

Mapování lesních dřevin z družicových dat Sentinel-2

Filip Hájek a kol.
Specializované pracoviště fotogrammetrie a DPZ
Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, pobočka Frýdek - Místek

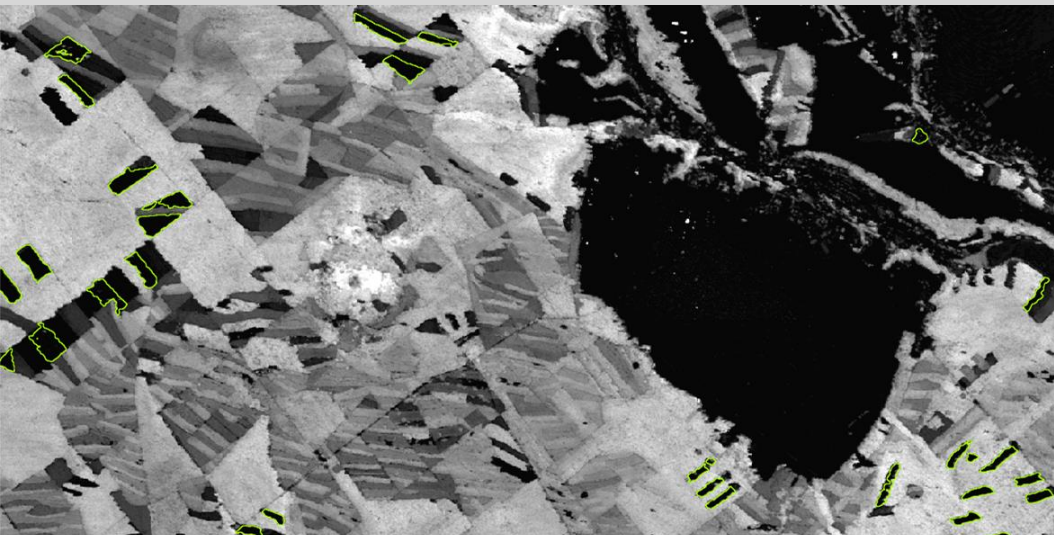
hajek.filip@uhul.cz



1. Přebírání a předzpracování leteckých měřických snímků od ČÚZK
2. Stereoskopická interpretace inventarizačních bodů a transektů v síti NIL
3. Zpracování a tvorba CIR ortofota a digitálního modelu povrchu (nDSM) z leteckých snímků
4. Tvorba bezešvých mozaik družicových dat ESA Sentinel-2, NASA Landsat a Planet Inc.
5. Analýzy a validace výstupů z leteckých a družicových dat DPZ
6. Postprocessing, GIS zpracování, manuální úpravy a publikace tematických výstupů DPZ
7. Správa databáze PostgreSQL/ PostGIS/ a linux serverů

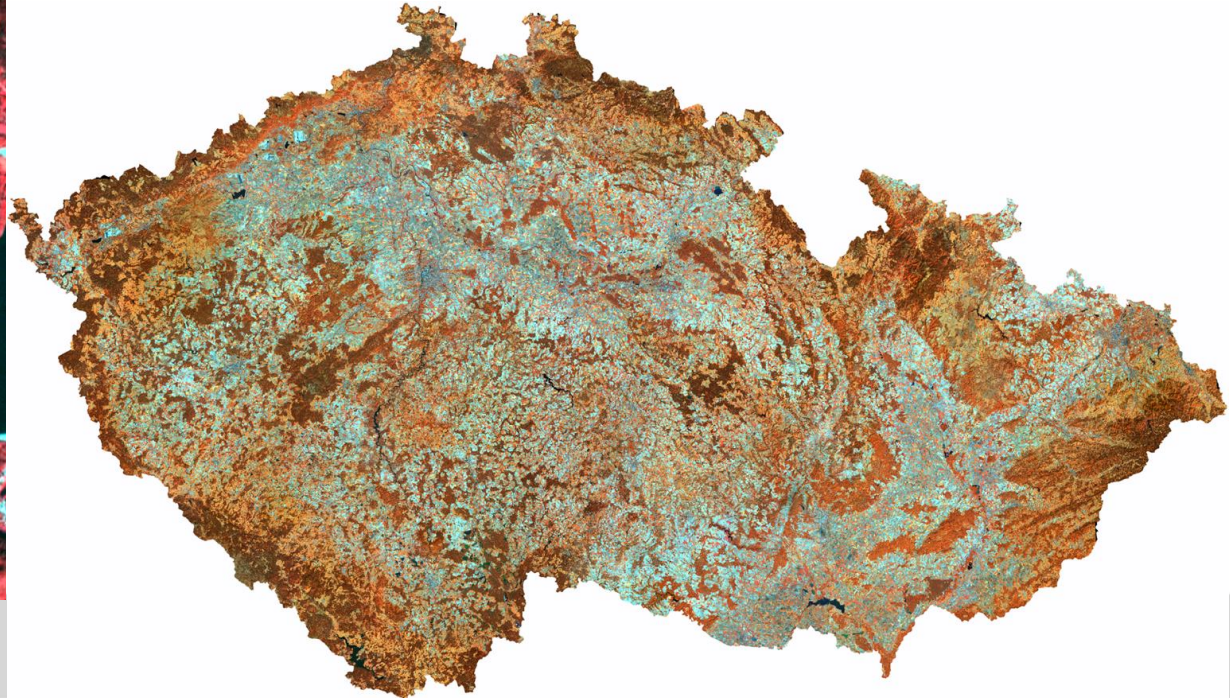
Vybrané tematické výstupy:

Mapy historických a aktuálních okrajů lesa (OLIL), Detekce těžeb z rozdílových nDSM, Mapy zdravotního stavu lesů, Mapa lesních dřevin, Mapy porostních segmentů (smíšenost a růstové fáze), Kúrovcová mapa ČR, Webová aplikace TRENDY zdravotního stavu lesů, a další...



Pro lesnické mapování v současnosti používáme 3 zdroje dat DPZ:

1. **data LMS z Národního leteckého snímkování ČÚZK** – velmi přesné (pixel 20cm) a 3D, dvouletá perioda, sdílené s ÚHÚL na základě mezirezortní dohody z roku 2010
1. **družicové snímky s vysokým rozlišením ESA Sentinel-2 a Landsat** – nedostatečný prostorový detail (pixel 10- 20m), aktualizace 1x – 2x ročně, zdarma
1. **družicové snímky s velmi vysokým rozlišením Planet labs, Inc.** – dostatečný prostorový detail (pixel 5m), možnost aktualizace 1x měsíc, od 2021 také RedEdge pásmo, placená služba



Mapa dřevin z družicových dat ESA Sentinel-2 data

Základní přístup:

řízená klasifikace porostního typu a druhového složení na základě spektrální odezvy v průběhu fenologických fází dřevinné vegetace s využitím trénovacích dat nasbíraných během pozemního šetření NIL2

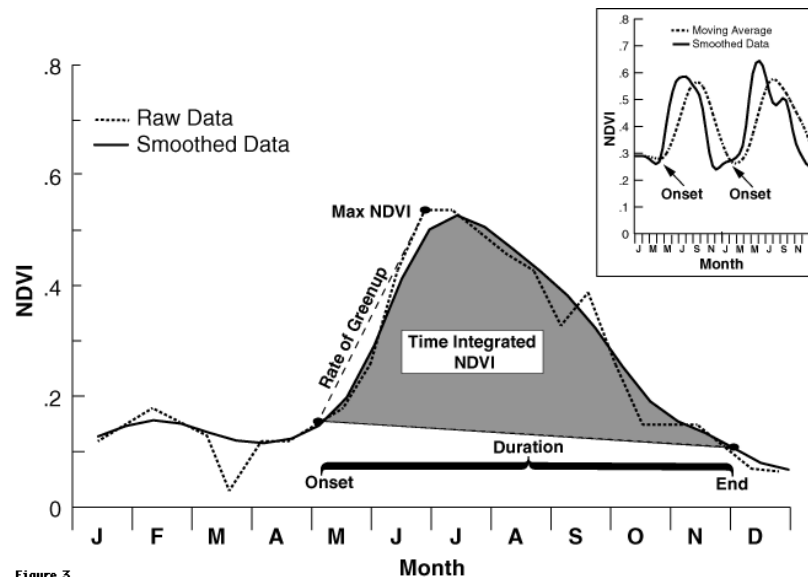
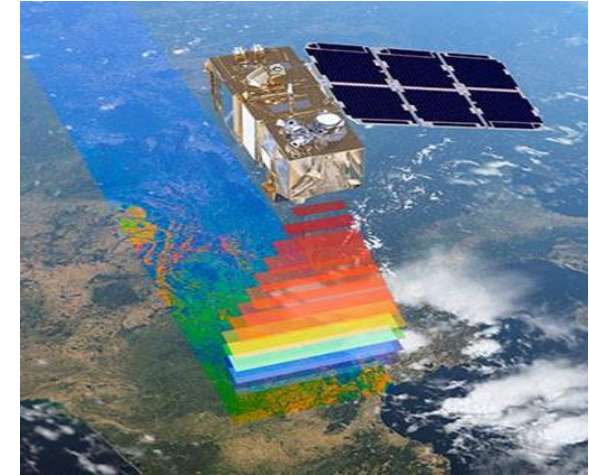


Figure 3
Reed and Sayler, 1997, "A Method for Deriving Phenological Metrics from Satellite Data, Colorado 1991-1995"
USGS EROS Data Center



Analizou bezoblačných mozaik Sentinel-2 nad daty NIL získáme jedinečný systém pro opakované automatizované mapování dřevin pro území České republiky s vysokou mírou prostorové (10metrů/pixel) a tematické přesnosti.

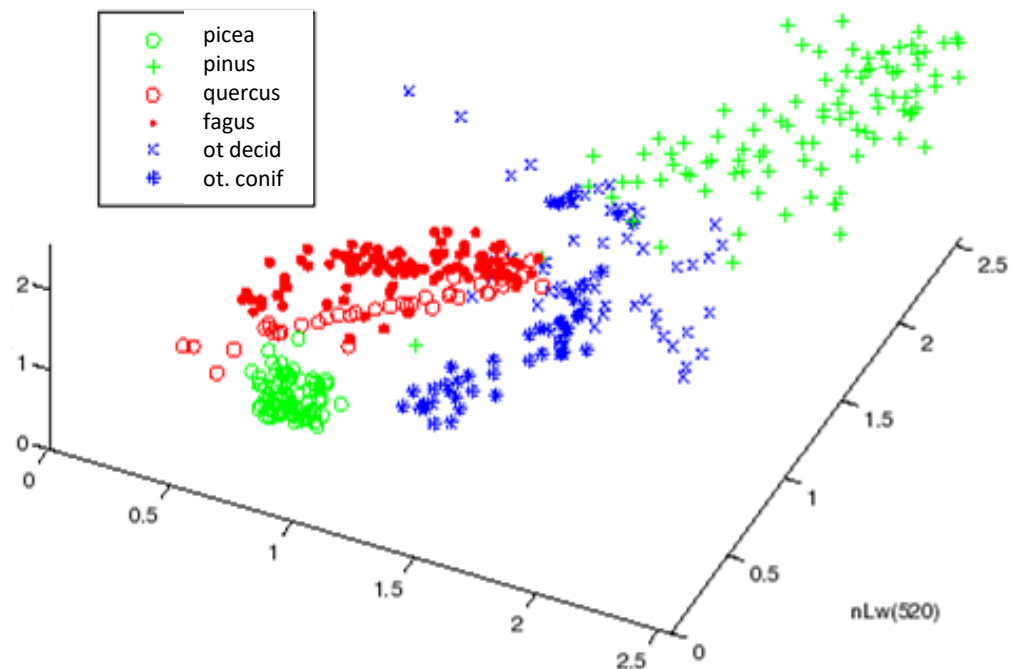
Řízená klasifikace obrazu pomocí dvou nezávislých zdrojů:

1) FOTOGRAMMETRICKÉ ŠETŘENÍ (sítě NIL2 500x500m) – identifikace listnatých a jehličnatých stromů v blízkosti středu pixelu dat Sentinel

= **robustní klasifikace pixelů dle porostního typu tj. LISTNATÉ / JEHLIČNATÉ dřeviny**

2) POZEMNÍ ŠETŘENÍ (sítě NIL2 2x2km) - identifikace hlavních hospodářských dřevin s dominantním nebo majoritním zastoupením

= **zatřídění dle základních hospodářských dřevin, tj. SM, BO, BK, DB, ostatní listnaté a ostatní jehličnaté**

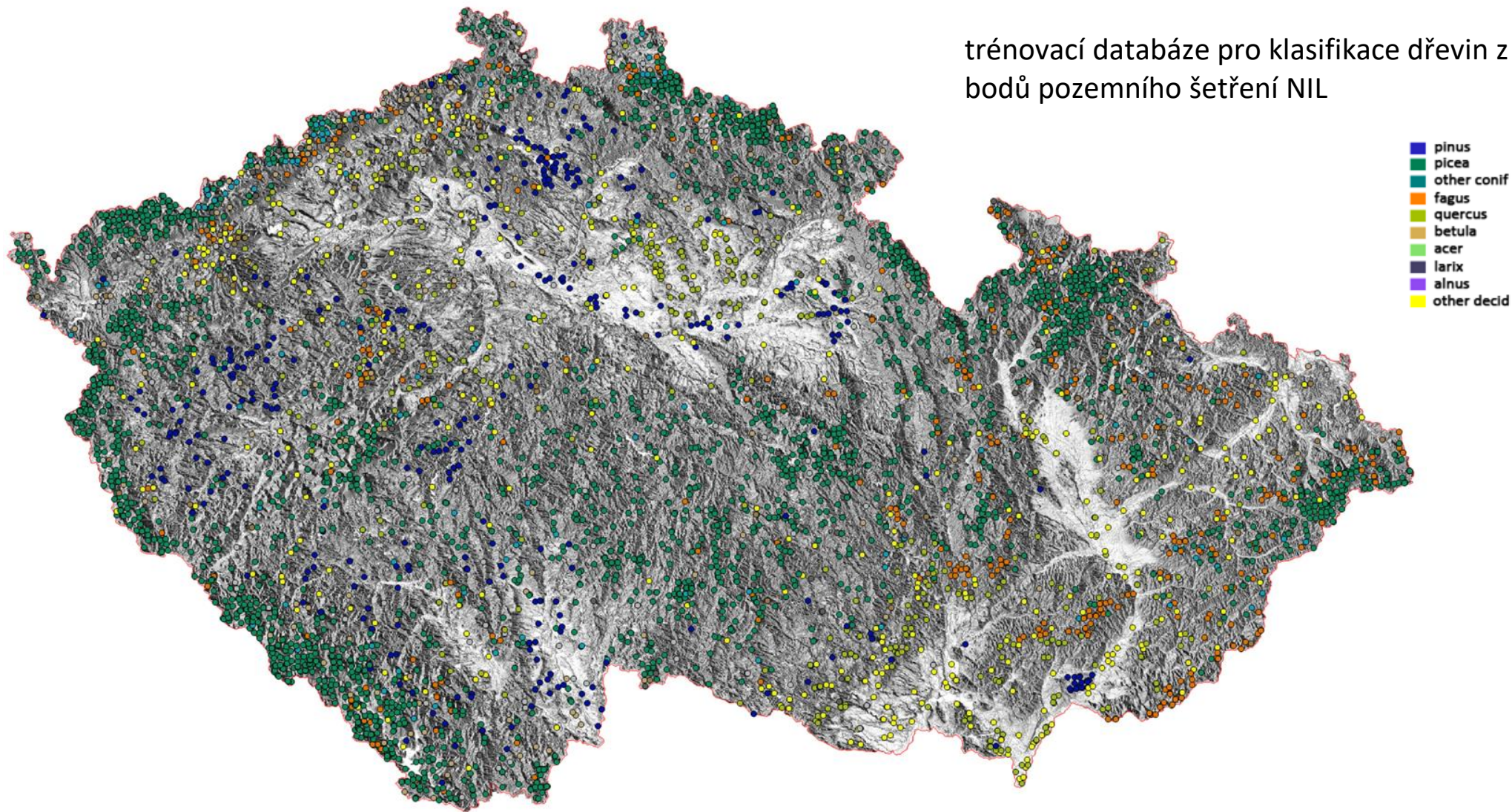


Klasifikace na úrovni objektů velikosti pixelů v infra kanálech dat Sentinel-2 (10m/pixel) probíhala ve třech krocích:

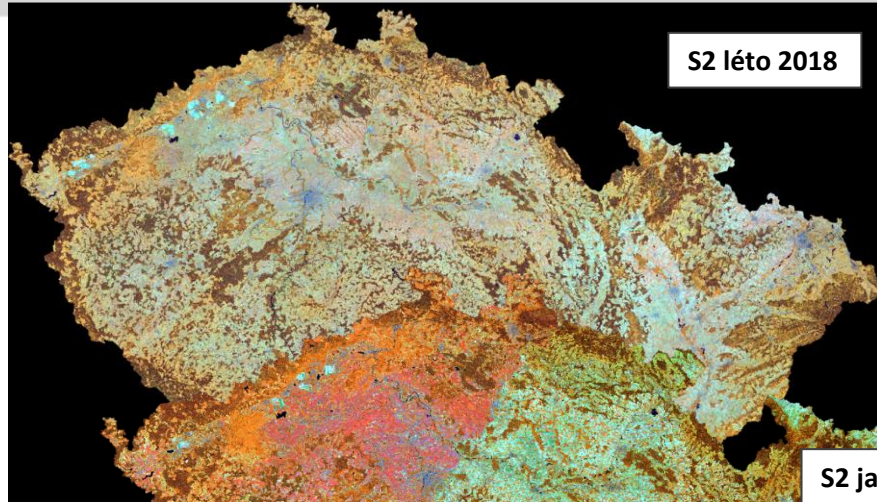
1. **sběr spektrálních signatur** pro jednotlivé dřeviny v rámci vegetační/mimovegetační sezóny tj. ze scén pokrývajících různá území snímkaných v různých fenologických fázích.
1. **diskriminační analýza** spektrálních proměnných (kanálů S2, časových období, ad.) pro jednotlivé kategorie dřevin → seznam proměnných nejpřínosnějších pro separaci tříd
1. **zatřídění objektů** (segmentace) z dat Sentinel-2 metodou **řízené klasifikace Random Forest**

Dřeviny s majoritním zastoupením na bodech NIL

trénovací databáze pro klasifikace dřevin z cca 10 tisíc bodů pozemního šetření NIL

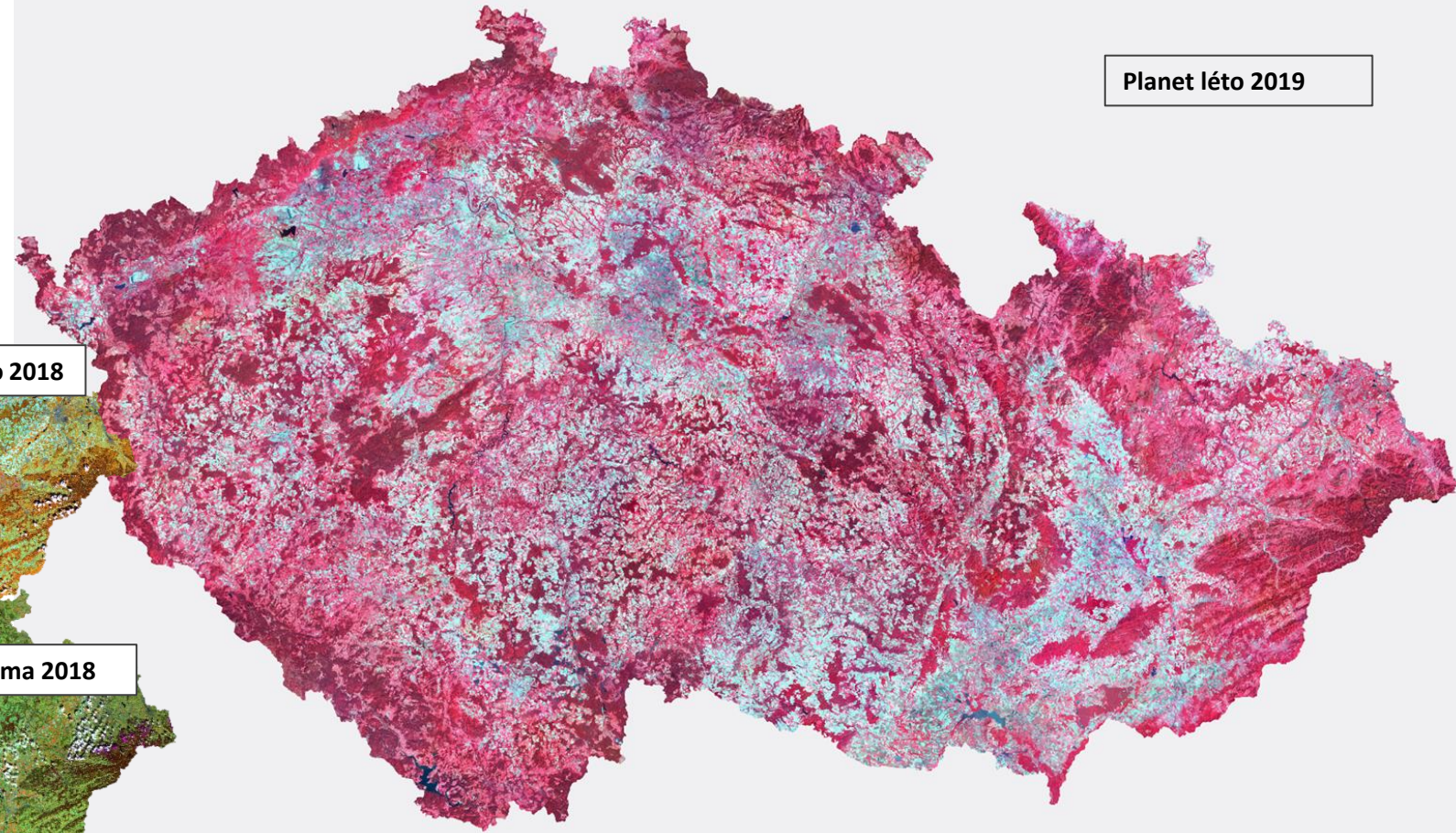


Časová řada dat Sentinel-2 přes území ČR



S2 jaro 2018

S2 zima 2018



Random Forest prediktory: reflektance spektrálních kanálů dat Sentinel-2 a Planet, vegetační indexy jako NDVI, NDMI, NDVI705, NDII, GNDVI, SEN2REP, IRECI, RedEdgeNDVI, apod. vypočtené pro každou periodu, výšky porostů z nDSM (letecké snímkování) a ekologické charakteristiky jako nadmořská výška z DMR_4G, expozice, či vegetační stupně.

Random Forest - diskriminační analýza

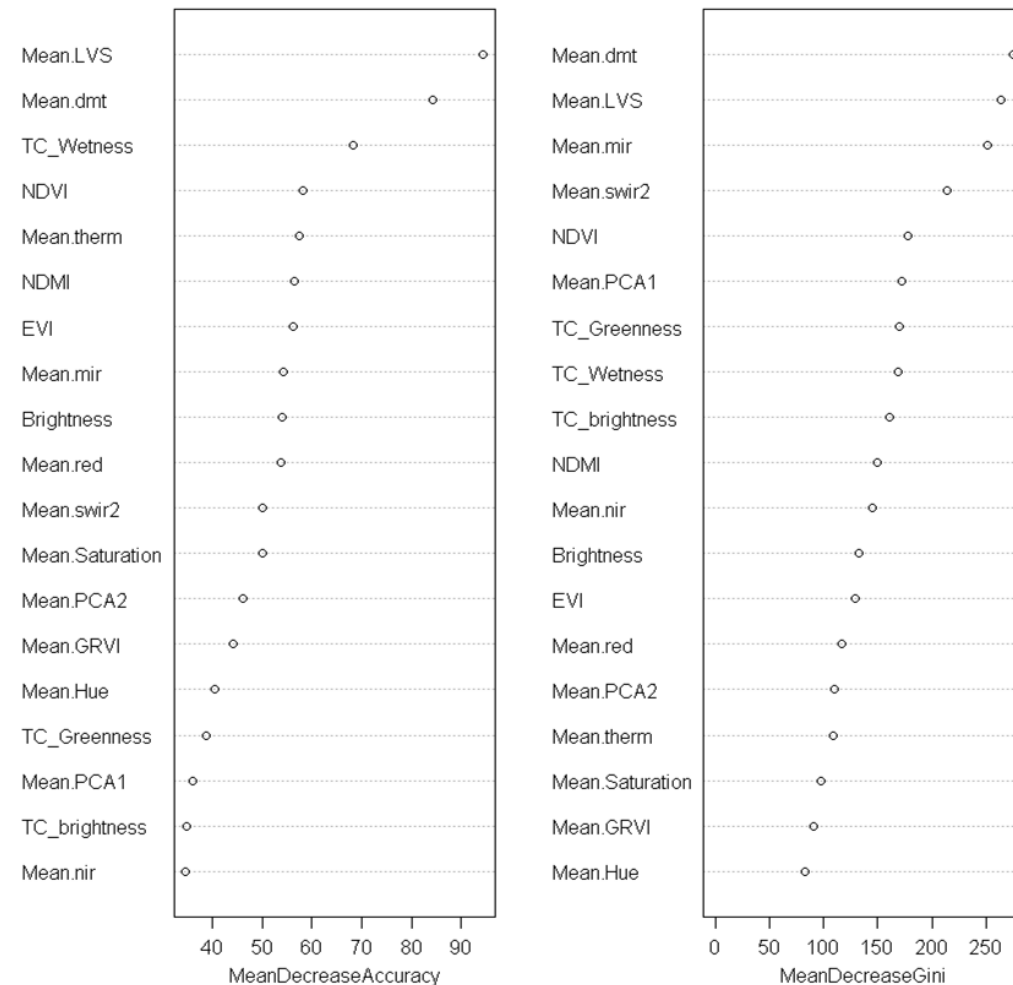
- Odhad celkové chyby klasifikace (OBB) dle pozemních dat NIL1-NIL3 metodou Random Forest je 25%
- Tematická přesnost klasifikace pro hlavní dřeviny (majoritní zastoupení) vychází : **SM 95%, BO 86%, BK 91%, DB 90%**
- ostatní dřeviny (nižší zastoupení) klasifikovány jako směsi...

OOB estimate of error rate: 24.63%

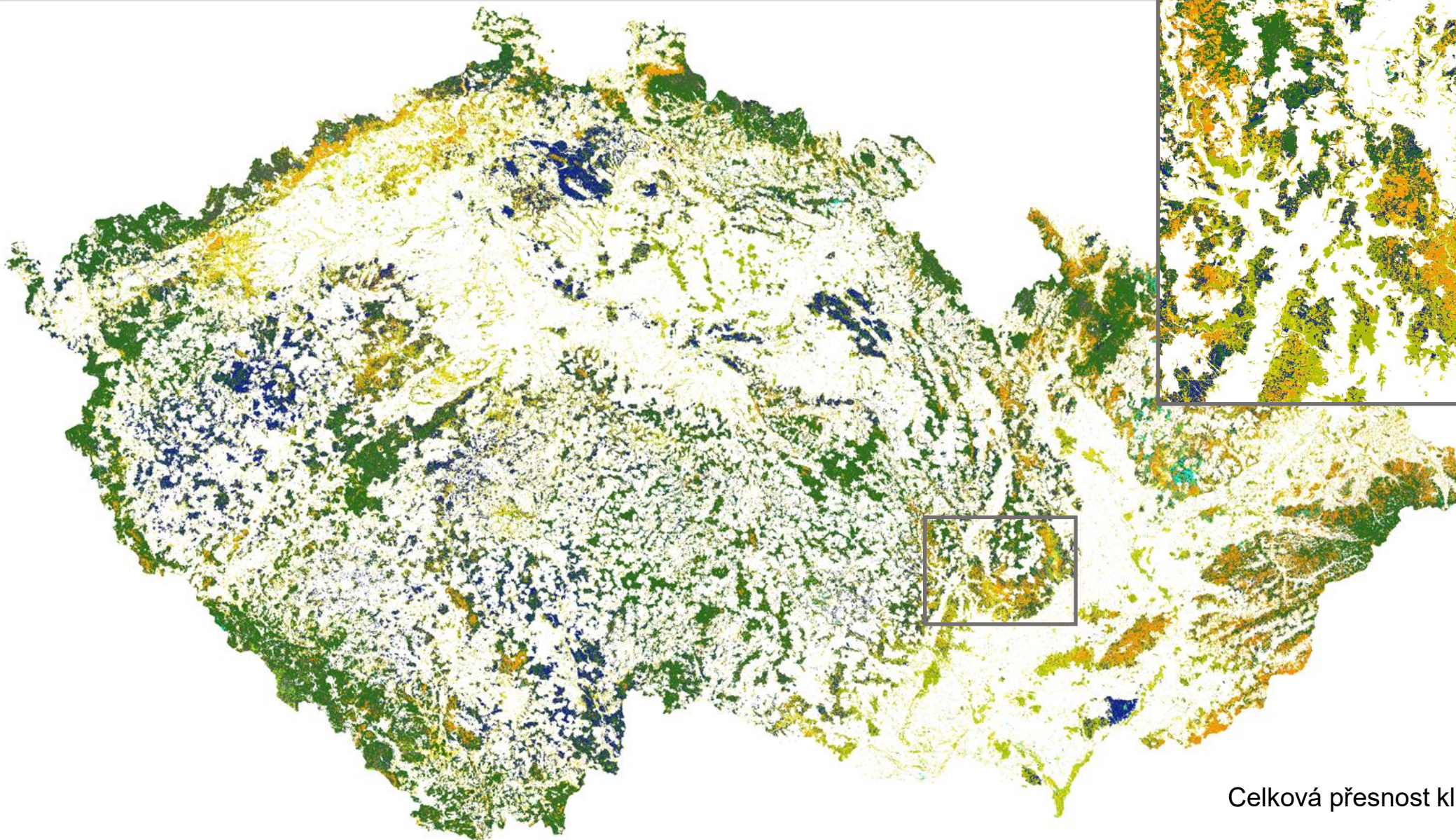
Confusion matrix:

	borovice	brizy	buk	duby	javory	jehlicnate	listnate	modrin	olse	smrk	class.error
borovice	118	0	0	3	0	0	4	1	0	11	0.13868613
brizy	0	9	8	14	0	0	8	3	0	3	0.80000000
buk	1	0	191	6	0	0	6	0	0	6	0.09047619
duby	0	0	7	227	0	0	16	1	0	0	0.09561753
javory	0	0	11	3	3	0	15	0	0	1	0.90909091
jehlicnate	5	0	3	0	0	3	3	0	0	27	0.92682927
listnate	3	0	17	37	1	0	143	2	0	3	0.30582524
modrin	10	0	0	8	0	0	5	10	0	8	0.75609756
olse	0	0	10	4	0	0	26	1	5	0	0.89130435
smrk	7	0	1	0	0	0	7	0	1	261	0.05776173

Forest, mtry=6, ntree=1000



Mapa lesních dřevin 2019



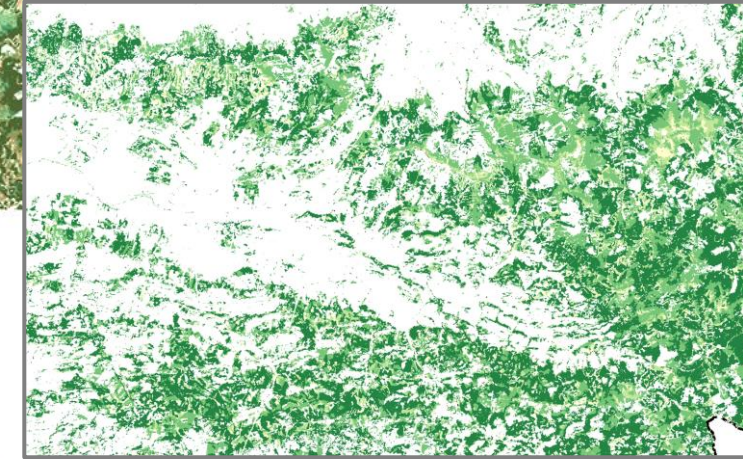
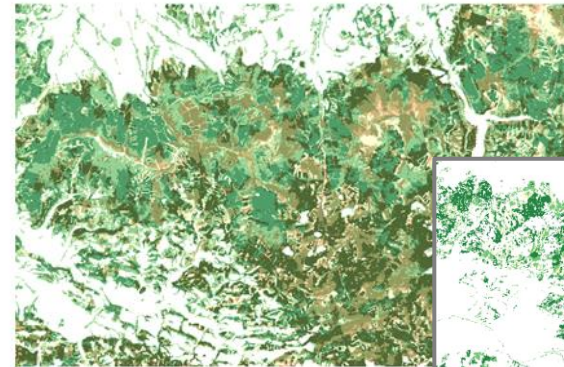
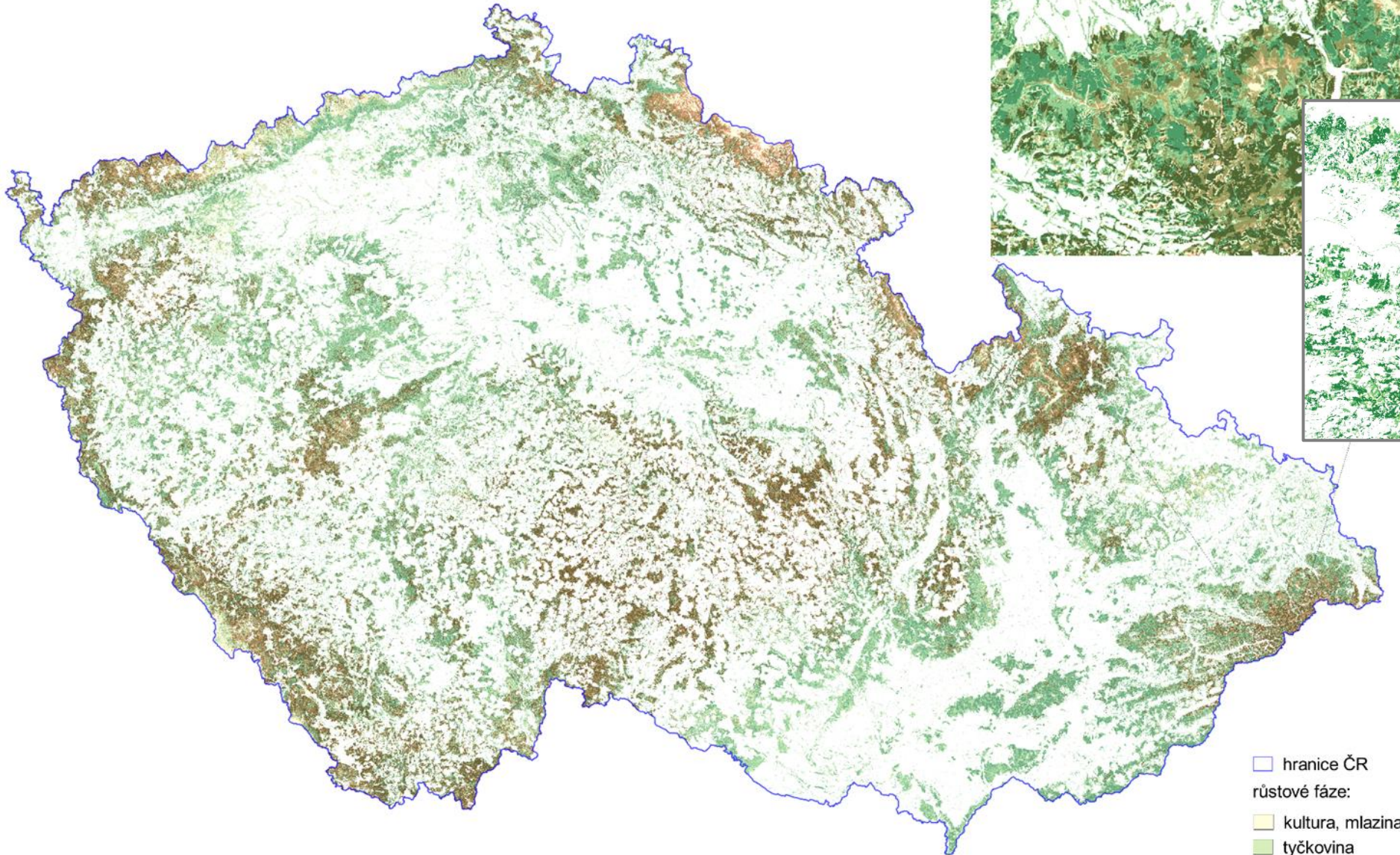
Celková přesnost klasifikace dřevin přes 85%

Mapa smíšenosti - listnaté /jehličnaté /smíšené porosty



- Zpřesnění odhadů zásob dříví dle hlavních hospodářských dřevin (dvoufázové odhady) v NIL.
- Zpřesnění odhadů zásob zbývající jehličnaté kulatiny v lesích ČR.
- Vymezení území pokryté jehličnatými porosty pro mapování kůrovcové kalamity (kurovcovamapa.cz).
- Rozlišení porostního typu (listnáče /jehličnany) pro hodnocení zdravotního stavu lesů z DPZ.
- Rajonizace území pokryté lesem v ZABAGED (ČÚZK).

Lokalizace smrkových porostů v jednotlivých růstových fázích lesa



0 50 100 150 200 km

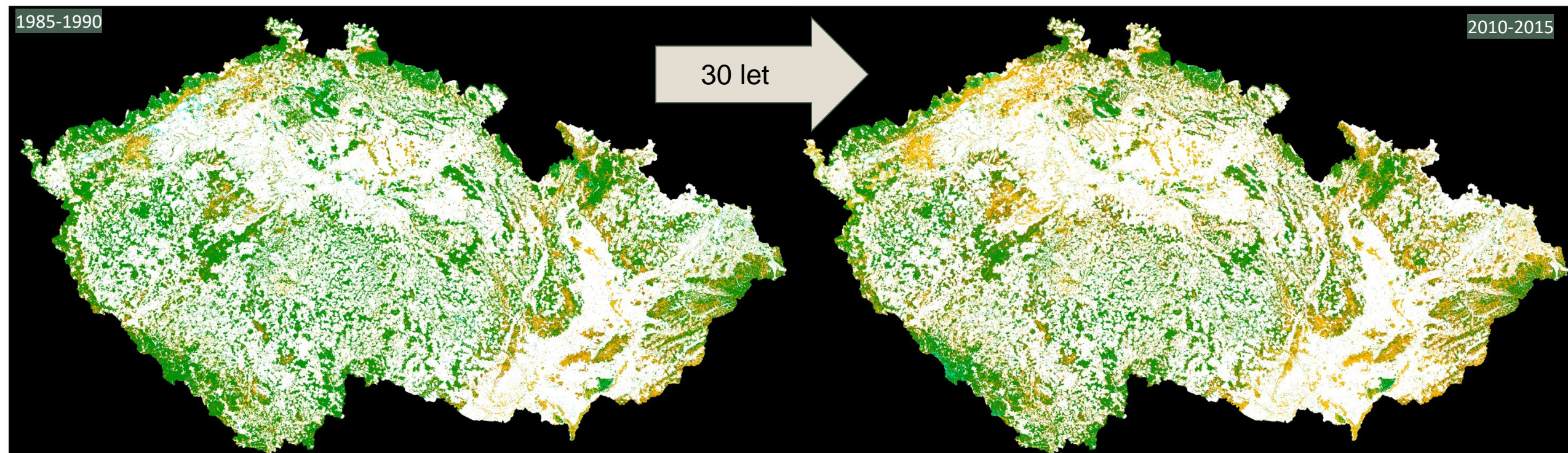
Vyrobil: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, pobočka Frýdek-Místek
Datum: 3.8.2017

- hranice ČR
- růstové fáze:
- kultura, mlazina
- tyčkovina
- tyčkovina
- kmenovina
- smrk

Vývoj zastoupení (smíšenosti) porostů v ČR z dat Landsat TM

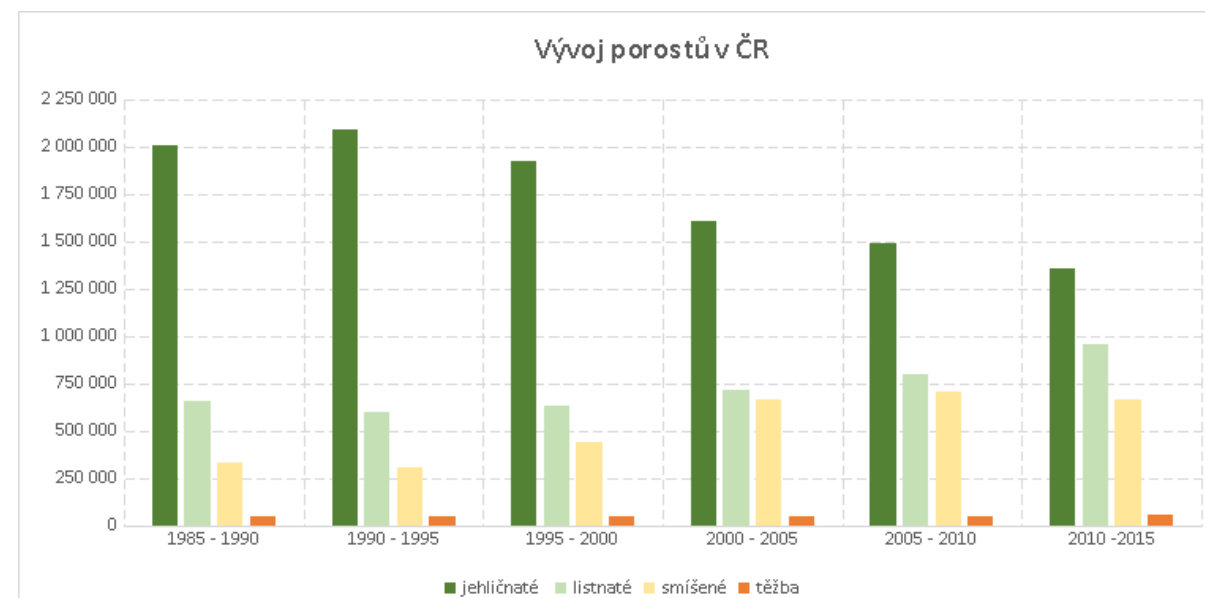
Přístup aplikovaný na časovou řadu 1985 - 2020 z mise Landsat

1. Zdrojové bezoblačné mozaiky v pětiletém kroku (medián odrazivosti povrchu ve vegetační sezóně, maskována oblačnost - zcela odstraněny snímky s oblačností > 50%) vytvořeny v GEE
2. Signatury byly vypočteny pro trénovací plochy NIL odpovídající nejnovějším satelitním datům a poté retrospektivně aplikovány na starší mozaiky.



Vývoj zastoupení listnatých/ jehličnatých/ smíšených porostů

časové rozmezí	plocha [ha]			
	jehličnaté	listnaté	smíšené	těžba
1985 - 1990	2 008 809	652 669	332 726	47 754
1990 - 1995	2 095 859	595 282	304 506	46 675
1995 - 2000	1 928 700	629 580	435 670	48 555
2000 - 2005	1 609 806	717 026	666 270	49 053
2005 - 2010	1 494 010	795 352	705 615	47 487
2010 -2015	1 357 791	961 328	661 664	58 048





Kolektiv pracoviště fotogrammetrie a DPZ:

Filip Hájek

Petr Lukeš

Markéta Kantorová

Iva Radvanská

Radim Strejček

Ondřej Tomančák

Honza Vrobel

6 operátorek stereoskopie

kontakt:

hajek.filip@uhul.cz

Děkujeme za pozornost!

