



Z9017F Oborový geografický seminář 2

Sněhová pokrývka, její změny a vztah k atmosférické cirkulaci ve Skandinávii

Vojtěch Umlauf

N-GK FG, 2. ročník, 2. semestr

Brno 2018

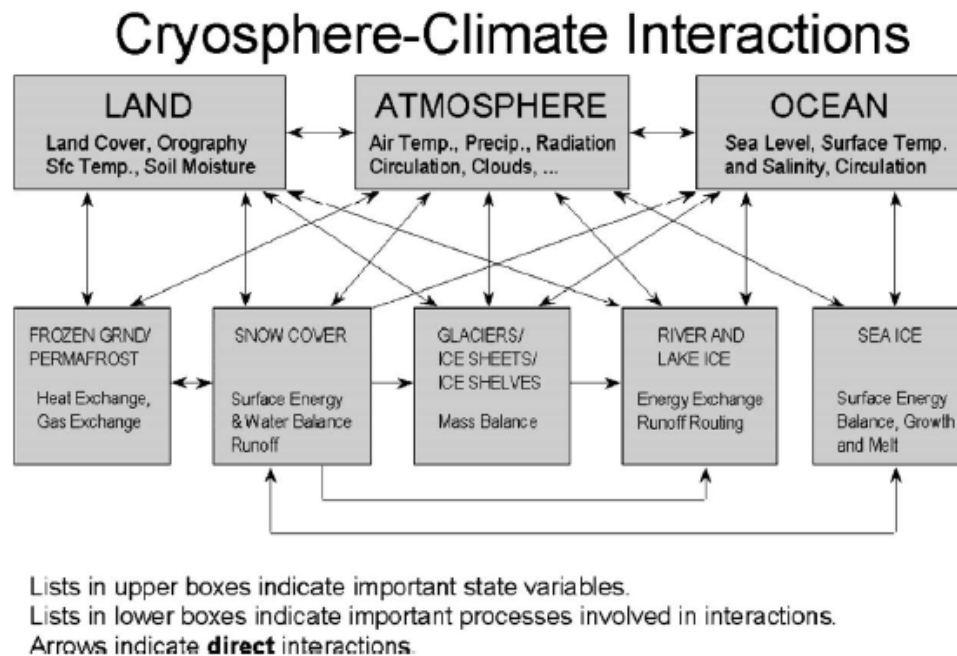


Obsah

- 1) Úvod – sněhová pokrývka (význam, vlastnosti, měřené parametry)
- 2) Módy atmosférické cirkulace
- 3) Studie zabývající se vztahem sněhové pokrývky a módů at. cirkulace
- 4) Sněhová pokrývka v Oslu v zimě 2017/2018

Sněhová pokrývka a její význam v klimatickém systému

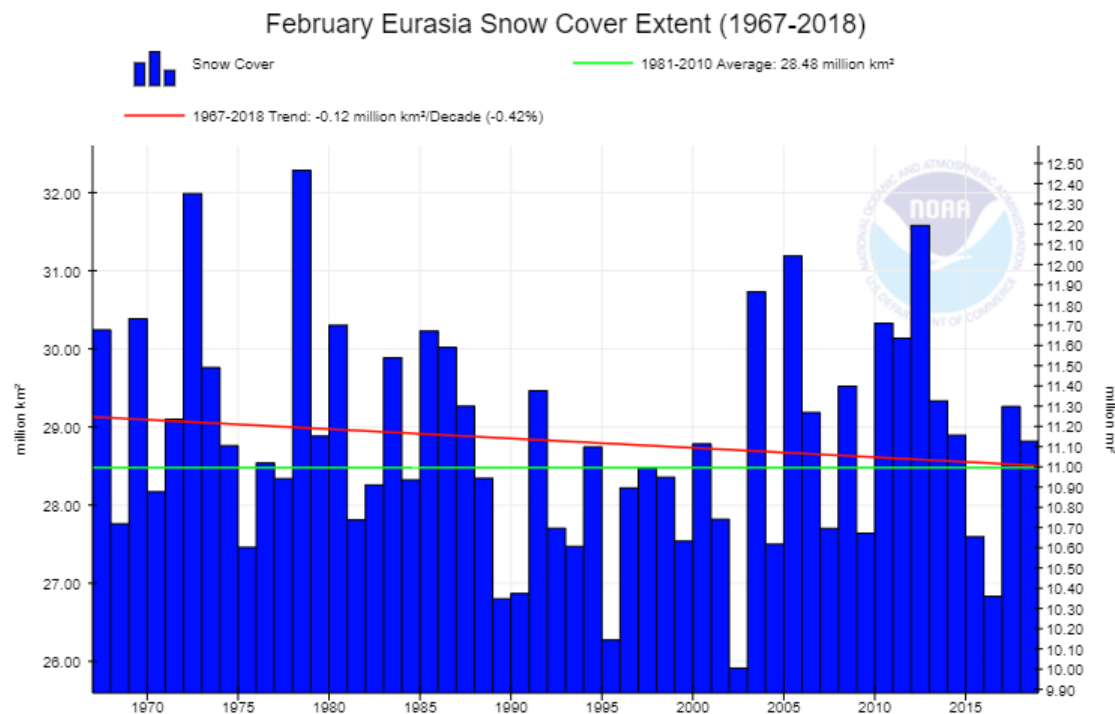
- součást kryosféry (z řeč. kryos = mráz)
- kryosféra
 - mořský led, říční a jezerní led, ledovce, permafrost a sněhová pokrývka
 - součást globálního klimatického systému – důležité vazby a zpětné vazby



Obr. 1 Schéma důležitých interakcí mezi kryosférou a dalšími důležitými komponentami klimatického systému; zdroj: Snow and climate (2008)

Sněhová pokrývka a její význam v klimatickém systému

- sněhová pokrývka – druhá nejrozsáhlejší součást kryosféry
- průměrná maximální rozloha: 47 mil. km² (rozloha souše 149 mil. km²)
- 98 % lokalizováno na severní polokouli

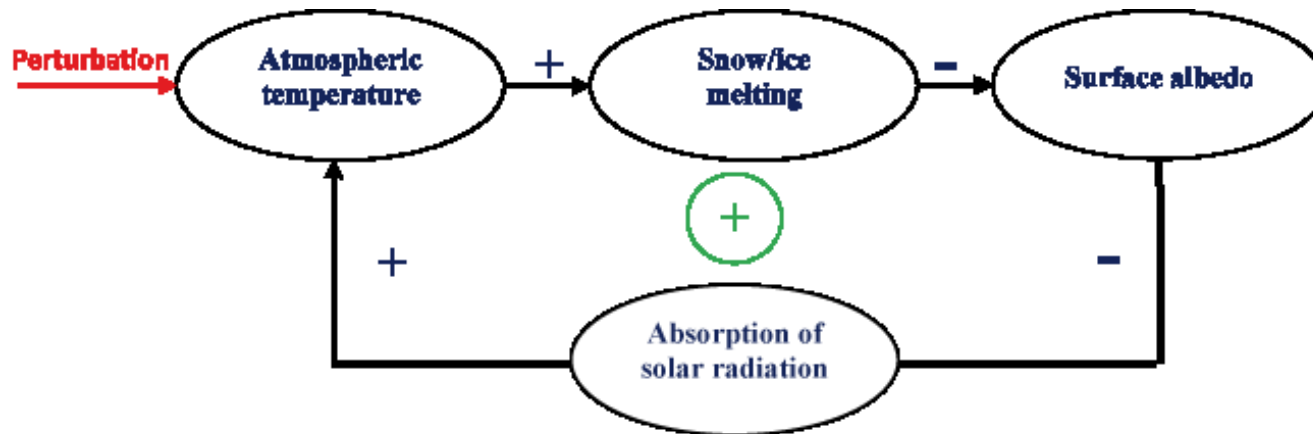


Obr. 2 Vývoj rozlohy SP v Eurasii, [1]

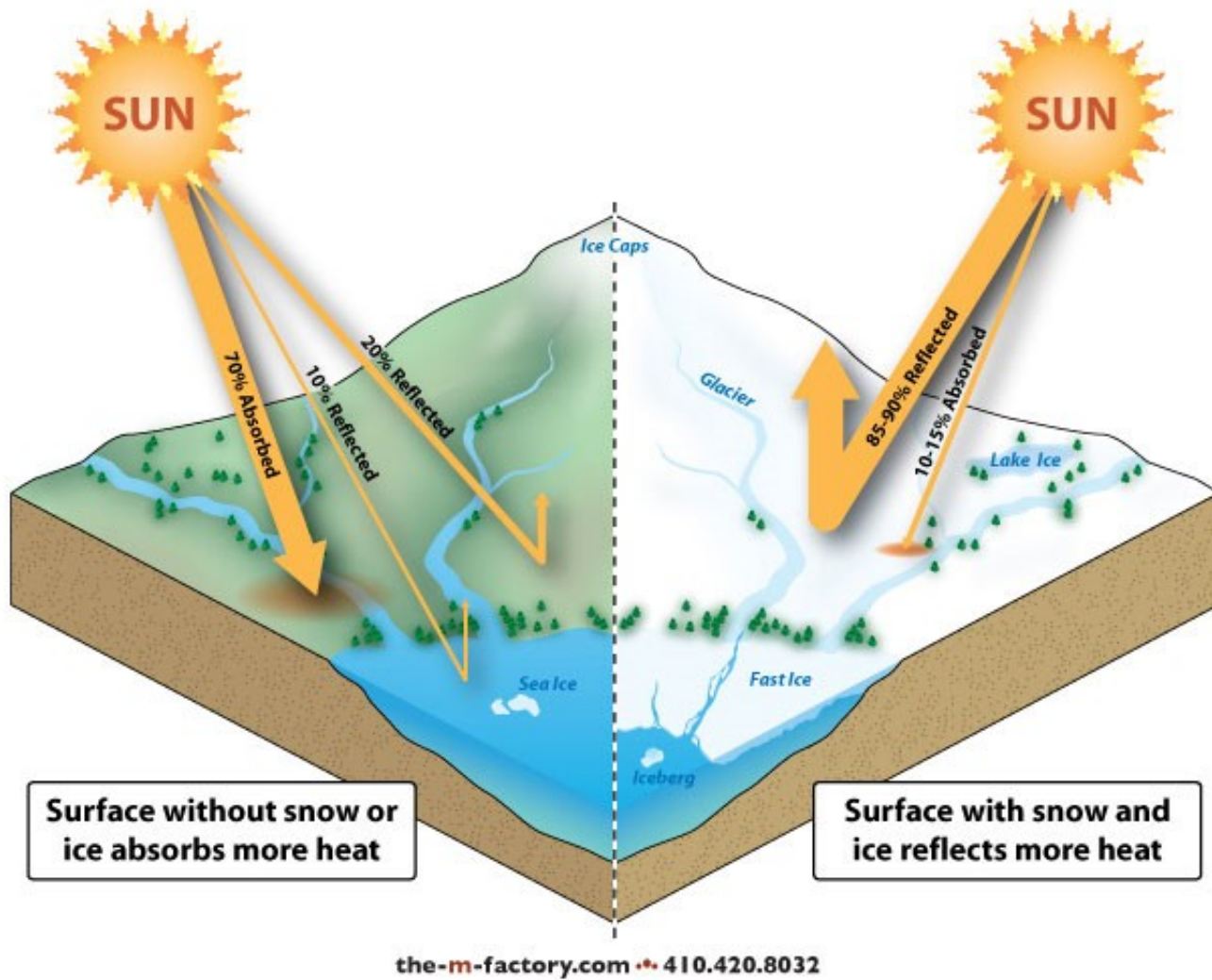
Sněhová pokrývka a její význam v klimatickém systému

1) Povrchová odrazivost (albedo)

- důležitá pro energetickou bilanci povrchu
- povrchy s trvalou sněhovou pokrývkou: až 80–90 %
- klimatický vliv záleží na přítomnosti oblačnosti
- nejvýznamnější vliv SP na RB zemského povrchu je na jaře



Obr. 3 Zpětná vazba sníh-albedo [2]



Obr. 4 Albedo sněhu [3]

Sněhová pokrývka a její význam v klimatickém systému

2) Termální vlastnosti

- SP narušuje toky tepla a vlhkosti mezi z. povrchem a atmosférou díky významnému obsahu vzduchu uvnitř
- termální konduktivita ($\sim 0.1 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ u čerstvého sněhu) 10–20x nižší než u ledu či vlhké půdy
- i malá vrstva sněhu významně zpomaluje nárůst ledu pod ní
- izolační schopnosti sněhu mají vliv na hydrologický cyklus

Sněhová pokrývka a její význam v klimatickém systému

3) Latentní teplo potřebné k tání

- pro tání ledu je potřebné velké množství energie (při 0 °C $3,34 \times 10^5 \text{ Jkg}^{-1}$)

=> sníh zpomaluje oteplování atmosféry během období tání

- např. v Eurasii mocná sněhová pokrývka spolu s jarní vlhkou půdou ovlivňuje letní monzunovou cirkulaci (viz Vernekar et al., 1995)

Význam sněhu pro společnost

- důležitý zdroj x hazard
- mnoho odvětví společnosti, které sníh ovlivňuje:
 - doprava – sněhové kalamity
 - zemědělství – ochrana plodin před mrazem
 - sport a cestovní ruch – skiareály tratě pro běžkaře, zimní olympijské hry atd.
 - ekonomika – souvislost se zemědělstvím a cestovním ruchem
 - energetika – vodní elektrárny
 - bezpečnost – lavinové nebezpečí, povodně
 - zdravotnictví, kvalita života – dostupnost pitné vody
- semiaridní regiony – hlavní zdroj vody pro říční síť i podzemní vodu
 - např. řeka Colorado – 85 % ročního odtoku z povodí pochází z tání sněhu
- odhad: přes 1 mld. lidí na světě je závislá na akumulaci sněhu pro vodní zdroje



Obr. 5 Řeka Colorado [4]



Obr. 6 Lavina v Norsku – ilustrační fotografie [5]

Význam sněhu pro ekologii a hydrologii

- SP mocná alespoň 30 cm chrání organismy a půdu před extrémním denními teplotními změnami nad jejím povrchem
- pokud SP, výměna plynů mezi povrchem a atmosférou může pokračovat i v zimě
- vlivy sněhu na půdní teplotu z hlediska hydrologie:
 - zmrzlá půda → pokles infiltrace → vyšší povrchový odtok
 - zmrzlá půda → omezené odvodnění → vyšší půdní vlhkost

Výška sněhové pokrývky (cm)

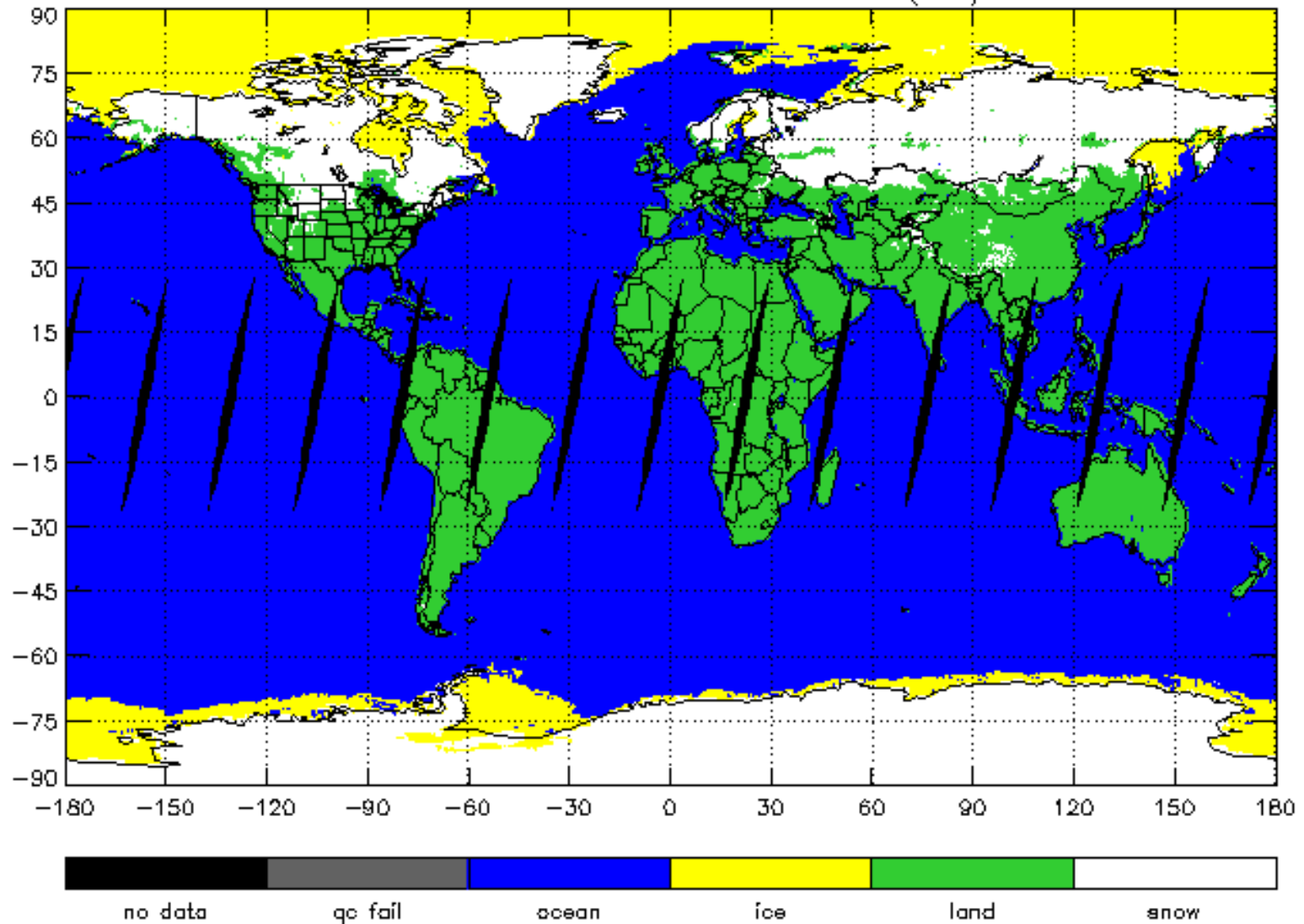
- vrstva sněhu nebo ledu na zemském povrchu vzniklá v důsledku tuhých srážek
- souvislá a nesouvislá SP, poprašek
- měření SP:
 - Začátek a konec souvislé a nesouvislé SP
 - Celková výška SP
 - Výška nového sněhu
 - Vodní hodnota SP
- výška SP se mění vlivem srážek, metamorfismu, tání/mrznutí
- význam studovat v rámci: klimatologie, biologie, zemědělství, doprava



Obr. 7 Ultrazvukový senzor pro měření výšky SP [6]

Obr. 8 Sněhoměrná lať [7]

MIRS N19 Snow Cover 20180327 Des (V11)



Obr. 9 Sněhová pokrývka na Zemi dne 27. 3. 2018 nasnímaná družicí NOAA 19 [8]

Vodní hodnota sněhu (mm nebo $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)

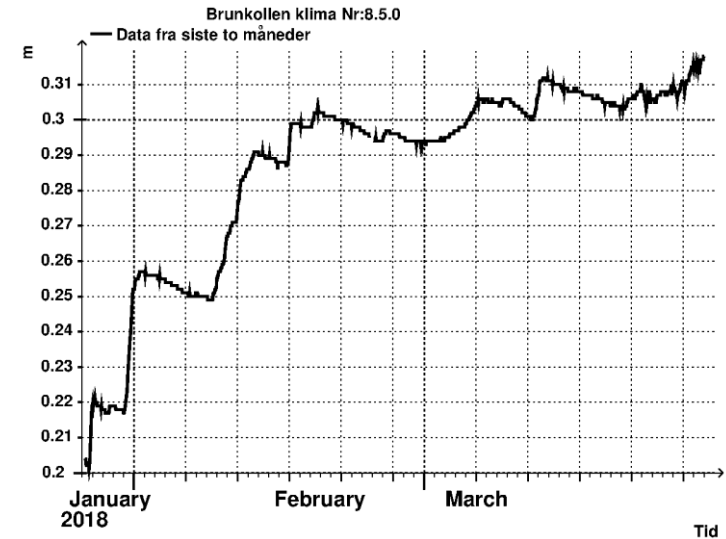
- výška vody získaná táním SP nad danou plochou
- závisí na výšce a hustotě SP:
$$SWE = HS\rho_s$$
 - kde HS je výška sněhu (m) a ρ_s je hustota sněhu ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)
- význam studia SWE (a SP):
 - předpověď povodně
 - plánování závlah
 - management vodních zdrojů
 - validace sněhových modelů a GCM simulací
 - detekce klimatické změny



Obr. 10 Sněhoměrný polštář [9]

Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE) – Oddělení hydrologie

- více než 100 zaměstnanců
- národní centrum pro monitorování a varování před povodněmi
- sbírá, ukládá a analyzuje data:
 - vodní stavy a průtoky
 - teplota vody
 - říční a jezerní led
 - transport sedimentů
 - sníh
 - ledovce
 - půdní vlhkost a podzemní voda
- data dostupná na:
<https://www.nve.no/hydrologi/hydrologiske-data/>



Obr. 11 Hodnoty SWE (m) na stanici Brunkollen v Oslo [10]

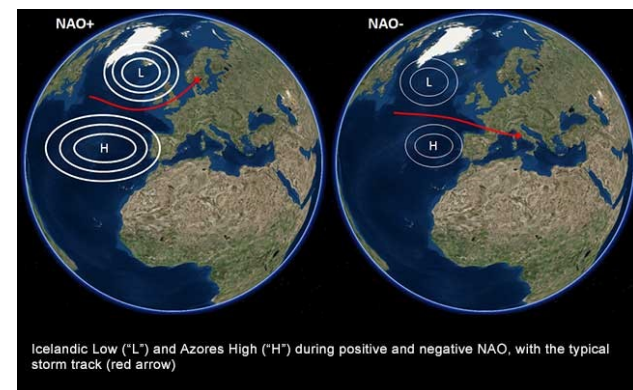


Vybrané základní módy atmosférické cirkulace (důležité pro Skandinávii)

- vzor (mód) telekonekce = opakující se a trvalé velkoprostorové vzory anomálií tlaku vzduchu a cirkulace, které se vyskytují nad rozsáhlými geografickými oblastmi
- typicky trvají několik týdnů až měsíců, výjimečně let
- mají pozitivní a negativní fázi → rozdíly v klimatických podmínkách
- vliv na teplotu, srážky, trasy bouří a výskyt a intenzitu jet streamu
- síla módů, jejich časoprostorová struktura a variabilita jsou zkoumány vícerozměrnou statistickou analýzou (např. PCA)
- zde jsou uvedeny módy NAO, AO, EA a SCAND

Severoatlantická oscilace – NAO

- index: rozdíl v tlaku vzduchu při hladině moře mezi dvěma akčními centry atmosféry – Azorskou TV a Islandskou TN
- **pozitivní fáze** – podprůměrný tlak ve vyšších šířkách severního Atlantiku a nadprůměrný ve středních šířkách západní Evropy, východu USA a centrálního Atlantiku
- **negativní fáze** – opačně
- spojitost s jet streamem a trasami bouří v severním Atlantiku
- změny v zonálním a meridionálním transportu tepla a vláh v atmosféře
- změny v rozložení teplot a srážek v prostoru východu USA, severního Atlantiku a Evropy

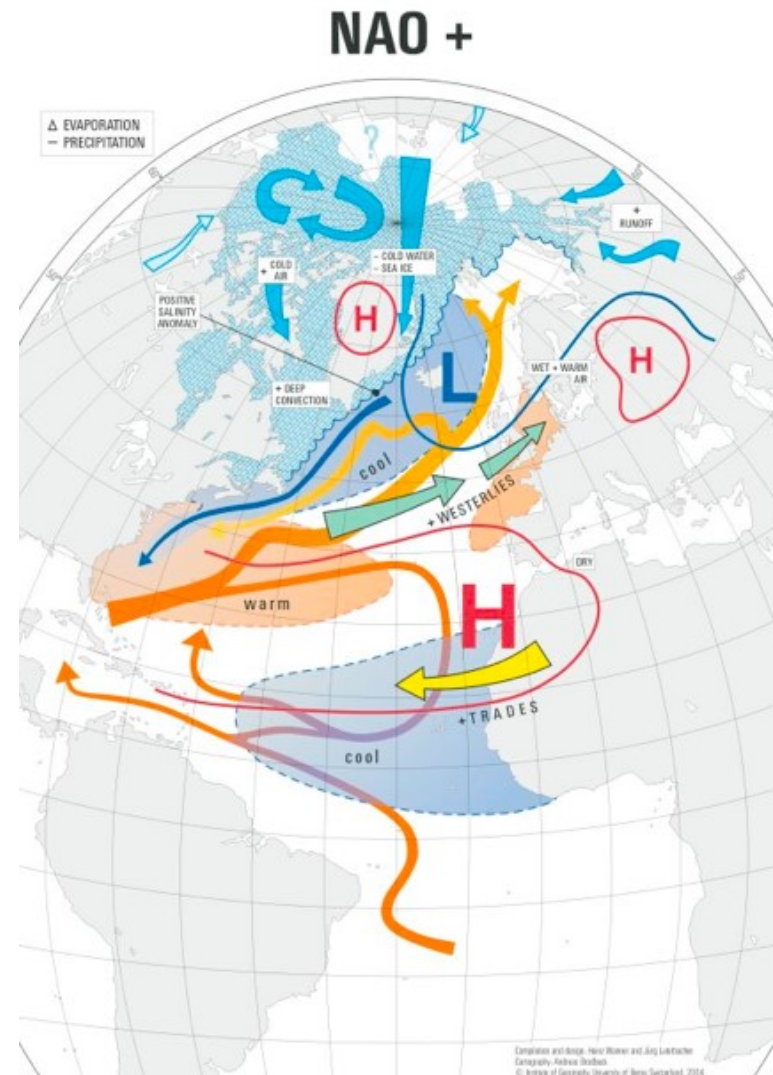


Obr. 12: NAO – pozitivní a negativní fáze [11]

Severoatlantická oscilace – NAO

a) Pozitivní fáze

- nadprůměrné teploty na východě USA a v severní Evropě
- podprůměrné teploty v Grónsku, případně na jihu Evropy a Blízkém východě
- nadprůměrné srážky ve Skandinávii
- podprůměrné srážky ve střední a jižní Evropě

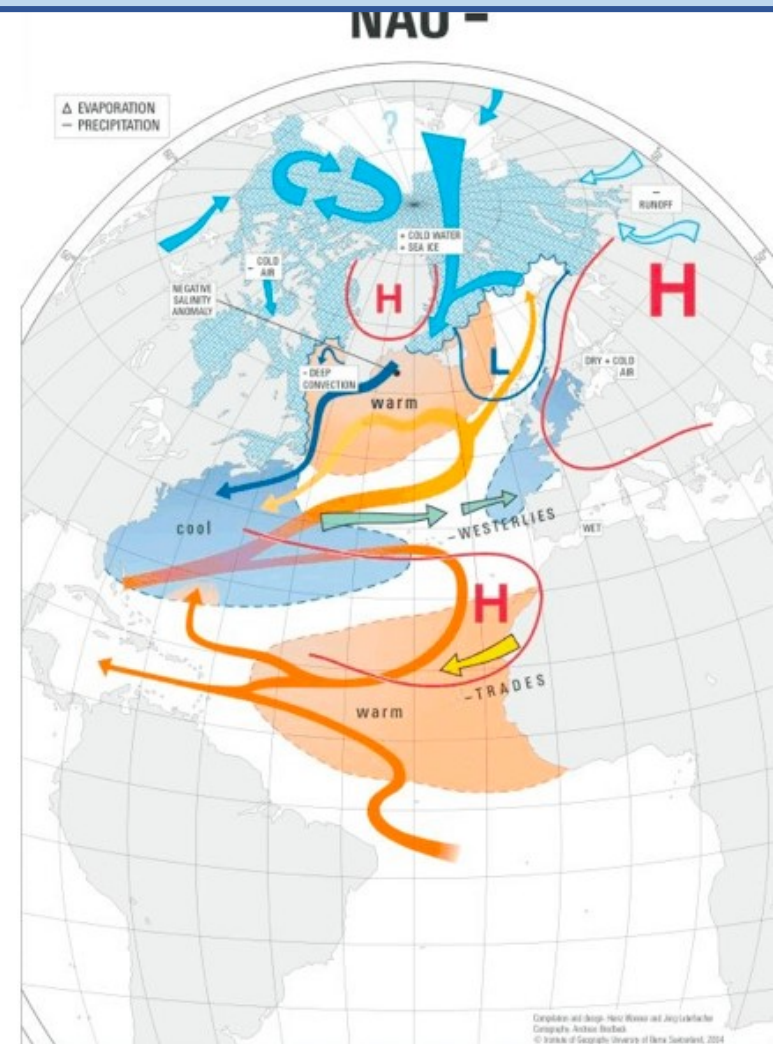


Obr. 13 Projevy pozitivní fáze NAO [12]

Severoatlantická oscilace – NAO

b) Negativní fáze

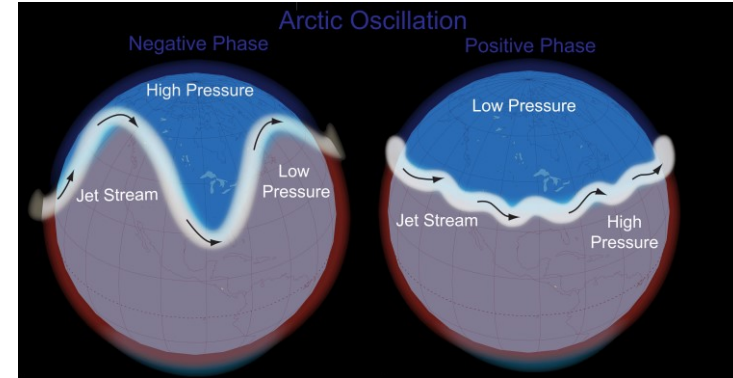
- opačný charakter teplotních a srážkových anomálií



Obr. 14 Projevy negativní fáze NAO [12]

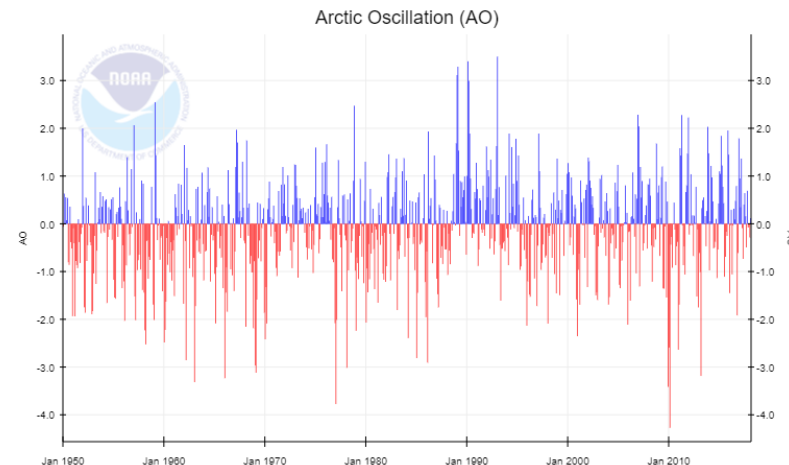
Arktická oscilace – AO

- index dominantního vzoru nesezónních kolísání tlaku vzduchu při hladině moře severně od 20° s. š.
- charakterizována anomáliemi tlaku v Arktidě v porovnání s anomáliemi mezi $37\text{--}45^{\circ}$ s.š.
- **pozitivní fáze**: nízký tlak kolem severního pólu → silný jet stream ve středních šířkách → studený vzduch izolován kolem pólu
- **negativní fáze**: vysoký tlak na pólu → slabší zonální větry → průniky polárního vzduchu do středních šířek



Obr. 15 Arktická oscilace [13]

Obr. 16 Vývoj indexu AO [14]



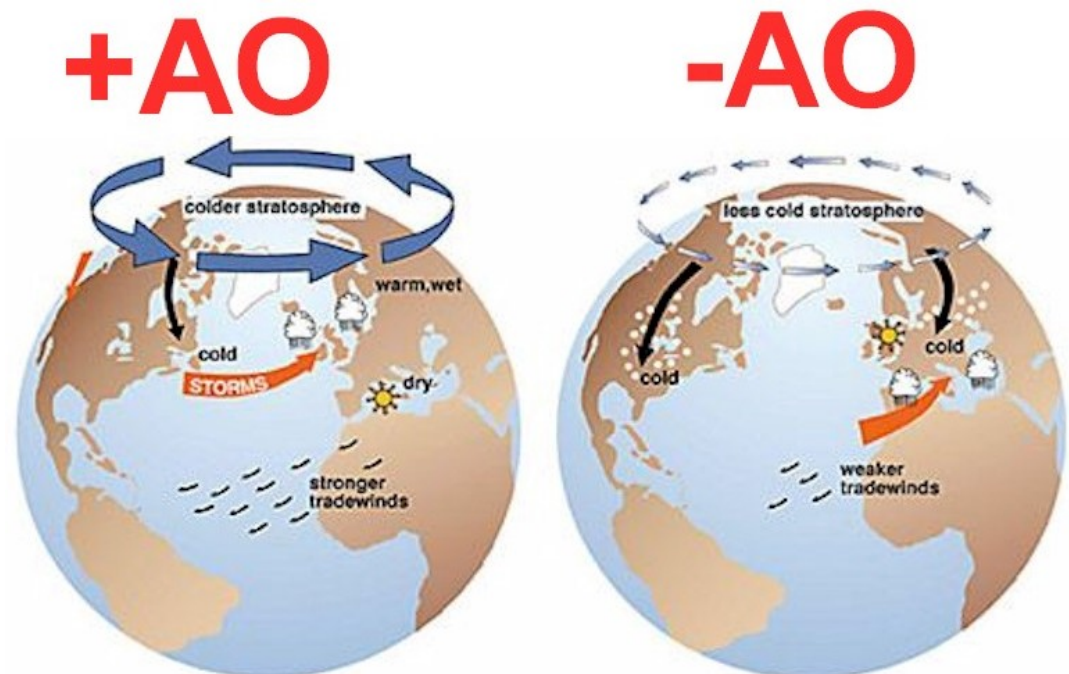
Arktická oscilace – AO

a) pozitivní fáze

- tlakové níže původem z Atlantiku putují dále na sever
- vlhčí počasí ve Skotsku, ve Skandinávii a na Aljašce
- sušší počasí na západě USA a ve Středozeří

b) negativní fáze

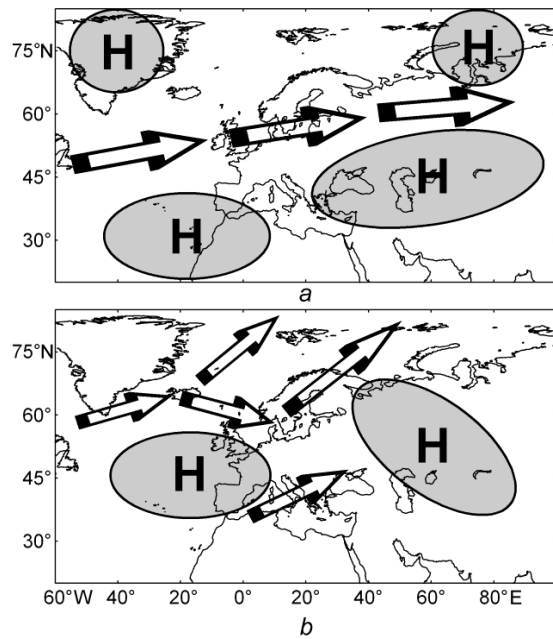
- Opačná charakteristika



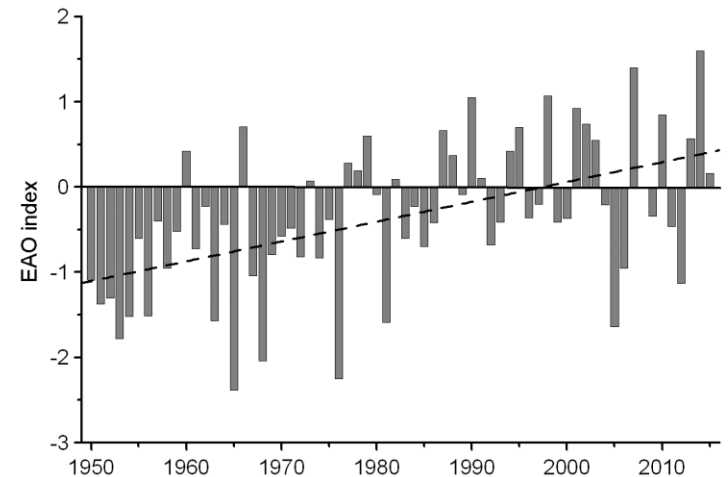
Obr. 17 Fáze arktické oscilace [15]

Východoatlantský cirkulační mód – EA (zdroj: Mikhailova, 2017)

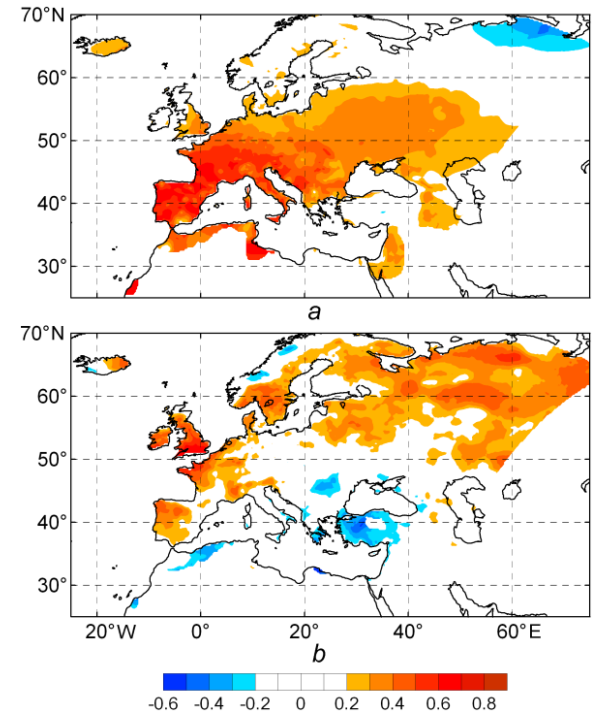
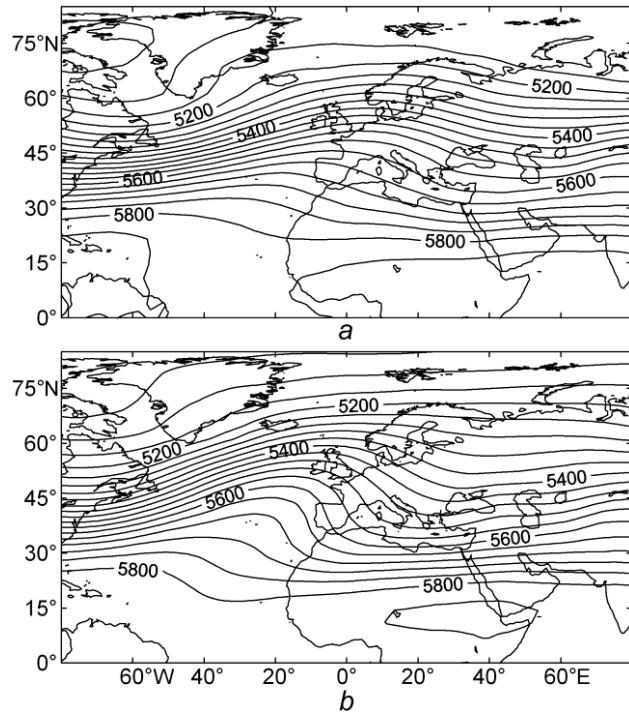
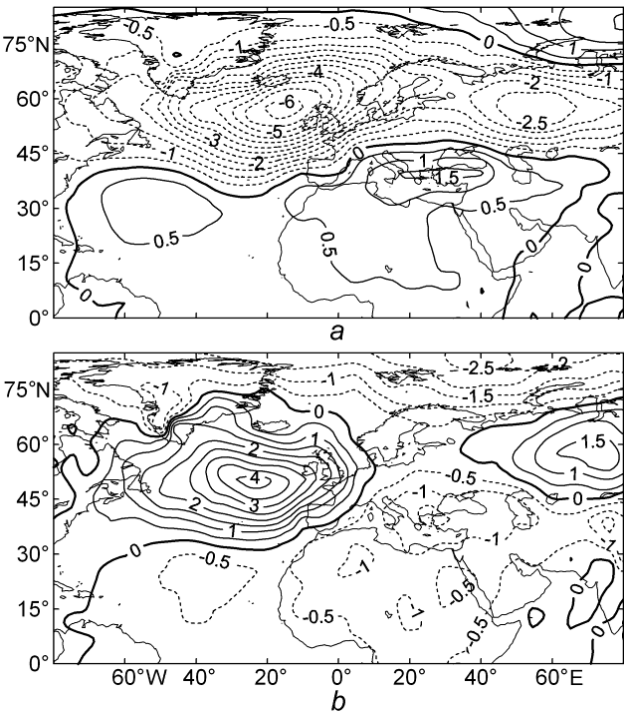
- dipól v geopotenciální výšce 500 hPa – centra nad střední Evropou a severním Atlantikem
- dtřídání fází se projevuje posunem tras bouří a má dopad na T a S
- vztah k rychlosti jet streamu ve střední troposféře nad severním Atlantikem
- **pozitivní fáze**: zonální cirkulace → vyšší zimní teploty vzduchu (průměrné anomálie v Evropě +0,3 až 3,5 °C)
- **negativní fáze**: meridionální cirkulace → nižší zimní teploty vzduchu (-0,5 až -1,5 °C)



Obr. 18 Pozitivní (a) a negativní (b) fáze EA s vyznačenými polohami hlavních anticyklon a hlavních tras bouří extratropických cyklon



Obr. 19 Dlouhodobá variabilita zimního indexu EA s lineárním trendem



Obr. 20 Složené anomálie povrchového tlaku vzduchu (hPa) v euroatlantském prostoru v pozitivní (a) a negativní (b) fázi EA v zimě v období 1981–2010

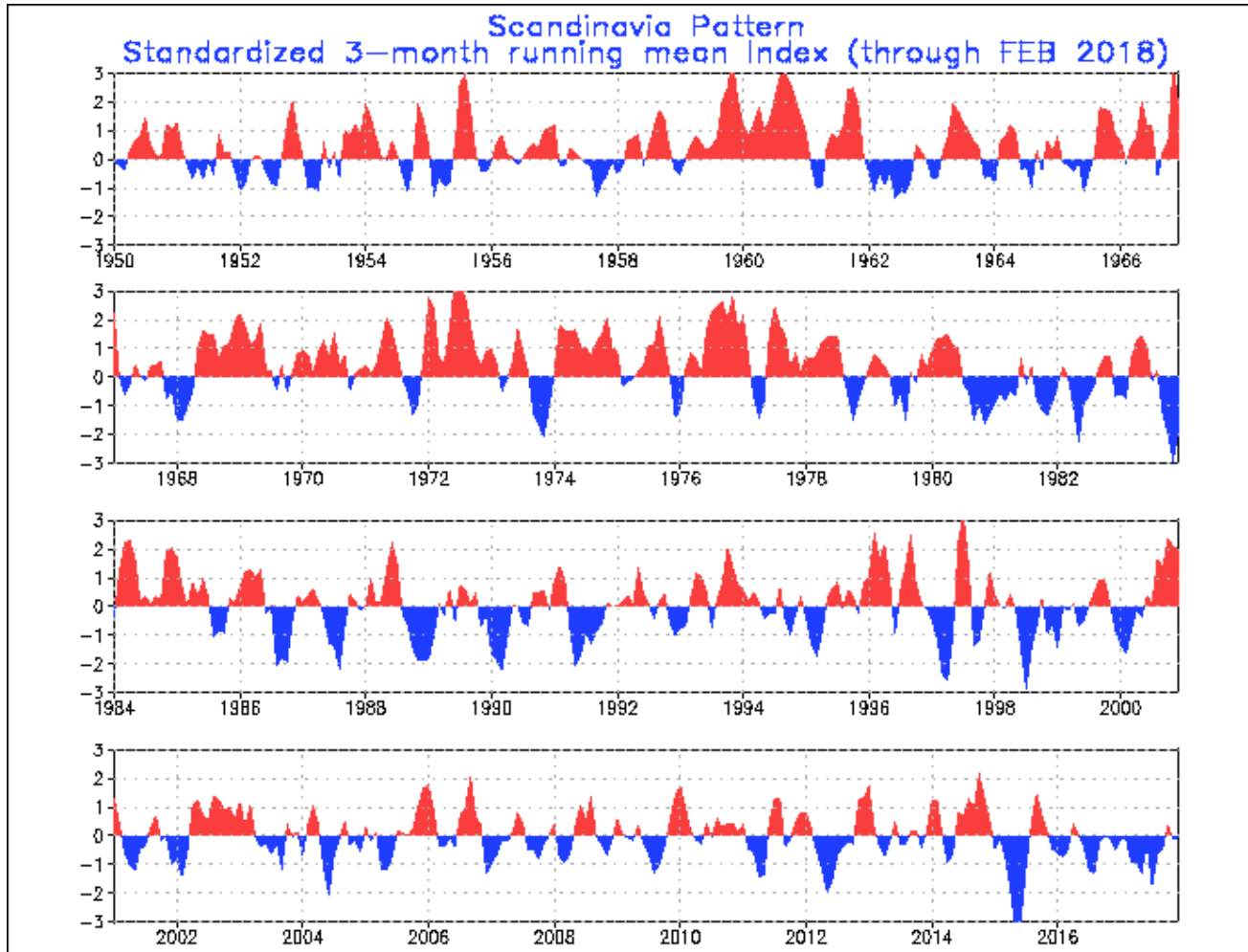
Obr. 21 Složený vzor geopotenciální výšky 500 hPa v pozitivní (a) a negativní (b) fázi EA v zimě v období 1981–2010

Obr. 22 Korelace mezi indexem EA a povrchovou T vzduchu (a) a srážkami (b) v Evropě v zimě v období 1950–2015

Skandinávský cirkulační mód – SCAND

- primární cirkulační centrum je nad Skandinávií
- protilehlá centra nad západní Evropou a východním Ruskem/západním Mongolskem
- **pozitivní fáze**: kladné anomálie tlaku nad Skandinávií a západním Ruskem, podprůměrné teploty v západním Rusku a v západní Evropě, nadprůměrné srážky ve střední a jižní Evropě, podprůměrné srážky ve Skandinávii
- **negativní fáze**: záporné anomálie tlaku nad Skandinávií a západním Ruskem

Skandinávský cirkulační mód – SCAND



Obr. 23 Index skandinávského módu cirkulace v období 1950–2017 [16]

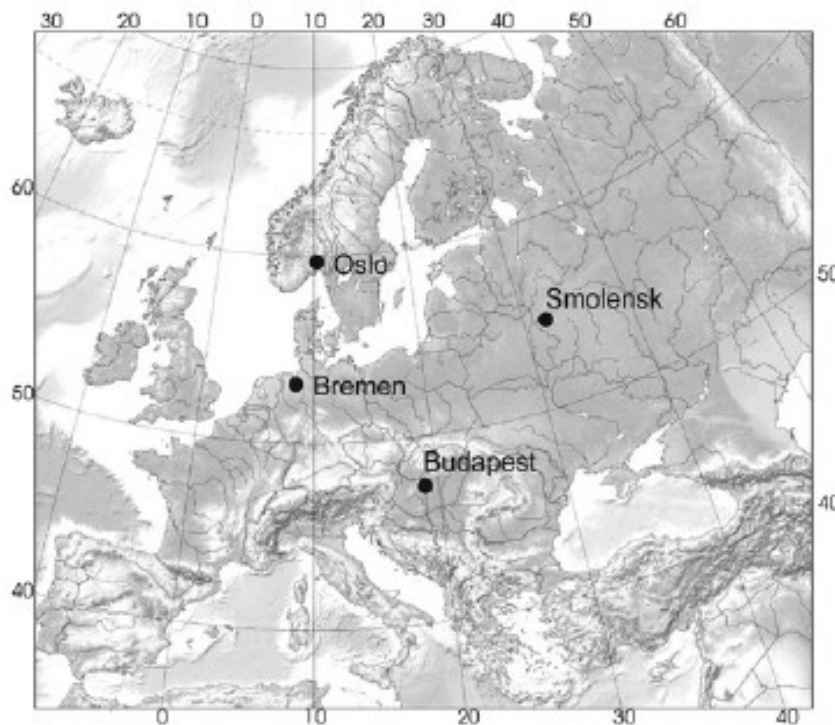
Synoptic conditions of heavy snowfalls in Europe

- autor: Ewa Bednorz
- pracoviště: Department of Climatology, Adam Mickiewicz University, Poznań, Polsko
- rok vydání: 2013
- bibliografický záznam:

Bednorz, E., 2013. Synoptic conditions of heavy snowfalls in Europe. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 95, 67–78. doi:10.1111/geoa.12001

Úvod a cíle

- analyzovat denní vzory atmosférické cirkulace a denní synoptické podmínky zodpovědné za vydatná sněžení v různých místech Evropy
- čtyři lokality v centrální a severní části Evropy – Oslo, Brémy, Smolensk a Budapešť



Obr. 24 Výzkumné lokality

Data

1) sněhová pokrývka

- denní data výšky SP pro sezony 1960/61 – 2009/10
 - měření 1x denně v 6:00 UTC, přesnost 1 cm
- vybrány dny s nárůstem SP o ≥ 10 cm
- změny SP – odečet výšky SP daného dne od následujícího

2) atmosférická cirkulace - hPa

- denní hodnoty tlaku vzduchu při hladině moře (SLP)
- denní geopotenciální výšky v hladině 500 hPa (Z500)

3) teplota vzduchu - °C

- vztažená ke gridu ($2,5 \times 2,5^\circ$) v tlakové hladině 850 hPa (T850)

4) obsah srážkotvorné vody (precipitable water content) – kg.m^{-2}

- vztažený ke gridu (PW)

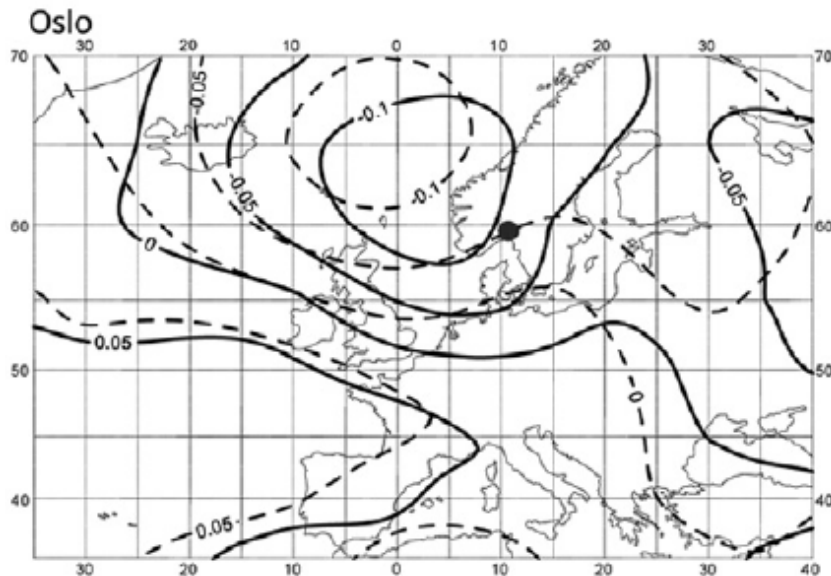
5) denní index NAO

Metody

- spočítány a mapovány korelační koeficienty mezi denními nárůsty sněhu a denními hodnotami SLP a Z500 pro gridy (oblast 35° W až 40° E, 35–70° N)
- pro dny s nárůstem ≥ 10 cm vytvořeny složené mapy průměrů a anomálií SLP a Z500
 - anomálie = difference mezi složenými hodnotami a 50letými průměry pro sezónu
- stejným způsobem prezentovány mapy T850 a PW
- pomocí modelu NOAA HYSPLIT spočítány pro vybrané dny s nejvydatnějším sněžením 48h zpáteční trajektorie částic vzduchu
 - tři úrovně nad hladinou moře: 300–500 m, 1500–2000 m a 3000–5000 m

Výsledky

- systémy nízkého tlaku vzduchu doprovázející sněžení
- korelační koeficient s hodnotou nad 0,09 (pod -0,09) je významný na hladině $p = 0,01$
- korelační koeficient s hodnotou nad 0,06 (pod -0,06) je významný na hladině $p = 0,05$
- centrum negativního pole SLP je posunuto k JV vůči centru Z500 → systém nízkého tlaku vzduchu se pohybuje k JV



Obr. 25 Korelační koeficienty mezi denními nárůsty sněhu a denními hodnotami SLP (spojitě) a Z500 (přerušovaně) pro Oslo

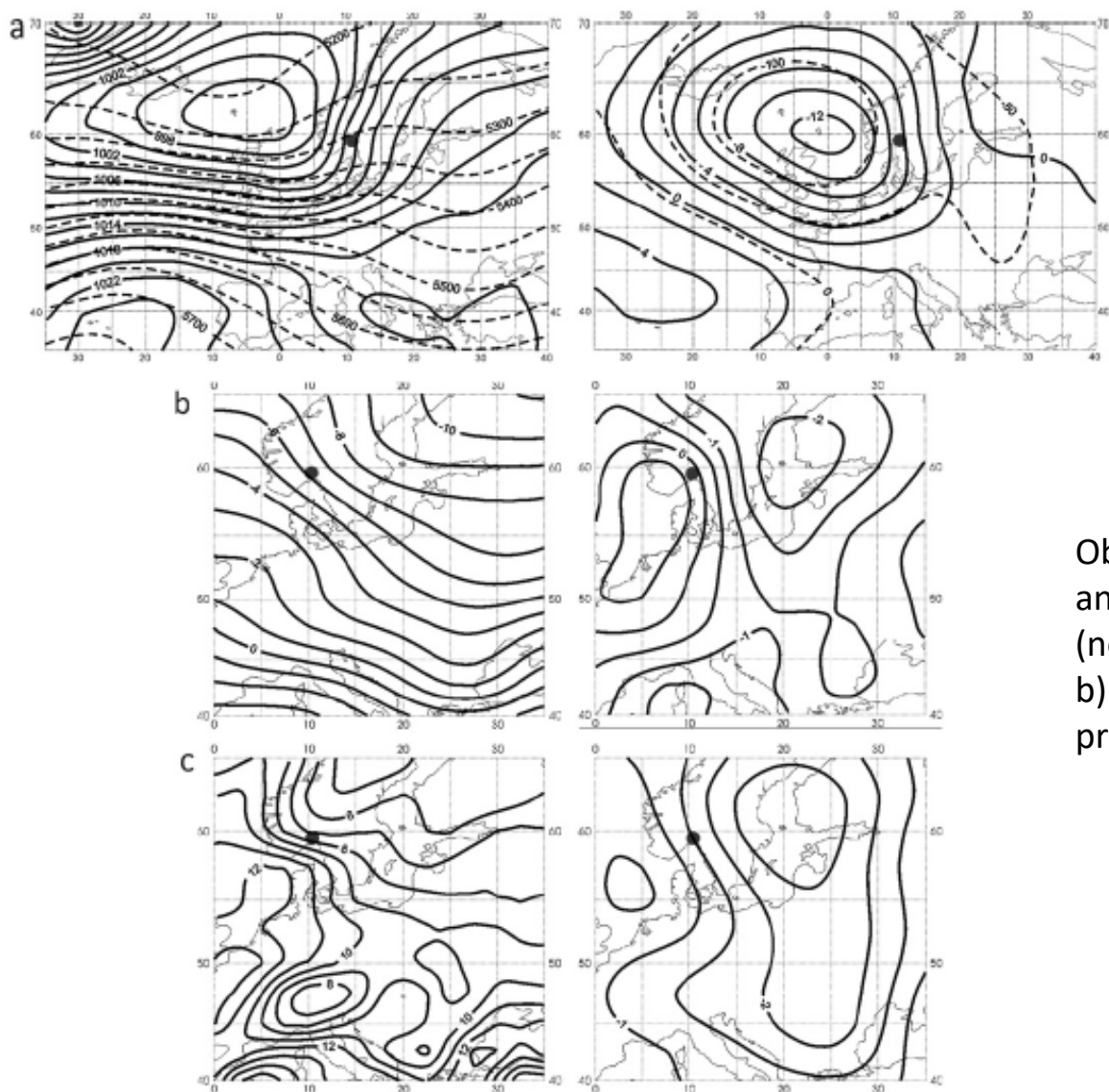
Výsledky

- roční počet dní se SP je >110
- sněžení v průměru 24 dní za zimu
- denní úhrny $S \geq 10$ cm méně než 2x do roka
- v období 1960–2010 pokles počtu dní se sněžením o 1,7 za 10 let
- 88 případů sněžení s výslednou akumulací 10 cm a více během 50 zim (1960/61 – 2009/10)

Výsledky

- hluboký systém nízkého tlaku vzduchu nad severním Atlantikem s anomáliemi SLP v centru pod -12 hPa
- podobné anomálie i v Z500 – snížení o 100 gpm
- toto ukazuje na +NAO (velké rozdíly tlaku mezi ATV a ITN)
- průměrný index NAO pro dny s vydatným sněžením je 0,21
- statisticky nevýznamný korelační koeficient mezi denním indexem NAO a vydatnými sněženými
- vydatná sněžení nejsou příliš vztažena k anomáliím T850 nebo obsahu PW v atmosféře

Výsledky

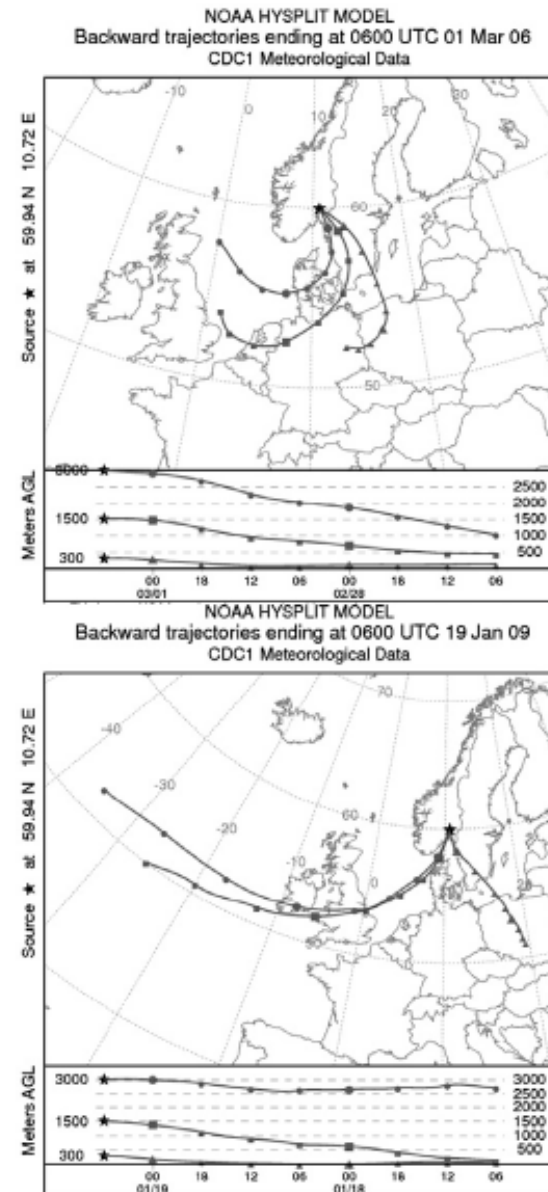


Obr. 26 Složené mapy (levý sloupec) a mapy anomálií (pravý sloupec) a SLP v hPa (nepřerušovaně) a Z500 v gpm (čárkovaně), b) T850 v °C v hPa, c) srážkové vody v kg·m⁻² pro dny s vydatným sněžením v Oslo

Výsledky

- Transport vzdušných částic v horní úrovni (3 000 m) ze Z, JZ a J směru (asi 80 % případů vydatného sněžení v Oslo)
- Ve stejném čase pozorován J, JV nebo V tok mírně studenějšího vzduchu (60 %)
- Méně často přinášejí sněžení vzdušné masy ze severního sektoru (20 %)
- Někdy sněžení způsobena vzdušnými hmotami lokálního původu (15 %)

Obr. 27 48h zpáteční trajektorie pro 1. 3. 2006 (nahore) a pro 19. 1. 2009 (dole) v Oslo

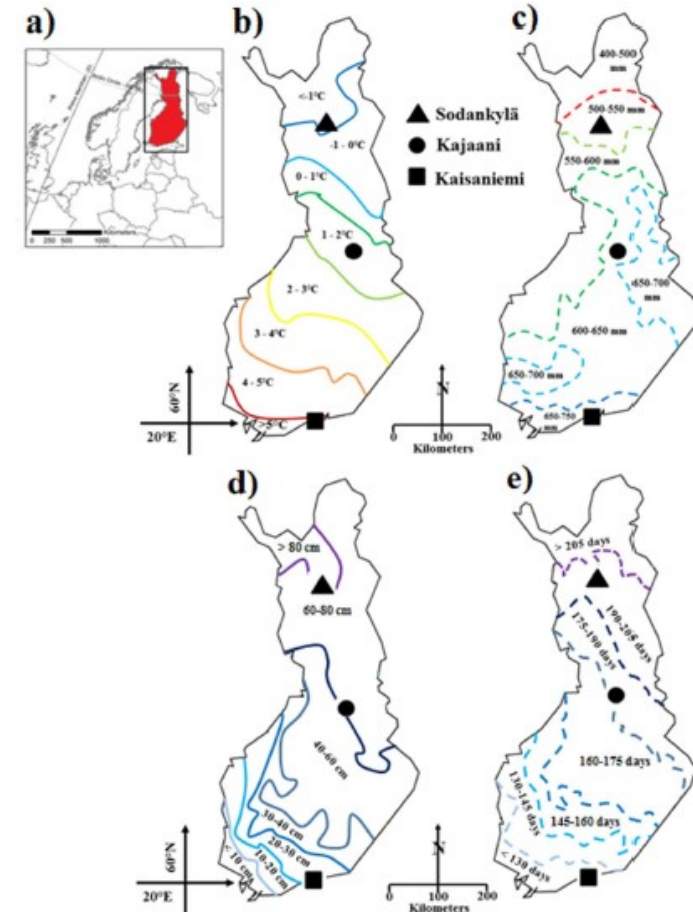


Diskuse a závěry

- vydatné sněžení v Oslo – negativní anomálie SLP i Z500
- při +NAO v Oslo dochází k vydatným sněžením
- zdrojový region pro vláhu je severní Atlantský oceán
- vlhký vzduch je při dlouhém transportu zdvihán do střední troposféry
- při pohybu a transformaci vzdušných hmot se tyto setkávají s chladnějším vzduchem od severu či východu
- setkávání odlišných vzduchových hmot může vyústit ve vydatná sněžení
- podobnost s teplou frontou
- pozitivní anomálie obsahu PW v atmosféře pozorovány pouze v trajektoriích front
- obecně jsou v důsledku podprůměrných teplot pozorovány slabě negativní anomálie PW

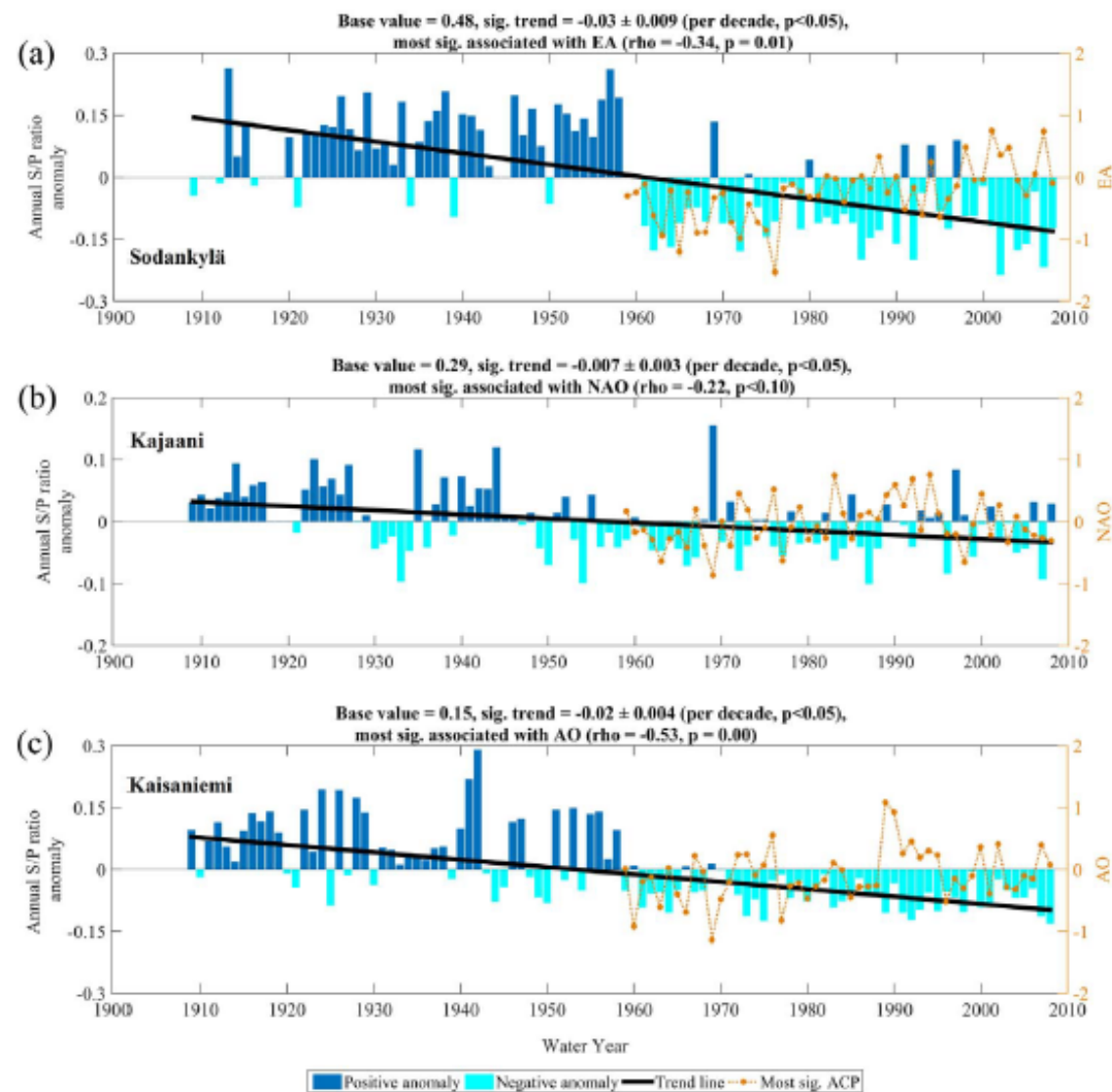
Vliv atmosférických cirkulačních módů na sněhovou pokrývku ve Finsku v období 1959–2008 – podle Irannezhad et al. (2017)

- 1909–2008: hodnocení variability a trendů podílu ročních sum sněžení k celkovým srážkám (S/P) na třech meteorologických stanicích:
 - Sodankylä
 - Kajaani
 - Kaisaniemi
- studovány také faktory kontrolující odchylky v S/P a jejich vztah k velkoprostorovým atmosférickým cirkulačním módům /pro období 1959–2008)



Obr. 28 Průměrná roční teplota (b), průměrné roční srážky (c), průměrná výška SP a průměrné roční počty dní se SP ve Finsku v období 1981–2010

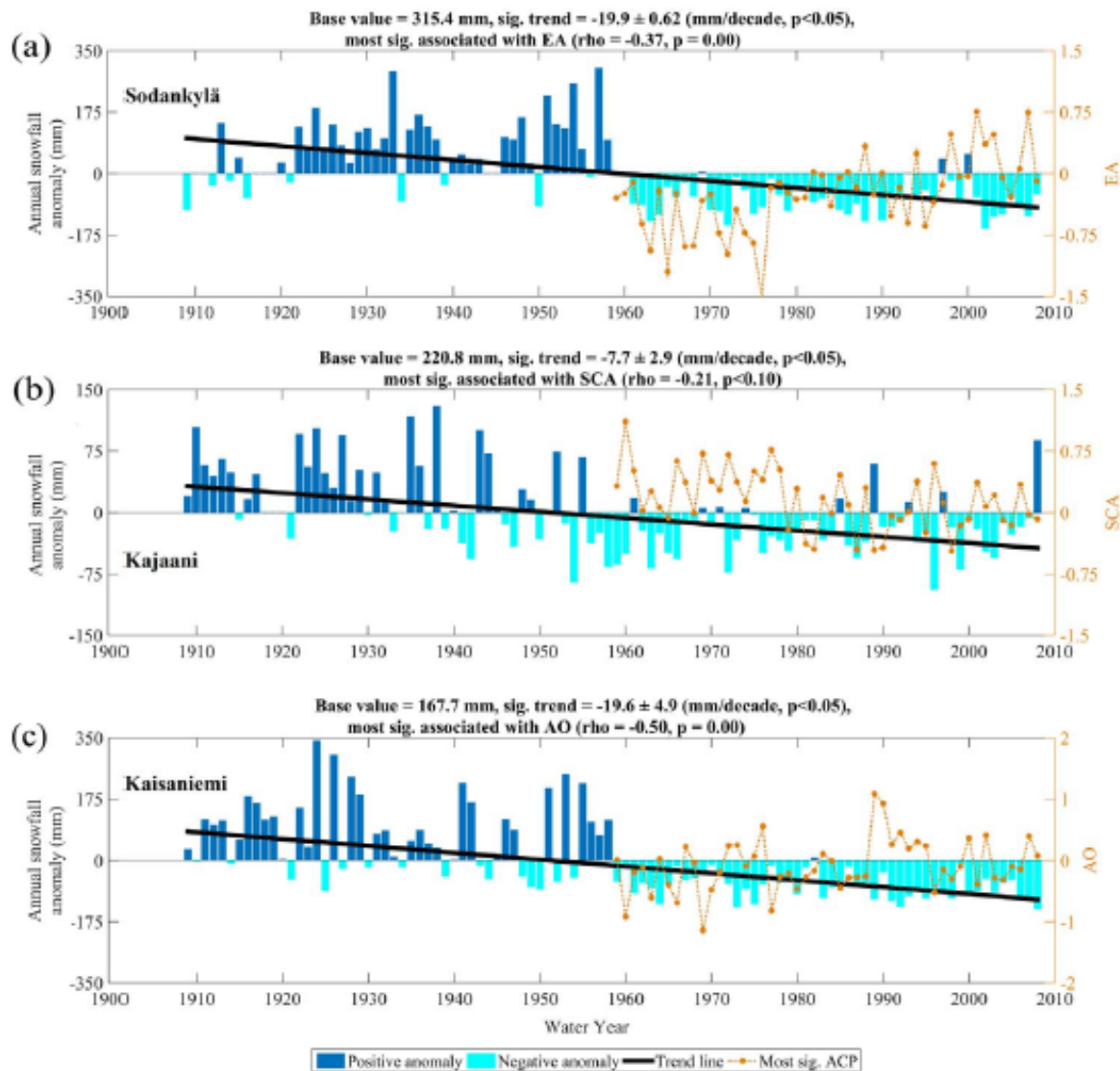
Podíl ročních sněhových srážek na celkových srážkách



Obr. 29 Anomálie s vyznačením statisticky významného trendu ($p < 0,05$) a nejvlivnější atmosférický cirkulační mód pro roční podíl S/P na stanicích a) Sodankylä, b) Kajaani a c) Kaisaniemi v období 1909–2008

Base value = průměrná hodnota ročního S/P během studovaného období

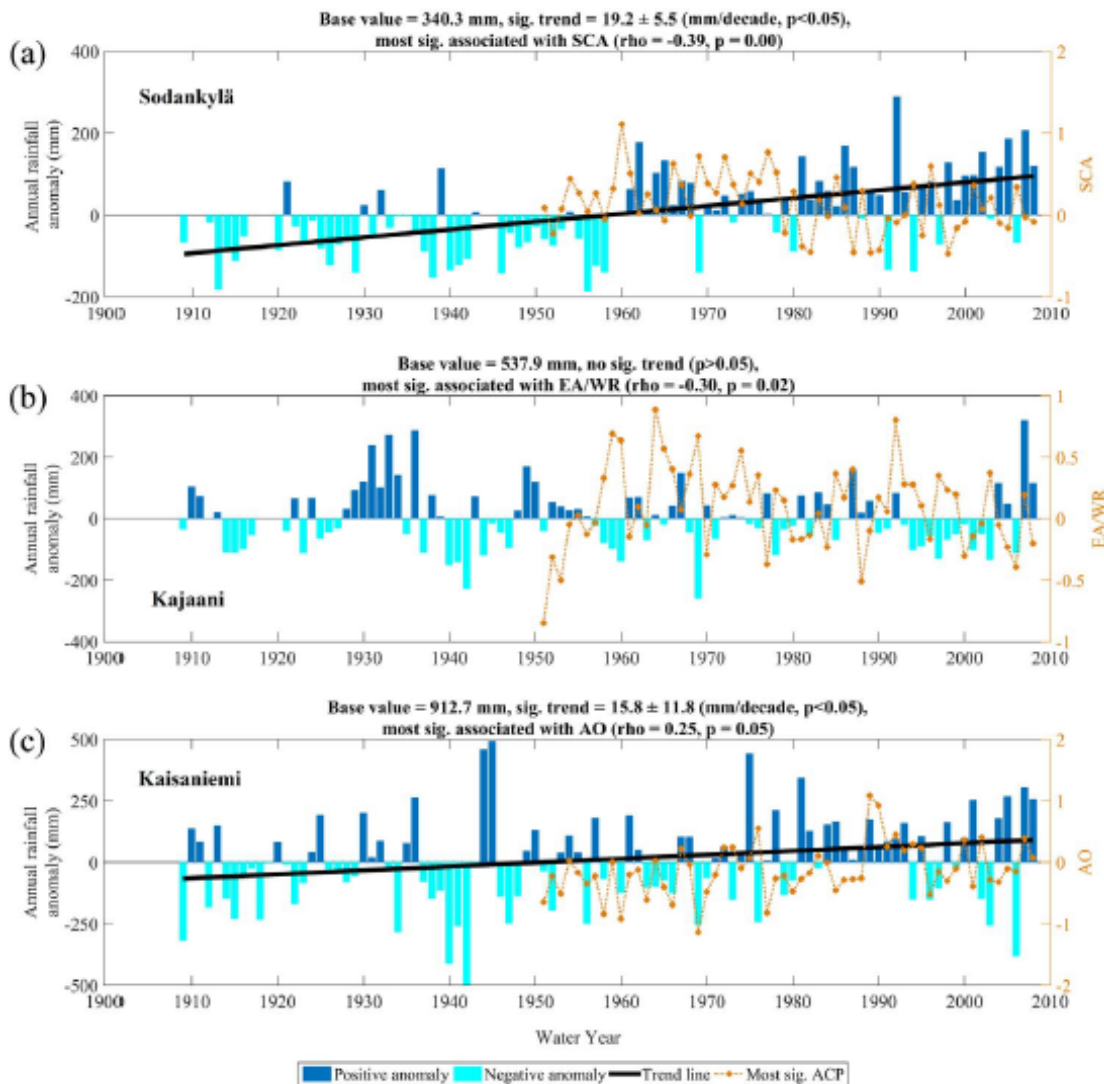
Roční úhrn sněhových srážek



Obr. 30 Anomálie s vyznačením statisticky významného trendu ($p < 0,05$) a nejvlivnější atmosférický cirkulační mód pro roční sněhové srážky (mm) na stanicích a) Sodankylä, b) Kajaani a c) Kaisaniemi v období 1909–2008

Base value = průměrná hodnota ročního S během studovaného období

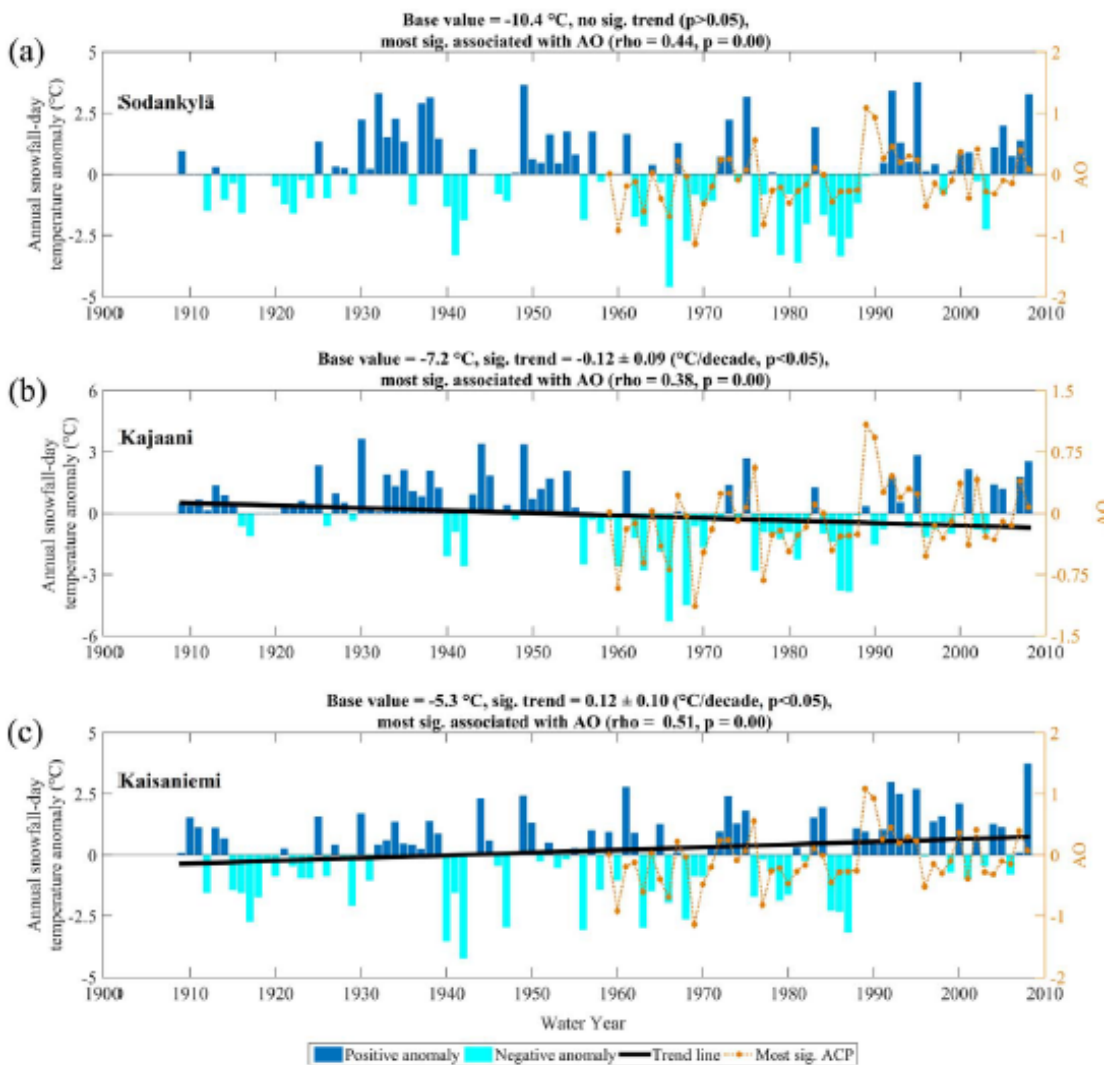
Roční úhrn dešťových srážek



Obr. 31 Anomálie s vyznačením statisticky významného trendu ($p < 0,05$) a nejvlivnější atmosférický cirkulační mód pro roční dešťové srážky (mm) na stanicích a) Sodankylä, b) Kajaani a c) Kaisaniemi v období 1909–2008

Base value = průměrná hodnota ročního R během studovaného období

Roční průměrné teploty dní se sněžením



Obr. 32 Anomálie s vyznačením statisticky významného trendu ($p < 0,05$) a nejvlivnější atmosférický cirkulační mód pro roční teploty dní se sněžením ST na stanicích a) Sodankylä, b) Kajaani a c) Kaisaniemi v období 1909–2008

Base value = průměrná hodnota ročního ST během studovaného období

Vliv atmosférických cirkulačních módů na sněhovou pokrývku ve Finsku v období 1959–2008 – podle Irannezhad et al. (2017)

- největší vliv na roční variabilitu S měly módy AO, EA, EA/WR a SCAND

1) Kaisaniemi (jižní Finsko):

- AO silně ovlivnila roční ST a tím kontrolovala i roční S a R a následně roční S/P na stanici Kaisaniemi v období 1959–2008

2) Kajaani (střední Finsko):

- negativní vztahy ročních R a ST s módem EA/WR
- významná korelace ročního R s módem SCA

3) Sodankylä (severní Finsko):

- významný vztah mezi ročním S/P a S s módem EA
- roční R a ST nejvýznamněji korelované s SCA a AO

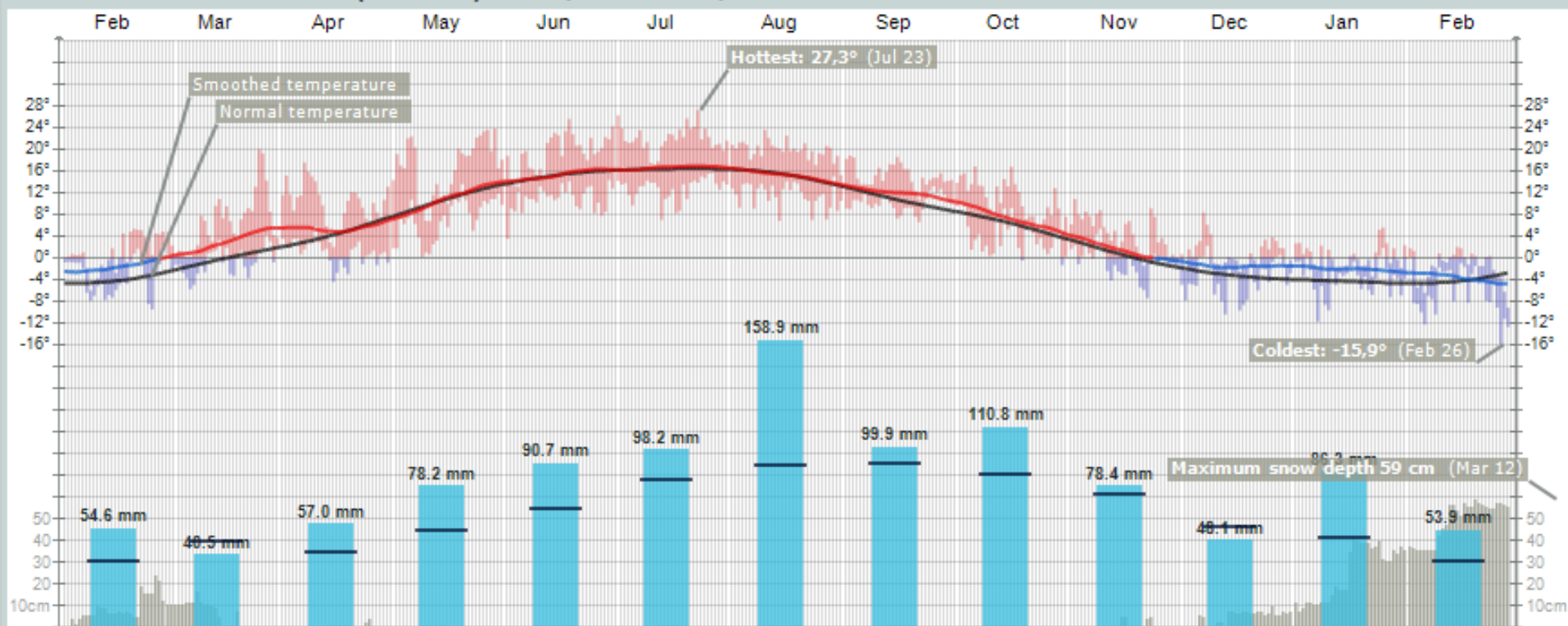
Sněhová pokrývka v Oslu v zimě 2017/2018 (data jsou orientační)

- stanice Blindern (94 m n. m.), měří od roku 1931
- první SP: 15. 11. (4 cm)
- začátek kontinuální SP: 14. 12.
- počet dní s nárůstem SP o ≥ 1 cm: 34
- počet dní s nárůstem SP o ≥ 10 cm: 1 (16. 1.)
- maximální výška SP: 59 cm (12. 3.)
- dne 28. 3. byla výška SP 43 cm



Obr. 33 Místa zájmu [17]

Weather statistics for Oslo (Blindern) February 2017 – February 2018



Obr. 34 Průběh teplot vzduchu a srážek na stanici Oslo, Blindern [18]

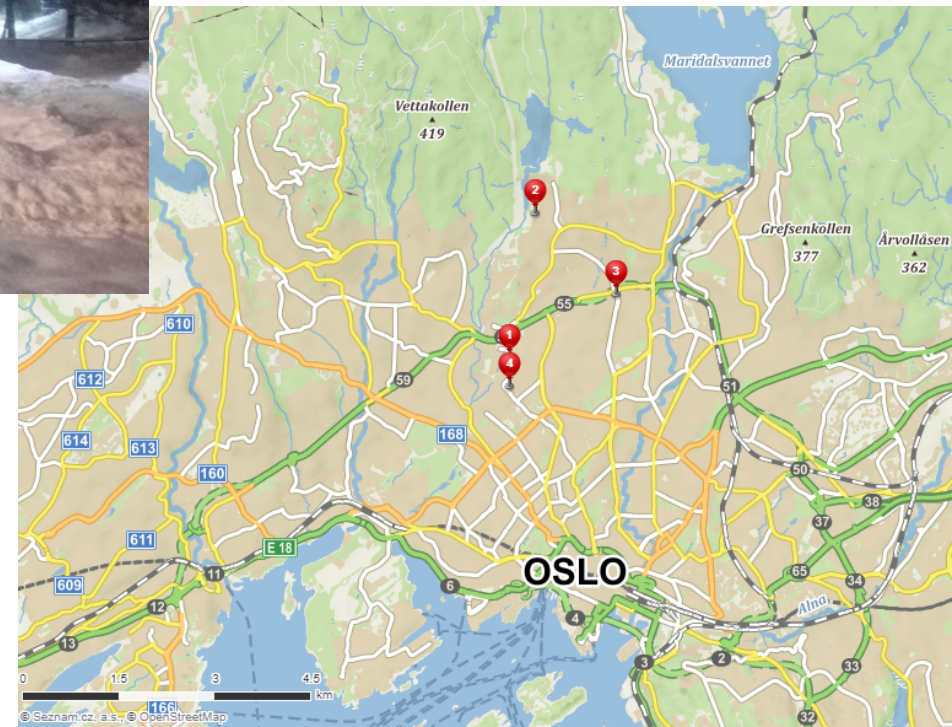
Zima 2017/2018 v Oslo – 16. 1., nasněžilo 14 cm, celková výška SP 34 cm



Obr. 35 Městská část Tåsen, na mapě označena číslem 3



Zima 2017/2018 v Oslo – 16. 1., nasněžilo 14 cm, celková výška SP 34 cm



Obr. 36 Kingsjå Student Village (asi 2,4 km od Blindernu, ca 170 m n. m.), na mapě označena číslem 2

Zima 2017/2018 v Oslo – 16. 1., nasněžilo 14 cm, celková výška SP 34 cm



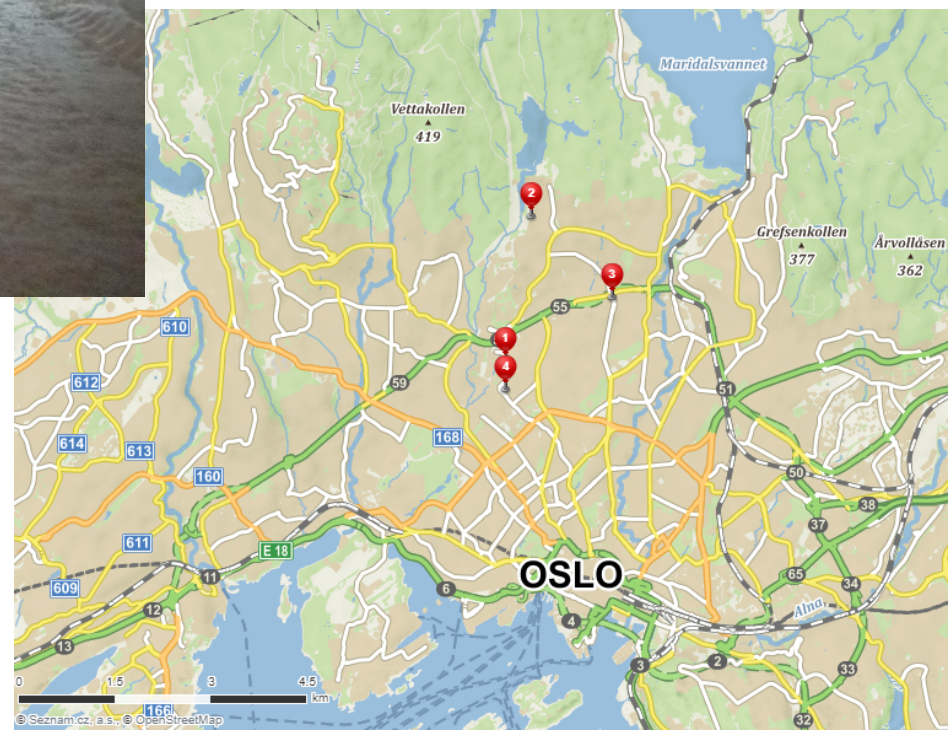
Obr. 37 Kringsjå Student Village (asi 2,4 km od Blindernu, ca 170 m n. m.), na mapě označena číslem 2



Zima 2017/2018 v Oslo – 23. 1., celková výška SP 37 cm



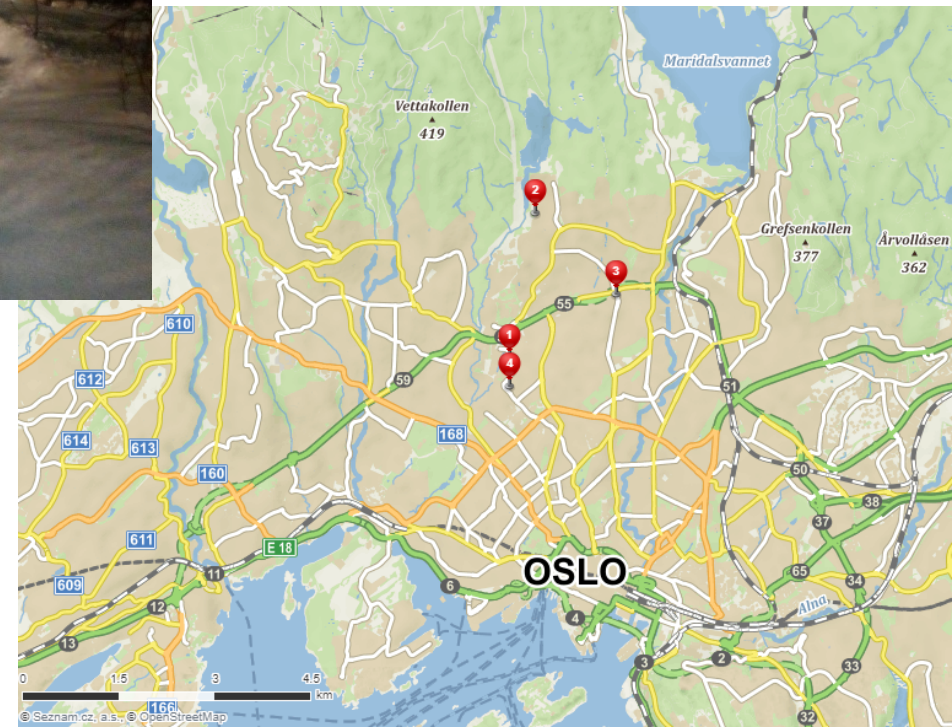
Obr. 38 Kringsjå Student Village (asi 2,4 km od Blindernu, ca 170 m n. m.), na mapě označena číslem 2



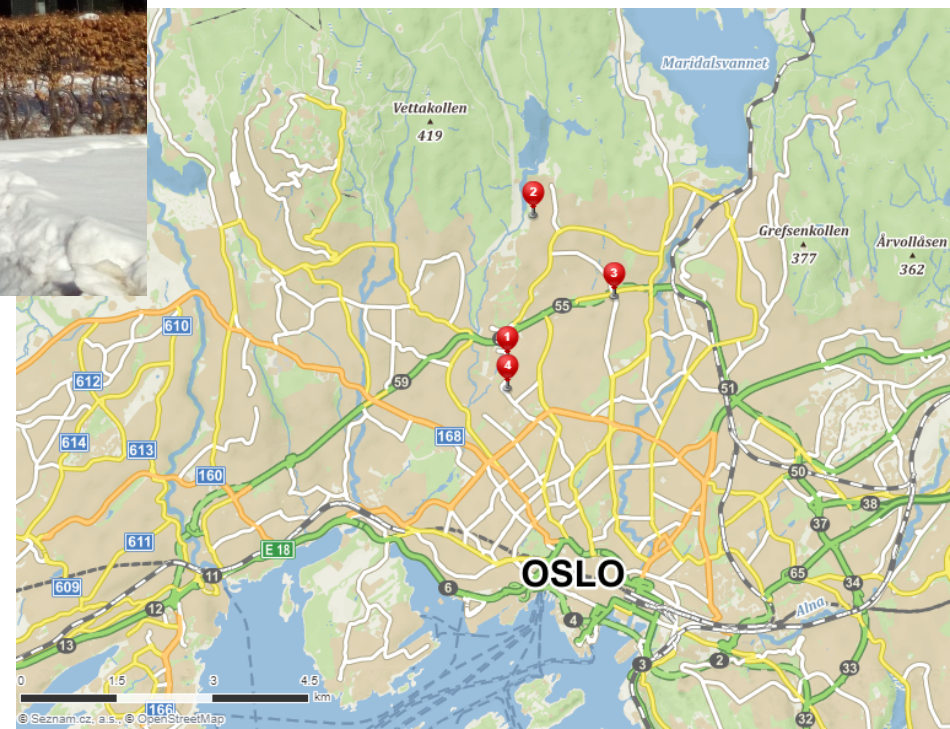
Zima 2017/2018 v Oslo – 23. 1., celková výška SP 37 cm



Obr. 39 Kringsjå Student Village (asi 2,4 km od Blindernu, ca 170 m n. m.), na mapě označena číslem 2



Zima 2017/2018 v Oslo – 22. 3., celková výška SP 52 cm



Obr. 40 Kampus Blindern (ca 94 m n. m.), na mapě označen číslem 4

Zdroje – odborné články a knihy

- Armstrong, R. L., Brun, E. ed., 2008. *Snow and climate: physical processes, surface energy exchange and modeling*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-13065-3.
- Irannezhad, M., Ronkanen, A., Kiani, S., Chen, D., Kløve, B. 2017. Long-term variability and trends in annual snowfall/total precipitation ratio in Finland and the role of atmospheric circulation patterns. *Cold Regions Science and Technology*, 143, 23–31.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.coldregions.2017.08.008>
- Mikhailova, N. V., Yurovsky, A. V. 2016. The East Atlantic Oscillation: Mechanism and Impact on the European Climate in Winter. *Physical Oceanography*, 4, 27–36. DOI: 10.22449/0233-7584-2016-4-27-37 Metody_FG_2016_3_pristroje.pdf
- Vernekar, A. D., Zhou, J. 1995. The Effect of Eurasian Snow Cover on the Indian Monsoon. *Journal of Climate*, 8, 248–266. doi: [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1995\)008<0248:TEOESC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1995)008<0248:TEOESC>2.0.CO;2)

Zdroje – webové stránky

- <https://www.nve.no/hydrology/>
- <https://www.natur.cuni.cz/fakulta/veda-a-vyzkum/popularizace/clanky/severoatlanticka-oscilace-podruhe-jaky-je-jeji-vliv-na-pocasi>
- <https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/nao/>
- <https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/ao/>
- <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/scand.shtml>
- <https://wattsupwiththat.com/reference-pages/atmosphere-page/atmospheric-oscillation-page/>
- [https://www.yr.no/place/Norway/Oslo/Oslo/Oslo_\(Blindern\)_observation_site/detailed_statistics.html](https://www.yr.no/place/Norway/Oslo/Oslo/Oslo_(Blindern)_observation_site/detailed_statistics.html)

Zdroje – obrázky

- [1] <https://www.ncdc.noaa.gov/snow-and-ice/extent/snow-cover/eurasia/2>
- [2] http://www.climate.be/textbook/chapter4_node9.html
- [3] https://www.tes.com/lessons/N_4TXBTntT9ARw/albedo-high-quality
- [4] <http://hany.info/cz/galerie/spojene-staty-americke-usa-arizona-horseshoe-bend-vyhlidka-reka-colorado-meandr.html>
- [5] <https://snowbrains.com/lyngen-alps-avalanche-buried-two-italian-tourists/>
- [6] http://www.geoscientific.com/datasensors/260_ultrasonic_depth_sensor.html
- [7] <http://www.meteovcasnevarovani.cz/manualni-meteo-stanice>
- [8] <http://www.ospo.noaa.gov/Products/atmosphere/mirs/snow.html>
- [9] http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_novinky.php?seq=28752075
- [10] http://www2.nve.no/h/hd/plotreal/water_equi/0008.00005.000/
- [11] <https://blog.willis.com/2016/12/the-impact-of-the-north-atlantic-oscillation-on-european-windstorms/>
- [12] http://ossfoundation.us/projects/environment/global-warming/north-atlantic-oscillation-nao/image/image_view_fullscreen
- [13] <http://arcturan.com/how-the-arctic-oscillation-influences-wisconsin-weather/>
- [14] <https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/ao/>
- [15] <http://clivebest.com/blog/?p=5937>
- [16] <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/scand.timeseries.gif>
- [17] <http://mapy.cz>
- [18] [https://www.yr.no/place/Norway/Oslo/Oslo/Oslo_\(Blindern\)_observation_site/statistics.html](https://www.yr.no/place/Norway/Oslo/Oslo/Oslo_(Blindern)_observation_site/statistics.html)



Z9017F Oborový geografický seminář 2

Studijní pobyt v Oslo v rámci programu Erasmus+

Vojtěch Umlauf

N-GK FG, 2. ročník, 2. semestr

Brno 2018

Erasmus+

- program EU zaměřený na VŠ vzdělávání
- studijní pobyt – 28 členských států EU, země EHP, Turecko, Makedonie
- vybrané podmínky účasti:
 - délka od 3 do 12 měsíců
 - minimálně 2. ročník bakalářského či 5letého mgr. studia
 - po dobu výjezdu není umožněno ukončit či přerušit studium
 - získá 20 ECTS kreditů za semestr na hostitelské instituci
- více informací na: <https://czs.muni.cz/cs/student-mu/studijni-pobyty/erasmus-evropa>

University of Oslo (Universitet i Oslo)

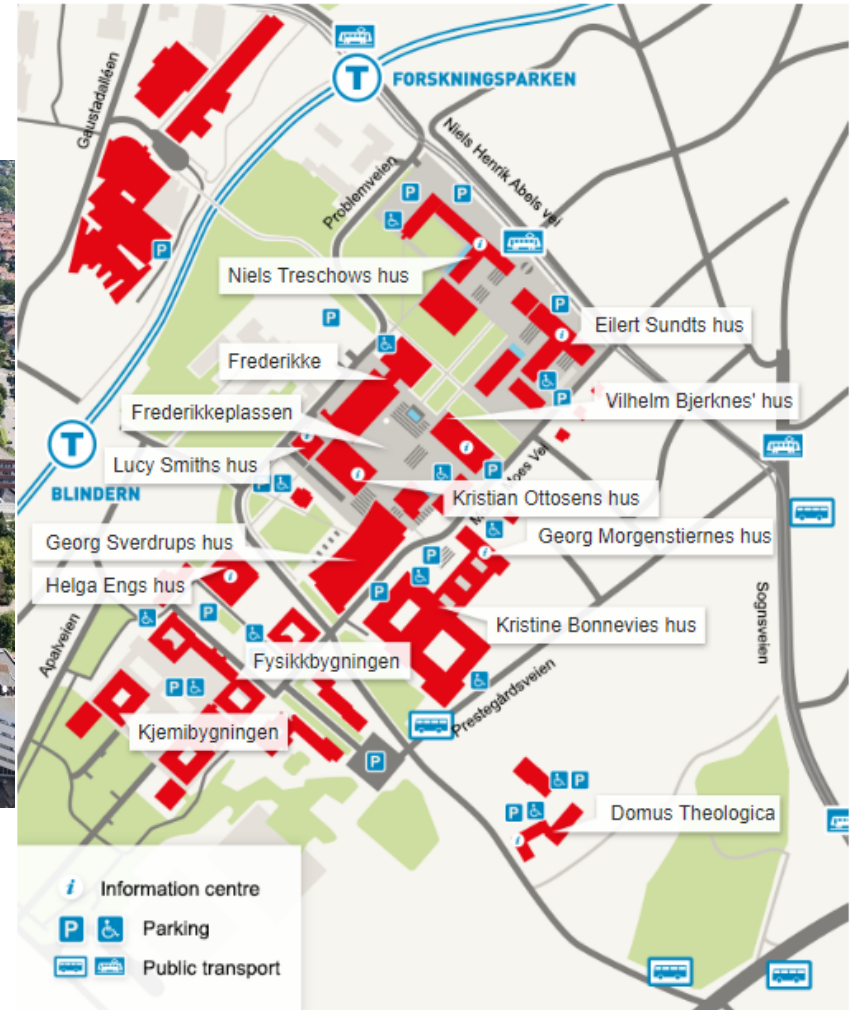
- založena roku 1811 – nejstarší univerzita v Norsku
- největší veřejná vysoká škola v Norsku
- nejvýznamnější i z hlediska výzkumu
- spadá pod ní 10 center excellence, 2 centra pro inovace založené na výzkumu a 2 muzea
- 8 fakult, zejména v univerzitním kampusu Blindern
- podle žebříčku Shanghai World Ranking je univerzita 62. na světě (k roku 2017)
- 5 držitelů Nobelovy ceny
- statistiky k roku 2017:
 - 28 007 studentů (13 % ze zahraničí)
 - Z toho 2 708 PhD. studentů (25 % ze zahraničí)
 - 6 613 zaměstnanců
 - z toho 3 780 akademických zaměstnanců (25 % ze zahraničí)



Kampus Blindern



Obr. 41 Kampus na letecké fotografii [19]



Obr. 42 Budovy kampusu [20]

Faculty of Mathematics and Natural Sciences

- asi 6 000 studentů, z toho 800 PhD., 600 akademických pracovníků
- založena 1861 – dříve součástí Filosofické fakulty
- 2 držitelé Nobelovy ceny
- 9 ústavů

Department of Geosciences

- založen v roce 2003
- spojení Geologického ústavu, Ústavu fyzické geografie a Geofyzikálního ústavu
- 255 vědeckých publikací za rok 2016
- 16 PhD. disertací, 56 PhD. studentů, 40 profesorů a asociovaných profesorů
- čtyři sekce:
 - meteorologie a oceánografie
 - geografie a hydrologie
 - geologie a geofyzika
 - fyzika geologických procesů

Budova geologie

- otevřena v roce 1958



Snow, snow hydrology and avalanches (GEO4430)

- témata předmětu:
 - akumulace sněhu, polní metody a mapování sněhu
 - výměna energie na povrchu sněhu
 - modely tání sněhu a odtoku tavné vody
 - fyzikální vlastnosti sněhu a jeho metamorfismus
 - sněhové laviny
- přednášky a cvičení (semináře), více vyučujících, v angličtině
- 4 hodiny týdně, 10 kreditů, zakončení zkouškou (28. 5.)
- terénní cvičení ve Finse (4. – 6. 4.), výstupem je polní zpráva
- exkurze na NVE (Norwegian Water Resources and Energy Directorate) a Statkraft

Finse



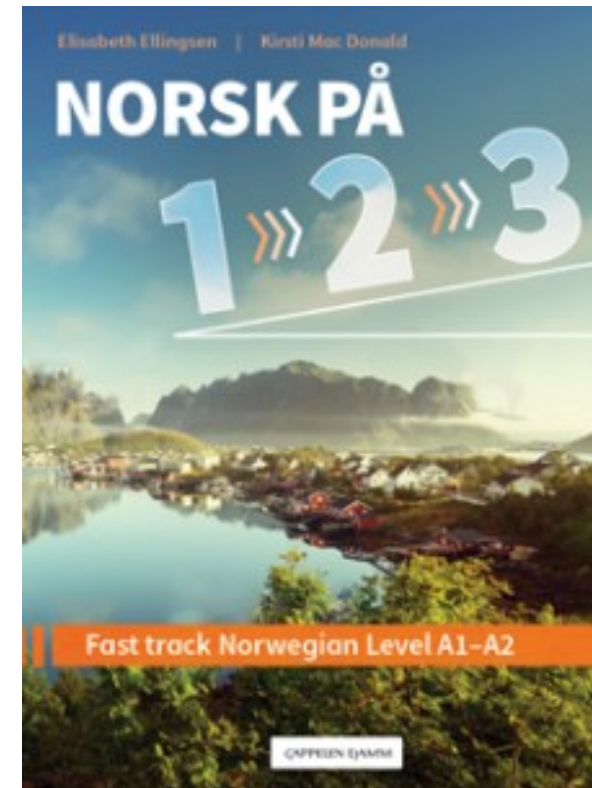
Obr. 42 Finse Alpine Research Center [21]

Norwegian Life and Society (NORINT0500)

- průřezový předmět o aspektech norské společnosti
- 2 hodiny týdně, 10 kreditů, v angličtině
- více vyučujících
- pro mezinárodní studenty
- zkouška 4. 5.

Norwegian for International Students, 60 hour Introductory Course (NORINT0114)

- norština pro začátečníky
 - 8 hodin týdně, 10 kreditů
 - pro mezinárodní studenty
 - zkouška 20. 4.
-
- jeg heter = jmenuji se
 - jeg kommer fra = pocházím z
 - jeg er XX år gammel = je mi XX let



Obr. 44 Učebnice norštiny [22]

Kringsjø Student Village a jezero Sognsvann



Obr. 45 Koleje, v pozadí jezero Sognsvann [23]



Obr. 46 Jezero Sognsvann 28. 1. 2018

Zajímavosti ze života v Oslu

- běžkování a běžkaři
- příroda za humny

Zajímavosti ze života v Oslu

Obr. 47 Chata Ullevålseter



Obr. 48 Les severně od Osla

Zajímavosti ze života v Oslu



Obr. 49 Krajina severně od Osla

Zajímavosti ze života v Oslu

- zledovatělé chodníky a ochrana na boty
- metro – vede i na povrchu
- studenti – různé národnosti
- studentské bary na kampusu
- přednášky v přízemí budovy přírodních věd
- všichni mluví anglicky

Zdroje – webové stránky

- <http://www.uio.no/english/about/facts/figures/>
- <http://www.mn.uio.no/english/about/facts/>
- <http://www.mn.uio.no/geo/english/about/facts/>
- <http://www.mn.uio.no/geo/english/about/facts/history/>
- <http://www.mn.uio.no/geo/english/about/facts/geologybuilding/index.html>
- <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/geofag/GEO4430/>
- <http://www.uio.no/studier/emner/hf/iln/NORINT0500/index-eng.html>
- <http://www.uio.no/studier/emner/hf/iln/NORINT0114/index-eng.html>

Zdroje – obrázky

- [19] <https://www.uio.no/english/for-employees/employment/joining-leaving/new/practical/uio-facilities.html>
- [20] <http://www.uio.no/english/about/facts/figures/>
- [21] <https://eu-interact.org/field-sites/finse-alpine-research-centre/>
- [22] <http://norsk123.cappelendamm.no/>
- [23] <http://www.flickrriver.com/photos/billscott/tags/oslo/>

Děkuji za pozornost!
Takk for din oppmerksomhet!