Modelování současného rozšíření a predikce posunu areálů indikačně významných druhů dřevin v České republice

doc. Ing. Tomáš Mikita, Ph.D.
Ing. Tomáš Svačina
Ing. Petr Vahalík, Ph.D.
Prof. Dr. Ing. Petr Maděra

MENDELU
Lesnická
a dřevařská
fakulta

Kontext řešení

- **Klimatická změna a lesní ekosystémy:**
  - Rostoucí riziko sucha, teplotních extrémů a rozpadu stávajících porostů.
  - Doba obmýtí (80–120 let) vyžaduje strategické rozhodování o druhové skladbě už dnes.

- **Problém současné praxe:**
  - Tradiční vymezení vegetačních stupňů a typologických jednotek vychází ze statických historických dat.

- **Cíl práce:**
  - Vytvořit prostorově detailní syntézu pro 11 indikačně klíčových dřevin a keřů.
  - Výstupem jsou mapy potenciálního rozšíření v rámci současných klimatických podmínek (1991–2020) a prognóza dynamiky do roku 2080.

Zájmové druhy a jejich indikační význam

- **Celkem vybráno 11 modelovaných taxonů:**

  - *Klimaxové dřeviny:*
    - jedle bělokorá (*Abies alba*).
  - *Hospodářské a vtroušené listnáče:*
    - lípa malolistá (*Tilia cordata*),
    - habr obecný (*Carpinus betulus*),
    - jilm drsný (*Ulmus glabra*),
    - jilm vaz (*Ulmus minor*),
    - javor babyka (*Acer campestre*).
  - *Vlhkomilné a lužní druhy:*
    - olše lepkavá (*Alnus glutinosa*),
    - olše šedá (*Alnus incana*).
  - *Diagnostické keře:*
    - zimolez černý (*Lonicera nigra*),
    - růže převislá (*Rosa pendolina*),
    - bez červený (*Sambucus racemosa*).

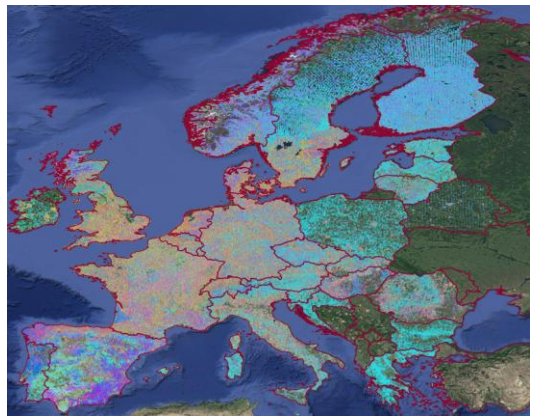
- **Kritérium výběru:** Druhy s přirozeným výskytem bez silného zkreslení masivní lesnickou výsadbou mimo původní areál.

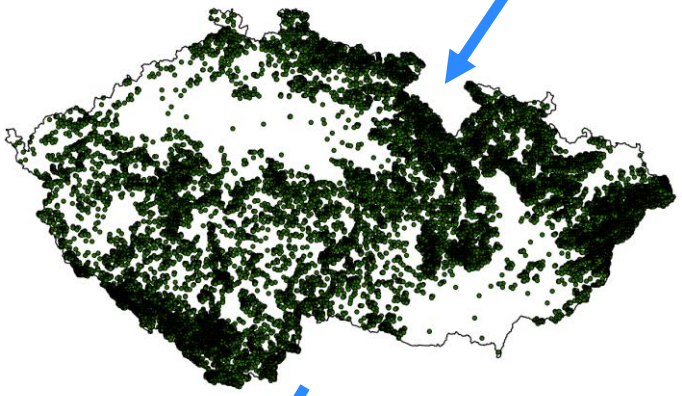
Metodický přístup – koncept N-SDM

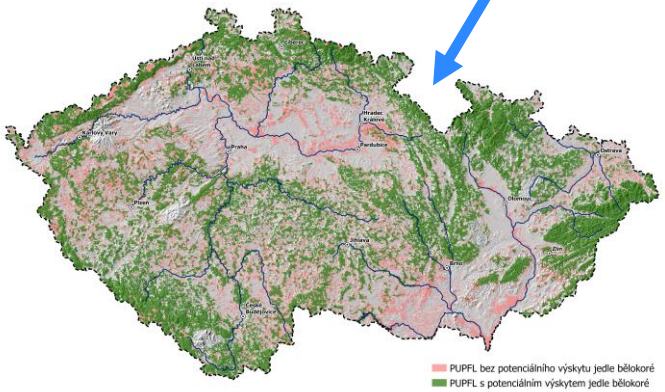
- **Riziko regionální kalibrace:**
  - V ČR druhy nepokrývají celou svou klimatickou niku.
  - Samotný regionální model by při oteplení mylně predikoval zánik druhů, které v jižní Evropě běžně prosperují.

- **Dvouúrovňové modelování (N-SDM; Guisan et al., 2025):**
  - **Evropská úroveň:**
    - Celkový makroklimatický areál (WorldClim) →prediktor celoevropské vhodnosti EUR_SUIT.
  - **Národní úroveň (ČR, rozlišení 500 m):**
    - Regionální klima (PERUN, SSP2-4.5) + EUR_SUIT + detailní reliéf a půdní vlastnosti.

- **Algoritmus:** MaxEnt (Maximum Entropy Modeling).







Prostorově vnořené modelování (N-SDM)

1. Evropský makromodel (síť 1 km):

- Vytvořen pomocí algoritmu MaxEnt s využitím nálezových dat a klimatických dat z WorldClim.
- Výhradně přirozený areál druhů (Harmonized Tree Species / GBIF, agregace na 1 km).
- Eliminace jevu tzv. niche truncation (konvenční národní modely zachycují jen zlomek klimatické tolerance).
- Výstupem je spojitá vrstva celoevropského potenciálního výskytu (EUR_SUIT) pro každou dřevinu.

- **Prediktory evropského makromodelu:**
  - BIO07 – roční teplotní amplituda
  - BIO10 – průměrná teplota nejteplejšího čtvrtletí
  - BIO11 – průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí
  - BIO15 – sezónnost srážek
  - BIO18 – srážkový úhrn v nejteplejším čtvrtletí
  - BIO19 – srážkový úhrn v nejchladnějším čtvrtletí

Prostorově vnořené modelování (N-SDM)

2. Regionální model ČR (síť 500 m):

- Přenos makroklimatu v podobě predikce EUR_SUIT do národní sítě.
- Nálezová data z databáze PLADIAS.
- Použit rovněž algoritmus MaxEnt se 3násobnou křížovou validací.
- Integrace detailních topografických a edafických proměnných.

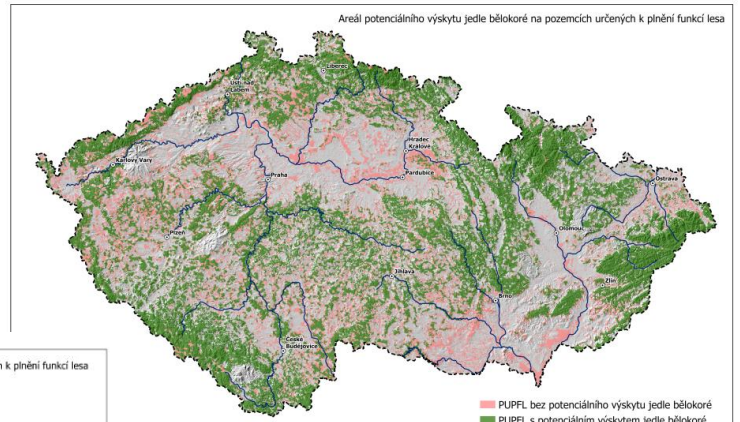
- **Prediktory regionálního modelu ČR:**
  - Klima PERUN – BIO01 (průměrná teplota), BIO15 (sezónnost srážek), BIO18 (srážky v teplejším čtvrtletí).
  - Topografie z DMR: STWI (topografický index vlhkosti), TPI (topografický polohový index), HLI (insolace), WE (větrná expozice).
  - Půda a geologie: obsah jílu a skeletu, agregovaný geologický podklad ČGS (7 tříd).

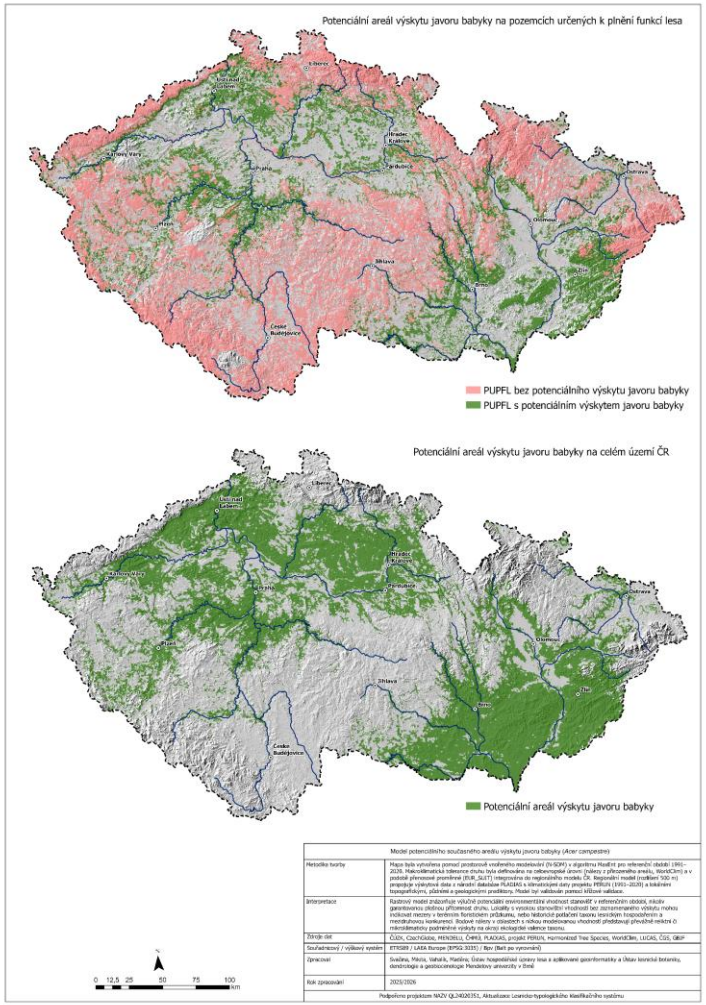
Významnost klíčových environmentálních prediktorů a hlavní ekologický signál modelů dřevin

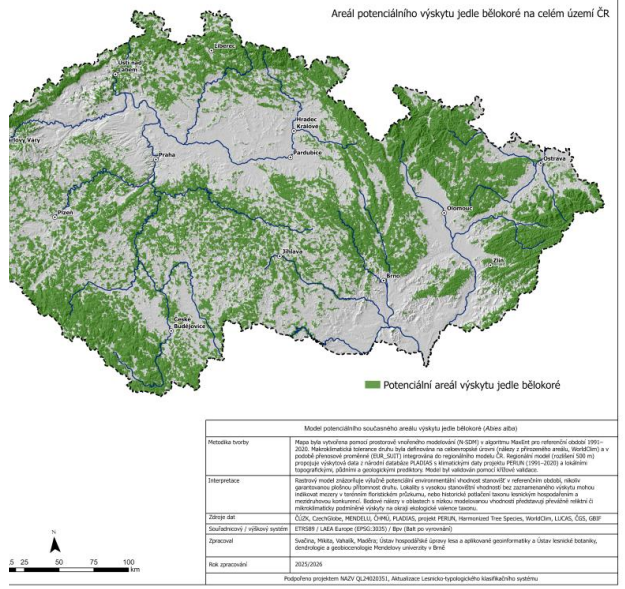
Dřevina	Dominantní prediktory (Permutation importance)	Hlavní ekologický signál / typ modelu
Abies alba	STWI (70,7 %), EUR_SUIT (11,3 %), Clay (5,4 %)	lokální hydrologie
Acer campestre	bio01 (43,2 %), STWI (27,7 %), bio18 (10,9 %)	geologie / substrát
Alnus glutinosa	TPI (25,7 %), bio18 (16,1 %), bio15 (11,0 %)	reliéf / poloha
Alnus incana	bio18 (37,2 %), bio15 (14,0 %), TPI (11,6 %)	srážky v teplém období
Carpinus betulus	STWI (39,5 %), bio01 (28,9 %), EUR_SUIT (19,9 %)	teplota
Lonicera nigra	bio01 (65,3 %), STWI (14,7 %), WE (7,5 %)	širší klimatický kontext
Rosa pendolina	bio01 (47,4 %), STWI (20,2 %), WE (13,5 %)	teplota
Sambucus racemosa	STWI (46,6 %), bio01 (27,4 %), GEOL (7,7 %)	lokální hydrologie
Tilia cordata	STWI (42,2 %), bio01 (34,0 %), EUR_SUIT (6,4 %)	teplota
Ulmus glabra	STWI (63,3 %), EUR_SUIT (13,4 %), WE (6,9 %)	lokální hydrologie
Ulmus minor	bio01 (52,4 %), STWI (19,3 %), WE (15,8 %)	teplota

Mapové výstupy

- **Současné rozšíření indikačně významných druhů dřevin na území České republiky, prostorová syntéza nálezových dat a modelované environmentální vhodnosti**
  - Soubor celkem 11 map pro vybrané druhy dřevin.
  - Modelované období 1991–2020.
  - Syntéza empirických nálezů PLADIAS a spojité modelované vhodnosti.
  - Detekce mezer ve floristickém průzkumu.



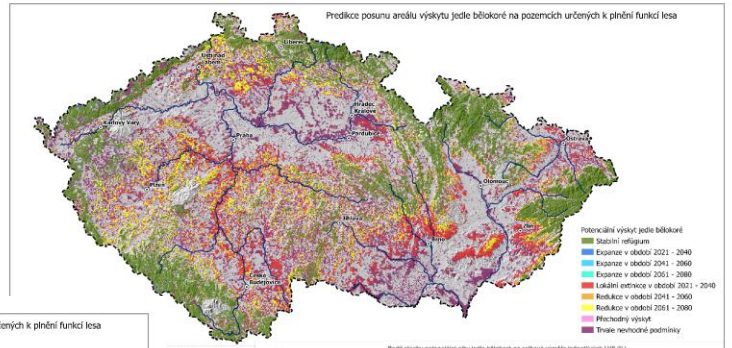


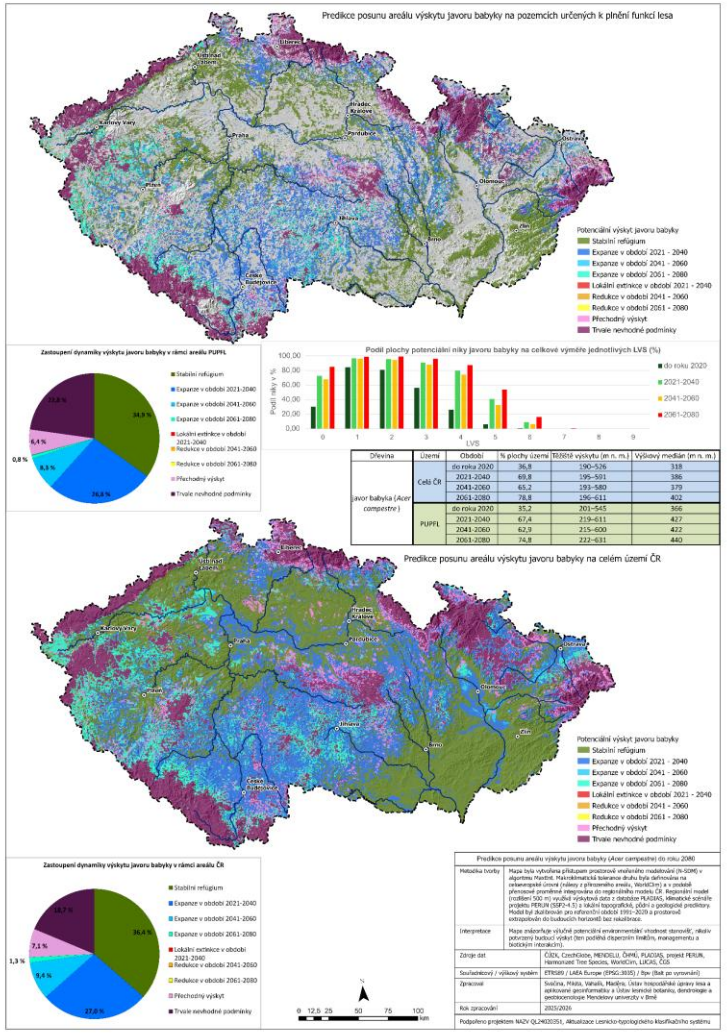


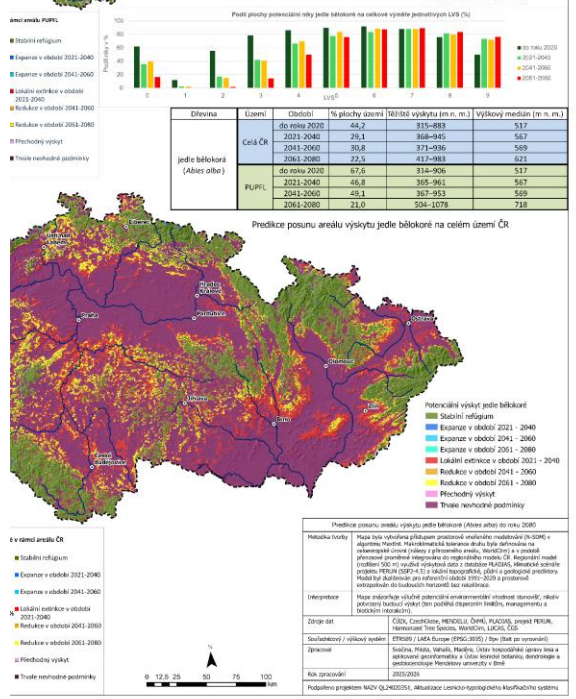
MENDELU
Lesnická
a dřevařská
fakulta

Mapové výstupy

- **Predikce posunu areálů vybraných druhů dřevin rostlin.**
  - Soubor celkem 11 map pro vybrané druhy dřevin.
  - Scénář SSP2-4.5 ve 20letých periodách (2021–2040 až 2061–2080):
    - **Stabilní refugia:** Trvale vhodné abiotické podmínky
    - **Zóny ústupu a redukce:** Ohrožená stanoviště se ztrátou tolerance druhu.
    - **Zóny expanze:** Nový potenciál ve vyšších polohách a podhůří.



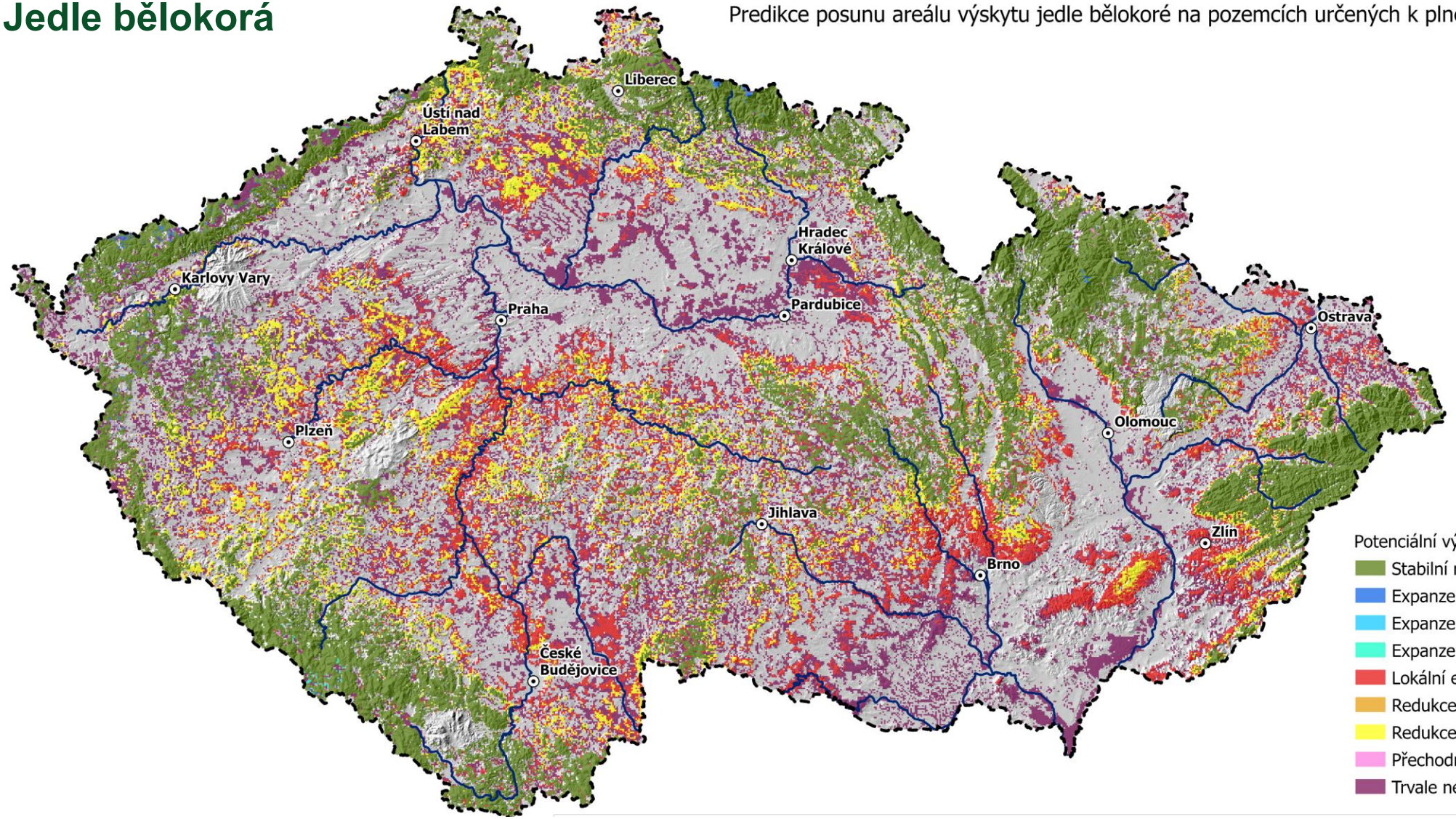




MENDELU
Lesnická
a dřevařská
fakulta

Jedle bělokorá

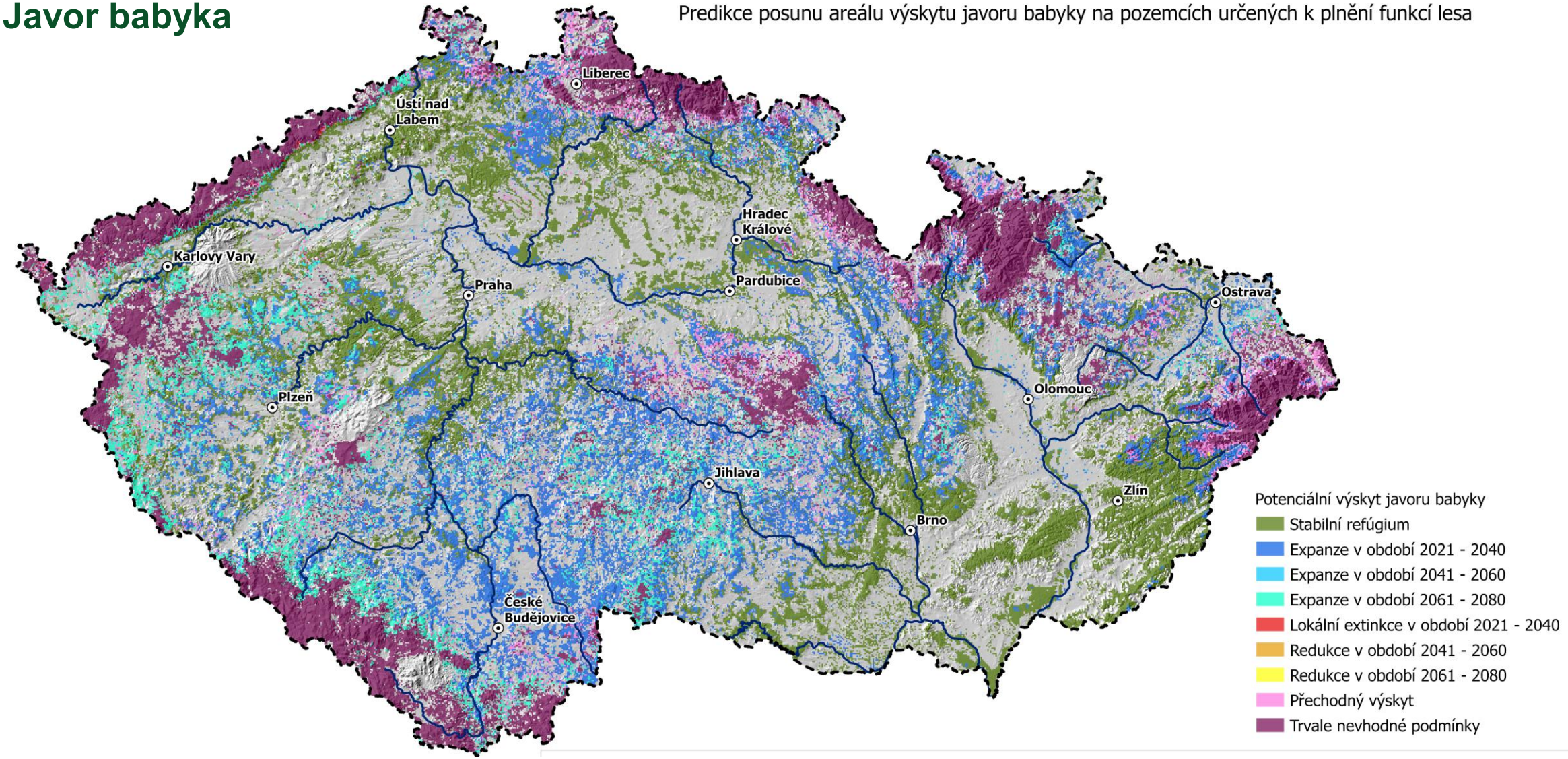
Predikce posunu areálu výskytu jedle bělokoré na pozemcích určených k plnění funkcí lesa



MENDELU
Lesnická
a dřevařská
fakulta

Javor babyka

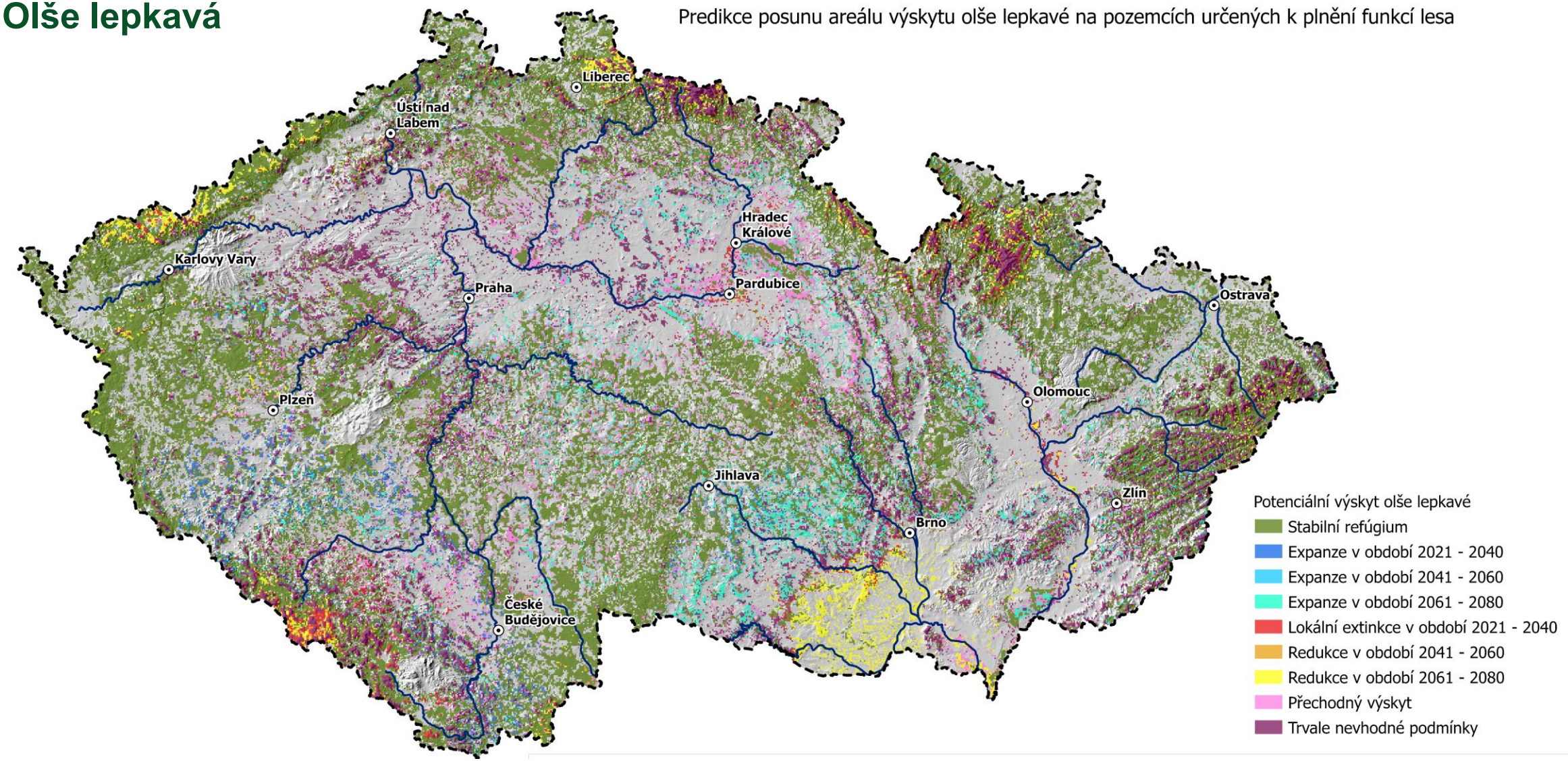
Predikce posunu areálu výskytu javoru babyky na pozemcích určených k plnění funkcí lesa



MENDELU
Lesnická
a dřevařská
fakulta

Olše lepkavá

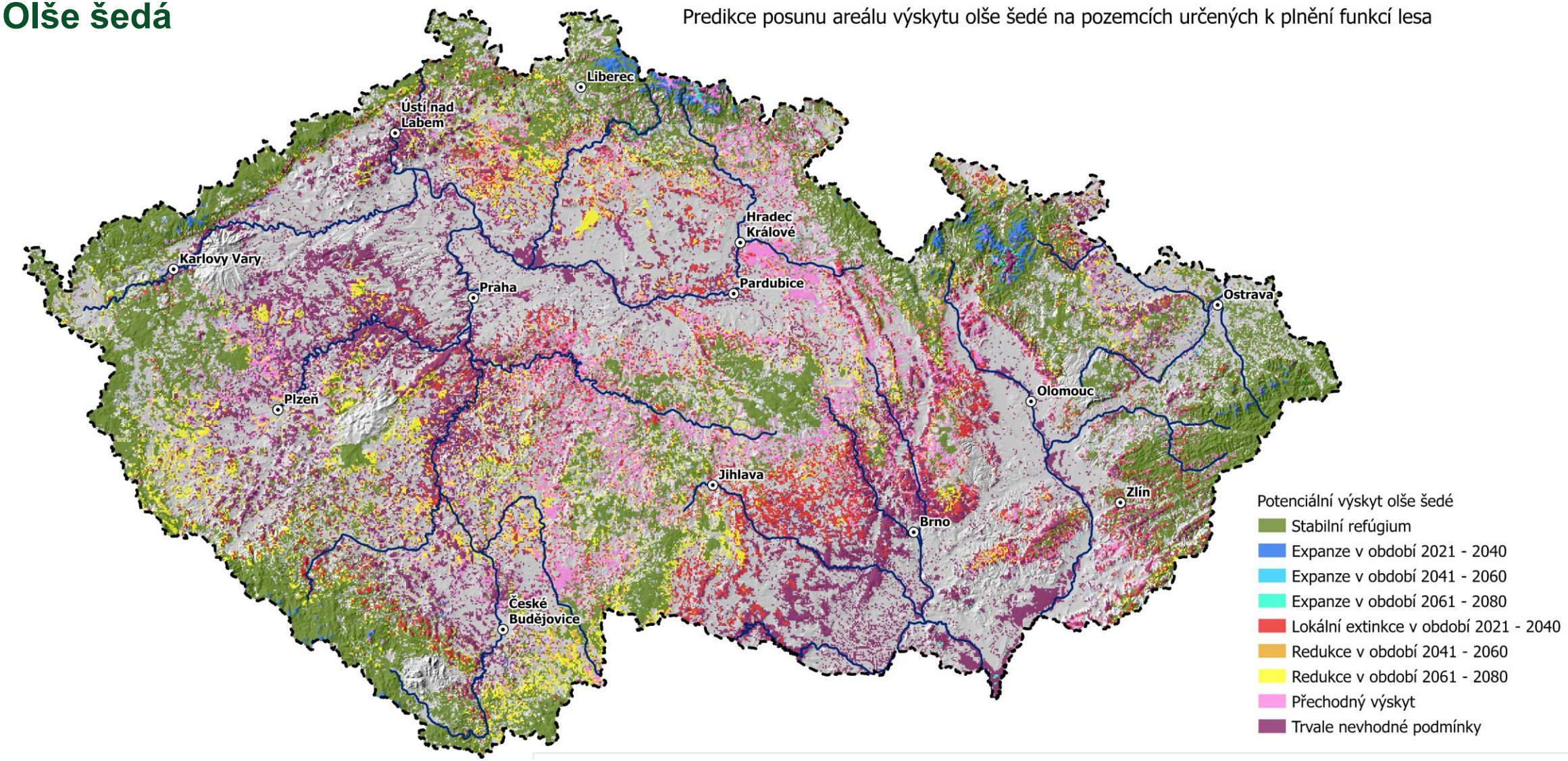
Predikce posunu areálu výskytu olše lepkavé na pozemcích určených k plnění funkcí lesa



MENDELU
Lesnická
a dřevařská
fakulta

Olše šedá

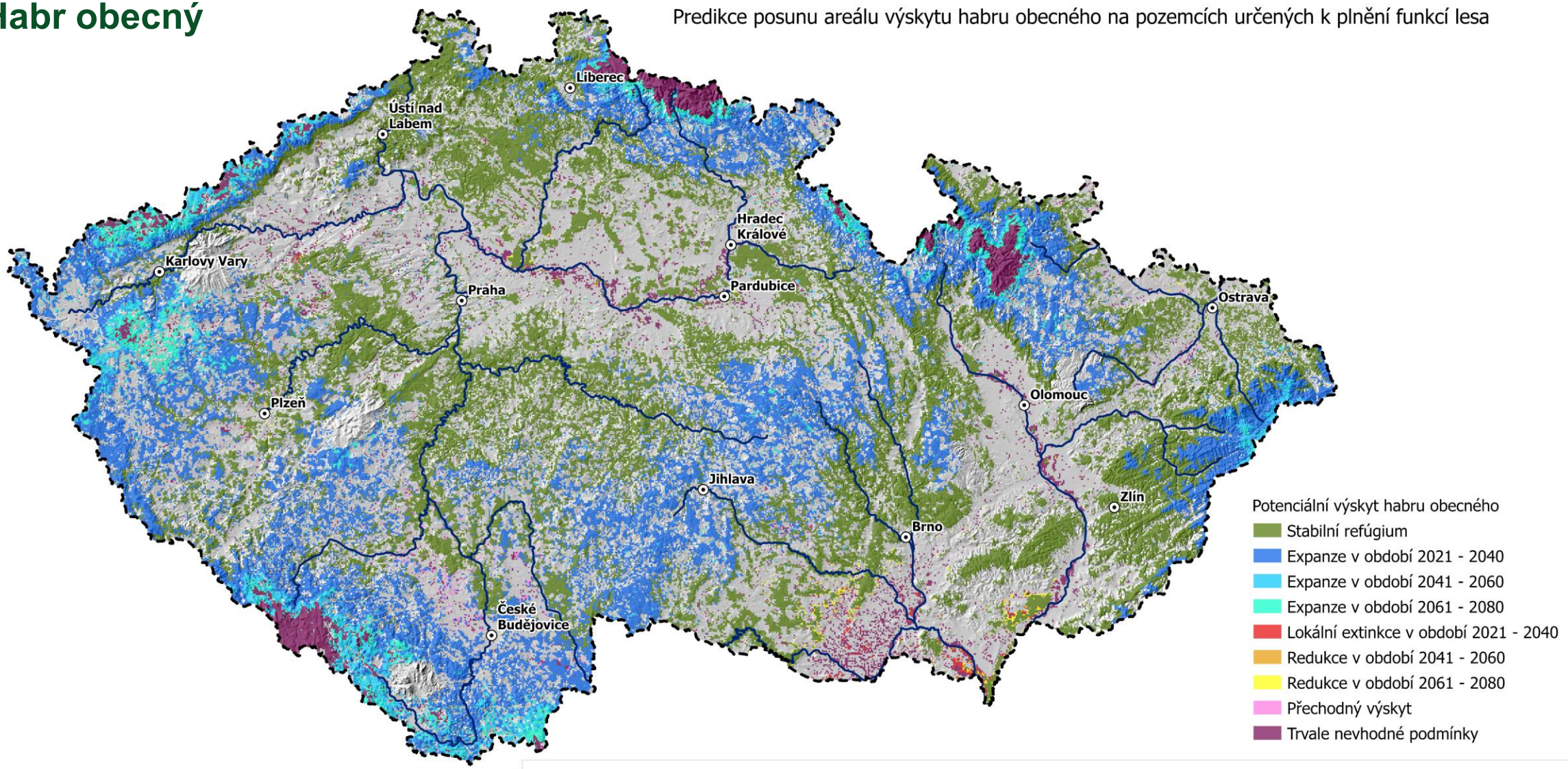
Predikce posunu areálu výskytu olše šedé na pozemcích určených k plnění funkcí lesa



MENDELU
Lesnická
a dřevařská
fakulta

Habr obecný

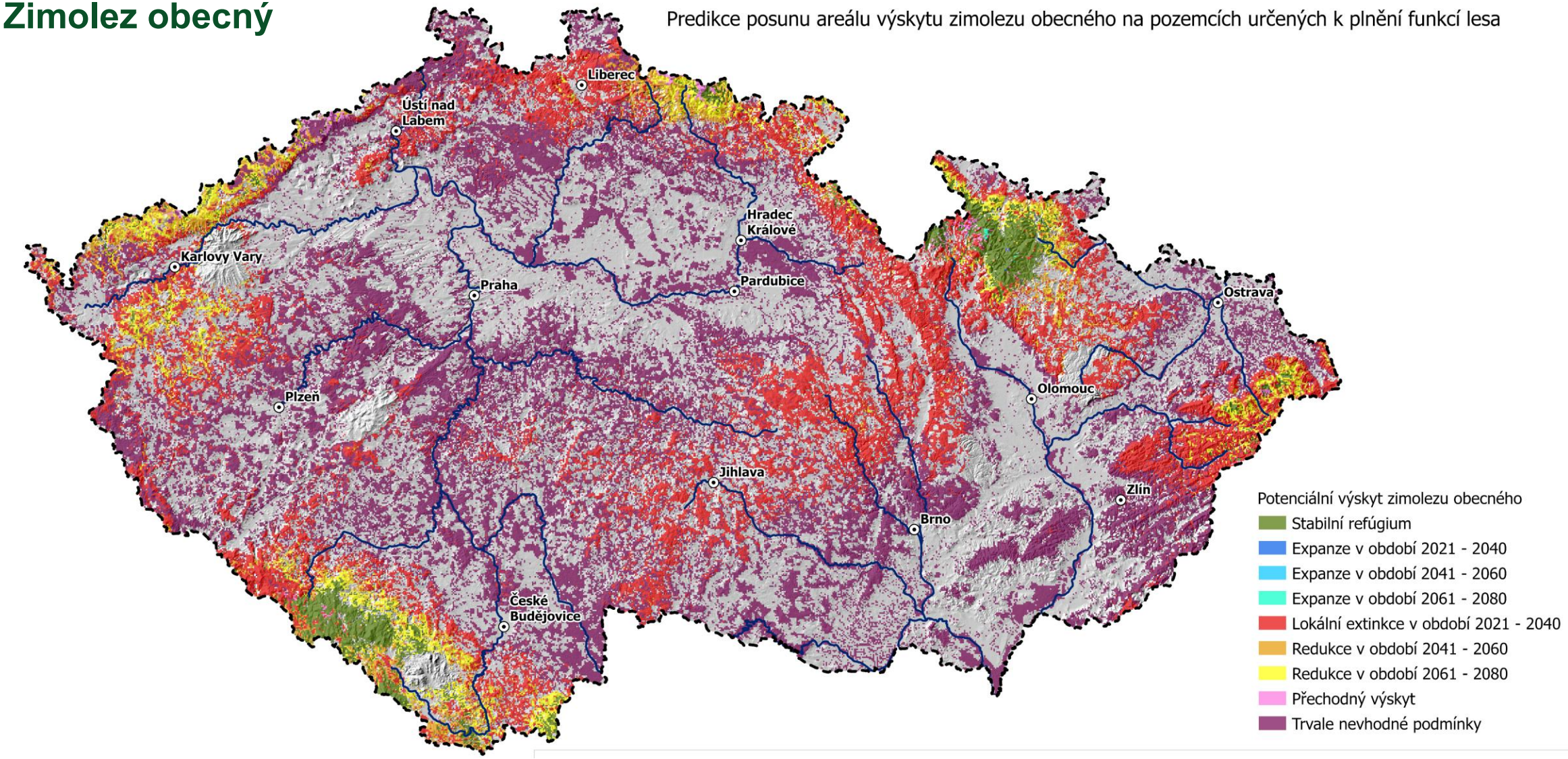
Predikce posunu areálu výskytu habru obecného na pozemcích určených k plnění funkcí lesa



MENDELU
Lesnická
a dřevařská
fakulta

Zimolez obecný

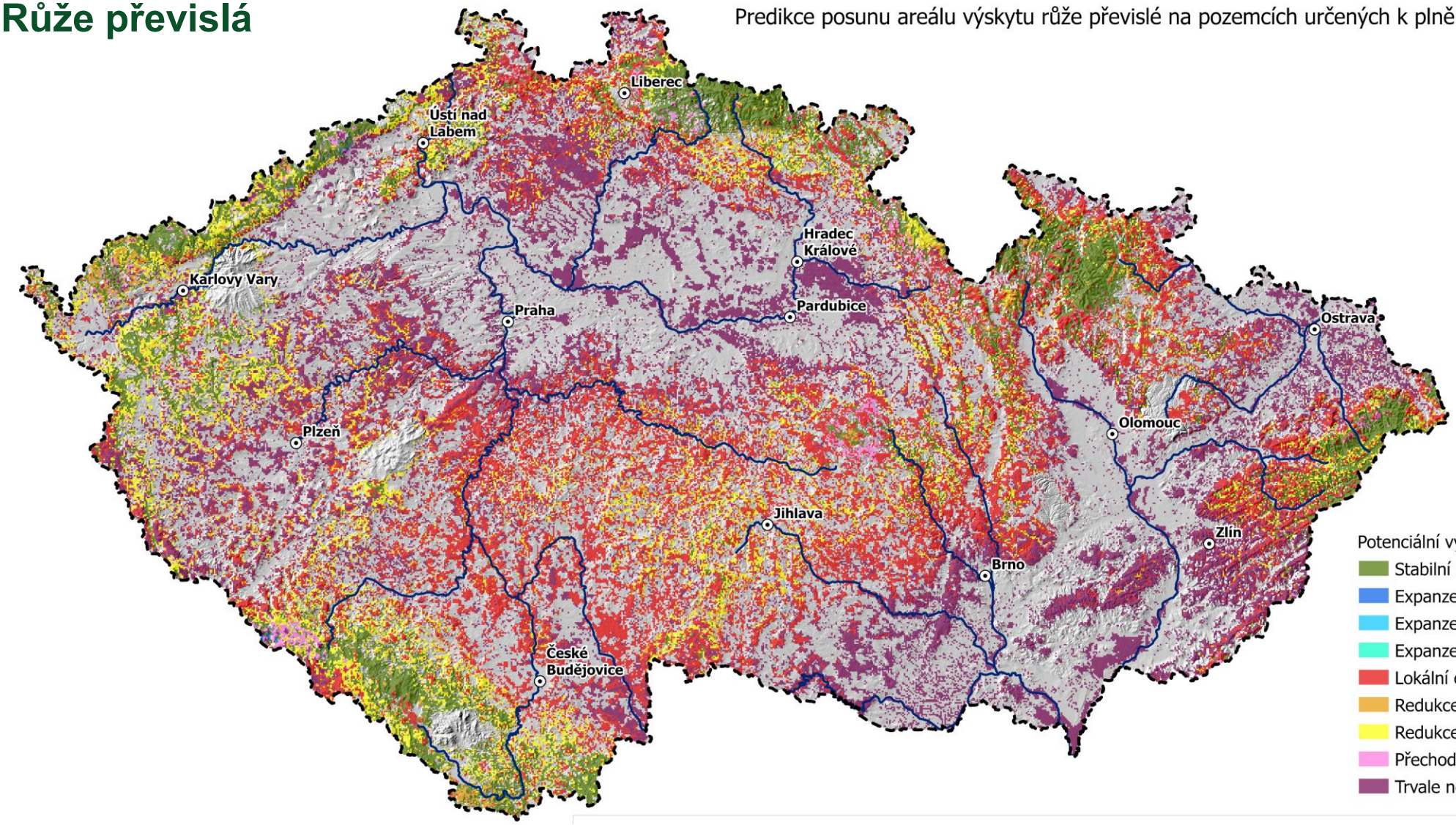
Predikce posunu areálu výskytu zimolezu obecného na pozemcích určených k plnění funkcí lesa



MENDELU
Lesnická
a dřevařská
fakulta

Růže převislá

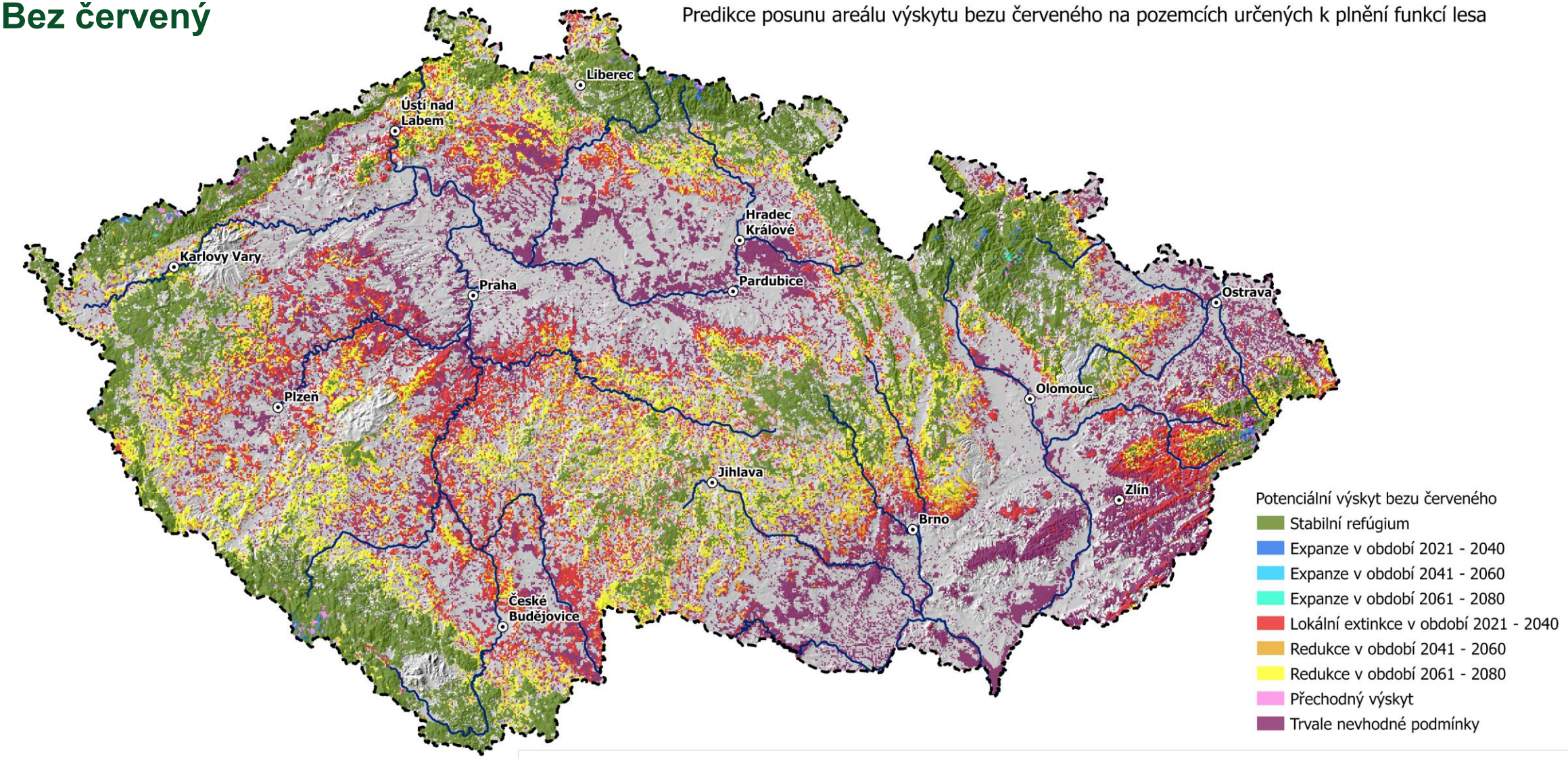
Predikce posunu areálu výskytu růže převislé na pozemcích určených k plnění funkcí lesa



MENDELU
Lesnická
a dřevařská
fakulta

Bez červený

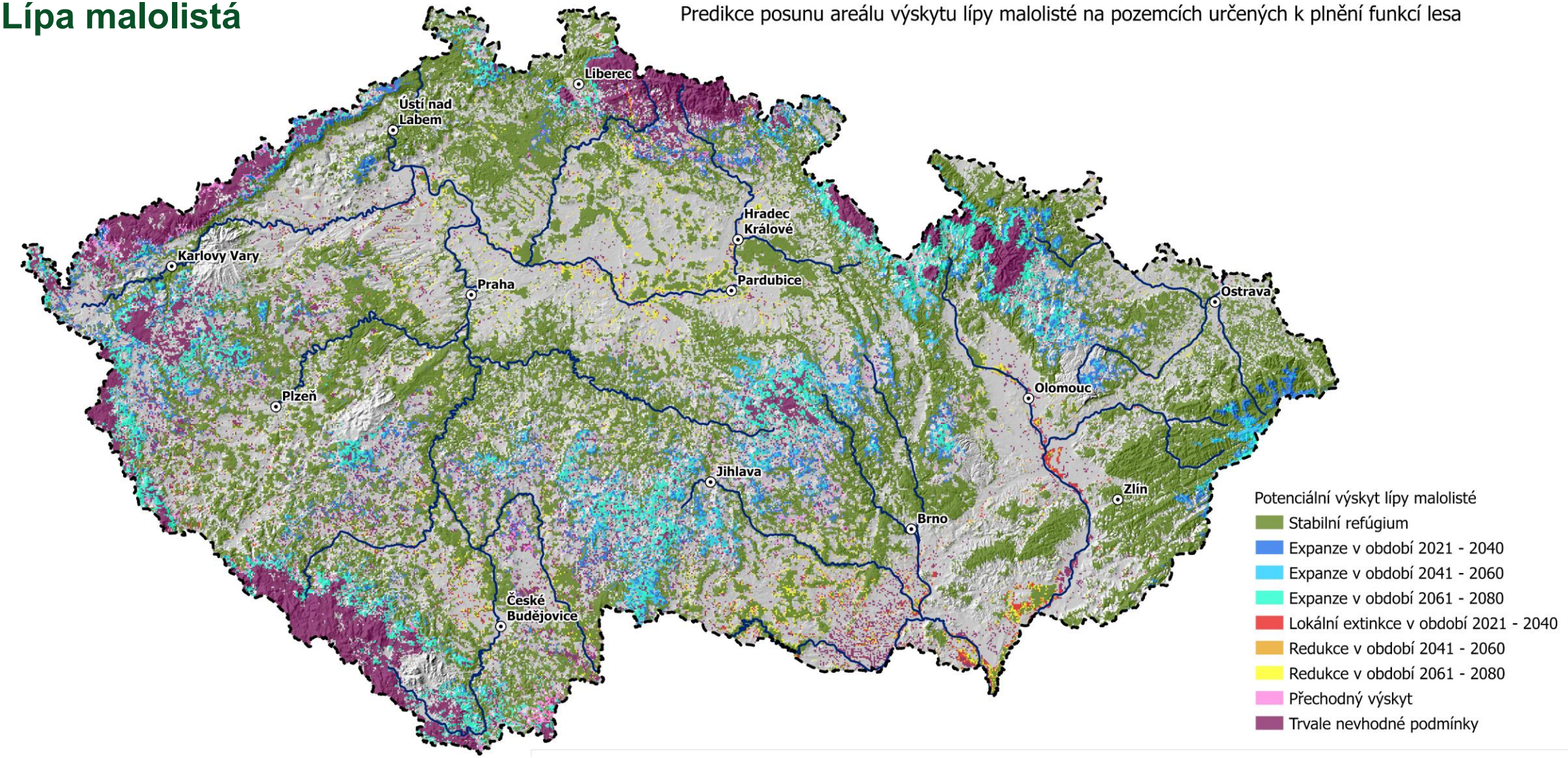
Predikce posunu areálu výskytu bezu červeného na pozemcích určených k plnění funkcí lesa



MENDELU
Lesnická
a dřevařská
fakulta

Lípa malolistá

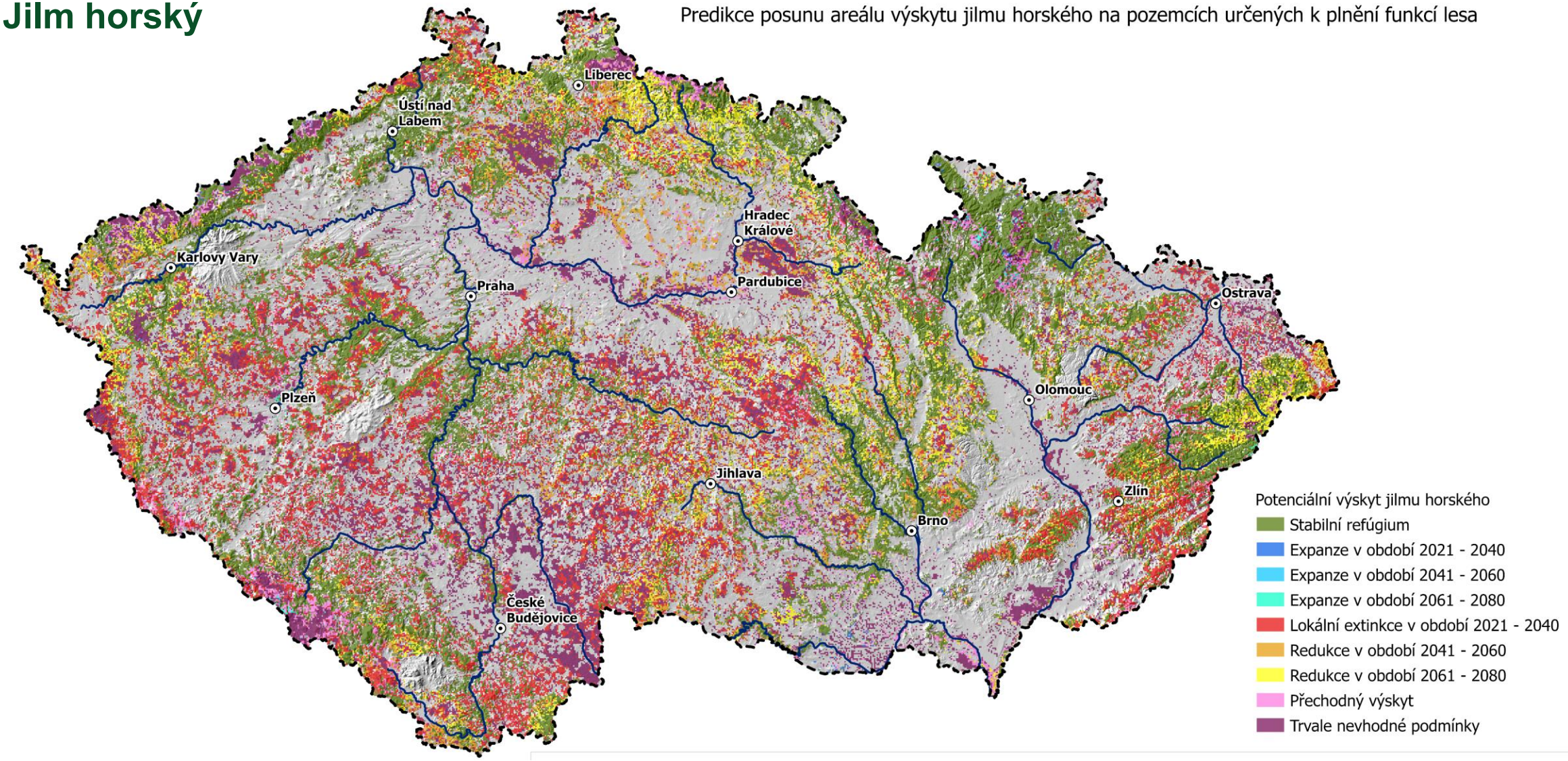
Predikce posunu areálu výskytu lípy malolisté na pozemcích určených k plnění funkcí lesa



MENDELU
Lesnická
a dřevařská
fakulta

Jilm horský

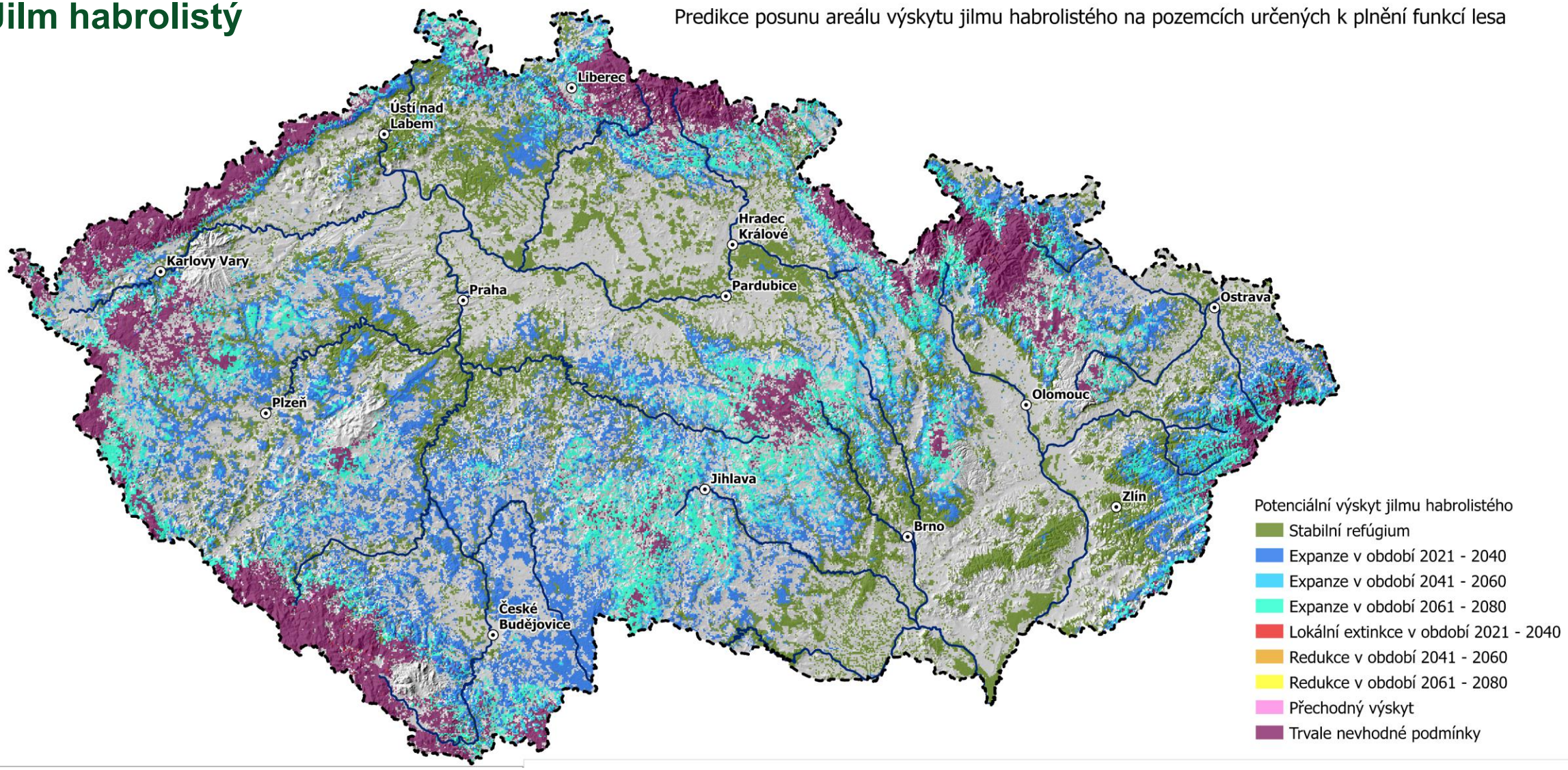
Predikce posunu areálu výskytu jilmu horského na pozemcích určených k plnění funkcí lesa



MENDELU
Lesnická
a dřevařská
fakulta

Jilm habrolistý

Predikce posunu areálu výskytu jilmu habrolistého na pozemcích určených k plnění funkcí lesa



MENDELU
Lesnická
a dřevařská
fakulta

Využití výstupů v lesnické praxi

- Rámec pro volbu cílové druhové skladby při obnově porostů na horizont 80–120 let; snížení ekonomických rizik.
- Objektivizace hranic LVS a kalibrace jednotek SLT v reakci na měnící se klima.
- Lokalizace semenných porostů a genových základen do stabilních refugií.
- Propojení evropské makroniky s lokální terénní morfologií v rozlišení 500 m vytváří spolehlivý základ pro rozhodování vlastníků lesů i státní správy.

Děkuji za pozornost

Projekt NAZV QL24020351 | LDF MENDELU

MENDELU
Lesnická
a dřevařská
fakulta