

STANOVENÍ LESNÍ NADZEMNÍ BIOMASY V ČESKÉ REPUBLICE Z DRUŽICOVÝCH DAT

Konference GIS Esri v ČR
8. - 9. 11. 2023



AUTOŘI

Mgr. Pavel Vyvlečka [✉ pavel.vyvlecka@upol.cz](mailto:pavel.vyvlecka@upol.cz)
prof. RNDr. Vilém Pechanec, Ph.D. [✉ vilem.pechanec@upol.cz](mailto:vilem.pechanec@upol.cz)

Katedra geoinformatiky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého

Projekt byl podpořen v rámci Nadačního fondu Univerzity Palackého.



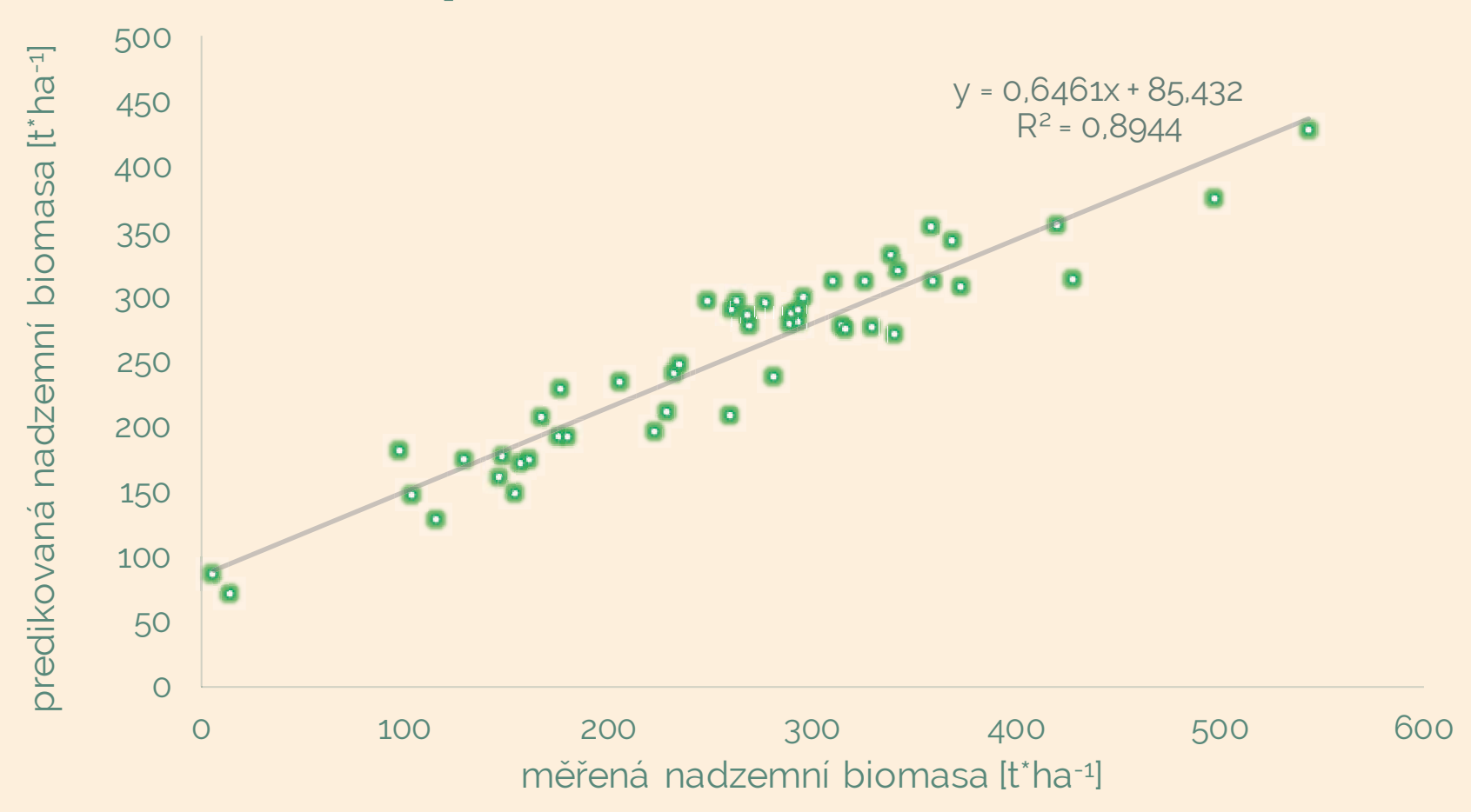
Přírodovědecká fakulta



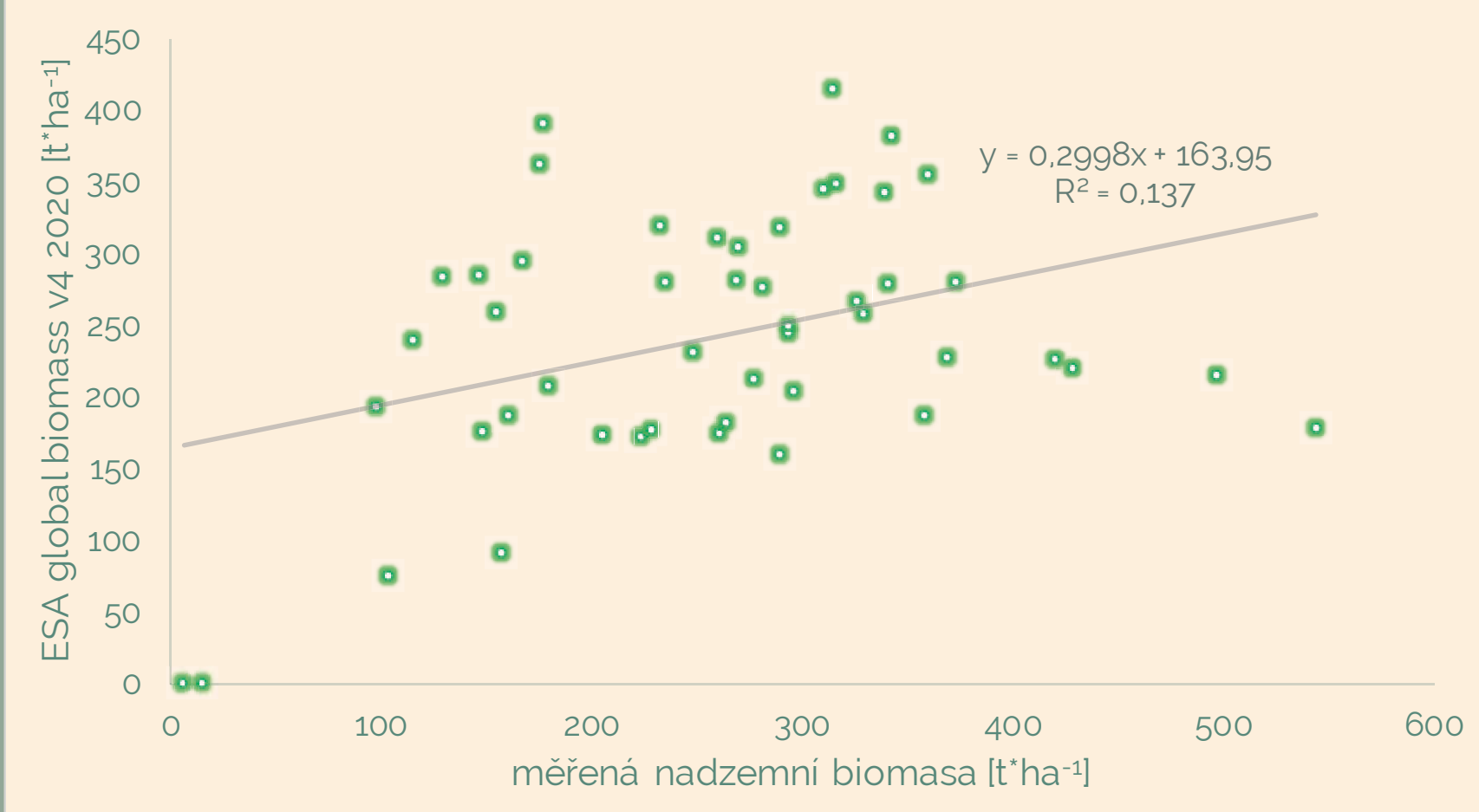
Nadační fond Univerzity Palackého

Existuje mnoho přístupů, kterými lze stanovit nadzemní biomasu lesních porostů. První a nejméně složitý způsob je použití již vytvořených globálních datových sad o nadzemní biomase. Druhým způsobem je využití vytvořených algoritmů a posledním způsobem je vytvoření vlastního modelování nadzemní biomasy. Studie porovnává globální datovou sadu ESA Biomass Climate Change Initiative 2020 v4 a výsledky vlastního modelování vycházející z družicových dat. Výsledky byly porovnávány s daty pozemního měření, kterými byla data ze sítě DENDRONet a obsahovala celkově 49 vzorků. Výsledný model (RF8) dosahoval koeficientu determinace 0,894 což je v porovnání s použitou globální sadou, která dosahovala 0,137, skvělý výsledek. Model je méně přesný v odhadu biomasy do cca 100 t·ha⁻¹ a poté nad 400 t·ha⁻¹. Globální datová sada v některých případech nepokryvá lesní území tak precizně, a proto se občas vyskytují nulové hodnoty biomasy.

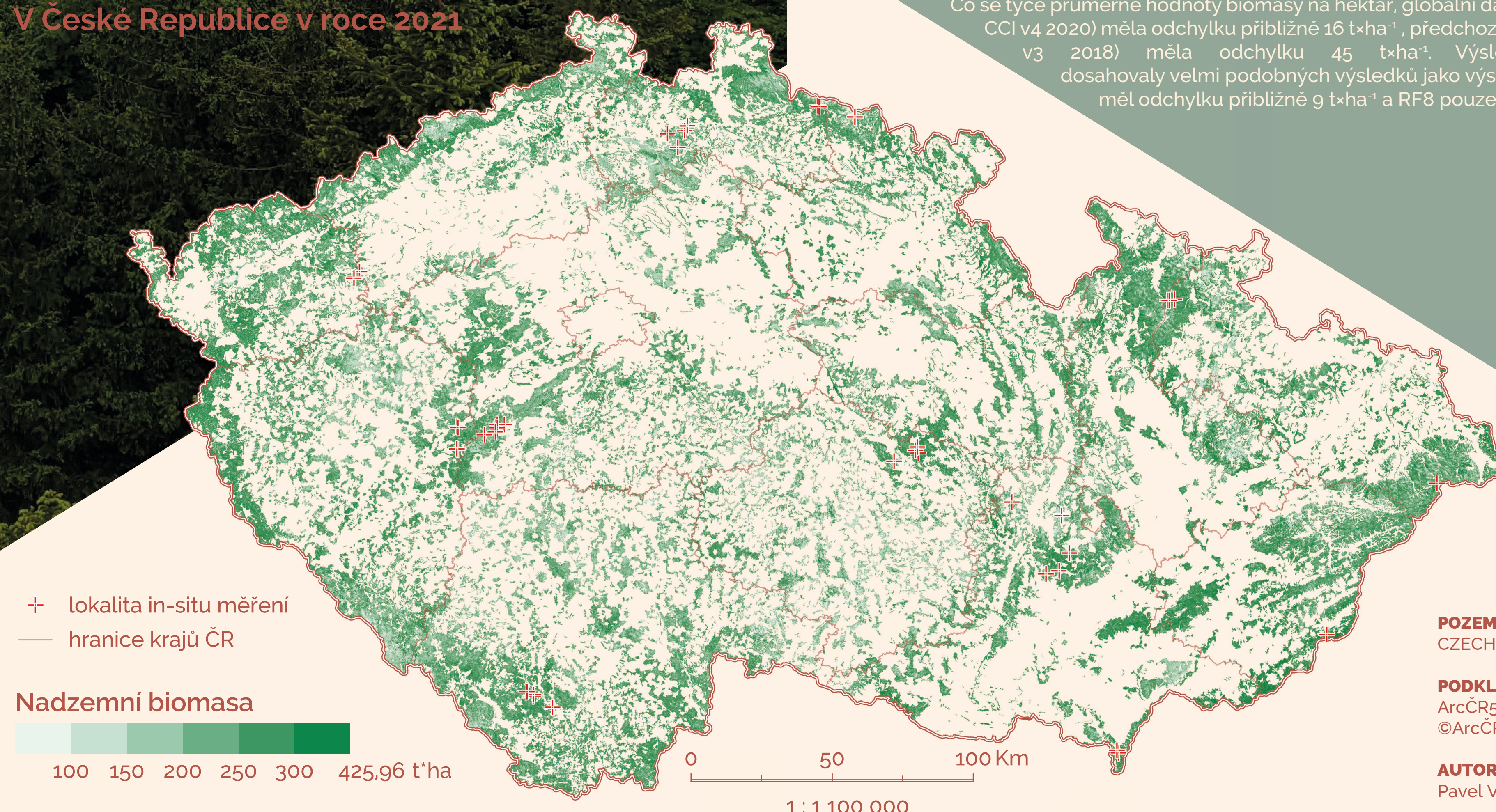
Vztah mezi predikovanou a naměřenou biomasou



Vztah mezi ESA CCI v4 2020 a naměřenou biomasou

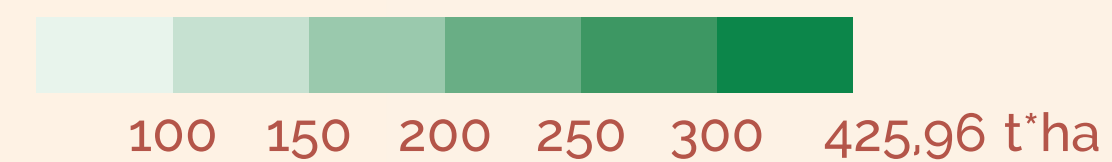


NADZEMNÍ BIOMASA LESNÍCH POROSTŮ V České Republice v roce 2021



+ lokalita in-situ měření
— hranice krajů ČR

Nadzemní biomasa



ABSTRAKT

Zvyšování produkce oxidu uhličitého a jeho vypouštění do atmosféry má negativní vliv nejen na správné fungování atmosféry, ale i na celý zemský ekosystém. Proto je důležitou součástí vegetace, která při fotosyntéze sekvestruje uhlík a produkuje kyslík. Uhlík se tak ukládá ve vegetaci, kořenech i v samotné půdě. Pro odhalení, kolik uhlíku je sekvestrováno v nadzemní vegetaci je nutné zjistit celkovou nadzemní biomasu. Ta je zjistitelná pomocí destruktivních nebo nedestruktivních metod. Jednou z nejvíce progresivních metod je dálkový průzkum Země. Jedná se o bezkontaktní nedestruktivní metodu, která má opakující režim snímání velkého zájmového území. Právě v tomhle je jedna z největších výhod stanovení nadzemní biomasy z dat DPZ. Pro kvantifikaci lesní nadzemní biomasy byla použita metoda regresní analýzy, konkrétně Random Forest regression. Jako trénovací a validační data bylo použito 49 vzorků pozemního měření, které pokrývaly všechny lesní typy v České republice. Konkrétně se jednalo o data ze sítě DENDRONet, která měří různé dendrometrické charakteristiky. Prediktory pro odhad biomasy byla data družic Sentinel-1, Sentinel-2, grey-level coocurrence matrix (vytvořenou z dat Sentinel-2) a výška lesů. Celkovou zájmovou oblastí je Česká republika v létě 2021. Jedná se tak o první výzkumnou metodu, která kvantifikuje nadzemní biomasu v Česku v takovém měřítku, a navíc s použitím jak optických, tak i radarových dat. Všechna družicová data byla připravena a zpracována skriptem v cloudové platformě Google Earth Engine. Odhad biomasy pak proběhl v několika nastaveních, přičemž v nejlepším nastavení bylo použito celkově 15 prediktů. Výsledný model dosahoval výsledku R² = 0,8944.

POUŽITÉ METODY

PŘEDZPRACOVÁNÍ DRUŽICOVÝCH DAT

- Ořez a selekce spektrálních pásem
- Maskování oblačnosti
- Převzorkování pásem
- Tvorba bezešvé mozaiky a GLCM rastrů

PŘEDZPRACOVÁNÍ POZEMNÍCH DAT

- Filtrace atributů a záznamů
- Přirazení geoprostorové složky záznamům
- Tvorba vrstvy v GIS softwaru

PŘÍPRAVA A TVORBA MODELU

- Trénování modelu z dat pozemního měření, metoda strojového učení Random Forest

PREDIKCE NADZEMNÍ BIOMASY

- Použití natrénovaného modelu pro satelitní data
- Predikce hodnoty nadzemní biomasy na základě satelitních dat

POUŽITÁ DATA

SENTINEL-1 (20 m)

- VV polarizace (model RF4)
- VH polarizace (model RF8)

```
function get_s2cz('aoi', start_date, end_date) {
  let s2cz = ee.ImageCollection('SENTINEL2/S2')
  .filterBounds(aoi)
  .filterDate(start_date, end_date)
  .filter('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', lt(10))
  .select(['VV', 'VH'])
}
```

SENTINEL-2 (20 m)

- B11 (SWIR), B8 (NIR), B6 (Red Edge), B4 (Red), B3 (Green), B2 (Blue)

```
function create_mosaic(aoi) {
  let s2cz = ee.ImageCollection('SENTINEL2/S2')
  .filterBounds(aoi)
  .filterDate(start_date, end_date)
  .filter('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', lt(10))
  .select(['B11', 'B8', 'B6', 'B4', 'B3', 'B2'])
}
```

GLOBAL CANOPY HEIGHT 2020 (10 m)

- ETH Zurich
- Lang a kol. 2022

```
function create_mosaic(aoi) {
  let gch = ee.ImageCollection('GCH/2020')
  .filterBounds(aoi)
  .select(['GCH'])
}
```

GREY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX (20 m)

- Contrast, Dissimilarity, Homogeneity, Angular Second Moment, Energy, Maximum Probability, Entropy, GLCM Mean, GLCM Variance, GLCM Correlation

Zpracování a filtrace dat pozemního měření

| | AB | AB SD | TC |
|----|--------|-------|--------|
| 52 | 314,74 | 74,57 | 434,83 |
| | 6,11 | 8,27 | 6,86 |
| | | 44,39 | 241,60 |
| | | 8,67 | 16,07 |
| | | | 200,62 |
| | | | 422,82 |

ZDROJ:
Lang, N., Jetz, W., Schindler, K. & Wegner, J. D. (2022). A high-resolution canopy height model of the Earth. <https://doi.org/10.1038/s41559-022-02306-6>.

POSTUP PRÁCE

Vytvoření skriptu k automatizaci zpracování a přípravě družicových dat

Vytvoření rastrové mozaiky pro všechna použitá pásma

Zpracování a filtrace dat pozemního měření

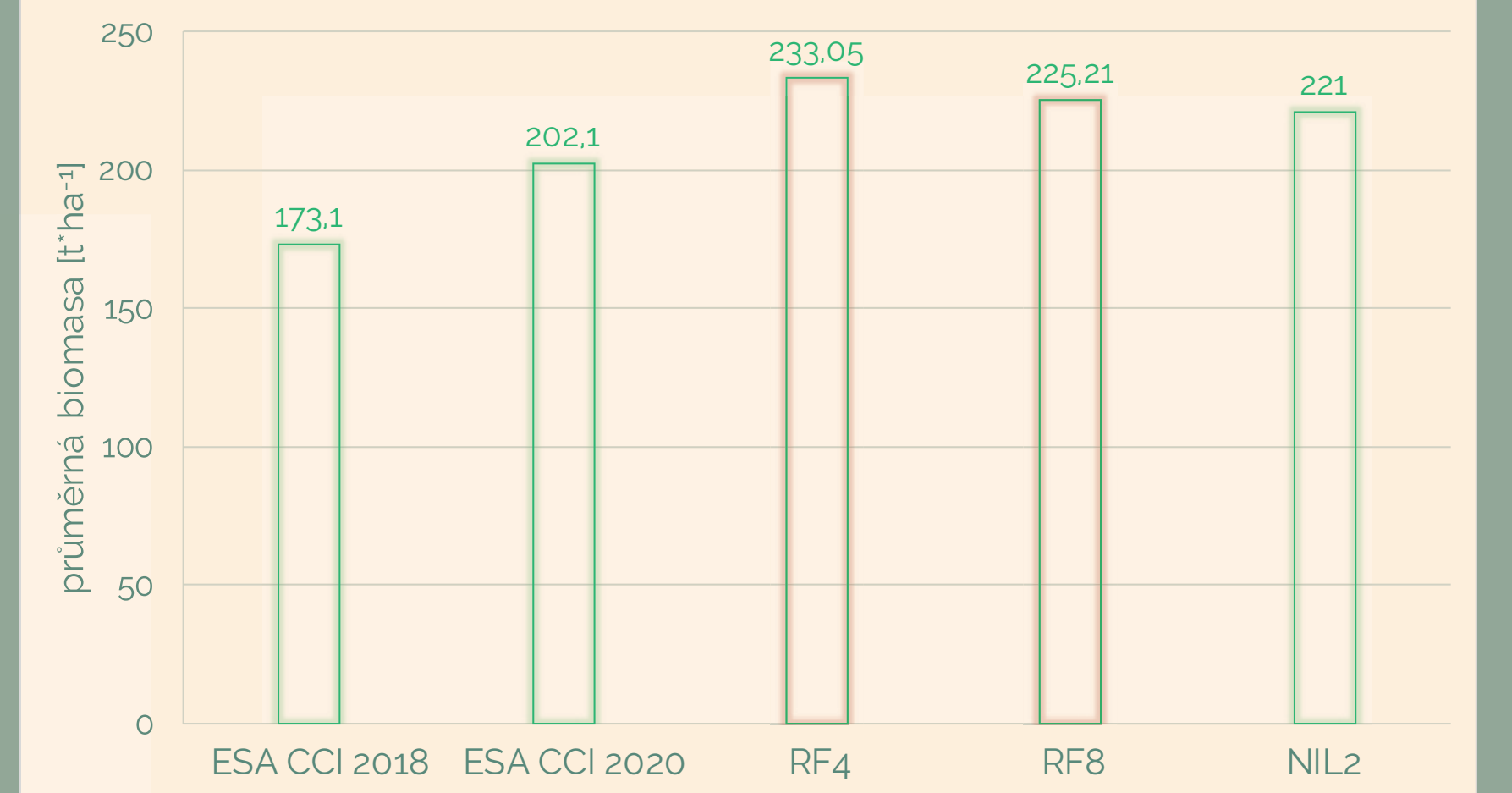
Tvorba predikčního modelu nadzemní biomasy

Výsledný model, finální úprava a vizualizace

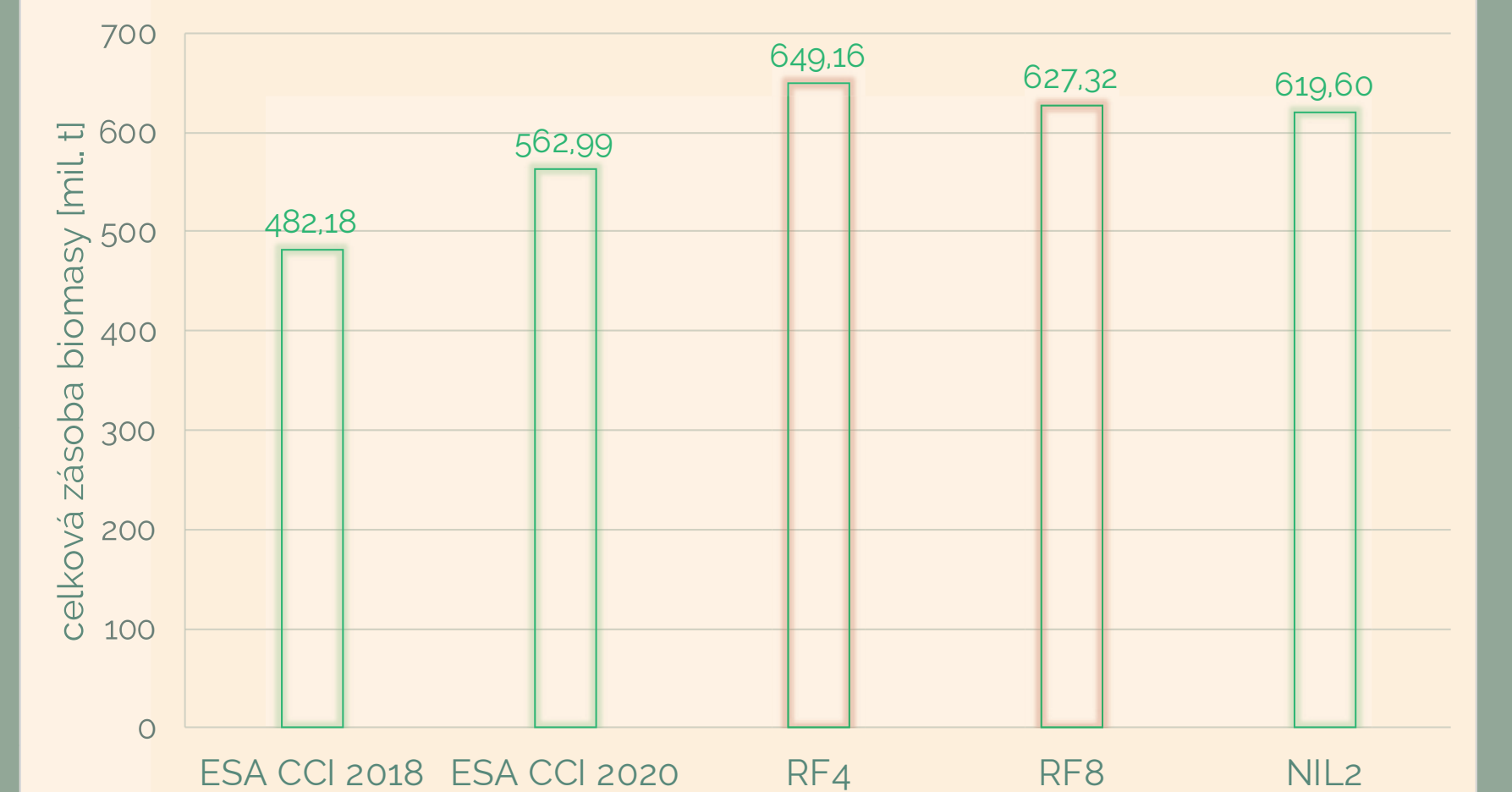
Výsledky predikované biomasy byly srovnány i s daty národní inventarizace lesů (NIL 2). Podle NIL 2 činí celková zásoba nadzemní biomasy v lesích ČR 619,6 ± 15 milionů tun. Průměrná hektarová nadzemní biomasa podle NIL 2 je 221 ± 3,5 t·ha⁻¹. Globální datová sada ESA CCI v4 2020 má odchylku v celkové zásobě přibližně 45 milionů tun a předchozí verze (ESA CCI v3 2018) dokonce 120 milionů tun. Model „RF4“ má odchylku pouze 14 milionů tun a model „RF8“ je v toleranci s hodnotami NIL2. Celkově tak model „RF8“ predikuje celkovou nadzemní biomasu lesních porostů na 627,32 t·ha⁻¹.

Co se týče průměrné hodnoty biomasy na hektar, globální datová sada (ESA CCI v4 2020) měla odchylku přibližně 16 t·ha⁻¹, předchozí verze (ESA CCI v3 2018) měla odchylku 45 t·ha⁻¹. Výsledné modely dosahovaly velmi podobných výsledků jako výsledky NIL2. RF4 měl odchylku přibližně 9 t·ha⁻¹ a RF8 pouze 0,7 t·ha⁻¹.

Průměrná hodnota nadzemní biomasy



Celková nadzemní biomasa



POZEMNÍ MĚŘENÍ
CZECHGLOBE, síť DENDRONet

PODKLADOVÁ DATA
ArcCR500 verze 3.3
© ArcCR, ARCDATA PRAHA, ZÚ, ČSÚ, 2016

AUTOR
Pavel Vyvlečka, OLOMOUC 2023