

Digitální technologie v geoinformatice, kartografii a dálkovém průzkumu Země

Praha, 22.10.2015

**ZJIŠŤOVÁNÍ ZMĚN POLOHY ELA LEDOVCŮ V POHOŘÍ
CORDILLERA BLANCA, PERU Z DAT DPZ**

**DETECTION OF EQUILIBRIUM LINE ALTITUDE (ELA)
CHANGES FROM REMOTE SENSING DATA; CASE STUDY
FROM THE CORDILLERA BLANCA, PERU**

Mgr. Zsolt Paraj

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

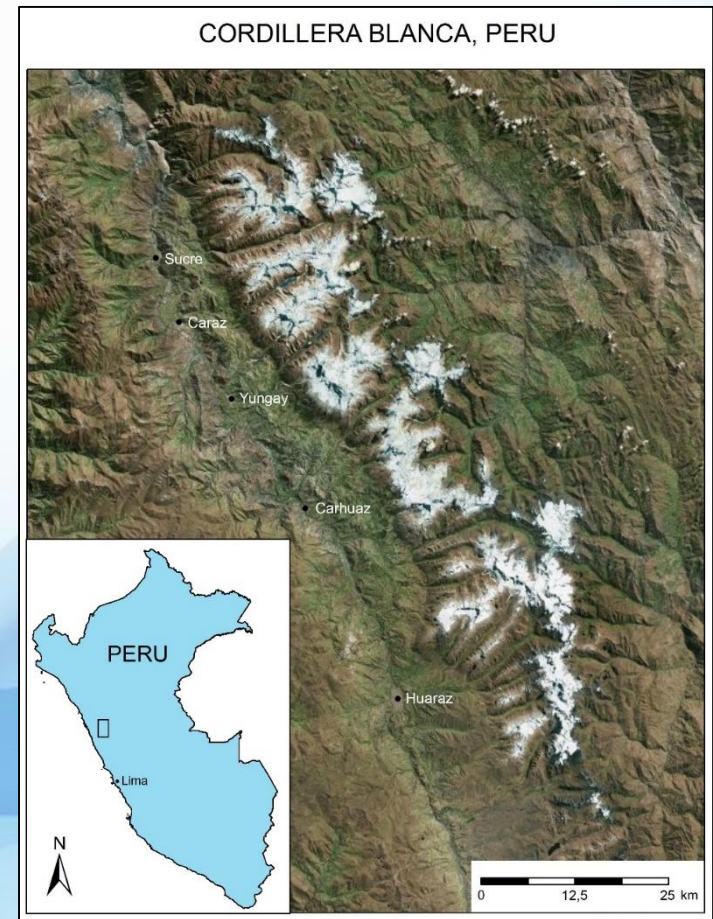
Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie

Úvod a cíle práce

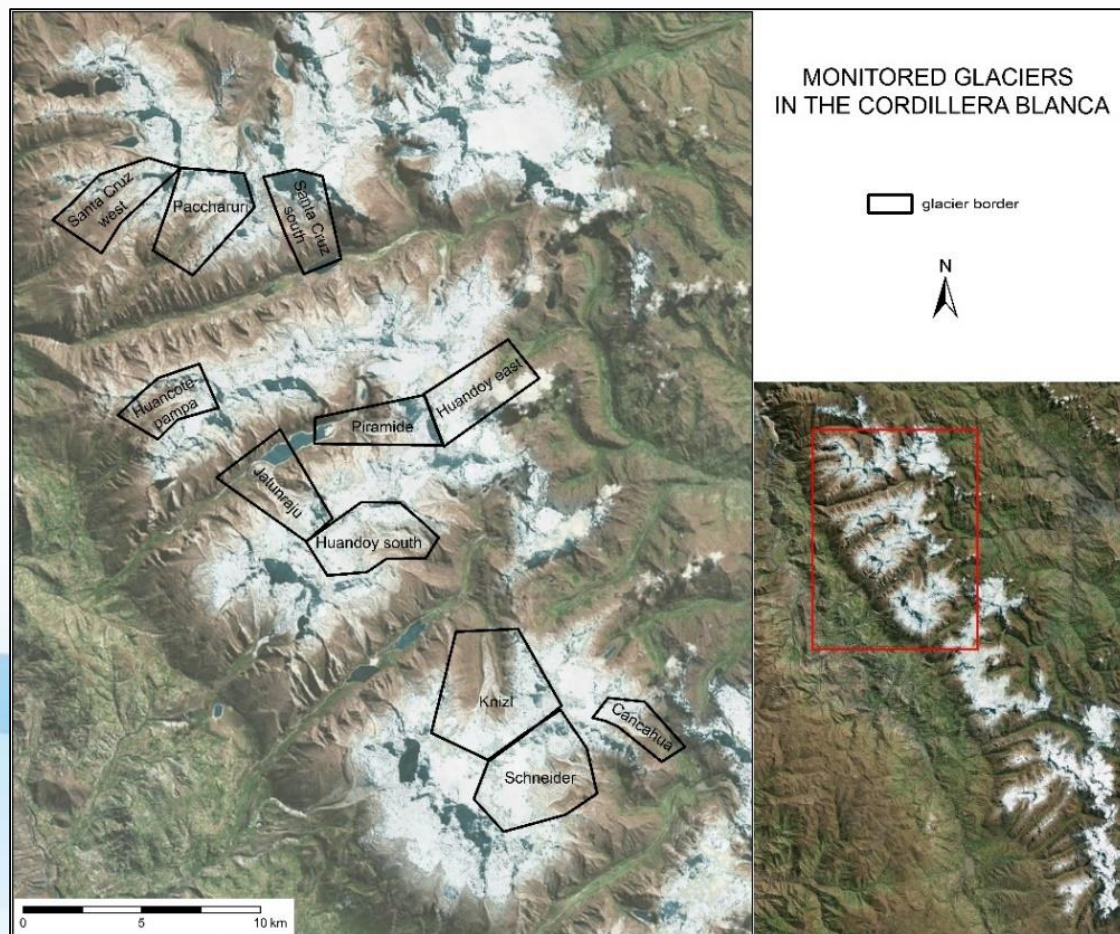
- Tato diplomová práce je výsledkem spolupráce mezi Katedrou aplikované geoinformatiky a kartografie a Katedry fyzické geografie a geoekologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze
- Proč monitorovat ledovce v Cordillera Blanca?
- Cíle práce:
 - zjistit změny ledovců v CB pomocí nástrojů a metod DPZ
 - použitím volně dostupných dat provádět analýzu v nejširším časovém období
 - provádět poloautomatickou klasifikaci předem určených klasifikačních tříd
 - klasifikovat smíšené plochy sněhu a sutě
 - zjistit změny sněhové čáry ve vybraných oblastech CB
 - zjistit vliv sklonu a orientace reliéfu na změnu sněhového pokryvu ve vybraných oblastech CB
 - zjistit přínosy senzorů Landsat 8 v monitorování ledovců

Cordillera Blanca, Peru

- Největší ledové území v tropech
- Délka 130 km
- Nejvyšší vrchol: Nevado Huascarán Sur (6768 m n. m.)
- Zdroj pitné vody, zdroj vody pro zemědělství, zdroj vodní energie
- Velké srážkové rozdíly mezi mokrým (říjen-duben) a suchým (květen-září) ročním obdobím

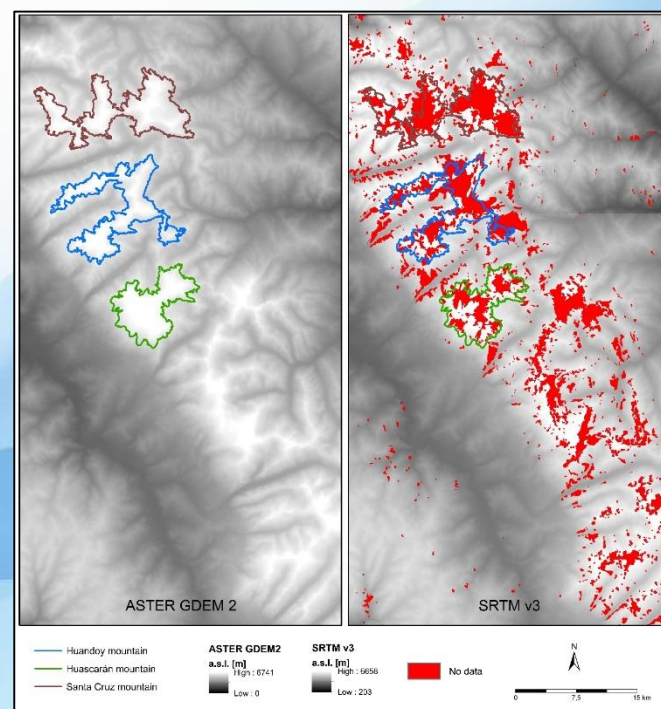


Cordillera Blanca, Peru – monitorované ledovce



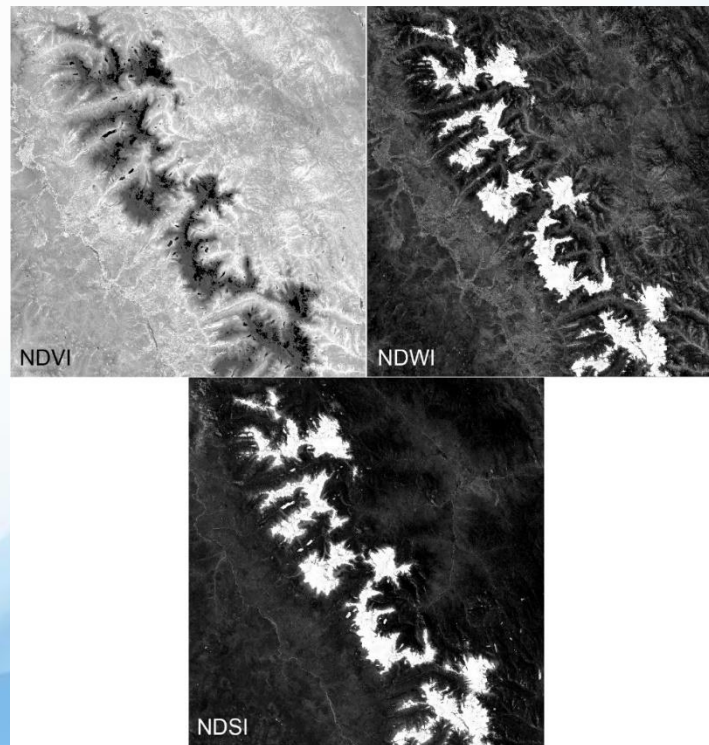
Datové zdroje

- Všechny použitá data stažená přes USGS Earth Explorer
- Landsat data
 - klady a zápory (prostorové rozlišení, cena, časové rozlišení (cca. 16 dní), chyba v Landsat 7 od 2003)
 - časové rozmezí od 1987 do 2014; měsíce červenec-září, celkem 29 scén
 - Landsat 4,5,7 a 8
 - oblačnost
- ASTER GDEM 2
 - ASTER GDEM vs. SRTM
 - z roku 2011
 - vertikální RMSE v CB je mezi 8 až 15 m
 - 2 scény



Landsat předzpracování

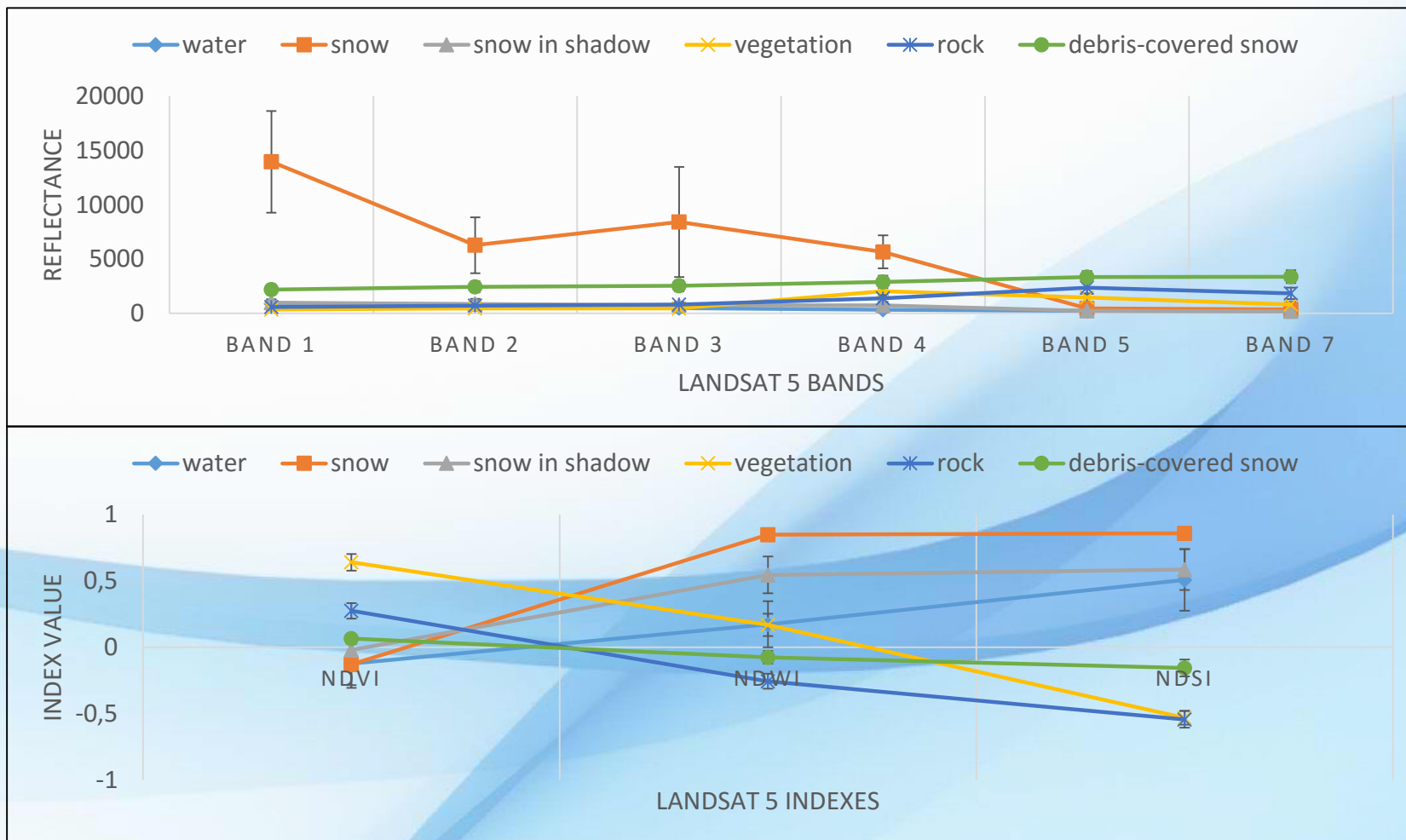
- Koregistrace
 - Landsat data stažená přes USGS jsou obecně přesně koregistrované
 - vizuální kontrola ukázala geometrickou nepřesnost u Landsat 7 snímku z roku 1999
 - ArcMap Band Collection Statistics Tool a Matlab skript pro porovnání snímků
 - úprava pomocí geometrické transformace – ENVI Registration: Image to image – afinní transformace
- Výpočet normalizovaných indexů
 - NDVI, NDWI a NDSI
 - Výřez snímků o velikosti 2400 x 2500 pixelů



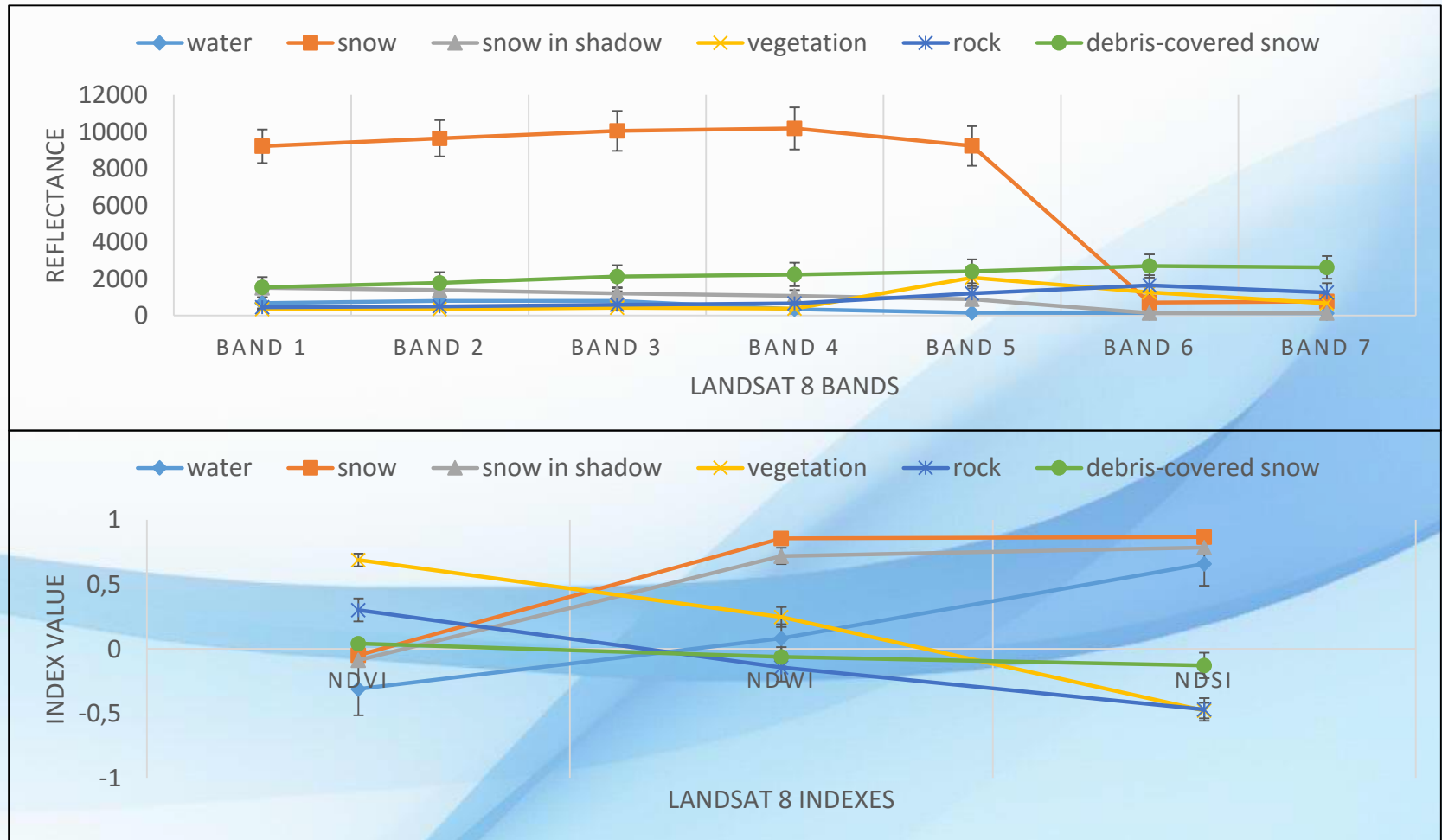
Spektrální analýza

- Cílem je vytvořit spektrální křivku pro nalezení spektrálních odlišností sledovaných krajinných pokryvů
- 2 skupiny Landsat senzorů podle rozložení kanálů:
 - Landsat 4 TM, 5 TM a 7 ETM+
 - Landsat 8 OLI/TIRS
- Region of interests (ROI)
 - vodní plocha, sníh, sníh ve stínu, vegetace, kámen a smíšená plocha sněhu a sutě
 - pomocí normalizovaných indexů, Google Earth interpretaci, tvarů
 - celkem 46 a 65 ROI
- Statistické charakteristiky (minimální hodnota, maximální hodnota, průměrná hodnota a rozptyl) jednotlivých krajinných pokryvů exportovány do Excelu
- Vytváření grafů pro lepší vizuální interpretaci
- Určení prahových hodnot

Výsledky spektrální analýzy – Landsat 5

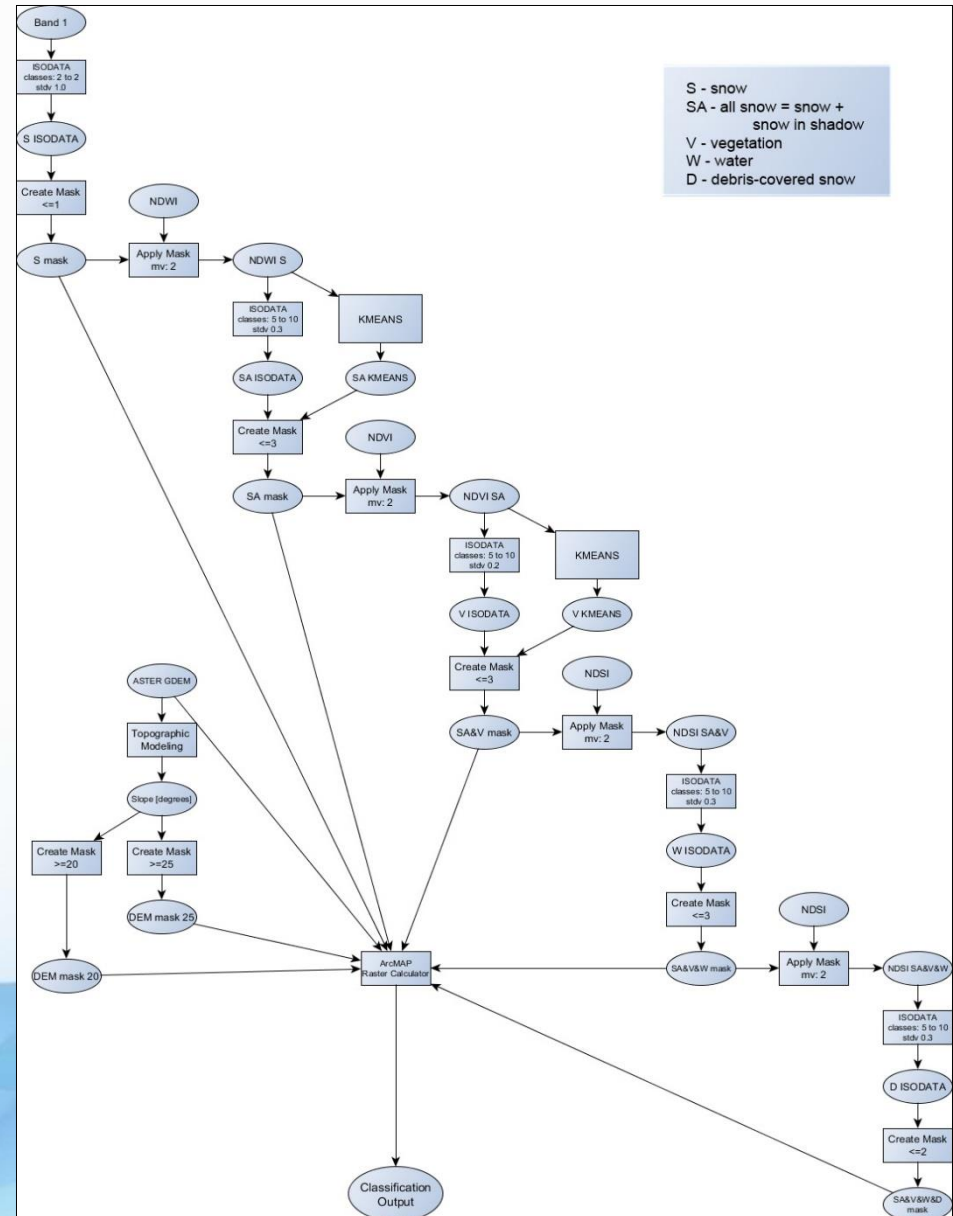


Výsledky spektrální analýzy – Landsat 8

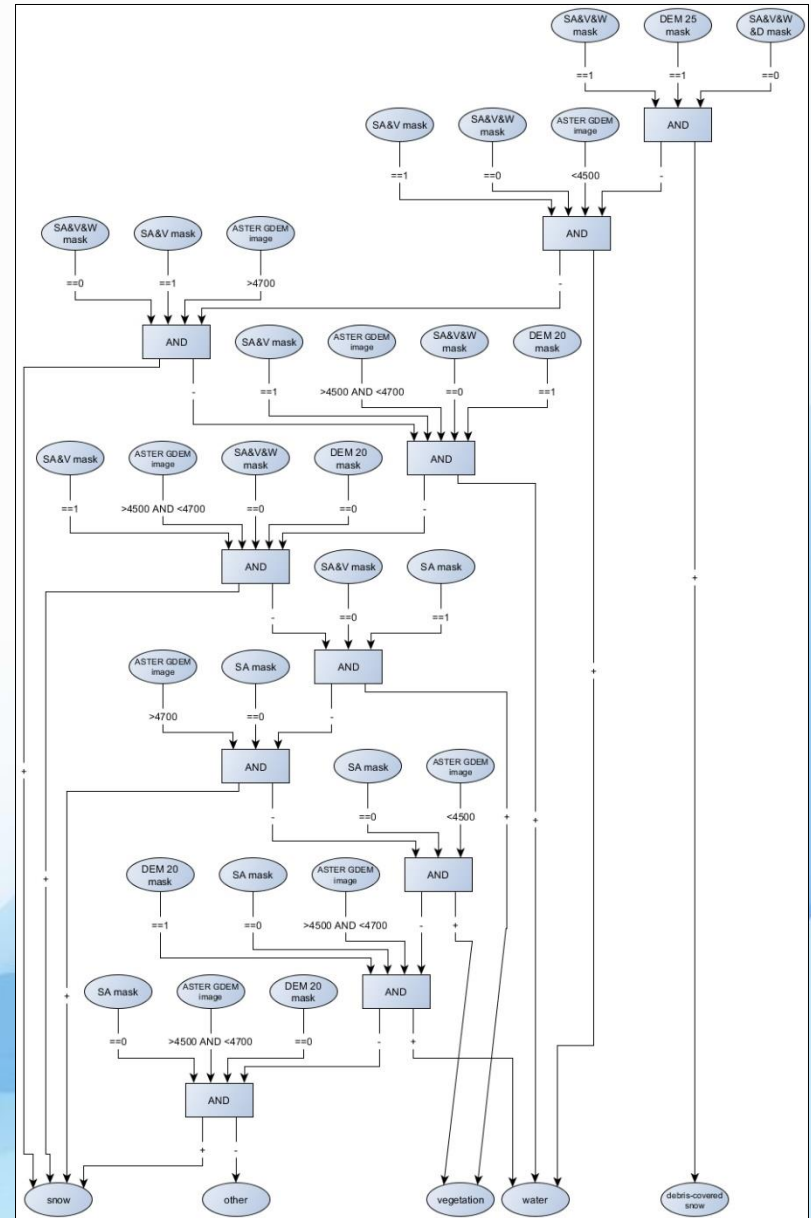
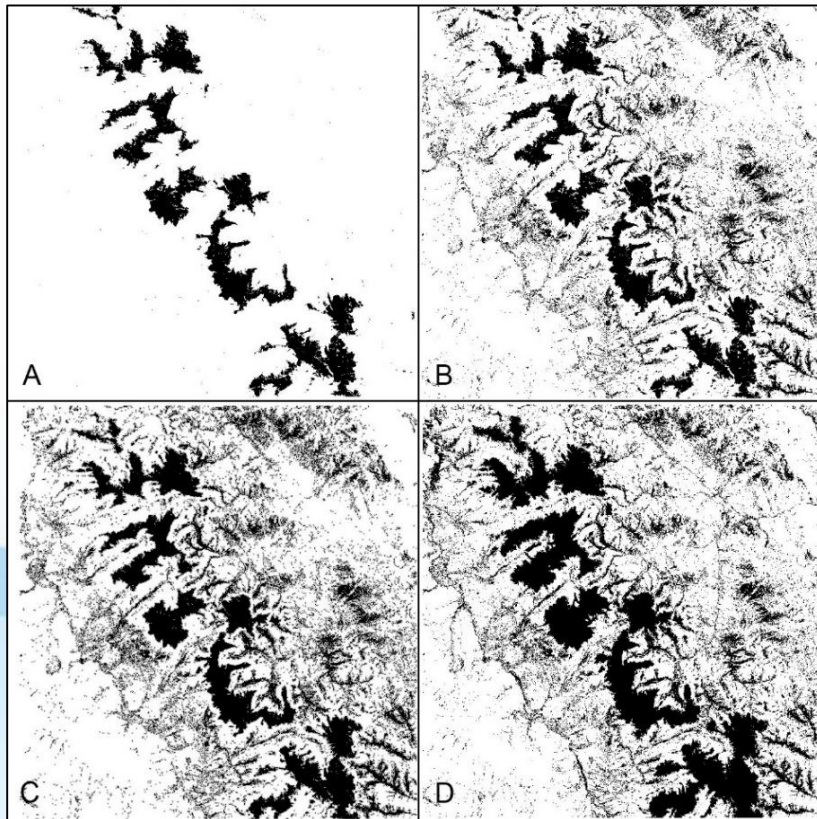


Klasifikační algoritmus

- Použití neřízených klasifikací:
 - ISODATA
 - K-Means
- Metoda maskování
- Spojení maskovaných ploch v ArcMap Raster Calculatoru
- Paul (2004) kritéria – sklon reliéfu 24°
- Majority filtr
- Výsledky v podobě map
- Přesnost klasifikace:
 - Porovnání s GLIMS Glacier Database
 - Porovnání s terénním měřením – Mgr. Adam Emmer (2015)

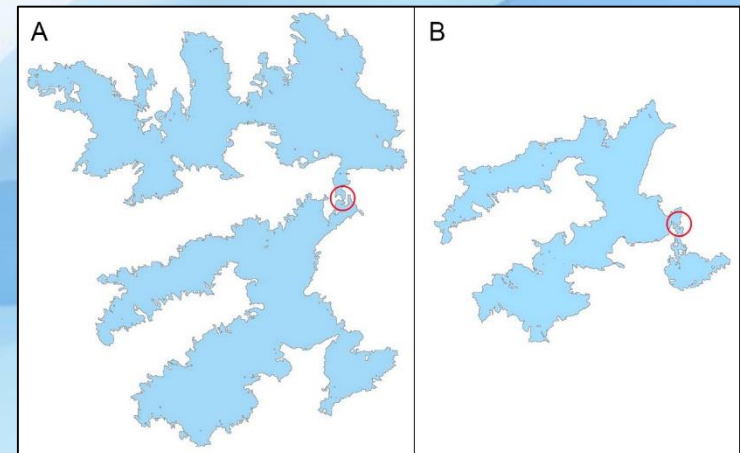
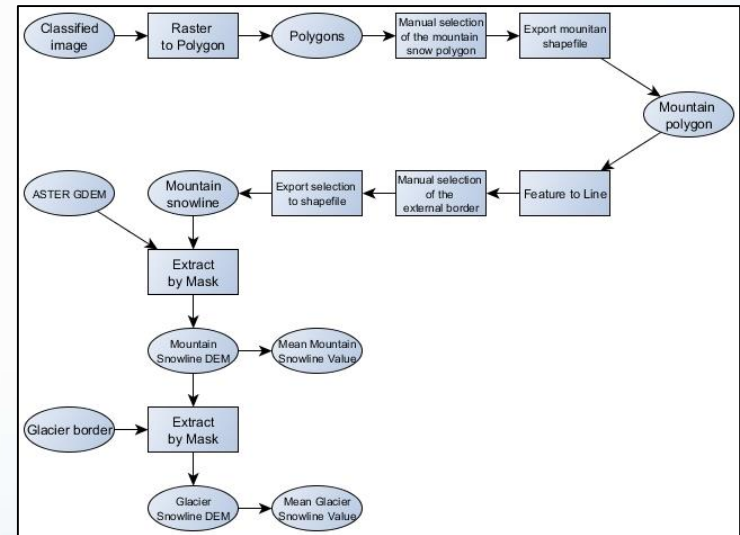


ArcMap Raster Calculator



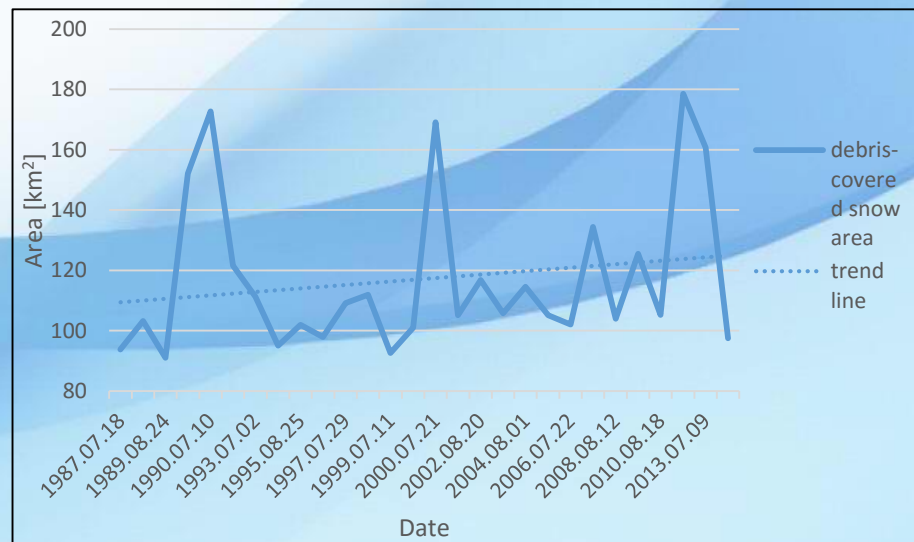
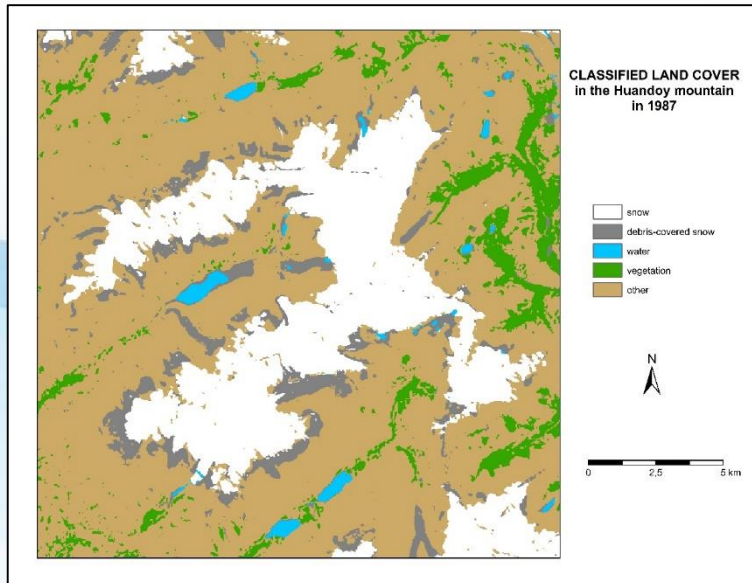
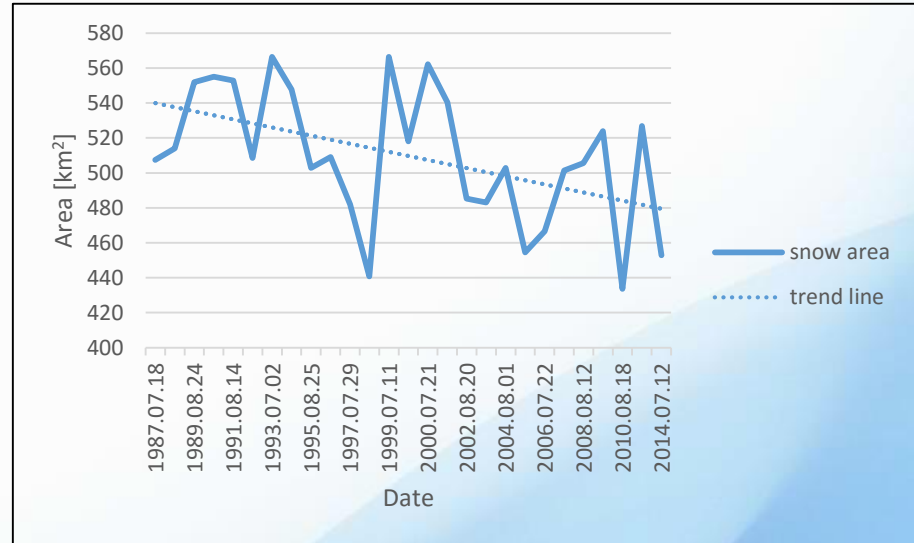
Analýza změn sněhové čáry v CB

- Sněhová čára může být použita k určení ELA na konci ablační sezóny (Paterson, 1994)
- Výpočet pro vybrané podoblasti pohoří (Huandoy, Huascarán, Santa Cruz) a pro vybraných 11 ledovců (vybrané na základě jejich rozlohy a přítomnosti smíšených ploch sněhu a sutě)
- Vynechání oblastí s vysokou oblačností



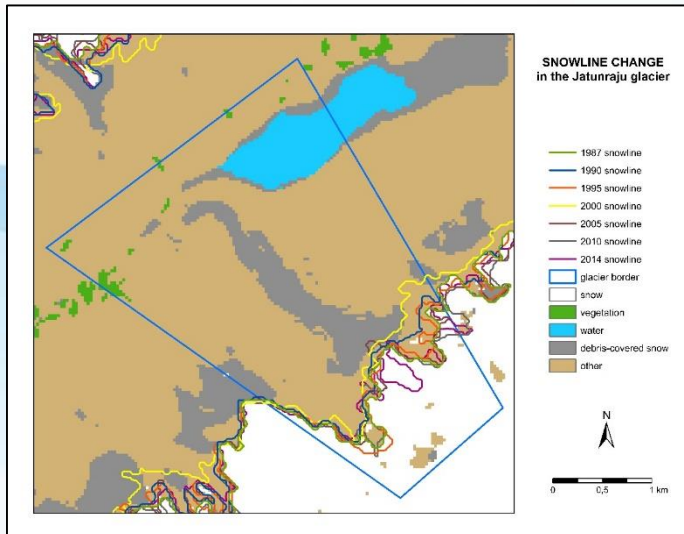
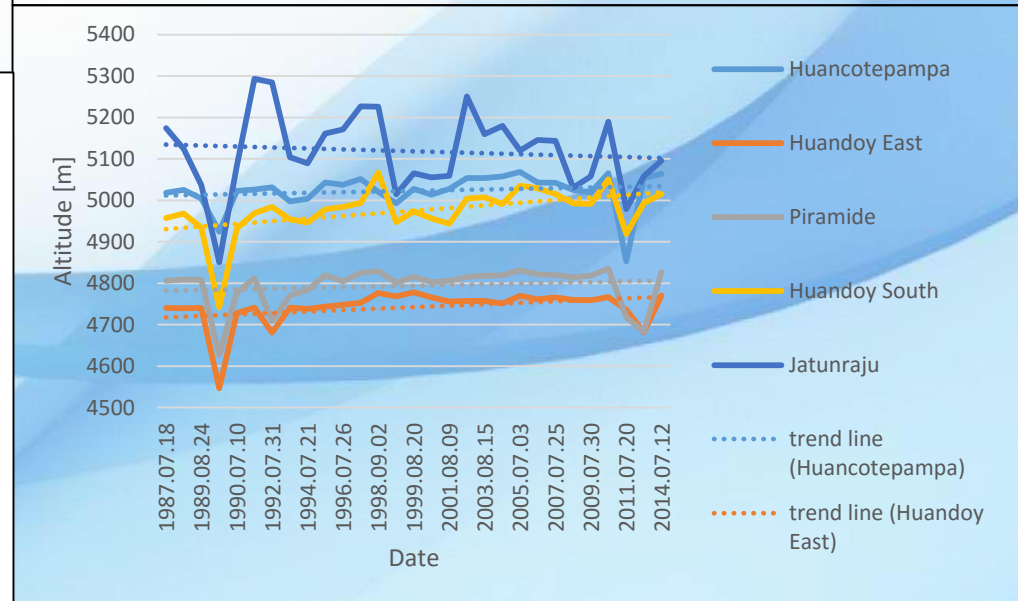
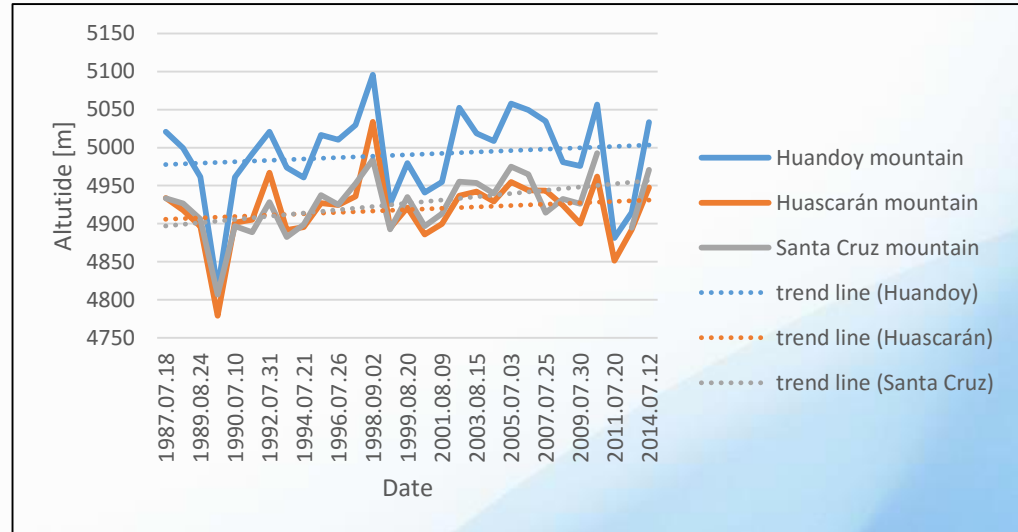
Výsledky klasifikace

- Výstupy v podobě map a grafů
- Veliká oscilace změny sněhového pokryvu (negativní trend) a změny smíšených ploch sněhu a sutě (pozitivní trend)

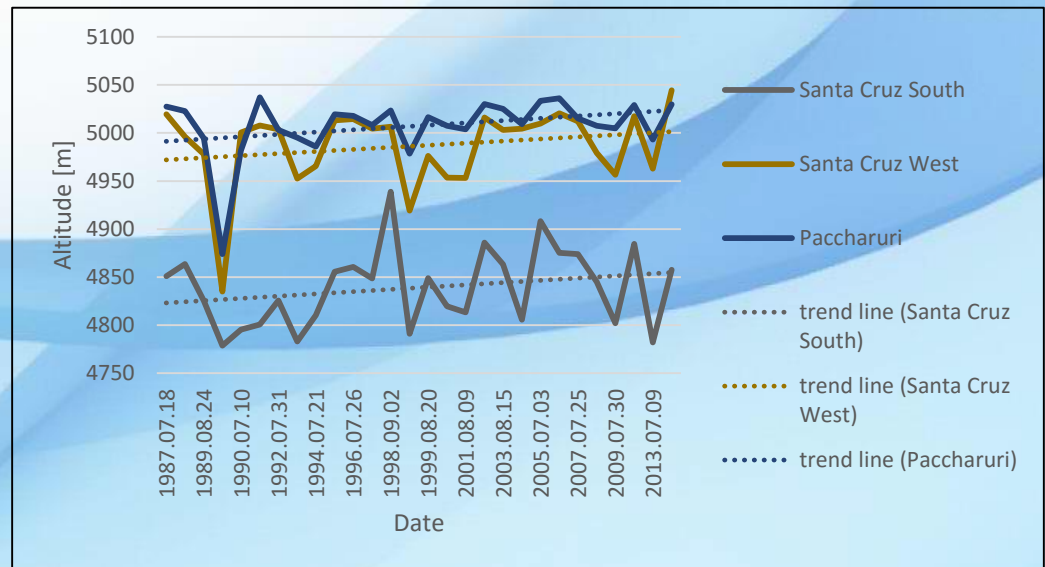
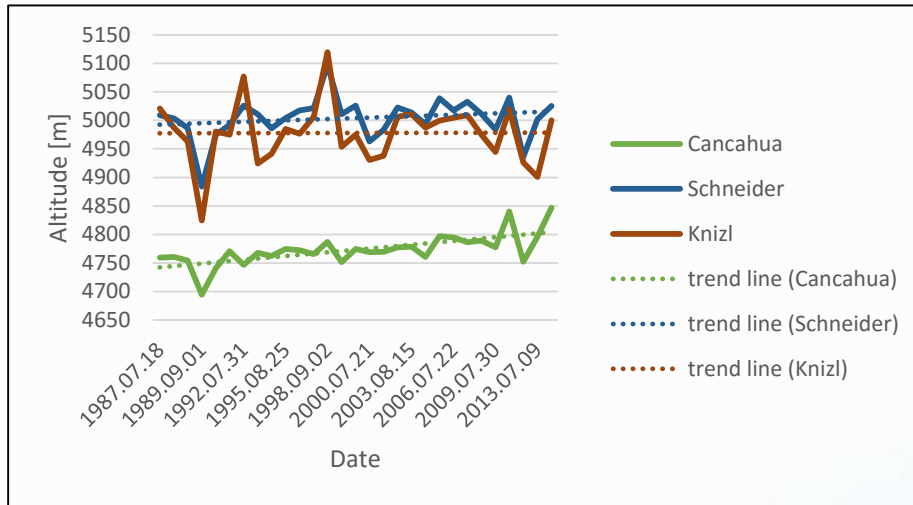


Výsledky změn sněžové čáry I.

- Výstupy v podobě map a grafů
- Oscilace změn sněžové čáry (pozitivní trend)

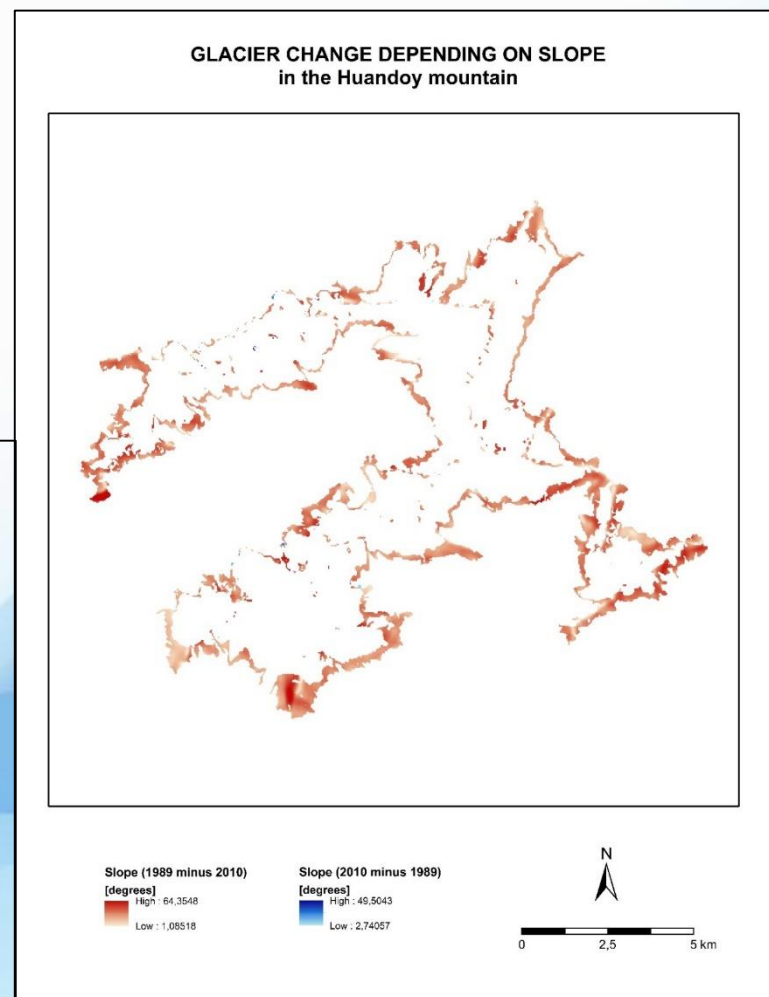
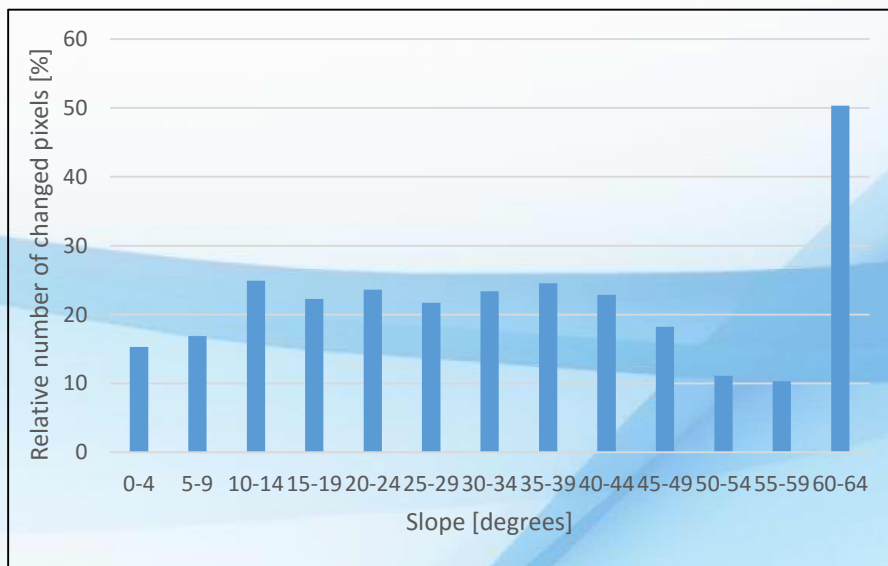


Výsledky změn sněžové čáry II.

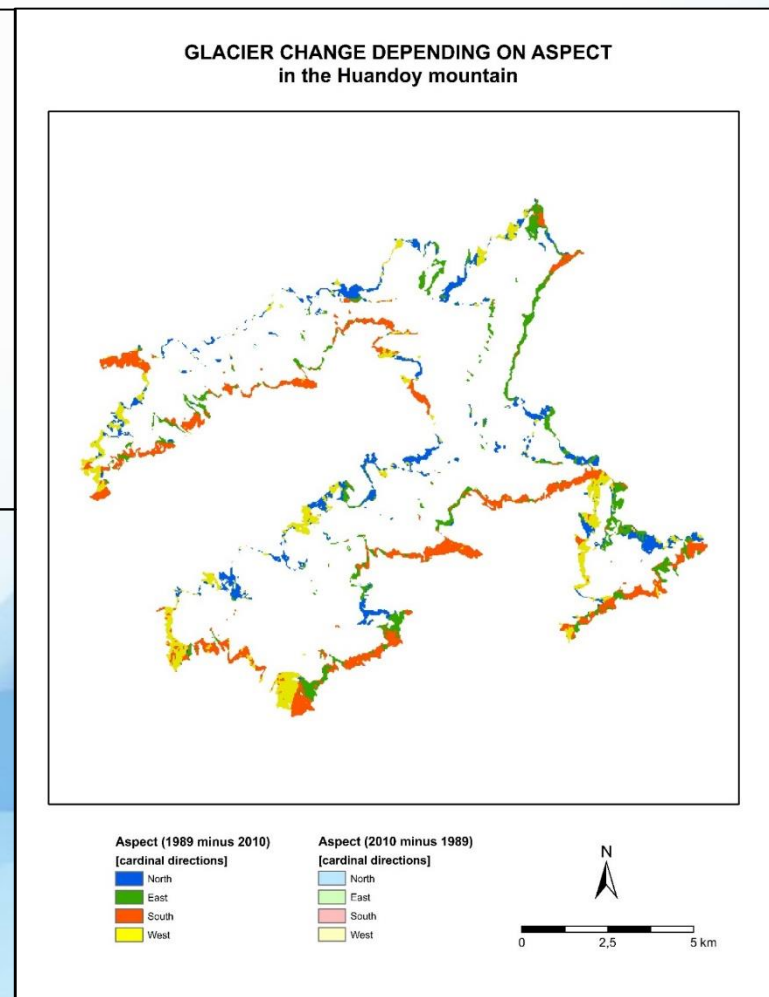
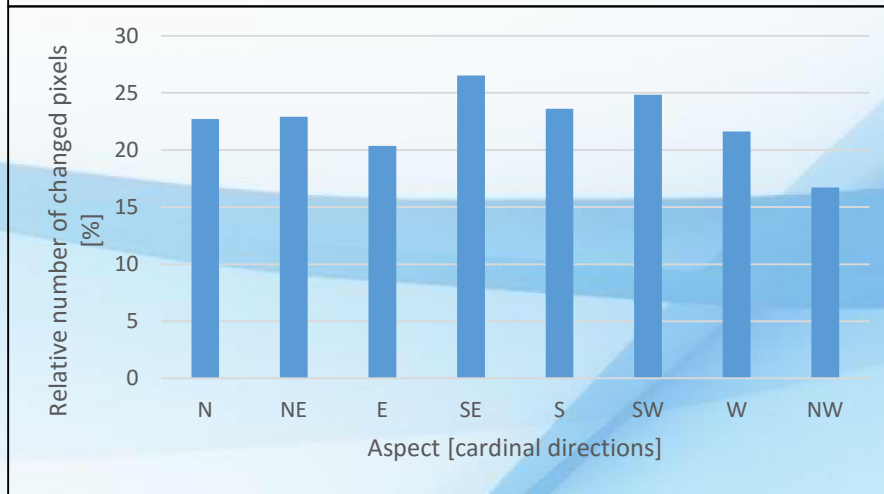
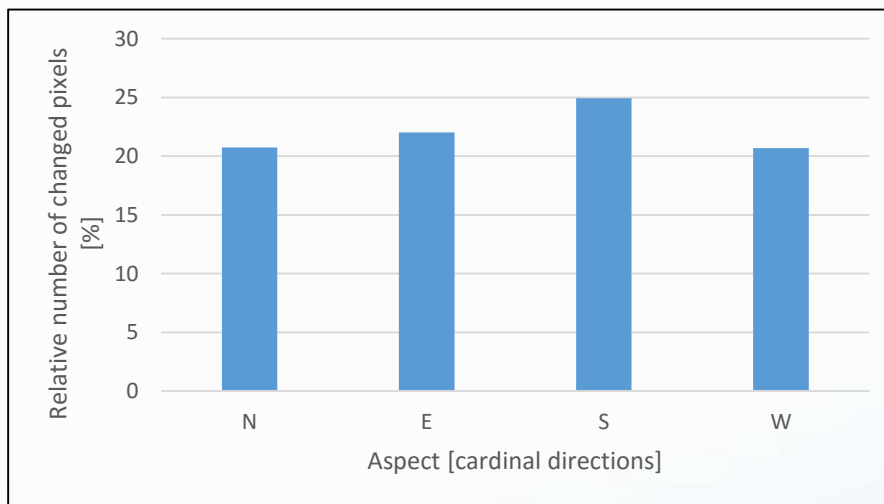


Výsledky analýzy sklonu a orientace I.

- Výstupy v podobě map a grafů
- Největší změna v intervalu 60°-64°



Výsledky analýzy sklonu a orientace II.



Závěr

- Obtíže při zpracování:
 - kvalita vstupních dat – Landsat, ASTER GDEM
 - oblačnost ve vysokohorských oblastech
 - absence klimatických modelů
 - absence rozsáhlých „in situ“ naměřených bodů
 - rozdílné definice ledovců
- Výsledky:
 - veliká oscilace změn sněhových a míchaných ploch a sněhových čar – na druhou stranu jednoznačné trendy
 - větší pravděpodobnost tání sněhu při extrémních sklonech terénu – u zbytku sklonů normální rozdělení
 - neexistuje dominantní světová strana u změn sněhových ploch
 - Landsat 8 OLI/TIRS nemá výhodu v monitorování ledovců v porovnání se staršími senzory Landsat TM a ETM+. Na druhou stranu je limitovaný s dostupností dat.

Děkuji za pozornost!



Zdroj: Mgr. Adam Emmer