



Zdravotný stav slovenských lesov očami satelitov

Výsledky plošného hodnotenia defoliácie

Ivan Barka

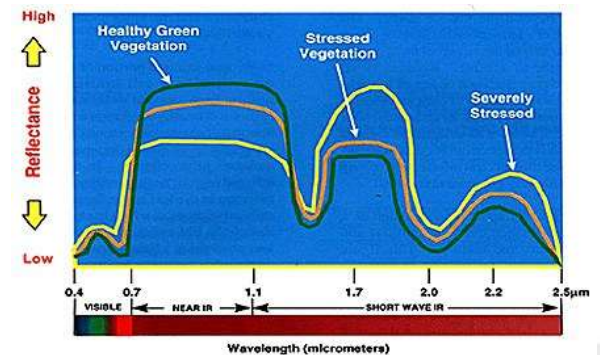
Monitoring krajiny s využitím dát z programu Copernicus, 9. 6. 2026

Obsah prezentácie

- Hodnotenia stavu lesa zo satelitných snímok, výhody a nevýhody
- Vyhodnotenie plošného vývoja poškodenia smrekových porastov na Slovensku v období 2003 – 2025
- Prejavy poškodenia v období 2021 – 2025
- Najviac poškodené dreviny
- Obnova lesa z pohľadu satelitov

Možnosti hodnotenia stavu lesa zo satelitných snímok

- Odhad defoliácie a depigmentácie asimilačných orgánov stromov
- Odrazivosť vegetácie vo viditeľnom a infračervenom spektre
- Spektrálne charakteristiky vegetácie závisia od obsahu chlorofylu a pigmentov
- So zvyšujúcim sa poškodením klesá množstvo chlorofylu
- Chronické poškodenia sa prejavuje žltnutím listov, maximálna odrazivosť sa presúva zo zeleného do červeného pásma



Výhody a nevýhody

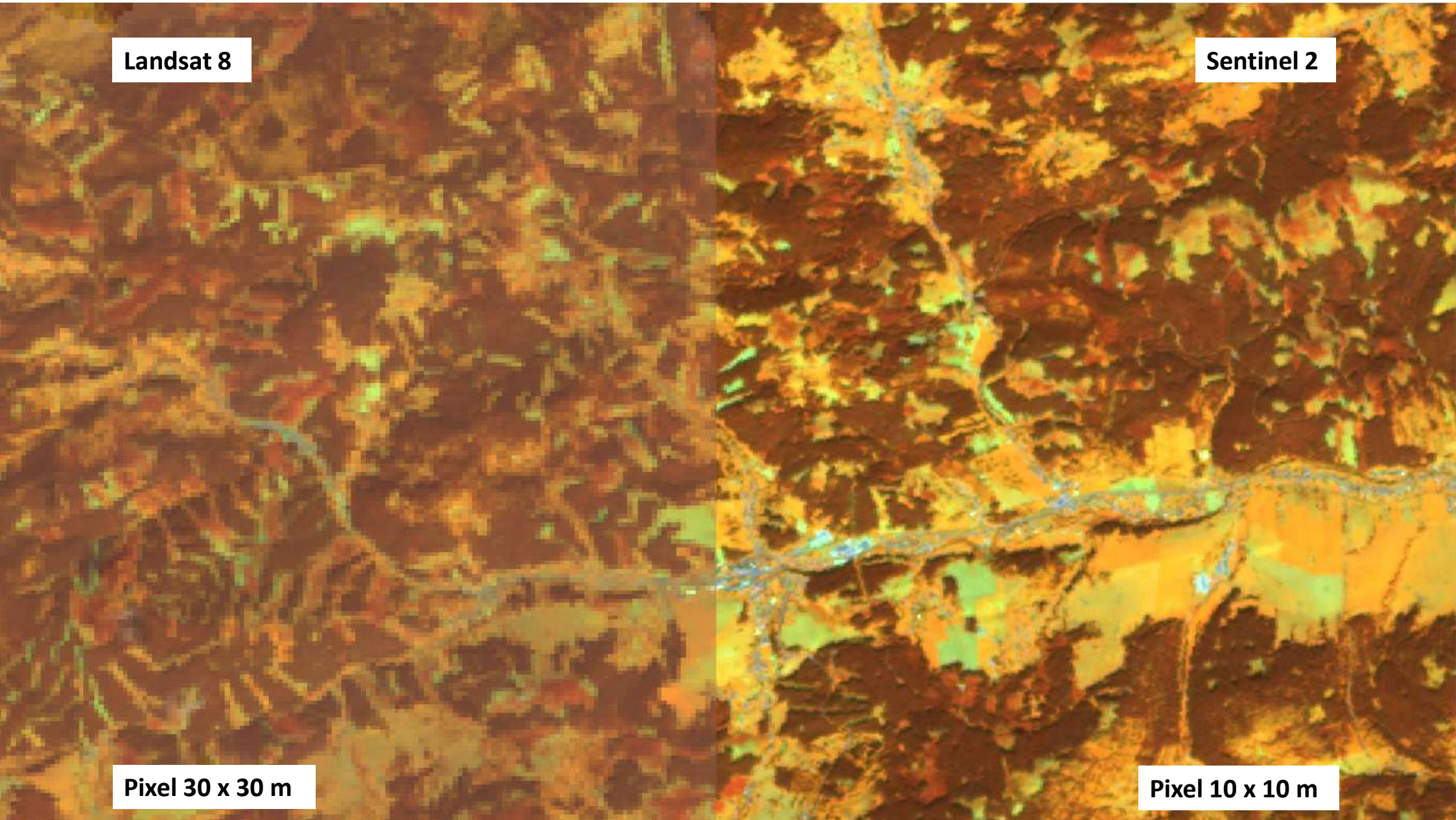
- Výhody
 - Voľná dostupnosť snímok (Landsat, Sentinel)
 - Celoplošné hodnotenie územia - pokrytie veľkých území bez nutnosti rozsiahleho terénneho mapovania a leteckého snímkovania
- Nevýhody
 - Náročnosť spracovania snímok (poškodenie nie je na satelitných snímkach také výrazné ako na leteckých snímkach)
 - Ovplyvnenie výsledkov viacerými faktormi:
 - zápoj porastov (aj výstup skalných útvarov, priebeh lesných ciest a pod.)
 - minimálny vek porastov
 - minimálna rozloha porastov (okraje lesa a pod.)
 - Dostupnosť snímok, rozlíšenie

Landsat 8

Sentinel 2

Pixel 30 x 30 m

Pixel 10 x 10 m



Metodický postup

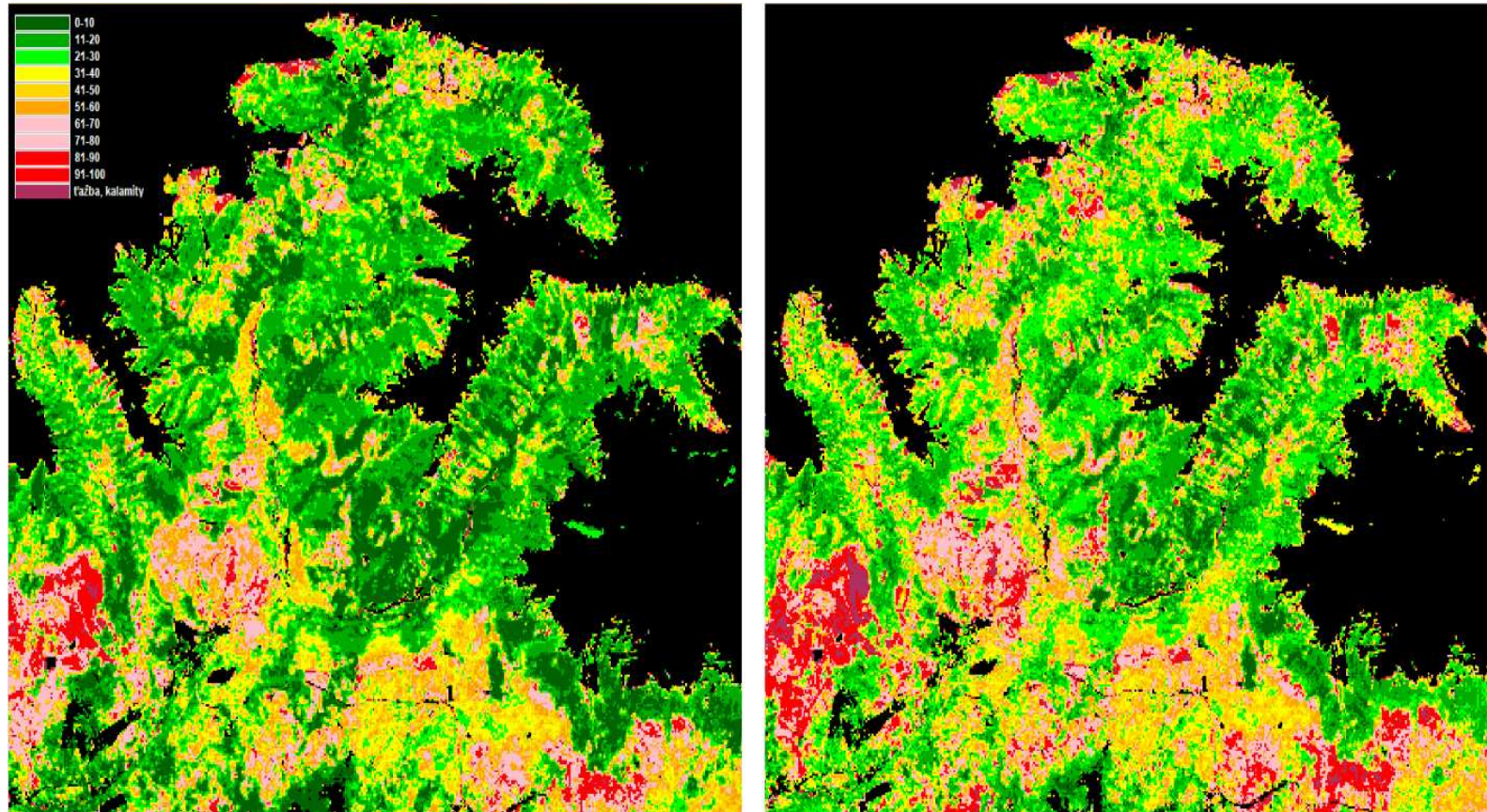
- Snímky Sentinel 2
 - Sentinel 2A (2015 – súčasnosť)
 - Sentinel 2B (od 2017)
 - Sentinel 2C (od 2025)
 - Priestorové rozlíšenie 10, 20 a 60 m
 - Frekvencia snímania 3 – 5 dní (konštelácia 3 satelitov)
- Predspracovanie: rádiometrická kalibrácia, topografická normalizácia, mozaikovanie
- Kompozície satelitných snímok pre roky:
 - Landsat: 2003, 2006, 2007, 2009, 2010 – 2013, 2015
 - Sentinel 2: od 2016 každoročne

Metodický postup

- Klasifikácia zdravotného stavu
 - Premenné pre klasifikáciu poškodenia lesov:
 - PCA analýza
 - Využitie kanálov Sentinel 2 (viditeľné, blízke a stredné infračervené)
 - GST transformácia - transformačné koeficienty NSC1 (odlišnosť ihličnatých a listnatých drevín), NSC2 (odlišnosť maximálneho poškodenia a NSC1)
 - Využitie kanálov: červený, blízky infračervený a stredný infračervený
 - Metóda dvojfázového regresného výberu
 - Fáza 1: rýchly odhad poškodenia
 - Fáza 2: vylepšenie výsledkov s využitím terestrických meraní defoliácie

Barka, I.; Lukeš, P.; Bucha, T.; Hlásny, T.; Strejček, R.; Mlčoušek, M.; Křístek, S. Remote sensing-based forest health monitoring systems—Case studies from Czechia and Slovakia. *Central European Forestry Journal* **2018**, *64*, 259–275.

Porovnanie klasifikácie v roku 2020 v oblasti Podbanského, Tichej a Kôprovej doliny podľa variantu 1 a 2.
Vľavo: klasifikácia poškodenia podľa predchádzajúceho roku 2019.
Vpravo: klasifikácia s využitím NSC2 komponentu.

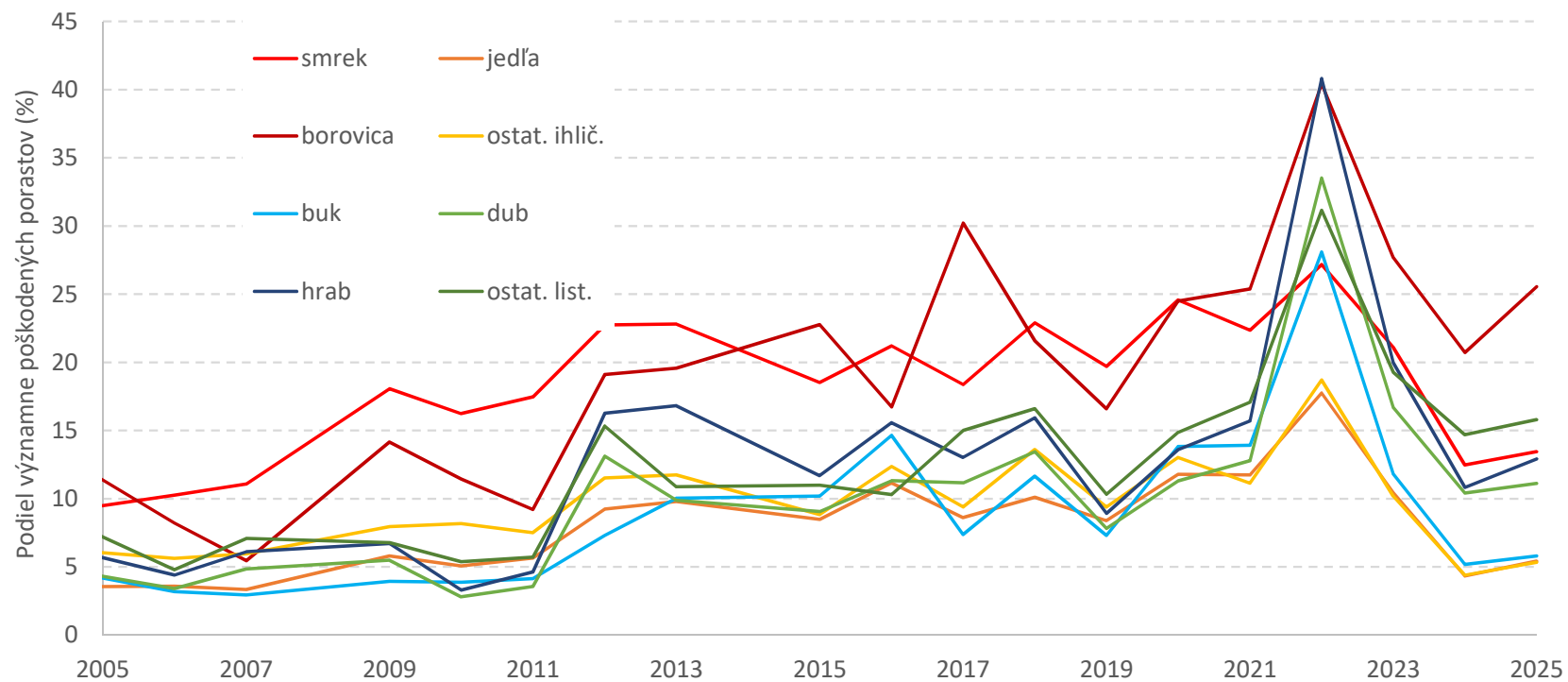


Výsledky

Roky	2003	2006 - 07	2009	2010 - 11	2012 - 13	2014 - 15	2016 - 17	2018 - 19	2020 - 21	2022 - 23	2024 - 25
<i>Ihličnaté</i>	8,9	8,9	18,7	13,9	19,9	17,3	18,6	18,9	21,5	23,9	13,2
Smrek	8,0	10,7	20,7	16,9	22,8	18,5	19,8	21,3	23,5	24,1	13,0
Jedľa	3,5	3,5	9,1	5,4	9,5	8,5	9,9	9,3	11,8	14,1	4,9
Borovica	17,7	6,8	21,2	10,3	19,3	22,8	23,5	19,1	24,9	34,1	23,2
Ostatné ihličnaté	6,9	5,8	10,3	7,8	11,6	8,8	10,9	11,5	12,1	14,4	4,9
<i>Listnaté</i>	7,0	3,9	10,5	4,0	10,7	10,1	11,6	10,5	13,7	23,0	8,7
Buk	6,2	3,1	10,1	4,0	8,7	10,2	11,0	9,5	13,9	20,0	5,5
Dub	6,1	4,1	9,5	3,2	11,5	9,1	11,2	10,6	12,0	25,1	10,8
Harb	8,2	5,3	14,3	4,0	16,6	11,7	14,3	12,4	14,7	30,4	11,9
Ostatné listnaté	12,0	5,9	10,9	5,5	13,1	11,0	12,7	13,5	16,0	25,2	15,2



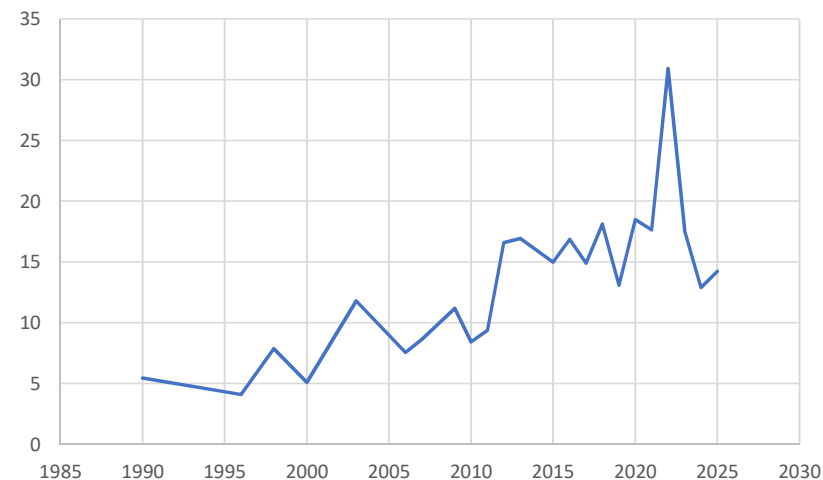
Výsledky



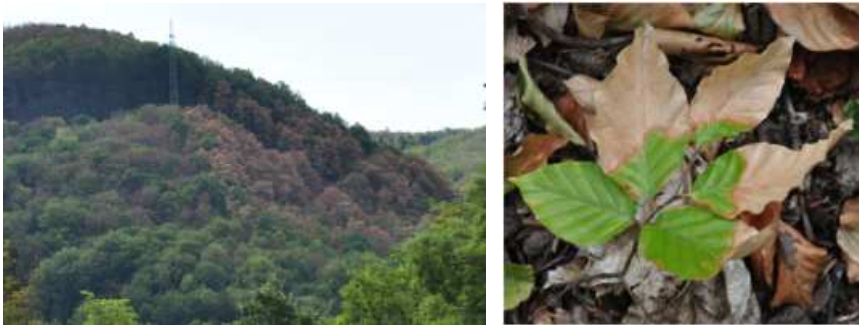
* významne poškodený porast – porast s defoliáciou nad 40 %

Priemerná defoliácia za všetky lesné porasty

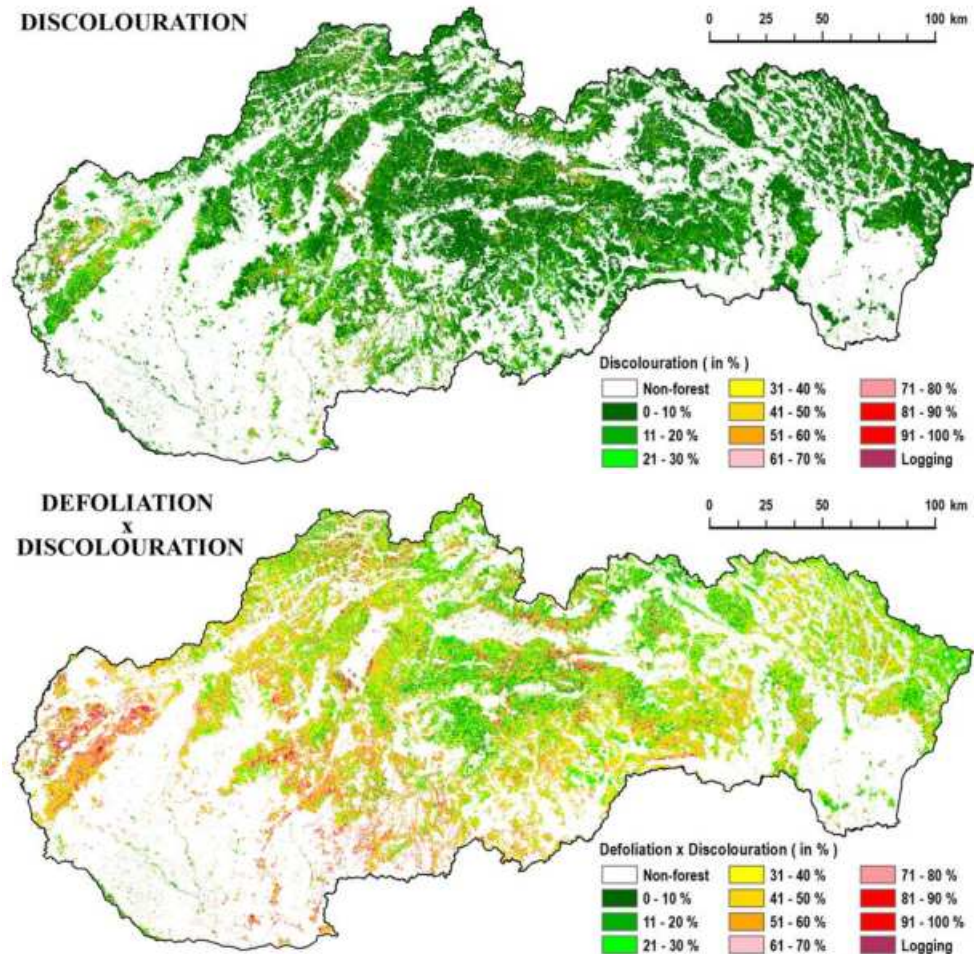
- Od r. 2012 sa podiel porastov v kategóriách s defoliáciou nad 40 % pohybuje okolo 15 %, s výnimkou roku 2022 (až 30 %)
- V r. 2024 a 2025 návrat na predošlú úroveň
- Tento podiel je ovplyvnený aj porastmi v obnove



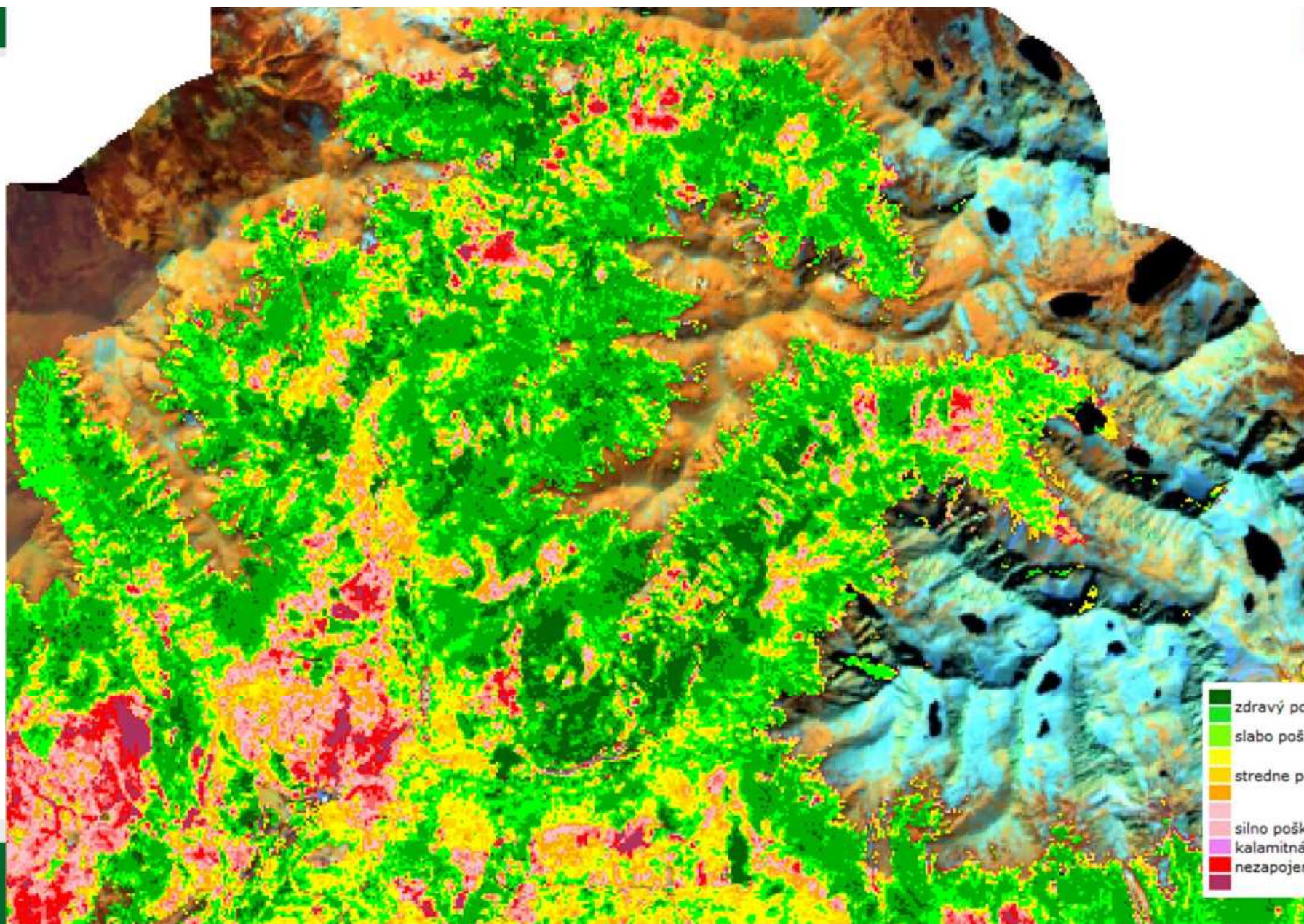
Sucho 2022



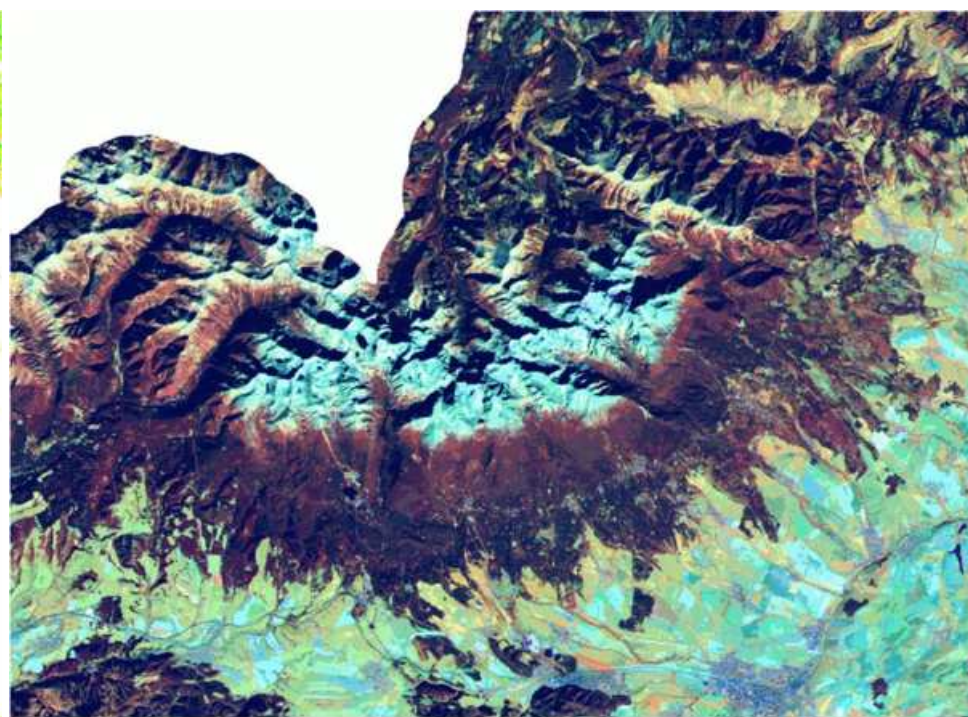
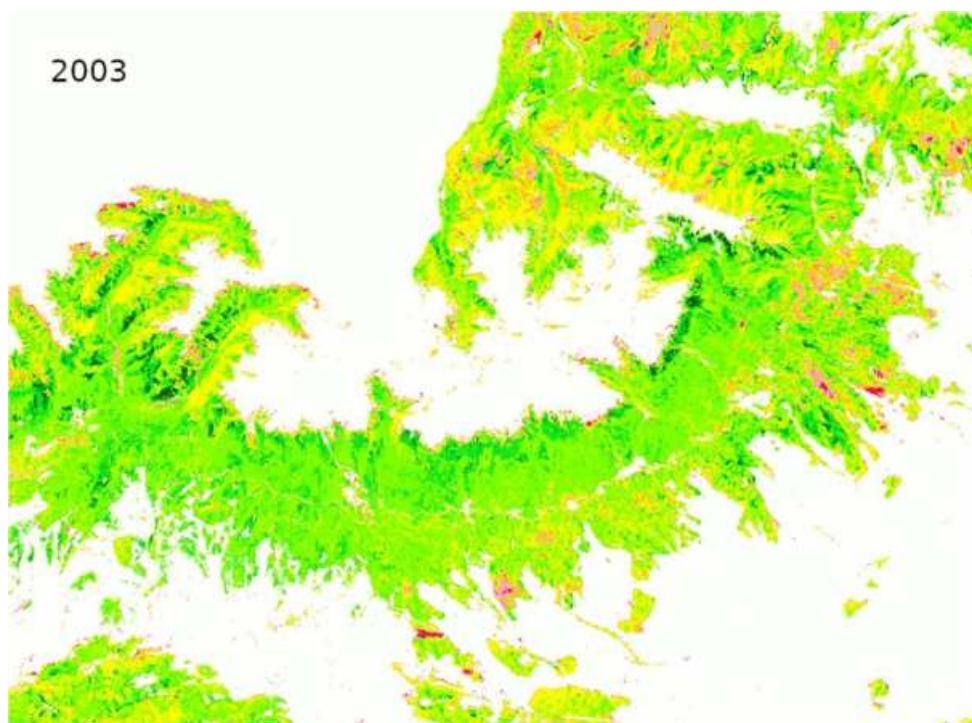
Bucha, T. et al. Satellite Assessment of Forest Health in Drought Conditions: A Novel Approach Combining Defoliation and Discolouration. *Forests* **2024**, *15*, 1567. <https://doi.org/10.3390/f15091567>



1950
2017



Priebeh defoliácie v oblasti Vysokých Tatier v období 2003 - 2025



Porovnávanie satelitných snímok z rôznych období

Kompozícia satelitných snímok pre roky 1990 - 2025

Lesnícky výskumný ústav Domovská stránka
Copyright © NLC.

Pomocník

Legenda

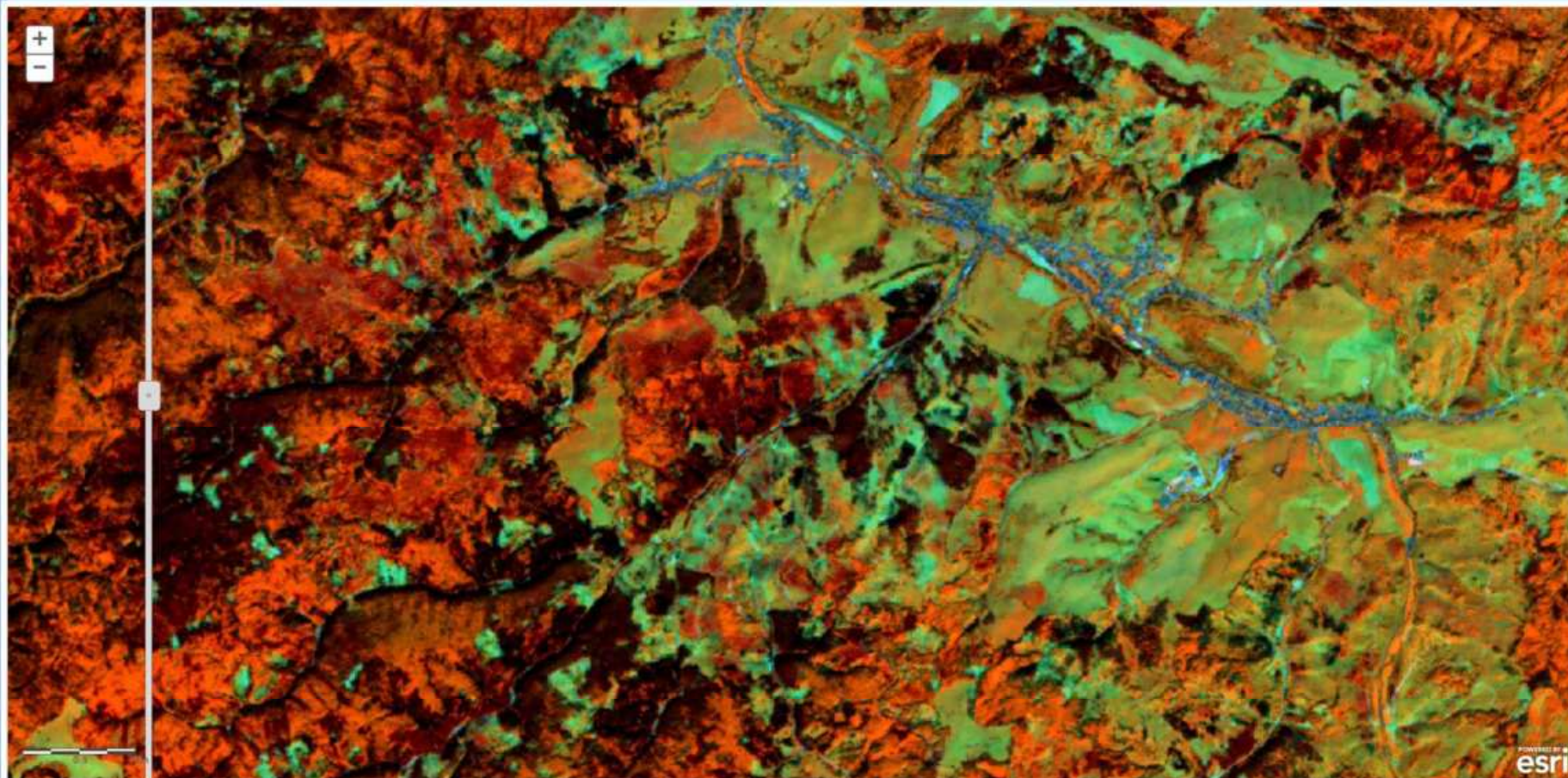
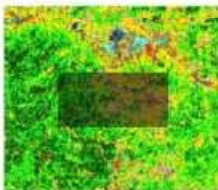
Navigácia

Zobrazenie vrstiev

hranice obvodných lesných úradov (OLU), lesných hospodárskych celkov (LHC) a porastov (JPRL)

Vrstvy hraníc LHC a porastov sa zobrazia pri väčšom priblížení mapy (od mierky 1:100 000, resp. 1:50 000).

Vyhľadávanie LHC



Ľavá strana: 2024 ▾ Prává strana: 2025 ▾



NÁRODNÉ
LESNÍCKE
CENTRUM

Dynamické zobrazovanie satelitných snímok

Kompozície satelitných snímok pre obdobie 1990 - 2025

Lesnícky výskumný ústav Domovská stránka
Copyright © NLC.

Navigácia

- Príbližiť mapu
- Oddialiť mapu
- Celá mapa
- Späť (predošlý náhľad)
- Vpred (nasledovný náhľad)
- Posun mapy
- Deaktivuj panel

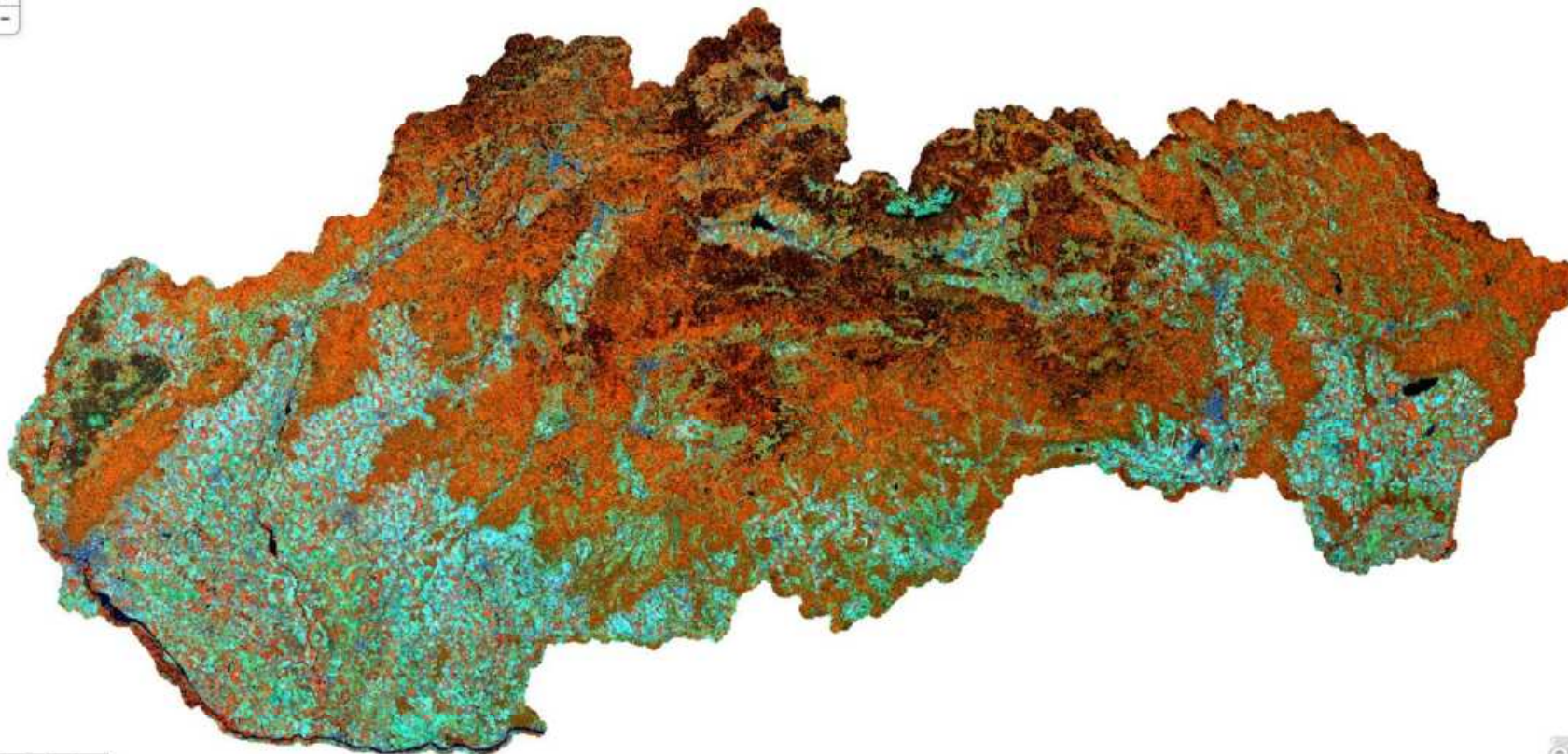
Pre navigáciu v mape môžete použiť myš a klávesnicu:
kotlaška - príbližiť / oddialiť
uchopenie ľavým tlačítkom - posun
+/- - príbližiť / oddialiť
šipky - posun mapy
SHIFT + uchopenie ľavým tlačítkom - príbližiť
SHIFT + CTRL + uchopenie ľavým tlačítkom - oddialiť
SHIFT + klik - vycentrovať
dvojklik - vycentrovať a príbližiť

Legenda

Zobrazenie vrstiev

Vyhľadávanie LHC

Pomocník



0 15 30km

esri

1990 1996 2003 2006 2007 2009 2011 2013 2015 2017 2019 2021 2023 2024 2025



NÁRODNÉ
LESNÍCKE
CENTRUM

Dynamické zobrazovanie klasifikácií zdravotného stavu lesa

Klasifikácie zdravotného stavu pre obdobie 1990 - 2025

Lesnícky výskumný ústav Domovská stránka
Copyright © NLC.

Navigácia

- Príbližf mapu
- Oddiaľf mapu
- Celá mapa
- Späť (predošlý náhľad)
- Vpred (nasledovný náhľad)
- Posun mapy
- Deaktivuj panel

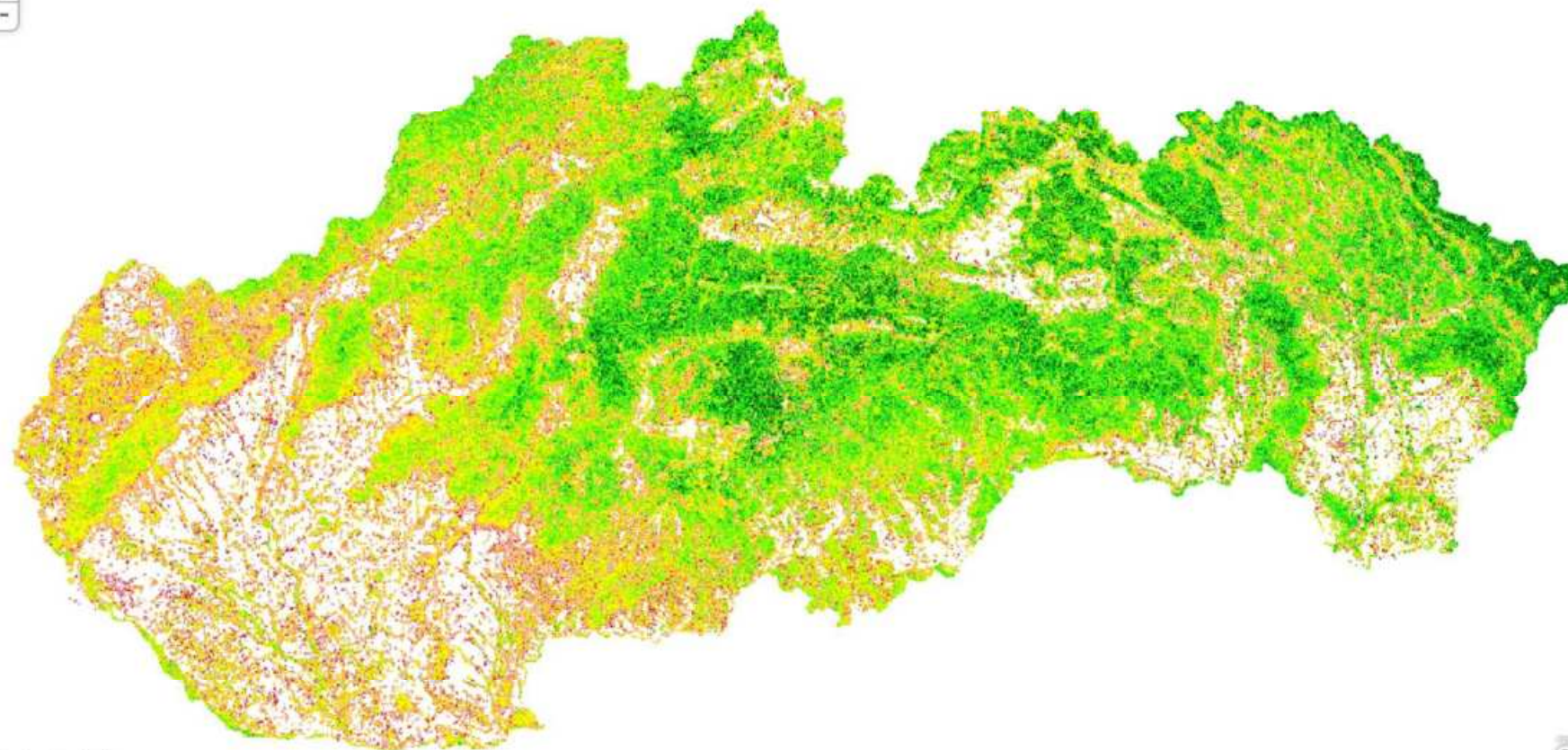
Pre navigáciu v mape môžete použiť myš a klávesnicu:
koliesko - priblížiť / oddiaľiť
uchopenie ľavým tlačítkom - posun
+/- - priblížiť / oddiaľiť
šípky - posun mapy
SHIFT + uchopenie ľavým tlačítkom - priblížiť
SHIFT + CTRL + uchopenie ľavým tlačítkom - oddiaľiť
SHIFT + klik - vycentrovať
dvojklik - vycentrovať a priblížiť

Legenda

Zobrazenie vrstiev

Vyhľadávanie LHC

Pomocník



0 15 30km

1990 1996 2003 2006 2007 2009 2011 2013 2015 2017 2019 2021 2023 2024 2025



NÁRODNÉ
LESNÍCKE
CENTRUM

Záver

- Výhody satelitného sledovania stavu lesa: voľná dostupnosť snímok, celoplošné hodnotenie územia bez nutnosti rozsiahleho terénneho mapovania
- Maximálna defoliácia zaznamenaná v r. 2022 v dôsledku sucha
- V r. 2024 – 2025 návrat k predošlým hodnotám, pre buk zlepšenie v dôsledku vlhka, pre smrek zlepšenie v dôsledku zarastania starších kalamít
- Výsledky dostupné na <https://www.nlcsk.org/stales/>



Príspevok vznikol s podporou projektov
APVV-24-0064, APVV-20-0215 a APVV-20-0365,
projektu LignoSilva v rámci Horizon Europe Teaming for Excellence [č. 101059552],
ako aj projektu TreeAdapt MPRV SR (08V0301).

Mgr. Ivan Barka, PhD.

Odbor ekológie lesa a krajiny
Sekcia pre vedu a výskum
Národné lesnícke centrum
Email: ivan.barka@nlcsk.org



web.nlcsk.org