



VÝROČNÍ VÝZKUMNÁ ZPRÁVA CENTRA PRO KRAJINU A BIODIVERZITU 2024 - SS02030018

PROSINEC 2024

**DUŠAN ROMPORTL, KATEŘINA ČERNÝ PIXOVÁ, KAMIL KRÁL,
JAKUB HOUŠKA, JAN PERGL, KAREL CHOBOT (EDS).**

**T A
Č R**

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou
Technologické agentury ČR a Ministerstva životního
prostředí v rámci **Programu Prostředí pro život.**

www.ta.cr.cz

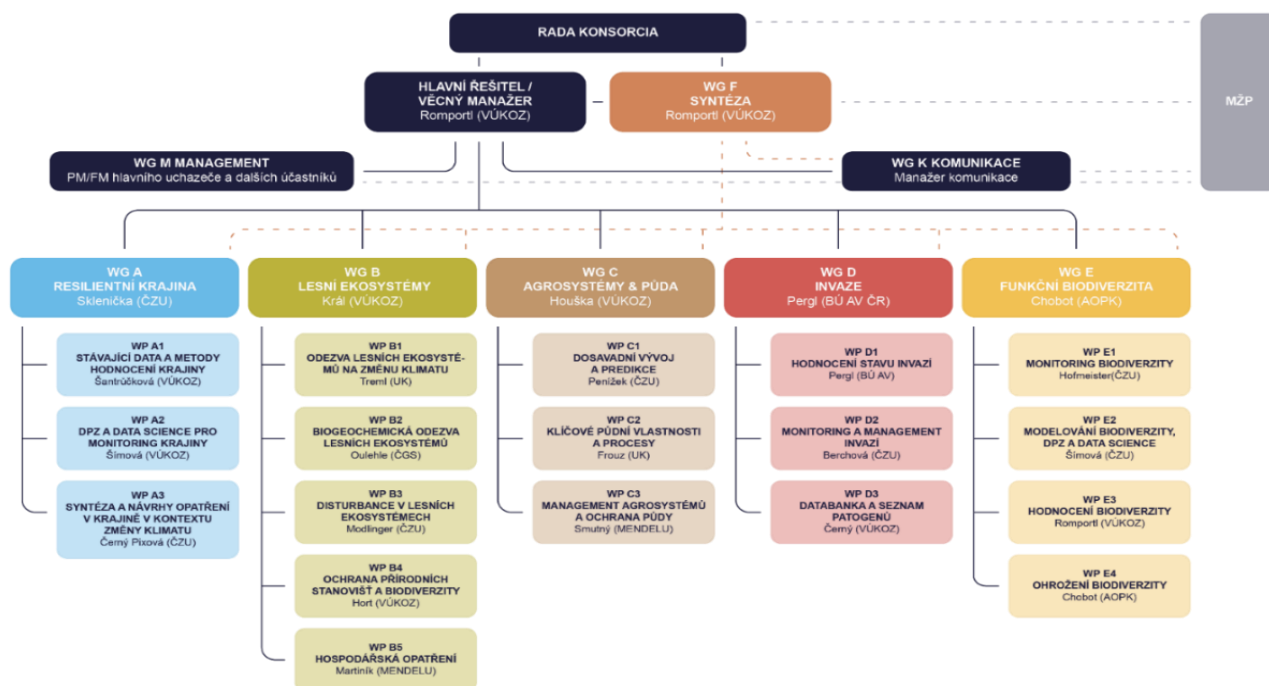
www.mzp.cz

VÝROČNÍ VÝZKUMNÁ ZPRÁVA CENTRA PRO KRAJINU A BIODIVERZITU

Výroční zpráva podává přehled o činnosti Centra pro krajinu a biodiverzitu (projekt SS02030018 DivLand) v roce 2024. Ve čtvrtém roce řešení se projekt již plně soustředil na dosahování všech závazných výsledků i navazujících syntetizujících výstupů. Vedle etablování vlastního centra a rozvinutí úzké spolupráce mezi klíčovými institucemi, které se věnují výzkumu krajiny, jejích ekosystémů a biodiverzity, jsou konkrétními cíli:

- vývoj a etablování standardizovaného monitoringu krajiny na úrovni ČR
- vyhodnocení dynamiky lesních ekosystémů a agrosystémů v kontextu změny klimatu, včetně míry jejich degradace
- návrh komplexního hodnocení stavu a změn biodiverzity a identifikace významných faktorů jejího ohrožení, s důrazem na problematiku biologických invazí
- rozvoj nástrojů komplexního monitoringu, vytvoření metodických podkladů pro strategické rozhodování a návrh managementových opatření ke zmírnění dopadů změny klimatu na krajinu a ekosystémy v podmínkách ČR.

Vytvořená odborná platforma na základě vědeckých poznatků získaných řešitelským kolektivem v úvodních letech postupně začíná navrhovat řešení aktuálních problémů, které se v krajině a jejích ekosystémech objevují, a formuluje klíčové strategie v oblasti ochrany přírody, krajiny a biodiverzity. Ve třetím roce řešení projektu se dařilo tyto cíle stále šířeji naplňovat – ať už formou dalších závazných výsledků nebo i dílčích, neformálních výstupů, jakými jsou návrhy strategií v ochraně přírody a krajiny, aplikace, opatření nebo prezentace popularizačního charakteru. Organizační rozdělení řešení jednotlivých témat a naplňování cílů představuje organigram na obr. 1. Projekt se člení do pěti tematických pracovních skupin (**WG**), které jsou dále hierarchicky děleny do pracovních balíčků (**WP**) a pracovních aktivit (**WA**). Ve stejné struktuře je představen i postup řešení projektu za r. 2024 v předložené zprávě.



Obrázek 1. Organigram řešení projektu

WG A RESILIENTNÍ KRAJINA

Úvod

Pracovní skupina **WG A Resilientní krajina** se primárně soustředí na vývoj standardizovaného monitoringu krajiny a zavedení komplexního hodnocení stavu krajiny v souladu s požadavky ze zadávací dokumentace projektu. Řešení je rozděleno na 3 pracovní balíčky (WP): **WP A1 Stávající data a metody hodnocení krajiny**, **WP A2 DPZ a data science pro monitoring krajiny**, **WP A3 Syntéza a návrhy opatření v krajině v kontextu změny klimatu**. Každý z balíčků je členěn na několik dílčích aktivit, na které jsou přímo navázány konkrétní výsledky. V průběhu čtvrtého roku řešení probíhaly práce v rámci všech tří pracovních balíčků. V prvních dvou pracovních balíčcích byla pozornost upřena na možnosti při popisu a zhodnocení vývoje a stavu krajiny – využití zejména DPZ a GIS platform. Hlavním inovativním prvkem návrh a zavedení Národního monitoringu krajiny. Vedle tzv. ready-to-use dat začaly být intenzivně využívány výstupy dálkového průzkumu Země – výsledky zjištěné na základě národních (ZABAGED, KVES, LPIS ad.) a evropských platform (CORINE Land Cover, HRL COPERNICUS ad.) jsou konfrontovány s výsledky analýz družicových snímků. Aktivity spočívaly nadále ve výpočtech a vyhodnocování jednotlivých indikátorů a možnosti jejich interpretace, náročnosti jejich získání a průběžného sledování, a tedy vhodnosti jejich využití pro kontinuální sledování stavu krajiny. Stejně tak je prohlubována práce na v rámci projektu vytvořených databázích (např. historických kulturních krajin) a hodnocení sídelní zeleně a výsledky jsou konfrontovány s analýzami družicových snímků pro další kvantitativní hodnocení kulturní krajiny. Pokračovaly také práce na vyhodnocování ohroženosti území v důsledku klimatické změny a práce na katalogu adaptačních opatření, který bude provázán s vlastní syntetickou mapou a umožní lepší využití pro rozhodování v praxi. Detailněji je postup řešení rozepsán v jednotlivých kapitolách (**WP A1**, **WP A2**, **WP A3**).

WP A1 STÁVAJÍCÍ DATA A METODY HODNOCENÍ KRAJINY

Řešení balíčku **WP A1** se sestává ze tří dílčích aktivit: **WA A1.1 Hodnocení stavu a vývoje krajiny na základě stávajících dat**, **WA A1.2 Návrh systému sledování a hodnocení dynamiky krajiny** a **WA A1.3 Historické struktury v krajině**. Aktivity **WA A1.1** a **WA A1.2** byly vzhledem k úzkému provázání činností spojeny – jejich společnou náplní je vyhodnocování změn krajin pomocí systému komplexních indikátorů nad “ready-to-use” daty. V uplynulém roce se aktivity plně soustředily na dokončení návrhu sady indikátorů stavu a dynamiky krajiny, jeho testování na různých datových sadách a napříč časovými horizonty. Výstup **SS02030018 – V7 Sada komplexních indikátorů pro hodnocení stavu, dynamiky a vývoje krajiny** byl dokončen a představen na obou kontrolních dnech projektu. Z původního testovaného souboru krajinných indikátorů byly vybrány ty s nejvyšší vypovídací hodnotou, přitom jednoduché a snadno interpretovatelné indexy. Jejich souhrnný přehled je uveden na obr. 2, vybrané mapové ukázky pak ilustrují obr. 3 a 4. Ukazatele jsou vyhodnocovány v polích pravidelné sítě EEA 1x1 km pro vybrané časové horizonty, které odpovídají termínům jejich pořizování, resp. relevanci zprostředkované informace. Klíčové datové zdroje z tzv. ready-to-use dat jsou zejména databáze CORINE Land Cover pro účely srovnání s celoevropskými trendy změn krajiny a Konsolidovaná vrstva ekosystémů jako nejdetailejší komplexní podklad o přírodních i antropogenně ovlivněných biotopech ČR. Pro hodnocení stavu a změn ve specifických ekosystémech byla zvolena data LPIS (agroekosystémy) a ZABAGED (urbánní, lesní ekosystémy). Vedle uvedených zdrojů byla dále zpracována data TopoLandUse pro potřeby hodnocení dlouhodobého vývoje krajiny (od 50. let 20. století), Vrstva mapování biotopů pro zachycení podílu a prostorové distribuce přírodních biotopů, resp. porostní mapy od ÚHÚL. Pro finální výběr indikátorů nakonec nebyly ukazatele stanovované nad těmito daty využity.



I. OBECNÝ STAV A VÝVOJ KRAJINY

I.I. Hodnocení makrostruktury krajiny – zastoupení tříd krajinného pokryvu a jejich změny

ZDROJE a ČASOVÉ HORIZONTY

- **CORINE** Land Cover 1990, 2000, 2006, 2012, 2018 (2024) – cyklus 6 let
- **KVES** – 2013, 2021 a dále roční cyklus

I.II. Hodnocení mikrostruktury krajiny – prostorové uspořádání krajinných struktur a jejich změny

ZDROJE a ČASOVÉ HORIZONTY

- **CORINE** Land Cover 1990, 2000, 2006, 2012, 2018 (2024) – cyklus 6 let
- **KVES** – 2013, 2021 a dále roční cyklus



II.I. Urbánní systémy

ZDROJE a ČASOVÉ HORIZONTY

- **CORINE** Land Cover 1990, 2000, 2006, 2012, 2018 (2024)
- **ZABAGED** – 2015, 2020 a dále roční cyklus



II.II. Zemědělské ekosystémy

ZDROJE a ČASOVÉ HORIZONTY

- **LPIS** – od r. 2015, 2020 a dále roční cyklus



II.III. Lesní ekosystémy

ZDROJE a ČASOVÉ HORIZONTY

- **ZABAGED** – 2015, 2020 a dále roční cyklus

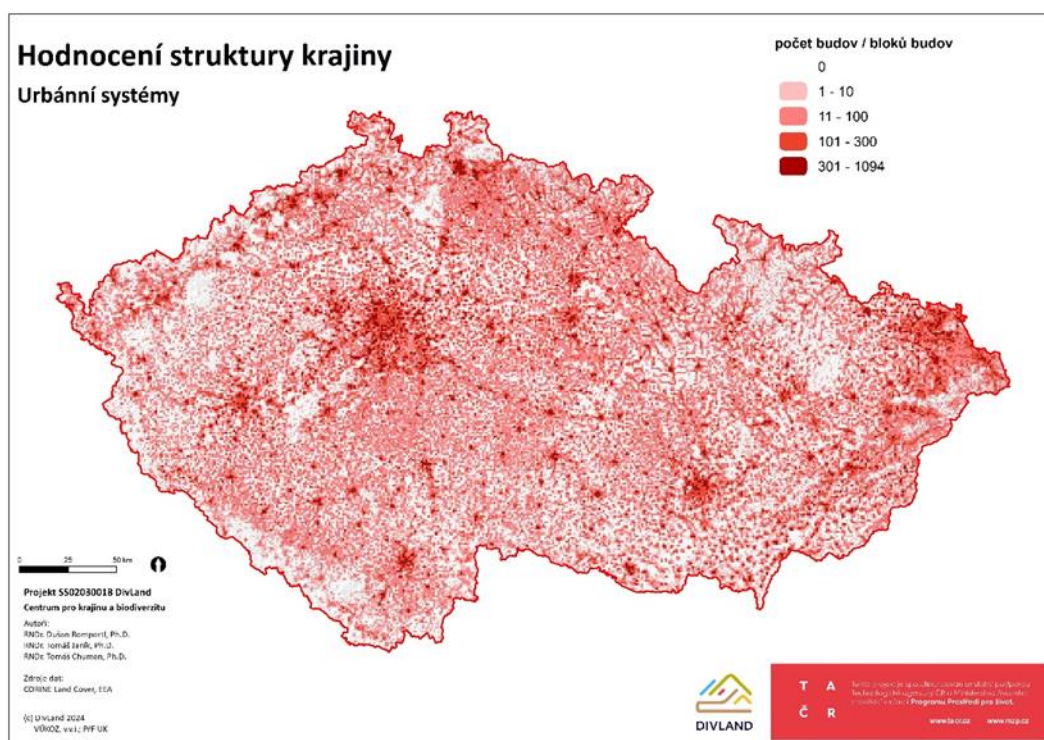
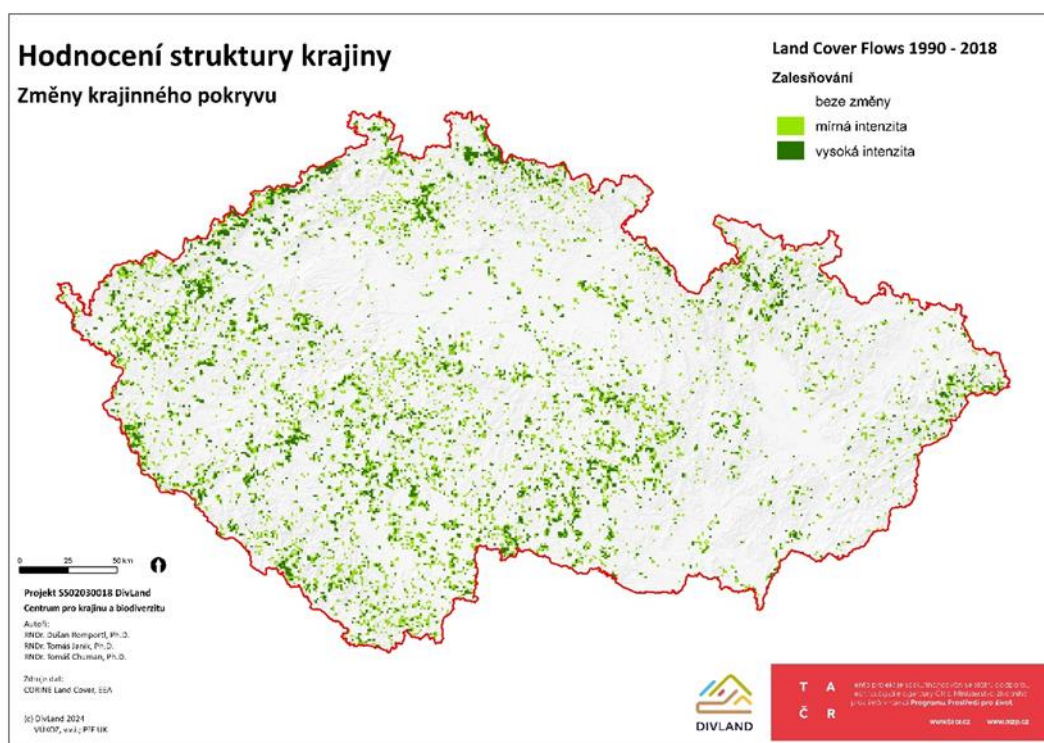


II.IV. Přírodní biotopy

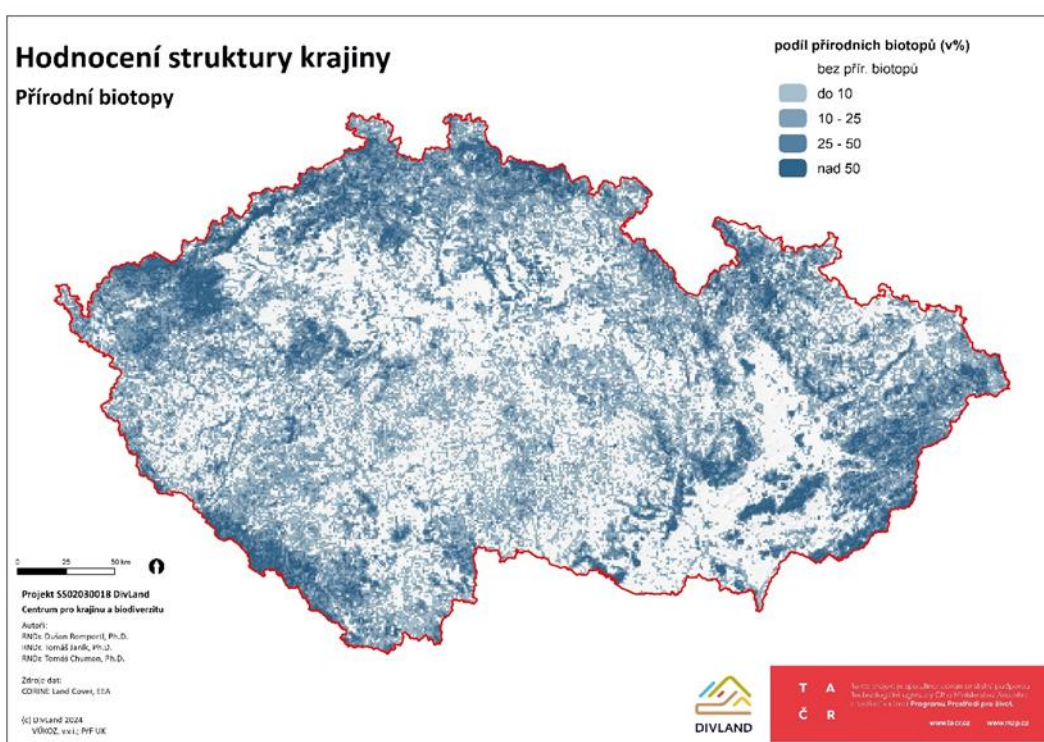
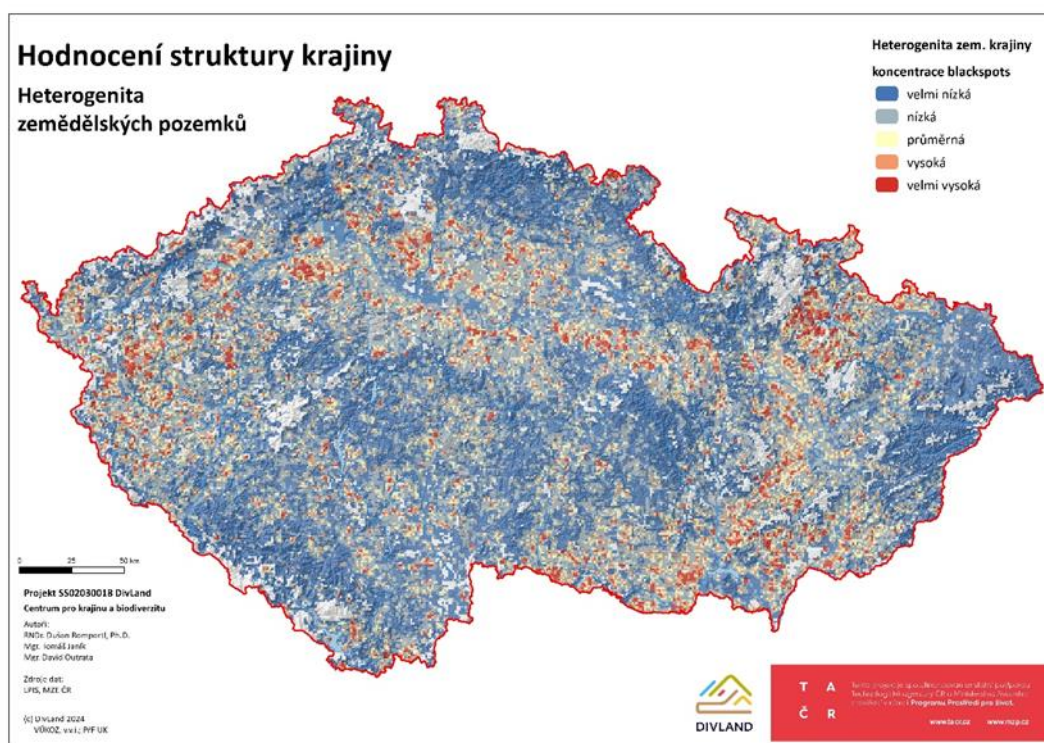
ZDROJE a ČASOVÉ HORIZONTY

- **KVES** – 2013, 2021 a dále roční cyklus

Obrázek 2. Přehled indikátorů krajiny



Obrázek 3. Ukázky map vybraných indikátorů změn makrostruktury krajiny



Obrázek 4. Ukázky map vybraných indikátorů změn mikrostruktury krajiny

Specifickou aktivitu v případě **WP A1.1** představují práce zaměřené na sídelní krajinu, konkrétně hodnocení zelené infrastruktury. V rámci této aktivity probíhá podrobné mapování vývoje, stavu a dostupnosti sídelní zeleně v několika modelových městech. V roce 2024 bylo zahájeno propojení již publikovaných výsledků zjištěných terénním průzkumem s metodami hodnocení zeleně pomocí dálkového průzkumu Země. Pro klasifikaci sídelní zeleně byl vegetační index VDI, který umožňuje práci i nad leteckými snímky (viz obr. 5 a 6).

Třetí aktivita **WA A1.3** v roce 2024 rozvíjí publikovaný výstup mapy potenciální přítomnosti historických kulturních krajín v ČR, který je nyní brán jako podklad pro další analýzy. Ve spolupráci s kolegy zabývajícími se hodnocením DPZ a je testována hypotéza, zda by šlo pro identifikaci historických kulturních krajín a její zpřesnění využít družicová data. Bylo zahájeno porovnávání přítomnosti historických kulturních krajín s daty z databází o biodiverzitě území. Provedeno bylo testování korelací se záznamy z mapování biotopů NATURA 2000 a stále probíhá testování korelací s daty z nálezoové databáze ochrany přírody ND OP. Studovány jsou faktory ovlivňující ne/dochování historických krajinných struktur v území, zvláštní pozornost a hodnocení je věnováno zejména krajinám se zachovalou maloplošnou strukturou zemědělských pozemků, rybníčním krajinám a vinohradnickým krajinám jakožto významným fenoménům určujícím historické hodnoty krajiny.

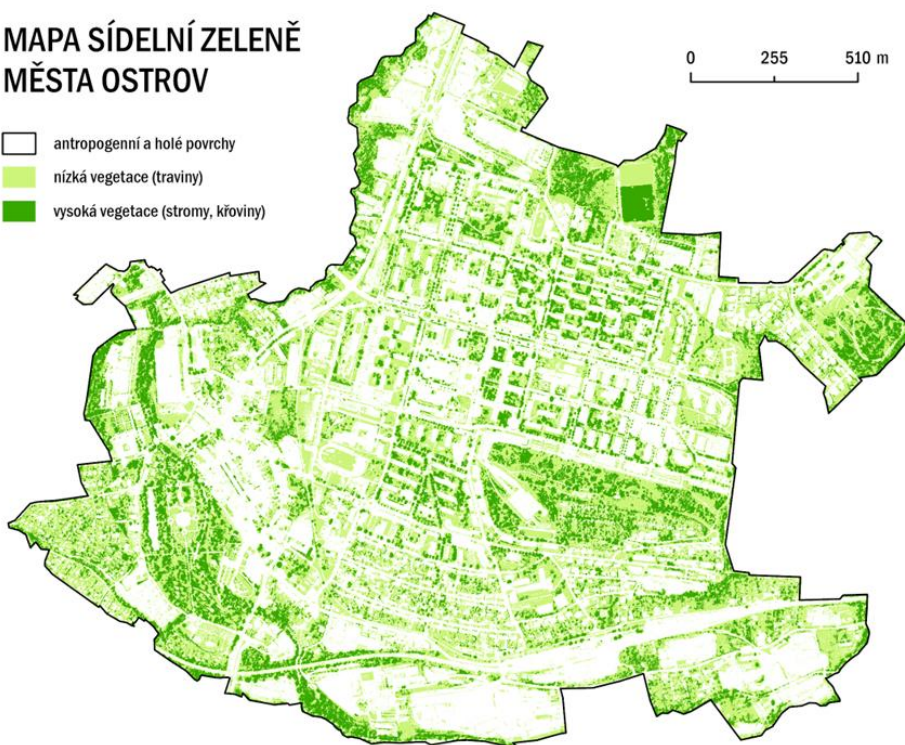


Obrázek 5. Ukázka klasifikace land cover sídla s důrazem na sídelní zeleň

MAPA SÍDELNÍ ZELENĚ MĚSTA OSTROV

-  antropogenní a holé povrchy
-  nízká vegetace (traviny)
-  vysoká vegetace (stromy, křoviny)

0 255 510 m



Obrázek 6. Ukázka klasifikace sídelní zeleně

Dosavadní výstupy

V rámci balíčku WP A1 byl připraven výsledek SS02030018-V7 Návrh sady komplexních indikátorů pro hodnocení stavu, dynamiky a vývoje krajiny. Sada indikátorů byla diskutována v rámci pracovní skupiny a představena na kontrolním dni WG A v červnu 2024 zástupcům MŽP jako aplikačního garanta. Na základě těchto diskuzí a požadavků ze strany MŽP, resp. potenciálních uživatelů výstupu byl výběr ukazatelů zúžen a dopracován do finální podoby. Zároveň proběhly výpočty všech indikátorů pro zvolené časové horizonty, pro které byly připraveny mapové výstupy.

Nad rámec původního plánu projektu byl vytvořen, projednán na kontrolním dnu a uplatněn soubor specializovaných map s odborným obsahem: Hodnocení stavu a vývoje sídelní zeleně v konceptu zelené infrastruktury na příkladu města Litoměřice.



Obrázek 7. Ukázka koncepce zelené infrastruktury v Litoměřicích

Plán dalšího postupu

V rámci sloučených aktivit **WA A1.1 Hodnocení stavu a vývoje krajiny na základě stávajících dat** a **WA A1.2 Návrh systému sledování a hodnocení dynamiky krajiny** je na r. 2025 plánováno zopakování výpočtu všech uvedených krajinných indikátorů pro daný aktuální horizont, aby bylo možné provést vyhodnocení sledovaných charakteristik struktury krajiny a jejích ekosystémů. Změnové databáze budou zároveň nosným podkladem pro výsledek V8 Modely vývoje krajiny v širších prostorových ekologických a společensko-ekonomických souvislostech plánovaný na poslední rok řešení projektu. V roce 2025 rovněž budou publikovány výstupy změny krajiny formou mapové online aplikace. V případě aktivity věnující se sídelní zeleni budou pokračovat analýzy zeleně v dalších modelových městech, z hlediska metodického zpracování budou testována termální data s cílem vyhodnocovat souvislosti výskytu zeleně a teploty povrchu, případně vliv vodních prvků. Hlavní výzvou zůstává automatizace výpočtu vegetačního indexu pomocí programovacího jazyka Python, resp. automatizace reklasifikace hodnot indexu, který je zatím stanovován manuálně. V návaznosti na tyto výstupy je pak plánováno porovnání a vyhodnocení prostorově odlišných datových vstupů z hlediska jejich vypovídací hodnoty (vyhodnocení vnitřní struktury, míry heterogenity, podílů „šedé vs. zelené“ infrastruktury v urbanizovaných oblastech atd.).

V aktivitě **WA A1.3 Historické struktury v krajině** bude pokračováno v letos zahájených analýzách navazujících na specializovanou mapu, např. hodnocení korelací historických kulturních krajín a habitatové i druhové biodiverzity na základě dat z NATURA 2000 a ND OP, hodnocení faktorů podmiňujících zachování historických krajinných struktur. Pokračovat bude zahájená spolupráce s DPZ. Příkladovými studiemi bude ověřována problematika managementu historických kulturních krajín.

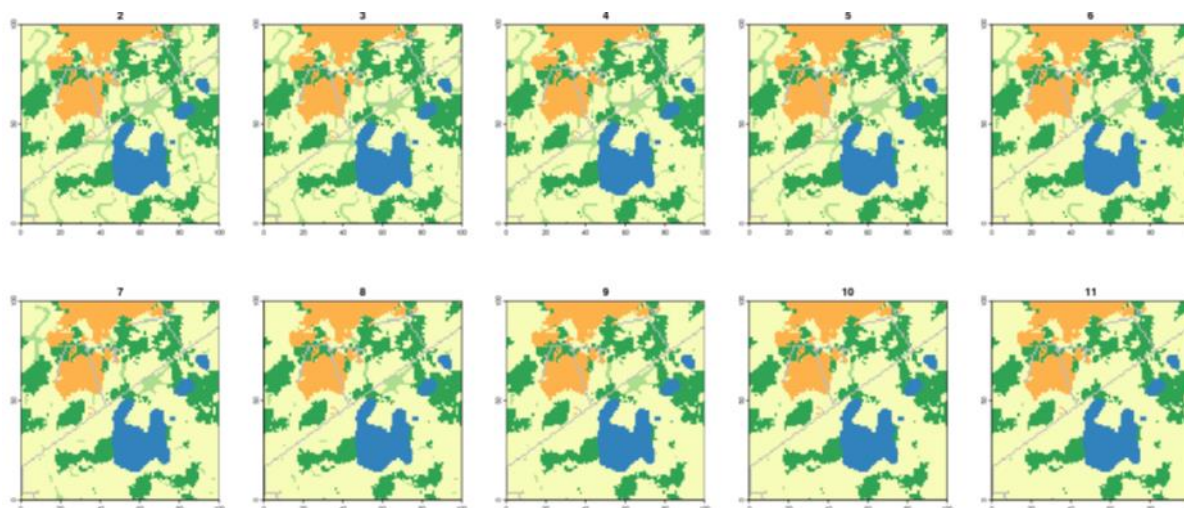
WP A2 DPZ A DATA SCIENCE PRO MONITORING KRAJINY

V prvním pololetí 2024 jsme se zaměřili zejména na analýzu citlivosti krajinných metrik a spektrálních indexů ke změnám v krajině (**WA A2.1**) a pokračovali v rozpracovaných aktivitách, tj. optimalizaci postupu detekce krajinných změn na základě dat družic Landsat (**WA A2.2**) a optimalizaci využití dat leteckého a družicového laserového skenování pro popis struktury krajiny (**WA A2.2**).

V rámci první aktivity **WA A2.1 Analýza citlivosti krajinných metrik a spektrálních indexů ke změnám v krajině** jsou především rozvíjeny pokročilé metody monitoringu krajiny založené na datech DPZ. Krajinné metriky popisující strukturu a heterogenitu krajiny na základě ready-to-use dat, tj. většinou tematických map a klasifikovaných družicových snímků (např. hustota okrajů, konektivita plošek, heterogenita krajiny), i spektrální indexy vycházející z neklasifikovaných multispektrálních dat (např. NDVI, EVI, SAVI atd.), jsou v ostatních aktivitách projektu i v dalších současných výzkumech krajiny využívány jako indikátory stavu a změn krajiny. V návrhu projektu jsme nicméně předložili myšlenku o tom, jaké změny v krajině musí nastat, aby je tyto indikátory odhalily.

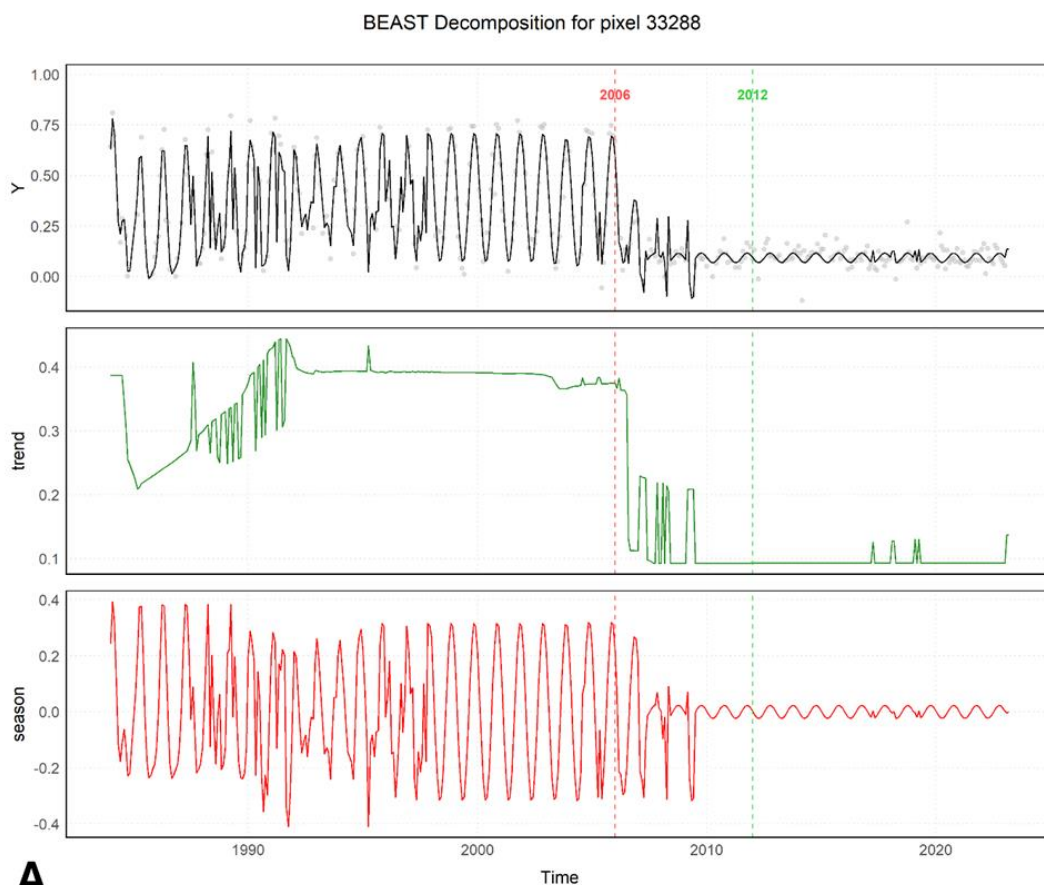
V rámci řešení jsme se rozhodli upustit od testování na reálných vzorcích krajiny, neboť na nich není možné v rámci ČR získat statisticky vyhodnotitelný vzorek zohledňující všechny nutné aspekty, tedy typ krajiny, míru generalizace či podrobnosti vstupních dat a typ a míru změny nastávající v krajině. Pro testování těchto aspektů jsme, po důkladné rešerši, vyvinuli vlastní software v jazyce R. Řešení umožňuje generovat krajiny blízké reálným podle uživatelsky zadaných parametrů, definujících všechny aspekty slova měřítko. Tedy velikost generované krajiny (extent), rozlišení rastru (cell size), minimální velikost plošky v krajině (minimum mapping unit). Zároveň umožňuje uživatelské nastavení míry změn v krajině v podobě „kroku“ a jeho opakování. Krokem je nastavení, kolik procent, kterého krajinného pokryvu, se změnilo v jiný. V pilotní verzi jsme zatím testovali dva scénáře: (1) ubývání prvků drobné zeleně (meze, remízky) ze zemědělské krajinné matrice a (2) expanzi sídel do krajiny. Naprogramované řešení dále zprostředkovává základní statistické vyhodnocení výsledků a jejich vizualizaci. Celé řešení směřuje ke zjištění, která krajinná metrika a který spektrální index reaguje statisticky významně na jakou míru změny.

Programové řešení je pojato jako otevřené, využívající dostupné R balíčky a vlastní specializované funkce. Celkový popis řešení včetně teoretické části popisující princip generování virtuálních krajin podává diplomová práce Michaela Kučery, řešená v rámci projektu. Řešení bude dostupné jako samostatný R package, na kterém autor dále pracuje v rámci prvního ročníku doktorského studia a rozšiřuje funkcionalitu o schopnost generovat virtuální krajinu s podobnými strukturálními parametry, jako má uživatelem zvolená skutečná krajina (reprezentovaná vrstvou krajinného pokryvu).



Obrázek 8. Ukázka jedné virtuální krajiny a ubývání drobné zeleně ze zemědělské matrice v kroku 5 procent

V rámci aktivity **WA A2.2 Detekce krajinných změn na základě dat družic Landsat** jsme vytvořili komplexní algoritmus a skripty pro Google Earth Engine (GEE) a R pro pixelově založenou analýzu změn krajiny na základě dat Landsat. Nástroj umožňuje na základě analýzy časových řad pomocí algoritmu BEAST detekovat změny spektrálních indexů v jednotlivých pixelech (30 x 30 m). Na základě trendové složky časové řady a změny sezónní amplitudy lze odhalit několik typů změn daného místa, v případě skokových změn též pravděpodobnost a letopočet změny.



B



C

Obrázek 9. Změna travnaté plochy (B) na zastavěnou (C). Analýza časové řady BEAST algoritmem ukazuje výrazný zlom v trendu a téměř vymizení sezónního chování vegetačního indexu NDVI, což odpovídá vymizení zelené vegetace a její nahrazení umělým povrchem

Důležitou charakteristikou stavu krajiny, která je zásadní například pro mikroklima či pro výskyt řady živočišných druhů, je heterogenita vegetace, a to jak v horizontálním pohledu, tak heterogenita vertikální. Ideálním zdrojem pro odvození proměnných charakterizujících heterogenitu vegetace jsou data leteckého laserového skenování. Ačkoliv Česko disponuje daty leteckého laserového skenování, které proběhlo v letech 2010 – 2014, nejsou tato data, na rozdíl o zbytku Evropy, kde je svobodný přístup k takovým datům téměř samozřejmostí, volně dostupná. V nedávné době byl pro účely projektu poskytnut alespoň rastr výšek vegetace v lesních porostech, na kterém jsme zahájili explorativní analýzu. Data nicméně pokrývají jen jedno časové období, zatímco vzhledem ke zvyšujícím se klimatickým extrémům a zrychlujícím se změnám v krajině je třeba mít prostorově explicitní informace nejen o stavu, ale i proměnách krajiny v čase. Takové informace lze snadno získat z opakovaných pozorování, nicméně Česká republika zatím další celostátní letecké laserové skenování neplánuje. Vzhledem k popsané omezené dostupnosti leteckých dat jsme se v roce 2024 zaměřili na první analýzy přesnosti dat dostupných ze satelitní laserové altimetrie jakožto možné, ale pravděpodobně neplnohodnotné alternativy k leteckému laserovému skenování. Cílem je zjistit, zda je možné přesná data leteckého laserového skenování nahradit výškovými modely, které jsou odvozené ze satelitní laserové altimetrie, konkrétně z nedávné mise GEDI (Global Ecosystem Dynamics Investigation). Za prvé se nabízí využití existujících modelů, které je však třeba nejprve validovat. Za druhé se pokoušíme vytvořit vlastní model.

Dosavadní výstupy

Na rok 2024 nebyly plánovány žádné závazné výstupy. Byly publikovány dva vědecké články pojednávající o přesnosti existujících globálních modelů výšky vegetace odvozených z dat satelitní laserové altimetrie a ukazující limity použití těchto globálních modelů pro modelování krajiny a biodiverzity.

- Moudrý, V., Prošek, J., Marselis, S., Marešová, J., Šárovcová, E., Gdulová, K., ... & Wild, J. (2024a). How to Find Accurate Terrain and Canopy Height GEDI Footprints in Temperate Forests and Grasslands?. *Earth and Space Science*, 11(10), e2024EA003709.
- Moudrý, V., Gábor, L., Marselis, S., Pracná, P., Barták, V., Prošek, J., ... & Wild, J. (2024b). Comparison of three global canopy height maps and their applicability to biodiversity modeling: Accuracy issues revealed. *Ecosphere*, 15(10), e70026.

Zmíněná diplomová práce Citlivost krajinných metrik a spektrálních indexů Michaela Kučery získala Cenu rektora ČZU v Praze.

Plán dalšího postupu

V 2025 budeme dále rozvíjet R software pro analýzu citlivosti krajinných metrik. Zejména budeme rozvíjet algoritmy pro generování typů land cover ve virtuálních krajinách z různých zdrojů družicových dat a rozvíjet statistické vyhodnocení a vizualizaci jeho výsledků. Zahájíme též vyhodnocování výsledků, vedoucí k doporučení pro využití konkrétních krajinných metrik a spektrálních indexů pro kvantifikaci stavu a změn krajiny. Pro vybraná území ČR vypočítáme pixelové změny a zahájíme validaci detekovaných změn na základě leteckých snímků a případné úpravy algoritmu. Mimo to budeme pokračovat v optimalizaci postupu, kterým by bylo možné vytvořit model výšky vegetace ČR na základě dat satelitního laserového altimetru GEDI.

WP A3 SYNTÉZA A NÁVRHY OPATŘENÍ V KRAJINĚ V KONTEXTU ZMĚNY KLIMATU

Balíček si klade za cíl využít zkušeností z implementace konceptu „smart landscape“ na modelových územích pro kontext celé České republiky. Na základě dosavadních zkušeností a dat z modelových území, které byly získány v rámci jiných projektů v předchozích letech. Pro realizaci doporučení pro adaptaci krajiny v měřítku celé ČR je nutné extrapolovat získané zkušenosti na jiné měřítko za využití vhodných modelů a datových sad. Aktivita balíčku **WP A3** budou směřovány k výstupu, který dokáže definovat hlavní problém daného místa, lokality či regionu (konkrétní základní jednotka bude definována s ohledem na dostupná data, míru rozlišení v rámci ostatních pracovních balíčků a potřeb stakeholderů) v důsledku měnícího se prostředí a následně doporučit vhodnou kombinaci adaptačních opatření, která budou splňovat požadavek synergického působení a zároveň nepřinesou negativní dopad svému okolí.

Mapa rizik poskytuje komplexní přehled o zranitelnosti krajiny vůči klimatickým rizikům. Výstup je zpracován tímto postupem:

1. Syntéza vstupních dat (DEM, CN, Land use & Land cover, Klimatické scénáře – současnost vs. budoucí projekce, např. SSP2–4.5, SSP5–8.5, Indikátory zranitelnosti - sklon území, podíl orné půdy, extrémní srážky).
2. GIS analýzy pro lokalizaci kritických bodů.
3. Hodnocení rizik – vyčíslení potenciálního rizika (např. ukazatel kritických podmínek), kategorizace zranitelnosti dle dopadů (povodně, sucha).

V roce 2024 proběhla další fáze ověřování postupů generalizace vstupních dat do vymezení lokalit zranitelných vůči přívalovým povodním. V návaznosti na předchozí testování na povodích třetího řádu proběhlo v roce 2024 testování výpočtů na větším území, konkrétně na povodích druhého řádu na toku horního Labe, a to ve dvou variantách generalizace prostorového rozlišení: 30 m a 90 m. Tato generalizace probíhala v rámci intencí projektu a plánovaných rozlišení výstupních vrstev, které korespondují s výstupy ostatních pracovních skupin. Výsledky této analýzy však poukazují na nevhodnost generalizace vstupních dat na rozlišení 90 m z důvodu ztráty podstatných detailů. Vhodným řešením z pohledu limitního výpočetního zatížení při zachování přesnosti výsledků se jeví rozlišení vstupních dat v 30 m. Pro budoucí sjednocení dat či multikriteriální analýzy bude možné výsledné výstupy vždy generalizovat.

Současně s výše uvedeným proběhla příprava klimatických indexů pro území celé ČR pro účely zohlednění vlivu klimatické změny v budoucím vývoji zranitelnosti krajiny. Dále dochází k postupnému propojování prostorové informace o zranitelnosti krajiny s katalogem opatření a plánovanými návrhy řešení zranitelných lokalit.

V průběhu roku 2024 byl připraven základní rámec databáze a byla aktualizována detailní literární rešerše popisovaných opatření. Dále bylo vytvořeno databázové rozhraní pro přípravu katalogu. Katalog opatření sumarizuje přehled různých adaptačních opatření pro lokality ohrožené klimatickými extrémy se zaměřením na volnou a zemědělskou krajinu. V rámci katalogu budou detailně popsána zejména tato opatření – a) *Agrotechnická opatření* (pásové zpracování půdy, setí do úzkých řádků, hluboké a mělké předseťové kypření, mulčování, biodiverzitní pásy, zatravňování údolnic, meze, terasy, větrolamy), b) *Agrolesnictví* (agrolesnické systémy), c) *Zadržování vody* (malé vodní nádrže, retenční nádrže, kaskádové svezly, přečerpávání vody v mikropovodí, tůňe, protierozní nádrže), d) *Úprava vodních toků* (revitalizace příčného profilu, úprava říční nivy, biotechnická opatření, odkrývání vodních toků), e) *Zlepšování kvality vod* (umělé mokřady, denitrifikační bioreaktory, biofiltry, plovoucí ostrovy), f) *Úprava drenážních systémů* (akumulační drenáž, hrazení hlavních odvodňovacích zařízení).

Opatření jsou v katalogu popsána následovně: typ opatření (stručný popis, výhody, nevýhody), potenciál realizovatelnosti (potenciál aplikace, rozsah/velikost, náročnost realizace, podmínky implementace), účinnost (kvantifikace dopadu, časový horizont dopadu), interakce s dalšími opatřeními (návaznost, střety), dopady, náklady realizace, příklady. Dokončený katalog bude jednak zpracován formou katalogových listů (hlavní výstup), ale je v plánu začlenit jej do syntézy výsledků formou předvýběr opatření dle specifických potřeb lokalit (GIS analýza rizik, klimatické scénáře). S ohledem na cíl dosáhnout nejaktuálnějších výsledků probíhá komunikace a sledování dalších projektů zabývajících se souvisejícími tématy, kromě konsorciálních projektů (Perun a Centrum Voda), byla navázána spolupráce s řešitelským týmem projektu Analýza biodiverzity a návrh managementu nově budovaných malých vodních nádrží a tůň v Jihomoravském kraji.

Dosavadní výstupy

Na rok 2024 nebyl v rámci tohoto balíčku plánován žádný výstup.

Plán dalšího postupu

V dalších letech řešení bude výše uvedený ověřený algoritmus výpočtu zranitelnosti postupně aplikován na povodích 2. řádu celé ČR. Prioritizace volby povodí bude dána potřebami pro spolupráci v rámci WG projektu; první oblastí bude jižní Morava (spolupráce s MUNI s projektem Analýza biodiverzity a návrh managementu nově budovaných malých vodních nádrží a tůň v Jihomoravském kraji). Z důvodu náročnosti výpočtu bude tento proces probíhat po celý následující rok. (výpočet probíhá po jednotlivých povodích 2. řádu, přičemž jedno povodí se počítá přibližně 20 dní a řešených povodí je celkem 31). Průběžně bude probíhat analýza a verifikace výsledků po jednotlivých povodích.

V návaznosti na výsledky těchto analýz budou také počítány dopady klimatické změny na lokality zranitelné vůči přívalovým povodním. Využita budou následující data:

- využití srážkových indexů z projektu PERUN: počet dnů v roce se srážkovým úhrnem nad 10 mm, respektive nad 30 mm, které vystihují rostoucí extremitu srážkových událostí
- modelové scénáře SSP2-4.5 a SSP5-8.5
- časové horizonty od blízké budoucnosti (2021–2040) po vzdálenou budoucnost (2081–2100)

V průběhu roku 2025 bude dokončena kategorizace opatření v rámci katalogu a budou připraveny katalogové listy. Dále bude vyřešen způsob jejich integrace do uživatelského rozhraní výstupu syntézy. Může proběhnout validace návrhů opatření pomocí pilotních aplikací.

Zároveň bude pozornost věnována propojení nově vzniklého komplexního katalogu s již existujícími (např. Sucho v krajině). V rámci komunikace se zástupci MŽP a dalšími stakeholdery je potřeba definovat koncové uživatele, aby bylo možné definovat uživatelské rozhraní. Všechny výstupy budou pak začleněny do syntézy výstupů ostatních pracovních skupin s cílem komplexního zhodnocení stavu krajiny i s ostatními riziky. Zkušenosti z ostatních pracovních skupin nebo jiných souvisejících projektů budou zapracovány jako okrajové podmínky (např. z pohledu biodiverzity – nenavrhovat tůně v lokalitách se vzácnými suchomilnými společenstvy, návrh agrolesnictví v místech ohrožených degradací intenzivně obhospodařovaných půd atp.)

SHRNUTÍ WG A RESILIENTNÍ KRAJINA

Práce v roce 2024 postupovaly práce dle schváleného harmonogramu a bylo dosaženo všech potřebných dílčích výstupů. Došlo k dalšímu provádění jednotlivých pracovních skupin a řešitelských týmů z více organizací a dílčí přístupy byly řešeny na společných schůzkách. Na základě společných setkání a kontrolních dnů, byly výsledky průběžně komunikovány se zástupci MŽP. V tomto kontextu budou aktivity dále pokračovat.

V dalších letech řešení předpokládáme také využití získaných poznatků WGA rámci ostatních pracovních balíčků, zejména balíčku WG B Lesy, WG E Biodiverzita a WG F Syntéza. Zároveň dojde k užší spolupráci také s ostatními konsorciálními projekty Perun a Centrum voda a převzetí některých výsledků z jiných projektů typu TAČR (aktuálně v jednání nad detaily). V následujících letech budou práce směřovány k většímu sdílení dat a dílčích výsledků s cílem získání komplexního přehledu o stavu krajiny v ČR.

WG B LESNÍ EKOSYSTÉMY

Úvod

Pracovní skupina **WG B Lesní ekosystémy** řeší širokou paletu výzkumných otázek a praktických úkolů, které byly formulovány při vzniku projektu ze strany zadavatele (MŽP). Rozsahu řešených témat odpovídá i vysoký počet pracovních balíčků (WP), resp. aktivit (WA), na kterých pracují vědecké týmy nezřídka z pěti až šesti institucí. Řešena je jak odezva lesních ekosystémů na globální změnu klimatu (**WP B1 Odezva lesních ekosystémů na změnu klimatu**), tak střeoevropský specifický problém historických imisních zátěží (**WP B2 Biogeochemická odezva lesních ekosystémů**). Acidifikace kombinovaná s eutrofizací prostředí spolu s probíhající klimatickou změnou zapříčinily kaskádu změn, které jsou zesíleny nepůvodní dřevinou a věkovou a prostorovou strukturou lesů v ČR. Nejmarkantnějším projevem těchto změn jsou velkoplošné disturbance, jejichž dopady na úrovni vybraných NP a CHKO i celé ČR jsou analyzovány ve **WP B3 Disturbance v lesních ekosystémech**. Další oblastí výzkumu jsou dopady všech výše zmíněných dynamických procesů na přírodní stanoviště a biodiverzitu (**WP B4 Ochrana přírodních stanovišť a biodiverzity**). Adaptace na probíhající změny a mitigace jejich negativních projevů v hospodářských lesích jsou předmětem návrhu opatření ve **WP B5 Hospodářská opatření**.

WP B1 ODEZVA LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ NA ZMĚNU KLIMATU

V rámci pracovní aktivity **WA B1.1 Hodnocení stavu a ohrožení lesních ekosystémů, predikce vývoje** v průběhu roku 2024 probíhaly práce ve dvou hlavních směrech nad základním datovým souborem letokruhových chronologií získaným v předchozích letech projektu: (a) Vytvoření podkladů pro výstupy V14 a V15. Zde jsme se zaměřili hlavně na vymezení klimatických nik a map klimatického signálu hlavních lesních dřevin. Na gradientu klimatické vodní bilance byla vymezena území se stejným typem klimatického limitování růstu. Dílčí výsledky z těchto analýz byly rovněž publikovány (Mašek a kol. 2024), či jsou připraveny k odeslání do recenzního řízení; (b) Analýza trendů v přírůstu kmenové biomasy (podklady pro výstupy V14, V15, V17). Zaměřili jsme se na popsání stanovištních a klimatických faktorů ovlivňujících trendy v přírůstu kmenové biomasy (využití podkladů z WP B2) a na trendy ve variabilitě růstu v čase a mezi stanovišti. Cílem bylo popsat pro jednotlivé druhy trendy v rozkolísanosti přírůstu, který je důležitým indikátorem klimatického stresu dřevin. Dílčí výstupy byly prezentovány na konferenci EGU 2024 a byly odeslány do recenzního řízení.

V případě aktivity **WA B1.2 Odezva na sucho a lesní mikroklima pokračoval** vývoj metod na zpracování mikroklimatických měření. V roce 2024 byla pozornost zaměřena jak na celkové workflow práce s daty od sběru až po jejich uchování a archivaci, tak zejména na tvorbu GUI v prostředí Shiny (<https://labgis.ibot.cas.cz/myclim/gui/>), která usnadňuje vizuální práci s mikroklimatickými daty z různých zdrojů, jejich čištění, spojování apod. Analyzována byla mikroklimatická data z přirozených horských smrčín s cílem porozumět procesům přirozené obnovy po velkých disturbancích. Měření potvrdila delší vegetační sezónu, vyšší sumu efektivních teplot, ale i vyšší riziko mrazu u pat stromů, ovšem nepotvrdila vliv těchto efektů na růst zmlazení, pouze na jejich mortalitu. Pokračovaly také práce na modelování mikroklimatu na úrovni ČR, které bude hlavním výsledkem příštího roku. Průběžně též probíhalo stahování dat na vybraných částech sítě, obnova a technická kontrola měřících stanic a též příprava na rozšíření měření o půdní vodní potenciál na vzorku zkušebních trvalých ploch.

V části **WA B1.3 Hydrologická bilance lesa** byla v roce 2024 dokončena analýza dlouhodobých hydrologických změn na třech malých lesních povodích sítě GEOMON (Anenský potok, Pluhův Bor, Polomka) za období 1994–2023. Výsledky ukázaly rozdílné reakce povodí na disturbance lesních porostů, zejména v souvislosti s kůrovcovou kalamitou a suchými roky (2015–2019). Analýza identifikovala tzv. scaling efekt, kdy vyšší průměrné srážky a odtoky zmírňují relativní změny odtoku po disturbance. Na povodích, kde se evapotranspirační nároky lesa blíží dostupným srážkám, dochází k větší citlivosti na změny klimatu a vegetačního pokryvu. To zdůrazňuje význam interakce mezi lesním porostem, výparem a hydrologickými procesy během období disturbance a klimatických extrémů. Tyto výsledky přispívají k lepšímu pochopení dopadů disturbance na vodní režim lesních ekosystémů. Studie s názvem "**Impact of environmental disturbances on hydrology and nitrogen cycling in Central European forest catchments**" je aktuálně v recenzním řízení v časopise Biogeochemistry.

Dosavadní výstupy

- Man, M., Kalčík, V., Macek, M., Brůna, A., Růžicková, L., Wild, J., Kopecký, M. (2024) myClimGui: Interactive browsing of myClim objects. <https://github.com/ibot-geoecology/myClimGui>

Prezentace na konferencích:

- EGU 2024, Vídeň: Tremml, V. a kol. 2024: Increasing stem dimensions of European temperate tree species between 1990 and 2015. (referát)
- 66th Annual Symposium IAVS, Madeira, Portugalsko: Wild et al., Microclimate affects forest recovery pattern after stand-replacing bark beetle disturbance (poster).

Články:

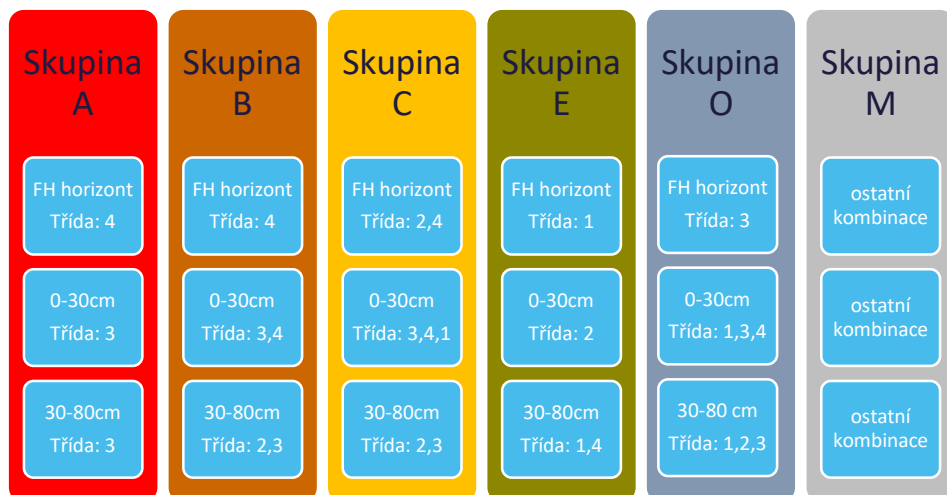
- Mašek, J. a kol. 2024. Shifting climatic responses of tree rings and NDVI along environmental gradients. Science of The Total Environment, 908, 168275, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168275>.

Plán dalšího postupu

V roce 2025 budou v rámci **WA B1.1** finalizovány výstupy **V14** a **V15**. Kromě těchto závazných výstupů budou průběžně publikovány výstupy z analýz klimatického signálu, trendů kmenové biomasy a trendů variability růstu (v současné době 1 článek v recenzi a dva připravené k odeslání). Tyto výsledky budou podkladem pro souhrnný mapový výstup **V17** v r. 2026. V rámci **WA B1.2** budou probíhat práce na závazném výstupu **V16: Lesní mikroklima – odchylky mikroklimatu od makroklimatu**. Bude pokračovat terénní měření a průběžná správa měřicí techniky a trvalých ploch. Na vybraném setu trvalých ploch rozšíříme měření mikroklimatických podmínek o půdní vodní potenciál. V rámci **WA B1.3** bude v roce 2025 důraz kladen na přípravu manu skriptu hodnotícího dopady změn klimatu na vybraná povodí sítě GEOMON. Studie bude založena na hydrologickém modelování a využití budoucích scénářů změny klimatu získaných z regionálního klimatického modelu Aladin-ClimateCZ. Součástí práce bude také příprava mapového výstupu.

WP B2 BIOGEOCHEMICKÁ ODEZVA LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ

V roce 2024 by v rámci aktivity **WA B2.1 Biogeochemické cykly ekologicky významných prvků a evoluce půd** dokončen výstup **V20 Geochemická reaktivita hornin a rajonizace lesních půd z hlediska nutriční degradace pro území ČR (soubor map)**. Dále byly vytvořeny rastrové mapy půdního chemismu pro tři horizonty lesních půd (FH, 0-30 cm, 30-80 cm). Výsledný návrh rajonizace lesních půd vychází z kombinace charakteristik půdního chemismu v jednotlivých půdních horizontech a dělí lesy do šesti Skupin Lesních Půd (SLP) – A, B, C, E, O a M (obr. 10). Skupina A reprezentuje půdy extrémně kyselé, s nízkou retencí N. Skupina B reprezentuje půdy kyselé, s nízkou retencí N. Skupina C reprezentuje půdy kyselé, s relativně vysokou retencí N. Skupina E reprezentuje půdy neutrální až slabě kyselé, s vysokou dostupností živin (eutrofní). Skupina O reprezentuje půdy oligotrofní, s nízkou dostupností dusíku a fosforu. Skupina M reprezentuje půdy slabě kyselé až kyselé. Grafické výstupy jsou přístupné na adrese: <https://ee-centrumdivland.projects.earthengine.app/view/skupiny-lesnch-typ-a-pdn-vlastnosti-lesnch-pd>

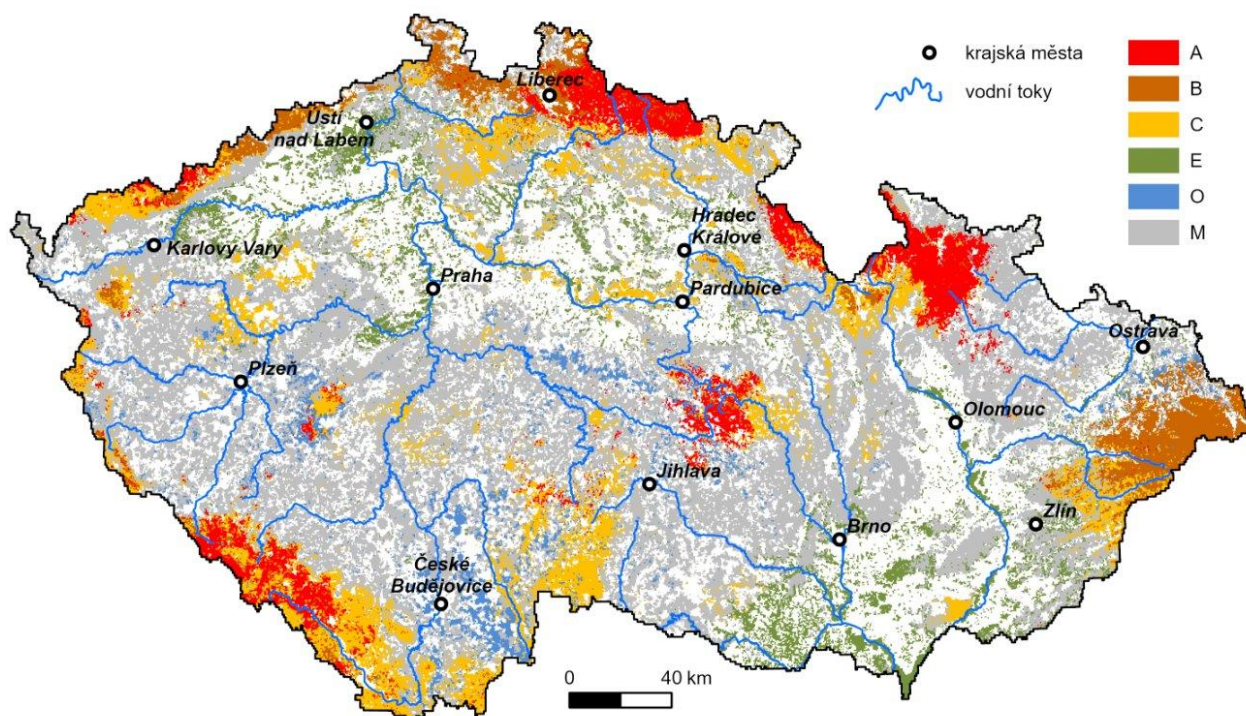


Obrázek 10. Diagram metody rozdělení lesních půd do šesti Skupin na základě protnutí jednotlivých tříd pro tři horizonty lesních půd.

Ve spolupráci s ČZU vznikla publikace Moktan et al. (2025) studující vliv lesního managementu na zásoby uhlíku v lesních půdách (viz výstupy). Fyziologický stav stromů temperátního přirozeného lesa byl studován v rezervaci Boubín a výsledky jsou nyní ve formě rukopisu v recenzním řízení časopisu Global Change Biology (major revisions).

Během roku 2024 byly zavedeny v laboratořích ČGS nové metody stanovení forem Fe, Al, Si v minerálních půdách. Tato metodika je důležitá pro studium sorpčních vlastností půd vzhledem k potenciálu vázat organický uhlík a dusík.

Byly vytvořeny R skripty pro zpracování dlouhodobých dat z monitoringu GEOMON povodí. Na základě těchto skriptů se automaticky generují statistická vyhodnocení trendů v měsíčních datech kvality srážek a povrchových vod a zároveň se počítají hmotové bilance vody a jednotlivých prvků v ročním kroku. Tato automatizace zásadně zjednodušuje práci s databází a zároveň předchází nechtěným chybám při výpočtu toku prvků v povodích.



Obrázek 11. Výsledná rajonizace lesních půd z hlediska nutriční degradace – Skupiny lesních půd (SLP).

Dosavadní dílčí výstupy

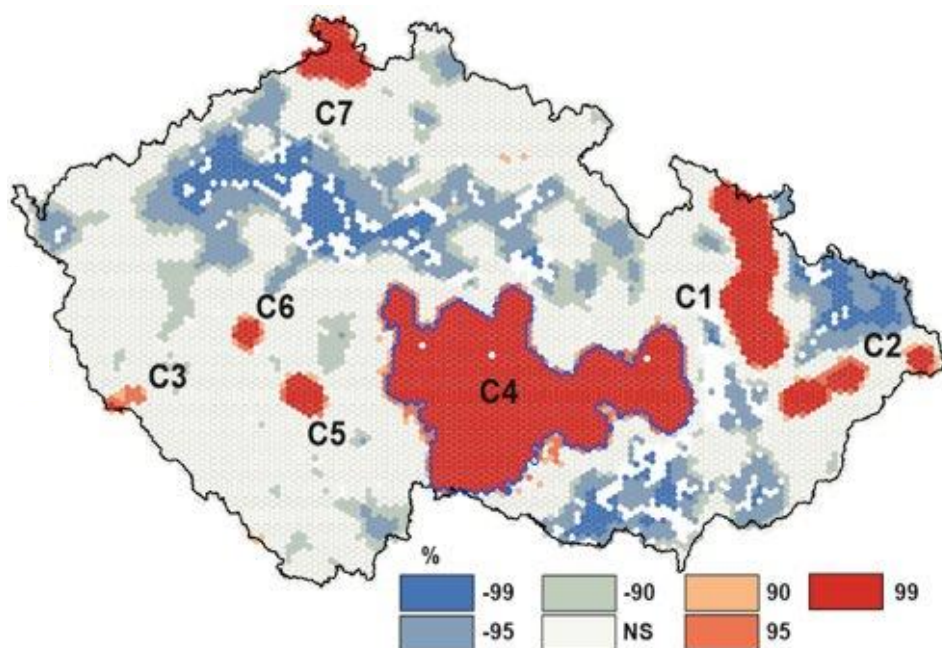
- V20 – Oulehle F, Svoboda J, Chuman T. (2024) GEOCHEMICKÁ REAKTIVITA HORNIN A RAJONIZACE LESNÍCH PŮD Z HLEDISKA NUTRIČNÍ DEGRADACE PRO ÚZEMÍ ČR (SOUBOR MAP), Česká geologická služba, Praha.
- <https://ee-centrumdivland.projects.earthengine.app/view/skupiny-lesnch-typ-a-pdn-vlastnosti-lesnch-pd>
- MOKTAN, Laxmi, Jeňýk HOFMEISTER, Filip OULEHLE, Otmar URBAN, Jakub HRUŠKA, Molly Smith METOK, Martin MIKOLÁŠ, Katka MARKULIAKOVÁ a Miroslav SVOBODA, 2025. Forest management reduces soil carbon sequestration potential in European temperate forests. Forest Ecology and Management [online]. B.m.: Elsevier, 578, 12249

Plán dalšího postupu

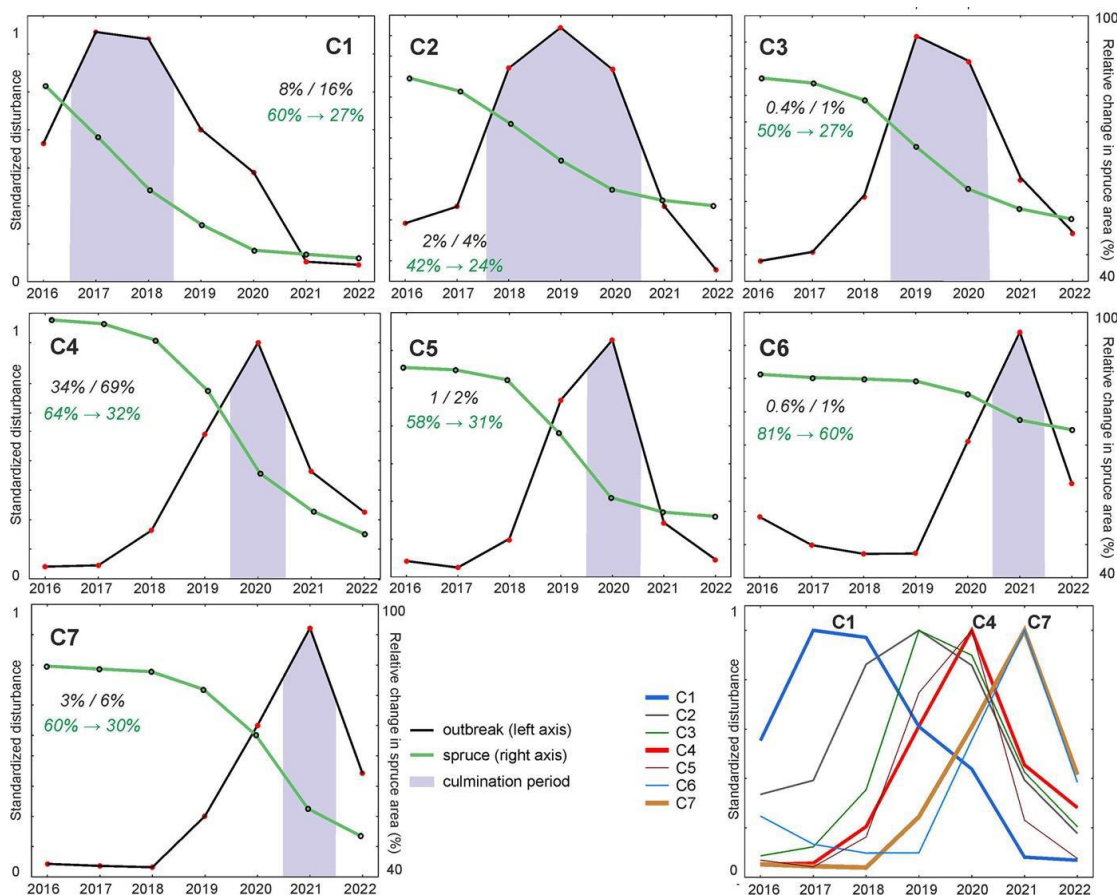
V roce 2025 je plánovaný výstup (O) Zásoby ekologicky významných prvků v přírodě blízkých a hospodářských lesích. Na základě mapy půdního chemismu a modelované mocnosti nadložního humusu a skeletovitosti minerální půdy vypočteme zásoby ekologicky významných prvků. V laboratořích ČGS budou doměřeny sorpční vlastnosti lesních půd z lokalit v Karpatech (Slovensko, Bulharsko, Rumunsko) ve spolupráci s týmem ČZU (Jeňýk Hofmeister).

WP B3 DISTURBANCE V LESNÍCH EKOSYSTÉMECH

V rámci **WA B3.1 Kůrovcová gradace** pokračovalo detailní sledování vývoje kůrovcové gradace v zájmových územích (Boubín, Eustaška, Bílá Opava, Rejvíz). Byl publikován článek, zabývající se detekcí stromů napadených lýkožroutem smrkovým pomocí UAV s multi-spektrálním senzorem, jednalo se o tzv. včasnou detekci, kdy je napadení stromu zjišťováno v době, kdy je potomstvo lýkožrouta stále ještě pod kůrou (Klouček et al. 2024). Dále byl publikován článek o průběhu kůrovcové gradace v ČR na podkladě dat z Landsat 8 OLI a SAR Sentinel 1-C (Washaya et al. 2024). Pomocí CNN bylo v ČR vymezeno sedm hlavních gradačních oblastí a v nich byla zjištěna kumulativní ztráta smrku v letech 2016 – 2022 (obr. 11).



Obrázek 12. Hlavní oblasti gradace kůrovce v ČR.



Obrázek 13. Vývoj sedmi hlavních regionálních ohnisek disturbancí na území České republiky. Křivky ohnisek jsou pro srovnatelnost normalizovány do hodnoty 1. Zelená čára znázorňuje redukcí smrku oproti výchozí hodnotě z roku 2015. Kulminační fáze ohniska jsou zvýrazněny. Černé hodnoty udávají podíl daného regionálního ohniska na celkové úrovni disturbance v ČR (první číslo) a na ploše pokryté všemi ohnisky disturbance (druhé číslo). Zeleně jsou vyznačeny hodnoty před vypuknutím (2015) a konečné (2022) regionální zastoupení smrku.

Důležitou činností v rámci WA B3.1 byla další adjustace a analýzy kůrovcové mapy. V první řadě byly provedeny opakované analýzy šíření kůrovce v NP ČŠ – byly vytvořeny nové kategorie porostů zohledňující stav porostu z pohledu roční aktivity kůrovce (aktuální napadení, staré napadení, zdravé porosty). Rovněž bylo dosaženo pokroku v mikroklimatických datech z NP ČŠ vytvořením statisticky odvozené (GAM) mapy mikroklimatu interpolované ze sítě mikroklimatického měření (BÚ), čímž se podařilo získat dostatečně prostorově reprezentativní data i s měřením slabě pokrytého roku 2018, který byl pro nástup gradace lýkožrouta v NP ČŠ zásadní.

V roce 2024 proběhla **WA B3.2 Sukcese po velkých disturbancích** inventarizační šetření na plochách (holinách) založených v roce 2020, tedy po 4 letech od vzniku holiny, resp. od odumření smrkové etáže. Jednalo se celkem o 12 ploch, některé z nich přitom byly dále členěny na dílčí varianty (obvykle oplocená a neoplocená sub-plocha). Konkrétně se jednalo o dvě plochy v Beskydách, Jeseníkách, NP Šumava a NP ČŠ a dále o jednu plochu v Nížkém Jeseníku a na Českomoravské vysočině. Formou vědeckého článku (Vébrová et al. 2024 – viz výstupy) byly zpracovány výsledky z dalších „sukcesních“ ploch založených v NP ČŠ. Konkrétně se jednalo o experiment zachycující dynamiku obnovy po odumření horní etáže a následné požárové disturbance ve dvou smrkových porostech. Dále byly zpracovány formou diplomových prací celkem čtyři tematicky zaměřené experimenty (viz výstupy).

V rámci aktivity **WA B3.3 Disturbanční režimy a jejich změny** byla v roce 2024 byla publikována přeshraniční studie disturbanční minulosti Šumavy a Bavorského lesa, založená na robustní datové sadě dendrochronologických vývrtů z více než 6 000 stromů (Vašíčková et al., 2024). Navzdory předpokladu byly zjištěny značné rozdíly ve vývoji lesních porostů kontrastních stran pohoří, poukazující na lokální stanovištně podmíněné faktory disturbančních režimů. Hlavním zdrojem této variability může být dřevinná skladba, sklonitost a orientace pohoří vůči atmosférickému proudění, ale také politicko-hospodářské poměry po druhé světové válce. Na získané poznatky bylo navázáno přípravou manuskriptu zaměřeného na propojení disturbančních režimů s ekologickými gradienty prostředí. Z dosavadních výsledků je patrné, že silné disturbance se vyskytují na různých stanovištích v odlišných časových obdobích, což znamená, že např. rašelinné lesy se vyvíjejí po jiných trajektoriích, než suťové lesy a horské smrčiny. Podařilo se finalizovat manuskript o požárové disturbanční historii ekosystémů při horní hranici lesa v Jeseníkách. Pomocí detailního paleoekologického záznamu z období posledního tisíce let jsme ukázali, že opakované, člověkem řízené požárové disturbance (vypalování) byly jedním z hlavních faktorů, které formovaly rozsah subalpínských trávníků v oblasti.

Dosavadní dílčí výstupy

- Kabilková M. 2024: Sekundární sukcese po alochtonních smrčinách v Národním parku Podyjí, DP Mendelu.
- Lidmilová M. 2024: Úspěšnost umělé obnovy a perspektivy využití sukcese na kalamitní holině Babylon (LS Černá Hora), DP Mendelu.
- Roreček D. 2024: Srovnání sukcese a umělé obnovy na kalamitním revíru Olšovec LS Vítkov (Lesy České republiky, s. p, DP Mendelu.
- Židková K. 2024: Iniciální stádia sekundární sukcese ve vybraných porostech Národního parku Šumava, DP Mendelu.

Prezentace na konferencích:

- TRACE 2024 – Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology BRAŠOV, Rumunsko, 3.-8. 6. 2024 Poster: Vašíčková, I. et al.: A half-millennium record of disturbance history in the Bohemian Forest.
- Věbrová D., Krásenský J., Martiník A. 2024. Sukcese dřevinné vegetace po odumřelých a následně shořelých smrkových porostech v národním parku České Švýcarsko In: Proceedings of Central European Silviculture. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 249--257. ISBN 978-80-213-3407-6.

Články:

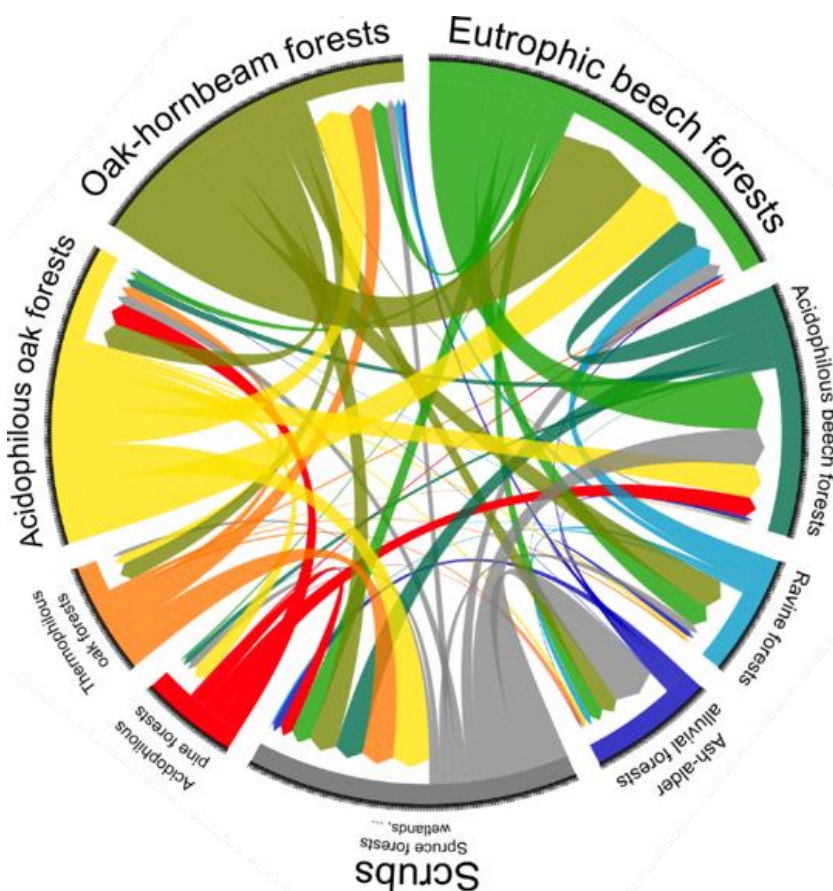
- Klouček T., Modlinger R., Zikmundová M., Kycko M., Komarek J. 2024. Early detection of bark beetle infestation using UAV-borne multispectral imagery: a case study on the spruce forest in the Czech Republic. Front. For. Glob. Change, vol. 7, <https://doi.org/10.3389/ffgc.2024.1215734>
- Washaya P., Modlinger R., Tyšer D., Hlásny T. 2024. Patterns and impacts of an unprecedented outbreak of bark beetles in Central Europe: A glimpse into the future? Forest Ecosystems. <https://doi.org/10.1016/j.fecs.2024.100243>
- Vašíčková I., Šamonil P., Kašpar J., Heurich M. & Steinacker L. 2024. A 400-year record of disturbance history in the Bohemian Forest Ecosystem: Lessons from unique transboundary tree-rings chronicles. Silva Gabreta, 30, 161–177.
- Käber Y., Bigler C, Ris Lambers J.H. Hobi M., Nagel T., Aakala T., Blaschke M., Brang P., Brzeziecki B., Carrer M., Cateau E., Frank G., Fraver S., Idoate L. Jokín, Holik J. Kucbel S., Leyman A., Meyer P., Motta R., Samonil P., Seebach L., Stillhard J., Svoboda M., Szwagrzyk J., Vandekerckhove K., Vostarek O., Zlatanov T., Bugmann H.. 2023. Sheltered or suppressed? Tree regeneration in unmanaged European forests. Journal of Ecology 111, 2281–2295. 10.22541/au.166748406.68292738/v1

Plán dalšího postupu

Hlavním cílem aktivity **WA B3.1** bude v roce 2025 analýza šíření kůrovce v NP ČŠ, během níž bude ověřena nová kategorizace prvků kůrovcové mapy, pro navazující analýzy šíření lýkožrouta na celém území Česka. Krucální podmínkou tranzice na celé území republiky je příprava vybraných meteorologických parametrů v gridu 500x500 m z ČHMÚ, proto se budeme soustředit na jejich získání. Budeme dále pokračovat ve sledování šíření kůrovce v zájmových územích. Ve **WA B3.2** je v roce 2025 plánovaná inventarizace na plochách založených v roce 2021 – jedná se o čtyři plochy na Českomoravské vysočině a jednu plochu v Beskydech. Dále budou probíhat opakovaná šetření na holinách menšího rozsahu na ŠLP Křtiny. Plánován je minimálně jeden publikační výstup. V rámci **WA B3.3** bude dokončen článek o charakteristice požárového režimu na Šumavě postavené na kompilaci všech dostupných mikrouhlíkových a pedoantrakologických záznamů. Budou pokračovat práce na analýze disturbančního režimu půd přirozených a kulturních lesů na podkladu dat z NIL.

WP B4 OCHRANA PŘÍRODNÍCH STANOVIŠŤ A BIODIVERZITY

Výzkumná činnost v pracovní aktivitě **WA B4.1 - Ochrana přírodních stanovišť a druhů** – vyústila v publikování syntetické studie o dlouhodobých posunech biodiverzity vegetace na úrovni hlavních lesních stanovišť ČR. Během 20. století se biodiverzita lesní vegetace posunula směrem k stinnějším a živinami bohatším typům. Tento proces posílil hlavně bučiny, suťové a lužní lesy, naopak postupně mizí otevřené a oligotrofní typy lesních biotopů. Silné úbytky zaznamenaly teplomilné doubravy, dubohabřiny a chudé bory. Významnou příčinou pozorovaného poklesu lesní biodiverzity jsou atmosférické depozice reaktivního dusíku. Účinek depozic je silně modifikován druhem dřeviny ve stromovém patře a geochemií horninového substrátu.



Obrázek 14. Diagram znázorňující posuny lesní vegetace ČR od otevřených, oligotrofních stanovišť směrem k stinným a vlhkým.

V pracovní aktivitě **WA B 4.2 Ochrana rašelinišť a obnova vodního režimu** došlo k získání všech podkladů pro vytvoření mapového výstupu dle původní metodiky. V listopadu proběhlo jednání o změně náplně mapového díla. Oproti původnímu propojení vegetačních, půdních a hydrologických podkladů bylo rozhodnuto o využití pouze vegetačních podkladů pro mapovou analýzu založenou na mapování a aktualizaci biotopů Natura 2000. Dojde tím k zjednodušení, lepší použitelnosti a tím i větší pravděpodobnosti následného využití. Dosud nashromážděné podklady budou využity v odborné zprávě.

V pracovní aktivitě **WA B4.3 Mapování a klasifikace lokalit přirozených lesů ČR** byla zapracována aktualizovaná verze (stav 12.03.2024) geografické databáze dílčích ploch z AOPK ČR. Bylo též provedeno přehodnocení přirozenosti v dosud nevyhlášených lokalitách uvnitř jednotlivých CHKO.

V pracovní aktivitě **WA B4.4 Tlející dřevo a biodiverzita** probíhalo filtrování a úprava databáze NIL s cílem získat údaje o struktuře tlejícího dřeva ve vztahu k přírodním podmínkám a vlivu lesního hospodaření. Na základě dat z databáze mechorostů, zahrnující nálezy spojené s tlejícím dřevem na mnoha lokalitách, byly provedeny analýzy druhové bohatosti podle specifických atributů tlejícího dřeva. Dokončila se studie zaměřená na saproxylické brouky (Boubínský prales) a vazby na různé typy tlejícího dřeva, dále rukopis studující vliv oslunění tlejícího dřeva na společenstva saproxylických brouků. Rovněž byly zahájeny práce na manuskriptu, který hodnotí výskyt lignikolních hub a vývoj jejich společenstev v návaznosti na typ úmrtí stromu (vývrat oproti odumření nastojato).

Dosavadní dílčí výstupy

- Pychová N., 2023. Dlouhodobá změna vegetace lužních lesů podél středního toku Moravy. Magisterská DP, obhájená v roce 2024 na katedře botaniky PřF UPOL.
- Vašková V., 2024. Vyhodnocení šesti let terénního experimentu obnovy výmladkového hospodaření v Národním parku Podyjí: vliv na rostlinná společenstva. Magisterská DP, obhájená v roce 2024 na katedře botaniky PřF UPOL.
- Ratajová K., 2024: Mechorosty na dřevě v NPR Žofínský prales. BP obhájena v červnu 2024 na PřF MU (vedoucí E. Mikulášková).
- Vlček, L., Mikulášková, E., Hort, L. (2024) Degradace rašelinišť z pohledu vodního režimu, Hejného seminář, MŽP, Praha (prezentace).
- Prezentace formou přednášky na konferenci 7th European Congress of Conservation Biology, červen 2024, Bologna, Itálie. J. Běťák a kol.: "Long-standing deadwood: the impact of substrate origin on wood-inhabiting fungal communities".

Články:

- Vild O., Chudomelová M., Macek M., Kopecký M., Prach J., Petřík P., Halas P., Juříček M., Smyčková M., Šebesta J., Vojík M., Hédli R., 2024. Long-term shift towards shady and nutrient-rich habitats in Central European temperate forests. *New Phytologist* 242, 1018–1028. <https://doi.org/10.1111/nph.19587>
- Hédli R., Rejmánek M., 2024. Kolik uhlíku pohlcují lesy? *Vesmír* 103/11, 628–632.
- Kolényová M., Běťák J., Zíbarová L., Dvořák D., Beran M., Heilmann-Clausen J., 2024. Microhabitat diversity – A crucial factor shaping macrofungal communities and morphological trait expression in dead wood. *Fungal Ecology*, 71, [101360]. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2024.101360>.
- Procházka J., 2024. Epigeičtí a saproxyličtí brouci v jádrové zóně Boubínského pralesa. *Silva Gabreta*, 30: 103–120.

Plán dalšího postupu

Při práci v rámci tématu ochrany přírodních stanovišť a druhů (**WA B4.1**) se budeme v souladu se zaměřením pracovní aktivity věnovat nejprve dokončení a publikování studie (Jimp) o signálu depozic dusíku v biodiverzitě lesní vegetace. Další studie se bude zabývat dynamikou biodiverzity lesních rostlinných společenstev na různých časových úrovních. Ve **WA B4.2** dojde k dokončení výstupu **SS02030018-V34** - návrh revitalizačních opatření a budou pokračovat práce na mapovém výstupu. V rámci **WA B4.3** bude pokračovat jednání s respondenty, která budou navazovat na předchozí úsilí o získávání dalších dat a jejich zapracování do systému DPL. V rámci **WA B4.4** bude hodnoceno tlející dřevo na úrovni ČR. Bude pokračovat studie o mechorostech na mikrostanovištích a o vývoji společenstev hub na mrtvém dřevě rozdílných typů smrtí. Dílčí studie budou syntetizovány do finálního výstupu.

WP B5 HOSPODÁŘSKÁ OPATŘENÍ

S koncem roku 2024 byl dokončen odborný článek, který je východiskem aktivity **WA B5.1 Akční plán hospodářských opatření**, resp. jejího výstupu *zásad trvale udržitelného hospodaření* (submitted). Dále vzniklo několik publikačních výstupů spojených s touto aktivitou – viz výsledky. Kontinuálně probíhalo šetření na demonstračních objektech (Beskydy, Opava, Telč, nově Domažlice). Na podzim proběhl pracovní seminář v Beskydech za účasti členů řešitelského týmu, pracovníků ochrany přírody a lesnického provozu. V rámci aktivity **WA B5.2 Analýza genetických zdrojů** jsme se v roce 2024 zaměřili na řešerši rodu *Acer*, a to především na *A. platanoides*, *A. tataricum* a *A. campestre* na druhy původem z Evropy a Asie, ale také na asijský druh *A. ginnala* a americký druh *A. macrophyllum*. Jedná se o druhy, které jsou odolné k suchu, s odlišnými nároky na teplotu a půdní podmínky. V proběhnuvším roce probíhala intenzivní činnost na aktivitě – **WA B5.3 Ukázky dobré praxe**. Konkrétně byla zcela dokončena filmová podoba objektu nepasečného hospodaření s borovicí na majetku lesů města Doksy (viz výsledky). Proběhlo natáčení na dalším majetku, kde se hospodář nepasečně s borovicí – revír Špalkov. Zpracovávají a před dokončením jsou filmy z objektů Beskydy (celkem 4 díly) a post-kalamitní revíry (také 4 díly). Průběžně probíhala i příprava písemné části katalogu – Šumava, Beskydy, ŠLP Křtiny. V rámci **WA B5.4 Provozní testování hospodářských opatření** probíhala v roce 2024 na ŠLP Křtiny řada aktivit spojených se změnou koncepce hospodaření – dominance nepasečných forem. V roce 2024 byla mj. provedena první fáze opakované inventarizace lesů (20 % LHC) pro nový tzv. dynamický LHP, který doposud v lesnické praxi ČR nebyl realizován a na ŠLP se tato metoda začíná testovat. Dále bylo definitivně vylišeno – celkem 77 bezzásahových lokalit na 1 % LHC (biotopové ostrůvky). Biotopové stromy jsou evidovány průběžně při vyznačování porostů lesníky. K danému účelu byl zaveden systém evidence stromů v provozní mobilní aplikaci Seiwin. Ve vztahu k výše uvedenému byly v roce 2024 zrealizovány 4 školení pro pracovníky ŠLP a dalších 12 školení pro pracovníky LČR (celkem vyškoleni ca 250 revírníků z celé ČR). Pro lepší interakci a zlepšování praktických dovedností školených osob jsou založeny a využívány 3 tzv. marteloskopové plochy (3 x 1 ha) pro trénování pěstebních zásahů.

Dosavadní výstupy:

- Biodiverzita jako významný aspekt hospodaření v lesích – inspirace v Beskydech (seminář konaný 17. - 18. 10. 2024).
- Remeš, J., Adamec, Z., Jílková, M., Krásenský, J., Zahradníček, J., Martiník, A. 2024. Perspektivy přestaveb a produkční potenciál smíšených jedlosmrkových porostů v Moravskoslezských Beskydech – demonstrační plocha Pod Vjadačkou. In: Proceedings of Central European Silviculture. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 89--100. ISBN 978-80-213-3407-6.
- Martiník, A., Janda, L., Kaděrka, P. Semenící les – nástroj zvyšování resilience lesa vhodný nejen pro porosty přípravných dřevin. Lesnická práce. 7. 35-37.
- Martiník, A., Urban, J., Patočka, Z., Mitrová, A. M., Dobrovolný, L., Samec, P. 2024. From forestry to agroforestry; adaptation and mitigation in drought-sensitive forest regions of Central Europe: A case study from the Masaryk forest. In: EURAF 2024: Abstract Book. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 66--67. ISBN 978-80-7509-982-2.
- Film o nepasečném hospodaření s borovicí - <https://www.youtube.com/watch?v=eSULT5pRtUM>
- Založení tří tzv. marteloskopových ploch (3 x 1 ha) pro trénování pěstebních zásahů na ŠLP Křtiny.

Plán dalšího postupu

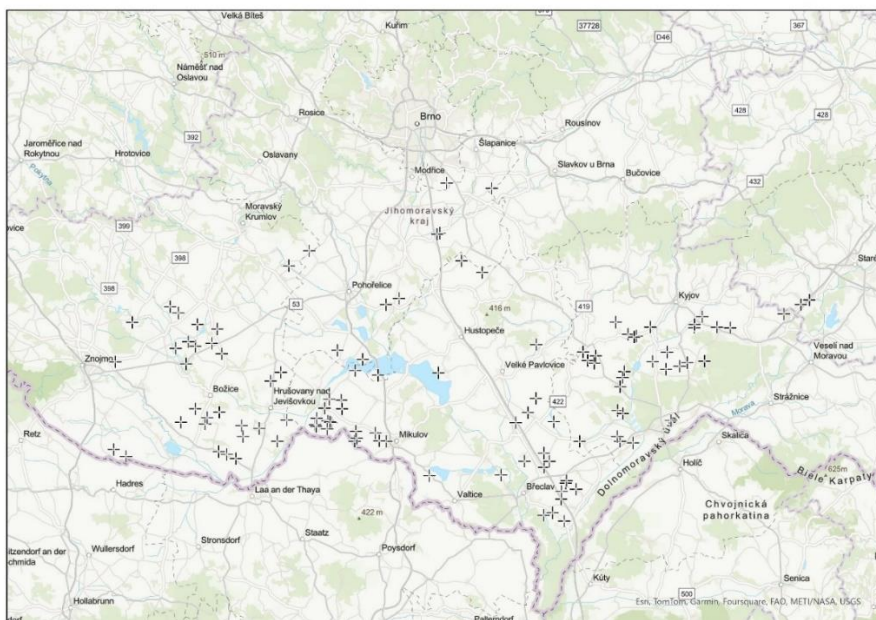
Plánované jsou publikační výstupy, přímá činnost na akčním plánu **(WA B5.1)** – rešerše k zásadám trvale udržitelného hospodaření a terénní šetření na demonstračních objektech. V roce 2025 bude **(WA B5.2)** pokračovat rešerše zaměřená na nepůvodní dřeviny, jako je např. líska turecká, kaštanovník setý, muchovník. Pokračovat budou také činnosti spojené se vznikem katalogu příkladných objektů **(WA B5.3)**. Konkrétně je plánováno natáčení v: NP České Švýcarsko, Ranšpurk a lužní stanoviště, objekt ekologického lesnictví Lesní družstvo – Velká Bíteš, dokončení filmového zpracování demonstračních objektů Plasy a kontinuální zpracovávání písemných podkladů katalogu – Křtiny, Beskydy, Špalkov, Doksy, Šumava. V rámci **WA B5.4** budou pokračovat odborné semináře a školení. Plánováno je dokončení edukačního videa o principech hospodaření na ŠLP.

WG C AGROSYSTÉMY A PŮDA

Pracovní skupina **WG C Agrosystémy a půda** v roce 2024 pokračovala ve výzkumných aktivitách, především ve vazbě na plánované výstupy v tomto roce. **WP B1** významně pokročil v hodnocení dosavadního vývoje půdních vlastností a ZPF i v modelování dynamiky uhlíku a jeho predikce dle scénářů klimatické změny (RothC). Zároveň byly s předstihem prezentovány nové klimatické regiony (a jejich mapové vyjádření) na základě scénářů 4.5 a 8.5 (**V47**). Byly připraveny datové podklady pro syntézu na krajině úrovni (časově propojené body odběrů, mediány za DPB, mediány v síti 1km², a také časová dynamika – rastry rozdílů). Dokončena byla analýza klíčových faktorů ovlivňující půdní vlastnosti (atributy náležící do charakteristik klimatu, půdy, krajiny, typu farem). Byly odevzdány výstupy *Návrh systému monitoringu půdní bioty* (**V49**) a *Stanovení potenciální eroze pro nehomogenní pokryv, zohledňující vliv různých plodin na povrchový odtok s možným využitím pro protierozní ochranu* (**V50**), pokračovaly výzkumy retenční kapacity a biologických vlastností půd ve spojitosti s erozními jevy (Jimp publikace i konferenční příspěvky) i metodické možnosti detekce půdního uhlíku prostředky DPZ. Významným výstupem je také studie *Dopady různých agrotechnických faktorů na produkci plodin a půdu* (**V56**) podpořená výsledkem „užitná technologie“ (nad rámec projektu). Ten je klíčový pro započatou syntézu poznatků a vytvoření typologie agrosystémů dle zranitelnosti (**V78, V48**), i pro výsledný katalog opatření (**V57**), plánovaný na rok 2026. V komunikaci s pracovními týmy v rámci **WG A** byl nastíněn postup koordinace a včlenění výstupů **WG C** do syntéz na krajině úrovni.

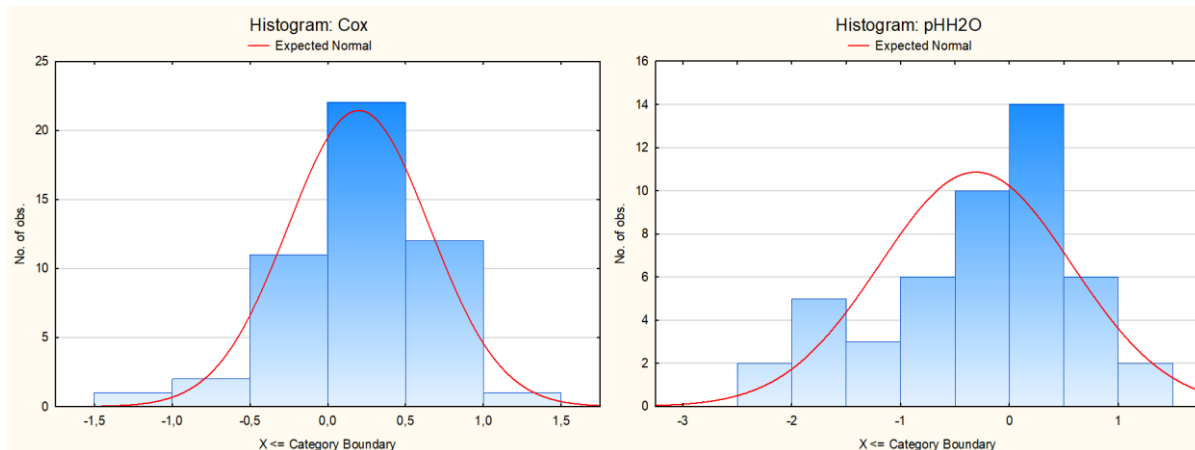
WP1 DOSAVADNÍ VÝVOJ A PREDIKCE PŮDNÍCH VLASTNOSTÍ

V roce 2024 nebylo v rámci aktivity **WA B1.1. Zemědělský půdní fond – poválečný vývoj a stav** plánováno dokončení žádného ze závazných výstupů. Veškeré práce byly tedy zaměřeny na získávání podkladů a kompletaci dat pro výstupy plánované v příštím roce. V rámci aktivity zaměřené na tvorbu databáze informací o půdě a zhodnocení vývoje půdních vlastností za posledních 60 let byl v letošním roce realizován odběr půdních vzorků v oblasti výskytu černozemí na písčitéch substrátech (obr. 15). Tato skupina půd byla na základě předchozích šetření vytipována jako jedna z nejohroženějších v měnících se klimatických podmínkách, neboť se vyskytuje v nejteplejším klimatickém regionu a písčitý substrát omezuje její schopnost zadržovat vodu. Odběr byl proveden stejně jako u předchozích pěti modelových územích v padesáti bodech daných polohou výběrových sond komplexního průzkumu zemědělských půd (KPP).



Obrázek 15. Širší zájmové území, ve kterém bylo provedeno vzorkování černozemí na písčitéch substrátech

Byly provedeny základní analýzy těchto půdních vzorků a výsledné hodnoty byly porovnány s hodnotami z období realizace KPP. Z vybraných histogramů na obr. 16 je patrné, že na většině testovaných míst došlo k poklesu pH půdy. Výrazný trend ve změně obsahu oxidovatelného uhlíku (Cox) zjištěn nebyl.



Obrázek 16. Histogramy četností výskytu hodnot rozdílů v obsahu Cox (vlevo) a pHH2O (vpravo) mezi časem realizace komplexního průzkumu zemědělských půd a současným stavem.

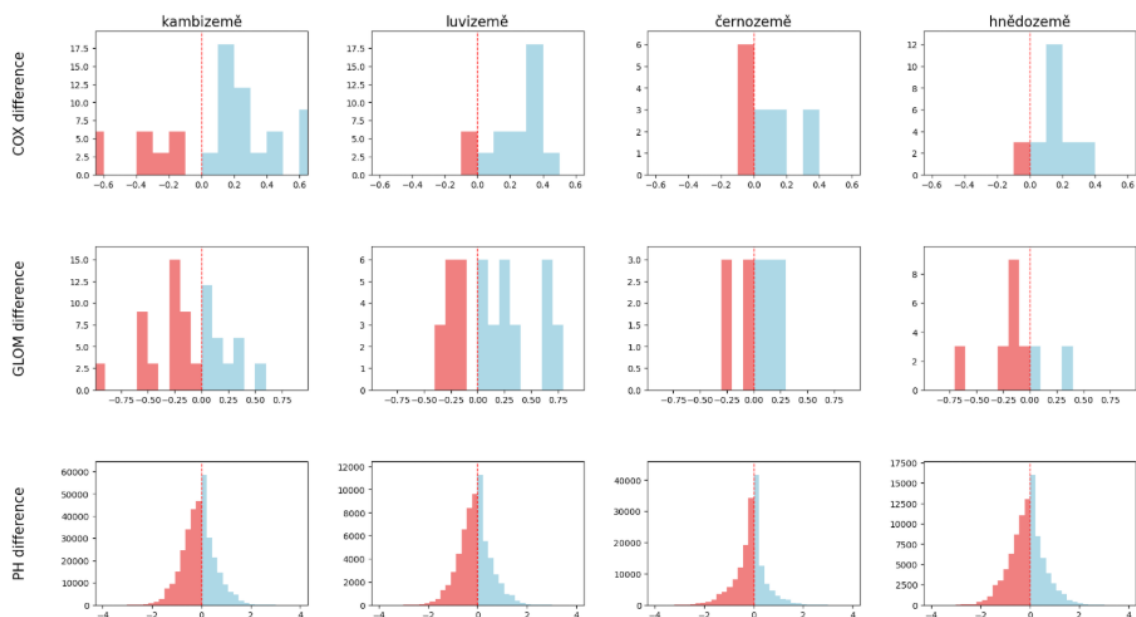
Na odebraných půdních vzorcích dále naměřena spektra v oblasti blízké infračervené (NIR), budou doplněna do spektrální databáze půdních vlastností a také použita pro metodické testování odhadů obsahů uhlíku a dalších půdních vlastností v kombinaci s metodami DPZ (*proximal & remote sensing*).

Pro vyhodnocení trendů půdních vlastností byla použita databáze agrochemického zkoušení zemědělských půd (AZZP) zpravovaná ÚKZÚZ, kde jsou v šestiletých intervalech vzorkovány všechny díly půdních bloků (DBP) větší než 2 ha. Pro tyto účely byly provedeny analýzy na třech prostorových úrovních:

- Lokální: odběrová místa provázaná v čase, tj. se stejnými zeměpisnými souřadnicemi;
- DPB: mediány půdních parametrů odběrových míst lokalizovaných v hranicích recentních DPB dle LPIS;
- Grid 1km: mediány půdních parametrů odběrových míst lokalizovaných ve čtvercích 1km² – pro účely propojení s ostatními datovými soubory v rámci syntézy na úrovni krajiny.

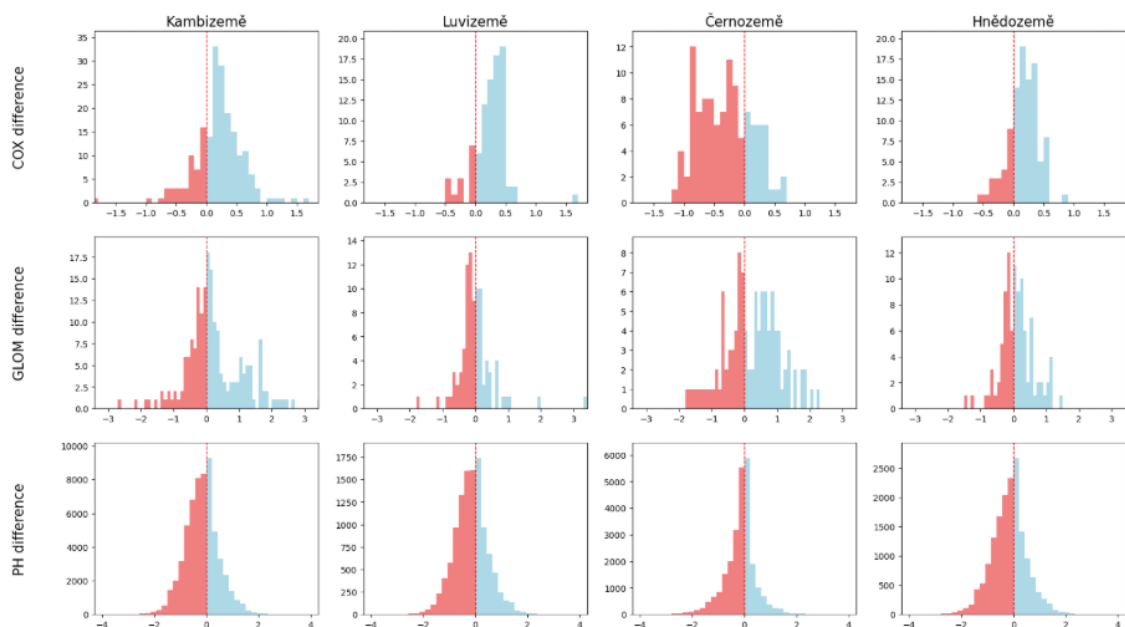
Všechny parametry byly analyzovány strukturovaně dle SGPT (souborů genetických půdních typů), tj. sdružených jednotek HPJ (hlavní půdní jednotky). Z celého území ČR byly vypočteny rozdíly hodnot z recentního a nejstaršího půdního odběru na všech třech prostorových úrovních (lokal, DPB, 1km). Z nich byly analyzovány trendy pro jednotlivá SGPT, - viz ukázka na obr. 17, 18 a 19 (červené sloupce: snížení hodnoty půdního parametru v rámci sledovaného období; modré sloupce: analogicky zvýšení). Trendy stejných půdních vlastností se liší na různých prostorových úrovních a napříč různými SGPT. Pro příklad, z obr. níže č. 18 a 19 je patrné převažující ztráta půdního uhlíku na úrovni DPB i kilometrové sítě u černozemí, zatímco u kambizemí, luvizemí a hnědozemí je trend opačný. U glomalinu a pH je frekvence snížení a zvýšení hodnot přibližně stejně zastoupena (50% na 50%). Tímto způsobem byly analyzovány všechny půdní parametry pro všechna SGPT na celorepublikové úrovni. Jiné vyjádření časové dynamiky půdních vlastností je znázorněno na obr. 20 v krabicových grafech napříč šestiletými periodami vzorkování. Stejně informace v prostorových databázích GIS byly vytvořeny na prostorových úrovních sítě 1km, DPB a odběrových míst (obr. 21 a 22) a jsou připravena jako vstupy pro model vývoje půdních vlastností i syntézová hodnocení na úrovni krajiny.

Individual Points of Measurements



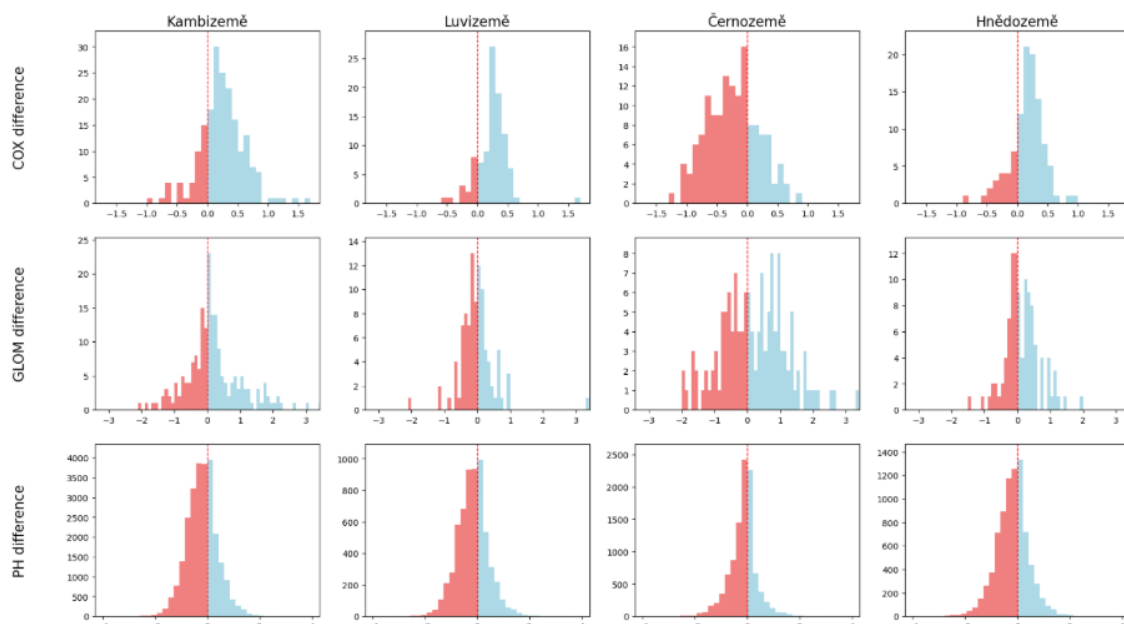
Obrázek 107. Histogramy rozdílů hodnot vybraných půdních vlastností (Cox, Glomalin, pH) v čase na úrovni odběrových míst pro vybrané SGPT (půdy kambizemní, luvizemní, černozemní, hnědozemní).

DPB - Soil Properties

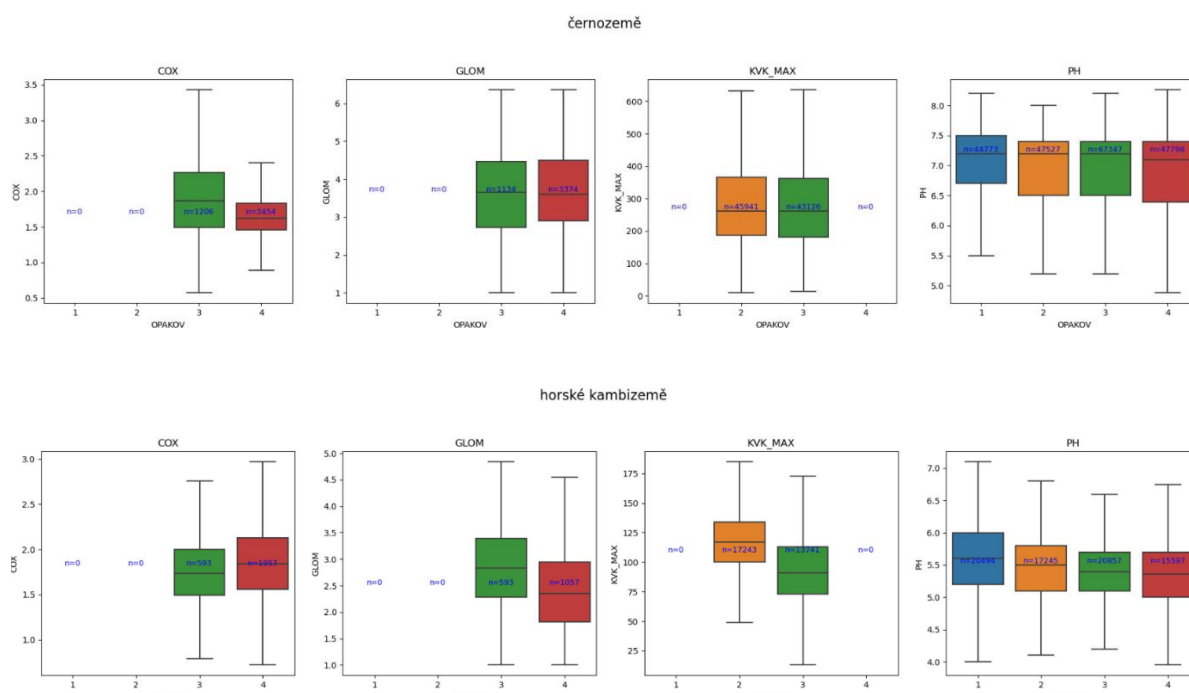


Obrázek 118. Histogramy rozdílů hodnot vybraných půdních vlastností (Cox, Glomalin, pH) v čase na úrovni dílů půdního bloku (DPB) pro vybrané SGPT (půdy kambizemní, luvizemní, černozemní, hnědozemní)

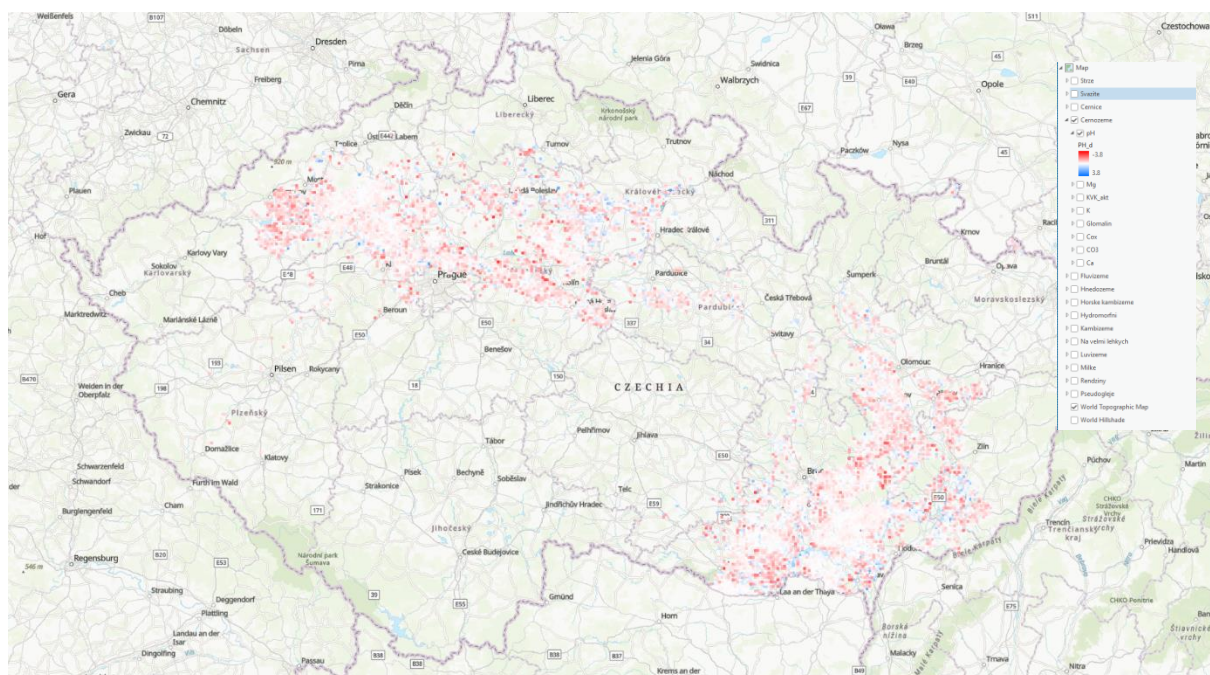
Sq. km - Soil Properties



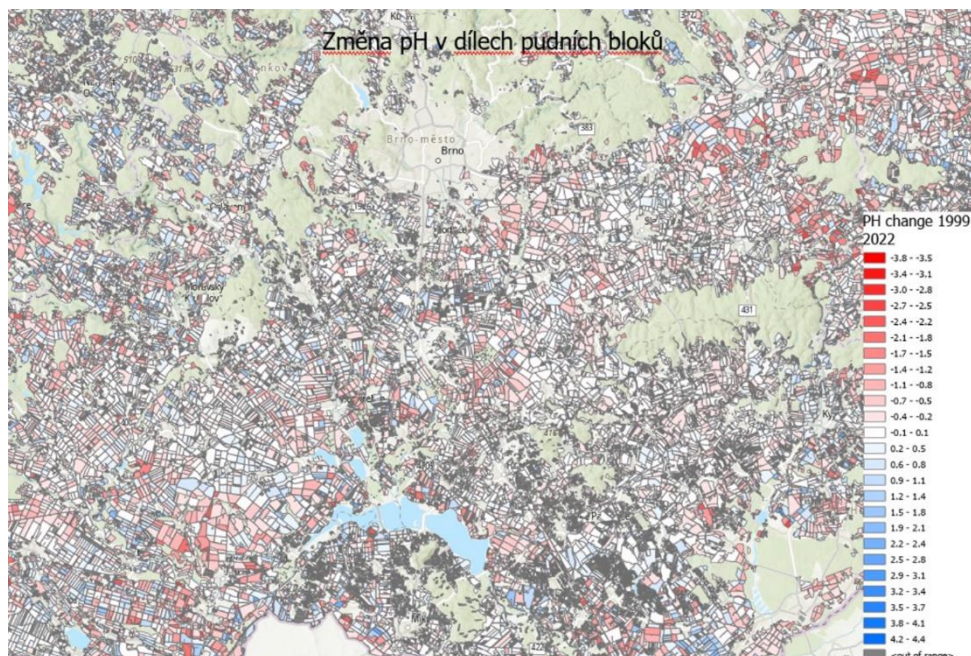
Obrázek 19. Histogramy rozdílů hodnot vybraných půdních vlastností (Cox, Glomalin, pH) v čase na úrovni sítě o gridu 1km pro vybrané SGPT (půdy kambizemní, luvizemní, černozemní, hnědozemní)



Obrázek 20. Krabicové grafy – ukázka časové dynamiky Cox, glomalinu, KVK, pH) pro jednotlivá vzorkování (6-ti letý interval) pro SGPT černozemních půd a horských kambizemí.

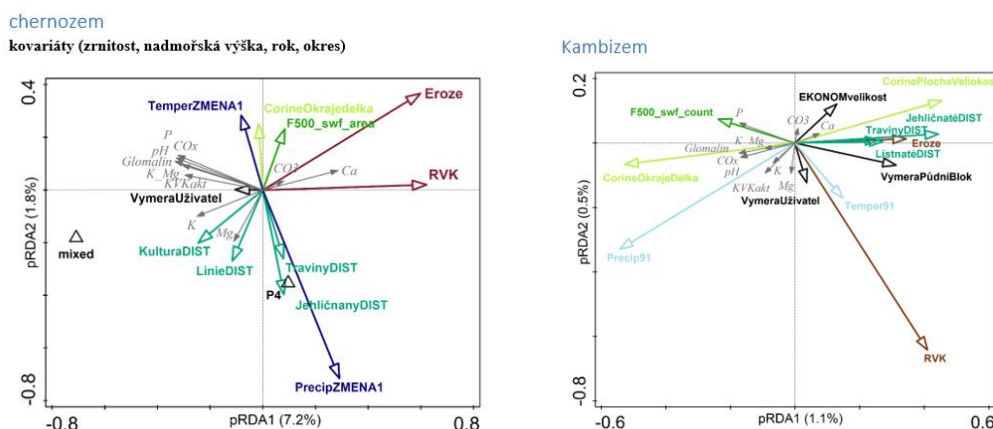


Obrázek 21. Vizualizace rozdílů hodnot pH černozemních půd recentní – nestarší perioda odběru v kilometrové síti pomocí rastrové vrstvy GIS. Červená barva značí snížení pH, modrá zvýšení pH v čase, čím sytější odstín tím větší difference v hodnotách.



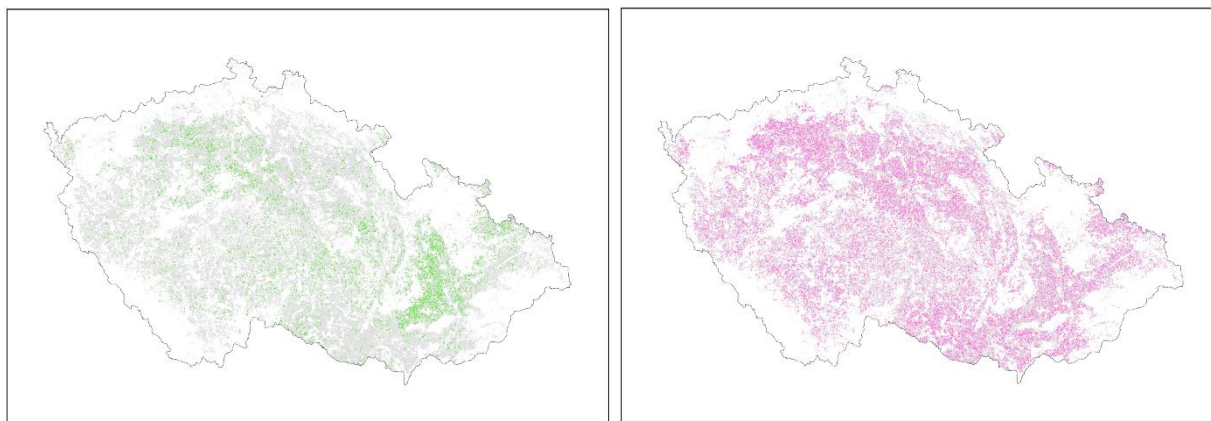
Obrázek 22. Vizualizace rozdílů hodnot pH mezi lety 1999 a 2022 v rámci dílů půdního bloky (hranice z roku 2022) pomocí rastrové vrstvy GIS. Červená barva značí snížení pH, modrá zvýšení pH v čase, čím sytější odstín tím větší difference v hodnotách.

Dále pokračovala aktivita vyhodnocování vlivu faktorů prostředí na dynamiku půdních vlastností. Pro tento účel bylo použito několik statistických přístupů (*boosted regression trees*, *step-wise regression*, *ordinanční metody*, *structural equation models*). Faktory prostředí byly klasifikovány na klima (srážky, teploty, rozdíly v normálech), půda (RVK, zrnitost, eroze), krajina (různé indikátory krajiny – diverzita plošek, délka obvodů krajinných prvků apod. na prostorových úrovních CORINE, KVES, LPIS) a charakteristiky farem (typologie FADN). Z analýz vyplývá relativně velký vliv klimatických parametrů a také jejich změn v čase (během poslední dvou normálových období) a dále charakteristiky krajiny a farem. U všech SGPT je typické malé procento vysvětlené variability půdních dat. Je zřejmé, že některé klíčové faktory nebyly zahrnuty v databázi (a ani být nemohly, pro nedostupnost dat). Jde pravděpodobně o faktory spojené přímo s typem managementu půdy. Z toho důvodu se chceme v nastávajícím období soustředit na vyhodnocení vlivu plodin (zde jsou dostupná data na 2-3 roky), příp. celé osevní postupy (pokud budou data disponibilní).

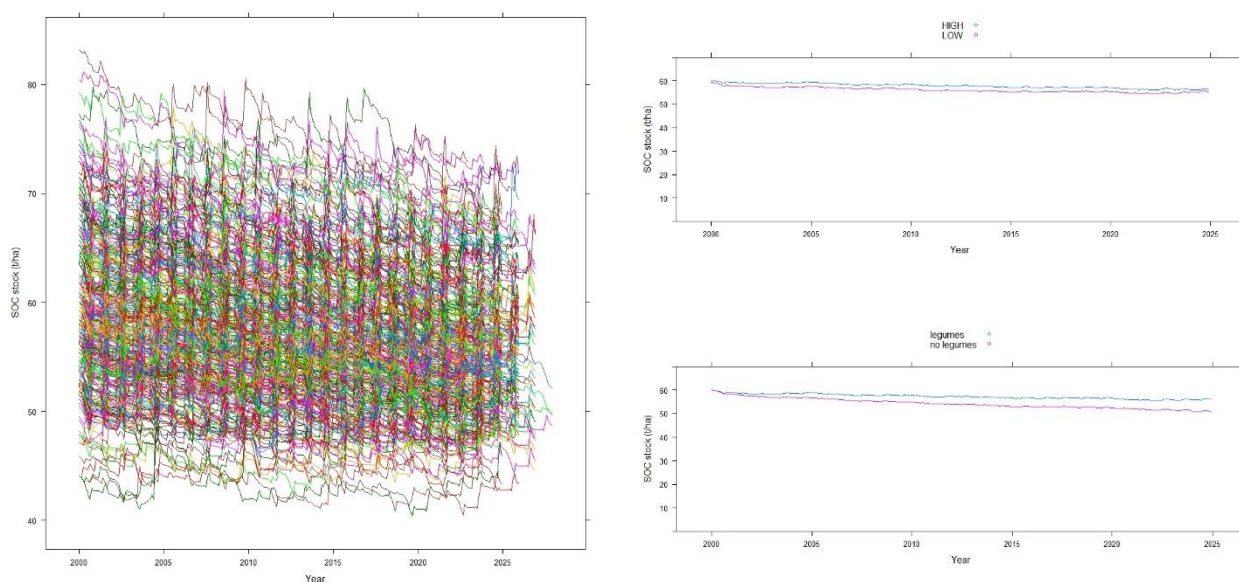


Obrázek 23. Ukázka ordinačních diagramů (parciální redundanční analýza) pro statisticky významné faktory prostředí u černozemí a kambizemí.

V rámci dílčí aktivity **WA C1.2 Predikce vývoje půdních vlastností a ZPF** pokračovaly práce na výstupu **Model vývoje půdního pokryvu a půdních vlastností v návaznosti na scénáře klimatické změny**, konkrétně byla provedena analýza dostupných modelů pro predikci změn půdního uhlíku. Pro toto modelování byl vybrán model RothC, který slouží pro modelování změn obsahu oxidovatelného uhlíku v půdě v její svrchní části (0-30 cm). Do modelu vstupují tři skupiny dat: 1) půdní – obsah jílu (částice menší 0,002 mm) – tato data budou získána z podrobné mapy půdních vlastností, 2) klimatická data – srážky, teplota a evapotranspirace (pro tato data budou vybrány předpovědní modely vytvořené CHMI v rámci projektu v dřívějších letech či v případě výparu v roce 2024, viz dále. 3) agrobiologická data – vstup rostlinných zbytků a organických hnojiv. Pro vstup množství organických zbytků je v současné době prováděna analýza zastoupení plodin na základě dat dostupných z aplikace LPIS (obr. 24). Přesná data existují pro roky 2023 a 2024. Z nich je prováděna regionalizace zastoupení plodin v různých klimatických regionech (dle BPEJ) a územních jednotek (NUTS3 a NUTS4). Do analýzy budou dále zapojena i starší data LPIS, která však nemají dostupnou prostorovou regionalizaci.



Obrázek 24. Ukázka odlišnosti zastoupení jarního ječmene (vlevo) a ozimé pšenice (vpravo) na zemědělské půdě v roce 2024 dle LPIS.



Obrázek 25: Výsledky hodnocení změny obsahu uhlíku v půdách pomocí modelu RothC při různých scénářích. Výstupy analýz ukazují první testovací výsledky ze sítě 10x10 km (vlevo). Kdy jednotlivé linie představují změny Cox v čase pro různé osevní postupy a půdní vlastnosti daného stanoviště (čtverce sítě). Obrázek vpravo nahoře ukazuje změnu vývoje Cox dvou půdně homogenních stanovišť při dvou osevních postupech s vysokým (modře) a nízkým (fialově) zastoupením luskovin. Obrázek vpravo dole ukazuje vývoj změn Cox při stejném osevním postupu, ale půdně odlišných stanovištích – s jílovitou půdou (modře) a písčitou (půdou).

V roce 2024 byl v rámci agroklimatických analýz dokončen výpočet hodnot výparu z volné hladiny jako podklad pro model RothC (vývoj koncentrace uhlíku v půdě). S využitím denních meteorologických dat z modelu Aladin/Climate CZ byla spočítána rastrová data měsíčních úhrnů výparu z volné vodní hladiny v rozlišení 500 m pro scénáře RCP4.5 a RCP8.5 pro období 2021–2050 a 2051–2080 (tab. 1).

Tabulka 1. Průměrné roční úhrny výparu z volné vodní hladiny mm za období duben–říjen pro období 2021–2050 a 2051–2080 a odchylky od normálu 1991–2020.

Referenční období	Výpar z volné vodní hladiny (mm za období duben–říjen)	Odchylka od normálového období 1991–2020 (mm)
1991–2020	670,6	0
2021–2050 (RCP4.5)	877,5	206,9
2021–2050 (RCP8.5)	886,3	215,7
2051–2080 (RCP4.5)	1070,9	400,3
2051–2080 (RCP8.5)	1225,2	554,6

Výpar z volné vodní hladiny měřený v referenčním období 1991–2020 činil na území ČR průměrně 670,6 mm za období duben–říjen. Tento údaj představuje referenční hodnotu, ke které jsou porovnávány změny v dalších obdobích.

Období 2021–2050:

- Scénář RCP4.5: Očekává se, že průměrný výpar vzroste na 877,5 mm, což znamená nárůst o 206,9 mm oproti referenčnímu období.
- Scénář RCP8.5: Předpokládá se ještě výraznější zvýšení průměrného výparu na 886,3 mm, což odpovídá odchylce 215,7 mm oproti referenční hodnotě.

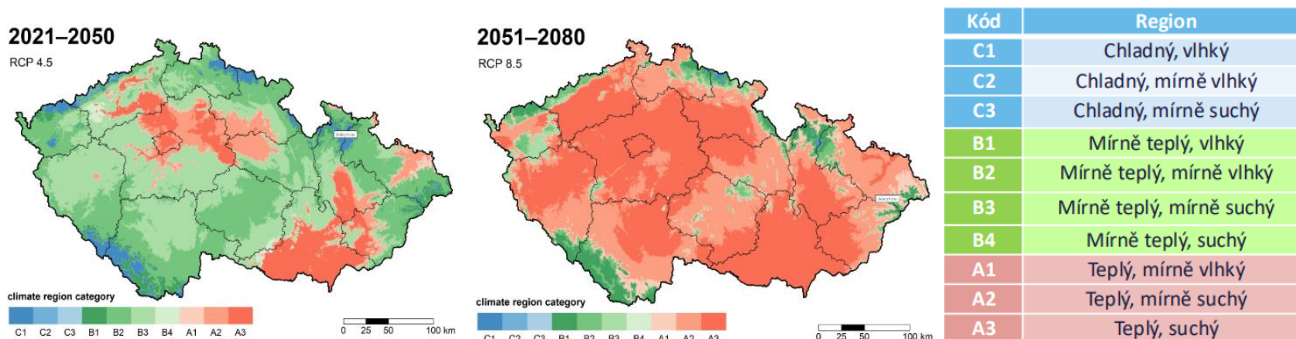
V obou scénářích je očekáván výrazný nárůst výparu, což odráží zvyšující se teploty a předpokládaný nárůst potenciální evapotranspirace. Tento trend souvisí s oteplováním v důsledku změny klimatu a naznačuje, že vyšší emise skleníkových plynů (RCP8.5) mohou vést k ještě většímu zvýšení výparu.

Období 2051–2080:

- Scénář RCP4.5: Předpokládá se, že průměrný výpar dosáhne hodnoty 1070,9 mm, což znamená nárůst o 400,3 mm oproti referenčnímu období.
- Scénář RCP8.5: Odhaduje se, že průměrný výpar vzroste až na 1225,2 mm, což odpovídá odchylce 554,6 mm oproti referenci.

Druhá polovina 21. století naznačuje dramatický nárůst výparu z volné vodní hladiny, přičemž vyšší emise (RCP8.5) predikují téměř dvojnásobný výpar oproti referenčnímu období. Tento trend úzce souvisí s očekávaným zvýšením potenciální evapotranspirace způsobeným vyššími teplotami. Průměrné údaje pro Českou republiku podtrhují významné změny v hydrologickém cyklu, které mohou mít dopady na vodní zdroje, zemědělství a ekosystémy.

Návrh nové rajonizace klimatických oblastí, posuny těchto oblastí podle scénářových dat byl proveden a prezentován na mezinárodní konferenci. Dále byly vypočteny změny v počtu dnů s půdním suchem podle scénářových dat. V příštím roce bude výstup dokončen.



Obrázek 26. Nové klimatické regiony pro scénáře RCP 4.5 (realistický scénář, mírný růst a pak stagnace), obrázek vlevo pro období 2021–2025 a scénář RCP 8.5 (nejhorší scénář, růst emisí), obrázek vpravo pro období 2051–2080; vpravo legenda.

V rámci modelování ohrožení půd základními degradačními procesy (vodní a větrná eroze, pedokompakce a ztráta uhlíku) s využitím modelových klimatických dat, byla provedena revize dostupnosti půdních dat pro modelování. Pro modelování budou využity podrobné aktuální mapy (rozlišení rastru 20 m) půdních vlastností, které vznikly pro celou ČR na základě využití dat Komplexního průzkumu půd a metod digitálního mapování půd (Žížala et al., 2020). Výsledný produkt bude generalizovaný na velikost rastru 1 km.

V rámci aktivity **WA C1.3 Typologie agrosystémů z hlediska míry ohrožení** byly dosud provedeny dílčí kroky provázané s aktivitami **WP2**, výsledná typologie bude zohledňovat predikce půdních vlastností ve vazbě na scénáře vývoje klimatu, faremní typy (dle kategorizace FADN: 2 vektory - ekonomická velikost farmy a její zaměření (roslinná výroba, živočišná výroba, kombinace, zelinář). Výsledek na konci roku 2025: Typologie agroekosystémů z hlediska míry ohrožení.

Vytvoření typologie území bude vycházet z takzvaných sdružených vlivů (bundles). Vlastní modelování vrstev ohrožení bude v prvním pololetí roku 2025 a v II/2025 naváže tvorba map ohrožení agrosystémů, které se vztahují k plánovaným výstupům **V45**, **V48**, **V78**.

Dosavadní výstupy

Vybrané výsledky byly prezentovány na mezinárodních konferencích

- Pavlů Lenka; Borůvka Luboš; Zádorová Tereza; Penížek Vít a Balík Jiří. 2024. The effect of agricultural practices on stabilization of organic matter in various soil types. 11th BIOGEOMON International Symposium on Ecosystem Behavior, 8. 1. 2024, San Juan, Puerto Rico. s. 93. (https://biogeomon2024.iter.network/wp-content/uploads/2024/04/Unoff-Conf-Proc-Biogeomon-2024_PK.pdf)
- Annual Meeting of the European Meteorological Society, Barcelona, 2 to 6 September 2024: Projected soil drought development in Czechia (2021–2050; 2051–2080) using high-resolution ALADIN-Climate/CZ regional model.

Závěrečné studentské práce:

- Oldřich Falta: Hodnocení zásob a potenciální sekvestrace uhlíku v půdách vybraných oblastí České republiky (DP, termín dokončení 2025)

Plán dalšího postupu

Aktivita v roce 2025 budou směřovat k finalizaci plánovaných výstupů. Především modelování půdních vlastností, kde budou využity podrobné aktuální mapy (rozlišení rastru 20 m) půdních vlastností, které vznikly pro celou ČR na základě využití dat Komplexního průzkumu půd a metod digitálního mapování půd (Žížala et al., 2020). Výsledný produkt bude generalizovaný na velikost rastru 1 km. Důraz bude kladen také na vliv osevních postupů a jejich roli v modelech vývoje půdní vlastnosti a finalizaci výstupů vstupující do syntéz v rámci **WG C** i na krajinné úrovni (propojení s **WG A**). Koordinace především se skupinou M. Šereše ohledně mapy zranitelnosti krajiny.

Na rok 2025 jsou plánovány tyto závazné výstupy:

- V37 Databáze aktuálních půdních vlastností vázaná na vybrané lokalizace KPP
- V38 Spektrální databáze zemědělských půd ČR - v současné době je dokončena většina analýz, jejichž výsledky budou součástí obou databází. V plánu je ještě dokončení analýz z poslední vzorkované lokality a doplňování NIR spekter půdních vzorků i z lokalit testovaných v rámci jiných experimentů a výzkumů.
- V45 Model vývoje půdního pokryvu a půdních vlastností v návaznosti na scénáře klimatické změny - v současné době jsou kompletní údaje o vývoji klimatických podmínek, mapa obsahu jílů. V plánu je analýza zastoupení plodin na základě dat dostupných z aplikace LPIS a dokončení výstupu modelem RothC.
- V47 Nové definice klimatických regionů - výstup je v pokročilé fázi rozpracovanosti, v roce 2025 bude finalizován.
- V48 Mapa agroekosystémů z hlediska míry ohrožení (Nmap) - praktický výstup – vizualizace, svázaný s výsledky V45 a V78.
- V78 Typologie agroekosystémů z hlediska míry ohrožení - vytvoření typologie území bude vycházet z takzvaných sdružených vlivů (bundles). Vlastní modelování vrstev ohrožení bude v prvním pololetí roku 2025 a v II/2025 naváže tvorba map ohrožení agrosystémů, které se vztahují k plánovaným výstupům V45, V48, V78.

WP2 KLÍČOVÉ PŮDNÍ PROCESY A VLASTNOSTI

V rámci výzkumu půdní biodiverzity zastřešené aktivitou **WA C2.1 Půdní biodiverzita** byla v roce 2024 na odborné konferenci prezentována studie vlivu větrolamů (laboratorní analýzy a vyhodnocování výsledků) na půdu a půdní biotu, která byla studována v různých vzdálenostech od větrolamů a zároveň v různých vzdálenostech od okraje polí bez větrolamů na logaritmické škále. Ukázalo se, že blízkost větrolamů (až do vzdálenosti 30 m) zvyšuje množství organické hmoty v půdě zejména pak POM (particulate organic matter), v menší míře i množství mikrobiální biomasy. Dále se zdá, že existuje obecný okrajový efekt, který není specificky spojen s přítomností větrolamu. Tyto výsledky jsou nyní připravovány k publikaci ve vědeckém časopise.

Pracovali jsme na konceptualizaci vztahu mezi vegetací, půdními organismy a vlastnostmi půd. Ukazuje se, že vliv vegetace a půdních organismů na půdní vlastnosti je kontextuální nejenom ve vztahu k dalším environmentálním faktorům, jakým je klima nebo geologický substrát, ale zejména v historii předchozího působení předmětných faktorů. Prakticky to znamená, že budeme-li sledovat vliv nějakého organismu nebo i technologie na půdní procesy, bude tento vliv různý v závislosti na tom jak dlouho předmětný organismus nebo předmětná technologie na půdu působí.

V empirických teoretických studiích byly rozváděny oba aspekty kontextualizace vlivu bioty na půdní procesy. Z pohledu vlivu environmentálních faktorů, byl sledován vliv různých jílových minerálů či různého geologického složení vlivu žížal na akumulaci půdní organické hmoty. Co se týče kontextualizace předchozího působení předmětných organismů či procesů, byla provedena rozsáhlá literární rešerše, která ukazuje, že hromadění změn půdních vlastností (legacy) je nejvýznamnější v iniciálních stádiích vývoje půd či v půdách které prodělaly rozsáhlou disturbanci. Toto pozorování je důležité proto, že ukazuje, že při posuzování vlivu organismů ale i technologií, nebo změn v užívání krajiny je třeba nespoléhat se na data z krátkodobých pokusů, ale je třeba sledovat vliv předmětných organismů či procesu po delší dobu optimálně několika dekád, případně mít k dispozici krátkodobé pokusy provedené v půdách, které byly vystaveny různě dlouhému působení těchto faktorů. Názorným příkladem takového vlivu může být působení žížal na akumulaci půdní organické hmoty a půdní procesy. Ukazuje se, že introdukce žížal do půd, kde se předtím žížaly nevyskytovaly (například intenzivně obdělávaných zemědělských půd), vede ke krátkodobému snížení obsahu organické hmoty, a může i zhoršit využívání živin rostlinami. Tato deprese je však krátkodobá, ve střednědobém horizontu podporují žížaly akumulaci organické hmoty v půdě, a to zejména je-li půda zásobena snadno rozložitelnou organickou hmotou. To má následně pozitivní vliv na využívání živin rostlinami. Po několika dekádách (50-150 let) může dojít k saturaci minerální půdy minerálně vázaným uhlíkem, což vede k tomu, že činnost žížal nemá nadále pozitivní vliv na akumulaci uhlíku, může však neustále přispívat k mobilizaci živin využitelných rostlinami. Provedená rozsáhlá literární rešerše ukazuje, že podobné vztahy se týkají i působení zemědělských technologií. Výsledky těchto analýz jsou shrnuty v níže uvedených publikacích časopisech *Soil biology and Biogeochemistry*, *Biogeochemistry* a *Geoderma regional*. Z tohoto pohledu jsou nesmírně cenné dlouhodobé pokusy prováděné Mendelovou univerzitou v Brně na Školním zemědělského podniku v Žabčicích, na jejichž analýze jsme se též podíleli.

Byly dokončeny práce na přípravě návrhu monitoringu půdní biodiverzity v podobě rešerše dostupné vědecké literatury a podobných metodik v evropských zemích a souvisejících předpisů (včetně návrhu Directive on soil monitoring and resilience). Některé evropské země (Nizozemsko, Německo, Francie) mají biologické parametry jako součást dlouhodobého monitoringu půd. Zpráva byla konzultována a odevzdána na MŽP. Základní principy, na kterých by měl být navrhovaný monitoring postaven lze shrnout následovně:

- měl by využít skupin organismů a standardních laboratorních analýz, které by měly být dostatečně prozkoumané, ekologicky diverzifikované (různé ekologické strategie) a metodicky dobře uchopitelné, na základě těchto kritérií byly doporučeny následující skupiny a parametry: žížaly, celková mezofauna, chvostokoci, mikrobiální respirace a mikrobiální biomasa;
- monitoring by měl umožnit využití dat ze stávajících dlouhodobých měření což umožní hodnocení dlouhodobých trendů a tím významně zvýší aplikovatelnost výstupů pro rozhodovací procesy ve státní správě. Proto návrh doporučuje zahrnutí ploch, na kterých ÚKZÚZ provádí sledování mikrobiálních vlastností na orné a zatravněné půdě od roku 1999 (57 sledovaných lokalit), a dále ploch, které dlouhodobě sleduje Ústav půdní biologie a biogeochemie BC AV ČR. Ten má k dispozici více než 70 ploch s výchozími daty z 90. let minulého století. Navrhujeme založit monitoring na kombinaci těchto ploch, z nichž by se vybralo cca 120 z nich, jež by mohly být sledovány ve tříletých intervalech. Tak by se každý rok sledovala a analyzovala třetina ploch (40), což je zároveň v praxi realizovatelné a finančně udržitelné.

Ve spolupráci s kolegy z VÚK (VÚKOZ), pokračoval výzkum vlivu erozních procesů na půdní vlastnosti s využitím experimentálního povodí FALCON. Tyto výsledky ukazují, že zatímco v agroekosystémech sehrávají erozní procesy jednoznačně negativní roli (jak ostatně potvrzují i naše dřívější výsledky získané v rámci tohoto projektu), v přirozených ekosystémech je situace složitější, a určitá míra erozních a sedimentačních procesů může hrát významnou roli ve formování specifických mikrohabitatů umožňujících a podporujících spontánní rozvoj vegetace během přirozené sukcese na disturbovaných plochách včetně například ploch poškozených po těžbě uhlí. Zde se ukazuje, že ponechání přirozené heterogenity pozemku vede k lokálně větší míře eroze. Ta je však kompenzována akumulací sedimentů v nedalekých (sub)ploškách v rámci jedné větší plochy. Tyto lokální přesuny vedou k diverzifikaci půdních vlastností a ve svém důsledku k podpoře přirozeného rozvoje vegetace. Tento přirozený rozvoj vegetace pak v důsledku vede k tomu, že sukcesní plochy v řadě parametrů včetně například fixace uhlíku ve velmi ranních stádiích dohání plochy rekultivované. Výsledky těchto studií jsou shrnuty v níže uvedených publikacích v časopisech *Science of the Total Environment* a *Environmental and Sustainability Indicators*.

V rámci dělení půdních bloků byla vytvořena nová metodika výpočtu L faktoru pro heterogenní pokryv, která přesněji vymezuje ohrožená místa v rámci jednoho půdního bloku. Vychází z inovace výpočtu příspěvkové plochy v rámci výpočtu USLE, kdy na rozdíl od původní varianty výpočtu rozlišuje případnou heterogenitu plodin, které mění množství povrchového odtoku a tím i erozní dopad na jednotlivé plošky. Upřesnění povrchového odtoku je dáno začleněním CN křivek do výpočtu. Tímto se původně empirický model blíží modelům fyzikálním. Aktuální výpočet je aktuálně realizován prostřednictvím agentového modelování v prostředí Netlogo. Celý přístup je shrnut v certifikované metodice Stanovení potenciální eroze pro nehomogenní pokryv s možným využitím v rámci protierozní ochrany.

V oblasti eroze půdy na rozšířených půdních typech ČR (kambizem, černozem) se podařilo publikovat nové prozatím nepublikované výsledky o změnách půdních fyzikálních, chemických a biochemických vlastností v různých typech svahů (konvexní, konkávní), to na erozních a akumulacích plochách. Článek vyšel v impaktovém časopise *Land*.

Metodický článek ohledně využití satelitních snímků a jejich kombinace dálkového průzkumu Země (J.Biney, J.Houška) *Significance of Planet SuperDove and refined Sentinel-2 Imagery fusion for enhanced soil organic carbon prediction in a cropland* byl předložen do časopisu *Catena* a je v druhém kole recenzního řízení.

Multikriteriální analýza (MKA) jako nástroj pro výběr lokalit malých vodních ploch v zemědělské krajině byla dokončena kalibrací jednotlivých vstupních parametrů na základě PCA analýzy pro jednotlivé zemědělské výrobní oblasti. Výsledky jsou aktuálně finalizovány a zpřístupňovány v podobě geodatabáze a webové aplikace s vizualizací výsledků, i dalších důležitých vrstev z hlediska projektových činností.

V návaznosti na MKA bylo provedeno dotazníkové šetření s cílem získat názor zemědělských subjektů na malé vodní plochy a přírodě blízká retenční opatření v krajině s názvem „Zemědělské hospodaření a zlepšení vodního režimu v krajině očima zemědělce.“ Dotazník obsahoval několik okruhů dotazů – postoje respondentů k vazbám mezi zemědělstvím a zlepšením vodního režimu v krajině, dále postoj k životnímu prostředí a klimatické změně a základní charakteristiky zemědělského subjektu. Převažovaly otázky uzavřeného typu s možností odpovědi pomocí Likertovy stupnice – míra souhlasu /postoje (obecně jsou to možnosti typu ano – neutrální – ne), dále zde byly otázky s více možnostmi odpovědi a několik otázek s otevřenou odpovědí. Online forma dotazníku byla zaslána zemědělským subjektům v jednotlivých krajích ČR prostřednictvím ústředí SZIF Praha.

V rámci ČR bylo zatím vyhodnoceno cca 1000 kompletně vyplněných dotazníků od zemědělských subjektů. Výsledky byly zpracovány v podobě vědeckého článku i s využitím moderních nástrojů velkých jazykových modelů AI. V současné době je článek v recenzním řízení impaktovaného časopise *Agriculture and Water Management*.

V souvislosti s návrhy a potenciální realizací malých vodních ploch probíhá nyní mezioborová diskuse s odborníky na botaniku, zoologii a hydrobiologii. Výsledkem by mohl být synergický postup pro řešení otázek retence vody v krajině. Aktuální vrstva ohrožených biotopů je součástí **mapového serveru a webové aplikace** zobrazující výsledky kritériálních analýz i podkladové vrstvy důležité pro projektanty.

Byla vypracována a Státním pozemkovým úřadem certifikována metodika SS02030018-V50 *Stanovení potenciální eroze pro nehomogenní pokryv, zohledňující vliv různých plodin na povrchový odtok s možným využitím pro protierozní ochranu*.

V roce 2024 se podařilo publikovat výsledky porovnání eroze a akumulace půd typů černozemních a kambizemních, a to v impaktovaném časopise (Šarapatka et al., 2024).

V oblasti eroze půdy pokračovalo hodnocení kvality půdy v systému pásového střídání plodin a dále vyhodnocování výsledků vybraných půdních vlastností na kambizemích, čímž je doplňována databáze plošně rozšířených půdních typů ČR (kambizem, černozem).

Na jaře tohoto roku se rovněž podařilo vydat impaktivou publikaci týkající se agroenvironmentálních opatření ve vztahu k vyvinuté typologii zemědělských systémů (FSA), která identifikuje farmy s podobnou reakcí na zemědělské politiky (Václavík et al., 2024), T.; Beckmann, M.; Bednar, M.; Brdar, S.; Breckenridge, G.; Cord, A.; & Domingo-Marimon, C.; Gosál, A.; Langerwisch, F.; Paulus, A.; Roilo, S.; Šarapatka, B.; Ziv, G.; Čejka, 2024: Farming system archetypes help explain the uptake of agri-environment practices in Europe, Environ. Res. Lett. 19 074004.)

Výsledky geoprostorových analýz kromě jiného ukazují rozdílnost přístupů k AEP v rámci jednotlivých typologií, kdy velké farmy většinou přijímají AEP, zatímco ty menší s nízkou ekonomickou hodnotou ve velkém procentu ne. Vytvořená typologie FSA může napomoci lépe cílit a přizpůsobovat politiky pro efektivnější ochranu životního prostředí.

Dosavadní výstupy

- SS02030018-V49 Návrh systému monitoringu půdní bioty
- SS02030018-V50 Stanovení potenciální eroze pro nehomogenní pokryv, zohledňující vliv různých plodin na povrchový odtok s možným využitím pro protierozní ochranu (certifikovaná metodika).

Výstupy nad rámec:

- Frouz J., 2024. Plant-soil feedback across spatiotemporal scales from immediate effects to legacy, Soil Biology and Biochemistry, 189, 109289, <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2023.109289>.
- Badraghi A, Mudrák O, Kučera J, Montagnani L, Frouz J, 2025. Energy and CO2 fluxes in the early stage development of reclaimed and unreclaimed post-mining areas, Environmental and Sustainability Indicators, 25, 100547, <https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100547>.
- Frouz J, Oppong J.C., Bartuška M., Šanda M., Lišková K., Gerwin W., Nenov R., Červenka J., Houška Kubát J., J.-F., Vitvar T., Dušek J., 2024. The effects of surface heterogeneity on erosion and sedimentation and their implications for soil properties at postmining sites, Science of The Total Environment, 957, 177612, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.177612>.
- Irshad, S., Frouz, J. How the effect of earthworms on soil organic matter mineralization and stabilization is affected by litter quality and stage of soil development. Biogeochemistry 167, 1425–1436 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10533-024-01182-8>
- Nezhad MTK, Mustafa A, Kukla J, Frouz J, 2024. Bedrock lithology and tree species type influence soil nitrogen dynamics in a temperate forest, Geoderma Regional, 39, e00880, <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2024.e00880>.
- Šarapatka, B.; Bednář, M.; Pospíšilová, L.; Badalíková, B.; Černožorský, J.; Netopil, P.; Sedlák, L. The Influence of Erosion and Deposition Processes on the Selected Soil Properties of Chernozems and Cambisols. Land 2024, 13, 1812. <https://doi.org/10.3390/land131118>.
- Václavík, T.; Beckmann, M.; Bednar, M.; Brdar, S.; Breckenridge, G.; Cord, A.; & Domingo-Marimon, C.; Gosál, A.; Langerwisch, F.; Paulus, A.; Roilo, S.; Šarapatka, B.; Ziv, G.; Čejka, 2024: Farming system archetypes help explain the uptake of agri-environment practices in Europe, Environ. Res. Lett. 19 074004.
- O: Pavelková, R.; Šímová, L.; Netopil, P.; Šarapatka, B.; Frajer, J.; Létal, A.; Havlíček, M. (2024): Propojenost historických zamokřených luk a současných vodních ploch na příkladu Uherskobrodská. In: Rybníky 2024, Česká společnost krajinných inženýrů: 3-16. ISBN 978-80-01-07388-9

Konference:

- Výsledky výzkumů byly prezentovány na mezinárodních konferencích IFOAM - Centennialis 2024 ve Florencii, Artificial Intelligence for Soil Health v Budapešti a Pedologické dny Liptovský Ján.
- D'Hervilly C., Houška, J., Bartuška, M., Hublová L., Kopecký T., Raoux F., Obradovic, J. (2024) Impact on windbreak addition on the forms of soil organic matter and associated soil organisms in the field: results from South Moravia – Oral presentation at 7th European Agroforestry Conference (7th EURAF). 27. – 31. 5. 2024. Brno.

Plán dalšího postupu

Biologické vlastnosti půd

V roce 2025 budeme pokračovat ve studiu vlivu agrotechnických opatření na půdní biodiverzitu (přesah do WP3) a vlivem půdní biodiverzity na půdní procesy. Dále se budeme zabývat vlivem erozních procesů na tvorbu mikrohabitatů, vegetaci a půdní organismy. Budeme též dále rozvíjet studium interakcí krátkodobých a dlouhodobých vlivů vegetace organismů a technologií na půdu, které je důležité pro dlouhodobé plánování hospodaření v krajině. Pozornost bude též věnována spolupráci BC - UPOL ohledně vlivu eroze na polích, na půdní úrodnost a půdně biologické procesy a spolupráci BC - MENDELU ohledně interakcí agrotechnických opatření s půdně biologickými procesy.

Eroze a pásové střídání plodin

V dalším období bude pokračovat hodnocení vybraných půdních vlastností, včetně biologických v systému pásového střídání plodin, a to nejen u jednotlivých plodin v různých polohách na svahu (erozní a akumulční), ale i na neprodukcích plochách, které mají řadu mimoprodukčních funkcí v krajině. Dále bude pokračovat optimalizace modelů eroze s využitím ABM modelování v prostředí Netlogo. Pokračovat budou i aktivity související s inovací LS faktoru, výstupem bude Metodika stanovení potenciální eroze pro nehomogenní pokryv, zohledňující vliv různých plodin na povrchový odtok s možným využitím pro protierozní ochranu (typ NmetS). Práce budou probíhat i na stanovení C faktoru na travních porostech a zjišťování vlivu eroze na produkci plodin.

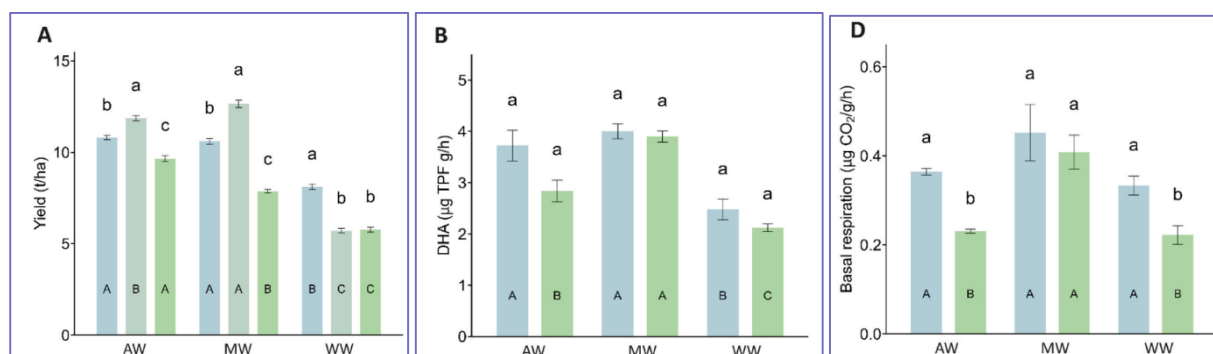
Optimalizace dělení pozemků a retence vody v krajině

V roce 2025 budeme pokračovat na optimalizaci dělení půdních bloků z hlediska biodiverzity a retence vody v krajině. Předpokládá se dokončení mapového serveru a webové aplikace pro projektanty. Dále také finalizace dotazníkového šetření s názvem „Zemědělské hospodaření a zlepšení vodního režimu v krajině očima zemědělce“, které je aktuálně v recenzním řízení impaktového časopisu. Aktivity směřují k výsledku V52 (NmetS), který má být finalizován ke konci roku 2026.

WP C3 MANAGEMENT AGROSYSTÉMŮ A OCHRANA PŮDY

V rámci aktivity **WA C3.1 Agrotechnická opatření** byla v roce 2024 pozornost zaměřena na komplexní vyhodnocení vlivu předplodiny u pšenice ozimé. Střídání plodin je agronomická praxe, která může nabídnout výhody, jako je zvýšená agregace půdy, ukládání uhlíku, výnos plodin, transformace živin a účinnost využití, spolu se zvýšeným množstvím mikroorganismů. Protože je ozimá pšenice citlivá na určité předplodiny, může výběr vhodných plodin ovlivnit produktivitu. Tato studie hodnotila vliv tří předplodin na vybrané vlastnosti půdy (obsah uhlíku, mineralizaci, stabilitu agregátů a mikrobiální biomasu) ve dvou hloubkách půdy a na výnos pšenice za tři roky. Tento přístup zavedl nové hodnocení vzájemných vztahů mezi půdou a vlastnostmi plodin. Pokus zahrnoval tyto varianty: I. pšenice po vojtěšce (AW), II. pšenice po kukuřici (MW) a III. pšenice v monokultuře (WW). Ve srovnání s pšenicí po vojtěšce vykazovala monokultura pšenice vyšší obsah celkového uhlíku a organického uhlíku a nejnižší obsah relativního zbytkového oxidovatelného uhlíku (ze všech variant) v hloubce 0,15–0,30 m. U variant, kde pšenice byla pěstována po odlišných předplodinách, byly pozorovány významně vyšší aktivity mineralizace uhlíku v hloubce 0,15–0,30 m. Největší nárůsty dehydrogenázy, bazální a L-alaninem indukované respirace (IR) byly v hloubce 0,15–0,30 m u varianty MW, zatímco v

hloubce 0–0,15 m u varianty AW byl zaznamenán nejvyšší L-arginin-IR a biomasa hub. Vysoká bakteriální biomasa byla spojena s mineralizací uhlíku a se zvýšeným podílem stabilního uhlíku po obou předplodinách (AW, MW). Tyto varianty vykazovaly vyšší výnos pšenice ozimé, počet klasů a hmotnost tisíc zrn ve srovnání s WW. Vliv předplodiny byl pouze částečný hlediska zvyšování ukládání uhlíku v půdě a jeho stabilizaci v hloubce 0,15–0,30 m, tak předplodiny průkazně pozitivně přispěly k půdní mikrobiální abundanci, mineralizační aktivitě a navýšení výnosu zrna pšenice ozimé. Vybrané výsledky jsou uvedeny na obr. 27. Celkově byly publikovány ve vědeckém časopise *European Journal of Agronomy*.



Obrázek 27. Vliv různé předplodiny na A) výnos zrna; B) aktivitu dehydrogenázy a D) bazální respiraci půdy

Na konferencích byly prezentovány výsledky změn v zásobách půdního organického uhlíku (SOC) a jejich vývoj na základě modelování pomocí modelu RothC. Základem pro vyhodnocení byla data z dlouhodobých polních experimentů založených na Polní pokusné stanici Mendelovy univerzity v Žabčicích. Tyto prezentace výsledků navázaly na impaktovaný článek publikovaný v časopise *Plant, Soil and Environment* v předchozím roce.

Další oblastí, které byla věnovaná pozornost, byla problematika pěstování meziplojin. V provozních podmínkách zemědělského podniku DVP Agro a.s. bylo ověřováno zakládání porostů vícekomponentní meziplojinové směsi v různých termínech po sklizni hlavní plodiny po provedení podmiťce nebo přímým výsevem do strniště. Byla hodnocena produkce biomasy meziplojin, včetně podílu jednotlivých druhů. V tříletých poloprovozních polních pokusech byly získány praktické poznatky o pěstování meziplojin v sušších oblastech, které jsou využitelné přímo zemědělci.

Výstupem je Ověřená technologie, přičemž hlavní závěry jsou následující: byly získány výsledky o produkční schopnosti meziplojinové směsi ve vztahu ročníku a termínu výsevu. Meziplojiny příznivě reagovaly na přihnojení kompostem či fugátem. Výnos biomasy v sušině u nadzemní hmoty se v letech 2021–2023 pohyboval v rozmezí 2,36–6,93 t.ha⁻¹. Výnosy podzemní biomasy v sušině se na všech lokalitách ve třech letech pohybovaly mezi 0,49–1,31 t.ha⁻¹. Vysoký podíl na celkové produkci podzemní biomasy měla ředkev čínská, která má mohutný kulový kořen.

V rámci hodnocení podílů jednotlivých druhů meziplojin na celkové produkci nadzemní biomasy byl patrný dominantní podíl ředkve olejné a čínské. Zástupci jetelovin (jetel šípovitý, jetel perský a jetel alexandrijský), stejně jako řeřicha setá a lnička setá, byly natolik potlačeny, že se nevyskytovaly téměř vůbec nebo jen velmi málo. Svazanka vratičolistá, oves setý, bob obecný nebo masťák habešský na některých lokalitách dokázaly ředkvím konkurovat.

Na základě analýzy nadzemní biomasy byl zjištěn poměr C:N v průměru všech lokalit v rozmezí 14–19:1. U podzemní biomasy byl poměr C:N mezi 18–33:1. Poměr C:N byl ovlivněn druhem meziplojiny. Ve vyprodukované nadzemní biomase byl následující obsah živin: 834–2656 kg.ha⁻¹ C, 49–172 kg.ha⁻¹ N, 33–80 kg.ha⁻¹ Ca, 7–21 kg.ha⁻¹ P, 48–229 kg.ha⁻¹ K a 7–19 kg.ha⁻¹. Meziplojiny dokáží využít (zachytit) živiny, které nebyly využity hlavní plodinou. Tímto je omezeno riziko jejich vyplavení do hlubších vrstev půdy, resp. znečištění podzemní vody např. dusičnany. Meziplojiny dokáží zpřístupnit živiny z větších hloubek půdy a po mineralizaci primární organické hmoty jsou tyto živiny využitelné pro následnou plodinu, což vede k úspoře minerálních hnojiv.

Meziplojiny lze úspěšně zakládat přímým výsevem do strniště (byly ověřeny secí stroje Horsch Focus a SLV BOSS). Výhodou secích strojů s více zásobníky je možnost rozdělení semen podle velikosti a také výsev do odlišné hloubky.

Rychle zapojené porosty meziplodin dokáží konkurovat výdrolu obilnin a také plevelům. Naopak, pokud meziplodiny vzházejí pomalu či vzejdou mezerovitě (většinou za déletrvajícího sucha), dochází k rozvoji plevelů, které jsou schopny produkovat velký počet semen.

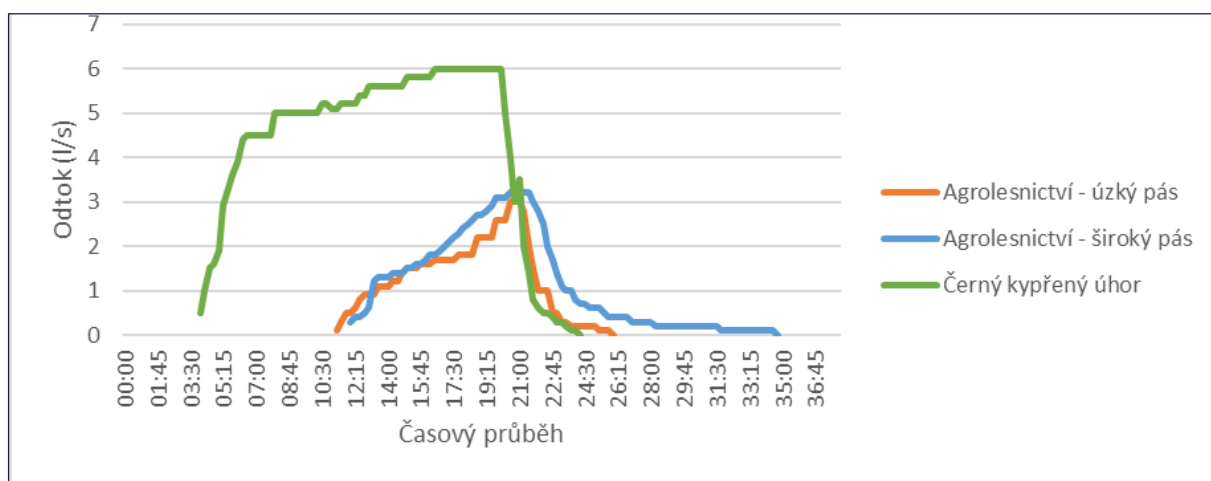
Meziplodiny jsou důležitou součástí udržitelného hospodaření na půdě. Správnou technologií jejich pěstování lze využít jejich potenciál při zvyšování půdní úrodnosti. Ozelenění půdy v mezuporostním období je důležitým prvkem, jak mohou meziplodiny přímo omezit neproduktivní výpar, a naopak využít vodu ve prospěch produkce biomasy, která se navrácí do půdy. Meziplodiny takto zasahují do koloběhu živin a jsou integrujícím prvkem mezi dvěma plodinami. Meziplodiny jsou nedílnou součástí půdoochranných technologií, jejich cílem je nejen chránit půdu před erozí, ale také umožňují lepší hospodaření s vodou, co dává předpoklady pro efektivní hospodaření v suchých oblastech. V neposlední řadě umožňují také rozvoj regenerativního zemědělství.

Cílem aktivity **WA C3.2 Plantáže energetických plodin** je komplexní hodnocení vlivů pěstování porostů energetických plodin (EP) druhé generace, zejména rychle rostoucích dřevin (RRD) a vytrvalých trav na hlavní parametry úrodnosti zemědělských půd včetně problematiky vhodného způsobu zrušení a založení porostů EP z hlediska ochrany půdy.

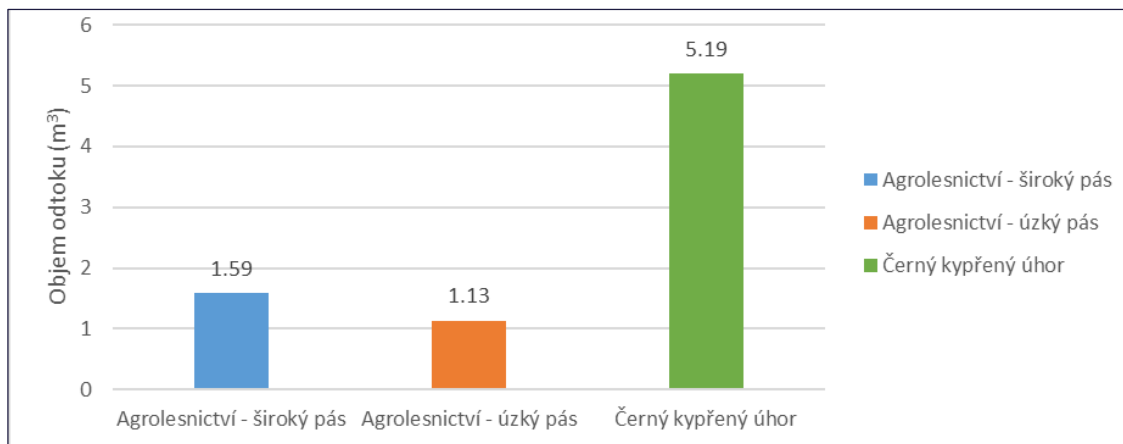
V roce 2024 pokračovalo řešení WA C3.2 Plantáže energetických plodin třemi typy činností. V rámci dlouhodobého monitoringu změn parametrů půdní úrodnosti ve výmladkových plantážích rychle rostoucích dřevin - RRD (návaznost na WA C2.1) bylo provedeno vyhodnocení ve 12 sledovaných porostech a na kontrolních plochách, kde sledování probíhá 14 až 22 let. Výsledky ve většině porostů potvrdily příznivé trendy zásoby živin a dalších parametrů (P, Mg, K, Ca, pH) včetně kumulace uhlíku (Cox) a humusu v orniční a povrchové vrstvě.

V rámci hodnocení protierozní funkce porostů RRD proběhla letos v pořadí čtvrtá zadržovací zkouška v porostu energetických plodin (návaznost na WA C2.2) s cílem posoudit protierozní účinnost výsadby RRD a dalších dřevin o různé šířce ochranného/příkmeného pásu (agrolesnické, výmladkové). V říjnu 2024 bylo ve spolupráci s VÚMOP provedeno měření protierozní účinnosti pomocí metody řízeného zaplavení. Porovnávány byly tři varianty: úzký agrolesnický pás 1,7 m, široký výmladkový pás 6,5 m a černý kypřený úhor (kontrolní varianta). Výsledky experimentu potvrdily příznivý vliv agrolesnického systému hospodaření na ztrátu půdy i množství povrchového odtoku – ztráta půdy byla v případě úzkého agrolesnického pásu omezena o 95 % a množství povrchového odtoku o 78 %. U širokého výmladkového pásu pak o 98 % u ztráty půdy a o 69 % u povrchového odtoku (obr. 28 a 29). Naměřená data jsou velmi pozitivní, nicméně je potřeba upozornit na určitá specifika při ověřování. U úzkého agrolesnického pásu byl v prostoru před pásem výrazný rozor, který zpomaloval nástup povrchového odtoku a ovlivnil jeho celkový objem. Tento agrotechnický postup by však také mohl být doporučen pro zvýšenou protierozní funkci porostů RRD a dalších dřevin.

V rámci hodnocení agrotechnických postupů rušení porostů energetických plodin bylo sledováno rušení plantáže ozdobnice (ZEA, s.r.o., Svojetice) a její převod na travní porost pro produkci píce. Ve spolupráci s odborem ochrany půdy proběhla první jednání o konceptualizaci metodiky rušení porostů energetických plodin, která má být zpracována v roce 2025.



Obrázek 28. Průběh odtokové odezvy u metody řízeného zaplavení



Obrázek 29: Celkový objem odtoku u metody řízeného zaplavení

V roce 2024 byly v rámci aktivity **WA C3.3 Vliv aplikace sedimentů na půdu** plánovány a realizovány činnosti ve dvou oblastech: (1) Doplnění databáze analýz rybníčních sedimentů – zde byla získána data pořízená ÚKZUZ v období 2021 až březen 2023 a doplněna do databáze, provázané s mapou, zpracovanou jako výstup SS02030018-V54. Soubor dat zahrnuje převážně menší nádrže a zjištěná kontaminace sedimentů nevybočuje z dosavadního rozsahu hodnot; (2) Analýza problematiky vyvážení kalů z komunálních čistíren odpadních vod na zemědělskou půdu, spojená s novelou směrnice Evropského parlamentu a Rady o čištění městských odpadních vod.

Během roku 2024 byla stále očekávána finální verze zásadně novelizované Směrnice EK 91/271/EEC o čištění komunálních odpadních vod, a na začátku prosince byla definitivně schválena. V podstatě ale stále není k dispozici finální text otištěný ve Věstníku EU a jeho oficiální český překlad. Směrnice bude aplikována postupně (20 let) a přináší podstatné změny v provozu čistíren odpadních vod, ochraně vodních toků a ovzduší (produkce skleníkových plynů) a také v zacházení s čistírenskými kaly. Ukládání na půdu je jedním z doporučení jejich využití v současném trendu cyklické ekonomiky. Čistírenské kaly mohou pozitivně ovlivnit skladbu ohrožených půd a manipulace s kaly je podstatně jednodušší než s rybníčními sedimenty. Na obecné úrovni se také s kaly očekává přísun fosforu. Chemické srážení fosforu v ČOV (železem nebo hliníkem) je sice velmi efektivní (odstranění > 80 %), ale problémem je rychlá využitelnost velmi pevně vázaného fosforu plodinami. Podstatný problém jsou ovšem další polutanty obsažené v čistírenských kalech (kovy, organické polutanty včetně farmak apod.). Obecně existují různé technologie řešení (včetně pyrolýzy na biochar), problém je ale hlavně ekonomická stránka těchto úprav.

Pro odhad významu čistírenských kalů jako náhradního zdroje fosforu v zemědělství byla provedena analýza dat v různých databázích, především v souboru dat od cca 900 komunálních ČOV, vykazujících přes 1000 připojených obyvatel (sumárně cca 7,5 milionu obyvatel). V současné době zachycují čistírny odpadních vod v celé ČR v kalech cca 5000 tun celkového fosforu ročně a novela směrnice UWWDD může vést ke zvýšení množství zachycovaného fosforu o cca 20 %. Podle Statistické ročenky ČR 2022 (Tabulka 13-29) je průměrná spotřeba čistého fosforu v minerálních hnojivech za období 2010-2019 cca 15500 tun/rok. To znamená, že fosfor získaný z ČOV může teoreticky (!) nahradit maximálně třetinu jeho současné spotřeby v ČR jako minerálního hnojiva. Nicméně v současné situaci limitovaných zdrojů fosforu má tento zdroj význam. Podrobnější studie bude zpracována, až bude k dispozici finální text a zejména národní strategie aplikace nové směrnice.

Průběh řešení v aktivitách **C3.1 – C3.3** a v nich dosažené výsledky budou v dalších letech uplatněny v **C3.4 Katalog opatření**.

Dosavadní výstupy

- V56 – typ výsledku Ostatní: odborný podklad pro MŽP - Bude vyhodnocen dlouhodobý vliv různých agrotechnických faktorů (struktura plodin v osevním postupu, technologie zpracování půdy, využití meziplodin při hospodaření na půdě) z pohledu produkčního (výnos a kvalita produkce) i vlivů na vybrané půdní vlastnosti.
- Smutný V., Porčová L., Rábek M., Elzner P., Jančová S., Kovář J. 2024. Pěstování druhově bohatých směsí meziplodin v podmínkách sušší oblasti jižní Moravy. Ověřená technologie. Mendelova univerzita v Brně, 39 s.
- HOLÁTKO, Jiří; BRTNICKÝ, Martin; BALTAZÁR, Tivadar; SMUTNÝ, Vladimír; FROUZ, Jan; KINTL, Antonín; JASKULSKA, Iwona; RYANT, Pavel; RADZIEMSKA, Maja; LÁTAL, Oldřich; MALÍČEK, Ondřej; DRYŠLOVÁ, Tamara; HAMMERSCHMIEDT, Tereza. 2024. Long-term effects of wheat continuous cropping vs wheat in crop rotation on carbon content and mineralisation, aggregate stability, biological activity, and crop yield. *European Journal of Agronomy*. 158 (August), ISSN 1161-0301. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2024.127218>

Příspěvky na konferenci

- Prudil J., Pospíšilová L., Dryšlová T., Barančíková G., Smutný V., Trnka M., Hlavinka P., Sedlák L. 2024. Changes in carbon pool on arable soil under the different management practices and its prediction using the RothC model. In: Centennial Celebration and Congress of the International Union of Soil Sciences: Abstract Book. Vídeň: International Union of Soil Sciences (IUSS), ISBN 0-000-00000-0.
- Weger J., Kincl D., Vopravil J., Bubeník J., Srbek J., Kabelka D., Záruba J. (2024): Evaluation of different agroforestry systems as measure for soil protection against water erosion – Poster presentation at 7th European Agroforestry Conference (7th EURAF). 27. – 31. 5. 2024. Brno.
- Weger J., Štengl K., Bubeník J., Kincl D., Vopravil J. (2024): Testing of coppiced poplar and willow in agroforestry systems for erosion control - Oral presentation at International Commission on Poplars and Other Fast-Growing Trees Sustaining People and the Environment (IPC 27th Session). 16. – 26. 10. 2024. Bordeaux, Francie.

Diplomové práce

- Výnos a kvalitativní parametry biomasy u různých meziplodinových směsí. Silvia Jančová, Mendelova univerzita v Brně, 2023, 81 s.
- Vliv termínu založení porostu meziplodinové směsi na produkci biomasy. Jakub Kovář, Mendelova univerzita v Brně, 2024, 83 s.

Plán dalšího postupu

Bude pokračovat spolupráce se společností DVP Agro, a.s., kde bude pozornost věnována možnostem ukončování porostu meziplodin a také způsobům zakládání porostů plodin půdoochrannými technologiemi.

V roce 2025 bude hlavním cílem zpracování a certifikace Metodika rušení porostů energetických plodin (V55), která bude certifikována MŽP. Metodika bude zpracována s ohledem na podmínky ochrany půdy a v ní budou popsány optimalizované technologické postupy pro zajištění zrušení porostu včetně ekonomického zhodnocení. Pro tento účel bude využito průběžných výsledků a činností zaměřených na vyhodnocení dlouhodobého monitoringu půd, experimentů rušením a erozním ochranou porostů energetických plodin.

Doplňování dat do databáze analýz sedimentů: dá se předpokládat získání dalšího souboru od ÚKZUZ, data z privátních a ostrůvkovitých souborů (jednotlivé projekty odbahňování apod.) nejsou přístupná. Zpracování problematiky využití čistírenských kalů pro aplikaci na půdu. Výsledek: Zpráva a publikace v odborném tisku.

WG D INVAZE

Úvod

Pracovní skupina **WG D Invaze** se v roce 2024 zabývala různými tématy podle proposalu projektu a také podle potřeb MŽP. Některé činnosti byly iniciovány řešitelským týmem a po dohodě s MŽP na nich probíhá práce. Nejdůležitější činnosti jsou zaměřeny na plnění slíbených výstupů. Některé byly odevzdány: **Metodika hodnocení impaktu nepůvodních druhů (na biodiverzitu a socio-ekonomiku) SS02030018-V58**. Tato metodika navazuje na výzkumnou zprávu **Návrh indikátorů pro hodnocení impaktu SS02030018-V61**, která byla odevzdána v roce 2023. Dalším výstupem, který byl naplánován v proposalu je **Metodika cost-benefit pro management vybraných invazních druhů SS02030018-V59**. Tento materiál zaměřený na dřeviny je zpracovaný, a ještě v loňském roce byl poslán na recenze. Podle informací, lze očekávat více připomínek od recenzenta z MZe. Vypořádání bude koordinováno s MŽP, které je cílovou organizací zastupující uživatele. Metodika monitoringu je koordinována s AOPK a projektem InvazMap. Dále probíhají další aktivity popsané detailněji níže. Je důležité zmínit práce na koordinaci vydávání OOP pro invazní druhy, vytvoření metodiky na návrh managementu, a například vyžádaného přehledu k dobrovolným kodexům pro invazní druhy.

V loňském roce také došlo k formálnímu propojení struktury **WP1** a **WP2**, které mělo za cíl zlepšit koordinaci prací. Z oblasti patogenů pokračovaly práce na seznamu nepůvodních druhů, jejich rozklasifikování podle typu impaktu, hostitelů a cest šíření.

WP D1 HODNOCENÍ STAVU INVAZÍ & MONITORING A MANAGEMENT INVAZÍ

Hodnocení impaktu

V loňském roce došlo ke sloučení **WP1** a **WP2**. Původní rozdělení bylo spíše umělé a nedávalo z hlediska spolupráce a překryvu činností smysl. Oba původní WP obsahovaly stejné zúčastněné osoby a sdílené úkoly. Nyní tedy WP1 zahrnuje veškeré činnosti vztahující se k invazím kromě oblasti patogenů.

Odevzdaný výsledek: **Metodika hodnocení impaktu nepůvodních druhů (na biodiverzitu a socio-ekonomiku) SS02030018-V58**. Tato metodika navazuje na výzkumnou zprávu **Návrh indikátorů pro hodnocení impaktu SS02030018-V61, která byla odevzdána v roce 2023**. Jde o popis a vytvoření databáze a formuláře pro hodnocení impaktu nepůvodních druhů. Metodika zahrnuje metody hodnocení tak, aby bylo možné rozlišovat mezi výsledky z různých typů studií. Součástí metodiky je návrh Access databáze pro záznamy hodnocení.

V pořadí druhým výstupem je **Metodika cost-benefit pro management vybraných invazních druhů SS02030018-V59**. Tento materiál zaměřený na dřeviny je zpracovaný, a ještě v loňském roce byl poslán na recenze. Podstatou materiálu je metodický postup výpočtu "újm"/ztráty hospodařícím subjektům při likvidaci invazních druhů. Výpočty byly prezentovány ve výzkumné zprávě. Metodika shrnuje postup a ukazuje výpočet na jednom druhu. Oproti výzkumné zprávě je do metodiky doplněn i hospodářsky nevýznamný druh pajasán, který je nicméně z ochrannářského pohledu velmi významný. Výpočty měla na starosti skupina okolo R. Sloupa na ČZU. Podle informací, lze očekávat více připomínek od recenzenta z MZe. Největším problémem pro MZe je zařazení douglasky mezi invazní druhy. Na jednu stranu chápeme snahy MZe, nicméně pro ochranu přírody se skutečně jedná o druh, který má invazní schopnosti. Po obdržení připomínek se je ve spolupráci s MŽP pokusíme zapracovat tak, aby vypořádání bylo rozumným kompromisem. Finální metodiku doufáme, že budeme schopni dodat do poloviny 2025.

Dalším stěžejním výstupem, na kterém v uplynulém roce probíhaly práce, je Metodika monitoringu. Práce na ní je koordinována s AOPK a běžícím projektem InvazMap. Pro metodiku jsou zaktualizovány textové a metodické části. Nyní chceme zakomponovat zkušenosti z terénu při aplikaci metodiky pro InvazMap tak, aby naše metodika zahrnovala i zkušenosti terénních pracovníků projektu InvazMap. Z tohoto důvodu, hodláme metodiku odevzdat na konci roku 2025.

Vzhledem k tomu, že v roce 2024 velké množství krajských úřadů začalo vydávat OOP pro druhy na tzv. EU seznamu a pro které jsou vytvořeny zásady regulace, v rámci projektu DivLand jsme jim poskytovali podporu. V současnosti jsou vydávány OOP pro pajasan a bolševník, v následujícím roce se chtějí zaměřit na netýkavku a klejichu. V rámci projektu DivLand jsme prováděli intenzivní pomoc při formulaci OOP tak, aby měly jak splnitelné cíle, ale aby také definované cíle byly účinné. Dále také probíhala příprava dalších zásad regulace zejména se zaměřením na ryby a savce.

Probíhají činnosti vedoucí ke splnění cíle: Návrh managementu a opatření k minimalizaci rizik pro vybraná území a druhy (12/2026)

Metodika managementu invazních a nepůvodních druhů je sepsaná v předběžné verzi, v současné době jsou zpracovávány návrhy pro další zájmová území (CHKO Kokořínsko). Samotná metodika je postavena na základě aktualizace tří materiálů k managementu nepůvodních a invazních druhů, které se navzájem doplňují a navazují na sebe. Důvodem pro kompilaci do jedné, souhrnné metodiky, je roztržičnost informací v původních materiálech a nekonzistentní přístup. Dalším důvodem je také zkrácení a revize materiálu tak, aby byl dobře uchopitelný pro uživatele, kterými jsou zejména pracovníci ochrany přírody, státní správy, popř. samosprávy a nevládních organizací zabývajících se managementem nepůvodních a invazních druhů.

Hlavním cílem metodiky je poskytnout ucelený a jednotný přístup k plánování managementu nepůvodních a invazních druhů na území, které je ve správě jedné instituce. Jde například o území národních parků, chráněných krajinných oblastí, povodí, jednotlivých municipalit apod. Metodika by měla sloužit nejen zkušeným pracovníkům ochrany přírody, ale také odborným pracovníkům, kteří se problematikou invazních druhů dosud nezabývali nebo se jí zabývají pouze okrajově. Z těchto důvodů jsou do metodického postupu zahrnuty také úvodní kroky, které se mohou zdát zřejmé, nicméně je nelze opomenout. V první části metodiky je poskytnut návod, které výskyty nepůvodních invazních druhů prioritně likvidovat v rámci většího územního celku, tzn. celého řešeného území (např. národního parku) nebo v jeho významné části; v další kapitole jsou poté uvedeny postupy zpřesňující tuto prioritizaci na lokální úrovni – zde se postupuje na základě přesných vymapovaných dat, ale také znalosti charakteru nebo věku porostu, již proběhlého managementu apod. V metodice je zároveň obsažen návod, jak vyhodnotit úspěšnost jednotlivých likvidačních zásahů. Metodika je psána v obecné rovině, aby byla aplikovatelná pro rozdílné druhy rostlin, různé typy správních celků i rozmanité typy krajiny (např. intenzivní zemědělská krajina s maloplošnými chráněnými územími vs. extenzivně využívaná krajina velkoplošných chráněných území, popř. krajina ovlivněná velkým vodním tokem vs. pramenné oblasti). Jednotlivé příklady vychází z praktických zkušeností autorů a z publikované literatury.

Nezbytným podkladem pro předkládanou metodiku jsou terénně vymapované výskyty nepůvodních či invazních druhů, které nejsou starší 3 let. Pro efektivní plánování práce, zvýšení úspěšnosti likvidace a přesné hodnocení likvidačních zásahů invazních druhů je doporučeno pracovat se získanými daty v co nejkratším čase od jejich záznamu, aby se předešlo situacím, kdy zaznamenané výskyty již neodpovídají skutečnosti a plánované zásahy nebo hodnocení likvidace tak nereflktují reálný stav lokality.

Na konci roku 2024 byla na žádost MŽP zpracována analýza dobrovolných kodexů použitelných pro invazní druhy. V analýze je uveden jak seznam již existujících kodexů, jejich použitelnost pro podmínky ČR, tak i návrh plánu přípravy kodexů pro ČR. Analýza je v současné době na komentářích na MŽP.

V roce 2024 byla dokončena učebnice Patoková a kol. o invazních druzích. Učebnice je určena zejména učitelům druhých stupňů ZŠ. Učebnice byla certifikována jako metodika. Učebnice přináší přehled o tématech invazní biologie, jako jsou popisy hlavních druhů, metody managementu a zásady legislativy. V knize jsou návody, jak témata z invazní biologie komunikovat s žáky. Kniha je dostupná jak v tištěné, tak i elektronické verzi.

Započaly práce na syntetických výstupech z projektu DivLand. V roce 2024 začala klasifikace habitatů/stanovišť ve vztahu k managementu a invazibilitě. Byla vyzkoušena vhodnost vrstvy KVES, nicméně po prvních analýzách byla zvolena tzv. Biotopová vrstva. Obdobná analýza je v procesu i pro vodní prostředí (vrstva od projektu Perun). U ryb probíhá dalším rokem (v rámci subdodávky) ověřování efektivity a možností vybraných druhů ryb (IBO, Jurajda). Jde jak o hospodářské plochy, tak i přírodní lokality s různou obsádkou.

Se skupinou řešitelů ve VÚKOZ analyzujeme cesty zavlékání a invazní potenciál okrasných druhů. V roce 2024 bylo identifikováno cca 2500 okrasných trvalkových druhů v nabídkách zahradnictví a tyto druhy jsou klasifikovány podle jejich schopností zplaňování. Dále je hodnocena jejich schopnost ovlivňovat původní druhy a hybridizovat s nimi. V roce 2024 byl ukončen sběr dat z včelařské oblasti a jejich roli při introdukci nových druhů do krajiny. V rámci diplomových a bakalářských prací probíhá sběr dat o managementu některých modelových invazních druhů (vejmutovka, střemcha pozdní, douglaska, křídlatka). V roce 2024 byl připraven s ostravskou univerzitou příspěvek (Švec a kol.) o dlouhodobé efektivitě a strategii likvidace křídlatky. V rámci studentských prací byla mimo jiné dokončena analýza nákladů vynakládaných na management invazních druhů v chráněných územích a Praze (Fleischhans 2024).

Začíná práce na aktualizaci černého seznamu invazních druhů v ČR s opublikováním v roce 2026. Ve spolupráci s MŽP a dalšími organizacemi probíhá příprava metodiky tzv. "horizon scanning". Jedná se o aktivity iniciované MŽP a probíhající v koordinaci s odbornými garanty.

Dosavadní výstupy

- V rámci WP1 byla zpracována a odevzdána metodika (Metodika hodnocení impaktu nepůvodních druhů (na biodiverzitu a socio-ekonomiku) SS02030018-V58. Metodika navazuje na výzkumnou zprávu (Návrh indikátorů pro hodnocení impaktu; SS02030018-V61 odevzdáno v 2023).
- Metodika cost-benefit pro management vybraných invazních druhů SS02030018-V59 v současné době na recenzích. Detaily ohledně postupu viz kapitola postup prací - WP1.
- Aktualizace metodik mapování a monitoringu invazních (vybraných nepůvodních) druhů - Metodika je v přípravě. Texty pro druhy a metody jsou připraveny v metodice. Nyní zakomponováváme zkušenosti a zpětnou vazbu od AOPK a projektu InvazMap. Odevzdání metodiky plánujeme na konec roku 2025.
- Analýza dobrovolných kodexů – v současné době na připomínkování na MŽP; vyžádaný výstup v návaznosti na akční plán k IAS.
- Výstup nad rámec proposalu je metodická příručka pro učitele (Patoková a kol.).
- Vědecké publikace zaměřené na cesty šíření, management a diplomové a bakalářské práce. Jedná se např. o články Kutlvašr a kol. 2024 (role železnic v invazích), Švec a kol. (management křídlatek v povodí Morávky), oba i formou posterů na konferenci Neobiota). Dále články ze skupiny Patoka a kol. (články zabývající se rolí obchodu pro transport a invaze vodních organismů).
- Příprava článku (R)evolution in knotweeds: New insights into the population ecology do časopisu Neobiota a k tomu prezentace na konferenci Neobiota: Berchová Bímová K., Kadlecová M., Vojík M., Kutlvašr J., Dommanget F., Martin F., Evett A., Kutlvašr J., Pergl J.: (R)evolution in knotweeds: New insights into the population ecology, poster
- V roce 2024 byly obhájeny dvě PhD práce M. Kadlecová: Population ecology of knotweeds in the secondary distribution area a J. Kutlvašr: Analysis of introduction pathways of plants in Central Europe.
- V rámci WP2 byl vyprodukován výstup SS02030018-V66: Seznam nepůvodních hub a houbových organismů ČR (ke stažení na www.invaznipatogeny.cz).
- Franić, I., Allan, E., Prospero, S., Adamson, K., Attorre, F., Auger Rozenberg, M.-A., Augustin, S., Avtzi, D., Baert, W., Barta, M., Bauters, K., Bellahirech, A., Boroń, P., Bragança, H., Brestovanská, T., Brurberg, M. B., Burgess, T., Burokienė, D., Cleary, M., Corley, J., Coyle, D. R., Csóka, G., Černý, K., Davydenko, K., De Groot, M., Diez, J. J., Doğmuş Lehtijärvi, H. T., Drenkhan, R., Edwards, J., Elsafy, M., Eötvös, C. B., Falko, R., Fan, J., Feddern, N., Fürjes Mikó, A., Gossner, M.M., Grad, B., Hartmann M., Havrdova, L., Kádasi Horáková, M., Hrabětová, M., Justesen, M. J., Kacprzyk, M., Kenis, M., Kirichenko, N., Kovač, M., Kramarets, V., Lacković, N., Lantschner, M. V., Lazarević, J., Leskiv, M., Li, H., Madsen, C. L., Malumphy, C., Matošević, D., Matsiakh, I., May T. W., Meffert, J., Migliorini, D., Nikolov, C., O'hanlon, R., Oskay, F., Paap, T., Parpan, T., Piškur, B., Ravn, H. P., Richard, J., Ronse, A., Roques, A., Ruffner, B., Santini, A., Sivickis, K., Soliani, K., Talgø, V., Tomoshevich, M., Uimari, A., Ulyshen, M., Vettraino, A. M., Villari, C., Wang, Y., Witzell, J., Zlatković, M., Eschen, R. (2023): Climate, Host And Geography

Shape Insect And Fungal Communities Of Trees. Scientific Reports (2023) 13: 11570, Doi.Org/10.1038/S41598-023-36795-W.

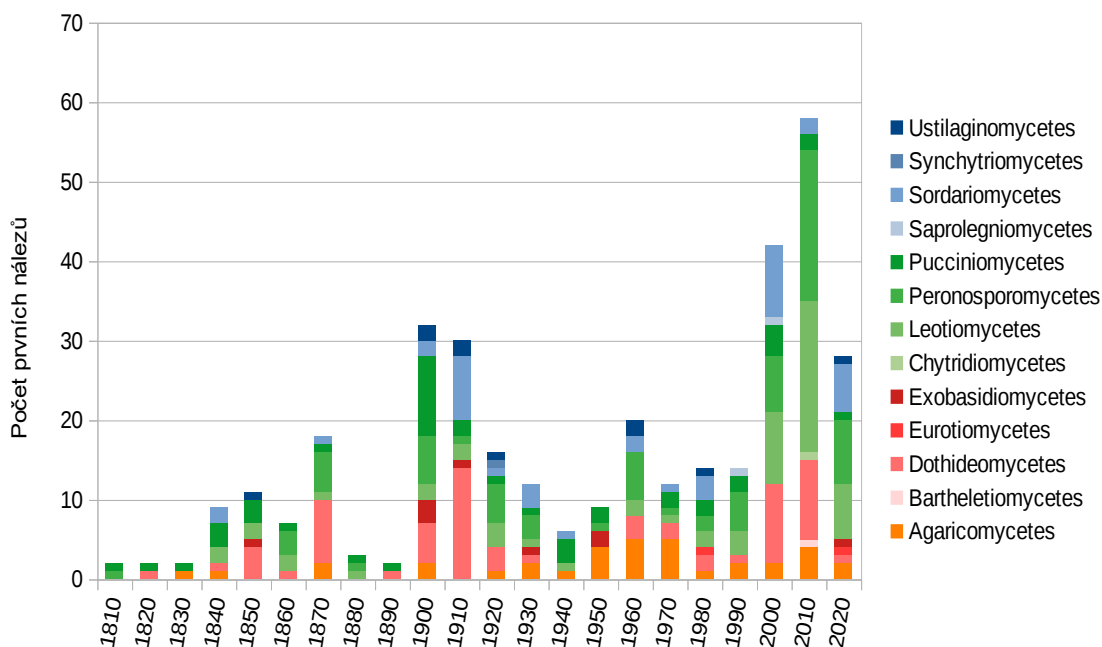
- Soto, I; Balzani, P; (...); Haubrock, PJ (2024): Taming the terminological tempest in invasion science, Biological Reviews, 99 (4) , pp.1357-1390
- Diversity and distribution of *Aphanomyces astaci* in a European hotspot of ornamental crayfish introductions, Mojzisová, M; Weiperth, A; (...); Petrusek, A, Feb 2024, Journal Of Invertebrate Pathology, 202

Plán dalšího postupu

V plánu na další rok (2025) jsou následující úkoly: dokončení a odevzdání metodiky monitoringu. Dále vypořádání připomínek recenzentů k metodice cost-benefit analýzy a dopracování Metodiky managementu invazních a nepůvodních druhů včetně konkrétních příkladů postupu v různých typech krajiny a území a její odeslání k recenznímu řízení. Po obdržení připomínek z MŽP bude aktualizována analýza kodexů a započnou podle prioritizace práce na prvních kodexech. V rámci syntézy témat invazí a struktury krajiny a jiných PPŽ projektů budeme rozvíjet analýzy krajinných struktur a invadovanosti vedoucí k vytvoření jednoduchých měřítek a managementových opatření. Pro tyto studie budou zhodnocena data z terénu, která budou zpřesněním modelů. V roce 2025 bychom rádi zpracovali např. data od včelařů, začneme vyhodnocovat data o managementu vodních invazí atd. Dále bude pokračovat práce na ekologii modelových invazních druhů (křídlatky, astříčky, vejmutovka, douglaska, střemcha atd.). Plánujeme spolupráci se zástupci krajů a OP při tvorbě OOP. Budeme rozvíjet spolupráci s veřejností a různými zájmovými skupinami.

WP D2 DATABANKA A SEZNAM PATOGENŮ

Cílem je shromáždit data o výskytu nepůvodních hub a houbových organismů v ČR, vytvořit jejich seznam s dalšími podrobnými údaji (datace prvovýskytu, podrobnější charakteristiky druhu) a rozdělit je do skupin dle významu a rizik představujících pro ŽP a data podrobněji analyzovat. Dalším cílem je podrobnější studium jednotlivých významnějších dílčích témat.



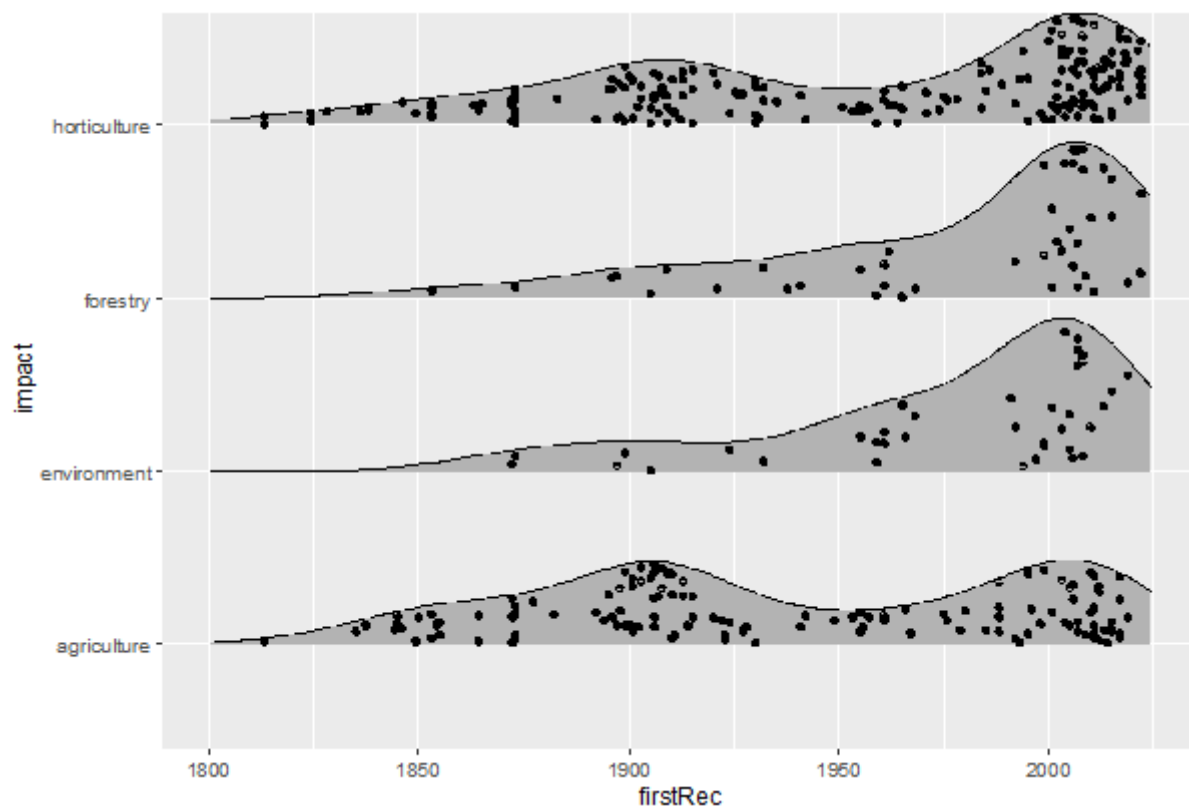
Obrázek 30. Zavlákání jednotlivých skupin v průběhu času

V roce 2024 byl ve spolupráci s odborníky z dalších institucí (UPOL, VÚRV, VÚLHM, MENDELU, ÚKZÚZ, NM) seznam nepůvodních hub a houbových organismů ČR (dokončený v r. 2023) dále revidován (některé položky jako nejisté byly odstraněny, jiné – zejména bazidiomycety – přidány; seznam nyní čítá 352 položek) a pro každou položku aktualizovány či doplněny následující informace: aktuální vědecké jméno, taxonomické zařazení (třída, čeleď), introdukce (archeomycet, neomycet), původ, invazní status, strategie, hlavní oblast impaktu, nejvýznamnější hostitelé (substrát) celosvětově, známí hostitelé (substrát) z ČR, napadané orgány a choroba, reference k výskytu v ČR; byly aktualizovány webové stránky www.invaznipatogeny.cz. Finální data byla vyhodnocena a výsledky aktualizovány. Z hlediska invazí jsou nejvýznamněji zastoupeny Peronosporomycetes, Dothiideomycetes a Leotiomycetes. Zavlékání jednotlivých skupin v čase není kontinuální, ale významně se liší. Nejvýznamnějším zdrojem nepůvodních hub a oomycetů je Evropa (33 %) Severní Amerika a temperátní Asie; u necelé pětiny údajů není geografický původ znám. Vývoj počtu invazí v čase byl statisticky vyhodnocen a byla potvrzena teorie o dvou vlnách globalizace, během kterých pronikl na naše území největší počet nepůvodních druhů. První proběhla počátkem 20. století (1901–1930), byla vystřídána dlouhodobým propadem daným hospodářskou krizí, událostmi 2. sv. války a následně izolací v socialistickém bloku a nakonec druhou, recentní a podstatně intenzivnější vlnou zavlékání, kdy byly v průměru zjištěny 4 nové druhy ročně.

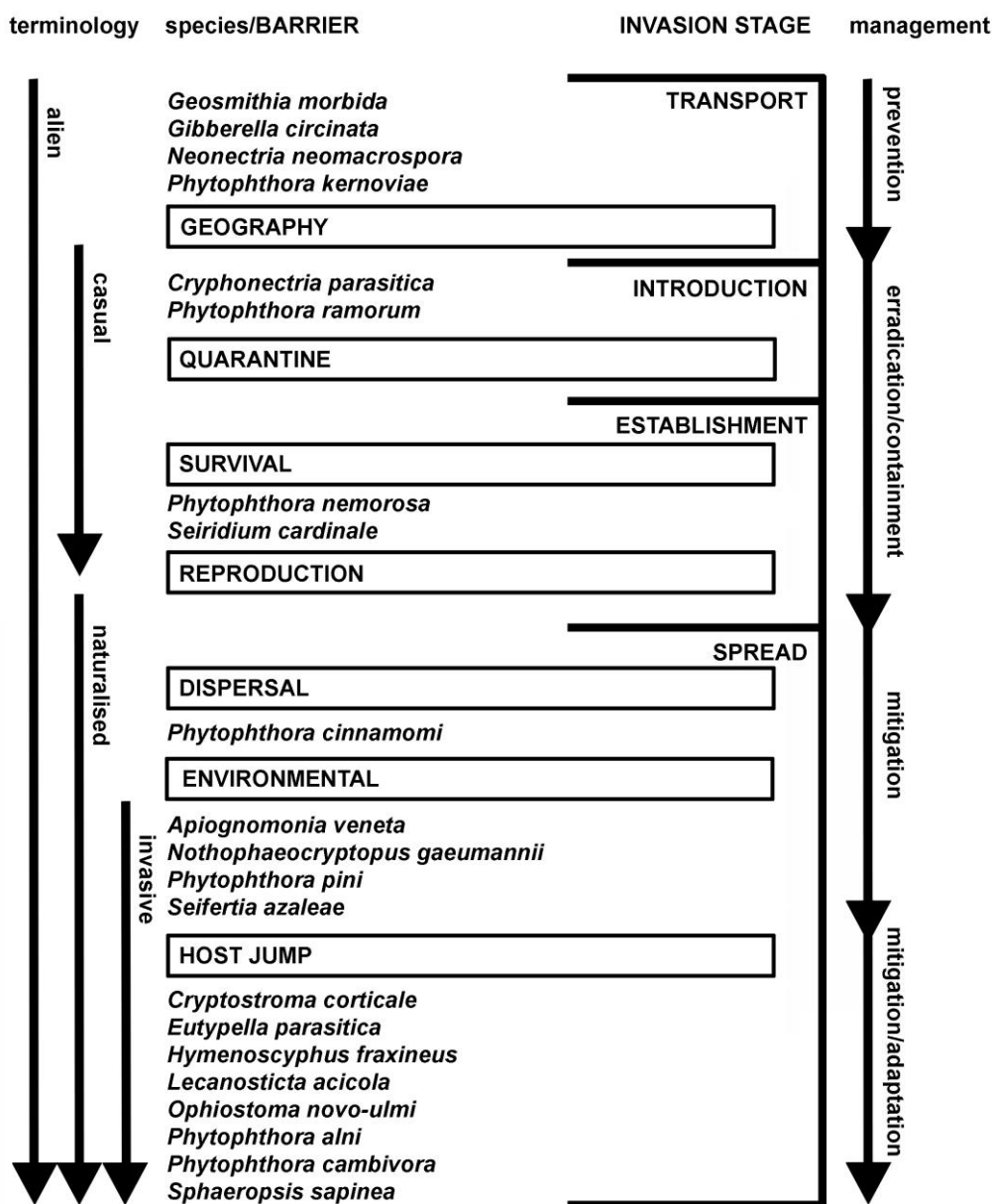
Zavlékání zástupců některých tříd je v průběhu času víceméně neměnné (Pucciniomycetes), u jiných velmi dobře kopíruje dvě vlny zavlékání (Peronosporomycetes, Leotiomycetes, Sordariomycetes). Introdukce z jednotlivých částí světa se rovněž lišila, zejména však lze identifikovat dvě hlavní oblasti, ze kterých byly intenzivněji zavlékány druhy během hlavních vln zavlékání – je to Severní Amerika a temperátní Asie (Čína). Nejvýznamnějším recentním zdrojem introdukcí je Severní Amerika následovaná temperátní Asií.

Co se týče životní strategie, významně převažují parazitické rostlin (85 %), podstatně méně je saprotrofů (11 %), dále je přítomno několik druhů parazitů živočichů a mykorrhizních hub. U parazitů živočichů a rostlin lze předpokládat potenciální významný dopad v různých oblastech od zemědělství až po ohrožení biodiverzity. Hlavní oblasti možného dopadu (nikoliv výskytu) zavlečených patogenů jsou zemědělství a zahradnictví, počet druhů, které mohou výrazněji ovlivnit lesnictví či biodiverzitu je relativně malý (9 %). Zavlékání patogenů významných v zemědělství a zahradnictví opět významně kopíruje dvě vlny zavlékání, naopak počty druhů významných v lesnictví a přírodním prostředí významně narostl až v posledních dekádách. Vztahy jsou zjevně velmi komplikované a nepochybně v zavlékání hrají roli jak taxonomie, zdrojová oblast, perioda, tak i oblast impaktu a tato část práce si vyžádá ještě hlubší vyhodnocení.

Byl vytvořen konceptuální model invaze hub. Na schématu jsou zobrazeny stadia invaze (přechodné zavlečení, naturalizace, invaze), bariéry (specifické v mykologii), velkou výhodou je sjednocení terminologie a kategorizace populací v rámci procesu.



Obrázek 31: Zavlékání nepůvodních patogenů v čase podle oblastí hlavního impaktu



Obrázek 32. Konceptuální model invaze

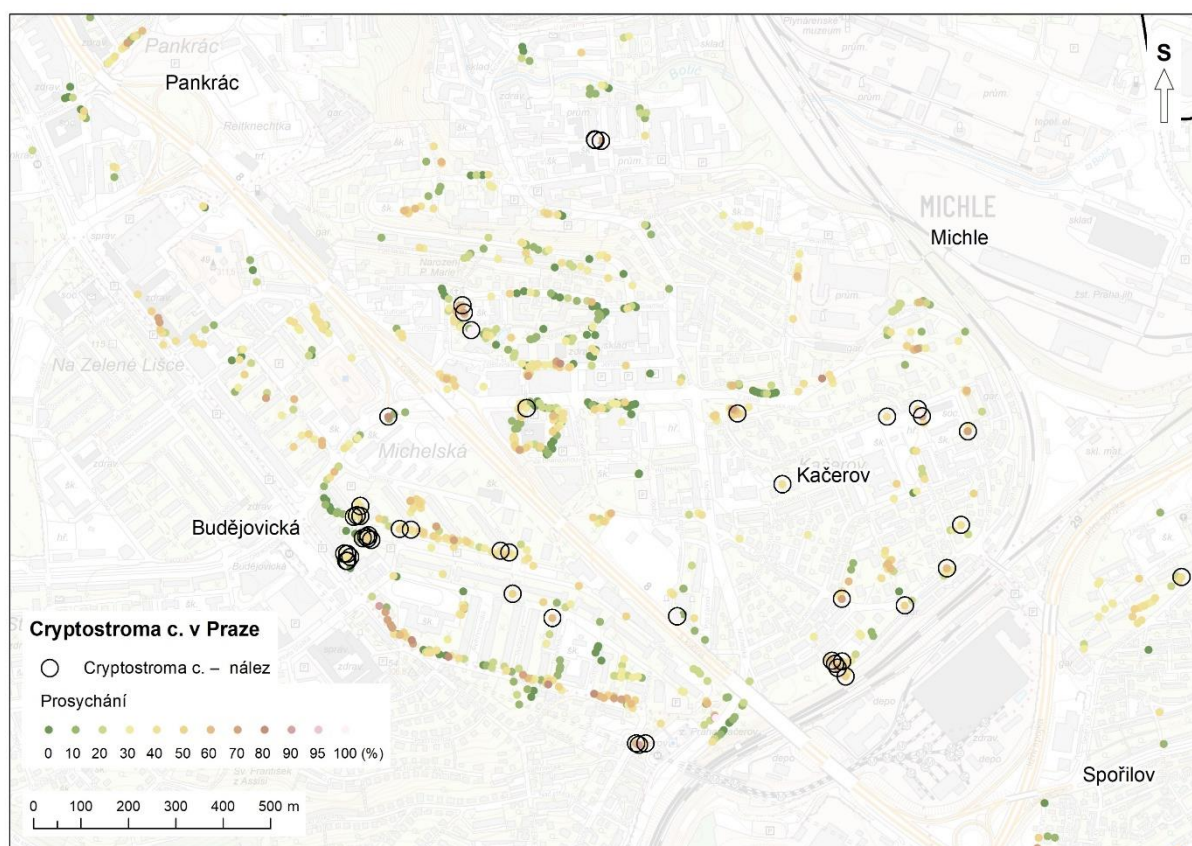
V rámci hodnocení diverzity recentně invadujících oomycetů byly dokončeny determinace a proběhly kontrolní izolace. Bylo zjištěno, že 77 % odebraných vzorků bylo pozitivních na výskyt oomycetů, celkem bylo určeno 42 druhů, z toho 25 druhů r. *Phytophthora*, z nichž je drtivá většina v ČR nepůvodních. V rámci kontrolních izolací z asymptomatických rostlin bylo výsledné schéma podobné – pozitivních rostlin bylo zjištěno na 61 %, mezi izolované druhy patřily *Phytophthora occulta*, *P. pini*, *P. ornamentata* a další, tedy spektrum obdobné tomu na rostlinách symptomatických. V rámci celkového vyhodnocení se ukázalo, že nejvyšší diverzita byla zjištěna na jaře (43 druhů), nejnižší v zimě (4). Podíl kontaminovaných rostlin byl nejnižší v zimě (26,7 %), na jaře rychle narůstal a kulminoval na podzim (75,6 %). Průměrný podíl kontaminovaných rostlin mezi řetězci byl podobný (61,9–78,5 %), podle země původu rovněž (61,9–81,3 %). Signifikantně vyšší podíl kontaminovaných rostlin byl zjištěn v řetězcích Hornbach a OBI, větší podíl kontaminací by zjištěn v materiálu pocházejícího z Německa a Polska.

Šlechtění olší na odolnost vůči *Phytophthora alni* pokračovalo dalším kontrolovaným opylením a inokulacemi. V předjaří se záměrně opýlily 4 vybrané genotypy pylem 4 genotypů. Celkem tak byla na podzim získána semena z 11 kombinací záměrného křížení, z toho 1 reciproké, které byly doplněny 7 kombinacemi volného sprášení. Ke křížení byly vybrány rodičovské komponenty, které v předchozích letech vykazovaly vyšší počet odolnějších jedinců v získaných potomstvech. Semenáče získané v předchozích letech, které nevykazovaly příznaky napadení, byly opětovně inokulovány dvakrát (semenáče z let 2019-2022) nebo třikrát (semenáče z roku 2023) do krčku. Semenáče získané z loňského křížení (21 kombinací, z toho 10 z kontrolovaného opylení) a dvou kombinací z předchozích let byly inokulovány v září do půdy. Celkem bylo od roku 2019 inokulováno více jak 6000 rostlin, z nichž po inokulacích zůstává 971 rostlin. Z toho 740 rostlin je z loňského křížení. U tříletých a starších semenáčů je podíl přeživších rostlin závislý na počtu inokulací a většinou se pohybuje do 10 %. V rámci pokusů se ukazují signifikantní rozdíly v odolnosti mezi genotypy v rámci potomstva už po první inokulaci. Některé genotypy mají stabilně velmi dobrou odolnost. Pro dosažení velmi dobrých výsledků postačují obvykle 4 inokulační testy.

V rámci aktivit dále proběhly další práce na lokální studii vlivu invazních patogenů v NPP Peklo, u České Lípy bylo provedeno fytocenologické snímkování ve společenstev svazů *Alnion incanae* a *A. glutinosae*, byl zaznamenán rozsah poškození stromového patra patogeny, provedeno hemisférické snímkování, hodnocení zastoupení mrtvého dřeva a počet mrtvých kmenů v kategoriích podle stádia rozkladu (DeadWood13 – stádium rozkladu 1–3 a DeadWood48 – stádium rozkladu 4–8). V r. 2024 byla data vyhodnocena. Ve variabilitě bylinného patra se výrazně projevují vlhkostní poměry stanovišť (gradient od mokřadních olšin k potočním luhům) ale také otevřenost stromového patra a dominance křovin. Geografický a ekologický gradient je nejdůležitější součástí variability vegetace. Z hlediska interpretace změn vegetace působených napadením oběma patogeny je významný faktor délky rozpadu stromového patra a množství silně rozloženého mrtvého dřeva. V porostech, kde byl podle leteckých snímků pozorován rozpad stromového patra dřívě a zároveň bylo zaznamenáno větší množství silně rozloženého mrtvého dřeva, jsou nápadně častější světlomilné druhy. V mezofilnějších biotopech (levá část diagramu) jsou to například *Cirsium oleraceum*, *Senecio ovatus*, *Lamium maculatum*, *Rubus idaeus*, tedy druhy otevřených stanovišť, zejména pasek (v kontrastu s druhy jako je *Circaea lutetiana*, *Impatiens parviflora*, *I. noli-tangere*, *Stellaria nemorum* atd.). Ve vlhčí části gradientu je se stářím poškození gradientu spojena přítomnost *Glyceria maxima* a *Athyrium filix-femina*, částečně také *Filipendula ulmaria* a *Carex acutiformis*.

V rámci výzkumu impaktu v městském prostředí probíhá studie výskytu a impaktu *Cryptostroma corticale*. Celkem byla sebrána data k téměř 2200 dřevinám a proběhlo další vyhodnocení výsledků. V rámci vyhodnocení byl potvrzen vliv druhové příslušnosti (nejvíce citlivý *A. pseudoplatanus*), stáří konkrétní dřeviny a jejího prosýchání na přítomnost patogenu. Signifikantně je významný i vliv lokality.

V rámci úkolu probíhaly i práce na dalších úkolech, zejména na hodnocení šíření *Phytophthora alni* v NP a CHKO Šumava byly dokončeny modely a kontaktována správa, získána další data o nových dosadbách a vyhodnocena.



Obrázek 33. Zájmové území v Praze 4 (výšeč)

Dosavadní výstupy

- V r. 2024 byly na mezinárodních fórech prezentovány tři příspěvky 26th IUFRO World Congress 2024 – Forest and Society Towards 2050, Stockholm, Švédsko, June 23–29 2024.
- Poster with short-oral presentation: Diversity of polyphagous Phytophthora species in international retail chains poses a serious phytosanitary risk (SS02030018); poster with short-oral presentation: Resistance breeding programme of black alder (*Alnus glutinosa*) to Phytophthora xalni in the Czech Republic (SS02030018).
- IPC2024 Poplars and other fast-growing trees for climate change mitigation and adaptation – pathways to climate resilience and carbon neutral societies, Bordeaux, Francie, October 22–25 2024. Presentation: Black alder genotypes with high level of resistance against Phytophthora xalni (SS02030018).
- Dále bylo zveřejněno několik popularizačních příspěvků, byly aktualizovány webové stránky www.invaznipatogeny.cz a připraveno a prezentováno několik výstupů na národních tematických workshopech a konferencích. V rámci řešení byla navázána a probíhá mezinárodní spolupráce v rámci sítě Euphresco v oblasti nadnárodní spolupráce fyto-sanitárního výzkumu v Evropě, konkrétně na téma „Pochopení a řízení dopadu druhů r. Phytophthora v zahradnictví“.
- Výsledky výzkumů byly prezentovány na mezinárodních konferencích IFOAM - Centennialis 2024 ve Florencii, Artificial Intelligence for Soil Health v Budapešti a Pedologické dny Liptovský Ján.
- V rámci WP2 byl vyprodukován výstup SS02030018-V66: Seznam nepůvodních hub a houbových organismů ČR (ke stažení na www.invaznipatogeny.cz).

- Franić, I., Allan, E., Prospero, S., Adamson, K., Attorre, F., Auger Rozenberg, M.-A., Augustin, S., Avtzis, D., Baert, W., Barta, M., Bauters, K., Bellahirech, A., Boroń, P., Bragança, H., Brestovanská, T., Brurberg, M. B., Burgess, T., Burokienė, D., Cleary, M., Corley, J., Coyle, D. R., Csóka, G., Černý, K., Davydenko, K., De Groot, M., Diez, J. J., Doğmuş Lehtijärvi, H. T., Drenkhan, R., Edwards, J., Elsafy, M., Eötvös, C. B., Falko, R., Fan, J., Feddern, N., Fürjes Mikó, A., Gossner, M.M., Grad, B., Hartmann M., Havrdova, L., Kádasi Horáková, M., Hrabětová, M., Justesen, M. J., Kacprzyk, M., Kenis, M., Kirichenko, N., Kovač, M., Kramarets, V., Lacković, N., Lantschner, M. V., Lazarević, J., Leskiv, M., Li, H., Madsen, C. L., Malumphy, C., Matošević, D., Matsiakh, I., May T. W., Meffert, J., Migliorini, D., Nikolov, C., O'hanlon, R., Oskay, F., Paap, T., Parpan, T., Piškur, B., Ravn, H. P., Richard, J., Ronse, A., Roques, A., Ruffner, B., Santini, A., Sivickis, K., Soliani, K., Talgø, V., Tomoshevich, M., Uimari, A., Ulyshen, M., Vettraino, A. M., Villari, C., Wang, Y., Witzell, J., Zlatković, M., Eschen, R. (2023): Climate, Host And Geography Shape Insect And Fungal Communities Of Trees. *Scientific Reports* (2023) 13: 11570, [Doi.Org/10.1038/S41598-023-36795-W](https://doi.org/10.1038/S41598-023-36795-W).
- Mrzkova, M., Hrabetova, M., Setinova, D., Cerny, K. (2022): First Report Of *Phytophthora Nicotianae* Causing Root And Basal Stem Rot Of *Rosmarinus* And *Thymus* And Foliar Blight Of *Rhododendron* In The Czech Republic. *Plant Dis.* 106: 2990, [Doi.Org/10.1094/Pdis-08-21-1712-Pdn](https://doi.org/10.1094/Pdis-08-21-1712-Pdn).
- Hrabetova, M., Mrzkova, M., Cerny, K. (2023): First Report Of *Phytophthora Occultans* Causing Dieback Of *Buxus Sempervirens* In The Czech Republic. *Plant Dis.* 107: 1246, [Doi.Org/10.1094/Pdis-07-22-1537-Pdn](https://doi.org/10.1094/Pdis-07-22-1537-Pdn).
- Vojta J., Cerny K.: Understorey Vegetation Of Ash-Alder Woods And Alder Carrs Attacked By Alien Tree Pathogens; A Local Study From The Czech Republic. *Forest Pathology* (in press)

Plán dalšího postupu

V balíčku věnovanému patogenům je v roce 2025 naplánováno finální vyhodnocení a další doplňování dat na seznamu nepůvodních hub a houbových organismů spolu s finální publikací výsledků. Jsou plánovány publikace invaze modelových druhů (např. *P. alni*, *P. pini*) či výstupy z výzkumu recentního zavlékání oomycetů. Plánujeme pokračovat ve výzkumu impaktu patogenů v městském prostředí (sběr terénních dat, dokončení geodatabáze, vyhodnocení). V rámci vývoje metodiky šlechtění olše lepkavé na odolnost vůči *P. alni* proběhne další kolo výsevů a opylení a dva cykly infekčních testů.

WG E FUNKČNÍ BIODIVERZITA

Úvod

V rámci činností pracovní skupiny **WG E Funkční biodiverzita** se rozvíjí řada inovativních i tradičních metod: analýzy dat dálkového průzkumu Země i existujících databází výskytu druhů i přírodních stanovišť, existující data jsou mnohostranně analyzována, vč. prediktivního modelování biodiverzity. Vyvíjeny jsou nástroje pro vyhodnocování spektrálních charakteristik ve vztahu k výskytu druhů, jak pro vizualizaci prostředí druhu nad daty DPZ, tak i analýzy distribuce nálezových dat. Vytvářeny jsou databáze environmentálních prediktorů, aktualizovány databáze detailního krajinného pokryvu (KVES) či databáze předmětů ochrany maloplošných zvláště chráněných území, které mají značný analytický potenciál v rámci řešení projektu i mimo něj. Probíhají analýzy druhů jednotlivých taxonomických skupin jako indikátorů přírodních biotopů podle Katalogu biotopů ČR, jak na úrovni teoretické s využitím originálních dat, tak i na úrovni praktické aplikace pro metodiku hodnocení chráněných území.

Hlavními cíli pracovní skupiny **WG E Funkční biodiverzita** jsou zavedení komplexního hodnocení stavu biodiverzity a identifikace významných faktorů ohrožení biodiverzity a nástrojů a opatření k zajištění její podpory. V rámci **WP E1** se zpracovávají analýzy výskytu indikačních druhů ve vztahu k biotopům, včetně revize z terénních šetření. V případě **WP E2** se připravují prediktory biodiverzity a stavu habitatů odvozené z dat dálkového průzkumu Země. Vedle toho bylo dále řešeno ošetření kvality vstupních dat o biodiverzitě (redukce tzv. *sampling bias*). Poslední pracovní balíček **WP E4** se zaměřuje na identifikaci faktorů ohrožujících biodiverzitu a je zde mj. naplňován cíl aktualizace klíčových strategických koncepcí.

WP E1 Monitoring biodiverzity

V průběhu roku 2024 v části **E1.1. Indikační druhy biotopů** probíhal sběr dat na vybraných lokalitách zvolených typů přírodních stanovišť za účelem:

- doplnění dat o výskytu druhů příslušné taxonomické skupiny na daném typu stanoviště potenciálně významného z hlediska výskytu vzácných druhů příslušné taxonomické skupiny pro účely doplnění či vytvoření indikačního seznamu pro danou taxonomickou skupinu a daný typ stanoviště,
- ověření spolehlivosti stávajících seznamů indikačních druhů jako podklad pro případnou úpravu/zvýšení spolehlivosti hodnocení,
- vyhodnocení provedených inventarizačních průzkumů v maloplošných chráněných územích s využitím seznamů indikačních druhů (ptáci, makromycety).

Seznamy indikačních druhů ptáků a měkkýšů byly doplněny o klasifikaci druhů pro přesnější hodnocení kvality biotopů. K některým seznamům jsou dále připravovány komentáře zdůrazňující dynamiku některých typů přírodních stanovišť (typicky tekoucích vod) či další okolnosti zvyšující interpretační možnosti i přesnost seznamů indikačních druhů.

V roce 2024 byla v **E1.2. Systémy monitoringu** dokončena příprava všech podkladových materiálů a dat pro tvorbu metodiky Monitoringu vybraných skupin hmyzu v otevřených biotopech a provedeno pilotní testování standardizované metodiky pro monitoring opylovačů v EU. Testování bylo realizováno na dvou lokalitách (Praha-Vinoř a Velké Hoštěřádky). V roce 2024 byl na základě memoranda o spolupráci s OICT a.s. vytvořen kamerový systém propojený s AI umožňující automatický sběr dat.

Dosavadní výstupy

- Boetzel F., et al., 2024. Distance functions of carabids in crop fields depend on functional traits, crop type and adjacent habitat: a synthesis. *Proceedings of the Royal Society B* 291, 20232383.
- Venturo A., et al., 2024. A multi-taxa approach reveals contrasting responses of arthropod communities and related ecosystem services to field margin proximity and crop type. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 368, 109010.

Plán dalšího postupu

V roce 2025 bude ve **WP E1.1.** dokončeno doplnění seznamů indikačních druhů a změny jejich spolehlivosti odpovídající shromážděným datům a současné úrovni poznání. Dle možností jednotlivých taxonomických skupin budou seznamy dále doplněny o klasifikaci druhů umožňující přesnější hodnocení kvality biotopů (po vzoru seznamů pro ptáky a měkkýše) a doplněny o komentáře k jednotlivým typům stanovišť. Ve spolupráci s AOPK budou prověřovány možnosti vytvoření pracovního softwarového nástroje umožňujícího vyhodnocení sebraných dat inventarizačních průzkumů dle seznamů indikačních druhů. V případě nalezení řešení schůdného alespoň pro některé zahrnuté taxonomické skupiny budou zahájeny práce na vytvoření takového nástroje.

V roce 2025 bude ve **WP E1.2.** připravena metodika Monitoringu vybraných skupin hmyzu v otevřených biotopech. Kromě pokračujícího testování metodik sběru dat bude v roce 2025 testován i kamerový systém pro automatický sběr vytvořený v uplynulém roce jako perspektivní nástroj pro sběr dat na celorepublikové úrovni.

WP E2 Modelování biodiverzity, DPZ a data science

Pracovní balíček **WP E2** je zaměřen na hodnocení kvality a využitelnosti dat nálezových databází (**E2.1**), identifikovatelnost biotopů nad daty DPZ (**E2.2**), indikátory biodiverzity dle DPZ (**E2.3**) a prediktivní modelování diverzity (**E2.4**). Průběžně jsou řešeny dílčí aktivity ze všech tematických okruhů. V roce 2024 probíhaly práce na (i) dalším zpřesňování modelů distribuce druhů nad daty NDOP (**E2.1 a E2.4**), (ii) rozvíjení konceptu spektrální niky (**E2.1, E2.3 a E2.4**), (iii) využitelnosti neklasifikovaných družicových dat jako prediktorů druhové diverzity a testování platnosti Spectral Variability Hypothesis v různých typech krajiny (**E2.3 a E2.4**), (iv) výzkumu vlivu fenologie na spektrální odezvu v datech Sentinel-2 (**E2.2, E2.3 a E2.4**) a (v) pokračoval sběr dat a jejich příprava pro modelování/mapování druhové bohatosti vegetace, včetně analýz dosud získaných vegetačních snímků (**E2.4**).

Modelování distribuce druhů a redukce sampling bias

V rámci činností zaměřených na modelování distribuce živočichů pokračovalo testování a vyvíjení metod redukce sampling bias v nálezových datech. Výpočet umožňující upravit parametry modelu založeného na maximální entropii na základě (jednoduše řečeno) známosti a oblíbenosti daného druhu mezi mapovateli, byl dále vylepšen. Z výsledků lze konstatovat, že pro většinu ptačích druhů přináší nová metoda výrazně věrohodnější výsledky než ostatní dosud známé způsoby redukce sampling bias. Vědecký článek byl odeslán do časopisu *Ecography*.

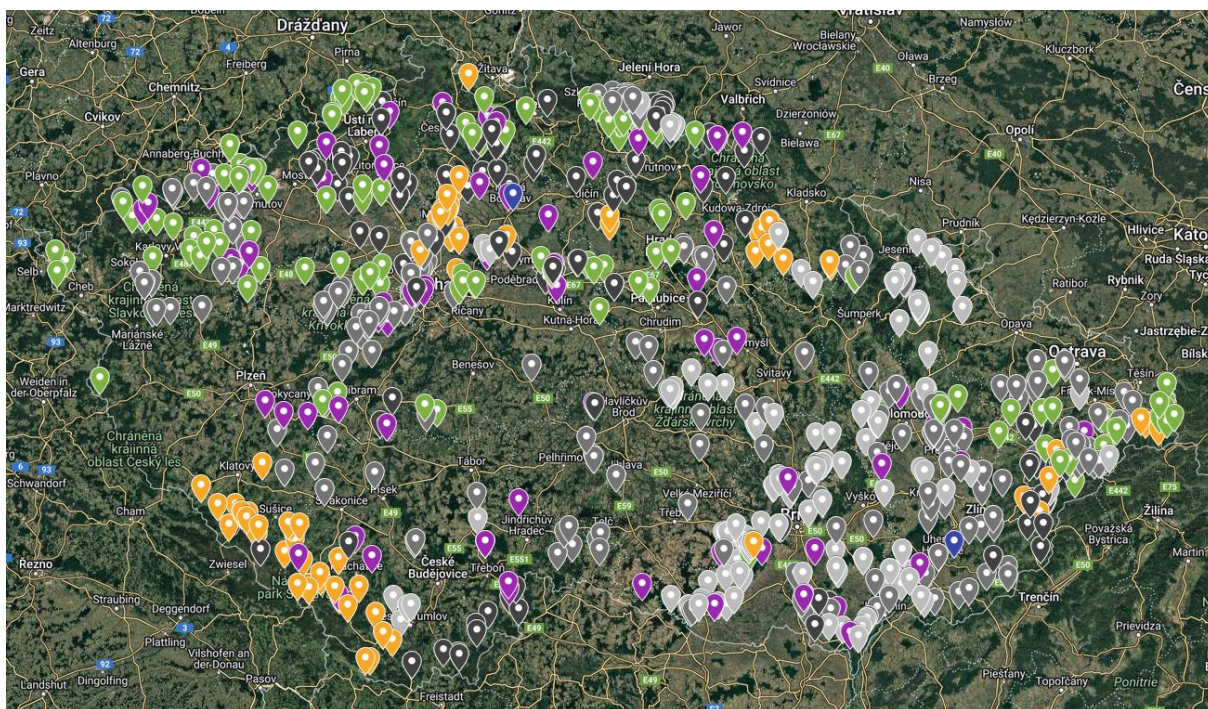
Koncept spektrální niky

Koncept spektrální niky je dále rozvíjen na příkladu ptáků a savců ČR. V rámci dokončené diplomové práce zaměřené na spektrální niku savců byla provedena explorativní analýza dat o savcích v NDOP a byly testovány další možnosti analýz a vizualizace spektrální niky. Aktivita pokračuje disertací, v jejíž první části jsou testovány závislosti odlišitelnosti spektrální niky skupin druhů (lesní, synantropní, vodní atd.) na polohové přesnosti druhových dat a měřítku hodnocení. Tedy otázka, zda platí intuitivní závislost, že pro polohově méně přesná data je vhodné použít pro popis spektrální niky širší okolí výskytu druhu a pro polohově přesná jen okolí bližší. Explorativní analýzy ukázaly, že optimální modelovou skupinou jsou ptáci. Byla vytvořena aplikace [Analýza statistických metrik ptačích druhů](#) pro průzkum spektrálních vlastností výskytu druhů a analyzujeme závislost spektrálních vlastností na polohové přesnosti záznamu v NDOP a velikosti plochy (bufferu okolo polohy). Předběžné výsledky ukazují, že přímá intuitivní závislost neplatí a že vhodnost metrik popisujících niku záleží na typu prostředí i na velikosti bufferu a polohové přesnosti.

Vliv fenologie na spektrální odezvu v datech DPZ

Při použití dat Landsat v modelech distribuce a diversity druhů lze pracovat, vzhledem k časovému rozlišení družic a oblačnosti ČR, pouze s kompozity za celé vegetační období, tedy s jednou datovou sadou za každý rok. Stejně biotopy či typy prostředí mají nicméně v různých částech vegetační sezóny různou spektrální odezvu. Otázkou tedy je, do jaké míry by modelům byla přínosná data z různých částí vegetačního období, popřípadě, zda existuje optimální část vegetační sezóny pro modelování všech druhů či určitých skupin. Pro nalezení odpovědi jsme zahájili modelování distribuce ptačích druhů s využitím prediktorů založených na datech družic Sentinel-2 z celé vegetační sezóny. Výsledky ukazují, že použitím sezónních dat lze věrohodnost zlepšit, nicméně nejsou jednoznačné závislosti mezi typem prostředí a vhodnou částí sezóny. Kromě sezónní stability lesních druhů (kde je distribuce vysvětlena spíše lidarovými proměnnými, tedy strukturou porostu) je vliv sezóny druhově specifický. Vědecký článek shrnující výzkum je odeslán do časopisu *Ecography*.

V roce 2024 pokračoval sběr dat a jejich příprava pro modelování/mapování druhové bohatosti travinné vegetace ČR. Během předchozích sezón byly zapsány fytoecologické snímky na 493 lokalitách a tato data byla podrobena předběžným analýzám, včetně srovnání se snímky z České národní fytoecologické databáze (ČNFD). Výsledky tohoto srovnání byly prezentovány na mezinárodní konferenci IAVS 2024 na Madeiře. Dále byla provedena příprava dat z ČNFD a vytvořeny předběžné modely druhové bohatosti vegetačních typů, které nejsou předmětem terénního sběru dat. Tyto modely jsou v současnosti převáděny do formy interaktivní webové aplikace. Proběhly analýzy druhové bohatosti a invadovanosti ČR pomocí dat ze sítě floristického mapování v databázi Pladias. Studie je téměř hotová a bude v nejbližší době odeslána do redakce časopisu *Preslia*.



Obrázek 34. Vybrané lokality, na kterých zapisujeme fytoecologické snímky. Světle šedá = snímky zapsané v r. 2022. Středně šedá = snímky zapsané v r. 2023. Tmavě šedá = snímky zapsané v r. 2024. Oranžová = snímky rezervované jednotlivými členy týmu nebo externími spolupracovníky pro tuto sezónu. Zelená = volné snímky. Purpurová = problematické snímky, které nelze zapsat, nebo snímky přesunutá na další sezónu kvůli kosení.

Plán dalšího postupu

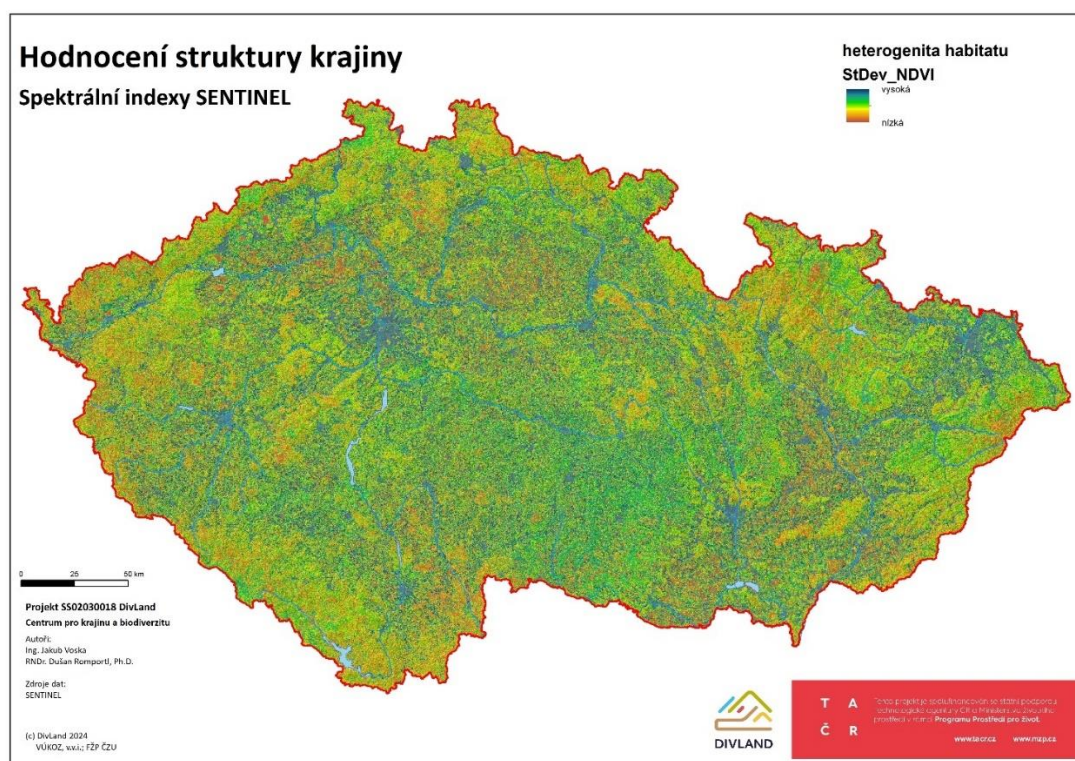
Ve **WP E2** v roce 2025 budeme zejména rozvíjet koncept spektrální niky a jeho využitelnost pro modelování distribuce živočišných druhů. V případě rostlin bude dále probíhat sběr dat v travinné vegetaci ČR, zpracování a vyhodnocení vegetačních snímků. Vytvořené předběžné modely budou aktualizovány pomocí nových dat. Dále budou vytvořeny finální modely druhové bohatosti pro vegetační typy, které nejsou předmětem terénního sběru dat. Publikujeme analýzy druhové bohatosti a invadovanosti ČR, které jsou založené na datech z floristického mapování v databázi Pladias.

WP E3 Hodnocení biodiverzity

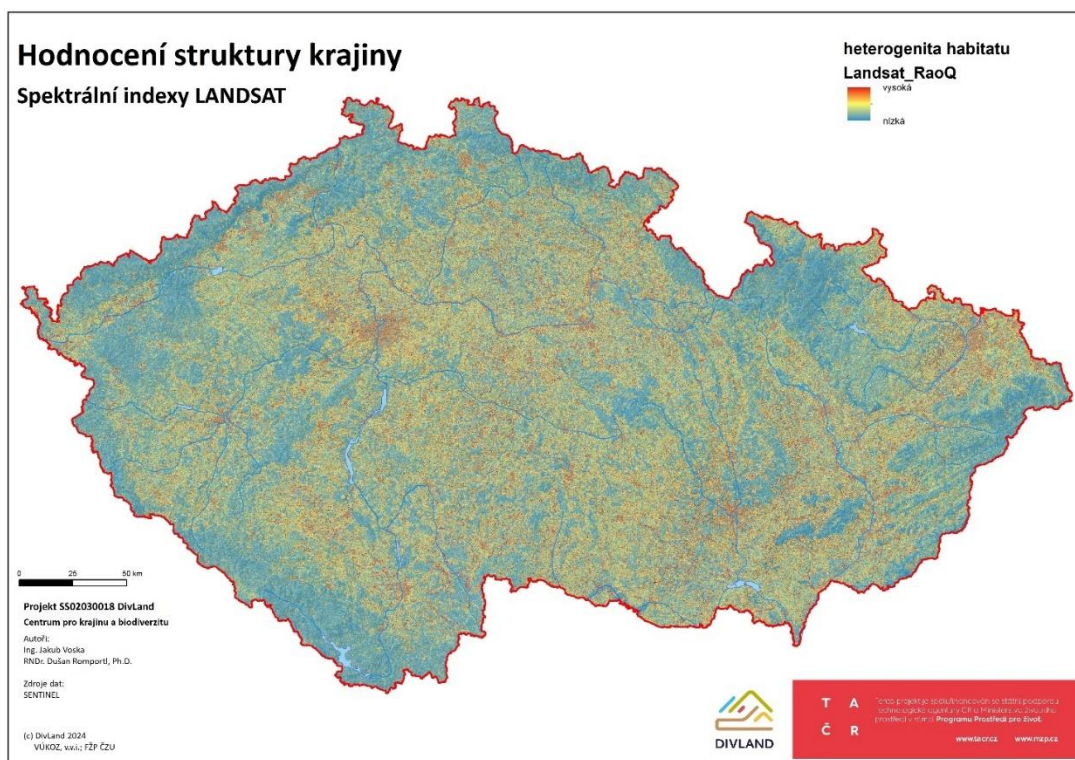
V rámci **WP E3** proběhla celková aktualizace databáze prediktorů biodiverzity BIOMOD-CZ (odvozené zejm. z dat ZABAGED, DMR5g, ale i nová klimatická data), zároveň proběhlo doplnění nových proměnných odvozených z dat DPZ (konkrétně spektrální charakteristiky vegetace dle dat Sentinel). Při pilotní aktualizaci modelů potenciální distribuce vybraných druhů ptáků a motýlů bylo zjištěno významné zpřesnění výstupů, proto bylo rozhodnuto o celkové aktualizaci všech dosud zpracovaných prediktivních modelů (pro 180 druhů živočichů) – i vzhledem k exponenciálně rostoucímu počtu náleзовých dat v databázi NDOP. V druhém polovině roku proto proběhla aktualizace prediktivních modelů vybraných taxonomických skupin živočichů (ptáci, savci, obojživelníci, plazi, měkkýši, motýli) již s využitím doplněné a aktualizované databáze prediktorů a rozšířeného datasetu náleзовých dat.

Dále pokračovala spolupráce s balíčkem **WP E2** ve smyslu vyhodnocování vlivu kvality satelitních dat, resp. indexů sezonality vegetačních poměrů na výslednou kvalitu modelů potenciální distribuce druhů. Vedle hodnocení druhové rozmanitosti byla hodnocena i habitatová diverzita jak s využitím existujících dat (Vrstva mapování biotopů, KVES, resp. LPIS), tak s využitím dat DPZ (zejm. kompilace snímků družice Sentinel a LANDSAT. Jako klíčové ukazatele se jeví zejména výsledky analýz habitatové heterogenity a horizontální struktury krajiny – spektrální ukazatele, zpracované v rámci WG A Krajina jsou proto velmi dobře využitelné jako prediktory biodiverzity (viz obr. 35 a 36). Předběžné výsledky byly prezentovány na kontrolním dni v červnu, v pokročilejší fázi zpracování pak i v prosinci 2024. Současně byla stanovena pravidla pro pravidelnou aktualizaci databáze BIOMOD-CZ a její technické řešení tak, aby byla dlouhodobě udržitelným výstupem projektu, jako součást komplexního hodnocení biodiverzity.

Podobně pokračovalo hodnocení vzájemných vztahů modelované biodiverzity, reálně zachycené druhové rozmanitosti (dle dat NDOP) a celkového počtu zaznamenaných druhů daných taxonomických skupin (dosud vyšších rostlin, ptáků a motýlů) pomocí metody rarefaction; testovány byly i další nově publikované metody.



Obrázek 35. Ukázka spektrálního indexu – ukazatele heterogenity habitatů (směrodatná odchylka NDVI nad daty Sentinel 2020)



Obrázek 36. Ukázka spektrálního indexu – ukazatele heterogenity habitatů (RaoQ NDVI nad daty LANDSAT 2020)

Plán dalšího postupu

V rámci balíčku **WP E3** je v plánu v prvním čtvrtletí r. 2025 dokončení aktualizace prediktivních habitatových modelů s využitím nově doplněných prediktorů DPZ. Po dokončení těchto aktualizací je naplánována syntéza dílčích habitatových modelů za živočišné druhy s výsledky predikce vegetační biodiverzity a porovnat je s analýzami kvality a heterogenity habitatů. Současně bude připraven rámec celkové syntézy hodnocení a monitoringu biodiverzity na všech funkčních, resp. prostorových úrovních (druhová, habitatová, krajinná úroveň), který bude integrovat přístupy rozvíjené v rámci balíčků WP E1 a E2. Výsledek takové syntézy pak bude dobře využitelný pro nasměrování managementových opatření a zacílení monitoringu navrhovaných v rámci WP E4.

WP E4 Ohrožení biodiverzity

V roce 2024 probíhaly práce na aktualizaci KVES 2023 a její uveřejnění. Proběhlo seznámení nového pracovníka s vrstvou KVES. Započaly práce na kontrole validity KVES, která v předchozích letech nebyla realizována a existovala tedy potřeba ji ověřit. Kontrola probíhala na datech KVES 2022 kvůli datu pořízení srovnávacích bodových dat LUCAS 2018. Pro oblast ČR celkem existovalo 5 713 záznamů LUCAS. Bylo posouzeno, jestli kategorie KVES odpovídají kategoriím měření LUCAS. Nejprve byla ohodnocena přijatelnost jednotlivých kombinací kategorií (1 – dokonale odpovídá, 2 – odchylka, 3 – významná odchylka, 4 – neodpovídá). Dále byly body s nepřijatelnou kombinací kategorií ručně zkontrolovány vůči Ortofotu; dokonale odpovídající kategorie byly kontrolovány namátkově a ostatní vždy minimálně dva body s danou kombinací kategorií. Celkem 91 % bodů spadalo do kategorií 1 a 2 a 360 bodů bylo po manuální kontrole přeřazeno z kategorií 3 a 4 do kategorie 1. KVES po kontrole a úpravě hodnocení odpovídal Ortofotu v 97 % bodů. Závěrem bylo vyhodnoceno, které kategorie či která data byla zdrojem chyby – především městská zástavba, degradovaný travní porost, zahrady a městská zeleň a orná půda. Na základě těchto zjištění byla revidována současná metodika kompilace KVES a byl udělán průzkum nových potenciálních zdrojových vrstev. Byl navržen alternativní postup přípravy kategorií souvislé a nesouvislé zástavby, který by měl lépe odrážet zastavěné území, v současné době na něm stále probíhají zdokonalovací práce. Byly navrženy nové vstupní vrstvy k úpravě stávajících kategorií. Průběžně byly připravovány otázky a podněty pro uživatele KVES.

V rámci aktivity **WA E4.2 Koncepce záchranných programů** byla připravena pilotní verze Koncepce záchranných programů pro biotopy 2027–2036. Ta obsahuje cíle koncepce, pravidla pro přípravu a realizaci záchranných programů a doladěná kritéria pro výběr biotopů k tomu vhodných, přičemž prvním z nich je, že tyto biotopy musejí být v Červeném seznamu biotopů České republiky (Chytrý et al. 2020) zařazeny v jedné z ohrožených kategorií, tj. zranitelný (VU), ohrožený (EN), kriticky ohrožený (CR) nebo zaniklý (CO). Koncepce by se měla vztahovat na všechny výskyty ohrožených biotopů na území ČR, tedy i v národních parcích a vojenských újezdech. Na základě těchto kritérií byly sestaveny tři seznamy biotopů. Seznam biotopů vhodných pro záchranné programy zahrnuje 18 biotopů. U každého z nich jsou uvedeny důvody zařazení, příčiny degradace a problémy, se kterými se bude muset případný záchranný program potýkat. V seznamu nevhodných biotopů jsou u každého uvedeny důvody nevhodnosti a případná doporučení. Seznam biotopů vyžadujících zvláštní zřetel zahrnuje 5 biotopů, u nichž je potřeba provést výzkum za účelem doplnění znalostí potřebných k tomu, abychom se mohli spolehlivě rozhodnout, zda se pro záchranné programy hodí či nikoliv. Tyto seznamy byly využity při výběru biotopů, které se ČR zaváže zlepšit do r. 2030 na základě *Nařízení Evropského parlamentu a rady (EU) 2024/1991 o obnově přírody*. Byla zahájena příprava Záchranného programu pro biotop L8.3 Perialpidské hadcové bory.

V roce 2024 byly finalizovány číselníky a databáze všech předmětů ochrany MZCHÚ v péči AOPK ČR (808 MZCHÚ). Na <https://metadata.nature.cz/> je zveřejněn metadatový záznam „Předměty ochrany MZCHÚ“, jehož součástí jsou platné číselníky předmětů ochrany (PřO), souhrnná databáze všech předmětů ochrany MZCHÚ v péči AOPK ČR a doprovodný dokument s informacemi k databázi. V databázi jsou předměty ochrany děleny do tří typů: ekosystémový, druhový a útvar neživé přírody. Databáze také obsahuje údaje o tom, zda jde o PřO dle zřizovacího předpisu (kód PřO „A“), PřO překrývající se lokalitu soustavy Natura 2000 (kód PřO „B“), nebo PřO navržený k zařazení do vyhlášovacího předpisu při příštím přehlášení lokality (kód PřO „C“). Dále údaj o tom, zda je PřO převzat z plánu péče, který byl zpracován ještě podle tzv. staré Osnovy pro zpracování plánů péče (MŽP, 2019) nebo tzv. nové Osnovy (kde je již více akcentován ekosystémový přístup). Aktualizace databáze bude probíhat jednou ročně. Databáze PřO nyní poslouží jako dostatečný vzorek pro kalibraci zaměření metodiky hodnocení stavu PřO; do budoucna lze stejný přístup aplikovat na všechny MZCHÚ v ČR. Jako

další krok na tvorbě metodiky byly provedeny analýzy k jednotlivým předmětům ochrany, které umožňují jejich srovnání dle rozlohy a četnosti podle různých parametrů.

Dosavadní výstupy

- V roce 2024 byla publikována aktualizace KVES za rok 2023.
- V září 2024 byla Koncepce aktivních nástrojů druhové ochrany v České republice 2023–2032 představena na Tematickém setkání ke studiu vzácných a ohrožených druhů naší květeny.

Plán dalšího postupu

Pilotní verze Koncepce bude předmětem jednání s MŽP a odbornými pracovišti v oblasti ochrany přírody. V návaznosti na vstup v platnost Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2024/1991 o obnově přírody budou zahájena jednání o začlenění Koncepce do připravovaného Národního plánu obnovy. Seznamy s biotopy vhodnými i nevhodnými pro záchranné programy budou postoupeny k posouzení odborníkům vně AOPK (BÚ AVČR, MUNI, ČBS, vybrané organizace ČSOP angažující se v záchranných programech) a bude dokončena příprava Záchraného programu pro Perialpidské hadcové bory.

Dále budou pokračovat práce na tvorbě jednotlivých kapitol textu Metodiky hodnocení stavu PŘO MZCHÚ. Na březen je plánován workshop při příležitosti „Setkání k MZCHÚ“, v rámci kterého bude pracovníkům RP představen návrh principu hodnocení stavu PŘO MZCHÚ a také indikátorů, ze kterých si budou zpracovatelé plánů péče vybírat (ke každému PŘO budou na základě metodických doporučení přiřazeny indikátory, pro které proběhne monitoring a následně proběhne jejich vyhodnocení a zhodnocení stavu PŘO).

SHRNUTÍ ŘEŠENÍ PROJEKTU ZA R. 2024

Všechny aktivity projektu řešené v roce 2024 pokračovaly podle plánu a byla dokončena řada dalších výsledků, a to jak závazných, tak i výstupů nad rámec. Produkce finálních i dílčích výsledků nebo jen kompletace datových sad podnítila nové spolupráce jak v rámci týmu řešitelského konsorcia, tak i s dalšími institucemi, uživateli (zejm. MŽP, AOPK, Správy NP), resp. dalšími stakeholdery. Rozvíjela se i spolupráce s dalšími centry PPŽ, kde byly identifikovány synergie a potenciál spolupráce, zejména v oblasti sdílení dat i hotových výstupů (PERUN, SEEPIA, zčásti Centrum VODA).

V rámci skupiny **WG A** byl dokončen první závazný výsledek – Sada komplexních indikátorů pro hodnocení stavu, dynamiky a vývoje krajiny, který bude základním prvkem budovaného Národního monitoringu krajiny. Dále pokračovalo zpracování modelů vývoje krajiny s využitím připravených datových sad (TopoLandUse, KVES) i nově odvozovaných proměnných z dat DPZ. Naplno se rozběhl syntetický balíček WP A3, který čerpá z podkladů zpracovaných v rámci WP A1 a A2 a který je směřován k návrhu katalogu adaptačních opatření v krajině.

Po základních analýzách nad rozsáhlými databázemi získanými v předchozích letech řešení projektu v rámci pracovních skupin **WG B** a **WG C** (zejm. data NIL UHUL; ÚKZÚZ – Bazální monitoring půd, data Agrochemického zkoušení zemědělských půd; pedologická data VÚMOP ad.), byly řešeny pokročilejší úlohy jejich syntézy s přesahem do dalších pracovních skupin. V rámci pracovní skupiny **WG B** tak např. vznikla unikátní rajonizace lesních půd, která vychází z kombinace charakteristik půdního chemismu v jednotlivých půdních horizontech (FH, 0-30 cm, 30-80 cm) a dělí lesy do šesti Skupin Lesních Půd (SLP) – A, B, C, E, O a M. Také v případě pracovní skupiny významně pokročily komplexní analýzy, které budou završené typologií agroekosystémů a návrhy opatření. V rámci skupiny **WG D** byly dokončeny metodiky hodnocení impaktu nepůvodních druhů a návrh indikátorů jejich monitoringu, rovněž byl revidován seznam nepůvodních patogenů. V případě pracovní skupiny **WG E** se dařilo díky aktualizaci a doplnění databáze environmentálních prediktorů BIOMOD-CZ připravit novou sadu habitatových modelů, které jsou podkladem pro hodnocení potenciální biodiverzity, resp. jejího porovnání s reálně zachycenou biodiverzitou. Vedle toho pokračovalo odvozování prediktorů biodiverzity z dat DPZ, proběhla aktualizace klíčové vrstvy ekosystémů (KVES AOPK) a byla připravena pilotní verze Koncepte záchranných programů.

Postup řešení projektu byl po jednotlivých pracovních skupinách představen na kontrolních dnech v půlročním cyklu – tedy v červnu a na přelomu listopadu a prosince r. 2024. Po dobrých zkušenostech z r. 2023 bylo pokračováno v modelu kontrolních dní rozšířených na otevřené pracovní semináře s účastí pozvaných odborníků z různých institucí. Zásadní událostí v rámci prezentace projektu byla mid-term konference 13.3.2024 konaná v Litomyšli za účasti celé řady odborníků, zástupců MŽP, dalších center Programu prostředí pro život a dalších zájemců o problematiku krajiny a biodiverzity. Konference zároveň proběhla jako celoprojektové setkání široké řešitelské základny. Postup řešení a výstupy jsou zároveň prezentovány na webu a facebooku projektu.