zim nad střední Evropou, což mohlo být právě způsobeno těmito cykly. Samozřejmě že i v období kladné AO se může objevit studená zima, ale pravděpodobnost je podstatně menší, než když je AO a NAO dlouhodobě záporná. Na začátku 21. století se opět NAO i AO opět překlápějí do své dlouhodobější záporné fáze. Toto střídání jednotlivých fází má zhruba 20ti až 30ti letou periodu. To znamená, že v pozitivní AO je chladná Arktida a teplejší a vlhčí klima ve střední Evropě. Dráhy tlakových níží vedou přes Britanii do Skandinávie a příležitostně až nad sever Ruska. Naopak středomoří se vysušuje vlivem větrů, které vanou od Sahary, přes jižní Evropu k jižnímu Atlantiku. Při negativní fázi AO je Arktida méně chladná, četnost vpádů do střední Evropy se zvyšuje a ve středomoří jsou častější průniky teplého a vlhkého vzduchu od Atlantiku přes severní Saharu do jihovýchodní Evropy. Z tohoto plyne, že při negativní fázi

AO se zvyšuje četnost extrémních povětrnostních situací v ČR, právě v důsledku velkých teplotních gradientů, které se nacházejí právě nad Střední Evropou (Cílek, 2009).

4 Synoptické situace v ČR a index NAO

Podle standardních kritérií rozdělujeme v ČR 28 základních synoptických situací. Každá synoptická situace má své určité specifikum a různou četnost a délku trvání v závislosti na ročním období a na severoatlantické oscilaci. Je nutno si uvědomit, že význam NAO na synoptických situacích je nejsilnější v zimním období, a ani v zimě nemusí plně fungovat. V teplé části roku je spíše potlačen jinými vlivy (Hurrell, 2001; Tolasz a kol., 2007).

4.1 Denní indexy NAO a kategorie synoptických situací

Index NAO je určen rozdílem tlaků mezi Azorami a Islandem, je-li tento rozdíl tlaků velký, pak NAO získává kladný index (0 je dlouhodobý průměr). Pakliže gradient zeslábně, je index záporný (Cílek, 1998). Vysoké kladné hodnoty indexu způsobují rychlý přenos vzduchu v zonálním směru, který je v podmínkách České republiky „přinášén“ z prostoru Atlantského oceánu (Lamb-Pepler, 1987)

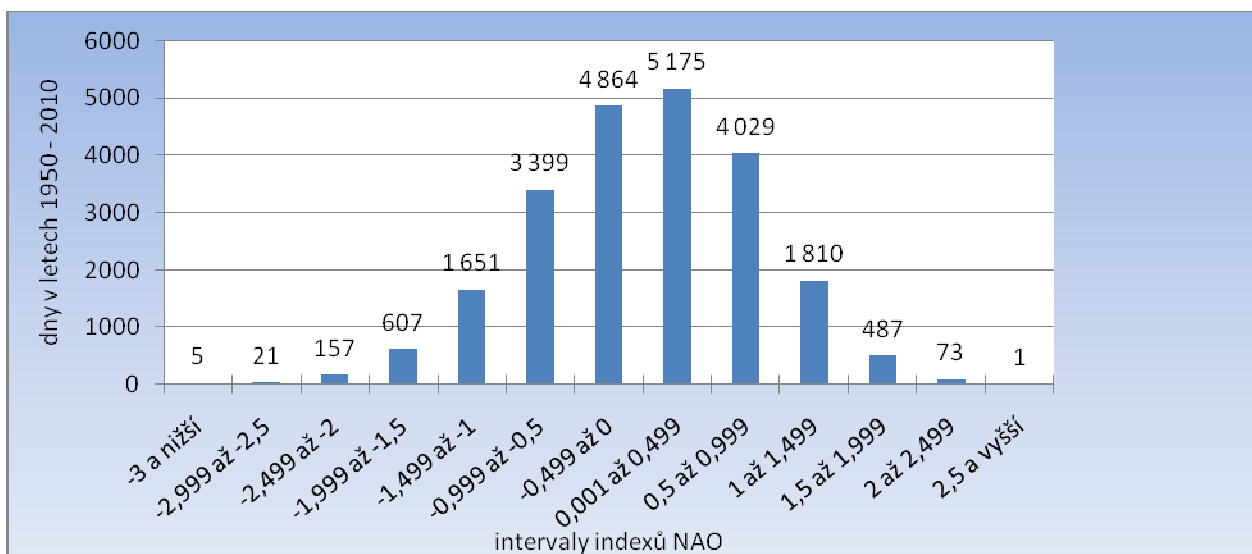
V průběhu roku 2011 byl vydán nový seznam denních indexů NAO od roku 1950 do současnosti, proto jsem se rozhodl přistoupit k vytvoření statistického souboru četností těchto indexů. Četnosti jsem rozdělil do období říjen až březen a duben až září a nakonec jako celek leden až prosinec, dále jsem rozdělil indexy NAO a to celkem do třinácti skupin, které jsou po 0,5. Celkově od -3 a nižší do $+2,5$ a vyšší. Dále tuto analýzu doplňují četnosti jednotlivých synoptických kategorií.

Bylo zjištěno, že v průběhu zkoumaných šedesáti let převažoval nejčastěji index v rozpětí 0,001 až 0,499, přičemž výrazněji se tento interval hodnot vyskytoval v zimním období. Nicméně i v letním období dominoval velmi slabý kladný index. Můžeme konstatovat, že tyto hodnoty indexu se vyskytovaly téměř 25% času v období od roku 1950 až 2010. Druhým nejčastějším intervalem je index mezi 0 a -0,499. V letním období jsme zaznamenali toto rozpětí častěji a totiž celkem ve 2449ti dnech, tj. o 34 dní více než v zimním. Takové hodnoty se vyskytovaly v letech 1950 až 2010 ve více jak 20% případů. Třetí nejvýraznější hodnota je 0,5 až 0,999. Tady se situace obrací. Můžeme si povšimnout navýšení počtu dnů v této hodnotě v zimním období o 209 dní oproti letnímu. Tento obor hodnot se však již celkově vyskytuje pouze asi v 17ti % případů. Poslední významnější interval je -0,5 až -0,999, který se vyskytuje mnohem výrazněji v letním období než v zimním to celkem o 349 dní. Celkem

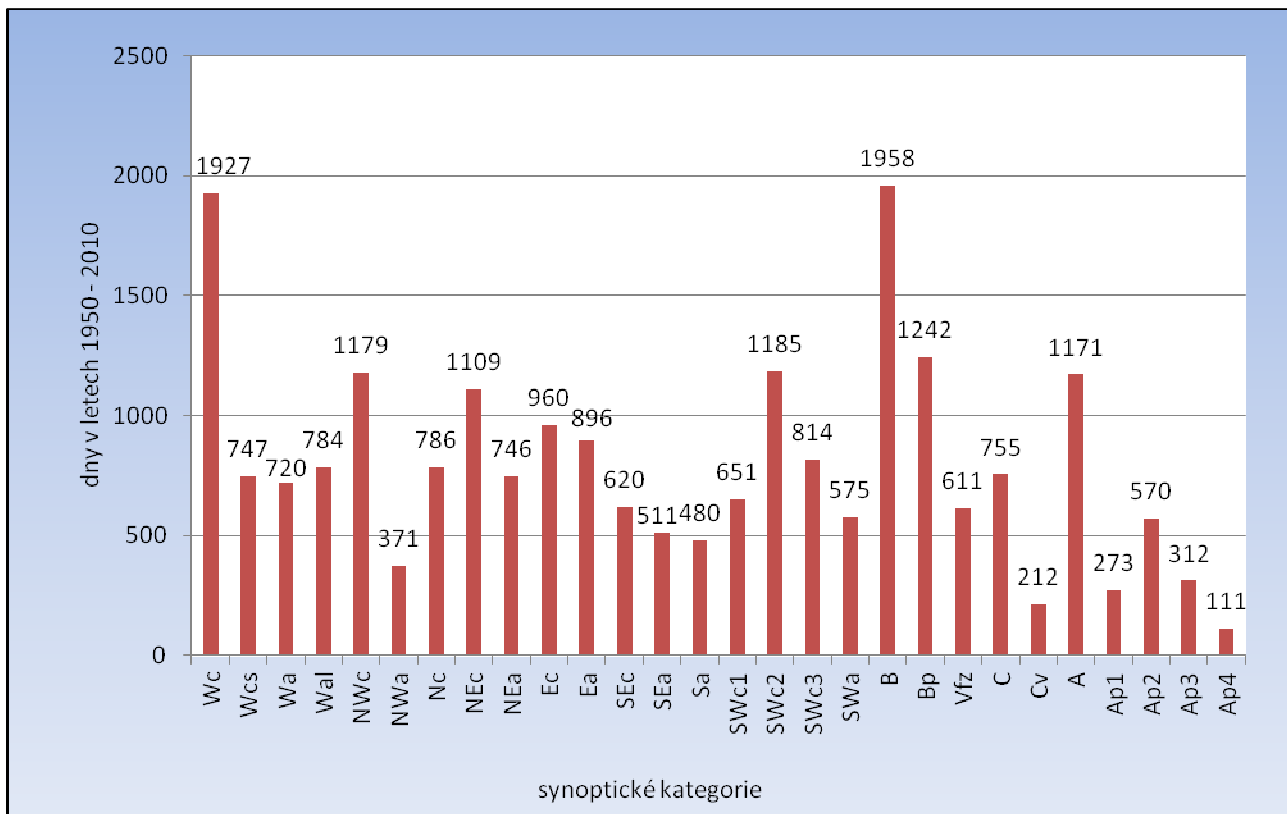
15% případů. (data pro výpočet viz www.cpc.ncep.noaa.gov – katalog denních indexů NAO, 10. 3. 2012).

Další intervaly indexů NAO jsou již statisticky méně zastoupené, žádný z nich nepřesahuje 9%. Na druhou stranu jsou klíčové z hlediska některých synoptických situací – zatímco index, který je blízko 0, nemá praktický vliv na synoptické situace (převažuje jiný vliv), tak krajní hodnoty indexů, i když jsou málo četné, mají vliv na synoptiku poměrně značný.

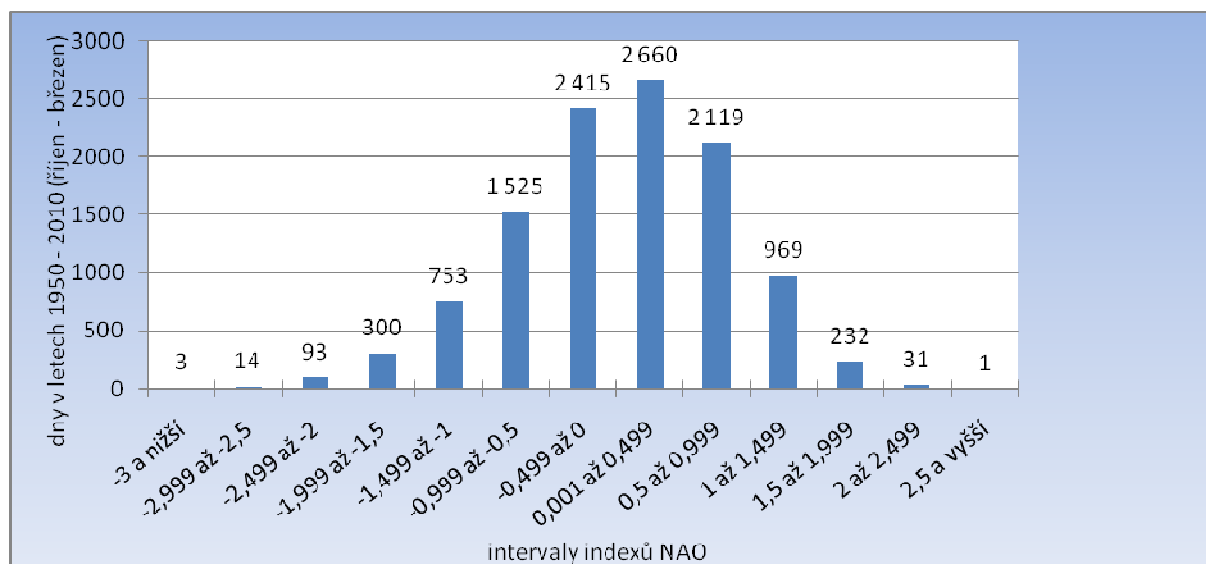
Co se týká synoptických situací, tak v zimním období (oproti letnímu) převažují situace Wc a Wcs, což pravděpodobně souvisí s tím, že v zimě Atlantský oceán produkuje často tlakové níže, které postupují svými obvyklými trasami. Četnost takového intenzivního přenosu vzduchové hmoty ze západu na východ však není v letním období tak velká. Dále situace Wal se v zimním období prakticky nevyskytuje, zatímco v létě je poměrně značně zastoupená. To souvisí s agresivitou výběžků tlakové výše nad Azorské ostrovy. V teplém půlroce mají dále větší zastoupení situace NEc, NEa, SWc1, 2, 3, B, Bp, C, Cv, Ap1, 2 a 3. Ostatní situace mají větší četnost v zimním období (zdroje pro výpočet viz www.chmi.cz – katalog syn. situací, 10. 3. 2012).



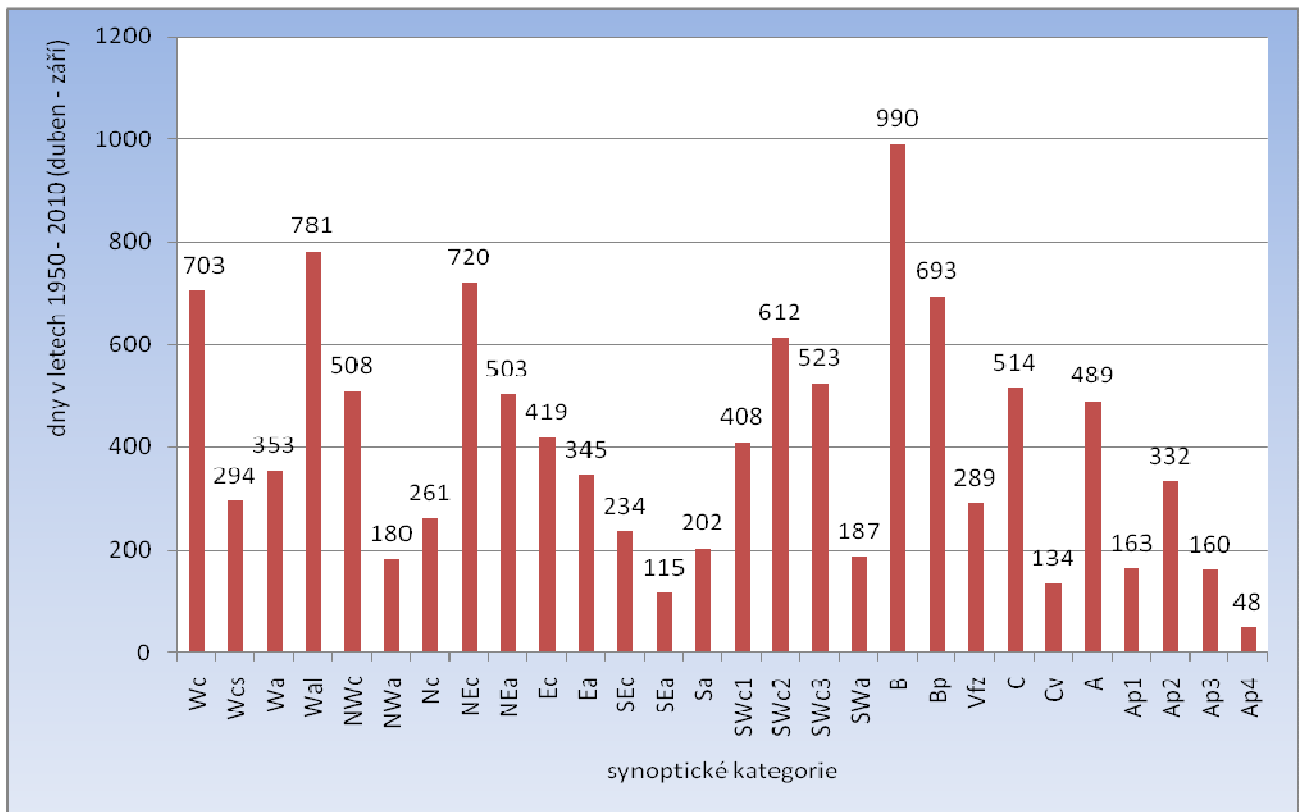
Graf 1 Četnost denních indexů NAO v období 1950 – 2010 (data pro tento i následující grafy viz www.chmi.cz – katalog syn. situací, 10. 3. 2012; www.cpc.ncep.noaa.gov – katalog denních indexů NAO, 10. 3. 2012)



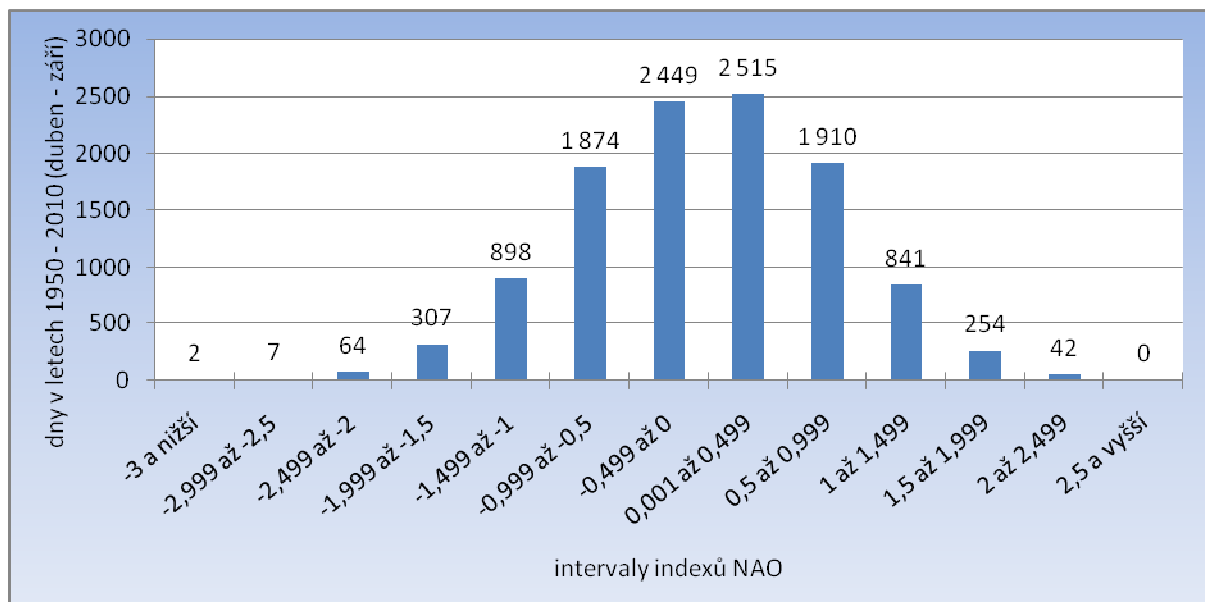
Graf 2 Četnost synoptických situací v období 1950 – 2010



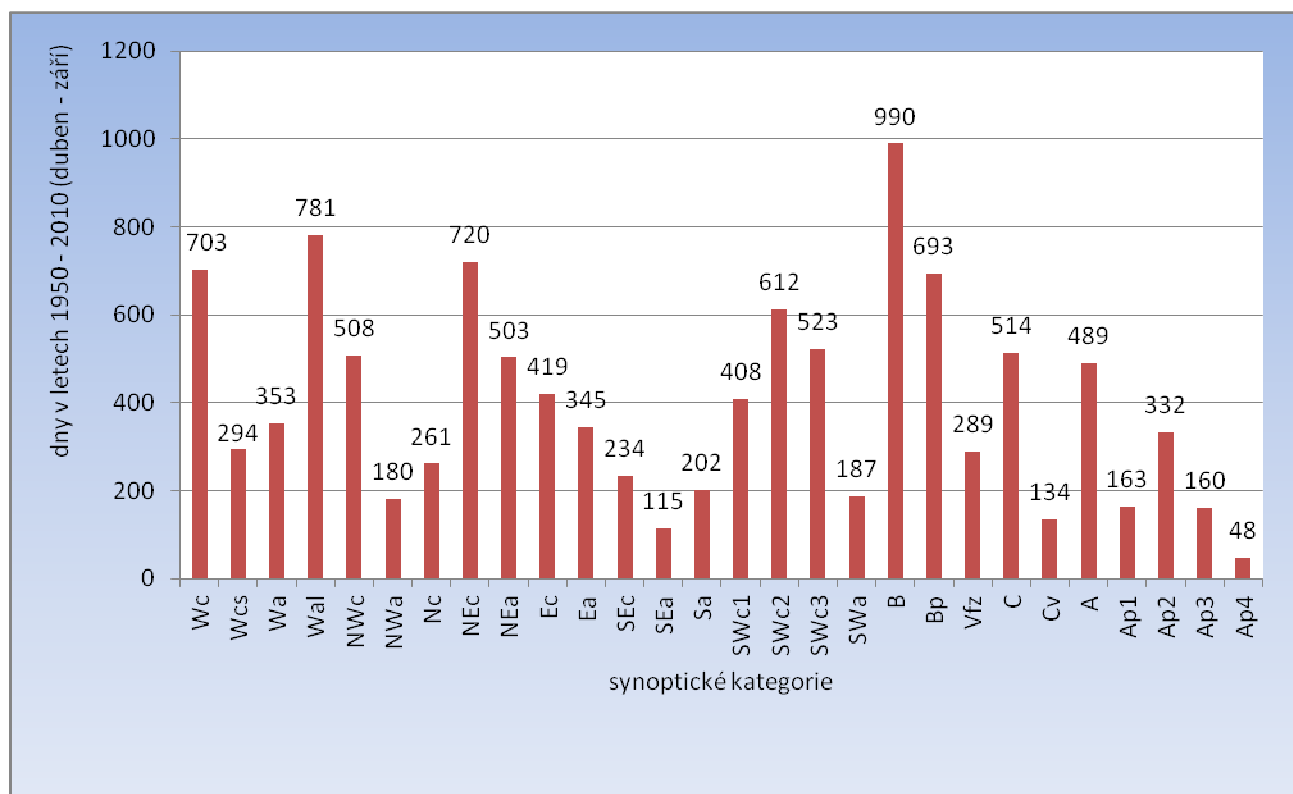
Graf 3 Četnost synoptických situací v období 1950 – 2010 (říjen – březen)



Graf 4 Četnost synoptických situací v období 1950 – 2010 (říjen-březen)



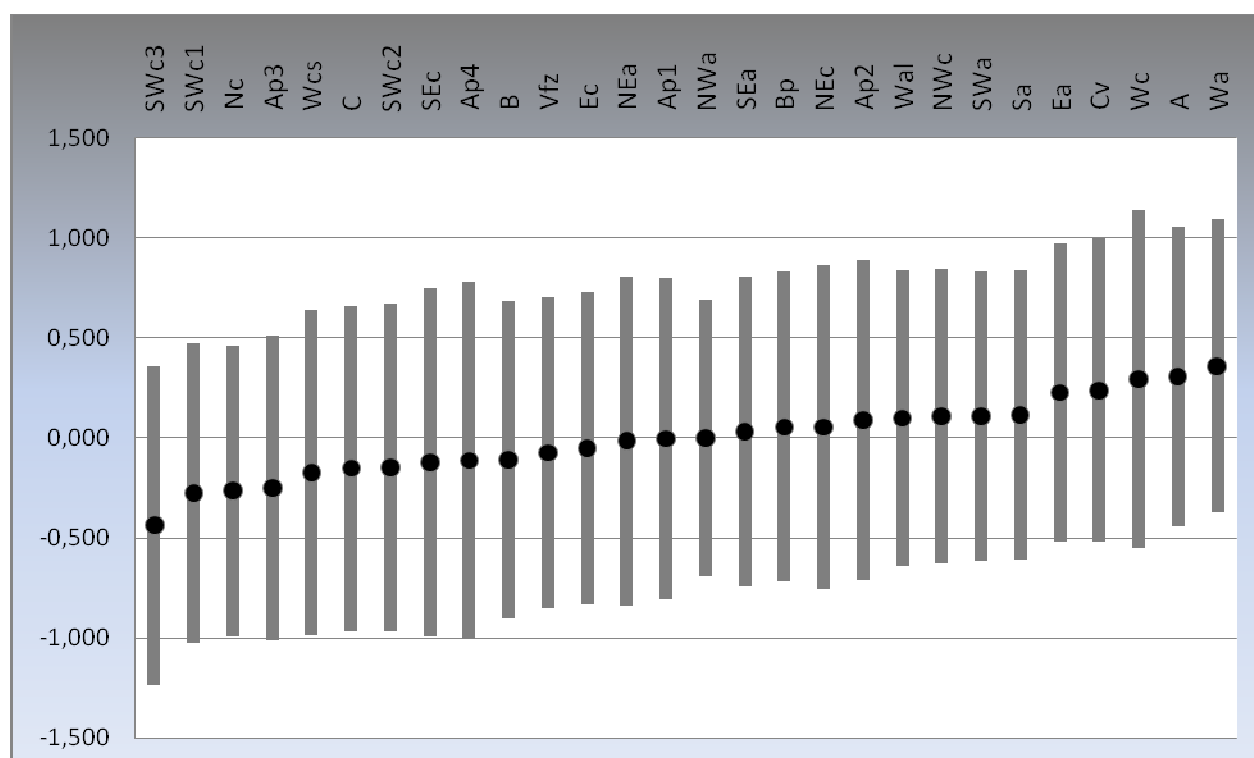
Graf 5 Četnost denních indexů NAO v období 1950 – 2010 (duben – září)



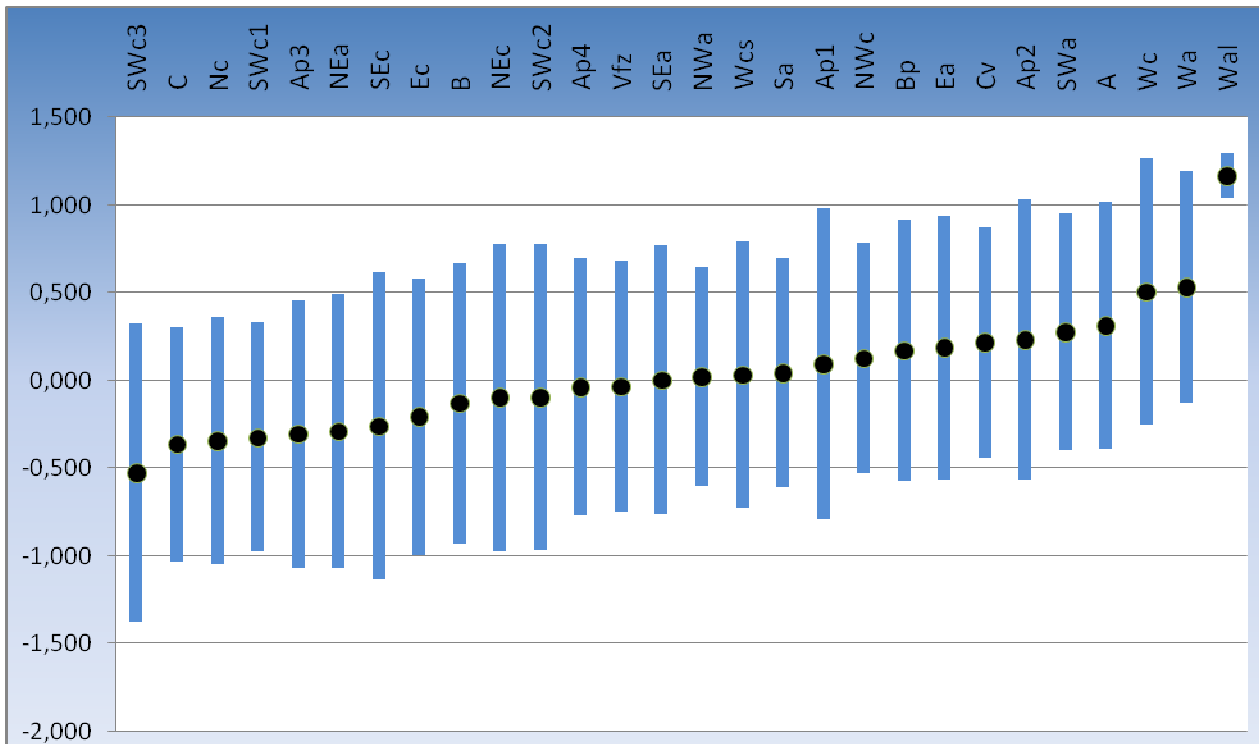
Graf 6 Četnost synoptických situací v období 1950 – 2010 (duben – září)

4.2 Statistika denních indexů NAO a závislost synoptických situací

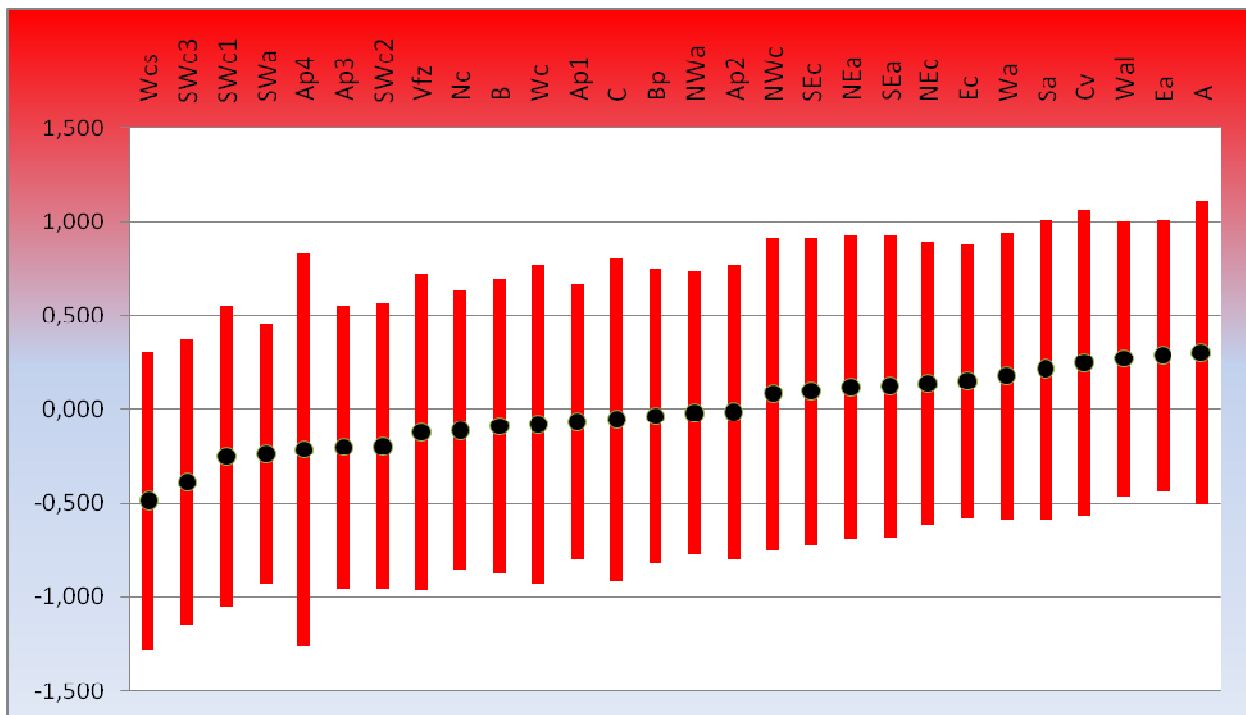
Pro tuto charakteristiku bylo použito základních statistických metod – aritmetického průměru, mediánu, modu a směrodatné odchylky. Závislost určíme dle indexu. Pokud bude index roven a nižší - 0,1 zařadíme povětrnostní situace do záporných, pokud + 0,1 a vyšší do kladných a pokud se bude pohybovat průměr mezi + 0,099 a - 0,099 tak budou synoptické situace neutrální. Dále bylo rozděleno období do třech úseků – letní půlrok, zimní půlrok a komplexní celý rok. Výsledky jsou graficky znázorněny v grafech pod textem, kompletní přehled je pak uveden v příloze 4 - 6. Je nutno si uvědomit, že daný index může mít k určité povětrnostní situaci zpoždění, tudíž výsledky nemusí plně reprezentovat závislost indexu a synoptické situace.



Graf 7 Závislost indexu NAO a synoptických situací v období 1950 – 2010 (celý rok)



Graf 8 Závislost indexu NAO a synoptických situací v období 1950 – 2010 (říjen-březen)



Graf 9 Závislost indexu NAO a synoptických situací v období 1950 – 2010 (duben-září)

Z grafů jsou patrné výrazné změny mezi letním a zimním obdobím. V zimním období si lze povšimnout, že situace Wc a Wa jsou poměrně výrazně vázané na kladné indexy. Průměrné hodnoty zde dosahují až + 0,5, což je pro denní index hodně. V létě se nám tyto západní

situace z kladných hodnot NAO vytrácí. Poměrně zajímavá je také situace A, která se jak v zimě, tak i v létě váže na kladný index cca kolem + 0,3. Další situace již v kladné odchylce výrazněji nedominují. Situace Wa, je zimním obdobím zastoupená pouze třemi dny, tudíž tam je výsledek zkreslený.

Na záporný index NAO reagují v průběhu celého roku zejména situace SWc3, SWc1, Nc, a Ap3. U situace Ap3 je však nutné dodat, že má poměrně malou četnost. V průběhu zimního období převažují při záporné NAO, zejména situace C, Nc, SWc1, Ap3, NEa, SEc a Ec. Tyto situace, kromě Ap3, která je v měsíčních indexech zařazena do neutrálních se dokonce i shodují s měsíčními indexy NAO (kap. 4.4). V letním období se na záporný index vztahují zejména, a to poměrně překvapivě situace Wcs a také SWc3. Dále ještě pak SWc1 a dokonce i třeba SWa, což je zajímavé, protože pro zimní období je zařazena spíše do odchylek kladných.

4.3 Synoptické situace při kladné NAO v letech 1950 – 2010 (říjen – březen)

Za kladný index NAO budeme brát měsíční průměrné hodnoty nad + 0,9 což jsou již hodnoty, které již něco reálně vypovídají a mají odpovídající návaznost na synoptické situace. Hodnoty mezi 0 až + 0,9 nejsou dostatečně průkazné pro vliv typických synoptických situací. Vyzoroval jsem, že pokud není jak kladný tak i záporný index dostatečně vysoký/nízký, tak pak působí na tlakové pole jiné povětrnostní vlivy, které vliv NAO převáží.

Za období od roku 1950 do roku 2010 bylo vyhodnoceno celkem 65 měsíců, které měly index NAO + 0,9 a vyšší. Jako kritérium úspěšnosti bylo stanoveno, že alespoň 45% dní v měsíci musí odpovídat synoptickým typům kladné fáze oscilace. Necelá polovina dní v měsíci byla stanovena, protože po bližším prozkoumávání si je velká část synoptických situací navzájem podobná. Typickým příkladem může být situace A a Wa. Tyto povětrnostní situace mají velmi mnoho společného, avšak v našich kategoriích patří Wa ke kladné fázi NAO, naproti tomu situace A je neutrální. Dalším důvodem může být také to, že index NAO má také určité zpoždění k určité povětrnostní situaci v České republice. Dalším kritériem může být, že jednotlivé měsíční indexy NAO jsou zprůměrnované a proto nemusejí ukazovat přímou závislost. Z těchto důvodů stačila 45% úspěšnost.

S vyhodnocením 65 měsíců v průběhu 60ti let korelovalo celkem 39 měsíců. To je zhruba 64% úspěšnost kladného indexu NAO se synoptickými situacemi typu Wc, Wa, Wcs, NWA, SWa, SWc2 a SWc3. Zbýlých 36% připadalo na jiné synoptické typy situací, často neutrální.

Poměrně zajímavé je ovšem to, že v období 1950 – 1975 se kladných indexů NAO + 0,9 a vyšších vyskytlo pouze 16. Naproti tomu mezi léty 1975 a 2000 se vyskytlo takových indexů 41. Toto zjištění odpovídá faktu, že poslední čtvrtina 20. století a zejména pak poslední desetiletí přinášelo do České republiky teplejší zimy s nadprůměrnými teplotami a vysokými úhrny srážek.

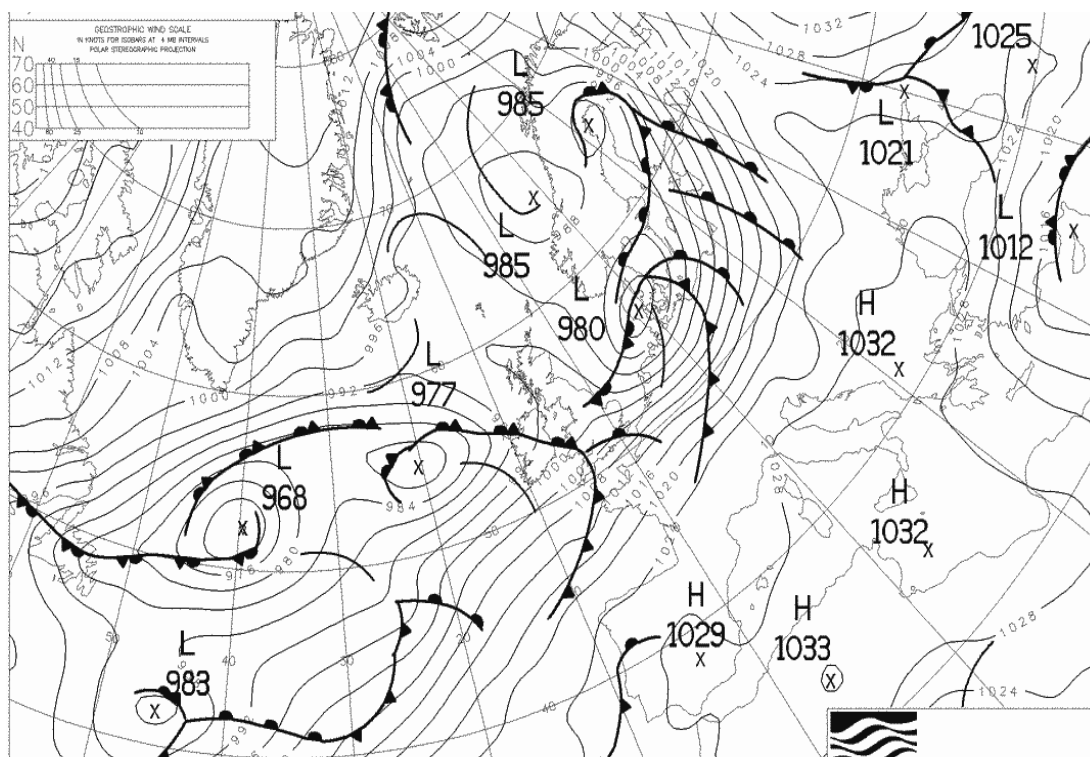
4.3.1 Západní cyklonální situace (Wc)

Tato povětrnostní situace je nad územím České republiky poměrně častá. Centrum nízkého tlaku vzduchu leží nad Islandem a jižní Skandinávií. Oblast vysokého tlaku vzduchu se rozprostírá nad Azorskými ostrovy a jižní Evropou. Mezi těmito oblastmi leží frontální zóna, kde postupují jednotlivé frontální systémy a výběžky vyššího tlaku v zonálním směru. V této zóně leží i ČR (Roth, 1999).

Situace Wc má velmi silnou vazbu na kladné indexy NAO. Její nejčastější výskyty se vážou dle zdroje Encyklopedie počasí (Roth, 1999) na měsíce červenec a srpen, avšak jiný zdroj uvádí, že to jsou měsíce prosinec a leden (Tolasz a kol, 2007). Já osobně se přikláním spíše k druhému zdroji, ten totiž působí komplexnějším dojmem a je zaměřen na území České republiky, tudíž je i k této práci jako pramen užitečnější. Doplním jen, že nejméně častý výskyt se váže na duben a květen.

Letní počasí doprovází poměrně nízké denní teploty. Průměrná maximální teplota je při situaci Wc v létě kolem + 22° C. Hojná je i srážková činnost na jednotlivých frontách. V zimě je naopak poměrně teplé počasí. Teploty jsou však více rozkolísanější, než v létě. Průběh teplot se odvíjí od toho, zda nás ovlivňuje studená či teplá fronta, popřípadě přechodný výběžek vyššího tlaku vzduchu. Jakýsi průměr denních teplot je však kolem 5° C a nočních kolem 0° C. Srážky vypadávají v nížinách většinou v podobě deště i když přechodné sněžení se rovněž vyskytuje. Na horách většinou jen sněží. Velkou roli hraje hladina 0° C izotermy, která je při situaci Wc velmi proměnlivá (Seifert, 1994).

Situace se nejčastěji vyskytovala v letech 1989 až 1994, tedy v letech se zvýšenou kladnou fází NAO. Za posledních 10 let (2001 – 2010) je její roční průměr 24,1 dne. Jde o synoptickou situaci, která je vůbec nejčastější při kladném indexu NAO. V posledních letech její podíl začíná klesat. To souvisí nejspíše s tím, že dlouhodobý 30letý cyklus NAO se přehoupl do své záporné fáze. V následujících letech se bude situace pravděpodobně vyskytovat méně než bylo obvyklé na konci 20. století (www.chmi.cz – katalog syn. situací; 10.3 2012).



Obr. 5 Synoptická situace Wc nad ČR z 1. února 2004 (zdroj tohoto i dalších vyobrazení synoptických situací viz informace v seznamu literatury, tj. kap. 8)

4.3.2 Západní anticyklonální situace (Wa)

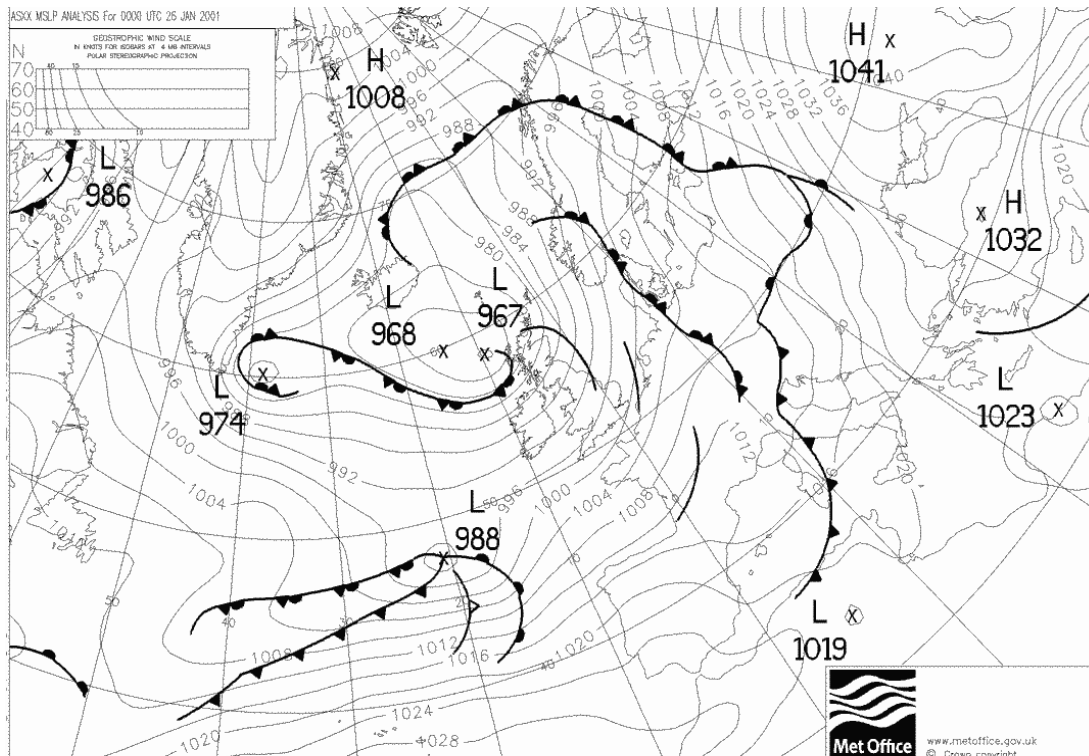
Wa je podobná jako předchozí typ. Hlavní rozdíl je ten, že frontální zóna je vysunuta poněkud severněji. Oblast tlakových níží je kolem Islandu a v severních částech Skandinávie. Pásmo tlakové výše je severně od Azor a táhne se v pásu až do jižních částí střední Evropy. Frontální systémy postupují severně od Česka, někdy okrajem zasahují sever území. Nejčastější výskyt této situace je vázán na září, na tom se shodují oba zmíněné zdroje. Naopak nejmenší výskyt je pozorován obecně v jarních měsících (Roth, 1999; Tolasz a kol., 2007).

Narozdíl od předchozí situace jsou letní teploty při situaci Wa podstatně vyšší. Je to způsobeno zejména slunečním svitem. Teploty se v průměru v létě pohybují kolem + 26° C a noční kolem + 13° C. V zimě je rozložení teplot složitější, protože se často vyskytují mlhy a inverze, tudíž rozdíly teplot zejména mezi horami a nížinami jsou často podstatné (Seifert, 1994).

Vztah k NAO není u této situace až tak striktní jako u situace Wc. Důvodem je její celkově nízká četnost v průběhu roku. Za posledních 60 let se její četnost udržuje na nízké úrovni. Nejvíce dní bylo zaznamenáno v roce 1953 a to 35, ale například v roce 2010 nebyla zaznamenána ani v jeden den. V posledních 10ti letech je průměr 7,6 dne za rok. Situace je vzácná i díky tomu, že tlakové výše často zůstávají v průběhu roku jižněji v oblasti Azorských ostrovů a Středozemního moře. Samotný střed výše nad Alpami, který je často typický pro Wa bývá většinou krátkodobou záležitostí.

Ukázka synoptické situace Wa nad ČR 7. prosince 2004 viz obrázek na další straně.

typy v jednotlivých dnech sousedí. V posledním desetiletí je její roční průměr 9,7 dne. V následujících letech se bude její četnost spíše lehce snižovat. Tento předpoklad potvrzují i roky 2008 a 2010, kdy se situace nevyskytla ani jednou.



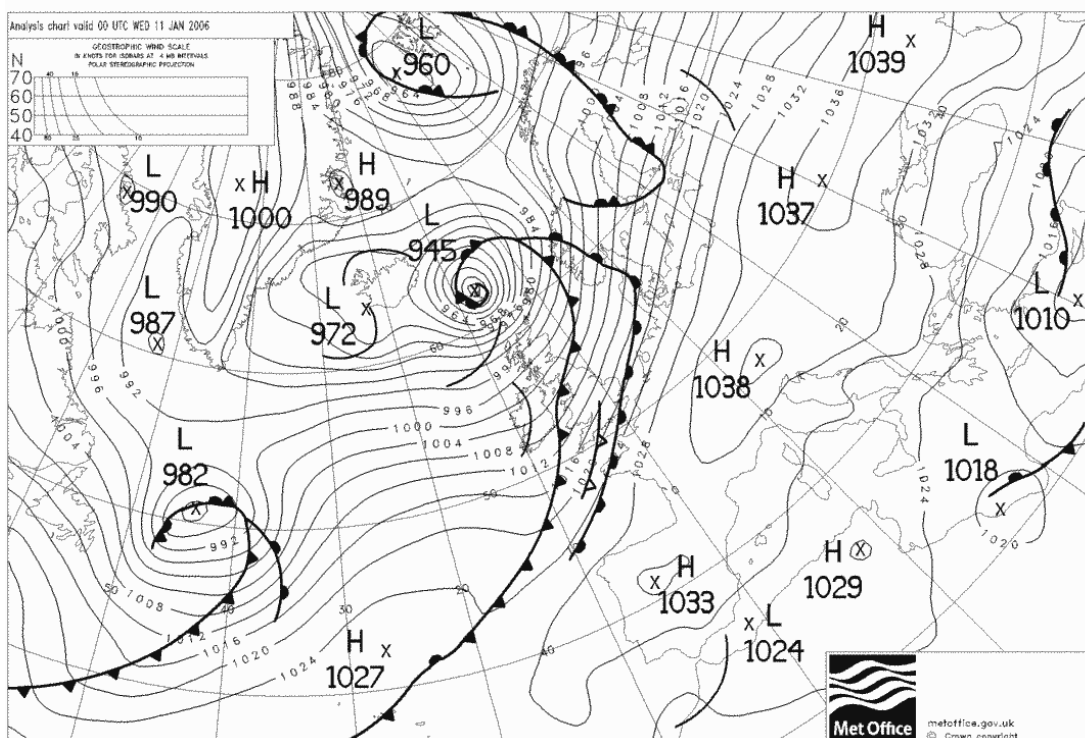
Obr. 7 Synoptická situace Wcs nad ČR dne 26. ledna 2001 (na obrázku jde vidět i typické zvlnění studené fronty nad Alpami)

4.3.4 Jihozápadní anticyklonální situace (SWa)

Pásmo vysokého tlaku zasahuje při této situaci jižní a jihovýchodní Evropu. Po severním okraji této výše postupují z oblasti jižního Atlantiku do Skandinávie jednotlivé frontální systémy, naše oblast je ale stále pod vlivem vysokého tlaku. Oblast nízkého tlaku je v tomto případě vysoko na severu Evropy. Okraje front mohou zasahovat nad území ČR jen svými okraji a maximálně vysokou oblačností. V průběhu roku má nejvyšší četnosti výskytu v říjnu, a to dosti výrazně. Nejmenší výskyt je statisticky dokázán pro měsíc červen. (Tolasz a kol, 2007).

Podobně jako všechny jihozápadní situace patří i tato k velmi teplým. V průběhu celého roku se vyskytují vysoce nadprůměrné teploty a minimum srážek. Denní průměry nejteplejšího měsíce roku se pohybují kolem 30° C, noční pak kolem 14° C. V zimě se teploty odvíjí podle toho, zda je nízká oblačnost a inverze. Obecně nejchladněji bývá v první polovině února (Seifert, 1994).

Tato jihozápadní situace se na rozdíl od ostatních vyskytuje v krátkých úsecích roku. To znamená v řádu několika málo dní. Průměr z let 2001- 2010 je přesně 11 dní. Důvodem proč se situace SWa vyskytuje jen v kratších izolovaných časových úsecích je ten, že obecně panují zejména v létě mimořádně vysoké teploty a ty se většinou nad územím Česka dlouho nezdržují. Studená fronta tak příliv teplého vzduchu rychle ukončí a to většinou také znamená výraznou změnu celkové atmosférické cirkulace nad střední Evropou. Situaci typově sice řadíme ke kladné fázi NAO, ale vyskytuje se poměrně často i při záporných hodnotách indexů. Máme tudíž i předpoklad, že SWa se bude vyskytovat v dalších letech v podobném, tedy malém, množství

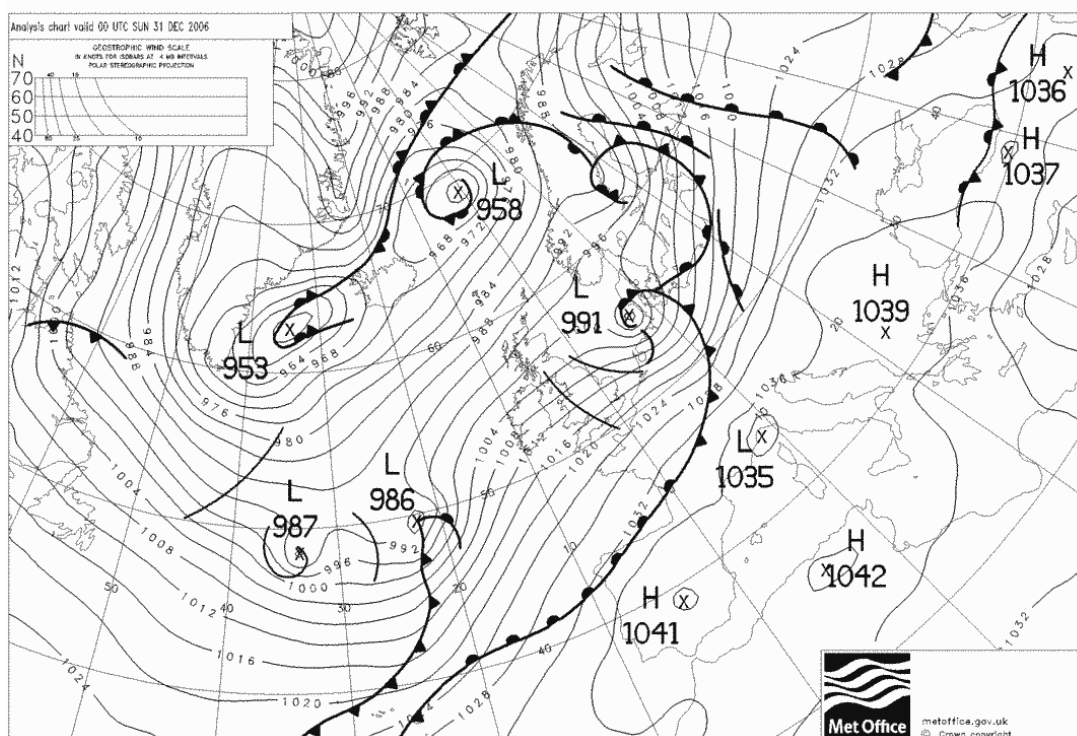


Obr. 8 Synoptická situace SWa nad ČR dne 11. ledna 2006

4.3.5 Jihozápadní cyklonální situace č. 2 (SWc2)

Další z podtypů jihozápadních situací. Tentokrát je frontální osa více propadnutá na jih. Frontální systémy postupují přes naše území z jihozápadu na severovýchod a jednotlivé tlakové níže postupují z jižního Atlantiku do severní Evropy, oblast vysokého tlaku vzduchu pak tradičně nad jižní Evropu. Pro počasí v Česku to znamená ve všech ročních obdobích nadprůměrné jak teploty, tak i srážky. V létě se navíc vyskytují často bouřky. V zimě naši oblast postihuje silná obleva a to i v horských oblastech. Teploty třeba i v lednu mohou dosahovat v nížinách i hodnot přes $+10^{\circ}\text{C}$. (Seifert, 1994; Tolasz a kol., 2007).

Jako jedna z mála synoptických situací má SWc2 poměrně vyrovnané zastoupení v jednotlivých měsících roku. Její výskyt je tedy velmi pravidelný, a pokud nastane, trvá obvykle velmi dlouhou dobu, což zejména platí v zimním období. Je však zajímavé, že i když typově by měla odpovídat kladným indexům NAO, není tomu tak. V průběhu druhé poloviny 20. století a prvního desetiletí 21. století nebyla prokázána souvislost mezi kladným indexem a touto situací, dokonce se může vyskytovat i při výrazně záporných oscilačních hodnotách. Roční průměr ve dnech za posledních 10 let je 17,6 dne, což je druhé nejvyšší číslo po situaci Wc. V dalších letech bude její četnost nejspíše podobná jako v posledních desetiletích.

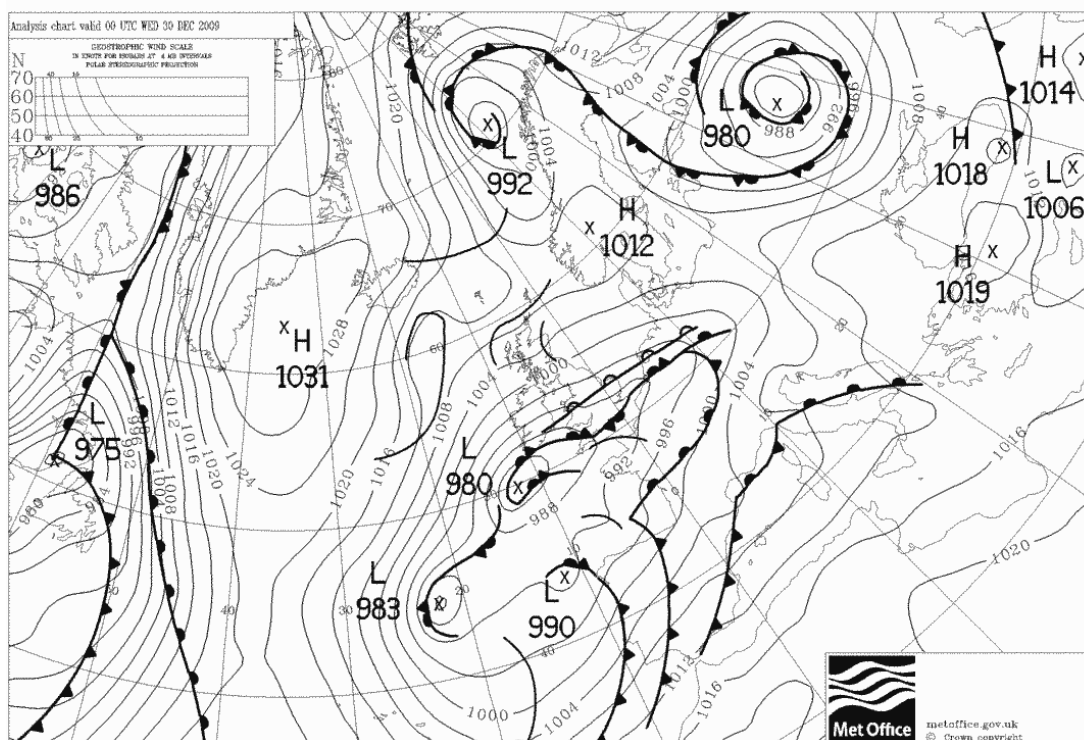


Obr. 9 Synoptické situace SWc2 nad ČR dne 31. prosince 2006

4.3.6 Jihozápadní cyklonální situace č. 3 (SWc3)

Opět jedna z jihozápadních situací. U tohoto druhu už je jeho zařazení do pozitivních indexů dosti subjektivní. Frontální zóna je podstatně skloněná a jednotlivé frontální systémy se už začínají dostávat i Středozemního moře. Pásmo nízkého tlaku se táhne od Biskajského zálivu až po severní Norsko. Vysoký tlak je v jihovýchodních částech Balkánského poloostrova a nově pak jihozápadně u Islandu, což už si typově protiřečí s kladnou fází NAO. Nejčastěji se situace vyskytuje v srpnu, nejméně často v zimních měsících, nejméně pak v únoru. (Seifert, 1994; Tolasz a kol., 2007).

Na rozdíl od všech ostatních jihozápadních situací se odlišuje teplotní charakteristikou. Situace je poměrně vlhká a v zimě i chladnější než situace SWc1, SWc2 i než SWa. V letním období jsou pak teploty podobné jako u situace SWc2 (Seifert, 1994). Situace SWc3 je velmi variabilní. V uplynulých 60ti letech jsou její výskyty nejspíše závislé na něčem specifickém, protože v roce 1960 se vyskytla v průběhu roku 47x naproti tomu v roce 1975 se nevyskytla vůbec. Průměr za roky 2001 - 2010 je 9,1 dne, ale opět jsou velmi rozdílné jednotlivé roky výskytu. Zatím co v r. 2001 se vyskytla 24x, tak v letech 2006, 2007 a 2010 pouze 4x. Při porovnávání indexů NAO nebyla prokázána žádná závislost. Předpověď této situace do budoucna je tedy otázkou.

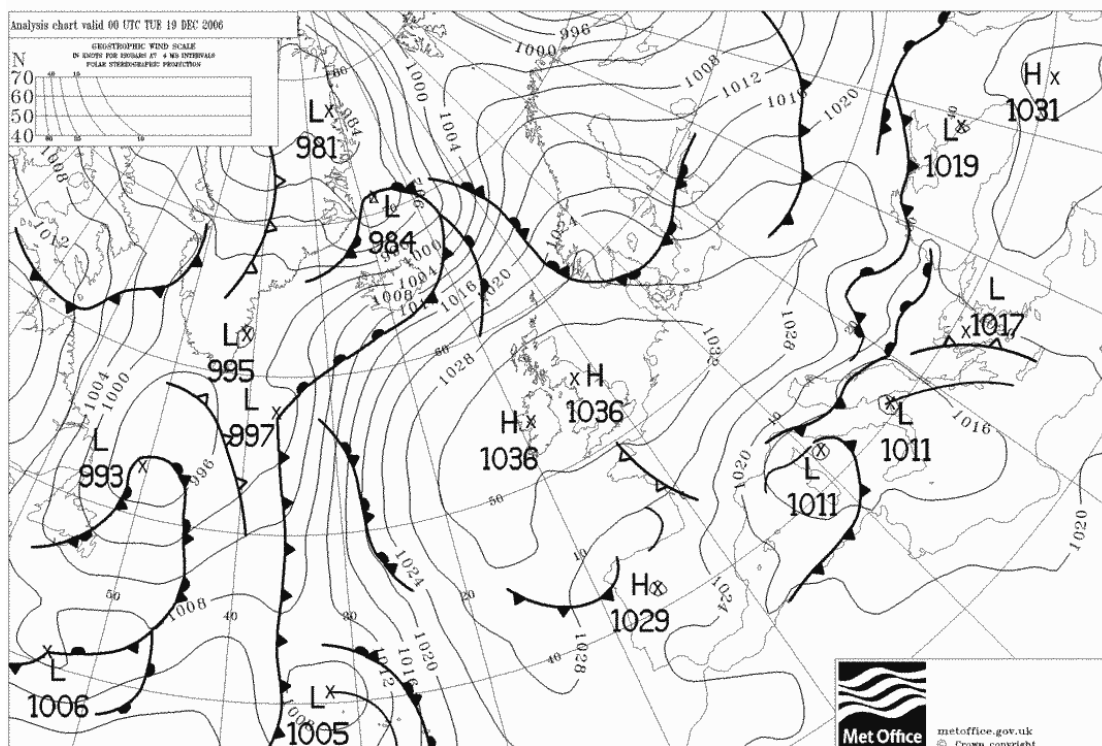


Obr. 10 Synoptické situace SWc3 nad ČR dne 30. prosince 2009

4.3.7 Severozápadní anticyklonální situace (NWa)

NWa je poslední s povětrnostních situací, která patří ke kladné oscilaci. V tomto případě leží oblast nízkého tlaku vzduchu nad Islandem a táhne se směrem k Baltskému moři. Oblast vysokého tlaku vzduchu se nalézá nad Francií a zasahuje směrem do Itálie. Postup front přes oblast Česka je jen okrajový a projevují se zejména v severní a severovýchodní části republiky. Situace je extrémně vzácná. Průměr za období 2001 až 2010 je pouhých 3,8 dne za rok. Tento údaj posunuje tuto povětrnostní situaci na poslední místo v četnosti při kladných typech oscilačních indexů. Protože situace je celkově tak málo častá, nejde ani vyjádřit měsíc v roce, kdy je má nejnižší či nejvyšší četnost. To platí i v případě závislosti indexu NAO.

Průměrné denní teploty v červenci se pohybují v ČR kolem 22° C, ty minimální pak kolem 13° C. Jelikož se jedná o oceánské proudění (byť anticyklonální), tak ani v zimě nezaznamenáváme velké mrazy. Průměr lednových maxim je 3° C a minim -1° C (Seifert, 1994).



Obr. 11 Synoptické situace NWa nad ČR 19. prosince 2006

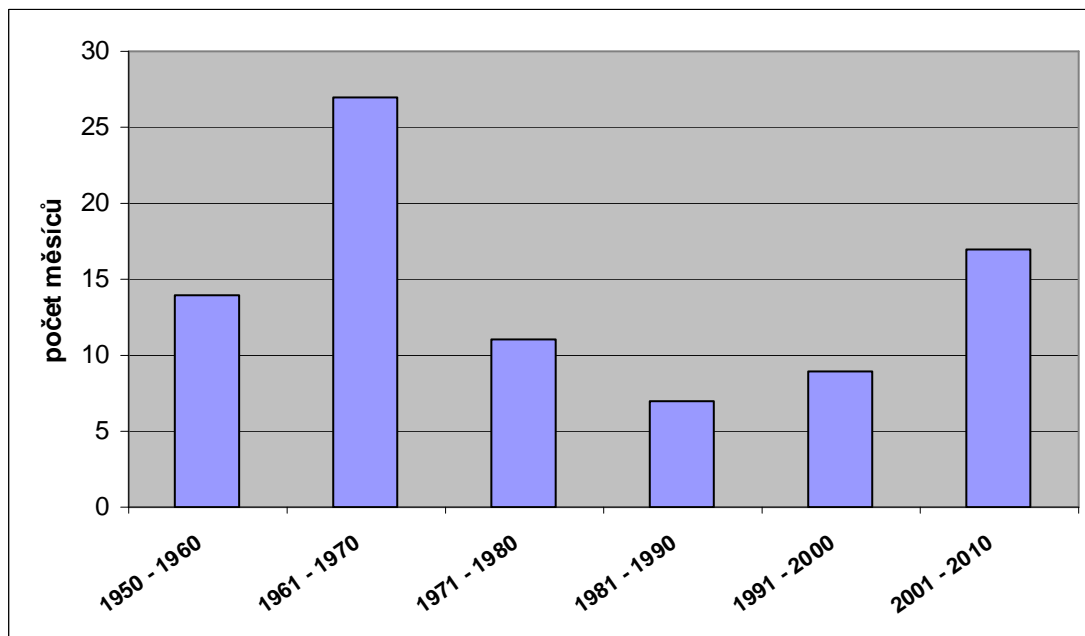
4.4 Synoptické situace při záporné NAO v letech 1950 – 2010 (říjen – březen)

Podobně jako při kladném indexu NAO zvolíme i pro záporný index NAO hodnotové kritérium. To bude činit - 0,9 a nižší. Opět platí, že index do - 0,9 má velmi malou až žádnou korelaci se synoptickými situacemi a převažuje pak onen známý motýlí efekt. Záporný index NAO znamená, že tlakové níže se pohybují z Azorských ostrovů směrem do Středomoří. Tlakové výše naopak ovládají prostor Grónska a severní a východní Evropy. Tento faktor ovlivňuje i to, že místo 7 typů povětrnostních situací při kladných indexech NAO, bude při záporných indexech 13 typů povětrnostních situací. Z toho plyne, že záporný index má větší typovou variabilitu na synoptické situace.

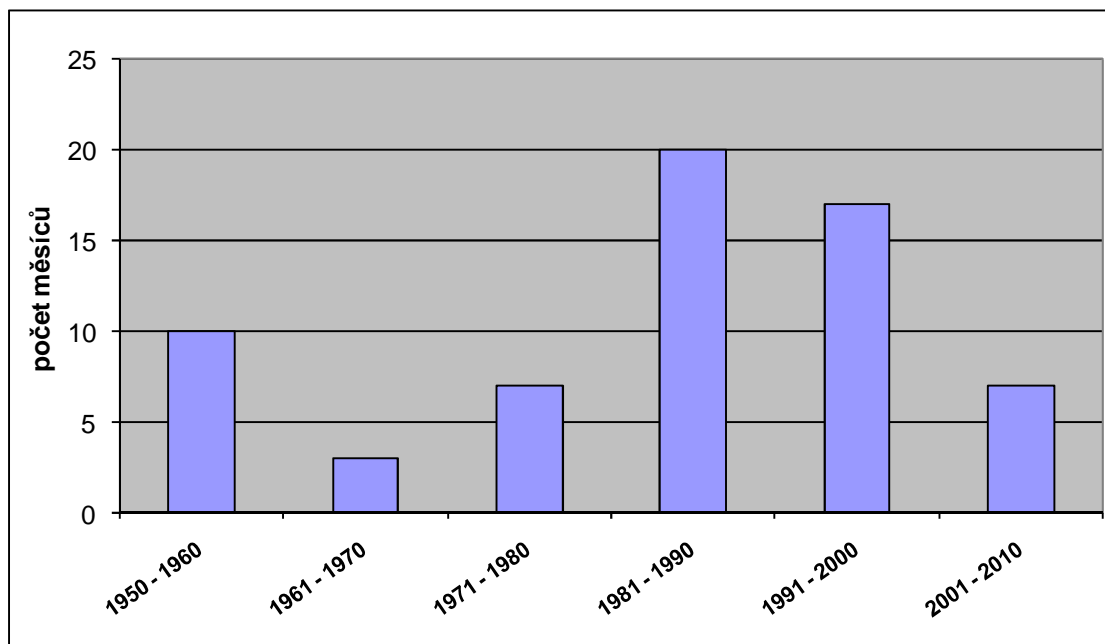
V letech 1950 až 2010 se vyskytlo celkem 85 měsíců s indexem - 0,9 a nižším. Úspěšnost 45% dní v měsíci musela odpovídat zápornému NAO a typu povětrnostní situace. Většinou, však byly hodnoty úspěšnosti vyšší, nicméně stačilo 45%. Důvodem, proč bylo zvoleno tak nízké procento je vysvětleno v kapitole 4.3 (Synoptické situace při kladné NAO v letech 1950 – 2010 (říjen – březen)).

Při vyhodnocení 85 měsíců s indexem -0,9 a nižším bylo zjištěno, že celkem 59 měsíců se shodovalo se synoptickými situacemi NEc, NEa, Ec, Ea, SEa, SEc, Sa, SWc1, B, Bp, C a Cv. To znamená, že úspěšnost je vyšší než u kladného indexu NAO. Zatímco u kladného NAO byla úspěšnost 64% tak u záporného NAO je 71%. Toto zjištění není nějak překvapivé, protože záporné indexy mají větší „výběr“ ze synoptických situací. Ale i přesto to ukazuje, že záporné NAO přináší do České republiky jiné povětrnostní situace než kladné NAO. Co se týká předpovědí počasí, tak při synoptických situacích záporného typu NAO jsou daleko složitější než při kladných. To je způsobeno několika důvody. Prvním důvodem je masa studeného či teplého vzduchu, která se při postupu na určité místo pevniny transformuje. To se v případě oceánského typu proudění ze západu dá relativně snadněji odhadnout i pro numerické modely, protože transformace z oceánu je při rychlém proudění minimální. Z toho vyplývá, že předpovědi při záporné NAO jsou zatíženy větší možností chyby, než když je NAO kladná. Dalším důvodem je vliv níží nad Středomořím, které se chovají velmi často nepředvídatelně a způsobují často prognostické potíže v celé Střední Evropě. Dalším důvodem by mohli být retrográdní postupy tlakových níží nad ČR, které jsou také častější při záporné NAO a špatně se předpovídají.

Co se týká výskytu záporných indexů NAO v období 1950 – 2010, tak v prvním třicetiletí (1950 – 1980) se vyskytlo celkem 52 měsíců. V dalších 30ti letech byl počet záporných indexů pouze 33 a toto číslo je ještě poměrně výrazně navýšeno posledním desetiletím, kdy se vyskytlo 16 záporných indexů.



Graf 10 Počet záporných měsíčních indexů NAO (- 0,9 a nižší) za období 1950 – 2010



Graf 11 Počet kladných měsíčních indexů NAO (+ 0,9 a vyšší) za období 1950 – 2010

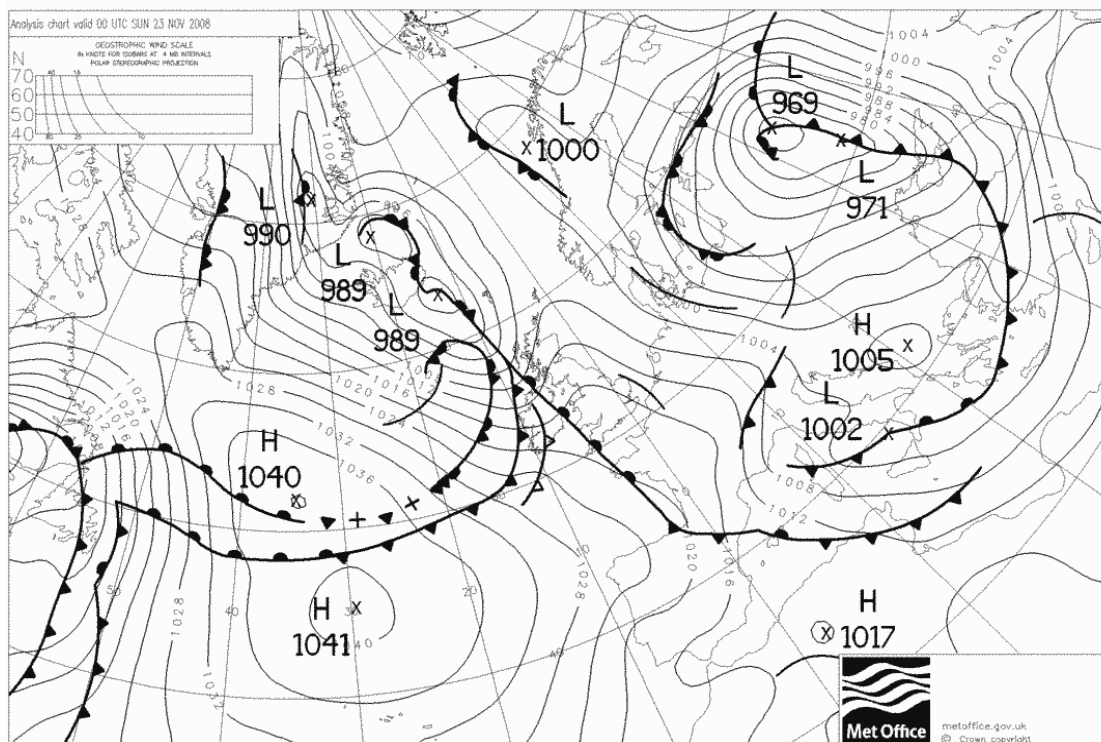
4.4.1 Severní cyklonální situace (Nc)

Severní cyklonální situace nastává nad územím ČR, když se oblast tlakové výše rozšíří s Azorských ostrovů směrem ke Grónsku. Nižší tlak je pak nad Pobaltím a východní Evropou. Po zadní straně tlakové níže k nám proudí studený a vlhký vzduch. Nejčastější výskyt je v zimních měsících, především v únoru. Naopak nejméně často se vyskytuje v létě, zejména v červnu. (Tolasz a kol., 2007).

Vazba na záporné indexy NAO je patrná pouze v krátkých časových úsecích v jednotlivém měsíci, ve zprůměrovaných měsíčních indexech nelze tento vliv rozpoznat. Situace se totiž vyskytuje v podobě několikadenních vpádů, které trvají 1 až 4 dny. Nad 4 dny je její výskyt výjimečný. Situace tedy není stabilní a má tendenci přejít do severovýchodních či východních typů, což platí zvláště je-li NAO záporná. Dále bylo vyzorováno, že čím je index NAO i AO nižší, tím se tyto vpády studeného vzduchu uchylují více k západu a hlouběji k jihu, studený vzduch pak proniká do Středomoří, kde se pak vytváří cyklonální činnost, která silně ovlivňuje počasí ve střední Evropě. Roční průměr situace za roky 2001 – 2010 byl 12,9 dne. Výskyt v dalších letech by měl být přibližně podobný, protože krátké periody záporné NAO se vyskytují jak v dlouhodobě záporné tak i kladné NAO. (data pro výpočet viz www.chmi.cz – katalog syn. situací, 10. 3. 2012).

Severní situace je u nás považována za velmi chladnou – není se čemu divit, průměr maximálních lednových hodnot je v nížinách - 2° C a průměr minimálních - 6° C. Jelikož je proudění i vlhké, vyskytují se často sněhové přeháňky, na severních pohraničních horách pak i díky návětrnému efektu trvalé sněžení. V létě jsou denní teploty v průměru kolem + 20° C a noční kolem +10° C (Seifert, 1994).

Ukázka synoptické situace Nc nad ČR dne 23. listopadu 2008 viz obrázek na další straně.



Obr. 12 Synoptická situace Nc nad ČR dne 23. listopadu 2008, patrná je zde i výrazná cyklonální činnost nad Středomořím, která je v některých případech směrodatná pro další vývoj synoptické situace.

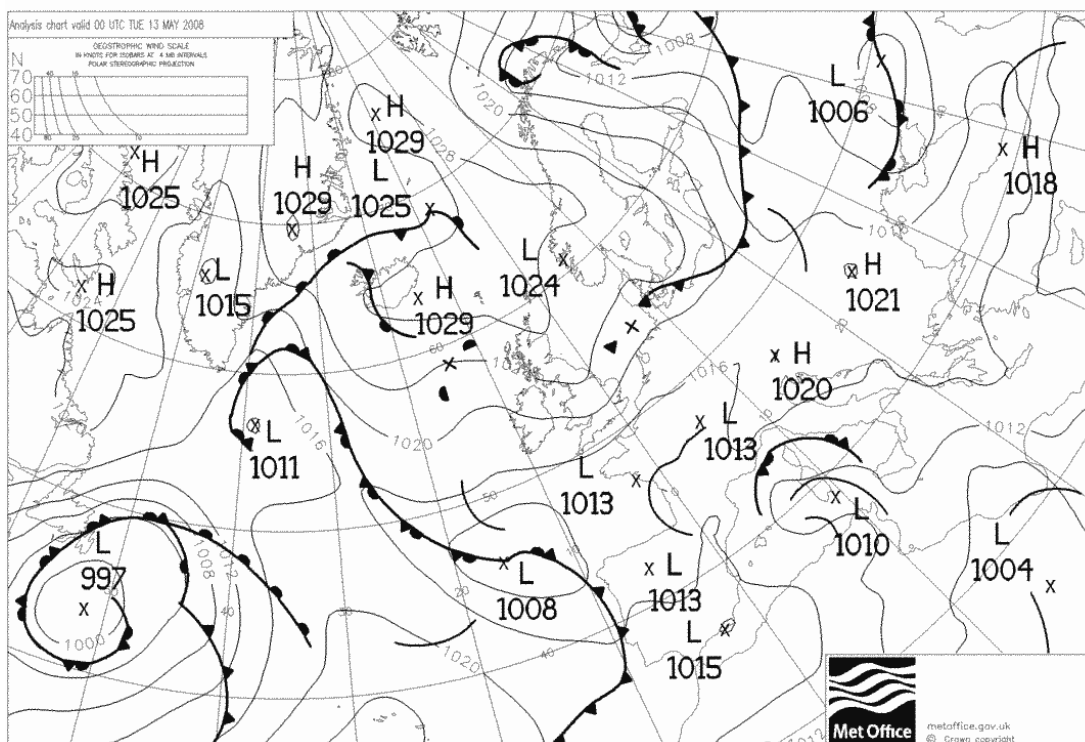
4.4.2 Severovýchodní anticyklonální situace (NEa)

NEa nastává tehdy, pokud se tlaková výše rozšíří nad jižní Skandinávii. Její oblast bývá obvykle velmi rozsáhlá, takže zasahuje často i nad Severní a Norské moře. Oblast nízkého tlaku bychom hledali v Evropě jen stěží, přesto ji lze detekovat nad jižními částmi Středozevního moře. Není však výrazná. Její výskyt je z dlouhodobého pozorování nejčastější v druhé půlce jara, zejména v květnu. Nejméně často se vyskytuje od listopadu do března (Tolasz a kol., 2007).

Tato situace má prokazatelný vliv na záporné indexy NAO. Projevuje se to v její četnosti. V období 2001 – 2010 se vyskytla celkem 155x, čili desetiletý průměr činil 15,5 dne. Toto období je v přechodu mezi dlouhodobou zápornou a kladnou fází NAO. Naopak v období, kdy převažovala dlouhodobá kladná fáze NAO 1991 - 2000, byl její výskyt 102 dní. Průměr za 10 let byl pak 10,2 dne. Výskyt v dalších letech bude spíše podobný jako v posledním desetiletí. Je třeba poznamenat, že situace se vyskytuje i při kladné NAO, ale už méně četně.

Na rozdíl od severní cyklonální situace je však poměrně stabilní, a když nastane, tak může trvat i po delší čas. Tlakové výše nad Skandinávií bývají velmi stabilní.

Počasí nad Českou republikou je při NEa suché. V létě se průměrné teploty v nížinách pohybují kolem $+ 25^{\circ}\text{C}$, přičemž vzduch se prohřívá vlivem slunečního svitu. Naopak v zimě panuje celodenní mráz a v noci teploty klesají i pod $- 10^{\circ}\text{C}$ (Seifert, 1994).



Obr. 13 Synoptická situace NEa nad ČR dne 13. května 2008

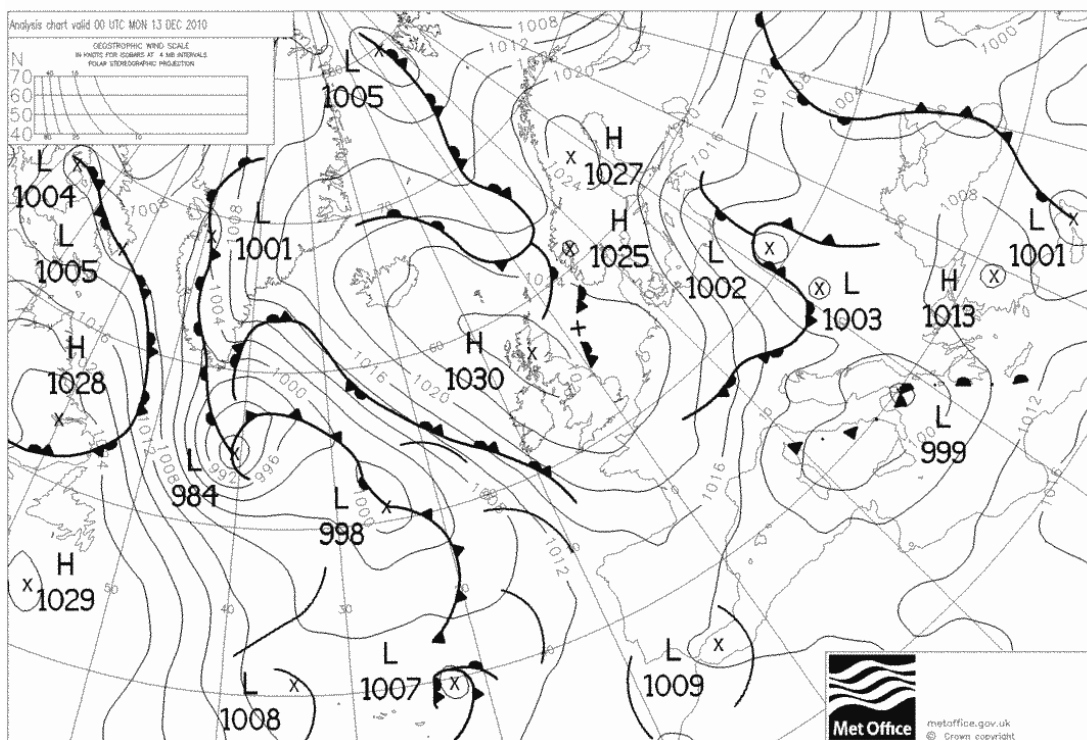
4.4.3 Severovýchodní cyklonální situace (NEc)

Další ze situací, která se typově řadí k záporné NAO je NEc. Tlaková výše v tomto případě leží podobně jako při NEa nad Skandinávskými zeměmi. Rozdíl je však u polohy tlakové níže. Ta má svůj střed nad balkánským poloostrovem a po její zadní straně posílá do ČR studený a vlhký vzduch z pobaltských zemí a severozápadního Ruska. Nejčastěji se vyskytuje v létě a to zejména v červnu. Nejmenší výskyt je pak vázán na říjen (Tolasz a kol., 2007). V zimním období se jedná u nás o vůbec nejstudenější situaci, jaká může nastat.

Podobně jako NEa se i NEc váže především na záporné indexy. Při porovnávání let 1991 – 2000 a 2001 – 2010 bylo zjištěno, že situace se na konci 20. století při většinou spíše kladných indexech vyskytla 155x. A to ještě velmi významně do průměru přispěl rok 1996 a konec roku 1995, které se charakterizovaly výrazně nízkými indexy NAO a celkově studenou zimou. Naopak na počátku 21. století se situace NEc vyskytla celkem 222x, průměr tedy činil 22,2 dne na rok. Z této malé statistiky vyplývá, že situace NEc je dominantnější a stabilnější při záporných indexech NAO.

Pokud bychom se podívali hlouběji do minulosti, tak je zajímavé, že v období 1961 – 1970, kdy byl index dlouhodoběji spíše záporný, nebyla četnost situací NEc tak výrazná, ale zase se častěji vyskytovaly severní a východní cyklonální situace, které taktéž souvisejí se zápornou fází NAO. Další důvodem může být i to že na synoptické mapě se východní a severovýchodní cyklonální situace celkem dost mohou podobat, je pak na synoptických, na které situaci se dohodnou (www.chmi.cz – katalog syn. situací; 10. 3. 2012).

Jak už bylo řečeno na začátku – situace je velmi chladná. Průměr lednových teplot je v noci - 9° C a přes den - 4° C. V červenci je to podobné jako u severní situace – minima + 12° C a maxima kolem + 20° C (Seifert, 1994).

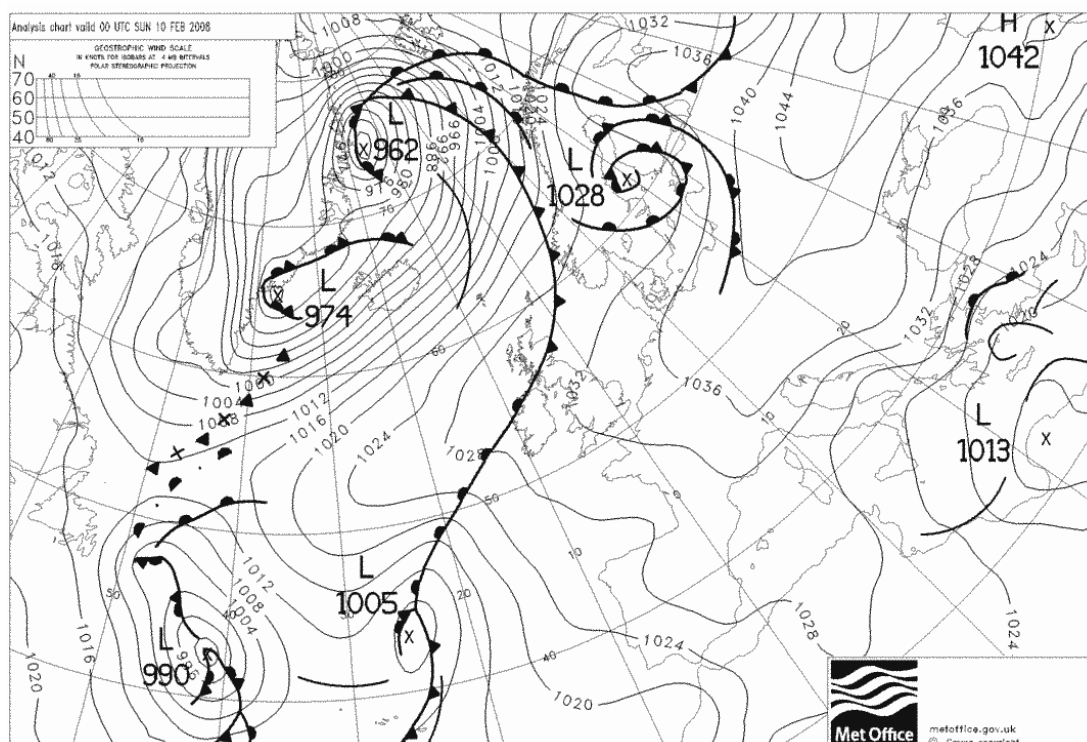


Obr. 14 Synoptická situace NEc nad ČR dne 13. prosince 2010

4.4.4 Východní anticyklonální situace (Ea)

Při této situaci se oblast tlakové výše rozšiřuje do východní Evropy. Kolem ní k nám proudí suchý vzduch z východu. Oblast tlakové níže a frontální zóna se nachází nad Islandem a nejsevernějšími částmi Skandinávie a částečně též v jihovýchodním Středomoří. Nejčastěji se vyskytuje od prosince do března. Nejméně často v červnu a v červenci (Tolász a kol., 2007).

Jelikož chybí nad Středozezemním mořem výraznější tlaková níže, která je často směrodatná pro záporné indexy NAO, tak situace nemá na zápornou NAO vliv. Situace se relativně často vyskytuje i při kladné NAO, což může být způsobeno i tím, že nad Severním Atlantikem dominuje cyklonální činnost, která je právě typická pro kladné indexy NAO. Tlakové výše nad východní Evropou pak nedovolí prosadit se západnímu proudění, které by se za běžných okolností projevilo. Tento stav nastává převážně v zimním období. Roční průměr za roky 2001 – 2010 činí 11,9 dne. V dalších letech se bude vyskytovat nadále pravidelně, protože její výskyt nemá na NAO vliv. Teplotně i srážkově je situace v ČR velmi podobná jako NEa.

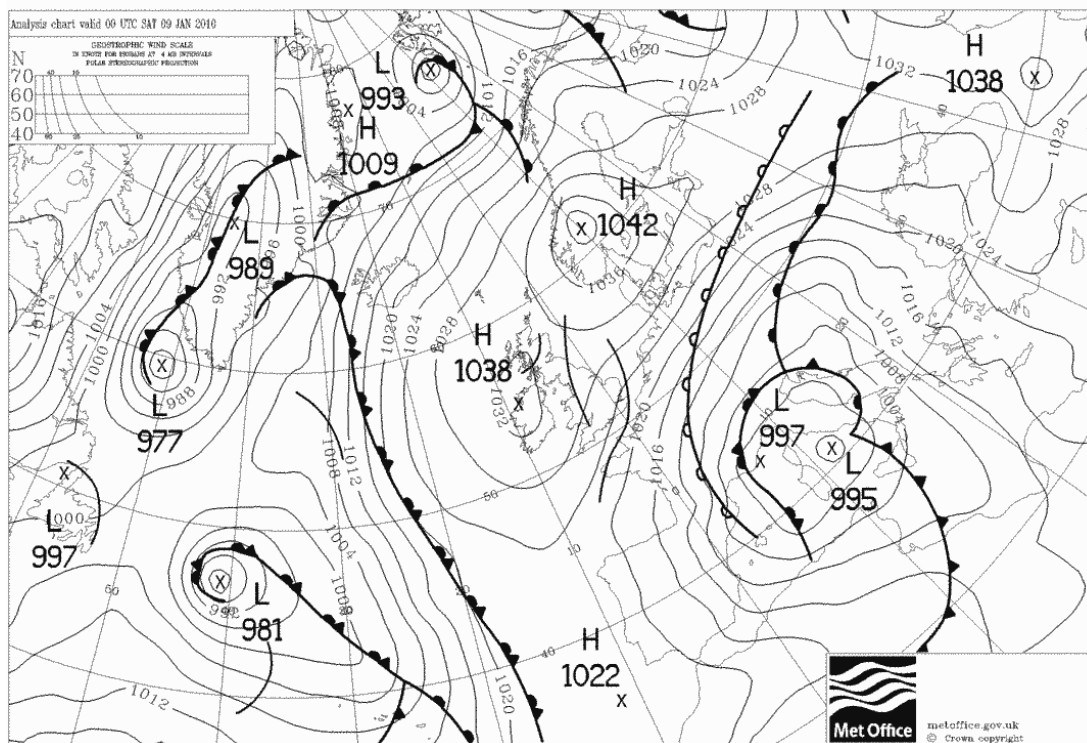


Obr. 15 Synoptická situace Ea nad ČR 10. února 2008

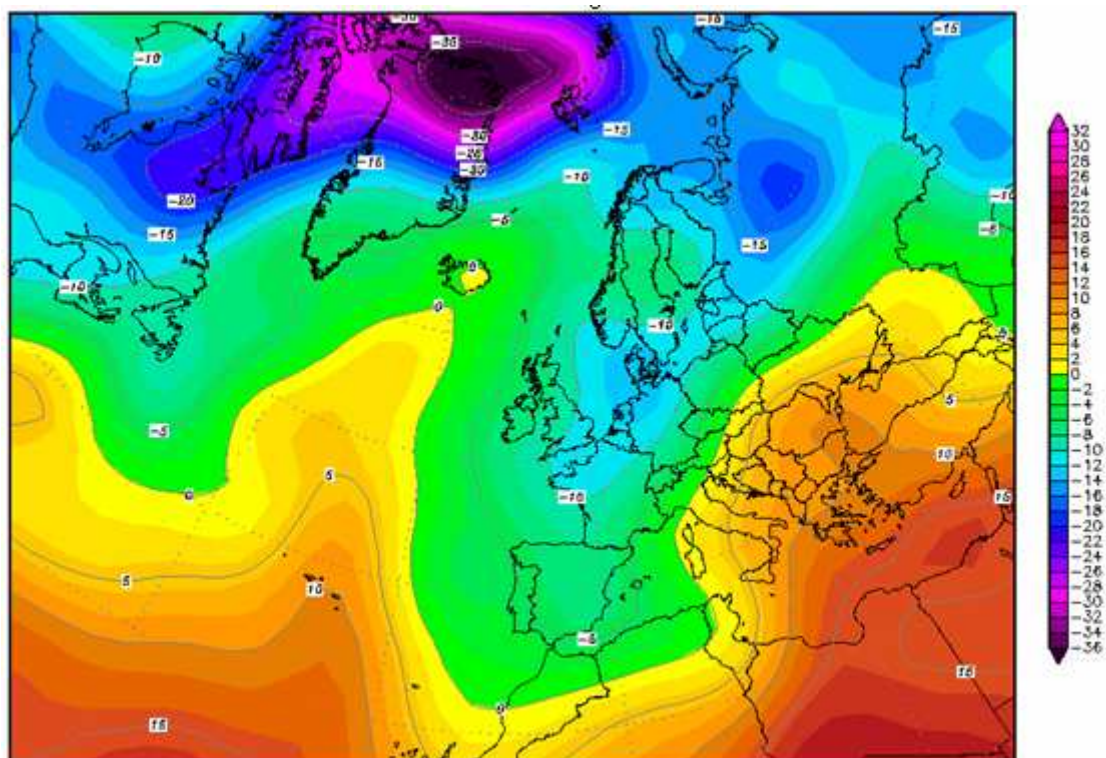
4.4.5 *Východní cyklonální situace (Ec)*

Ec je další z typů východních situací. V tomto případě je poloha tlakové výše podobná jako u situace Ea. Rozdíl ale najdeme v poloze a výraznosti tlakové níže nad Středomořím. V tomto případě se tlaková níže nazývá Janovská – velmi často se vytváří a prohlubuje nad Janovským zálivem. Tyto tlakové níže nasávají v zimním období velmi teplý a vlhký vzduch ze Středozemního moře a hmota se následně dostává nad Balkánský poloostrov. Naopak nad severovýchodní Evropou se udržuje sibiřská tlaková výše, která způsobuje mimořádně chladné proudění. Na styku těchto dvou hmot leží většinou právě Česká republika, kde se v důsledku toho objevují vydatné a intenzivní srážky, které bývají v létě příčinou povodní a v zimě sněhových kalamiť (popřípadě také povodní – záleží na poloze konkrétního rozhraní). Teploty na našem území se však podstatně liší, hledat průměr by tudíž nebylo účelné. Situace se nejčastěji vyskytuje od listopadu do května a nejméně v červenci (Tolasz a kol., 2007; Seifert, 1994).

Ukázkové východní cyklonální situace se vyskytují zejména při záporných indexech NAO. Typický příklad může být poměrně nedávná situace z 8. až 10. ledna roku 2010. Tehdy dosáhl index NAO -3, což byl nejnižší dosud zaznamenaný index NAO od počátku měření (tj. od r. 1950). Teplotní rozhraní tehdy leželo nad západní Moravou. Níže Daisy (jak byla pojmenována) způsobila napřed sněhovou kalamitu v celé ČR a poté na Moravě kalamitu ledovou. Postupující rozhraní se při takto výrazných situacích dělí do 3. zón. První zóna je pásmo kde jen čistě sněží, další oblast je pásmo mrznoucího deště, to bývá zpravidla v našich podmínkách úzké, v případě situace z 9. ledna to bylo asi 150 – 200 km. Tato oblast 2. pásma se právě nacházela na Moravě a ve Slezsku. Tento faktor je způsoben tím, že teplý vzduch se dostane do vyšších hladin atmosféry a při zemi zůstává vzduch studený – proto padá mrznoucí déšť. Třetí oblast je jen zóna, kde prší a to třeba až do nadmořských výšek 2500 m n. m. Toto pásmo leželo v případě situace z 9. ledna na Česko-slovenských hranicích. Je tedy vidět, že teplotní rozhraní jsou velmi úzká. Roční průměr za roky 2001 – 2010 činí přesně 12 dní. Nutno ale dodat, že skutečně výrazných východních cyklonálních situací jako byla situace z ledna 2010, je jen málo, protože se vážou na velmi nízké hodnoty indexu NAO a ještě musí být splněna celá řada dalších podmínek (data pro výpočty viz www.chmi.cz - katalog syn. situací, 10. 3. 2012).



Obr. 16 Synoptická situace Eč nad ČR dne 9. ledna 2010



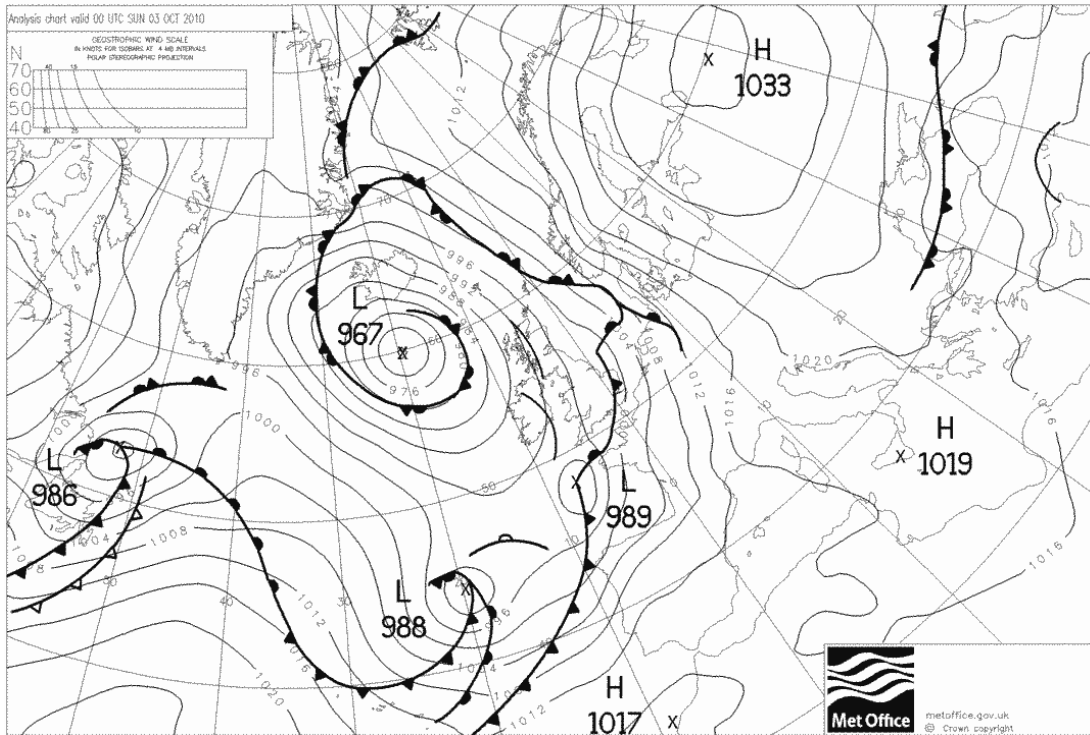
Obr. 17 Teplotní pole 9. ledna 2010 v hladině 850 hPa – cca 1500 m n. m. (obrázek převzat z www.wetterzentrale.de)

4.4.6 Jihovýchodní anticyklonální situace (SEa), Jihovýchodní cyklonální situace (SEc), Jižní anticyklonální situace (Sa) a jihozápadní cyklonální situace č.1. (SWc1)

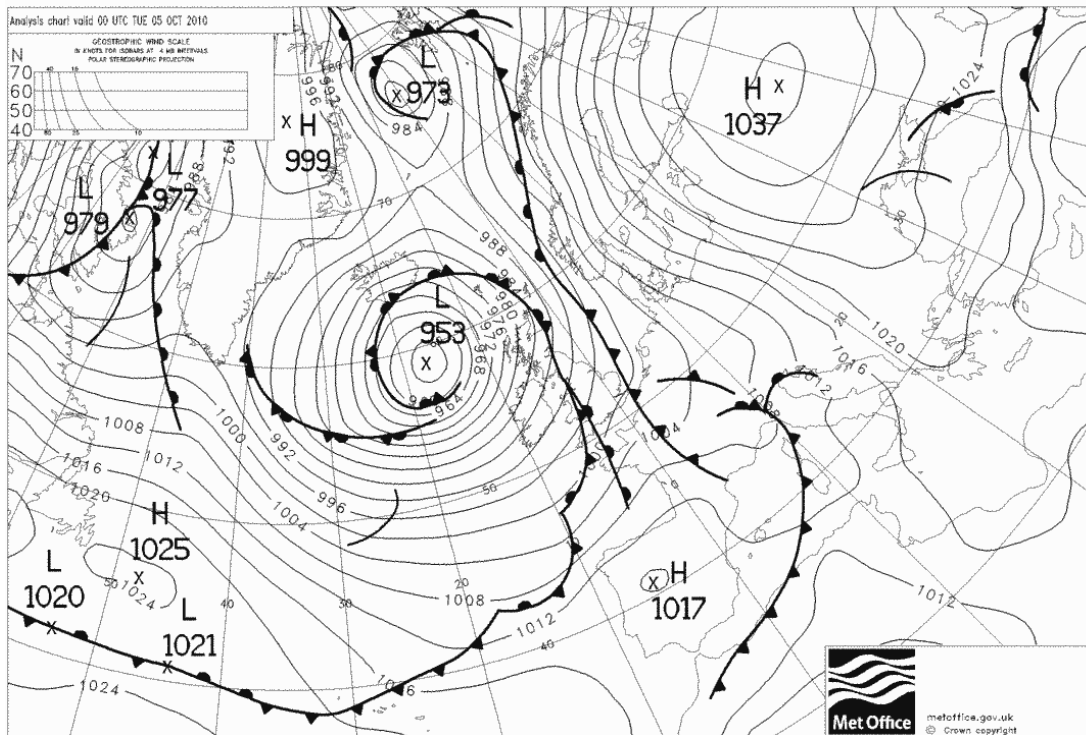
Jedná se o skupinu povětrnostních situací, která si je velmi podobná a to nejen tedy počasím v České republice, ale i polohou tlakových útvarů. Pro všechny situace je shodná oblast nízkého tlaku vzduchu nad západní Evropou a západním středomořím a oblast vysokého tlaku vzduchu nad východní Evropou a východním Středomořím. Rozdíl spočívá v mírné odlišnosti polohy tlakové výše či níže v západo-východním směru. Například při jihozápadní situaci (SWc1) je poloha tlakové níže blíže k ČR a podobně je to i u situace SEc (Tolász a kol., 2007). Co je, ale velmi důležité je to, že i když jsou to situace cyklonální, neznamenají příliv vlhkého vzduchu na naše území. Zabraňuje tomu Alpský masív, který rozbíjí veškeré fronty postupující do České republiky, takže zmíněné cyklonální situace se u nás chovají spíše anticyklonálně. Na Moravě a ve Slezsku se navíc ve zmíněných situacích vyskytuje fénový efekt. Ten nastává, pokud je proudění dostatečně silné a projevuje se silným jihovýchodním větrem a prudkým vzestupem teplot. Byl zaznamenán vzestup teploty z -10°C na 0°C během 15ti minut. Situace se nejčastěji objevují v druhé polovině podzimu a na začátku zimy.

Co se týká četnosti a vazeb na záporné indexy NAO, tak se tato skupina situací vyskytuje až na SEa poměrně málo. Roční průměr za období 2001 – 2010 je u situace SEc 6,4 dne u SEa 12,7 dne, u Sa 6,1 dne a u SWc1 7,7 dne. Co se týká NAO, tak typově odpovídají záporné fázi, ale počet těchto jižních situací nejeví nějaké podstatné nárůsty či poklesy v závislosti na záporné NAO. Je to možná i dáno tím, že situace se vyskytují málo a v krátkých časových intervalech během roku. Zajímavostí je, že situace SEa se často vyvine z východních a severovýchodních anticyklonálních situací, což bude zřejmě souviset s tím, že tlakové výše putují přes Evropu dále na východ až jihovýchod a po zadní straně sem pak proniká teplý vzduch z jihovýchodních směrů. (www.chmi.cz – katalog syn. situací; 10.3 2012)

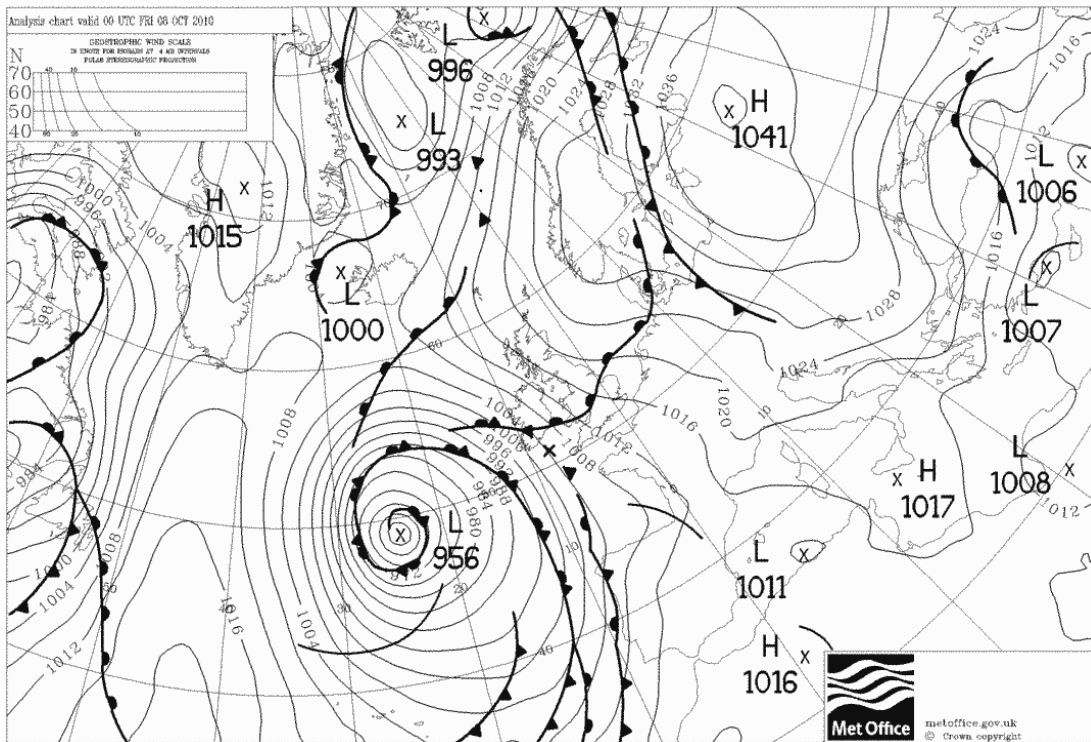
Ukázky situací viz obrázky na dalších stranách.



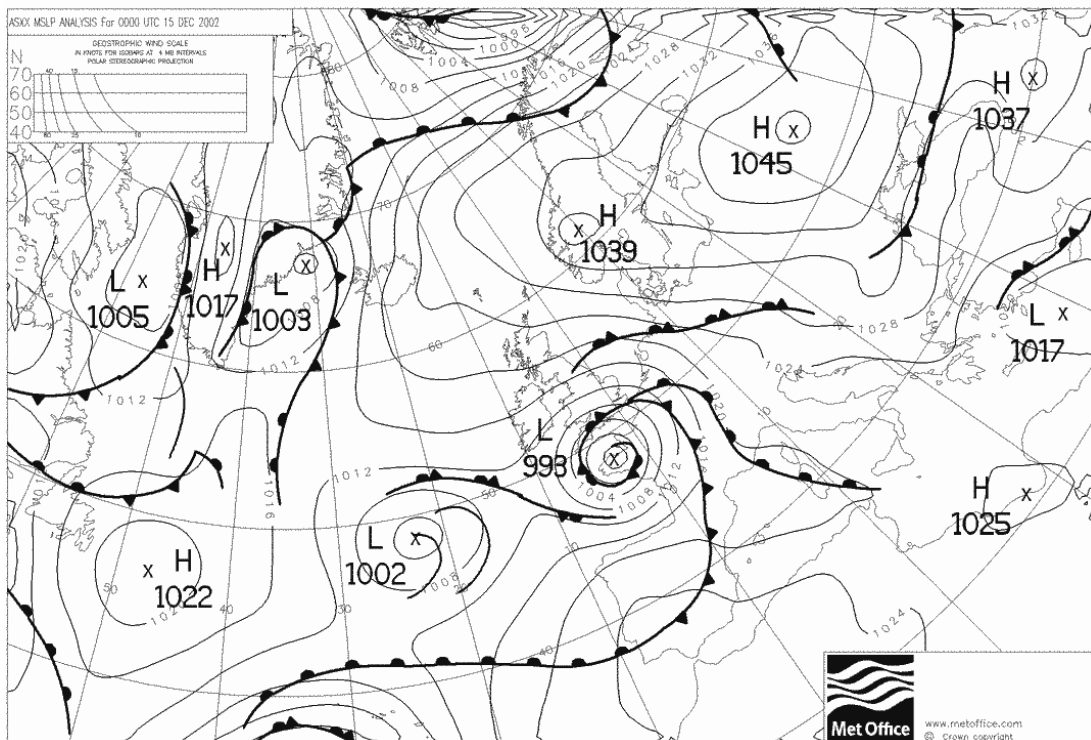
Obr. 18 Synoptická situace Sa nad ČR dne 3. října 2010



Obr. 19 Synoptická situace SWc1 nad ČR dne 5. října 2010



Obr. 20 Synoptická situace SEa nad ČR dne 8. října 2010



Obr. 21 Synoptická situace SEc nad ČR 15. prosince 2002

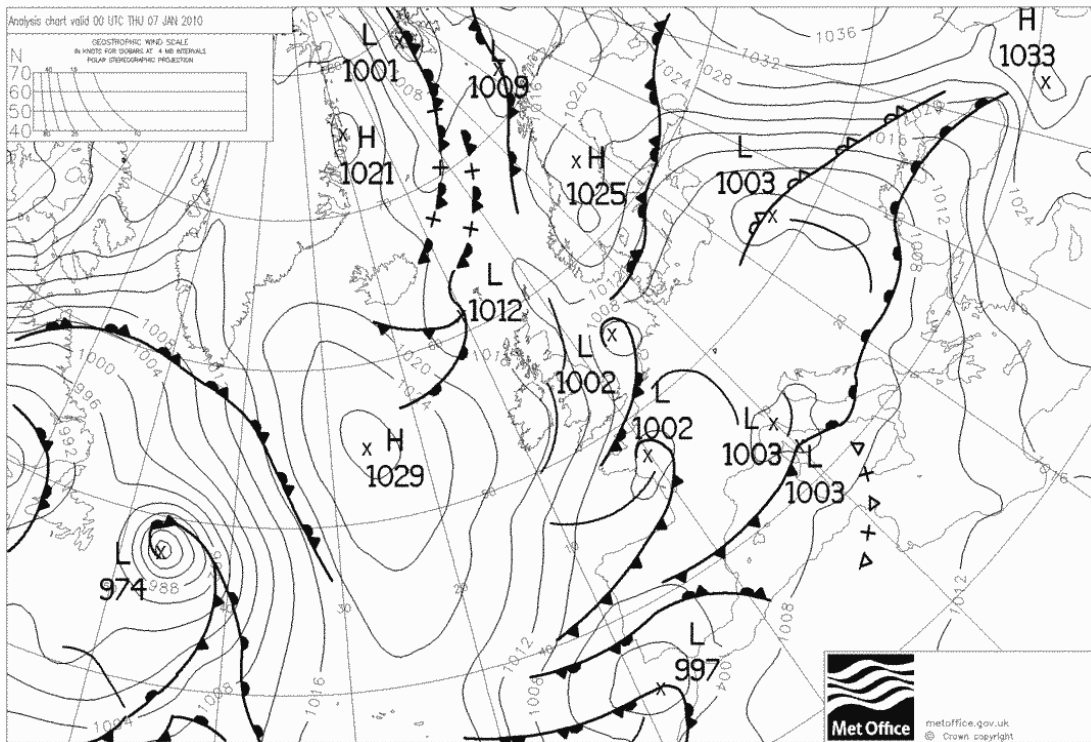
4.4.7 Brázda nízkého tlaku nad střední Evropu (B) a postupující brázda přes střední Evropu (Bp)

Jedná se o dvě velmi podobné synoptické situace. Rozdíl je takový, že situace B je statická a pásmo nízkého tlaku vzduchu v okolí ČR tu tudíž zůstává delší dobu, kdežto u situace Bp je postup zpravidla rychlejší. Do situace se často může řadit i tzv. nevýrazné tlakové pole, které nastává zejména v letním období a je charakterizováno tím, že nad střední Evropou leží velké pásmo relativně nízkého tlaku, přičemž meteorologové to nazývají mělkou brázdou nízkého tlaku vzduchu. Četnost jak statických tak postupujících brázd je v průběhu celého roku poměrně vyrovnaná. Snad jen u těch statických je patrný úbytek v lednu a únoru. (Tolasz a kol., 2007)

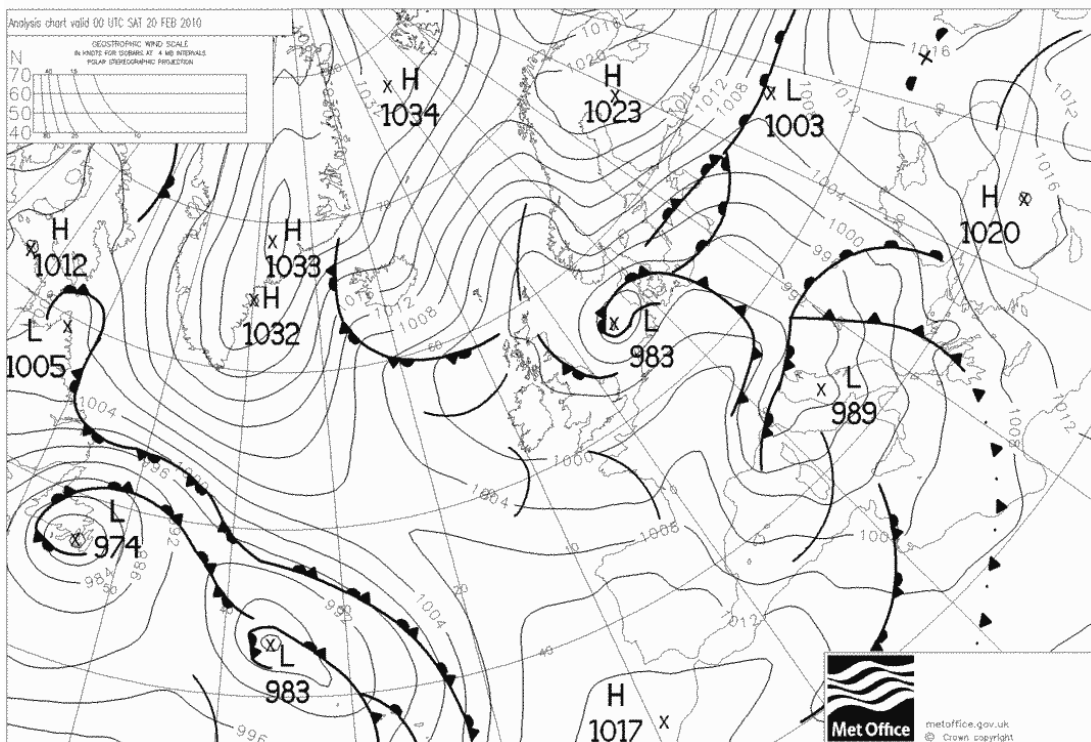
Pro analýzu indexů NAO byly vybrány roky 1989 – 1994 a 2005 – 2010. Tato šestiletá období jsou spolehlivými protiklady, kdy první rozmezí charakterizuje výrazně kladnou NAO a druhé období výrazně zápornou NAO. B a Bp se vyskytují vůbec nejčastěji ze všech synoptických typů a můžeme u nich pozorovat výrazné rozdíly mezi kladnými a zápornými indexy NAO. Za období 1989 – 1994 se situace B a Bp vyskytla celkem 231x, zatímco v období 2005 – 2010 až 348x. Průměr za 6 let činí v prvním případě 38,5 dne ve druhém případě 58 dní. Je tedy vidět, že záporné indexy podstatně navyšují četnosti brázd a v tomto případě to nebude platit jen pro zimní ale i pro letní období, což je poměrně překvapivé. Co se týká desetiletých průměrů tak můžeme říci, že za období 2001 - 2010 byl průměr situace B 24,1 dne a situace Bp 35,7 dne což je tedy vůbec nejčastěji se vyskytující situace nad Českou republikou. Tento fakt je však v rozporu s tím, co tvrdí autoři Atlasu podnebí Česka (Tolasz a kol. 2007), kde je uvedena jako nejčastější situace B a ne Bp. Tento rozpor může být vysvětlen tím, že Atlas podnebí Česka se zaměřuje primárně za období 1960 – 2000, čili lze předpokládat, že v takto dlouhém období to tak skutečně bylo (Tolasz a kol., 2007; www.chmi.cz – katalog syn. situací, 10. 3. 2012).

Počasí při těchto situacích je doprovázeno častými srážkami. Frontální systémy se často nad střední Evropu vlní, proto jsou tyto situace podobně jako třeba Ec velmi nebezpečné a mohou být příčinou povodní nebo výrazných sněhových srážek. Teplotně je situaci opět obtížné vyjádřit, protože teplotní rozhraní mohou být i v rámci České republiky značná (Seifert, 1994).

Ukázka synoptické situace B a Bp viz obrázky na další straně.



Obr. 22 Synoptická situace B nad ČR 7. ledna 2010



Obr. 23 Synoptická situace Bp nad ČR 20. února 2010

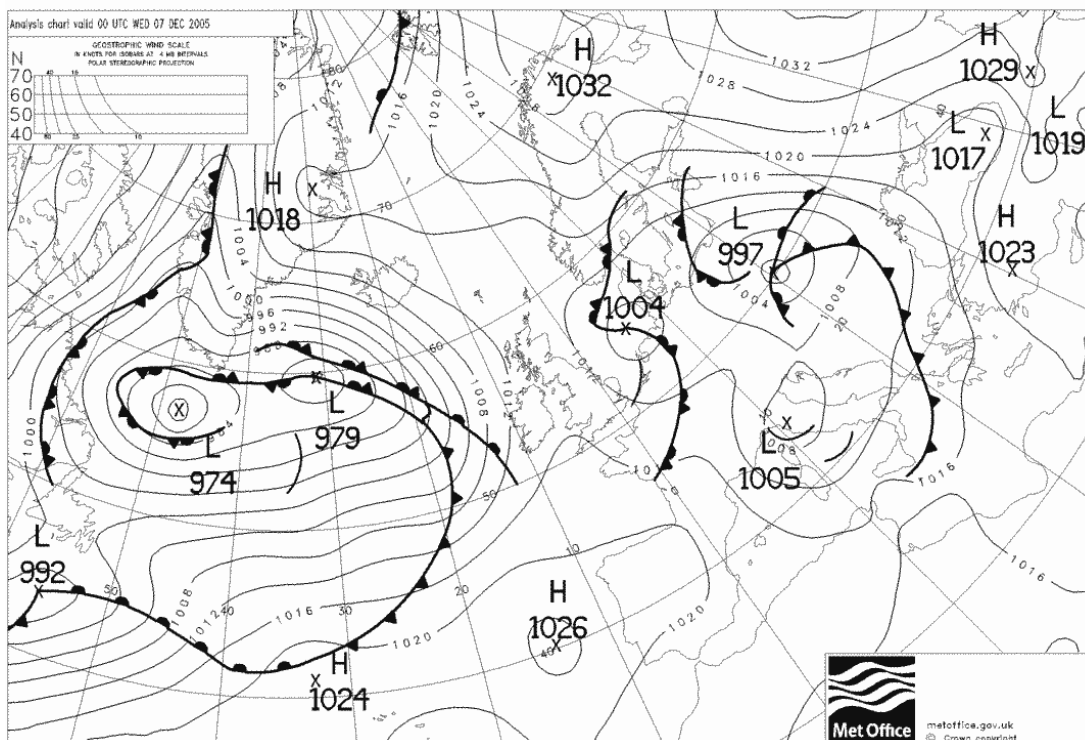
4.4.8 *Cyklona nad střední Evropou (C)*

Dominantním tlakovým útvarem při této povětrnostní situaci je tlaková níže v blízkosti střední Evropy. Takovou výši zpravidla nalezneme u Britských ostrovů či na severu Evropy. Situace často navazuje na situaci Ec, kdy dochází v podstatě k postupu vytvořené tlakové níže z Itálie na severovýchod. Její četnost je z hlediska roku nejvyšší v dubnu a naopak nejméně se vyskytuje v zimě. (Tolasz a kol., 2007)

Obecně se ale situace vyskytuje poměrně málo. Z důvodu velmi nízkého výskytu v zimním období nelze prokázat vztah na záporné indexy, i když charakterem, odpovídá záporné NAO. Roční průměr za roky 2001 – 2010 je 8,5 dne. Pro meteorology je tato situace noční můrou, protože postup tlakové níže přes Alpy bývá obvykle velmi komplikovaný. Obvyklá trasa vede mezi Alpami a Karpatami dále k severovýchodu (Roth, 1999). Zejména v poslední době v níže postupují více západním směrem, přímo přes Alpský masiv.

Podobně jako předchozí situace i tato je velmi vlhká. Opět může být příčinou povodní či výrazných sněhových srážek. Teplotně nejde vyjádřit, protože záleží na konkrétním postupu tlakové níže (Seifert, 1994).

Ukázka synoptické situace C viz obrázek na další straně.



Obr. 24 Synoptická situace C nad ČR 7. prosince 2005

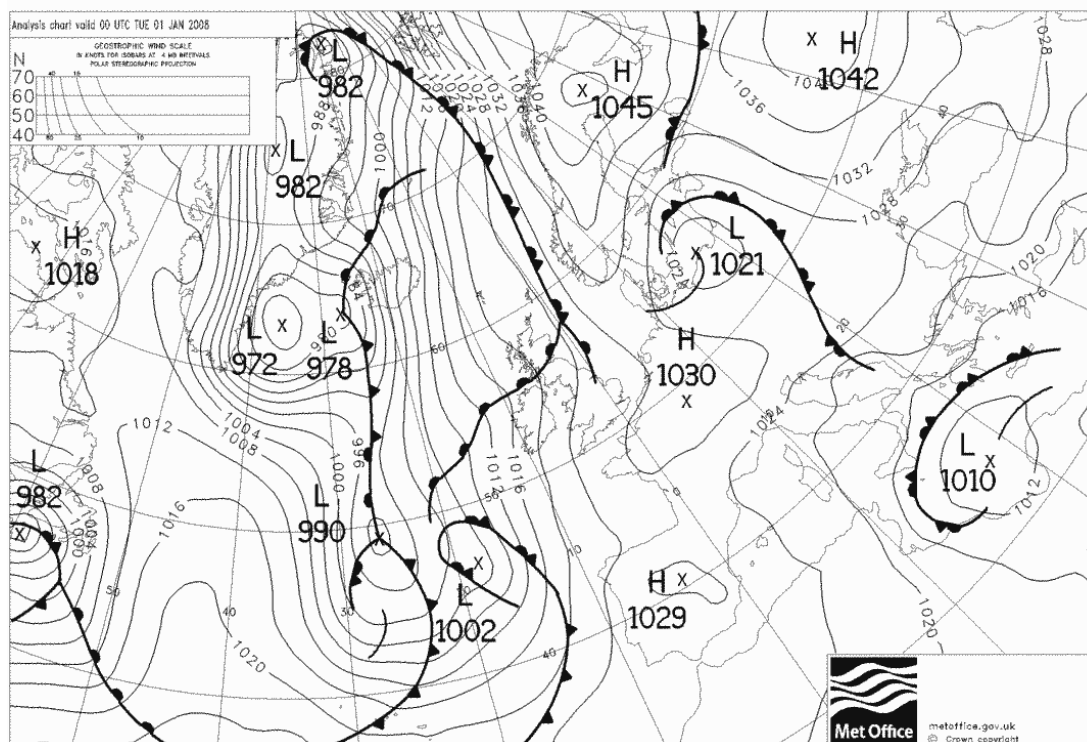
4.4.9 Výšková cyklona (Cv)

Jedná se o poslední synoptickou situaci, která je poněkud specifická, neboť v některých případech nemusí být ani vidět na zobrazení tlakového pole. Její výskyt se váže hlavně na jižní okraje sibiřských tlakových výší, ale není to podmínkou. Někdy se taky pro ni používá pojem výšková tlaková níže.

Její výskyt je nejmenší ze všech synoptických situací. Roční průměr za období 2001 – 2010 je pouze 3,7 dne. Tento minimální výskyt je rozvrstven v průběhu celého roku rovnoměrně a její trvání bývá zpravidla nejvýše třídnenní. Zejména v zimě jsou pak výškové tlakové níže vyplněny kapkou studeného vzduchu, která tvoří její jádro. Rozsahem je však toto jádro malé avšak mimořádně studené. Tento ledový vzduch může být i stratosférického původu (Roth, 1999).

Navzdory vysokému tlaku je počasí spíše cyklonální. V zimě zaznamenáváme četnější sněžení, které však není intenzivní. Spíše teplotně je situace v zimním období velmi studená,

průměrné zimní teploty budou podobné jako při situaci NEc, záleží, jak moc studeným vzduchem je níže ve výšce vyplněná. V létě naopak bude převažovat teplé počasí s tvořením přeháněk a bouřek (Roth, 1999).



Obr. 25 Synoptická situace Cv nad ČR dne 1. ledna 2008. Střed výškové cyklony se nachází na severu Polska, v tomto případě postupovala výšková cyklona k jihozápadu.

5 Vliv NAO na klima Evropy a České republiky

První dokumenty o klimatických projevech v Evropě, které jsou spojeny s NAO, jsou poměrně staré. Jejich stáří se datuje do druhé poloviny 18. století. Dánský misionář Hans Egede Saabye, který působil v letech 1770 – 1778 v Grónsku, si během tohoto období do svého deníku zapsal, že v letech kdy byla zima velice krutá, tak v Dánsku naopak registrovali zimu mírnou a obráceně. (Marshall, 2001)

Jím vypořádaný mechanismus je dnes často nazýván jako „houpačka zimních teplot vzduchu“ mezi Grónskem a Evropou. Ačkoli koncem 18. století v podstatě ještě neexistovala (nebo byla na začátku rozvoje) meteorologická měření, dánští cestovatelé a obchodníci si tuto „houpačku teplot“ již uvědomovali a řídili se jí při svých cestovatelských výpravách. Vědecké doložení této oscilace se datuje asi o sto let později a to rakouským meteorologem Juliem von Hannem, který k ní dospěl srovnáním řady průměrných měsíčních teplot ze stanice Jakobshaven v Grónsku a také z Vídně, což ilustroval ve svých pracích. Podobné výsledky přinesly i další studie, ve kterých je ale Vídeň nahrazena Oslem, popřípadě jiným místem ve Skandinávii (Wanner, 2001).

Vliv na zimní teploty vzduchu v Evropě je nejmarkantnějším projevem NAO a to dokazují i jednotlivé synoptické situace, které se častěji vyskytují při kladných a záporných indexech NAO. Nejdůležitější složku všeobecné cirkulace atmosféry představuje pro Evropu a severní Atlantik západní přenos vzduchových hmot. Protože je oceán v zimě relativně teplejší než pevnina, způsobuje toto západní proudění oteplení. Je-li toto proudění potlačeno, bývají zimy naopak chladnější (Lamb-Pepler, 1987; Van Loon-Rogers, 1978; Wanner, 2001). Tento scénář platí poněkud obecně, při podrobnější analýze bylo zjištěno, že i když je západní přenos potlačen, může se Evropa (zejména ta východní) prohřívat teplým prouděním z jižních směrů pomocí tlakových níží, které operují nad západním středomořím.

Vhodné podmínky pro intenzivní západní proudění existují při kladné fázi NAO, kdy má pole přízemního tlaku vzduchu obdobný charakter jako na obr. 3 Pro Českou republiku to značí v zimním období teplé proudění z atlantského oceánu. Teplé proudění z jihozápadu je však patrné v celé Evropě, rozdíl je pouze ten, že zatímco na jihu je anticyklonální počasí tak na severu naopak cyklonální (Martyn, 1995).

Dále tu máme sezónní charakter NAO. Ten je v zimním období nepopiratelný a dokazují ho mnohé studie. V letním období je vliv NAO poněkud složitější. Vzhledem k rychle se prohřívající pevnině v létě by se dalo předpokládat, že zesílený západní přenos a kladná NAO bude způsobovat ochlazení, ale není tomu tak. Důvodem může být celkové zeslabení cirkulace nad severním Atlantikem a Evropou, zejména vliv Islandské tlakové níže v létě výrazně slábne (průměrný tlak v lednu se pohybuje kolem 995 hPa, v červenci 1005 hPa). Azorská výše potom naopak v létě mohutní. V lednu se její průměrný tlak pohybuje kolem 1023 hPa, naopak v červenci je to až 1025 hPa. (Martyn, 1995).

V tlakovém poli v letním období jsou daleko menší tlakové gradienty oproti zimě, což je příčina zeslabení cirkulace. Hlavním klimatickým činitelem v létě je tedy zejména faktor energetický (sluneční záření).

Vliv srážek na NAO je také poněkud obtížněji doložitelný, což pro naše území platí dvojnásob. Důvodem je to, že reliéf hraje výraznou roli pro množství srážkových úhrnů. V některých oblastech Evropy ale byly souvislosti NAO a srážek zjištěny. Jsou to oblasti s převážně nížinným terénem a v blízkosti Atlantského oceánu (Lamb-Peppler, 1987).

5.1 Budoucnost NAO a klimatu v Evropě a České republice

Předpovědi klimatických změn v budoucnosti jsou velmi složité. Záleží na mnoha faktorech, které ovlivňují klima. U NAO byla vysledována určitá periodičnost, ale samotné NAO (i když má významný vliv pro počasí a klima v Evropě) nemůže nahradit zbylé klimatické faktory jako např. změny sluneční aktivity ani změny mořského proudění v oceánech (pro Evropu zejména golfský proud). Pokud se jedná o změny koncentrace oxidu uhličitého, tak ho nepovažují za dominantní, protože dosud nebyla bezesporně prokázána přímá souvislost mezi růstem oxidu uhličitého a růstem globálních teplot. Globální oteplení ve 20. století o 0,7° C bylo způsobeno pravděpodobně jinými vlivy a oxid uhličitý se na tomto oteplení podílel minimální měrou.

Pokud tedy i nadále bude platit dlouhodobé dvacetileté až třicetileté střídání záporné a kladné NAO, lze předpokládat, že v následujících zhruba 20. let bude převažovat záporná NAO. To neznamená, že by se v krátkém časovém useku nevyskytl kladný index NAO, ale převládat budou indexy záporné. To bude znamenat pro Evropu a tedy i Českou republiku v zimním období zeslabený západní přenos z Atlantiku a převažovat tudíž budou povětrnostní situace záporné fáze NAO. Častější vpády studeného vzduchu, které záporná NAO způsobuje, budou

znamenat spíše chladnější klima oproti rokům 1990 - 1999. Tento stav lze pozorovat už v posledních třech letech, kdy se NAO překlápí do záporné fáze.

6 Závěr

Vliv NAO byl studován pomocí synoptických situací. Synoptické situace charakterizují rozpoložení tlakových útvarů a celkový charakter cirkulace pro jednotlivé měsíce. Jednotlivé povětrnostní situace byly rozděleny do 3 skupin. První skupinou byly povětrnostní situace kladné fáze NAO. Sem bylo zařazeno celkem 7. typů povětrnostních situací - Wc, Wa, Wcs, SWa, NWA, SWc2, a SWc3, přičemž největším zástupcem pro kladnou NAO je situace Wc.

Další skupinou povětrnostních situací byly ty, které převažují při záporné NAO. Sem bylo zařazeno celkem 13 typů povětrnostních situací - Nc, NEc, NEa, Ec, Ea, SEa, SEc, Sa, SWc1, B, Bp, C a Cv. Z těchto synoptických situací je nejčtenější situace B a Bp. Tyto situace jsou také průměru za roky 1950 – 2010 nejčastější absolutně.

Třetí kategorií byly neutrální povětrnostní situace. Jedná se o povětrnostní situace, které nemají významnou souvislost s NAO, proto nejsou ani v bakalářské práci popsány. Řadíme sem zbylých 8. typů - NWc, Wal, Vfz, A, Ap1, Ap2, Ap3, Ap4. Kromě situace NWc a A jsou to situace, které mají v průběhu roku malé zastoupení. (Tolasz a kol., 2007)

Pro denní indexy NAO byly synoptické kategorie rozděleny trochu jinak. Index zde byl rozdělen také do třech skupin – kladný (+ 0,1 a vyšší), záporný (- 0,1 a nižší) a neutrální (+ 0,999 až - 0,999). Na rozdíl od měsíčních indexů, byly denní indexy rozděleny i pro období duben – září nikoli jen pro říjen – březen. Výsledky jsou následovné: v zimním období se do záporných odchylek zařadily situace SWc3, C, Nc, SWc1, Ap3, NEa, SEc, Ec a B. Do neutrálních NEc, SWc2, Ap4, Vfz, SEa, NWA, Wcs, Sa, Ap1. Pro kladné odchylky to jsou situace NWc, Bp, Ea, Cv, Ap2, SWa, A, Wc, Wa a Wal. V letním období jsou výsledky jiné. Do záporných odchylek patří situace Wcs, SWc3, SWc1, SWa, Ap4, Ap3, SWc2, Vfz. Do neutrálních B, Wc, Ap1, C, Bp, NWA, Ap2, NWc, a SEc. A do kladných NEa, SEa, NEc, Ec, Wa, Sa, Cv, Wal, Ea a A.

Vliv NAO na synoptické situace v chladné části půlroku byl prokázán dostatečně. Naopak pro letní období nebyl prokázán prakticky vůbec. V budoucnu je třeba se zaměřit zejména na dlouhodobé přepínání kladné a záporné NAO a na zkoumání toho čím je způsobeno. Tento systém není doposud zcela objasněn. Některé teorie hovoří o sluneční aktivitě a počtu skvrn na slunci. Jiné o proudění v oceánech, které by mělo střídání fází NAO do rozhodné míry ovlivňovat. Ať už však bude jakákoliv teorie v budoucnosti platná, tak bude stejně záležet na

souhře všech klimatických faktorů, které budou Zemi ovlivňovat komplexně jako celek a mnohé z nich nejsou ani v dnešní době dostatečně prozkoumány.

7 Summary

In this thesis I deal with the influence and effect of NAO on synoptic situations in the Czech republic (and in part even overregional). I concentrate on positive as well as negative phase. The result of thesis is that NAO really has an influence over synoptic situations and weather especially if extreme values are detected. In this thesis I also partially deal with behaviour of NAO in the future.

8 Seznam literatury

ASTAPENKO, P. D. – KOPÁČEK J.: Jaké bude počasí? Nakl. Planeta, Leningrad 1982), 24 a 25 s.

CÍLEK, V. (1998): Dialog mezi mořem a větrem – NAO: tekutá časomíra severoatlantické oscilace. Časopis Vesmír 77, červenec 1998. 367-371 s.

CÍLEK, V. (1999): Severoatlantická oscilace (NAO) v poslední době ledové. Časopis Vesmír 78, duben 1999. 196 s.

CÍLEK, V. (2010): Konec globálního oteplování ? – Oceánské proudění a třicetileté chladné epizody. Časopis Vesmír 89, červen 2010. 372 s.

KOPÁČEK, J. A BEDNÁŘ, J.: Jak vzniká počasí. Karolinum, Praha, 2005. 181-182 s. ISBN 978-80-246-1002-3

LAMB, P.J., PEPLER, R.A.: North Atlantic Oscillation: Concept and an application. Bulletin of American Meteorological Society. 1987. roč. 68, č. 10 1218-1225 s.

MARSHALL, J., KUSHNIR, Y., BATTISTI, D., CHANG, P., CZAJA, A., DICKSON, R., HURRELL, J., McCARTNEY, M., SARAVANAN, R., AND VISBECK, M.: North Atlantic climate variability: Phenomena impacts and mechanisms. International Journal of Climatology, 2001, roč. 21. 1865-1876 s.

MARTYN, D.: Klimaty kuli zemskej. 2. vyd., Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa, 1995. 359 s. ISBN 83-01-11845-8.

ROGERS, J.C.: North Atlantic storm track variability and its association to the North Atlantic Oscillation and climate of Northern Europe. Journal of Climate, 1997, roč. 10, č. 7. 1635-1647 s.

ROTH, G. D. (2000): Malá encyklopedie počasí – Jak porozumět počasí a meteorologickým předpovědím. 1. vyd., Euromedia Group k. s. , Praha, 2000. 146 a 277 s.

SEIFERT, V: Počasí kolem nás. Grada, Praha, 1994. 49-76 a 86-95 s. ISBN 80-7169-053-8

TOLASZ, R., a kol.: Atlas podnebí Česka – Climate atlas of Czechia. 1. vyd. ČHMU s koedici s Univerzitou Palackého, Olomouc / Praha, 2007. 212-213 s. ISBN 978-80-86690-26-1. (ČHMU) ISBN 978-80-244-1626-7 (UP)

VAN LOON, H., ROGERS, J.C.: The seesaw in winter temperatures between Greenland and Northern Europe. Part I: General description. Monthly weather review, 1978, roč. 106. 296-310 s.

WANNER, H., a kol.: North Atlantic Oscillation – Concept and studies. Surveys in Geophysics, 2001, roč. 22. 321-342 s.

WETTERZENTRALE (2010): Wetter: Wetterzentrale (on-line, cit. 2011-08-16). Dostupné z WWW: <http://www.wetterzentrale.de/>

CHMU (2011): Typizace synoptických situací pro území České republiky (on-line, cit. 2011-08-20). Dostupné z WWW:

<http://www.chmi.cz/meteo/om/mk/syntypiz/kalendar.html>

METOFFICE (2011): Synoptické mapy pro Evropu, Obr. 5 až 25 (on-line, cit, 2011-08-22). Dostupné z WWW: www.metoffice.gov.uk

NATIONAL WEATHER SERVICE (2011): Průměrné měsíční a denní indexy NAO (on-line, cit, 2011-08-22). Dostupné z WWW:

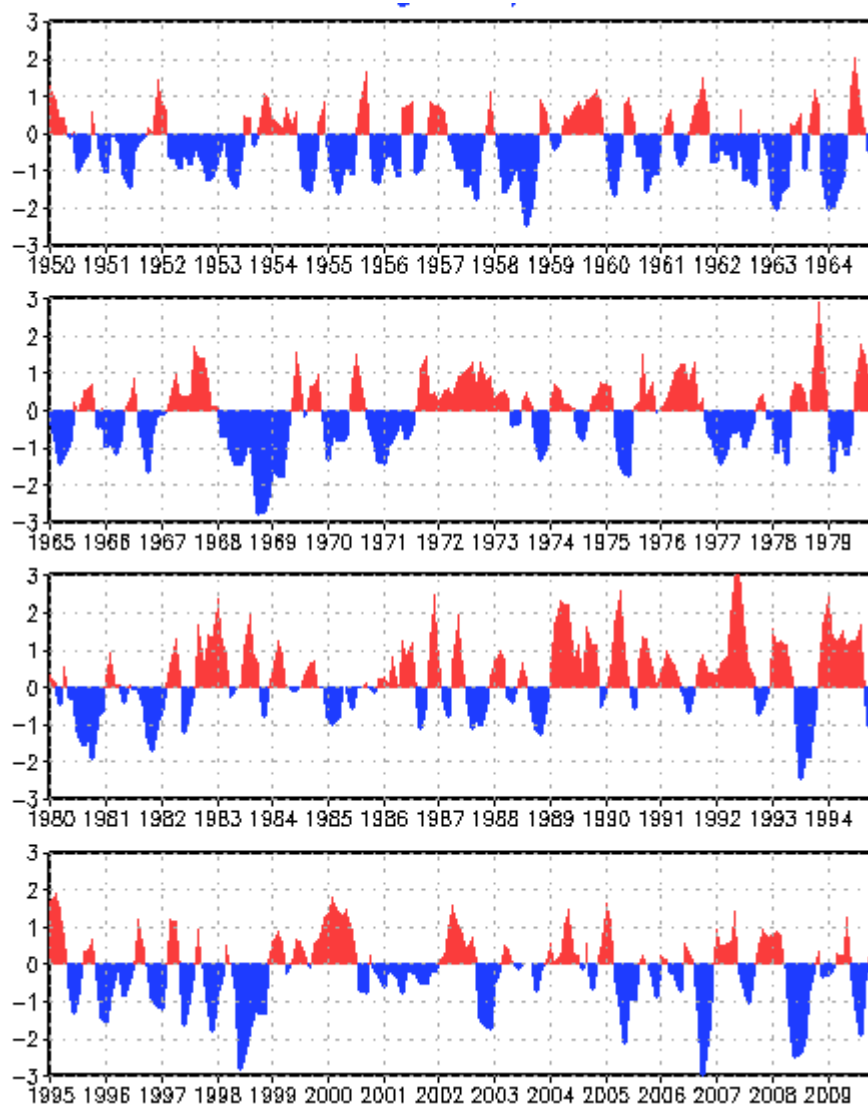
NOAA,

<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/norm.nao.monthly.b5001.current.ascii.table>

VIESBECK, M. (2011): North Atlantic Oscillation, Obr. 1 až 3. (on-line, cit, 2011-08-22). Dostupné z WWW: <http://www.ldeo.columbia.edu/res/pi/NAO/>

Příloha 1

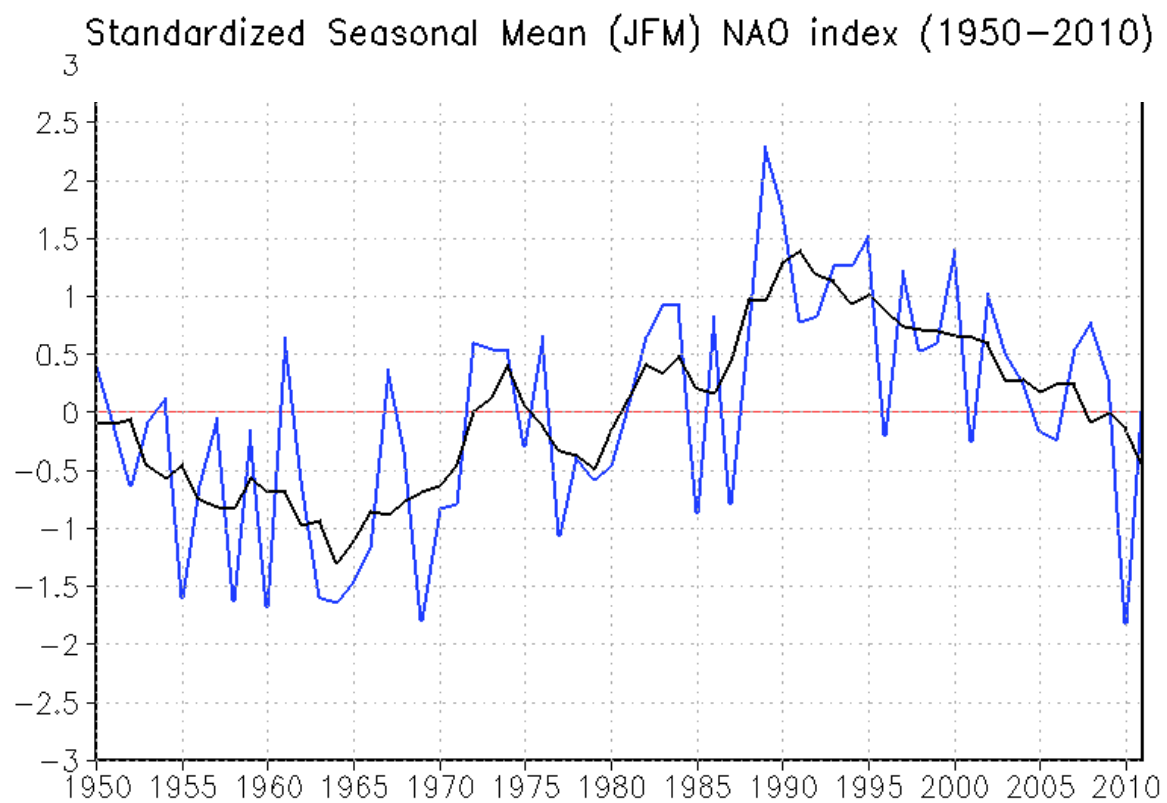
Standardizované průměrné hodnoty indexu NAO v období 1950 - 2010



Zdroj: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/month_ao_index.shtml
(10. 3. 2012)

Příloha 2

Standardizovaný průměrný sezónní index NAO (1950 – 2010)

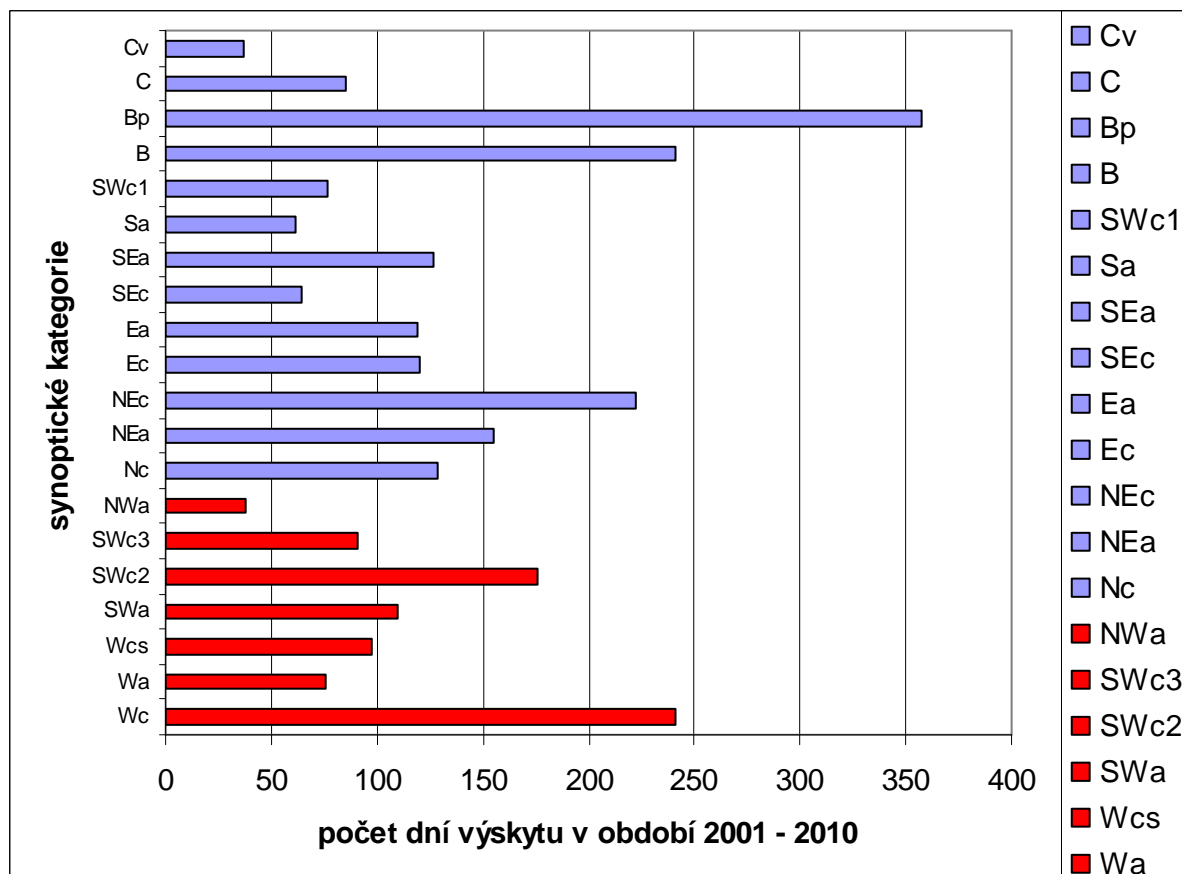


Zdroj:

http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/JFM_season_ao_index.shtml
(10. 3. 2012)

Příloha 3

Výskyt synoptických situací v období 2001 – 2010 (ve dnech), modře zobrazeny synoptické situace záporné fáze NAO, červeně kladné fáze NAO



Zdroj: www.chmi.cz – katalog syn. situací (10. 3. 2012) a vlastní výpočty

Příloha 4

Sumarizační tabulka základních statistických hodnot v období 1950 – 2010 (celý rok)

rok					
situace	četnost	AP	MEDIAN	MODUS	SMODCH
Wc	1927	0,293	0,361	-0,998	0,842
Wcs	747	-0,173	-0,152	-0,159	0,814
Wa	720	0,359	0,439	1,044	0,734
Wal	784	0,099	0,077	0,441	0,736
NWc	1179	0,108	0,161	0,382	0,735
NWa	371	0,001	0,047	-0,895	0,689
Nc	786	-0,265	-0,292	-0,135	0,725
NEc	1109	0,055	0,150	0,056	0,808
NEa	746	-0,015	0,001	0,262	0,823
Ec	960	-0,051	-0,046	0,484	0,782
Ea	896	0,226	0,289	0,490	0,744
SEc	620	-0,124	-0,041	-0,335	0,871
SEa	511	0,030	0,006	-0,847	0,775
Sa	480	0,115	0,170	0,421	0,723
SWc1	651	-0,278	-0,309	-0,260	0,750
SWc2	1185	-0,148	-0,142	-0,835	0,819
SWc3	814	-0,438	-0,463	-0,463	0,797
SWa	575	0,109	0,176	-0,110	0,723
B	1958	-0,109	-0,078	-0,343	0,793
Bp	1242	0,054	0,100	-0,424	0,774
Vfz	611	-0,075	-0,090	-0,537	0,779
C	755	-0,153	-0,179	-0,724	0,813
Cv	212	0,237	0,228	0,146	0,758
A	1171	0,308	0,361	0,436	0,750
Ap1	273	-0,003	0,026	0,231	0,804
Ap2	570	0,089	0,138	-0,227	0,801
Ap3	312	-0,252	-0,234	-1,085	0,761
Ap4	111	-0,113	-0,153	-0,316	0,890

Zdroj: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov> a www.chmi.cz – katalog syn. situací (30. 4. 2012) + vlastní výpočty

Příloha 5

Sumarizační tabulka základních statistických hodnot v období 1950 – 2010 (říjen- březen)

zima					
situace	četnost	AP	MEDIAN	MODUS	SMODCH
Wc	1224	0,507	0,556	-0,998	0,762
Wcs	453	0,032	0,044	-0,984	0,759
Wa	367	0,534	0,573	0,769	0,662
Wal	3	1,169	1,250	neexistuje	0,126
NWc	671	0,128	0,176	0,382	0,653
NWa	191	0,021	0,072	-0,895	0,621
Nc	525	-0,342	-0,348	-0,135	0,705
NEc	389	-0,096	0,015	-1,205	0,875
NEa	243	-0,289	-0,260	0,262	0,781
Ec	541	-0,206	-0,198	-0,742	0,787
Ea	551	0,188	0,264	0,575	0,753
SEc	386	-0,258	-0,164	-0,335	0,875
SEa	396	0,004	-0,040	-0,537	0,764
Sa	278	0,044	0,097	0,421	0,654
SWc1	244	-0,324	-0,324	-0,905	0,653
SWc2	573	-0,095	-0,076	-0,543	0,874
SWc3	291	-0,527	-0,513	-0,463	0,849
SWa	388	0,276	0,328	-0,110	0,677
B	968	-0,128	-0,046	-0,136	0,799
Bp	549	0,170	0,263	-0,298	0,745
Vfz	322	-0,034	-0,039	-0,537	0,716
C	241	-0,363	-0,466	-1,229	0,667
Cv	78	0,217	0,309	neexistuje	0,656
A	682	0,313	0,358	0,436	0,706
Ap1	110	0,093	0,065	-0,020	0,887
Ap2	238	0,234	0,339	-0,227	0,799
Ap3	152	-0,304	-0,311	-0,732	0,762
Ap4	63	-0,036	-0,088	neexistuje	0,736

Zdroj: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov> a www.chmi.cz – katalog syn. situací (30. 4. 2012) + vlastní výpočty

Příloha 6

Sumarizační tabulka základních statistických hodnot v období 1950 – 2010 (duben-září)

léto					
situace	četnost	AP	MEDIAN	MODUS	SMODCH
Wc	703	-0,078	-0,038	-1,041	0,847
Wcs	294	-0,487	0,174	-1,678	0,797
Wa	353	0,178	0,253	0,163	0,760
Wal	781	0,270	0,073	0,441	0,735
NWc	508	0,082	0,145	-0,250	0,830
NWa	180	-0,021	-0,024	0,276	0,754
Nc	261	-0,112	-0,145	-0,843	0,740
NEc	720	0,136	0,207	1,038	0,757
NEa	503	0,117	0,138	-0,813	0,809
Ec	419	0,149	0,157	-1,213	0,730
Ea	345	0,286	0,370	-0,012	0,726
SEc	234	0,096	0,114	-0,203	0,817
SEa	115	0,122	0,184	-0,061	0,806
Sa	202	0,212	0,246	-0,719	0,799
SWc1	408	-0,250	-0,281	-0,667	0,802
SWc2	612	-0,198	-0,213	-0,601	0,761
SWc3	523	-0,389	-0,438	0,144	0,761
SWa	187	-0,237	-0,230	-0,766	0,691
B	990	-0,089	-0,123	-0,343	0,787
Bp	693	-0,038	-0,039	-0,424	0,785
Vfz	289	-0,122	-0,216	-0,488	0,842
C	514	-0,055	-0,037	-0,670	0,856
Cv	134	0,248	0,197	-0,590	0,812
A	489	0,301	0,366	-0,680	0,806
Ap1	163	-0,068	0,026	0,231	0,736
Ap2	332	-0,016	0,007	0,591	0,786
Ap3	160	-0,202	-0,155	-1,392	0,756
Ap4	48	-0,214	-0,228	neexistuje	1,049

Zdroj: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov> a www.chmi.cz – katalog syn. situací (30. 4. 2012) + vlastní výpočty