



DIVLAND

VÝROČNÍ VÝZKUMNÁ ZPRÁVA CENTRA PRO KRAJINU A BIODIVERZITU 2021

PROSINEC 2021

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

**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.tacr.cz

www.mzp.cz

VÝROČNÍ VÝZKUMNÁ ZPRÁVA

CENTRA PRO KRAJINU A BIODIVERZITU

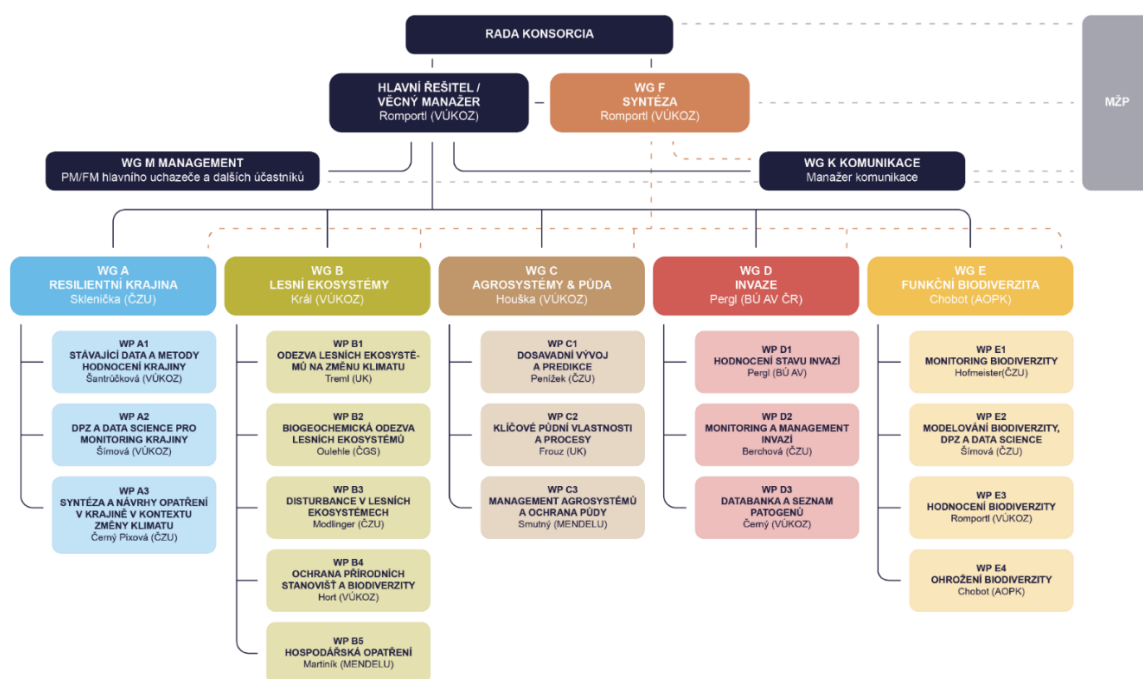
Hlavním cílem projektu SS02030018 DivLand – Centra pro krajinu a biodiverzitu je vytvoření odborné platformy, která bude na základě vědeckých poznatků navrhovat řešení aktuálních problémů, které se v krajině a jejích ekosystémech objevují, a formulovat klíčové strategie v oblasti ochrany přírody, krajiny a biodiverzity.

Předmětem zájmu výzkumného centra jsou krajina jako celek, specifické typy ekosystémů (zejm. lesní ekosystémy, agroekosystémy) a biodiverzita, včetně fenoménu biologických invazí. Centrum si klade za cíl formulovat nové systémy monitoringu a vytvořit provázaný systém hodnocení jevů a procesů definujících současnou podobu krajiny, ekosystémů a na ně navázané biodiverzity.

Konkrétními hlavními cíli projektu jsou:

- 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.

Nástrojem k naplnění těchto cílů bude provázání stávajících monitorovacích systémů, sdílení informací a dat, jejich syntéza, a společná interpretace v rámci širokého multioborového týmu. 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. 2021 v předložené zprávě.



Obr. 1 Organigram projektu

WG A RESILIENTNÍ KRAJINA

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 prvního roku řešení probíhaly v prvních dvou pracovních balíčcích zejména úvodní rešerše, shromáždění dostupných podkladů, resp. instalace a zprovoznění vybraných softwarových nástrojů – zejména DPZ a GIS platform. Pozornost byla zároveň věnována shromáždění a vyhodnocování jednotlivých indikátorů z hlediska jejich vypovídající hodnoty, náročnosti jejich získání a průběžného sledování, a tedy vhodnosti jejich využití pro kontinuální sledování stavu krajiny. Detailněji je postup řešení rozepsán v jednotlivých kapitolách (**WP A1**, **WP A2**). Postup řešení pro syntetizující pracovní balíček **WP A3** není rozepsán, aktivity na tomto balíčku budou zahájeny později (v souladu se schváleným harmonogramem projektu).

WP A1 STÁVAJÍCÍ DATA A METODY HODNOCENÍ KRAJINY

WP A1 se sestává ze tří 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. Zejména aktivity **WA A1.1** a **WA A1.2** jsou spolu úzce provázány, neboť hodnocení stavu a vývoje krajiny je zásadním podkladem pro návrh systému sledování a hodnocení dynamiky krajiny. Zároveň obě aktivity spolupracují s **WP A2**, zejména pak s aktivitou **WA A2.2** DPZ indikátory stavu a vývoje krajiny. Výstupy aktivity **WA A1.2** Návrh systému sledování a hodnocení dynamiky krajiny tak budou odrážet i poznatky obou navazujících aktivit.

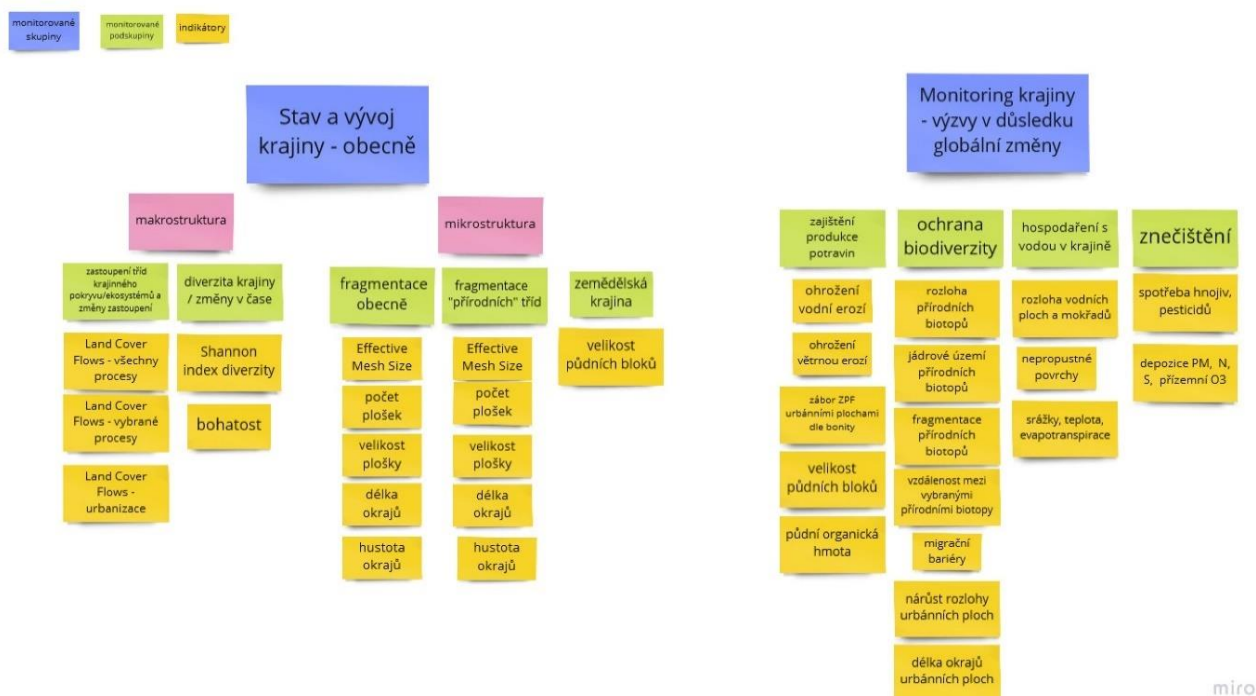
Řešení aktivity **WA A1.1** se nejprve zaměřilo na rešerši problematiky, vyhodnocení domácích datových zdrojů a výstupů relevantních studií a stanovení prostorových rámců, ve kterých budou příslušné ukazatele hodnoceny. Byl vytvořen úplný seznam dostupných datových zdrojů, které pokrývají celou Českou republiku a většinou zachycují více než jedno časové období. Zdroje byly specifikovány z hlediska typu dat, minimální mapovací jednotky, způsobu pořízení dat, klasifikačního schématu, typu krajiny a vhodnosti úrovně, pro kterou mohou být použity. Rovněž pro ně byly shrnuty jejich výhody a nevýhody pro analýzy krajiny a naznačena vhodnost jejich využití pro různé indikátory hodnocení krajiny. Celkem bylo identifikováno 23 různých datových zdrojů, které mohou být využity jak pro hodnocení celkové dynamiky krajiny – jedná se především o zdroje, které zachycují několik časových období (např. CORINE Land Cover, Databáze LUCC UK, TopoLandUse, ZABAGED), tak pro hodnocení stavu krajiny (např. LPIS, DIBAVOD, Konsolidovaná vrstva ekosystémů, data programu Copernicus s vysokým rozlišením).

V rámci aktivity **WA A1.2** byla provedena obsáhlá rešerše monitorovacích systémů krajiny zejména v evropských zemích. Byl sestaven přehled národních programů monitoringu krajiny a jejich změn, s důrazem na země EU. Vyhodnocované programy jsou z větší části provázány s monitoringem biodiverzity (viz např. Swiss Biodiversity Monitoring – biodiversitymonitoring.ch), případně ekosystémových služeb (viz např. UK National Ecosystem Assessment – uknea.unep-wcmc.org); nebo se věnují např. jen určité výšce krajiny (typicky zemědělské krajině – viz např. NIBIO Monitoring of farming landscapes, nibio.no).

Posuzované existující systémy jsou vedle hodnocení dynamiky makrostruktury i mikrostruktury krajiny zaměřené často i na vyhodnocování ekologické integrity, stavu ekosystémových služeb (ES), resp. zelené infrastruktury. Velmi často jsou také provázány s monitoringem biodiverzity, proto je řešení aktivity koordinováno i s činnostmi v rámci skupiny **WG E Funkční biodiverzita**.

V rámci rešerše také byly excerpovány soubory indikátorů či jiných ukazatelů, které by byly využitelné pro nastavení národního systému sledování krajiny v ČR. Na základě této rešerše byly navrženy hlavní tematické okruhy a příslušné indikátory, které by identifikované problémy pomohly alespoň z části kvantifikovat (obr. 2).

Souhrnně tak byl navržen seznam celkem 33 nejdůležitějších indexů pro hodnocení krajiny. Byly zhodnoceny následující sady indexů: indexy vyjadřující strukturu krajiny, indexy postihující fragmentaci/konektivitu krajiny, indexy pro identifikaci změn a trendů vývoje krajiny, a indexy popisující ekologickou stabilitu krajiny. Na základě těchto souhrnných údajů byly identifikovány hlavní skupiny problémů, kterým současná krajina České republiky čelí, a jaké parametry by tyto problémy mohly zachytit.



Obr. 2 Tematické okruhy a indikátory pro monitoring krajiny

Pro obě aktivity byly posouzeny prostorové rámce, ve kterých bude navržený *Národní systém monitoringu krajiny* vyhodnocovat jednotlivé ukazatele. V návaznosti na aktivity pracovní skupiny **WG E Funkční biodiverzita** byla jako nejperspektivnější vyhodnocena pravidelná síť Evropské environmentální agentury 10x10 km ([EEA reference GRID](#)), která je dále členěna do skladebných sítí 5x5, resp. 1x1 km. Pro potřeby hodnocení změn krajiny a její struktury budou využívány dvě prostorové úrovně – 10x10 km a 1x1 km. Dále byla diskutována možnost využití „organické“ sítě, jejíž jednotky by reflektovaly přírodní podmínky, resp. funkční celky. Byly provedeny pilotní výpočty krajinných metrik a vybraných indikátorů pro stanovené prostorové rámce tak, aby bylo možné zahájit diskuzi o jejich praktické využitelnosti státní správou a dalšími uživateli. Takto byly prověřeny metriky krajinné kompozice (plošný podíl jednotlivých tříd, Shannonův index diverzity) a metriky krajinné konfigurace (průměrná velikost plošky, počet plošek, průměrná hodnota obvodu k rozloze plošky, hustota okrajů, Landscape Division Index/index rozčlenění krajiny, Effective Mesh Size ad.).

Pomocí statistických metod budou vybrány indikátory a datové sady, které co nejlépe zachycují dynamiku a stav krajiny, a to jak krajiny jako celku, tak jejích jednotlivých komponent/ekosystémů.

Třetí aktivita **WA A1.3** se v roce 2021 věnovala vymezení historických krajinných struktur a jejich prvotní identifikaci na území celé ČR. Na základě dosud existujících typologií historické kulturní krajiny byla vytvořena pracovní typologie historických kulturních krajin ČR a znaků a struktur, které je charakterizují. Byla provedena rešerše existujících vstupních dat a informací z hlediska jejich využitelnosti pro identifikaci historických krajinných struktur a data byla zhodnocena s ohledem na jejich dostupnost, přístupnost, aktualizaci a způsob vytváření. Hodnoceny byly jak všeobecné databáze (ZABAGED, CORINE Land Cover, DIBAVOD, TopoLandUse), databáze chráněných území a objektů (ZCHÚ, NATURA 2000,

Památkový katalog NPÚ), tak specializované databáze vzniklé řešením různých výzkumných projektů (databáze obor, komponovaných krajin, hospodářských dvorů).

Dále byly tyto databáze excerpovány a na celorepublikové úrovni vytipovaly oblasti s potenciální přítomností historických krajinných struktur. Nejprve byly podle jednotlivých typů krajin vytvořeny dílčí mapy, která byly následně položeny přes sebe a identifikovány jednak krajiny s významnými překryvy historických krajinných struktur různých typů a za druhé krajiny významně charakterizované zastoupením krajinných struktur určitého typu. Výsledné hodnocení bylo provedeno ve čtvercové síti 1 km², tj. shodné se stanoveným prostorovým rámcem ostatních aktivit.

Plán dalšího postupu

V aktivitě **WA A1.1 Hodnocení stavu a vývoje krajiny na základě stávajících dat** dojde v roce 2022 k propojení identifikovaných problémů, parametrů, tematických okruhů a indikátorů a budou započaty práce na hodnocení stavu a dynamiky krajiny pomocí zvolených indikátorů a dat.

V aktivitě **WA A1.2 Návrh systému sledování a hodnocení dynamiky krajiny** je v roce 2022 plánováno úplné naplnění pravidelné sítě EEA 1x1 km zvolenými indikátory dynamiky krajiny a následné vyhodnocení nejvhodnějších datových zdrojů. Zároveň je plánováno detailnější zacílení na krajinu sídel, z hlediska vyhodnocení vnitřní struktury, míry heterogenity, podílů „šedé vs. zelené“ infrastruktury s urbanizovaných oblastech.

V aktivitě **WA A1.3 Historické struktury v krajině** budou identifikované historické krajinné struktury konfrontovány s nálezovými databázemi AOPK a budou zahájeny terénní průzkumy vybraných modelových území.

WP A2 DPZ A DATA SCIENCE PRO MONITORING KRAJINY

V rámci řešení aktivity **WA A2.1 Citlivost krajinných metrik ke změnám v krajině** byla pozornost v prvním roce řešení věnována zejména metodickým aspektům a otázkám interpretace krajinných metrik. Krajinné metriky se zaměřují na širokou škálu parametrů krajinné struktury a jejich vypovídací schopnosti i reakce na změny v krajině se liší. Různé metriky jsou různě citlivé nejen ke sledovaným charakteristikám krajiny, ale také k tematickému rozlišení, prostorovému rozlišení nebo rozsahu zájmového území. V rámci první studie zabývající se citlivostí krajinných metrik ke změnám v krajině byla pozornost zaměřena na simulaci úbytku drobných přírodních prvků (dřevinné a vysokobylinné vegetace mimo les) v zemědělské krajině. V podrobném prostorovém i tematickém měřítku tedy bylo simulováno, do jaké míry které krajinné metriky mohou v zemědělské krajině pomoci detekovat změny potenciálně vedoucí ke ztrátě biodiverzity a estetických hodnot.

Úroveň 1		Úroveň 2	
Kód	Název	Kód	Název
10	Les	11	Lesní porosty
		12	Bezlesí
20	Zemědělská půda	21	Omá půda
		22	Trvalé travní porosty
		23	Chmelnice
		24	Vínice
		25	Sady
		26	Skleníky
30	Vegetace mimo les	31	Dřevinná vegetace
		32	Vysokobylinná vegetace
40	Vodní plochy	41	Vodní plochy stojaté
		42	Vodní toky
50	Urbanizované a ostatní plochy	51	Zastavěné a zpevněné plochy
		52	Ostatní plochy
60	Komunikace	61	Komunikace

Obr. 3 Klasifikační schéma

V kombinaci softwarů ArcGIS a FRAGSTATS a s pomocí programovacího jazyka Python byl vyvinut postup, který umožňuje simulovat úbytek prvků určité třídy land cover po desetíně jejich celkového počtu. Na vzorku 238 lokalit o rozloze 1 km², ležících v zemědělské krajině v rámci ČR, byl tímto postupem simulován úbytek prvků rozptýlené zeleně ve prospěch zemědělské půdy. Původní i simulovaná data o krajinném pokryvu byla využita k výpočtu krajinných metrik a tyto metriky byly následně statisticky testovány. Účelem bylo zjistit, při jak velkém rozsahu změn v krajině bude u jednotlivých metrik zaznamenán statisticky významný rozdíl oproti původnímu stavu krajiny.

Hodnocené metriky se vesměs ukázaly jako citlivé ke sledovaným změnám, reakce závisí mimo jiné na použitém tematickém rozlišení. Na úrovni krajiny jsou spolehlivější metriky v hrubším ze dvou použitých tematických rozlišení, dobrými indikátory jsou zejména metriky zaměřené na fragmentaci krajiny. Schopnost detekce změn na úrovni tříd land cover, ve kterých k úbytku dochází, se dle použité klasifikace tolik neliší, a řada metrik reaguje na změnu v rozsahu odpovídajícím pětíně počtu prvků mimo lesní vegetace. Tato zjištění je možné vzít v úvahu při hodnocení vývoje zemědělské krajiny pomocí krajinných metrik.

V rámci řešení aktivity **WA A2.2 DPZ indikátory stavu a vývoje krajiny** se práce zapojených týmů soustředila na několik klíčových konceptů, resp. fenoménů:

Heterogenita krajiny dle Spectral Variability Hypothesis (SVH)

Heterogenita ekosystémů/krajiny je vztažena k řadě ekologických procesů a funkcí, jako jsou druhová diverzita, metapopulační dynamika či konektivita populací. Mimo to může být indikátorem procesů probíhajících na úrovni krajiny. Způsobů, jak heterogenitu krajiny definovat je více: řešení **WP A1** a aktivity **WA A2.1** je zaměřené na tradičnější postupy, tedy na kvantifikaci heterogenity (a fragmentace, konektivity atp.) krajiny na základě tematických vrstev krajinného pokryvu. V rámci aktivity **WA A2.2** byly zahájeny práce na testování nejnovějšího vědeckého přístupu, který ke kvantifikaci heterogenity krajiny využívá neklasifikovaná multispektrální družicová data. Jeho výhodou je, že umožňuje využít družicové snímky z jakéhokoliv území a období a uživatel tak není vázán na produkty, které jsou dostupné jen jednou za několik let a často v hrubém/nevhodném prostorovém a/nebo tematickém rozlišení (např. CORINE). Nevýhodou je zatím nedostatečná prozkoumanost efektivity výpočtů a indikační schopnosti metrik (indexů) vycházejících z neklasifikovaných multispektrálních dat. V dosavadním řešení proto byla pozornost zaměřena na testování volně dostupných dat a programových a cloudových prostředí z hlediska jejich vhodnosti pro vývoj indikátorů heterogenity krajiny založených na datech Landsat (která pak v úlohách zaměřených na detekci změn krajiny umožní analýzy mnohaletých časových řad) a Sentinel-2 (která oproti Landsatu umožňují lepší prostorový detail, ale neposkytují dlouhou časovou řadu).

Během prvního roku projektu bylo vytvořeno několik testovacích skriptů v prostředí Google Earth Engine (GEE), umožňujících *on-the-fly* výpočty průměrů, mediánů a variability jednotlivých spektrálních pásem a spektrálních indexů v rámci prostorových jednotek daných zvolenou vektorovou vrstvou (např. mapovací kvadráty, vlastní výzkumné lokality, 10x10 km grid používaný ve **WP A1** atd.). Identifikovaným problémem je zatím nepřesnost maskování mraků (zejména vysoké oblačnosti) ve snímcích Sentinel-2 v prostředí GEE, která by zásadně ovlivňovala výsledky všech analýz založených na Sentinel-2 datech. Nalezení či vyvinutí dokonalejších algoritmů pro odmaskování mraků ze Sentinel-2 je tedy jednou z priorit pro další období. Mimo to se řešitelský tým v rámci projektu podílel na mezinárodním výzkumu indexů variability spektrální informace založených na teorii informace a testování R package *rasterdiv* vytvořeného a publikovaného v rámci této spolupráce. Identifikovaným nedostatkem *rasterdiv* pro použití v projektu je skutečnost, že výpočty všech obsažených indexů jsou v současné verzi možné jen fokálně (v tzv. *moving window*), což exponenciálně zvětšuje náročnost výpočtu a je nepoužitelné pro výpočty indexů ze všech pixelů vybrané lokality (např. ze všech pixelů každého čtverce gridu 10x10 km pokrývajícího republiku. V jednání s autorským kolektivem *rasterdiv* je vytvoření další verze obsahující tuto možnost výpočtu.

Rozložení teplot v krajině

Byly zahájeny studie zaměřené na využití termálních pásem družic Landsat a Sentinel-2. Pilotní pokusy se zaměřily na teploty v zemědělské krajině a jejich souvislost se způsobem hospodaření a texturou mozaiky zemědělských a přírodních blízkých ploch a na vliv zelených střech a dalších ploch zeleně v urbanizovaném území.

Fenologie zemědělských plodin a holá orná půda

Hledání vhodných indikátorů fenologie zemědělských plodin a indikátorů výskytu orné půdy bez vegetačního pokryvu se zatím ubírá dvěma směry, které bude možné dále kombinovat. Prvním je vývoj postupů a skriptů pro GEE pro rychlé celorepublikové výpočty, pro které není potřeba validace za pomoci terénních dat či validace pomocí vizuální interpretace

dalších dat, např. leteckých snímků. Zde lze jako příklad uvést výpočet NDVI a dalších indexů odrážejících stav vegetace maskovaný plochami půdních bloků z databáze LPIS. Druhým směrem jsou zatím dvě lokální řešení, zadaná v rámci bakalářských prací (plánované dokončení 3/2022). Jedna z prací hodnotí fenologii zemědělských plodin na území zvolené farmy, přičemž hodnoty DPZ indikátorů srovnává s terénními údaji od farmáře. Druhá se zabývá DPZ indikátory zemědělské půdy bez vegetace, jejichž vypovídací hodnotu validuje pomocí vizuální interpretace leteckých snímků.

Platforma Sen2Agri

Kromě vývoje vlastních indikátorů a skriptů pro jejich výpočet bylo zahájeno testování rozsáhlého produktu Sen2Agri v rámci programu Copernicus, který by měl umožňovat klasifikaci (tedy tvorbu tematických vrstev) pro zvolený čas a území na základě dat Sentinel-2, a to včetně kvalitního odmaskování mraků, které je zatím v prostředí GEE problematické. Z dosavadních experimentů plyne, že využitelnost Sen2Agri pro účely projektu a potažmo pro průběžný udržitelný monitoring zemědělské krajiny, je z několika důvodů diskutabilní. Technickým důvodem je hardwarová náročnost (pro testování v projektu byl Sen2Agri rozběhnut na linuxové výpočetní stanici FŽP ČZU v ceně cca 250 tis. Kč), náročnost procesu instalace a náročnost na diskový prostor při práci s územím na úrovni regionů či národní úrovni. Dalším důvodem je absence spektrálních knihoven zemědělských plodin, a aplikace tak navzdory zveřejněnému popisu vyžaduje pro úspěšnou klasifikaci vlastní sadu trénovacích dat pro zvolené území. V dalším období tedy bude přínos Sen2Agri dále hodnocen a porovnáván s výpočetně méně náročnými vlastními postupy v cloudovém prostředí.

Vertikální struktura krajiny

V dosavadním řešení byla analyzována vhodnost různých typů DPZ dat pro hodnocení vertikální struktury vegetace či krajiny a změn vertikální struktury v čase. Vhodným zdrojem dat z hlediska podrobnosti, prostorové přesnosti i velikosti pokrytého území je bez pochyby letecký LiDAR (letecké laserové skenování). Celoplošné skenování ČR bohužel zatím neprobíhá opakovaně, přičemž existující data pro jedno období nejsou poskytována zdarma (kromě státní správy). Využitelnost modelů reliéfu a povrchu založených na leteckém lidarů pro indikaci vertikálních změn krajiny v rozsahu celé ČR je tedy zatím diskutabilní. Z tohoto důvodu byla v první části projektu pozornost zaměřena na hodnocení kvality moderních družicových elevačních modelů, které jsou dostupné zdarma a opakovaně (zejména TanDEM-X, dále SRTM, Copernicus DEM). Cílem je zejména identifikovat typy úloh z oblasti monitoringu stavu a vertikálních změn krajiny/vegetace, pro které jsou tato data vhodná a jaká úskalí přináší jejich kombinace (např. kombinace SRTM a TanDEM-X pro analýzu míry odlesnění). První studie se věnovaly zhodnocení kvality modelů terénu a povrchu a potenciálu dat pro odhalení změn vegetace zejména v horském a podhorském prostředí (zejm. Krkonoše, Krušné hory, Šumava).

Plán dalšího postupu

V rámci dalšího řešení aktivity **WA A2.1** bude pilotní studie citlivosti krajinných metrik na změny v krajině rozšířena a zautomatizována tak, aby zobecněný postup (i) umožnil práci s jakoukoliv tematickou vrstvou (tj. realizovat experimenty v různých měřítkách a simulující úbytek volitelných tříd krajinného pokryvu), a aby (ii) nevyžadoval kombinaci více programových prostředí. Předpokládaným výsledkem bude obecně využitelný R skript/package (beta verze 2022, výsledek 2023). Výsledky a poznatky zjištěné pomocí vytvořeného nástroje budou publikovány a využity ve **WP A1**, dalších částech **WP A2**, ve **WP E2**, případně i v dalších částech projektu.

Prioritou řešení **WA A2.2** pro další půlrok řešení je mimo jiné vývoj algoritmu a skriptu pro maskování mraků ze snímků Sentinel-2 v prostředí GEE. Mimo to budou dále rozvíjeny algoritmy a výpočetní nástroje (skripty v R, JavaScript v GEE) pro analýzu heterogenity krajiny z neklasifikovaných dat na základě *Spectral Variability Hypothesis*, fenologie v krajině (v následujícím období zejména fenologie zemědělských plodin), náchylnosti zemědělské půdy k erozi (mj. dokončení bakalářských prací zaměřených na DPZ indikátory holé zemědělské půdy a na DPZ analýzu fenologie zemědělských plodin), pro analýzu rozložení teplot v krajině a pro analýzu vertikální struktury krajinného pokryvu (kromě pokračování v dosavadních studiích zaměřených na TanDEM-X se zaměříme na data Sentinel-1). Bude dále testován nástroj Copernicus Sen2Agri z hlediska praktické využitelnosti pro monitoring stavu a změn zemědělské krajiny. Pro tyto účely bude ve vegetační sezóně zahájen terénní sběr trénovacích dat zachycujících druhy a fenologii zemědělských plodin na konkrétních lokalitách (podílet se budou řešitelé projektu, popř. i veřejnost). Bude dokončena rešerše zaměřená na pokročilé algoritmy pro analýzu změn v krajině na základě multispektrálních družicových dat. Bude zahájeno testování

klimatického produktu ERA5 jakožto datového zdroje potenciálně vhodného pro hledání souvislostí mezi stavem a změnami krajiny na jedné straně a počasím/klimatickou změnou na straně druhé.

V rámci řešení aktivity **WA A2.3** bude zahájena detailnější diskuze nad konkrétním řešením a výstupy této aktivity s MŽP.

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

Pracovní balíček bude zahájen v roce 2023 dle schváleného harmonogramu. V návaznosti na předchozí aktivity budou definovány komplexní soubory nových opatření v krajině a zároveň doporučení jejich rozmístění a priorit v rámci ČR s vizí aktivního propojení těchto výstupů s aktuálním monitoringem krajiny.

SHRNUTÍ ŘEŠENÍ WG A

Pracovní skupina **WG A Resilientní krajina** je personálně propojena v rámci projektu s dalšími týmy, zejména skupinou **WG E Funkční biodiverzita**, ale také intenzivně spolupracuje se všemi ostatními tematicky příbuznými WG.

Zároveň byla diskutována spolupráce s projektem “Vodní systémy a vodní hospodářství v ČR v podmínkách změny klimatu” (dále Centrum Voda) pod koordinací VÚV TGM v. v. i., jelikož součástí tohoto projektu jsou také návrhy vhodných opatření. Z počátečních jednání vyplynulo, že nedochází k duplikacím a vybrané dílčí části obou projektů se budou vhodně doplňovat. V rámci řešení projektu Centra Voda jsou návrhy opatření řešeny hlavně z pohledu hydrologického a povrchového odtoku. V projektu DivLand se pak jedná primárně o opatření pro retenci vody v krajině, podporu biodiverzity a dalších krajinářských aspektů jako krajinný ráz či historické souvislosti. I v dalších letech řešení se počítá s koordinačními schůzkami pro tyto části.

WG B LESNÍ EKOSYSTÉMY

Pracovní skupina **WG B Lesní ekosystémy** je charakteristická řešením velmi široké palety otázek, které byly formulovány při vzniku projektu ze strany MŽP. Řešení si proto vyžádalo vysoký počet pracovních balíčků (WP) dále dělených do několika pracovních aktivit (WA), na jejichž řešení se nezřídka podílejí vědecké týmy z pěti až šesti institucí. Základní tematické okruhy zahrnují hodnocení reakce lesních ekosystémů na klimatickou změnu, problematiku disturbancí, ochranu přírodních stanovišť a biodiverzity vázané na lesní ekosystémy a konečně návrhy opatření, která budou reagovat na novou situaci v přirozených i hospodářských lesích České republiky.

- **WP B1** Odezva lesních ekosystémů na změnu klimatu
- **WP B2** Biogeochemická odezva lesních ekosystémů
- **WP B3** Disturbance v lesních ekosystémech
- **WP B4** Ochrana přírodních stanovišť a biodiverzity
- **WP B5** Hospodářská opatření

V průběhu prvního roku řešení byla pozornost soustředěna zejména na zajištění potřebných datových podkladů, harmonizaci a sdílení stávajících databází a monitorovacích systémů napříč partnery konsorcia a vyřešení formálních náležitostí výzkumů (povolení ke vstupům a výzkumu). V rámci některých aktivit byl již započat sběr dat, jejich analýzy, resp. pilotní modelování. Podrobný postup řešení jednotlivých aktivit je představen níže.

WP B1 ODEZVA LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ NA ZMĚNU KLIMATU

V rámci pracovní aktivity **WA B1.1 Hodnocení stavu a ohrožení lesních ekosystémů, predikce vývoje** byl hlavní důraz kladen na sběr dat a navržení jeho metodiky. Cílem aktivity je reprezentativně popsat vliv klimatu na přírůst kmenové biomasy a modelovat její budoucnost, definovat jaké typy stanovišť budou/nebudou vhodné pro udržitelný růst konkrétních druhů dřevin. Mezi druhy, za které jsou získávána data, patří smrk ztepilý, borovice lesní, jedle bělokorá, dub letní a zimní, buk lesní a bříza bělokorá.

V prvním kroku byla provedena inventura existujících dat včetně stanovištních poměrů jednotlivých disponibilních lokalit. V rámci vědeckých týmů z institucí podílejících se na projektu se podařilo shromáždit stanovištní a přírůstová data pro 665 lokalit smrku, 90 lokalit borovice, 79 lokalit dubů, 152 lokalit buku lesního, 62 lokalit jedle a 25 lokalit břízy. Celkem jde o informaci ze zhruba 26 tis. stromů reprezentativně pokrývající růstové poměry ve dvacátém a jednadvacátém století. Dále byla konfrontována disponibilní data se současným zastoupením jednotlivých dřevin v jednotlivých přírodních lesních oblastech, výškových stupních, na typech stanovišť, ve zvláště chráněných územích a mimo ně. Na základě tohoto porovnání byly vymezeny druhy, regiony a typy stanovišť, pro které nemáme dostatečné zastoupení přírůstových dat (tzv. bílá místa, zejména nížinný smrk, střední polohy s duby, regionálně chybějící bříza, borovice, buk). V roce 2021 byly v rámci sběru dat k zaplnění bílých míst získány přírůstové vzorky celkem z dalších 45 lokalit (z toho 11 pro smrk, 12 pro buk, 4 pro duby, 8 pro buk, 3 pro jedli, 7 pro břízu). Sběr dat byl v letošním roce realizován na základě již existujících povolení jednotlivých výzkumných skupin, povolení ke sběru dat v ZCHÚ byla získána až v druhé polovině roku. Vzorky (vývrty) byly zbroušeny a změřeny šířky letokruhů, následně vytvořeny letokruhové série. Ty budou spolu s již existujícími daty představovat vstup do alometrických modelů kmenové biomasy. Za tímto účelem byla provedena rešerše alometrických rovnic pro naše cílové druhy a tyto alometrické rovnice byly na vybraných plochách (zatím pro smrk a borovici) testovány.

V části pracovní aktivity **WA B1.2 Odezva na sucho a lesní mikroklima** je cílem odvození korelativních vztahů mezi charakteristikami stromového zápoje a parametry mikroklimatu. Za tímto účelem byla z existujících monitorovacích sítí vytvořena a průběžně doplňována síť mikroklimatických ploch reprezentativně zachycujících lesní ekosystémy ČR. Hlavním řešeným problémem je analýza rozdílů mezi přirozenými a hospodářskými lesy v potenciálu modifikovat lesní mikroklima a tím pufovat klimatickou změnu. V roce 2021 byla hlavní část aktivit zaměřena na sběr mikroklimatických

dat a údržbu mikroklimatických ploch. Dále byla na plochách získávána vegetační data tak, aby postupně byla každá plocha popsána z hlediska struktury vegetace a fytocenologicky.

V části věnující se hydrologické bilanci lesa (aktivita **WA B1.3**) je cílem co nejpřesnější simulace jednotlivých složek evapotranspirace, zejména podílu intercepce a transpirace, která následně umožní modelovat dopady porostní skladby (listnáče – jehličnany – paseka – travní porost) na hydrologickou bilanci lesa. Pro tyto účely byl použit konceptuální hydrologický model LWF-BROOK90, a to na modelovém povodí ze sítě GEOMON Lysina. Na uvedeném povodí byl model kalibrován. Předběžné výsledky ukázaly významné podhodnocení modelované intercepce (zhruba kolem 15 %). Výsledky tedy ukazují na nutnost další úpravy parametrizace modelu tak, aby jej bylo možné použít k odhadu dopadů změny skladby lesa na hydrologickou bilanci větších území.

Plán dalšího postupu

V rámci pracovní aktivity **WA B1.1** jsou roky 2021–2023 zaměřeny především na budování datové základny – agregaci již existujících a dosbírání chybějících dat tak, aby výsledné soubory časových sérií přírůstu klimatické biomasy detailně regionálně i stanovištně pokrývaly území Česka. V roce 2022 bude pokračovat sběr dat k zaplnění bílých míst z hlediska stanoviště, regionu, polohy uvnitř či vně ZCHÚ a typu managementu. Vzhledem k tomu, že ve stávajícím datovém souboru jsou disproporcionálně zastoupeny přírodě blízké lesy a vyšší kategorie stupně přirozenosti, bude akcentován sběr dat v hospodářských lesích. První analytické výstupy plánované pro rok 2022 budou zaměřeny na stanovení klimatických limitů přírůstu kmenové biomasy na různých typech stanovišť. V části **WA B1.2** bude další úsilí směřováno jak k postupnému sběru časových řad, tak zejména k budování metodického přístupu analýzy rozsáhlých mikroklimatických dat, která vzhledem k četnosti záznamu a počtu instalovaných senzorů představují obrovské datové objemy. V roce 2022 je v plánu podpořit práci s těmito daty vývojem open source software pro import, správu i analýzu dat. V dalších letech je pak plánováno systematické modelování mikroklimatických proměnných a analýzu jejich vztahu k vývoji lesa. V části **WA B1.3** věnující se hydrologické bilanci lesa bude pokračovat práce na kalibraci hydrologického modelu LWF-Brook90 na dalších povodích sítě GEOMON - Lesní potok a Anenské povodí.

WP B2 BIOGEOCHEMICKÁ ODEZVA LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ

Pracovní balíček **WP B2** se nečlení do dílčích pracovních aktivit (WA), resp. obsahuje jen jedinou aktivitu **WA B2.1** Biogeochemické cykly ekologicky významných prvků a evoluce půd. Souběžně se změnami klimatu jsou lesní ekosystémy dlouhodobě vystaveny negativním účinkům půdní acidifikace a eutrofizace. Synergické působení těchto faktorů, společně s nevhodnou druhovou skladbou lesů, má za následek rozsáhlý kolaps lesních ekosystémů s důsledky pro uhlíkovou a hydrologickou bilanci území, kvalitu povrchových vod i složení a diverzitu. V prvním roce řešení byla pozornost zaměřena na dlouhodobou kvantifikaci depozice okyselujících a eutrofizujících prvků (síra - S a dusík - N) na území České republiky. Na základě doplněných emisních řad SO₂, NO_x a NH₄ byly vypočteny roční depozice S a N na volné ploše a celkové depozice síry v lesních ekosystémech pro období 1900-2017. Výsledné mapové rastry jsou nyní přístupné pro členy DivLand projektu v prostředí Google Earth Engine. Prvním krokem v rámci kvantifikace zásob živin v lesních ekosystémech bylo vytvoření rastrové mapy výšek lesních porostů. Rozlišení výsledného rastru je 2 metry a výška porostů je zaznamenána v centimetrech. Vrstva vznikla odečtením DMP1G a DMR5G (oboje dostupné prostřednictvím ArcGIS serveru) v místech, kde podle Základní mapy 1 : 50 000, leží les (prostřednictvím Data 50). Letecké laserové skenování, ze kterého vznikl DMP1G i DMR5G proběhlo v letech 2009-2013. DMR5G je neustále aktualizován a podle geoprohlížeče ČÚZK poslední aktualizace proběhla v roce 2020, je tedy možné data aktualizovat a využít v rámci studia disturbanční dynamiky. V souladu s dlouhodobým měřením hydrologických a biogeochemických cyklů byl proveden výpočet základních složek hydrologické bilance lesních povodí za období 1994 až 2019 - byly kvantifikovány intercepční ztráty smrkových a bukových porostů, transpirace a povrchový odtok. Získaná data budou sloužit pro kalibraci a ověření modelových výpočtů povrchového odtoku. Pro lesní povodí GEOMON byly získány měsíční úhrny srážek, měsíční teploty vzduchu a vypočtená potencionální evapotranspirace (ET_o). Tyto údaje jsou vstupními parametry do hydrologického modelu „abcd“, který je součástí širšího biogeochemického modelu MAGIC. Biogeochemické modelování je tak v tuto chvíli přímo navázáno na hydrologické modelování a tím umožňuje lepší kvantifikaci koloběhu prvků v závislosti na změnách klimatu.

V roce 2021 byly také odebrány pilotní vzorky půd a dřeva pro kvantifikaci míry zvětrávání bazických kationtů pomocí izotopů stroncia ($^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$). Lokality odběrů reprezentují gradient geochemické reaktivity hornin na našem území. Výzkum dlouhodobého vývoje (stovky let) eutrofizace a vlhkostních podmínek pomocí retrospektivní analýzy $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$ a $\delta^{18}\text{O}$ v letokruzích stromů byl započat na lokalitě NPR Boubín a v navazujícím okolí NP Šumava.

Dosavadní dílčí výstupy

- Depozice síry a dusíku v České republice za období 1900–2017. EPSG: 4326 (WGS 84). Rozlišení výsledných rastrů je v poledníkovém směru 1 km a v rovnoběžkovém cca 650 m (0,017 zeměpisného stupně). Jednotky depozic jsou v kg/ha/rok. Data jsou dostupná po zaregistrování na:
<https://code.earthengine.google.com/?scriptPath=users%2Fsvoboj25%2FSlozka%3ADepozicePrezentace>
- Výška lesních porostů v ČR. Název vrstvy: RastrVyskaLesCm.tif EPSG: 5514 (S-JTSK_Krovak_East_North). Rozlišení výsledného rastru je 2 metry a za účelem snížení objemu dat, byla výsledná vrstva převedena do celočíselného 16 bitového rastru a přepočítána na centimetry. Data budou dostupná na společném úložišti VUKOZ.

Plán dalšího postupu

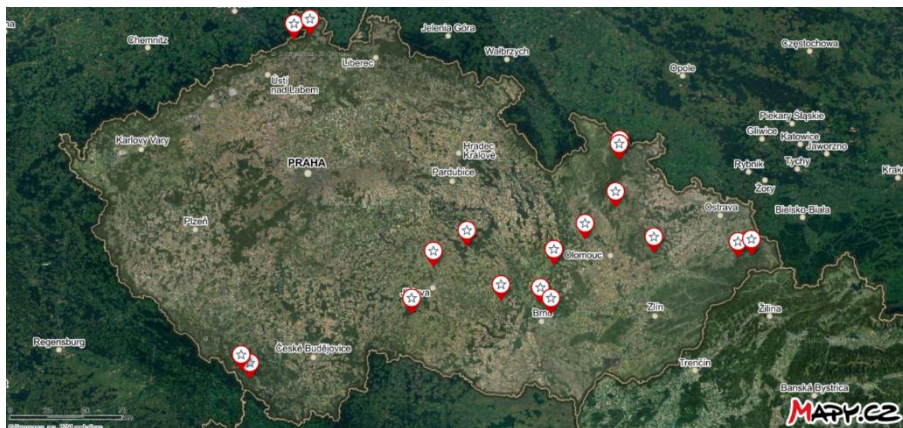
V roce 2022 bude aplikace depozičních map rozšířena o výpočet překročení kritických zátěží ekosystémů sírou a dusíkem. Tyto mapy pak budou, jako jeden z podkladů, k dispozici k analýzám změn druhového složení rostlin a k vyhodnocení dlouhodobé ekofyziologické reakce lesa na změny prostředí. Rastrová mapa výšky lesních porostů bude validována na základě měřených výšek porostů z ploch dostupných v rámci GEOMON povodí (115 ploch) a sítě dendrochronologických lokalit v rámci WP B1. Poté se přistoupí k výpočtu zásob nadzemní biomasy pomocí alometrických rovnic pro jednotlivé typy porostů (jehličnany, listnáče, popř. specificky druhové odhady). Z odhadnuté zásoby biomasy budou spočteny zásoby jednotlivých prvků (C, N, Ca, Mg, K) v nadzemní a podzemní biomase. Bude kalibrován hydrologický model „abcd“ na datech malých lesních povodí GEOMON z let 1994–2020 a modelována evapotranspirace a povrchový odtok pro období 1961–2050. Bude pokračovat výzkum na území NP Šumava s cílem postihnout dlouhodobé změny živinových a vlhkostních podmínek v prostředí temperátních lesů.

WP B3 DISTURBANCE V LESNÍCH EKOSYSTÉMECH

V rámci **WP B3** proběhl úvodní on-line meeting všech řešitelů, s účastí zástupců ostatních WP, kde byl stanoven plán řešení pro rok 2021. Na tuto schůzku pak navázaly dílčí meetingy jednotlivých pracovních aktivit.

Pro řešení pracovní aktivity **WA B3.1 Kůrovcová gradace** byl klíčový podpis smlouvy o výdeji dat DPZ s ÚHÚL, specificky databázi kurovcovamapa.cz. Probíhalo detailní sledování kůrovcové situace v zájmových územích. V NPR Boubín se uskutečnilo pozemní šetření a záznam stromů do mapy stromové situace (napadených v roce 2020). V segmentu I. zóny Smrčina (NP Šumava) byl retrospektivně analyzován vývoj gradace porovnáním dat pořízených dronem a družicových snímků. Území NPČŠ bylo monitorováno pomocí leteckých a družicových dat a byl stanoven odhad zasažené plochy. Bylo zahájeno sledování kůrovcové situace v Jeseníkách (NPR Rejvíz, NPR Praděd v části Eustaška a Bílá Opava). Jedná se o kombinaci pozemního šetření a snímání pomocí dronu. Pro všechna detailně sledovaná území byla zjištěna dostupnost dat DPZ.

V rámci aktivity **WA B3.2 Sukcese po velkých disturbancích** se uskutečnil metodický workshop, na kterém byla prezentována data jednotlivých institucí, a diskutovány metodické postupy. Řešitelé se shodli na využívání škály přístupů, a na řešení problematiky formou příkladových studií. Využívané budou především stávající plochy založené v rámci dřívějších projektů, na nichž budou prováděna opakovaná šetření. Dále budou prováděna jednorázová šetření na dříve založených plochách (holínách). Součástí řešení budou srovnávací studie, kde budou posuzovány různé způsoby obnovy lesa. V rámci projektu byla dále založena síť nových srovnávacích ploch, kde je posuzován vliv oplocení, přípravy půdy a managementu na iniciální fázi sukcese v rámci různých podmínek ČR (viz obr. 4). V průběhu celého roku probíhala terénní šetření na výzkumných plochách a probíhala literární rešerše k řešené problematice.



Obr. 4 Mapa nově založených sukcesních experimentů

Řešení pracovní aktivity **WA B3.3** *Disturbanční režimy a jejich změny* bylo zahájeno vytvořením struktury dendrochronologické databáze propojující údaje z jednotlivých pracovišť, a byl odsouhlasen etický kodex používání databáze. Došlo k naplnění dílčích databází a byla testována možnost jejího sdílení. Propojením doposud zpracované databáze s mapou biotopů bylo zjištěno, že některé biotopy jsou bohatě dendrochronologicky vzorkovány (např. horské lesy na Šumavě), naopak např. nížinné lesy byly dosud vzorkovány spíše ojediněle. V rámci regionální úrovně výzkumu bylo snahou využít lokálně výjimečně podrobná data k řešení detailních vazeb v systému: krajina-narušení-stromy. Pozornost byla koncentrována na výzkum prostorové a časové komplexity disturbancí na Šumavě (zejména 17.–19. století) ve vztahu k orografii a stanovišti.

Dosavadní dílčí výstupy

- **WA B3.1** - Ve všech oblastech došlo k meziročnímu poklesu počtu nově odumřelých stromů vlivem kůrovce. V jádrové části NPR Boubínský prales odumřelo v roce 2020 v důsledku napadení lýkožroutem smrkovým 463 stromů (v roce 2019 to bylo 857 stromů). V NPČŠ bylo doposud kůrovcovou gradací zasaženo 47 % území;
- **WA B3.2** - byl navržen obsah plánované rešerše a pracovní databáze;
- **WA B3.3** - byl publikován vědecký článek Vašíčková et al. 2021: Dead or Alive: Drivers of Wind Mortality Initiate Multiple Disturbance Regime in a Temperate Primeval Mountain Forest. Forests.

Plán dalšího postupu

WA B3.1 - Hlavní aktivitou bude převzetí dat ÚHÚL, a jejich prvotní adjustace. Bude pokračovat záznam postupu kůrovcové gradace v zájmových územích. Bude zahájena práce s meteorologickými daty v detailně sledovaných územích.

WA B3.2 - Bude pokračovat práce na literární rešerši, terénní šetření a zpracování dílčích dat. Plánováno je dále založení nových ploch na ŠLP Křtiny. Předpokládá se dílčí publikační výstup z dané aktivity, formou diplomové a bakalářské práce budou zpracovány dvě příkladové studie.

WA B3.3 - Bude probíhat plnění dendrochronologické databáze, stratifikace stanovištních dat ÚHÚL (resp. biotopů), výzkum plasticity růstu hlavních dřevin na úrovni ČR, a bude zjišťováno propojení mezi stanovištními a dendrochronologickými daty.

WP B4 OCHRANA PŘÍRODNÍCH STANOVÍŠŤ A BIODIVERZITY

Pracovní balíček se člení do čtyř dílčích aktivit, jejich řešení je do značné míry úzce provázáno:

V souladu s plánem pracovní aktivity **WA B4.1 Ochrana přírodních stanovišť a druhů** byla pozornost zaměřena na dlouhodobé změny biodiverzity lesních druhů a stanovišť (včetně biotopů Natura 2000). Probíhaly práce na konsolidaci a rozšiřování databáze opakovaných vegetačních snímků. K vegetačním datům byly přiřazovány informace o změnách prostředí, aby bylo možné změny biodiverzity v další fázi výzkumu interpretovat. Byla přitom využita existující spolupráce s Ústavem pro hospodářskou úpravu lesa a nově také archivní vegetační data Botanického ústavu AV ČR. V terénu bylo během roku 2021 sebráno zhruba 300 nových opakovaných snímků v několika územích.

V rámci aktivity **WA B4.2 Ochrana rašelinišť a obnova vodního režimu** probíhaly práce s datovými zdroji a sběr podkladů. Řešily se definice degradací (rašelina, vegetační kryt, vodní režim), aby se pro konkrétní degradaci vybraly vhodné datové podklady. Některé degradované příkladové plochy byly vybrány (například lokality v Krušných horách), u jiných je nutné ověřit jejich degradaci přímo v terénu během jara roku 2022. Z průběžných výsledků vyplývá, že v některých případech nedochází k těsné interakci vodního režimu rašelinišť a jejich vegetačního krytu. Tím nemusí být zřetelná souvislost odvodnění a změny druhového složení. Této problematice bude věnována další část prací.

V rámci aktivity **WA B4.3 Mapování a klasifikace lokalit přirozených lesů ČR** byla provedena aktualizace Databanky přirozených lesů (<https://www.pralesy.cz/databanka-prirozenych-lesu>) pro území všech národních parků (obsahuje propojení na mapový server ÚHÚL), jejíž součástí jsou aktuální informace o stupni přirozenosti lesů (dle vyhlášky 64/2011 Sb. a v novelizované podobě dle vyhlášky č. 45/2018 Sb.) a základní informace o stávajícím managementu hodnocených území/lokalit. Tato aktualizace je postupně verifikována ve spolupráci se správami jednotlivých národních parků.

V rámci aktivity **WA B4.4 Tlející dřevo a biodiverzita** proběhl soupis lokalit chráněných území a jejich dendrometrické struktury a průzkum historie ovlivnění porostů lesním hospodařením. Probíhá transformace dendrometrických dat získaných v rámci monitoringu dynamiky vývoje přirozených lesů ponechaných samovolnému vývoji do formátu srovnatelného s dendrometrickými daty z celoplošných měření trvalých výzkumných ploch. Byl diskutován rozsah a postup sběru biologického materiálu (indikačně významné skupiny lignikolních hub, saproxylických brouků, mechorostů) pro hodnocení biodiverzity na gradientu lesních stanovišť v závislosti na intenzitě lesního hospodaření. Probíhá jednání o zpřístupnění dat z NIL o struktuře vybraných inventarizačních ploch ve volné krajině a v národních parcích, na něž by byla vázaná navazující biologická šetření.

Dosavadní dílčí výstupy

Dosažené dílčí výstupy je možné shrnout do tří bodů:

- Rozšířená databáze opakovaných vegetačních snímků a k nim přiřazených proměnných prostředí. Databáze obsahuje téměř 3000 ploch tvořených páry historického a současného vegetačního snímku, plus informace o proměnných prostředí včetně půdního chemismu;
- Připravené podklady pro sběr terénních dat v roce 2022 – na základě materiálů poskytnutých ÚHÚL a nezávisle z archivu BÚ AV ČR. Lokalizace ploch je na základě archivních map a zdrojových publikací z 50.-70. let 20. století;
- Datové podklady pro statistickou analýzu do připravovaného článku o dědictví historického výmladkového hospodaření (19. století) v současné biodiverzitě lesní vegetace.

Plán dalšího postupu

WA B4.1 - Plánem je pokračovat ve sběru terénních dat ve vybraných územích a dokončit analýzy pro dvě připravované studie (impaktové články) o dlouhodobých změnách biodiverzity vegetace lesů ČR.

WA B4.2 - Dále se zpracovává rešeršní část k jednotlivým typům revitalizačních opatření a jejich implementace na konkrétních příkladech.

WA B4.3 - Bude nastaven způsob průběžné aktualizace Databanky v propojení s Ústředním seznamem ochrany přírody (AOPK ČR).

WA B4.4 - V rámci aktivity budou zharmonizovány databáze tlejícího dřeva z dostupných zdrojů; upřesněny proměnné popisující strukturu tlejícího dřeva a zanalyzována dostupná data o biodiverzitě na tlejícím dřevu. Podle toho bude navržen design doplnění dat.

WP B5 HOSPODÁŘSKÁ OPATŘENÍ

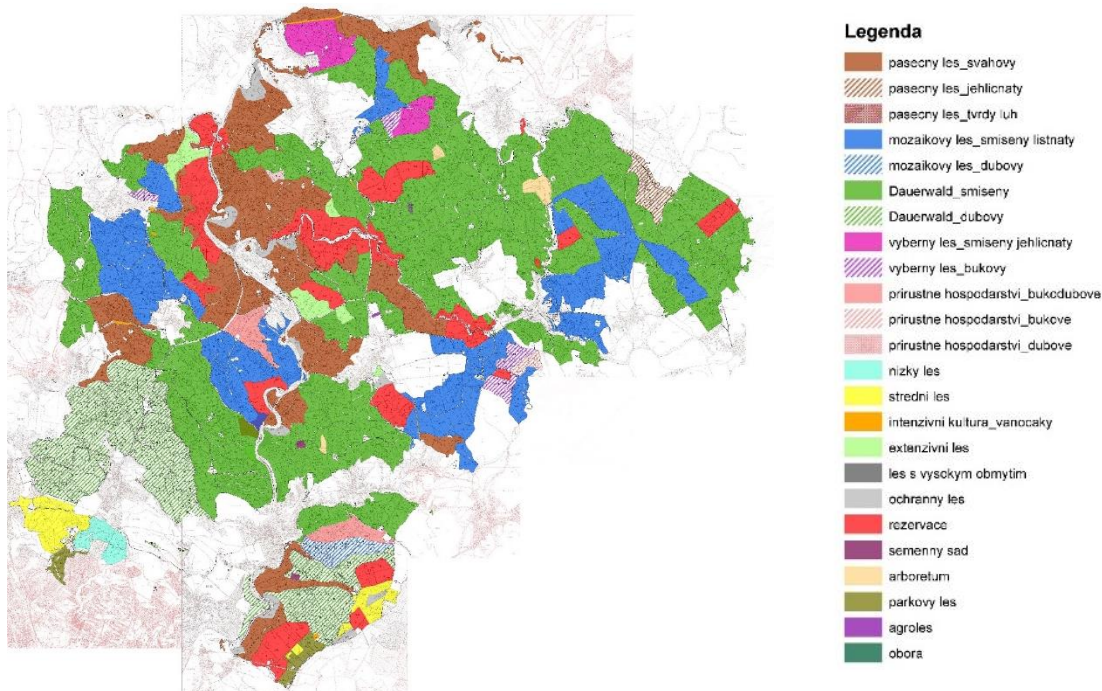
Také tento aplikační pracovní balíček se člení do čtyř dílčích aktivit:

Aktivita **WA B5.1 Akční plán hospodářských opatření** byla zahájena dvěma schůzkami řešitelského kolektivu, na nichž byly řešeny metodické postupy a vlastní podoba výsledku vztaženého k této aktivitě – „zásady trvale udržitelného hospodaření v lesích“. Řešitelský kolektiv se shodl, že bude vycházet z již publikovaných zásad – viz katalog adaptačních opatření (dostupné na http://www.frameadapt.cz/coajdfadlf/uploads/2016/11/KATALOG_dvoustranky_FINAL.pdf). Hlavním východiskem zásad budou nicméně vlastní výsledky projektu, resp. výsledky ostatních balíčků a aktivit projektu DivLand. Na této aktivitě, tedy přípravě zásad a akčního plánu, tak bude pracováno především v posledních dvou letech projektu. Za účelem ověřování a prezentace hospodářských opatření byly v průběhu prvního roku vytipovány dva demonstrační objekty (DO), kde proběhne přestavba smrkových porostů – jedná se o DO Praděd (Jeseníky) a DO Bílá (Beskydy). Další objekty, jakož i šetření na existujících plochách, jsou plánována i v následujících letech.

Přestože je těžiště řešení aktivity **WA B5.2 Analýza genetických zdrojů** plánované až od roku 2022, již v průběhu prvního roku proběhly dílčí činnosti, které byly zaměřeny na uchování a rozšiřování vzácných druhů dřevin. Na ŠLP ve Křtinách byl vysázen porost jeřábů oskeruše a dále byly vyzvednuty semenáčky tisů (vyzvedávání v součinnosti s CHKO Moravský Kras), které byly zakořeněny v lesní školce. V následujících letech se počítá s jejich výsadbami do lesních porostů.

Řešení aktivity **WA B5.3 Ukázky dobré praxe** bylo zahájeno pracovní schůzkou 18. 2. 2021, kde byla dohodnuta podoba výsledku této aktivity, kterou je Katalog objektů příkladného hospodaření. Bude se jednat o sérii filmů doplněnou o stručný tištěný materiál (brožuru). Jako východisko výběru objektů budou soužití demonstrační příkladné objekty hospodaření Pro Silva Bohemica (viz <https://prosilvabohemica.cz/demonstracni-objekty-2/>). Celkově je plánováno natočit 15 – 20 filmů z těchto objektů. V průběhu prvního roku byly natáčeny filmy na objektech Žďár n. S., Šumava, Klokočná, Beskydy (podrobněji viz výsledky).

Cílem aktivity **WA B5.4 Provozní testování hospodářských opatření** je zachycení a popis provozní implementace hospodářských opatření s důrazem na udržitelnost lesnického hospodaření při současném respektování ekosystémových funkcí (např. biodiverzita) a adaptaci lesů na klimatickou změnu. Nástrojem této strategie je diferencované hospodaření zahrnující celou škálu typů porostů reprezentovaných různým hospodářskými způsoby a tvary lesa, resp. hospodářskými modely a pestrou dřevinou skladbou reflektující přírodní poměry.



Obr. 5 Mapa pěstebních modelů na ŠLP Křtiny

V rámci modelového lesního majetku, kterým je Školní lesní podnik Masarykův les - Křtiny Mendelovy univerzity v Brně (dále jen ŠLP Křtiny) proběhla první fáze tzv. segmentace majetku dle přírodních podmínek, aktuálního stavu porostů, hospodářských rizik a omezení, historické kontinuity některých modelů hospodaření, jakož i zohlednění různých funkcí lesa (např. ochrana přírody, rekreace, chov zvěře, protierozní funkce atd.). Výsledkem této segmentace je vznik 23 modelů hospodaření (viz obr. 5 výše). Pro jednotlivé modely jsou dále zpracovávány rámcové směrnice hospodaření – celkem 19 tzv. hospodářských skupin a následně probíhá postup sjednocení konceptů s metodami hospodářské úpravy lesů ve vazbě na tvořící se nový LHP (2023–2032).

Dosavadní dílčí výstupy

- **WA B5.1 - Akční plán hospodářských opatření:** Výběr demonstračních objektů - Bílá, Praděd.
- **WA B5.2 - Analýza genetických zdrojů:** Výsadba porostu s jeřábem oskeruše odpovídajícího genotypu (asi 30 ks); zakořeňování semenáčků tisů (asi 20 jedinců). Vše na ŠLP Křtiny.
- **WA B5.3 - Ukázky dobré praxe:** Vznik úvodního filmu k plánované sérii „Když se ne (kácí) les“ a dále třídílný film k hospodaření v lesích ve Žďárských vrších (Žďár) s těmito názvy: 1. Proměny krajiny Žďárských vrchů; 2. Důvody a postupy přestavby smrkových porostů na úseku Kocanda; 3. Inspirace v pralese Žákova hora. Filmy budou po dokončení ke zhlédnutí na vytvářených stránkách projektu – DivLand.cz.
- Proběhl pracovní seminář s provozními lesníky v Beskydech zaměřený na uplatnění nepasečného hospodaření v bukových porostech.
- **WA B5.4 - Provozní testování hospodářských opatření:** Segmentace lesů ŠLP Křtiny do 23 modelů hospodaření (viz obr. 5).

Dále proběhl na podzim pracovní seminář, kde byly prezentovány dosavadní zkušenosti se zaváděním pěstebních modelů.

Plán dalšího postupu

WA B5.1 Akční plán hospodářských opatření: V následujícím roce bude probíhat rešerše na téma biodiverzita a hospodaření v lesích. Výsledkem této rešerše bude článek publikovaný v odborném nebo vědeckém tisku.

Dále bude probíhat šetření na výzkumných objektech založených v rámci projektu a analýza dat z již existujících objektů – plánováno je srovnání biodiverzity při odlišných způsobech hospodaření (managementu) v NP Šumava – hospodářský les ML Volary a lesy NP Šumava.

WA B5.2 Analýza genetických zdrojů: V roce 2022 bude zahájena rešerše na téma genetické zdroje, která bude zaměřena především na kompilaci aktuálních poznatků v oblasti genetických zdrojů lesních dřevin v ČR a v Evropě. Pozornost bude zaměřena zejména na druhy a provenience s možným potenciálem odolnosti především vůči suchu. Dále bude pokračovat zakořeňování tisů vyzvednutého z exponovaných míst v CHKO Moravský Kras.

WA B5.3 Ukázky dobré praxe: V roce 2022 je plánováno dokončení filmů i písemné části katalogu k objektům Žďár n. S., Šumava, Klokočná, Beskydy. Dále proběhne natáčení objektů ŠLP Křtiny a Doksy (přirozená borová stanoviště).

WA B5.4 Provozní testování hospodářských opatření: Postupné sjednocení vytvářených konceptů s metodami hospodářské úpravy lesů ve vazbě na tvořící se nový LHP ŠLP Křtiny (2023 – 2032). Tvorba LHP pro hospodářské koncepty.

SHRNUTÍ ŘEŠENÍ WG B

Rozsah úkolů a konkrétních aktivit řešených v rámci této pracovní skupiny vypovídá o množství problémů, které se aktuálně v lesních ekosystémech odehrávají. Naše lesy jednoduše prochází neklidnými časy, kdy si kombinace nepůvodní a ekologicky nevhodné druhové, prostorové a věkové skladby lesů spolu s historickou imisní zátěží a zejména se zcela hmatatelně probíhající klimatickou změnou vybírá svoji daň. Pracovní skupina je tak pro svoji komplexitu organizačně velmi náročná; přesto se zdá, že se během prvního roku řešení podařilo nastavit funkční organizaci prací a komunikaci mezi balíčky a aktivitami tak, aby docházelo k žádoucím synergiím a průběžnému sdílení dosažených mezivýsledků napříč celou pracovní skupinou i mimo ni. K tomuto úsilí jistě dále přispěje i vznikající systém centrálního sdílení prostorových dat mezi všemi partnery vědeckého konsorcia projektu DivLand. Z konkrétních příkladů spolupráce napříč WP je možné vyzdvihnout řešení problematiky koloběhu živin a vody v lesních ekosystémech, které probíhá v těsné spolupráci **WP B1, B2 i B3**. Výstupy (depoziční mapy) jsou pak využívány pro řešení úkolů v rámci **WP B4**. Upravená mapa geochemické reaktivity hornin byla předána pro analýzu druhového složení rostlin kolegům v rámci **WP E2**. Významným milníkem pro řešení celé řady otázek pak bylo podepsání Smlouvy o předání dat z IDC ÚHÚL mezi ÚHÚL a konsorciem DivLand, resp. VÚKOZ jako jeho hlavním příjemcem na konci prvního roku řešení projektu.

WG C AGROSYSTÉMY A PŮDA

Pracovní skupina je formálně členěna na tři pracovní balíčky (WP), z nichž **WP C2** a **WP C3** jsou úzce provázané, některé aktivity zasahují také do úkolu **WA C1.3**. **WP C1** je relativně samostatný a pracuje vedle dat z pilotních území také s celorepublikovými daty. Během roku 2021 se podařilo pro účely projektu vyjednat poskytnutí půdních data ÚKZÚZ a VÚMOP, které jsou spolu s daty Komplexního průzkumu půd (ČZU) nezbytným podkladem řešení úkolu. Započaly také práce na jejich analýzách. Tým ČHMÚ vytváří nové přesné lokální modely vývoje klimatu na základě základních 3 scénářů vývoje. Modely budou k dispozici nejen pro řešení úkolu **WA C1.2**, ale také pro výzkumné týmy ostatních WG. **WP C2** zahrnuje aktivity na výzkumu integrálně propojených půdních parametrů (půdní biota, eroze a retenční vlastnosti půd). Výzkum erozních jevů byl podpořen využitím technik DPZ. **WP C3** zahrnuje výzkum rozličných agrotechnických opatření a jejich vliv na kvalitu půdy (včetně agrolesnických systémů). Specifická opatření tvoří organizačně zvláštní úkoly: plantáže energetických plodin a aplikační potenciál vodních sedimentů na ZPF. Finálnímu výstupu projektu Katalog opatření bude předcházet vytvoření typologie agrosystémů z hlediska jejich zranitelnosti. V termínu 21.-22.5.2021 bylo uskutečněno výjezdní zasedání členů týmů v Jihomoravském kraji. Jeho účelem byla exkurze na potenciální výzkumné plochy zúčastněných partnerů a vyhodnocení jejich potenciálu pro společný výzkum, rozsáhlá diskuze také pomohla definovat dílčí výzkumná témata.

WP C1 DOSAVADNÍ VÝVOJ A PREDIKCE

Pracovní balíček je řešen hlavními partnery ČZU, VÚKOZ, ČHMÚ a částečně kolegy z UPOL a PřF UK. WP je z hlediska návaznosti členěn na tři dílčí aktivity **WA C1.1** hodnotící poválečný vývoj a stav, **WA C1.2** Predikce vývoje půdních vlastností a ZPF a **WA C1.3** Typologie agrosystémů.

Řešení aktivity **WA C1.1** Hodnocení dosavadních změn zemědělské půdy v poválečném období. Vliv vlastnické struktury na kvalitu ZPF a zemědělské krajiny bylo zahájeno definováním metodického přístupu při řešení výzkumných otázek:

(1) Analýza změn ve využití půdy a vlastnických vztahů po II. světové válce a jejich vliv na kvalitu ZPF;

Pro tento účel budou zpracovávána pilotní území, pro která existují informace o vlastnických vztazích z předchozích výzkumů (výsledky OEK VÚKOZ, FŽP).

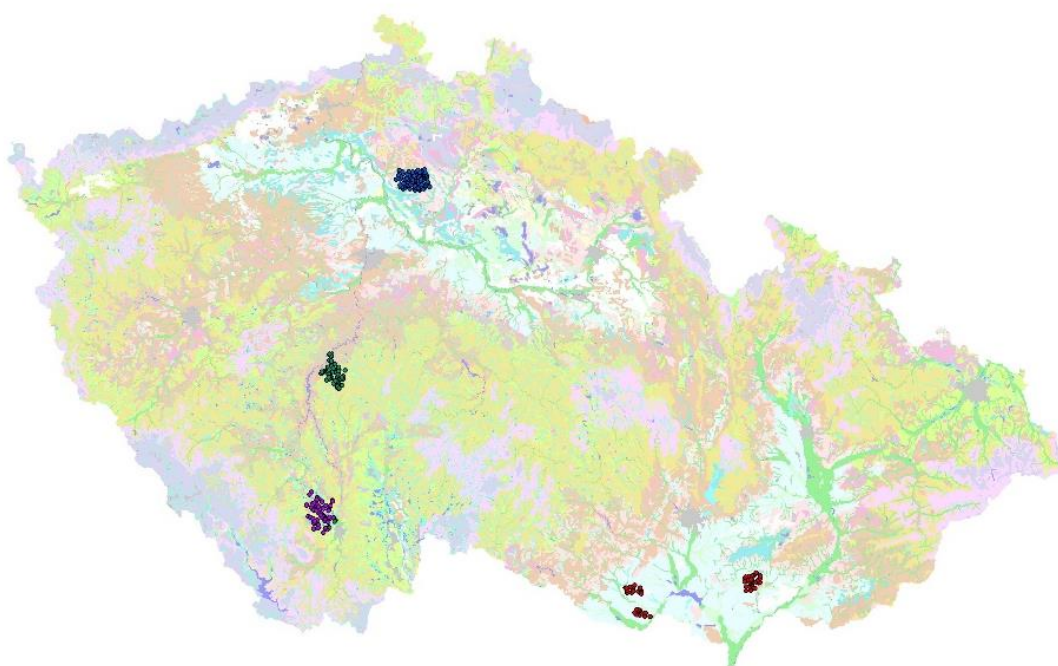
(2) Vývoj vlastností zemědělských půd v poválečném období.

Při plnění daného výzkumného záměru byla zaměřena pozornost na možné přístupy k analýze změn půdního pokryvu a jeho vlastností v období posledních 50 let. Vlastní směřování analýzy bylo rozvrženo dvěma směry:

- Využití archivních dat Komplexního průzkumu zemědělských půd (KPP) z 60. let 20.století (1960-1972) – jako velmi komplexního zdroje dat získaného při jednorázové vzorkovací kampani. Vybraná část těchto odběrových míst (v ČR 386 615 sond) bude ve vhodném výběrovém designu převzorkována (ve vztahu k regionům a BPEJ, řádově stovky míst). Kromě konvenčních laboratorních analýz bude využito prostředků půdní spektroskopie (využití specifické reflektance záření různých vlnových délek pro různé půdní parametry) a také metod DPZ (dron, Trinity F9, VÚKOZ);
- Potenciální využití dat Agrochemického zkoušení zemědělských půd (AZZP), případně bazálního monitoringu půd, který provádí na zemědělských půdách ÚKZÚZ od 70. let minulého století v pravidelných časových periodách (od doby spuštění LPIS zahrnutí půdních analýz v něm je každý díl půdního bloku převzorkován 1x za 6 let).

(3) Statistická analýza a vyhodnocení změn v půdních vlastnostech ve vztahu k faktorům přírodním a socioekonomickým (management půdy).

V rámci aktivity **WA C1.1** byly pro sledování změn a vývoje půdních vlastností zvoleny celkem 4 lokality s odlišnými půdně-klimatickými podmínkami zachycující významné produkční typy zemědělské krajiny. Jednalo se o plochy ve Středočeské pahorkatině s převahou kambizemí, plochy v Českbudějovické pánvi s hydromorfními půdami a oblast České křídové tabule s převahou hnědozemí a oblast jižní Moravy v rámci černozemní oblasti (viz obr. 6).



Obr. 6 Zájmové oblasti pro sledování změn půdních vlastností na základě archivních dat Komplexního průzkumu zemědělských půd

Pro dané oblasti jsou zkompileována jak archivní, tak aktuální data. Data reprezentují odběry z tzv. Výběrových sond KPP a aktuálních (2018–2020) odběrů v identických místech. Oba datové sady jsou v elektronické databázi, tak aby mohlo v následujícím období dojít k analýze změn půdních vlastností se zaměřením především na změnu obsahu půdní organické hmoty, půdní reakce. Každý z datových setů obsahuje 40–50 sond s kompletními rozborů celých půdních profilů dle jednotlivých půdních horizontů. Analytická data zahrnují zrnitostní rozbor (obsah frakce jílu, prachu a písku), půdní reakci, obsah uhličitánů, obsah humusu (respektive Cox), kationtovou výměnou kapacitu a nasycení sorpčního komplexu.

Pro sledování změn na základě dat monitoringu zemědělských půd byla získána data Bazálního monitoringu půd od ÚKZÚZ pro mladší období (období od roku 1998), která jsou již plně digitální. Dále probíhá jednání o možnost získání historických dat (až do období 70. let) alespoň pro vybraná území, aby mohlo dojít k detailnější analýze vývoje půd a případnému odlišení vlivů daných transformací zemědělské výroby po roce 1989.

V roce 2021 bylo ze strany ÚKZÚZ pro účely projektu DivLand poskytnuta data Agrochemického zkoušení zemědělských půd (AZKP) v elektronické podobě (excelové soubory) z období 20 let (od roku 1999 do roku 2019). Data z dřívějšího období v digitální podobě neexistují. Existují snad analogové výstupy vybraných půdních vlastností zprůměrovaných na administrativní jednotky (většinou katastrální území), jejich fyzická přítomnost a lokace je však nejistá. Dle informací ÚKZÚZ byl zpracovatelem těchto mapových výstupů bývalý Geografický ústav AV ČR, který byl částečně transformován do Ústavu geoniky AV ČR, na jehož brněnském pracovišti však nebyly tyto podklady v současné době nalezeny.

V první fázi byla nutná prvotní analýza digitálních dat a jejich čištění (odstranění duplicitních položek apod.) a spojení jednotlivých souborů do jediné databáze s univerzální strukturou. V průběhu dvacetileté periody monitoringu AZKP docházelo k doplňování nových půdních parametrů, příp. změny analytických postupů (např. extrakty přístupných živin Mehlich II (M2) a Mehlich III (M3). Objasnění vyžadovala také některá označení záhlaví v databázi v různých letech (v některých případech synonymum, někdy nikoli).

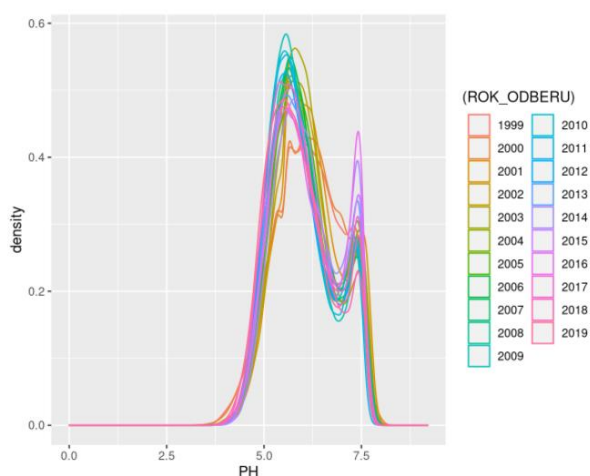
Půdní parametry zachycené v databázi AZZP v období 1999-2019 jsou následující:

- Prováděné půdní analýzy: Ca, Mg, P, K, pH byly standardně prováděné plošně cca do roku 2014 (M2 a poté M3);
- Od roku 2014 byly postupně přidány mikroprvky v Mehlich 3 ve vybraných vzorcích, není tudíž pokryté celé území;
- Od roku 2014 byly přidány Cox + Glomalin, od roku 2019 pak Q4/6, KVK, Ctot, Ntot ve vybraných vzorcích, není tudíž pokryté celé území;

V předložené zprávě jsou pro příklad uvedeny předběžné výsledky prvotních analýz komplexního datového souboru pro 2 klíčové půdní parametry – půdní reakci a půdní uhlík:

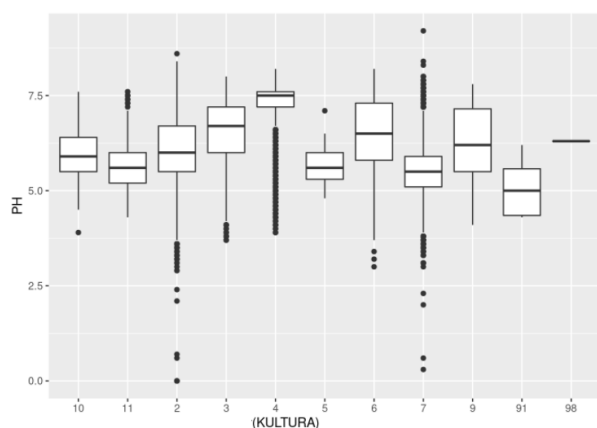
Půdní reakce (pH)

Na obr. 7 je znázorněn histogram hodnot půdní reakce dle jednotlivých let. Starší období (1999, 2000) vykazují bimodalitu v rozmezí pH 5-6, další roky však již kopírují Gausovu křivku. Obecným patternem je druhý peak v hodnotách pH od 7-7,5. To je pravděpodobně odrazem vzorkování a analýz karbonátových půd (černozemě, příp. rendziny, pararendziny).



Obr. 7 Půdní reakce aktivní (pH/H₂O) - histogram pro jednotlivé roky

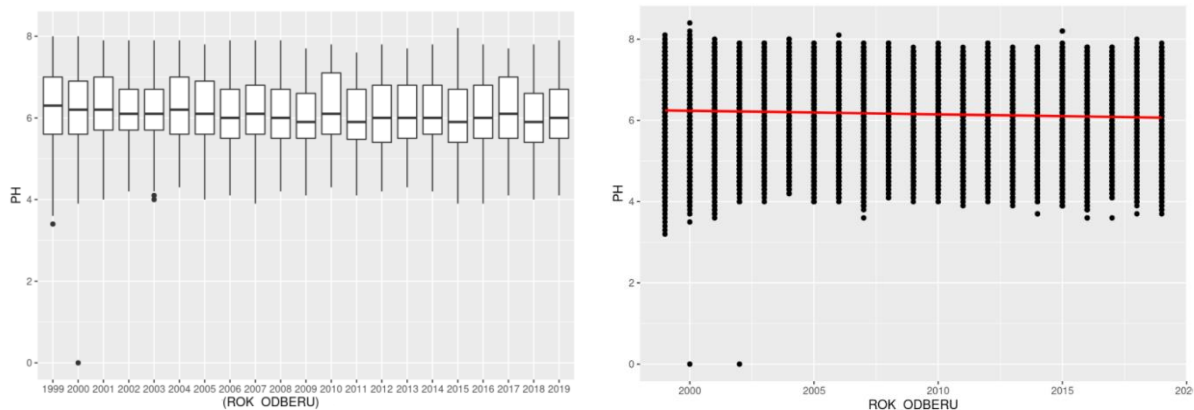
Nejvyšších hodnot pH dosahují půdy v kulturách vinice (4), největší variability pak na trvalých travních porostech (7) včetně maximální hodnoty, orná půda (2) a sady (6) dosahují středních hodnot (obr. 8).



Obr. 8 Půdní reakce aktivní (pH/H₂O) – krabicový graf pro jednotlivé typy kultur

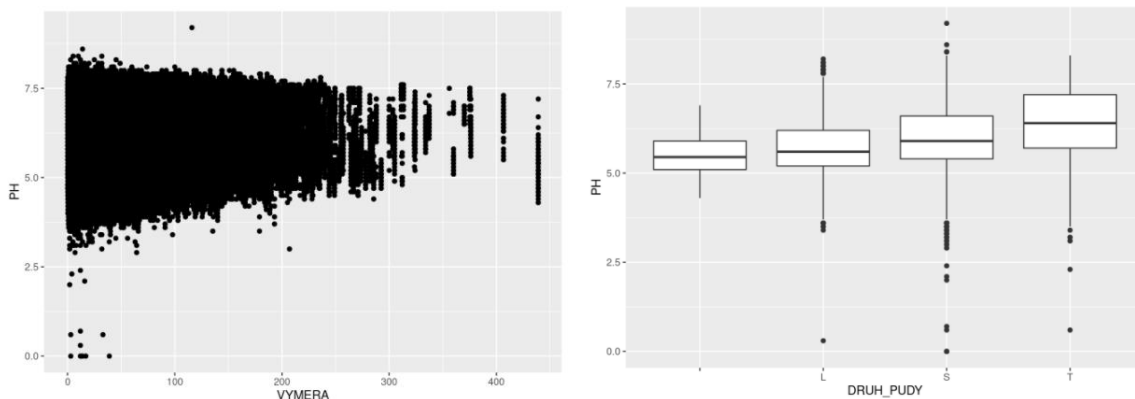
Krabicový graf (obr. 8) nevykazuje zřetelné odchylky ve středních hodnotách (resp. mediánech) a rozložení výběrových souborů. Proložená přímka bodových grafem (tamtéž vpravo) vykazuje velmi mírný sestupný trend. Tento trend je dále potřeba hodnotit stratifikovaným postupem vzhledem k dalším faktorům.

Nebyl také potvrzen jednoznačný trend v hodnotách půdní reakce v závislosti na velikosti půdního bloku (předpoklad většího rizika degradace půdy erozí a nevhodným managementem pro kondici půdy), jak je patrné z obr. 9. Lehčí půdy dle grafu tamtéž vpravo jsou kyslejší a těžší půdy zásaditější, což odpovídá obecnému předpokladu.



Obr.

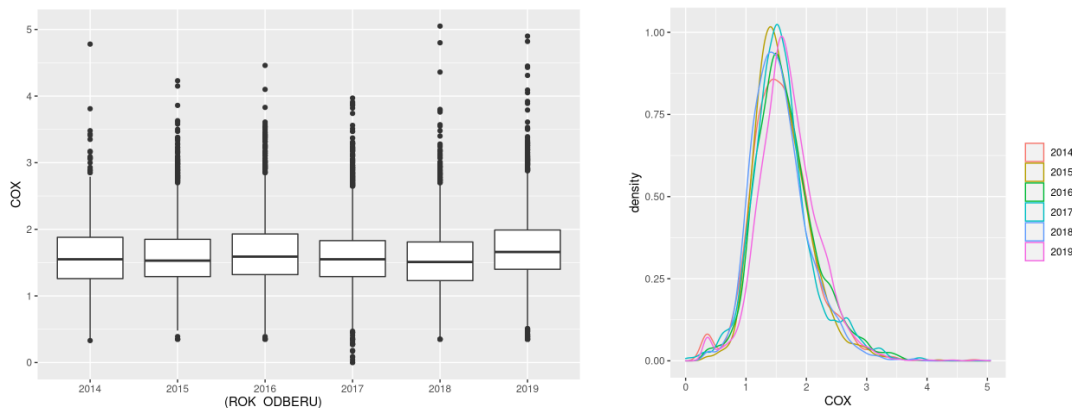
9 Půdní reakce aktivní (pH/H₂O) – vlevo: krabicové grafy pro jednotlivé roky, vpravo: bodové hodnoty proložené přímkou (červený vzorek).



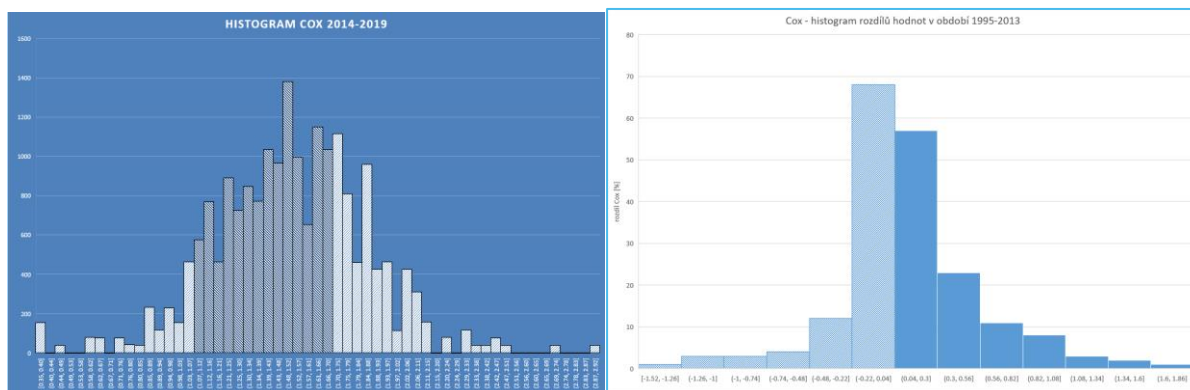
Obr. 10 Půdní reakce aktivní (pH/H₂O) ve vztahu k velikosti půdního bloku (vlevo) a zrnitostním kategoriím L-půdy lehké, S – středně těžké, T – těžké (vpravo).

Půdní uhlík (Cox)

Půdní uhlík metodou stanovení oxidovatelného uhlíku byl poprvé v rámci AZPP měřen v roce 2014, máme tedy možnost po úspěšném spárování vzorků v rámci identických DPB vyvodit trend v posledních letech.



Obr. 11 Půdní uhlík (Cox) - krabicové grafy pro jednotlivé roky (vlevo) a density histogram (vpravo).



Obr. 12 (vlevo) Půdní uhlík (Cox) - tmavě vyšrafovaná část představuje dostatečnou zásobu uhlíku (a v přepočtu x 1.724 na obsah humusu). Světlejší šrafa nalevo představuje počet případů s nízkým obsahem uhlíku. (vpravo) Cox - rozdíly v hodnotách půdního uhlíku během období 1995-2013 (nárůst - plný vzorek či úbytek - světlý vzorek). Kalkulace na základě dat z bazálního monitoringu půd.

Obsahy Cox v průběhu let 2014 – 2019 nevykazují významnější výkyvy jak je patrné z rozložení krabicových grafů (**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** 12, vlevo), density histogram (tamtéž vpravo) odhaluje jistý počet vzorkovaných míst s negativní odchylkou („druhým peakem“) pro roky 2014 a 2019, patrně identická místa vzorkovaná v opakování po šesti letech. Tyto plochy je třeba lokalizovat, podobně jako ca 6,7 % vzorků, které nevyhovují kritériím hodnocení obsahu Cox, resp. humusu pro zemědělské půdy (Sáňka & Materna, 2004).

Dále byla v rámci řešení aktivity **WA C1.1** zpracována a předběžně analyzována Data bazálního monitoringu půd. Databáze zahrnuje v současné době 214 lokalit; první optimalizovaný způsob vzorkování byl zahájen r. 1995. Na těchto lokalitách probíhá jednou za 6 let základní vzorkování ukazatelů:

- Al, As, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, V, Zn – lučavka královská;
- Hg totální; P, K, Mg, Ca – přístupné živiny (Mehlich 3);
- B, Cu, Fe, Mn, Zn – přístupné mikroelementy (Lindsay a Noreel, B Berger-Truog);
- pH/H₂O; pH/CaCl₂;
- aktuální sorpční kapacita; Cox, glomalin, Q4/6 – NIR; Ctot, Ntot – CN analyzátor

Každoročně jsou pak pouze na sadě vybraných lokalit vzorkovány obsahy rizikových prvků (PCB, PAH, DDT, HCH, HCB, Nmin) v plodinách.

Pracovní aktivita **WA C1.2 Predikce vývoje půdních vlastností a ZPF** je metodicky členěna na čtyři základní etapy:

- (1) vytvoření lokálně přesných modelů vývoje klimatu (3 základní scénáře nárůstu průměrné teploty vzhledem k preindustriálnímu stavu);
- (2) vytvoření prostorových modelů změny půdních vlastností v návaznosti na bod 1 (časově střední část projektu) a také
- (3) ve variantě aplikovaných adaptačních opatření doporučených coby výstupu tohoto projektu (modelové ověření), časově finální část projektu;
- (4) revize BPEJ (kód klimatických regionů) z hlediska scénářů vývoje klimatu.

V roce 2021 byl projekt v první fázi řešení shora nastíněných etap, tj. vytváření lokálně přesných modelů vývoje klimatu, které je v gesci ČHMÚ (leader M. Možný). Výstup je plánován na konec roku 2023. Další nastíněné fáze budou následovat.

Aktivita **WA C1.3 Typologie agrosystémů** navazuje na výsledky **WA C1.1** a **WA C1.3**, výstupy jsou naplánovány na konec roku 2025. Některé aktivity popsány v kapitole u **WP C2** budou využity i zde (typologie farem, která bude sloužit pro hodnocení faktorů, jež ovlivňují rozhodování zemědělců a jejich postoje k zavádění jednotlivých agroenvironmentálních opatření, standardů dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy). Řešení daných výzkumných otázek probíhá dle harmonogramu projektu. Postup prací je průběžně konzultován s ostatními členy řešitelského týmu (především VÚKOZ, UK, UPOL, MENDELU).

Plán dalšího postupu

V rámci aktivity **WA C1.1 Hodnocení dosavadních změn zemědělské půdy v poválečném období** bude v nejbližším období (I a II /2022) započata analýza změn půdních vlastností na jmenovaných lokalitách na základě dat KPP. Dále budou započaty práce na tvorbě Spektrální knihovny, kdy půdní vzorky z odběrů v místech KPP budou spektrometricky proměřeny na pracovišti ČZU a zařazeny do Národní spektrální knihovny. Dále je plánováno stanovení harmonogramu a designu letů UAV (dron) během vegetační sezóny 2022 a propojení dat *proximal sensing* (pozemní spektroskopie) s daty DPZ.

V rámci řešení aktivity je dále plánována strukturovaná prostorová analýza dat AZPP, příp. Bazálního monitoringu ve vztahu k vlastnickým vztahům zemědělské půdy, typem hospodaření (režim eko vs konvenční hospodaření), velikosti hospodařícího subjektu, managementovým specifikám (např. pásové střídání plodin); a dále analýza degradačních trendů v chemismu půd ve vztahu k riziku a náchylnosti k erozi (data VÚMOP, koef. CpPp).

Aktivita **WA C1.2** pokračuje dle plánu dále v gesci ČHMÚ, aktivita **WA C1.3** navazuje na výstupy **WA C1.2** a **WA C1.3**, částečně také na některé aktivity v rámci **WP C2**.

WP C2 KLÍČOVÉ PŮDNÍ VLASTNOSTI A PROCESY

Pracovní balíček se člení do tří aktivit. V rámci aktivity **WA C2.1 Půdní biodiverzita** byla zahájena inventarizace stávajících prací zabývajících se hodnocením půdní biodiverzity. Začal se též vytvářet přehled ploch kulturní krajiny dlouhodobě sledovaných z pohledu půdní bioty. Započato bylo shromažďování dostupných dat z těchto studií s cílem popsat dlouhodobé změny půdní bioty, vytipovat typy ekosystémů a cílové skupiny, které by byly vhodné pro bioindikaci změn půd kulturní krajiny. Tyto údaje budou následně využity při návrhu monitorovací sítě půdní bioty. V tomto směru byla věnována pozornost i dlouhodobým monitorovacím programům, u nichž nebylo sledování půdní bioty dosud zahrnuto nebo bylo pouze marginální, ale jsou zde dobře podchyceny změny ostatních složek půd. Zároveň byla zahájena práce na monitoringu půdní bioty vybraných ploch.

Při výzkumu je uplatňována řada metodických přístupů v závislosti na prováděných pracích. Při sledování biologického oživení půdy bylo hojně využíváno sledování CNP v mikrobiální biomase, mikrobiální respirace, obsahu fosfolipidických mastných kyselin a byla sledována abundance hlavních skupin půdní fauny, metodami popsanými například v pracích de Vries et al., 2013 a Frouz et al., 2013.

Práce na aktivitě **WA C2.2 Eroze a další faktory degradace půd** se soustředily na porovnání vlastností hlavních půdních jednotek černozemě modální a černozemě modální, smyté (tedy ovlivněné erozními procesy). Ve zvolených katastrálních územích jižní Moravy se shromažďují vybrané půdní charakteristiky, které jsou průběžně statisticky zpracovávány a bude s výsledky je dále pracováno při studiu vlivu erozních procesů na produkční funkce půd a při návrzích protierozních opatření. U návrhu protierozních opatření se činnost soustředila zejména na pásové střídání plodin, kde se testuje model trajektorií a pásů pro optimalizaci hospodaření. Průběžné výsledky jsou projednávány nejen s vlastním zemědělským subjektem, ale i s Ministerstvem zemědělství ČR.

Základem pro analýzu erozních procesů v krajině jsou používány zejména přístupy založené na modelování. Jedná se o standardní metody USLE pro erozní modelování, dále pak USPED pro erozně-akumulační modelování. Jednotlivé faktory USLE a zejména jejich stanovení jsou dále porovnávány s přístupy v ostatních zemích, kde je model (R)USLE využíván (Aiello et al., 2015; Pistocchi et al., 2002). Pro jejich stanovení (zejména C faktor) se testuje i využití metod DPZ (Ting Kuo et al., 2016). Dílčím cílem za UPOL je v dalších letech i optimalizace rozdělení půdního bloku. Vedle již zmíněných metod je zde testován také přístup založený na *Agent Based Modelling*, který dokáže zejména kvalitativně rychle a efektivně ohodnotit jednotlivé způsoby dělení půdního bloku (Majumdar et al., 2018).

Při hodnocení půdních vlastností lokalit ovlivněných erozními procesy jsou využívány zejména jednotné pracovní postupy vycházející i z norem ISO, stejně jako mezinárodně publikované metodiky pro specializované analýzy (např. pro aktivitu půdních enzymů, obsahy produktů mykorhizních hub atd.).

Při sledování vlivu eroze na úrodnost půdy bylo využito květinových manipulačních pokusů, při nichž byla tráva *Festuca rubra* pěstována na půdách různě ovlivněných erozí a byl sledován výnos biomasy v závislosti na hnojení dusíkem. Dosavadní výsledky naznačují, že erodované půdy poskytují při stejné dávce dusíku nižší výnos než půdy neerodované a také že u erodovaných půd dochází dříve k saturaci výnosové křivky, kdy už při dalším přírůdku dusíku výnos neroste. Tyto výsledky jasně ukazují, že erozní degradace půdy se projevuje na snížení její úrodnosti a patrně i dalších funkcí.

Řešení aktivity **WA C2.3 Retenční potenciál půd** byla v roce 2021 prováděna literární rešerše zaměřená na opatření podporující retenci vody v zemědělské krajině formou (bio)technických opatření řešících zpomalení soustředěného povrchového odtoku formou malých vodních nádrží (MVN). Pro hodnocení ploch vhodných pro retenci vody v krajině byly zkoumány možnosti identifikace a klasifikace těchto ploch na základě archivních i současných ortofotomap ČR, včetně CIR ortofotomap (Color InfraRed ortofot). Při řešení byla navázána spolupráce s CzechGlobe – Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i. s cílem využití archivu hyperspektrálních leteckých snímků. Využívány jsou i výsledky dalších výzkumných projektů, v nichž je hodnocen potenciál MVN s využitím historických map I. vojenského mapování a celorepublikové databáze ploch historických rybníků identifikovaných na základě II. vojenského mapování (Pavelkova et al. 2016).

Retence vody v zemědělské krajině úzce souvisí i s půdními vlastnostmi, kde klíčové postavení hraje půdní organická hmota. Pro bilanci vstupu organických látek do půdy byly v rámci vybraných okresů (Hodonín a Břeclav) zahájeny práce na strukturách plodin v poválečném období a navazující bilanci organické hmoty. Pro hodnocení počítáme s využitím modelu VÚRV, pozornost věnujeme i slovenské metodice bilance půdní organické hmoty (Jurčová a Bielek, 1997) a britskému modelu RothC.

Pro identifikaci a celkové hodnocení ploch vhodných pro retenci vody formou malých vodních ploch je prováděna analýza historických vodních ploch a zamokřených ploch s využitím leteckých snímků ve viditelném i blízkém infračerveném světle. Zkoumají se možnosti využití archivních hyperspektrálních leteckých snímků, téma je zpracováno v publikaci:

Při sledování retence vody v půdě byla též věnována pozornost možnostem extrapolace retence vody z bodových měření na úroveň krajiny. K tomuto účelu bylo využito světově unikátní experimentální povodí, představované čtyřmi hydrologicky izolovanými bazény (každá o ploše 0.25ha objem půdy cca 5000 m³), vyplněných zeminou, v nichž je kontinuálně sledována zásoba půdní vody, přísun vody srážkami a odtok, zároveň jsou zde paralelně instalovány lysimetry a to jednak vážené lysimetry o objemu cca 80l a velkoobjemové lysimetry o objemu 20m³. Cílem tohoto sledování je popsat vztah mezi chováním retence půdní vody v lysimetrech různé velikosti.

Pro hospodaření v krajině je velmi důležitý i názor hospodařících zemědělských subjektů. Za tímto účelem byly zahájeny práce na návrhu typologie farem (tzv. faremní archetypy), která bude sloužit pro hodnocení faktorů, jež ovlivňují rozhodování zemědělců a jejich postoje k zavádění jednotlivých agroenvironmentálních opatření, standardů dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy (GAEC) i např. k určitým organizačním, agrotechnickým nebo technickým opatřením minimalizujícím erozi a další degradační vlivy na půdu (Lastra-Bravo et al. 2015, Sietz et al. 2019).

V rámci klasifikace farem je obecně hodnoceno, jaké parametry, resp. vstupní data i přístupy jsou pro vytvoření relevantní typologie zemědělských subjektů nejvhodnější. Cílem je vytvořit klasifikační jednotky, které budou sdružovat farmy s podobnými charakteristikami za předpokladu, že tyto farmy podobně reagují na specifické aspekty zemědělské politiky, např. na agroenvironmentální a další opatření popsané v metodické části. Pro tato hodnocení se započalo se shromažďováním podkladových dat v podobě atributů z databáze LPIS (informace o velikosti farem, charakteristikách půdních bloků, struktuře pěstovaných plodin), dat BPEJ a environmentálních podmínek panujících na obhospodařované půdě. Jako zájmové území byly zvoleny okresy Hodonín a Břeclav. Výsledkem syntézy dat bude potenciálně odlišitelná klasifikační jednotka farem z hlediska rozhodování – t.j. faremní archetyp, založený na základě dvou primárních kritérií, vycházející z typologie FADN: (1) výrobní zaměření farmy (relativní podíl standardní produkce za jednotlivá odvětví rostlinné a živočišné výroby – polní výroba, trvalé kultury, chov zvířat, smíšená produkce) a (2) ekonomická velikost farmy (celková hodnota standardní produkce vypočítaná podle výměry jednotlivých plodin a počtu zvířat konkrétní farmy). Na základě přiřazení jednotlivých subjektů do faremních archetypů pak bude vytvořen multiagentní model pro rozhodování, který může sloužit pro hodnocení vlivu různých scénářů agroenvironmentálních či agrotechnických opatření na zemědělské systémy.

V současné době jsou připravovány dvě publikace na dané téma. Jedna hodnotí kvalitativně postoje zemědělských subjektů k agro-envi opatřením na základě průzkumů mezi farmáři; druhá kvantifikuje jak charakteristika farem a environmentální podmínky ovlivňují implementaci agroenvi opatření.

Plán dalšího postupu

Všechny dílčí aktivity pokračují dle časového harmonogramu.

Výstupy aktivit **WA C2.1** (Návrh systému monitoringu půdní bioty) a **WA C2.2** (Nmet: Stanovení potenciální eroze pro nehomogenní pokryv, zohledňující vliv různých plodin na povrchový odtok s možným využitím pro protierozní ochranu), jsou plánovány na konec roku 2024; výstup **WA C2.3** (Nmap: Pásové hospodaření v morfologicky komplikovaných podmínkách erozně ohrožených území) pak na konec r. 2023. Na rok 2022 je plánován vědecký článek hodnotící vliv erozních jevů na pedogenezi a chemismus půd a vod na povodích Falcon (UK, VÚKOZ).

WP C3 MANAGEMENT AGROSYSTÉMŮ A OCHRANA PŮDY

Budoucnost a vize zemědělství v EU jsou odvislé od nastavení legislativního rámce Společné zemědělské politiky pro období 2023–2027. Cílem návrhů Komise je podpořit udržitelné a konkurenceschopné zemědělství, které může významně přispět k Zelené dohodě pro Evropu, zejména pokud jde o strategii „od zemědělce ke spotřebiteli“ a strategii v oblasti biologické rozmanitosti. Je nezbytné provést komplexní analýzy různých systémů hospodaření v České republice s důrazem na účinnou ochranu produkčních a mimoprodukčních vlastností zemědělské půdy tak, aby následně mohly být provedeny návrhy opatření pro různé půdně-klimatické podmínky.

Pracovní aktivita **WA C3.1 Agrotechnická opatření** z větší části probíhala na výzkumných plochách Mendelovy univerzity v Brně (MENDELU), přičemž na dílčích analýzách odebraných vzorků půdy se podíleli pracovníci z Univerzity Karlovy. Na začátku řešení projektu byla pozornost zaměřena na vyhodnocení vlivu různých agrotechnických faktorů v dlouhodobých polních pokusech založených na Polní pokusné stanici v Žabčicích (velmi teplá a suchá oblast jižní Moravy). Lokalita se nachází v kukuřičné výrobní oblasti, s průměrnou roční teplotou 10,3 °C a úhrnem srážek 491 mm. Půdní typ je fluvizem glejová.

Stěžejním pokusem je monokultura jarního ječmene (založená v roce 1970) a Norfolkský osevní postup. Hodnocenými agrotechnickými faktory jsou zpracování půdy (orba a minimalizační technologie - kypření), management slámy (sklizená, zapravená do půdy a pálená) a hnojení dusíkem (30, 60 a 90 kg N/ha). V těchto pokusech byla provedena revize archivních dat (výnos a kvalita produkce, ale i vybrané ukazatele půdních vlastností – fyzikální vlastnosti, obsah živin v půdě, obsah oxidovatelného uhlíku).

Hodnocení stavu půdní organické hmoty (POH), která je klíčovým ukazatelem půdní úrodnosti a je jedním z častých parametrů hodnocení systémů hospodaření na daném stanovišti, je obsahem níže uvedených publikačních výsledků, v nichž byly zpracovány půdní vzorky z let 2017–2020. Ke stanovení obsahu a kvality humusových látek byly použity standardní analytické metody.

Souhrn všech sledovaných agrotechnických faktorů a jejich vliv na vybrané parametry je přehledně uveden v tab. 1. Lze konstatovat, že monokulturní způsob hospodaření při orebním zpracování půdy má velmi nízký obsah organického uhlíku u variant s odvozem slámy a zapravením slámy, nízký obsah humusu při pálení slámy. Při minimalizačním zpracování půdy je u monokultury situace opačná, byl zjištěn nízký obsah při odvozu a zapravení slámy a velmi nízký při pálení. Zbylé parametry kvality humusu jako poměr HK/FK a stupeň humifikace jsou hodnoceny jako střední hodnoty. U Norfolku hodnotíme obsah humusu jako nízký a kvalitu HL jako střední a vliv způsobu zpracování půdy není statisticky průkazný.

Tab. 1 Parametry půdní organické hmoty v dlouhodobém polním pokusu, Žabčice 2017–2020 (legenda viz níže)

Varianta/Parametry	TOC (%)	HL (%)	HK (%)	FK (%)	HK/FK	SH (%)
MONO – CT – SS	1,04	0,40	0,20	0,20	1,04	19,83
MONO – CT – SZ	1,03	0,46	0,22	0,24	0,98	21,55
MONO – CT – SP	1,20	0,47	0,24	0,22	1,12	20,66
MONO – MT – SS	1,23	0,46	0,23	0,24	1,01	18,97
MONO – MT – SZ	1,27	0,50	0,26	0,25	1,04	20,15
MONO – MT – SP	1,18	0,44	0,23	0,21	1,08	19,09
NF – CT	1,32	0,53	0,27	0,22	1,24	20,40
NF – MT	1,39	0,58	0,29	0,24	1,19	21,24

Parametry: TOC – celkový organický uhlík; HL – humusové látky; HK – huminové kyseliny; FK – fulvokyseliny; HK/FK – poměr huminových kyselin a fulvokyselin; SH – stupeň humifikace.

Varianty (faktory): MONO – monokultura jarního ječmene; NF – osevní postup Norfolk; CT – orba do 0,22 m; MT – minimalizační zpracování do 0,15 m; SS – sláma sklizená; SZ – sláma zapravená; SP – sláma pálená.

Hospodaření s posklizňovými zbytky (slámou), vstupy nadzemní a podzemní biomasy, hnojení a zpracování půdy mají zároveň dopad i na fyzikální, chemické a fyzikálně-chemické půdní vlastnosti a na celkovou stabilitu agroekosystému. Ztráty organického uhlíku při různých způsobech hospodaření lze obtížně stanovit a kompenzovat, protože souvisí s více faktory (např. typ půdy, aktivita půdních organismů, chemismus půdy, klimatické podmínky a antropogenní vliv apod.). Zde lze vyzdvihnout roli dlouhodobých polních pokusů, které jsou cenným zdrojem informací o dopadech agrotechnických postupů, a to v komplexním pohledu na změnu půdních vlastností. Tyto informace jsou důležitým podkladem pro

prevenci a nápravu negativních dopadů hospodaření. Především množství a kvalita půdní organické hmoty jsou měřítkem úrodnosti a produkční schopnosti půdy a jsou v úzkém vztahu k celkovému způsobu hospodaření v zemědělských podnicích.

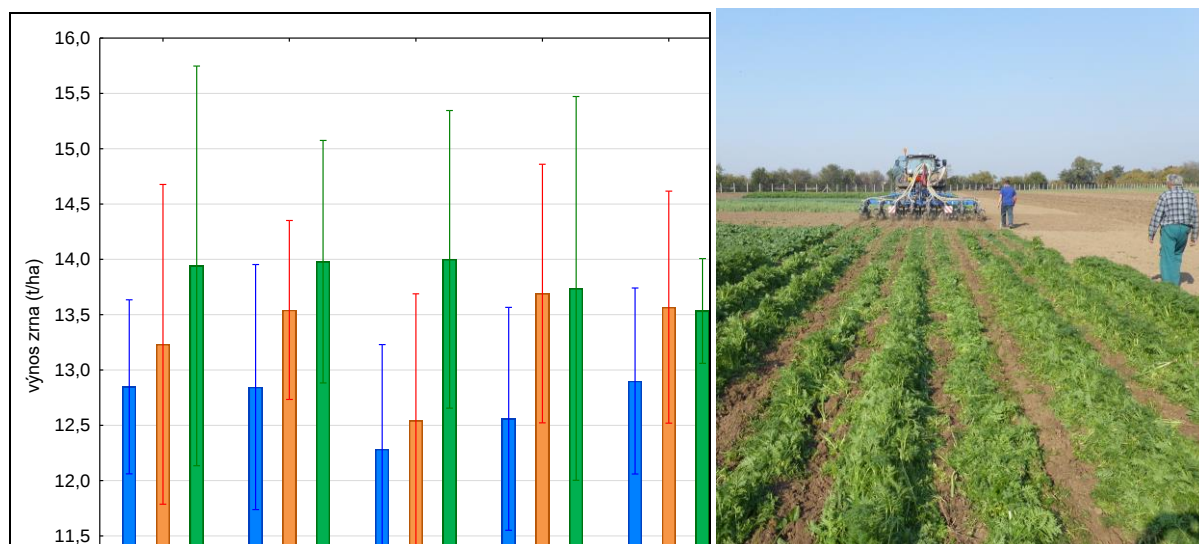
Dále byly v dlouhodobých polních pokusech provedeny odběry vzorků půdy, v nichž je sledován vliv různých agrotechnických postupů na biologickou aktivitu a využitelnost živin. Konkrétně jsou stanovovány následující parametry:

- aktivita dehydrogenasy, která je ukazatelem dekompoziční aktivity půdního mikrobiomu;
- bazální a substrátem indukované respirace, které jsou ukazatelem funkční diverzity půdního mikrobiálního společenstva, jako živné substráty byly vybrány D-glukosa, D-trehalosa, D-mannosa, kyselina protokatechová, L-alanin, L-arginin a N-acetyl- β -D-glukosamin;
- enzymatické aktivity, ze kterých lze odvodit využitelnost živin, především se jedná o arylsulfatasu, fosfatasu, N-acetyl- β -D-glukosaminidasu a β -glukosidasu,
- celkové množství bakterií a hub pomocí qPCR.

Tým Mendelovy univerzity ve spolupráci se pracovištěm Univerzity Karlovy zahájil výzkum půdní bioty na výzkumných plochách v dlouhodobých polních pokusech v Žabčicích (popsáno výše). V letošním roce byla pozornost zaměřena na pokusy s ječmenem jarním. Jednalo se zejména o unikátní dlouhodobé experimenty s permanentní monokulturou ječmene v porovnání s ječmenem jako součástí Norfolkského osevního postupu. Na těchto plochách byly ve dvou termínech (na vrcholu vegetace a po sklizni) odebrány vzorky půdy na studium půdní fauny, mikrobiální respirace, složení mikrobiální biomasy pomocí PLFA a obsahu CNP v mikrobiální biomase.

Kromě toho byly stejné parametry zkoumány i na 43 variantách s různými dávkami hnojení a různou agrotechnikou. Laboratorní náročnost jednotlivých měření, jakož i komplikace vyvolané pandemií COVID 19, vedla k tomu, že zpracování těchto vzorků stále probíhá.

Další oblastí výzkumu je ověření možnosti pěstování kukuřice s využitím půdoochranných technologií. Za tímto účelem byl založen a vyhodnocen pokus se třemi různými způsoby zpracování půdy (kypření, pásové a přímé setí) v kombinaci s různými druhy meziplodin (a jejich směsí), do nichž je kukuřice vysévána. Tento systém je perspektivní při hospodaření bez živočišné výroby, kdy meziplodiny mohou být alternativním zdrojem organické hmoty. Z obr. 13 je patrné, že nejvyšší výnosy byly dosaženy u technologie pásového zpracování půdy (STRIP-TILL), kdy po meziplodinách (po hořčici a hrachu) byl zjištěn srovnatelný výnos jako u varianty bez meziplodiny. Tyto výsledky jsou perspektivní z hlediska jejich uplatnění v provozních podmínkách zemědělské praxe. Po sklizni ozimého ječmene byly vysety různé směsi meziplodin, u nichž byla stanovena produkce biomasy. Zároveň byly odebrány vzorky rostlinné hmoty a půdy ke stanovení obsahu živin. Poté byly provedeny tři způsoby zpracování půdy, obdobně jako v letošním roce. V roce 2022 bude opět pěstována kukuřice.



Obr. 13 Vliv různého zpracování půdy s využitím meziplodin na výnos zrna u kukuřice

Vedle tradičních zemědělských systémů na orné půdě založených na střídání plodin v osevních postupech jsou také rozvíjeny agrolesnické systémy. Tento způsob hospodaření bude ověřován v podmínkách Školního zemědělského podniku v Žabčicích (součást Mendelovy univerzity v Brně) na pozemku s méně úrodnou půdou a nižší dostupností vláhy. Právě tyto podmínky vedou k nízkým a nestabilním výnosům většiny pěstovaných polních plodin. Z těchto důvodů byla ve spolupráci s WG B Lesní ekosystémy založena agrolesnická plocha, tzv. silvo-orebný systém, kdy mezi alejovou výsadbou dřevin (ořešák černý a topol) je pěstována polní plodina (v letošním roce ozimá pšenice). Tento poloprovozní pokus (s výměrou cca 9 ha) byl založen v roce 2019 a do budoucna očekáváme, že bude modelovým agrolesnickým systémem hospodaření v podmínkách jižní Moravy, který bude porovnáván s tradičním systémem pěstování polních plodin.

V letošním roce, po sklizni ozimé pšenice, byly odebrány půdní vzorky ke stanovení různých ukazatelů stavu půdy (monitoring počátečního stavu). Vzorky byly odebrány ve třech opakováních z jednotlivých variant z hloubky 0-15 cm, ve vzdálenosti 0-2, 2-4 a 4-6 m od stromořadí s roztečí 18 m a ve vzdálenosti 0-2, 2-4, 10-12 a 16-18 m od stromořadí s roztečí 36 m. V rámci projektu bude sledován vliv stromořadí tvořeného topoly, ořešáky a jejich směsí na půdu v travnatém pásu a na zemědělsky využívané ploše v meziřadí. Pomocí výše uvedených parametrů bude sledována kvalita a zdraví půdy vyjádřené biologickou aktivitou půdy.

Dále byly v průběhu roku provedeny analýzy půdních vzorků (screeningový odběr v roce 2020) s vyhodnocením agrochemických vlastností půdy. Na základě uzančních metod stanovení základních agrochemických vlastností půdy využívaných v ČR (AZPP, ÚKZUZ) byly podle zásad uvedených v pracovních postupech pro AZPP stanoveny: půdní kyselost (pH/CaCl₂) a obsah přístupných živin (fosfor, draslík, vápník a hořčík) ve výluhu Mehlich III.

Vyhodnocení agrochemických parametrů půdy bylo založeno na určení kategorie půdní kyselosti a zásobenosti půdy přístupnými živinami (obsah) dle metodiky AZPP (tab. 2). Hodnocen byl průměr, medián a rozpětí hodnot (minimum – maximum).

Tab. 2 Základní popisná statistika agrochemických parametrů půdy

Půdní parametr	Průměr		Medián		Minimum	Maximum	Sm. odch.
	hodnota	kategorie	hodnota	kategorie			
pH/CaCl ₂	6.34	sl. kyselá	6.26	sl. kyselá	6.02	7.04	0.27
P (mg/kg)	96.4	dobrý	97.9	dobrý	53.3	130.9	17.9
K (mg/kg)	367.9	vysoký	364.7	vysoký	212	551	74
Ca (mg/kg)	2016	dobrý	1879	dobrý	1483	3514	489
Mg (mg/kg)	192.3	dobrý	190.7	dobrý	142	300	31

Cílem aktivity **WA C 3.2 Plantáže energetických plodin** je komplexní hodnocení vlivů pěstování porostů energetických plodin (EP) druhé generace na hlavní parametry úrodnosti zemědělských půd včetně otázky vhodného způsobu zrušení a založení porostů EP z hlediska ochrany půdy.

V letošním roce bylo řešení zaměřeno na následující témata: rešerše problematiky energetických plodin a půdy, výběr vhodných pokusných porostů energetických plodin pro sledování parametrů půdní úrodnosti a biodiverzity (probíhá v rámci činnosti **WA C2.1**). V těchto porostech byly započaty odběry a analýzy půdních vzorků. V rámci kooperace s dalšími aktivitami (zejm. **WA C2.2 Eroze a další faktory degenerace půd**) byla letos provedena první zadešřovací zkouška porostu energetických plodin ve spolupráci s VÚMOP. Stěžejní část výzkumné práce v této oblasti probíhala na Výzkumném ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i. (VÚKOZ).

Energetické plodiny druhé generace - dřeviny a vytrvalé rostliny určené k produkci lignocelulózní biomasy - byly zavedeny do naší zemědělské praxe poměrně nedávno, a proto existují určité obavy z negativního vlivu jejich pěstování na zemědělskou půdu a produkci. V rámci WA C3.2 bude pozornost věnována výmladkovým plantážím RRD vybraných druhů dřevin zejm. topolů a vrb (příp. jasanů, olší, lísek aj.). Druhou oblastí našeho zájmu je ozdobnice obrovská (*Miscanthus x giganteus*), což je vytrvalá a velmi adaptabilní rostlina původem ze subtropických oblastí Asie.



Obr. 14 Výmladkové plantáže RRD v krajině – zleva: s opláštěním domácími keři (Průhonice), s různou věkovou a odrůdovou strukturou (Stáj) nebo jako protierozní „agrolesnické“ pásy s jednoletými plodinami (Michovky)



Obr. 15 Porosty ozdobnice obrovské v krajině – zleva: jednoletý porost po založení z oddenků (Michovky); 15letý porost (Lukavec); pohled do zapojeného porostu.

Letos bylo vybráno 11 dlouhodobých pokusných a provozních porostů RRD a ozdobnice, na nichž bude probíhat výzkum parametrů půdní úrodnosti (bilance živin a změny v obsahu uhlíku v půdě) a srovnání vzorků z porostů EP s okolními pozemky s konvenčním hospodařením (OP, TTP).

Dne 11. 6. 2021 byla provedena tzv., zadržovací zkouška - měření protierozní a infiltrační schopnost porostu RRD pomocí simulátoru deště na pokusném agrolesnickém systému (výmladkovém pásu RRD), který byl založen jako protierozní opatření na pozemku, který má v místě simulací sklonitost 11 %. Celkem byly zadržovány dvě varianty. První variantou byl černý kypřený úhor a druhou výmladkový pás. Během simulace u varianty černého kypřeného úhoru začal povrchový odtok koncem čtvrté minuty. Povrchový odtok dosáhl hodnoty 194 l, tj. polovina srážky otekla a druhá polovina infiltrovala do půdy. Výsledná ztráta půdy byla stanovena na 3,14 t.ha⁻¹. U druhé varianty, kterou představoval výmladkový dřevinný pás, povrchový odtok nenastal ani po druhých třiceti minutách simulace deště. Z toho je patrná silná infiltrační schopnost pásu. Vzhledem k tomu, že nezačal povrchový odtok, nenastal ani odnos půdy způsobený vodní erozí. Je potřeba poznamenat, že varianta ochranného dřevinného pásu byla zaplevelená, což zvyšovalo celkovou pokrývnost povrchu vegetací a intercepci porostu. Přiměřenému zaplevelení se však nelze zcela vyhnout a v tomto případě mělo pozitivní efekt.



Obr. 16 Varianty zadešřovacího pokusu – a) úhor připravený v poli hrachu (vlevo) a b) výmladkový pás RRD s podrostem plevelu (vpravo)

V rámci aktivity **WA C3.3 Vliv aplikace sedimentů na půdu** byla v prvním roce řešení projektu prostudována národní legislativa v oblasti aplikace kalů, říčních a rybníčních sedimentů a jejich uplatnění na zemědělské půdě. Této problematice se věnuje pracoviště Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, v.v.i., Praha (VÚV), společně s VÚKOZ. Výzkumná práce byla konkrétně zaměřena na:

- získání veřejné databáze rybníčních sedimentů ÚKZUZ a provedení prvotního průzkumu,
- uzavření smlouvy s ENKI, o.p.s. Třeboň o využití jejich databáze sedimentů,
- průzkum možnosti ovlivnění reprezentativnosti vzorkování sedimentů v mělkých nádržích s využitím norem ČSN ISO 5667 Jakost vod – Odběr vzorků.

Pozornost byla zaměřena na tři oblasti:

Vlastnosti sedimentů a jejich vhodnost/přípustnost k uložení na půdu

Obecně z dostupných dat monitoringu rybníčních sedimentů vyplývá, že jen malá část sledovaných vzorků překračovala limitní hodnoty pro jednotlivé ukazatele, dané Vyhláškou MZe 257/2009 Sb. Z kovů jsou nejčastěji „překračovány“ limity pro Zn, Cu, Pb, As, Cd a Hg, z organických polutantů polyaromatické uhlovodíky (PAU/PAH) a „uhlovodíky C10-C40“. Detailní hodnocení jednotlivých případů překročení vede obecně k závěru, že limity pro kovy jsou stanoveny paušálně, bez ohledu na lokální geologické poměry, a že organické polutanty pravděpodobně většinou pocházejí z lokálního znečištění (topení, výfukové plyny, úniky olejů).

Vzorkování, těžení, mezideponie atd.

Druhou oblast, kterou je nutno studovat je vlastní vzorkování sedimentů v nádržích (rybnících) a zpracování vzorků sedimentů před těžbou. Obecně se odebírají směsné vzorky, buď z vody/hladiny, nebo z vypuštěných nádrží, podle metodik standardizovaných příslušnými subjekty a obecně odpovídajících příslušným evropským normám (ČSN EN ISO 5667, metodika ÚKZUZ). Výsledné hodnoty analýzy směsného vzorku do značné míry určuje rozdělení dílčích vzorků v ploše doba a situace v době vzorkování – v nejhlubších částech se hromadí i sedimenty z okrajových partií rybníků atd. Z tohoto pohledu je perspektivní prověřit účelnost přístupů ke vzorkování a přípravě směsných vzorků pro analýzy.

Potřeba revize legislativy a obecného přístupu

Třetí oblast je zaměřena na vlastní ukládání sedimentů na zemědělskou půdu. Mechanické a hnojivé vlastnosti sedimentů ke zlepšení půdy jsou zemědělcům/příjemcům dostatečně objasněny a případné ohrožení jakosti půd po uložení sedimentů bude prověřeno tímto projektem – velmi pravděpodobně s navržením sofistikovanějších přístupů k jeho hodnocení/povolování. Zůstává ovšem problém náročnosti vlastního ukládání na půdě, mechanizace, mezideponií atd., takže náklady (a s tím i ochota zemědělců používat sedimenty) jsou dnes vyšší, než prosté využití minerálních hnojiv.

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

Dosavadní dílčí výstupy

- Bednář, M., Šarapatka, B., Netopil, P., Homolová, L. (2021): Defunct ponds on farmland viewed via Airborne Remote Sensing. 1st International Joint Congress on “Sustainable Management of Cultural Landscapes in the context of the European Green Deal”, Le Penseur Publisher, p. 66. ISBN: 978-88-95315-82-9.
- Netopil, P., Šarapatka, B., Ashenafi, D.A., Drncová, K. (2021): Multi-temporal analysis of erosional plots using aerial images and deep soil probes, Physical Geography, DOI: 10.1080/02723646.2021.1882074.
- Pospíšilová, L., Ryant, P., Dryšlová, T., Smutný, V., Rábek, M., Janeček, M. 2021. Nové trendy ve výzkumu a hodnocení kvality půdní organické hmoty. Úroda, roč. LXIX, č. 11, s. 50-52. ISSN 0139-6013
- Pospíšilová, L., Ryant, P., Dryšlová, T., Smutný, V., Rábek, M., Prudil, J. 2021. Vliv agrotechnických faktorů na kvalitu půdní organické hmoty. Úroda, roč. LXIX, č. 12, s. 537-541. ISSN 0139-6013
- Prudil, J., Pospíšilová, L., Ryant, P., Smutný, V., Dryšlová, T. 2021. Total organic carbon content and transformation of selected soil properties as affected by different farming systems. In Book of abstracts Eurosoil 2021: Lausanne: Frontiers Media SA, 2021. s. 26-27. ISBN 978-2-88966-996-7
- Šarapatka, B., & Bednář, M. (2021): Agricultural production on erosion-affected land from the perspective of remote sensing. Agronomy, 11(11). <https://doi.org/10.3390/agronomy11112216>

Plán dalšího postupu

V rámci řešení aktivity **WA 3.1** budou v dalším roce pokračovat analýzy půdních vzorků v různých dlouhodobých pokusech a také zpracování dlouhodobé řady výnosových dat k posouzení vlivu různých agrotechnických faktorů. Dále budou zahájeny výzkumné práce v pilotním zemědělském podniku, v němž budou ověřovány půdoochranné technologie s využitím meziplodin. Budou pokračovat hodnocení odebraných vzorků půdy na agrolesnické ploše.

V následujících letech (2022–2023) bude činnost na aktivitě **WA C3.2** pokračovat zejména monitoringem půdních parametrů porostů EP (živiny, uhlík, pH), přípravou a provedením experimentů s vhodnými způsoby zrušení a založení porostů EP z hlediska ochrany půdy. Je také plánována další zadešťovací zkouška pro stanovení faktoru ochranného vlivu vegetace u porostů RRD.

V roce 2022 jsou v případě aktivity **WA C3.3** plánovány dva výstupy:

- SS02030018-V53: Analýza legislativy pro nakládání se sedimenty (O – Ostatní výsledky).
- SS02030018-V54: Zdroje sedimentů pro potenciální využití na zemědělské půdě (Nmap – Specializovaná mapa s odborným obsahem).

Pro splnění obou výstupů je nutné zpracování souborů dat, s limitací jejich dostupnosti a také jejich obsahu. Pro výstup V-53 jsou vytvořeny předpoklady pro jeho splnění, snad jen s nejistotou ve stavu a vývoji evropské legislativy. Pro výstup V54 (mapa) bude důležité další jednání se správci databází. Bude také zkoumána možnost zavést do mapy významné zdroje paušálně, např. podle rozlohy a očekávané produkce rybníků.

Výzkumná témata a dosavadní výstupy **WG C Agrosystémy & Půda** i samotný projekt DivLand plánujeme prezentovat na konferenci pořádané Biologickým centrem AV ČR v Českých Budějovicích během veletrhu Země živitelka (konec srpna).

Tentativní harmonogram přenášek:

- Vývoj zemědělských půd v minulosti a možné prognózy budoucího vývoje v souvislosti s globální změnou klimatu a dalšími vlivy Penížek V ČZU Houška J. VUKOZ;
- Význam osevních postupů v porovnání s dlouhodobými monokulturami pro výnos a biologické vlastnosti půd Smutný V. MENDELU, Frouz J. BC AV ČR;
- Nové pohledy na využití agrolesnických systémů Weger J, Houška J., VUKOZ;
- Eroze zemědělských půd a její dopady na funkce půd B. Šarapatka UPOL, Penížek V ČZU, J. Frouz BC AVČR;
- Vztah půdní organické hmoty k výnosu a poskytování ekosystémových služeb V. Jílková J. Frouz BC AVČR;
- Vztah půdní bioty k úrodnosti a dalších funkcí zemědělských půd J Frouz V. Jílková, BC AVČR, Smutný V. MENDELU;
- Význam obnovy lesa na nelesní půdě pro obnovu ekosystémových funkcí Frouz J. BC AV ČR;
- Vývoj společenstev polních ptáků u nás jako indikátorů ekologického stavu krajiny Reif J. UK.

SHRnutí ŘEŠENÍ WG C

Řešení jednotlivých pracovních balíčků i dílčích aktivit se v prvním roce podařilo zdárně rozběhnout a nastavit způsoby koordinace i komunikace jak napříč zapojenými týmy, tak i směrem k pracovním skupinám spolupracujícím v rámci konsorcia. Významné přesahy spolupráce se rozvíjí zejména ve vztahu ke skupinám **WG A**, dále k **WG E** a k **WG D**. Jde specificky o témata vlivu dřevinné vegetace v alternativních způsobech hospodaření na zemědělské půdě do ekosystémových funkcí na krajinné úrovni, využití potenciálu analýz krajinných metrik pomocí DPZ, který je plánován ve **WP A2**. V případě biologických invazí bychom mohli využít poznatků při potenciální implementaci některých nepůvodních druhů dřevin plantážích RRD, či v ALS.

Naplnování stanovených cílů skupiny probíhá dle plánu i přes nepříznivou situaci způsobenou pandemií, není proto třeba žádat o žádné změny v plánu řešení.

Citovaná literatura

- Aiello, A., Adamo, M., Canora, F. (2015). Remote sensing and GIS to assess soil erosion with RUSLE3D and USPED at river basin scale in southern Italy. CATENA, 131, 174–185.
<https://doi.org/10.1016/j.catena.2015.04.003>
- de Vries, F.T., Thébault, E., Liiri, M., Birkhofer, K., Tsiafouli, M. A., Bjornlund, L., Jorgensen, H., Bracht, B., Mark, V., Christensen, S., de Ruiter, P. C., d'Hertefeldt, T., Frouz, J., Hedlund, K., Hemerik, L., Hol, W. H. G., Hotes, S., Mortimer, S. R., Setälä, H., Sgardelis, S. P., Uteseny, K., van der Putten, W. H., Wolters, V., Bardgett, R.D. 2013. Soil food web properties explain ecosystem services across European land use systems. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 110: 14296-14301.
- Frouz, J., Livečková, M., Albrechtová, J., Chroňáková, A., Cajthaml, T., Pižl, V., Háněl, L., Starý, J., Baldrian, P., Lhotáková, Z., Šimáčková, H., Cepáková, Š. 2013. Is the effect of trees on soil properties mediated by soil fauna? A case study from post-mining sites. Forest Ecology and Management, 309: 87-95.
- Lastra-Bravo, X.B., Hubbard, C., Garrod, G., Tolón-Becerra, A. (2015). What drives farmers' participation in EU agri-environmental schemes?: Results from a qualitative meta-analysis. Environmental Science & Policy, 54, 1-9.
- Majumdar, S., Shukla, S., Maiti, A. (2018). Open agent based runoff and erosion simulation (OARES): A generic cross platform tool for spatio-temporal watershed monitoring using climate forecast system reanalysis weather data. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 4(4), 125–132.
<https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-4-125-2018>
- Pavelkova, R., Frajer J., Havlicek, M., Netopil P., Rozkosny M., David, V., Dzurakova M., Sarapatka B. (2016). Historical ponds of the Czech Republic: an example of the interpretation of historic maps. Journal of Maps, 12, 551-559.
- Pistocchi, A, Cassani, G., Zani, O. (2002). Use of the USPED model for mapping soil erosion and managing best land conservation practices. Proceedings of the First Biennial Meeting of the International Environmental Modelling and Software Society on Integrated Assessment and Decision Support, 3, 163–168.
<http://www.iemss.org/iemss2002/>
- Sietz, D., Frey, U., Roggero, M., Gong, Y., Magliocca, N., Tan, R., Janssen, P., Václavík, T. (2019). Archetype analysis in sustainability research: methodological portfolio and analytical frontiers. Ecology and Society 24(3): 34.
- Ting Kuo, K., Sekiyama, A., Mihara, M. (2016). Determining C Factor of Universal Soil Loss Equation (USLE) Based on Remote Sensing. In IJERD-International Journal of Environmental and Rural Development.

WG D INVAZE

Pracovní skupina **WG D Invaze** se odlišuje od ostatních relativně úzkým tematickým zaměřením, což se projevuje jednak sevřenějším metodickým přístupem, užším personálním zabezpečením i nižší organizační heterogenitou (pracovní balíčky WP nejsou dále členěny na pracovní aktivity WA).

Cílem pracovní skupiny je vytvoření jednotného schématu pro hodnocení environmentálního, ekonomického a socio-ekonomického dopadu, vyjádření dopadů na ekosystémové služby a přínosů invazních druhů (IAS), a kalkulace nákladů managementu či eradikace pro různé skupiny rostlin, živočichů a patogenů. Pro hodnocení je využíváno následujících kritérií:

- dopad na biodiverzitu
- socioekonomický impakt
- ekonomické přínosy
- náklady na management

V prvním roce řešení se aktivity pracovní skupiny zaměřily zejména na vybrané modelové druhy. V dalších letech řešení budou do hodnocení zahrnuty i druhy ostatní. Součástí WG je aktualizace seznamů nepůvodních druhů (včetně patogenů) a monitoring dopadu nově zavlékaných druhů (**WP D2**).

Pro hodnocení dopadu druhů využíváme systémy EICAT a GISS. Pro vyhodnocení komplexních dopadů a managementu bude využito metod cost-benefit analýzy založené na metodikách používaných v lesnictví. Hodnoceny jsou druhy ze skupin dřevin, bylin, vodních a terestrických bezobratlých, ryb a savců.

Dále jsou pro cílové druhy zjišťována data o rozšíření. Pro vybrané druhy jsou vypracovávány průběžně případové studie.

WP D1 HODNOCENÍ STAVU INVAZÍ

Z celkového seznamu nepůvodních druhů v ČR bylo vybráno cca šest prioritních druhů pro každou taxonomickou skupinu. Z tohoto seznamu cílových skupin druhů byla v průběhu roku za spolupráce s MŽP vybrána skupina druhů, na kterých členové řešitelského týmu testují hodnocení impaktu pomocí metod GISS a EICAT. Pro tyto druhy jsou také získávána data o rozšíření. Pro účel hodnocení dopadu byla vytvořena databáze a formuláře v prostředí Access. V současné době probíhá standardizace výsledků a vyhodnocení zkušeností. Na začátku roku 2022 proběhne setkání členů řešitelského týmu, kde si vyjasníme a sjednotíme přístup k hodnocení. Zároveň s hodnocením dopadu jsou hodnotiteli vyhledávány informace o managementu a ekonomických škodách/přínosech a data o rozšíření. Jedná se zejména o tzv. modelová území, kde byla dohodnuta spolupráce: Krkonošský národní park, NP České Švýcarsko, Šumava, Podyjí a některá CHKO. V roce 2021 byla navštívena Správa NPČŠ a CHKO Labské pískovce za účelem zjištění dat o managementu invazních druhů. Tato práce je koordinována spolu s projektem na vytvoření strategie na likvidaci invazních druhů tamtéž. V roce 2021 započala rovněž práce na obdobné strategii pro KRNAP. Výsledky prací budou v obou projektech koordinovány s projektem DivLand. V prvním roce byl vypracován návrh postupu, jak hodnotit cost-benefit analýzou lesnické dřeviny – nyní jsou tak navrženy parametry pro douglasku tisolistou. Výstupem jsou hodnoty pro náklady a výnosy ve dvou typech lesních typů, ze kterých se pak bude dále vycházet při odhadu v dalších typech stanovišť. Pracuje se zde s režimy: ponechání stávajícího stavu; redukce o určité procento; a kompletní likvidace.

Dosavadní dílčí výstupy

V rámci **WP D1** je k dispozici první hodnocení impaktu metodami GISS a IECAT. Pro cost-benefit analýzu bylo vytvořeno schéma pro douglasku tisolistou. Dále byly zpracovány první odhady nákladů likvidace invazních druhů v modelovém území NP ČŠ a dále v hl.m. Praze. Pro vybrané modelové druhy byla provedena revize zdrojů informací o rozšíření; a pro *Senecio inaequidens* byla započata detailní rešerše o rozšíření, impaktu a biologii. Byla zahájena komunikace s kontaktními osobami z jednotl. Správ NP a CHKO, i s dalších dotčených institucí.

Plán dalšího postupu

V roce 2022 bude dokončena aktualizace seznamu nepůvodních druhů rostlin. Na začátku roku je naplánováno uspořádat setkání řešitelů za účelem vyhodnocování impaktu. Dále bude pokračovat práce na metodice cost-benefit, přičemž dalšími druhy bude pajasan a dub červený. V plánu je zahájení hodnocení vybraných druhů dalších taxonomických skupin.

Pro odhady nákladů managementu budou navštívena další modelová území a bude probíhat soustřeďování dat o rozšíření. Výsledky z monitoringu na území NPČŠ budou připraveny k publikaci. Po domluvě s AOPK ČR bude probíhat příprava metodiky na hodnocení zásahů proti invazním druhům. V roce 2022 proběhne workshop věnovaný hodnocení impaktu s uživateli výsledků. V plánu je spolupráce s projektem COST na mapovací akci pro druhy podchytitelných občanskou vědou (citizen-science). Zároveň je plánováno terénní mapování skládek jako míst, odkud se mohou šířit nepůvodní druhy (ve spolupráci s dalším projektem PPŽ).

WP D2 MONITORING A MANAGEMENT INVAZÍ

V rámci WP je vytvářen a testován rozhodovací systém pro prioritizaci stanovišť a managementu invazních druhů. Dále jsou revidovány přístupy k monitoringu rozšíření, impaktu a managementu invazních druhů.

Data o rozšíření budou vstupovat do analýz návrhů variant managementu/tolerance/rychlé eradikace v jednotlivých oblastech/stanovištích/lokalitách. Akční a regulační plány budou založeny zejména na stratifikovaném přístupu, bude využita lesnická a ochranná zonace (dle invadovaného prostředí a druhu). Druhy z EU seznamu IAS pro nařízení 1143/2014 budou hodnoceny přednostně. Důraz bude kladen též na vybrané hospodářsky využívané druhy, pro které existují kvalitní vstupní výskytová data (např. data z ÚHÚLu pro lesnický využívané dřeviny).

V roce 2021 bylo dokončeno mapování míry invadovanosti krajiny ČR. Toto mapování navazovalo na předchozí projekt, v rámci tohoto projektu byly doplněny chybějící plochy. Data jsou v současné době zpracovávána, probíhá digitalizace a analýza dat. V rámci podkapitoly managementu druhů byla navázána spolupráce s NP (České Švýcarsko, Podyjí, Šumava) a na jejich území byly vymezeny plochy pro monitoring výskytu invazních druhů a lokality, kde bude probíhat hodnocení managementových opatření. Obě aktivity vedou k evaluaci metodik MŽP.

Dosavadní dílčí výstupy

Součástí výstupů činnosti pracovního balíčku jsou studie zaměřené na identifikaci nově zavlékaných druhů vodních organismů, přednášky odborné i laické veřejnosti:

- Ložek Filip, Jiří Patoka and Martin Bláha (2021) Another hitchhiker exposed: *Diceratocephala boschmai* (Platyhelminthes: Temnocephalida) found associated with ornamental crayfish *Cherax* spp. - *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst.*, 422: 25; <https://doi.org/10.1051/kmae/2021023>
- Tadashi Kawai, Jiří Patoka (2021) Gill morphology and formulae of crayfishes (Decapoda: Astacidea: Parastacidae) from New Guinea and New Zealand and a comparison with other selected species of crayfishes. - *Journal of Crustacean Biology* 41: ruab004; <https://doi.org/10.1093/jcabi/ruab004>
- Novák Jindřich, Jaroslav Hofmann, Dieter Hohl, André Lincoln Barroso Magalhães, Jiří Patoka (2021) Enigmatic armoured catfishes (Siluriformes: Callichthyidae and Loricariidae) in ornamental aquaculture: A new insight into Neotropical fish diversity. - *Aquaculture* 547: 737460
- Patoka, Jiří, and Barbora Patoková (2021) Hitchhiking Exotic Clam: *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) Transported via the Ornamental Plant Trade - *Diversity* 13: 410; <https://doi.org/10.3390/d13090410>
- Kulma, Martin, Terezie Bubová, Matthew P. Davies, Federica Boiocchi, and Jiří Patoka (2021) *Ctenolepisma longicaudatum* Escherich (1905) Became a Common Pest in Europe: Case Studies from Czechia and the United Kingdom - *Insects* 12: 810; <https://doi.org/10.3390/insects12090810>
- Kouba, Antonín, Boris Lipták, Jan Kubec, Martin Bláha, Lukáš Veselý, Phillip J. Haubrock, Francisco J. Oficialdegui, Hamid Niksirat, Jiří Patoka, and Miloš Buřič (2021) Survival, Growth, and Reproduction: Comparison of Marbled Crayfish with Four Prominent Crayfish Invaders. - *Biology* 10: 422; <https://doi.org/10.3390/biology10050422>
- Pergl Jan, Weger Jan (2021) plantáže energetických plodin jako potenciální zdroj invazních druhů? Neházejme vše do jednoho pytle. Fórum ochrany přírody 4/2021: 24-27
- Kateřina Berchová Bímová, Martina Kadlecová, Martin Vojík, André Evette, Fanny Dommange, François-Marie Martin, Josef Kutlvašr, Jan Pergl: Should reproduction mode in knotweeds change the management approach?, 4th Croatian Symposium on Invasive Species, Zagreb, Croatia, 29 – 30 November 2021

Plán dalšího postupu

V roce 2022 bude pokračovat v analýza dat získaných z mapování míry invadovanosti krajiny ČR, budou vytvořeny mapové výstupy, výskyty budou zahrnuty do databáze výskytů druhů NDOP. Bude vytvořena analýza vázanosti výskytů invazních druhů na habitaty a data budou použita pro modely predikcí šíření invazních druhů. V rámci managementu invazí proběhne monitoring na vybraných lokalitách NP. Dále bude zahájeno hodnocení již probíhajících managementových opatření a budou na vybraných lokalitách založeny nové pokusné plochy, kde budou též aplikována managementová opatření. Bude probíhat sběr dat a jejich analýza.

WP D3 DATABANKA A SEZNAM PATOGENŮ

Cílem posledního pracovního balíčku skupiny je shromáždit a vyhodnotit data o výskytu nepůvodních hub a houbových organismů (ponejvíce patogenů) v ČR, vytvořit jejich komentovaný seznam a rozdělit je do skupin (black, grey, watch listy) dle významu a rizik představujících pro ŽP. Dalším cílem je věnovat se významnějším recentním výzvám v invazní biologii těchto organismů a problematiku rozpracovat.

Při budování databanky a sestavování seznamu bylo využito předběžně zpracovaných studií pro VVFaŽP (Černý et al. 2020 a 2021) a jejich výsledky byly dále rozpracovány a doplňovány s využitím evropských databází invazních druhů EASIN, DAISIE, NOBANIS a dalších. Výskyt a další informace (hostitelské spektrum, možná rizika aj.) byly ověřovány v GBIF, Fungal Databases U.S. National Fungus Collections (Farr a Rossmann 2021), CABI, EPPO apod. a dalších lokálních zdrojů soustředěných v literatuře, dostupných sbírkách, herbářích a databázích, a nakonec určeno datum prvního zjištění organismu v ČR. V přehledu jsou s několika málo výjimkami používána současná platná jména dle Index Fungorum. V rámci dílčích činností byla navázána spolupráce s příslušnými institucemi, sestaveny harmonogramy prací a určeny etapy, rozvrženy dílčí pracovní týmy, určeny osobní zodpovědnosti atp. Byla dokončena příprava datasetu pro vypracování seznamu nepůvodních parazitických hub rostlin v ČR, byla věnována pozornost všem okruhům hostitelů (plané rostliny, lesní dřeviny, okrasné rostliny, ovocné dřeviny a zemědělské plodiny). Seznam celkem čítá přes 500 položek, z toho u cca 4/5 druhů se podařilo datovat první zachyty. Z rekonstruované křivky vývoje počtu zavlečených druhů vyplývá, že k zavlékání došlo ve dvou hlavních vlnách, první spadá převážně do tzv. dlouhého století a končí před druhou světovou válkou, druhou, popřevratovou, prožíváme v současné době. Obě vlny spadají do období hospodářské prosperity v evropském prostoru. Obě vlny se výrazně liší spektry zavlekaných patogenů a spektry jejich hostitelů. První vlna byla typické vysokým podílem např. Ustilaginomycetes, Uredinales a Leotiomycetes zejména na zemědělských plodinách a okrasných rostlinách, současný exponenciální nárůst je charakteristický vysokým podílem polyfágních Oomycetes zavlekaných na okrasných druzích a přecházejících na lesní dřeviny. Skupiny Sordariomycetes a Dothideomycetes jsou zavlekaný v dlouhodobém porovnání víceméně ve stejných podílech.

Dále byla v rámci **WP D3** hodnocena diverzita recentně invadujících patogenů. Odběry v zahradních centrech jsou zaměřeny zejména na podchycení kritických vstupů invazních oomycetů do ČR (introdukce spolu s okrasným materiálem ze zahraničí). Rostliny s typickými symptomy fytoftorového odumírání, nebo viditelně neprospívající rostliny jsou vyšetřovány na výskyt oomycetů. Oomycety jsou izolovány z napadených kořenových systémů pomocí tzv. baiting method, nebo přímo z napadených pletiv s pomocí selektivních živných médií. Izolované kmeny patogenů jsou uchovány a určeny morfologicky i molekulárními metodami (sekvenace ITS, COX aj.). Takto bylo provedeno 262 odběrů importovaného materiálu v zahradních centrech (vesměs okrasné konifery), z toho bylo 78 % pozitivních na výskyt oomycetů, celkem bylo určeno 30 druhů, z nichž je cca 90 % v ČR nepůvodních. Bylo zjištěno několik nových druhů a patosytémů pro ČR, mezi zajímavé či nové nálezy patří např. *Phytophthora pini* (*Taxus*, *Thuja*, *Chamaecyparis*, *Juniperus*), *P. xstagnum* (*Juniperus*), *P. palmivora* (*Buxus*), *P. cf. acerina* (*Thymus*), *P. pseudocryptogea* (*Chamaecyparis*, *Thuja*), *P. occultans* (*Buxus*), *P. nicotianae* (*Buxus*), *P. cambivora* (*Chamaecyparis*, *Thuja*), *P. ramorum* (*Rhododendron*), *P. cinnamomi* (*Cupressus*, *Chamaecyparis*, *Buxus*) a další řada nepůvodních invazních druhů.

Další úkol představuje vytváření rezistentního genofondu hostitelů a jeho uchování. Rostliny získané z dřívějších a jarních výsevů (2021: 17 potomstev; celkem 24 potomstev) byly přesazené do QP a rozdělené do 4 opakování byly 15. 9. infikovány izolátem *P. xalni* (izolát 43/07) tříbodovou inokulací do pěstebního substrátu. Následně byly umístěny do fytoskleníku (t=20 °C). Celkem bylo infikováno 1290 rostlin. První hodnocení rozvoje infekce proběhlo po 6 týdnech a následně po 4 týdnech. Zjišťována byla velikost léze (mm) a počet mrtvých rostlin. Následuje negativní výběr a další cyklus testu. Po negativním výběru zůstalo v hodnocení 577 rostlin (44,7 %). Po dvou letech dřívějších testů a třech negativních výběrech zůstává v hodnocení 56,4% rostlin z roku 2018 a 23,9% rostlin z roku 2019. Podíl přeživších rostlin v rámci jednotlivých sprášení se významně liší – hodnoty dosahují od 0 do více než 80 % (v průměru cca 37 % přeživších), variabilita výrazně závisí na rodičovském materiálu.

V rámci balíčku dále probíhalo hodnocení vlivu patogenů na změny v diverzitě a struktuře vegetace. V rámci terénního šetření byl modifikován metodický přístup ke snímkování. Na 25 náhodně vybraných GPS souřadnicích v nivě Robečského potoka byly vytyčeny kruhové plochy pro fytocenologické snímkování. Plocha snímku je 100 m², poloměr 5,64 m. V této ploše je prováděno standardní fytocenologické snímkování. Kromě toho je zaznamenávána přítomnost infekce plísní olšovou, množství stojícího a ležícího mrtvého dřeva, jeho stadium rozkladu; pomocí hemisférických fotografií je měřena dostupnost světla v podrostu. Proběhla prospekce terénu a počalo fytocenologické snímkování (3 snímky). Lokalita představuje vhodný studijní model vzhledem k široké škále poškození porostů a významu lokality z hlediska ochrany přírody. Absence dřívějších vegetačních záznamů však neumožňuje porovnání v čase a výzkum tak bude založen na porovnání různě zasažených míst („Space-for-time substitution“).

V oblasti hodnocení invazí v městském prostředí bylo provedeno rozdělení modelového území do dílčích ploch, probíhá zmapování výskytu hostitelů (využití pasportizace), na stanovené škále jsou hodnoceny projevy chřadnutí a výskytu symptomů. Všechny citlivé dřeviny jsou evidovány a zaměřeny. Pro jednotlivé plochy (body) budou s pomocí GIS a dostupných podkladů určeny proměnné prostředí (včetně antropogenní zátěže) a vypracován model popisující výskyt patogenu, jeho šíření a impakt. Byla navázána spolupráce se samosprávami v zájmové oblasti (Praha 4) a získána data o zeleni. Byla vytvořena webová aplikace pro sběr a správu dat a zahájeno mapování výskytu SBD (Nusle, Michle), při kterých bylo zaznamenáno stovky jedinců javorů včetně jedinců s typickými znaky napadení SBD. Na základě výsledků pak bude vypracována metodika využitelná místními samosprávami.

Poslední aktivitou je detekce nových, rychle se šířících patogenů obojživelníků. Byl proveden monitoring chytridiomycet *Batrachochytrium dendrobatidis* (*Bd*) a *B. salamandrivorans* (*Bsal*) napadajících obojživelníky, a to ve volné přírodě (řádově jednotky lokalit, desítky vzorků) a také v chovech obojživelníků (většinou na základě hlášení podezřelých úhynů chovatelů). Byla potvrzena přítomnost druhu *Bd* na několika lokalitách, *Bsal* potvrzena nebyla, a to ani v chovech. Průběžně jsou testovány nové detekční metody, zejména využití environmentální DNA. Dalším krokem je vývoj metod, které umožní detekci patogenů přímo na místě v terénu. Cílem je zrychlit a zefektivnit monitoring cílových patogenů.

Dosavadní dílčí výstupy

V rámci **WP D3** bylo připraveno či publikováno několik vstupních studií na národních a mezinárodních konferencích a několik příspěvků nejčastěji odborného charakteru pro širší veřejnost.

- 7. Česko-slovenská mykologická konference, 16.-18. září 2021 MBÚ AV ČR, Praha. Tři přednášky zaměřené na diverzitu, impakt a modelování invazních patogenů: 1) Invazní oomycety v lesních školkách a možnosti ochrany, 2) Predikce potenciálního impaktu nepůvodních invazních patogenů dřevin v biotopech NATURA 2000 v ČR, 3) Nepůvodní houbové patogeny rostlin v ČR.
- IUFRO 2021 Biological invasions in forests: Trade, ecology & management, 20.-24.9.2021, Praha. Joint meeting: 7.03.12 - Alien Invasive Species and International Trade, 7.03.07 - Population Dynamics of Forest Insects a 8.02.04 - Ecology of Alien Invasives. Prosloveny tři přednášky: 1) Predicting potential impact of invasive alien pathogens on woody vegetation in NATURA 2000 habitats in the Czech Republic, 2) Alien fungal plant pathogens in Czechia a 3) Invasive oomycetes in Czech forest nurseries and their management.
- Seminář k sledování stavu biotopů a druhů 2021. 25.-26.11.2021, Kouty, AOPK ČR. Přednáška: Invazní patogeny v biotopech NATURA 2000. Diverzita, impakt a možnosti managementu vybraných rizik.
- Černý K. a kol. (2021a): Nové druhy houbových patogenů na dřevinách a okrasných rostlinách (I.) Agromanuál 2021/8: 46-49)
- Černý K. a kol. (2021b): Nové druhy houbových patogenů na dřevinách a okrasných rostlinách (II.) - Oomycety na ovocných dřevinách. Agromanuál 2021/9–10 (str.: 40-43)
- Černý K. a kol. (2022): Nové druhy houbových patogenů na dřevinách a okrasných rostlinách (III.) - Zdomácnělé patogeny lesních dřevin. Agromanuál 2022/1 (str.: 28-31).

Plán dalšího postupu

V dalším roce bude dokončen předběžný seznam nepůvodních druhů hub a houbových organismů v ČR a zahájena příprava publikace pro tisk, budou dále rozpracovány jednotlivé další dílčí činnosti v rámci **WP D3** a zahájen další blok prací věnovaný predikci impaktu a šíření v rámci NP Šumava. V rámci výstupů budou publikovány již přijaté studie a práce a rozpracovány další.

WG E FUNKČNÍ BIODIVERZITA

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. Oba cíle směřují k identifikaci ohrožení a tvorbě nástrojů na jeho minimalizaci. V rámci řešení projektu započaly rešeršní práce, které jsou nezbytným předpokladem tvorby systémů hodnocení, dochází k identifikacím datových sad potřebných pro tvorbu výstupů. V rámci řešení již byly testovány navržené hypotézy o spektrální variabilitě, testovány přesnosti vybraných modelů distribuce a byly již sestaveny některé dílčí výsledky ve formě rukopisů, map a doprovodných textů.

WP E1 MONITORING BIODIVERZITY

Pracovní balíček se sestává ze dvou dílčích aktivit:

V rámci aktivity **WA E1.1 Indikační druhy biotopů** byla v roce 2021 zahájena indikační analýza druhů ve vztahu k přírodním biotopům (dle postupu metodiky MŽP „Seznamy indikačních druhů živočichů a hub pro jednotlivé typy přírodních stanovišť podle Katalogu biotopů ČR“). Analýza je prováděna s přírůstkem dat v Nálezové databázi ochrany přírody od 1. 1. 2016. Data byla upravena pro potřeby indikační analýzy a zahájena indikační analýza druhů jednotlivých taxonomických skupin. Výsledky indikační analýzy přírůstků nálezových dat jsou průběžně předávány specialistům za jednotlivé taxonomické skupiny jako prvotní podklad pro revizi a aktualizaci indikačních seznamů druhů. Současně je posuzován a diskutován posun v kvalitě nálezových dat a jejich přiřazení k přírodním biotopům, který je daný zejména rostoucí přesností lokalizace záznamů. Podrobně jsou diskutovány i možnosti a kritéria pro výběr dat, která by umožňovala získat plnohodnotnou informaci z indikační analýzy (relevantní údaj pro fidelitu každého druhu). Jsou vyhledávány a prověřovány zdroje dat nálezů, dosud nezahrnutých do NDOP (např. projekty OPŽP. Jsou prováděny inventarizační průzkumy lokalit přírodních biotopů s nedostatečným počtem nálezů dané taxonomické skupiny či neprozkoumaných a různě reprezentativních lokalit rozšířených typů biotopů (ověření platnosti stávajících seznamů indikačních druhů, v případě některých taxonomických skupin doplněna již v prvním roce řešení vlastním sběrem dat (zejména ptáci, makromycety a motýli). Jsou prováděny rešerše literatury a konzultace pro zvýšení spolehlivosti seznamů indikačních druhů.

V rámci aktivity **WA E1.2 Systémy monitoringu** byla roce 2021 provedena úvodní rešerše existující literatury (standardní vědecké databáze i tzv. šedá literatura (manuály pro monitoring hmyzu dostupné na internetu, citizen-science projekty) a mezinárodní konzultace s odborníky znalými monitorovacích programů (Německo, Švýcarsko, UK). Na základě shromážděných informací budou vybrány vhodné cílové taxony a postupy pro nastavení dlouhodobě fungujícího monitoringu hmyzu v otevřených biotopech v České republice.

Správný výběr cílových taxonů bude ověřen i na reálných terénních datech posbíraných v otevřených biotopech na území České republiky, zajímá nás především vzájemná bioindikační zastupitelnost skupin (vyšších taxonů). K tomuto účelu budou využity studie, kde jsou souběžně zkoumány dopady managementových opatření či vlastností prostředí na různé skupiny bezobratlých. V uplynulém roce byla analyzována data pro 8 skupin bezobratlých sbíraných v „umělých polních kazech“ vytvořených uvnitř polí. Zkoumány byly mnohonožky a stonožky, pavouci, střevlíci, drabčíci, ploštice, pestřenky, včely a denní motýli, přičemž výsledky budou publikovány v roce 2022.

Velký potenciál pro monitoring bezobratlých má i spolupráce s širokou veřejností (tzv. citizen-science), jelikož profesionálních entomologů je kritický nedostatek. V rámci aktivity bylo v roce 2021 otestováno zapojení veřejnosti do monitoringu pražské populace kriticky ohroženého okáče metlicového (projekt „Okáčům na stopě“). Dále byla zpracována data pro společenstva rovnokřídlého hmyzu ze 476 lokalit s otevřenou vegetací (travná společenstva) v České republice a byly popsány kvantitativní nároky na prostředí pro 38 dostatečně zastoupených druhů. Výsledný článek bude publikován v roce 2022. Tyto výsledky budou dále využity pro vyhodnocení dat, jež budou ve spolupráci s veřejností získávána jako produkt monitoringu, jehož metodika v rámci tohoto projektu vznikne.

Dosavadní dílčí výstupy

- Knapp M, González E, Štrobl M, Seidl M, Jakubíková L, Čížek O, Balvín O, Benda D, Teder T & Kadlec T (2022) Artificial field defects: A low-cost measure to support arthropod diversity in arable fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 325: 107748.
- Dvořák T, Hadrava J & Knapp M (2022) The ecological niche and conservation value of Central European grassland orthopterans: A quantitative approach. *Biological Conservation* 265: 109406.

Plán dalšího postupu

V rámci aktivity **WA E1.1** bude v roce 2022 dokončena iniciální indikační analýza. V návaznosti na její výsledky budou hledány možnosti úpravy vstupních dat a provedení analýz pro zvýšení výpovědní hodnoty jejich výsledků. Ve spolupráci s dalšími pracovními skupinami budou hledány možnosti využití dalších datových souborů o vlastnostech přírodního prostředí, které by mohly přinést relevantní informaci o kvalitě přírodních biotopů odrážející se v druhovém složení společenstev druhů jednotlivých taxonomických skupin. Některé datové soubory s přesně lokalizovanými daty jsou prozatím málo využitelné, neboť jen nízký počet záznamů druhů se překrývá s přírodními biotopy (např. ~ 30 tis. záznamů z liniového sčítání ptáků). V závislosti na rychlosti přírůstku dat v těchto zdrojích mohou být využity v dalších letech řešení projektu.

Zřetelněji se projevují některé skutečnosti s předmětem projektu bezprostředně související, které bude nutné při řešení zohlednit, a které představují nový a před zahájením projektu nepoznaný fenomén. Mezi takové fenomény patří například v roce 2021 již zcela nápadné rozšíření některých druhů motýlů mimo typy přírodních biotopů, k nimž měly dle předchozích dlouhodobých pozorování úzkou vazbu (vysoký indikační potenciál). Tyto změny rozšíření související pravděpodobně s klimatickými změnami i změnami v zastoupení jednotlivých typů biotopů ve středoevropské krajině si pravděpodobně vynutí některé nečekané změny v indikačních seznamech druhů.

Již v lednu 2022 proběhne důležitá schůzka v rámci aktivity **WA E1.2**, kde bude směřování vyvíjené metodiky konzultováno a sladěno s představami AOPK ČR. Pokračovat budou řešeršní práce pro metodiku a konzultace s odborníky na jednotlivé taxony či se zkušenostmi s monitorovacími programy ze zahraničí. Plánujeme analyzovat další terénní data a vytvořit z nich výstup formou vědeckého článku.

WP E2 MODELOVÁNÍ BIODIVERZITY, DPZ A DATA SCIENCE

V roce 2021 byla v rámci **WP E2** pozornost zaměřena zejména na zahájení aktivit **WA E2.1 Hodnocení kvality a využitelnosti dat**, **WA E2.3 Indikátory biodiverzity dle DPZ** a **WA E2.4 Prediktivní modelování biodiverzity**. Rozvíjeny byly zejména následující okruhy témat:

Testování hypotézy o spektrální variabilitě (Spectral Variability Hypothesis, SVH)

Řada aktuálních výzkumů testuje SVH, která říká, že spektrální variabilita zachycená v obrazových multispektrálních datech odráží druhovou, popř. funkční diverzitu organismů na Zemi. Z provedené rešerše plyne, že využitelnost multispektrálních dat a konceptu SVH závisí na typu studované krajiny, taxonomické či funkční skupině organismů, měřítku hodnocení a v neposlední řadě na použité družici a kvalitě druhových dat, pomocí kterých je těsnost vztahu mezi spektrální heterogenitou a druhovou/funkční diverzitou studována. Z hlediska hlavních taxonomických skupin se pak většina publikovaných prací zabývá cévnatými rostlinami, méně jsou zastoupeny studie zaměřené na živočichy. V prvních experimentech pro území ČR na lokální nebo celorepublikové úrovni byla proto pozornost věnována: (i) Spektrální variabilitě přírodě blízkých biotopů, tedy otázce, zda lze pomocí různých indexů spektrální variability odlišit přírodě blízké biotopy od člověkem silně pozměněné krajiny (modelové území – Liberecký kraj), (ii) změnám spektrální variability severočeských rekultivovaných a sukcesí ponechaných výsypků v době od jejich nasypání po současnost, tedy otázce, zda a jak změny spektrální heterogenity odrážejí změny během primární sukcese a rekultivačních zásahů, (iv) změnám spektrální variability během postimisičního vývoje porostů v Krušných horách, zejména otázce, zda a jak spektrální variabilita odráží změny prostředí z hlediska silně ohroženého tetřívka obecného a (v) využitelnosti spektrální variability jako prediktoru druhové diverzity ptáků v měřítku ČR, tedy otázku, do jaké míry spektrální variabilita vyjádřená několika proměnnými odráží druhovou diverzitu ptáků v mapovacích kvadrátech ČR ve srovnání s daty klasifikovanými na typy krajinného pokryvu (CORINE LC).

Data vytvořená v rámci těchto experimentů a v rámci **WP A2** s využitím vlastních skriptů pro R a Google Earth Engine (viz **WG A**) byla mimo to použita v prvních experimentech zaměřených na modelování biodiverzity a kvalitu dat.

Modelování distribuce druhů (species distribution modelling, SDM) a kvalita dat

V dosavadních experimentech v rámci modelování distribuce druhů byla pozornost zaměřena na některé aspekty kvality vstupních dat, zejména na vliv metodiky druhového mapování (systematické mapování pro určitou studii vs. data z různých zdrojů ukládaná v náleзовých databázích), možnosti redukce nerovnoměrné intenzity druhového mapování (tzv. *sampling bias*) a na experimenty se zjednodušením environmentálních prediktorů. Konkrétně se pak aktivity soustředily na: (i) Srovnání dat NDOP a systematického mapování pro Atlas hnízdního rozšíření ptáků 2014-2017, zatím na úrovni obsazenosti kvadrátů bez využití modelů nad daty NDOP. Výstupem jsou rozdílové mapy pro vybrané druhy pěvců (se zastoupením běžných i vzácnějších druhů) a doprovodný text v rozsahu diplomové práce. (ii) Testování otázky, do jaké míry lze v modelech distribuce ptáků nahradit rozlohu (procentuální zastoupení biotopu) jeho prezencí a absencí s cílem zjistit, zda lze pro účely distribučních modelů zjednodušit pořizování dat o vzácných biotopech na jejich prezenci a absenci v určených prostorových jednotkách (výsledky naznačují, že ano). Výstupem jsou modely a skripty v R a rukopis vědeckého článku odeslaný do časopisu *Ecography* (červenec 2021). (iii) Modelování druhové distribuce plcha velkého a plšíka lískového na základě dat NDOP, zejména vyhodnocení důvěryhodnosti modelů při využití záznamů s různou polohovou přesností a různým prostorovým rozsahem záznamů. Výsledkem jsou modely a doprovodný text v rozsahu bakalářské práce. (iv) Testování přesnosti modelů distribuce ptáků ČR (cca 200 hnízdících druhů) na základě dat NDOP, testování dostupných a vývoj nových metod redukce nerovnoměrné intenzity mapování (*sampling bias*) za účelem zvýšení přesnosti modelů. Dosavadním výstupem jsou rozsáhlé výpočetní skripty v R, v přípravě je vědecký článek (předpokládané odeslání březen 2022), popisující nově vyvinutou metodu redukce vlivu *sampling bias* založenou na širší ekologické niky modelovaných druhů.

Všechny dílčí výstupy budou sloužit jako podklady k dalšímu výzkumu a k tvorbě závěrečných výstupů V11 a V70. Do **WP E2** se zároveň promítají činnosti a dílčí výstupy z **WP A2**.

Plán dalšího postupu

Řešení **WP E2** se v roce 2022 zaměří na pokračování analýz vývoje spektrální variability po masivních antropogenních disturbancích, shrnutí výsledků analýz spektrální variability přírodě blízkých biotopů. Dále budou definovány vhodné indikátory diverzity druhů z multispektrálních družicových dat, předpokládáme rozšíření stávající studie na více měřítek a o funkční diverzitu. Testovány budou stávající a nově vyvinuté metody redukce *sampling bias* pro modelování distribuce druhů, mj. s využitím dalších taxonomických/funkčních skupin.

WP E3 HODNOCENÍ BIODIVERZITY

V rámci **WP E3** byly zahájeny práce rešeršemi monitorovacích a hodnotících systémů biodiverzity ve světě, zejména v zemích EU. V návaznosti na řešení **WP A1** pak byla navržena sada indikátorů stavu krajiny a jejích habitatů, které jsou zároveň vhodnými „proxy“ indikátory stavu habitatové i druhové diverzity. Současně byl zvolen prostorový hodnotící rámec – pravidelná síť EEA 1x1 km, opět v souladu s cíli sledování stavu a dynamiky krajiny (viz **WP A1**). Pro tuto pravidelnou síť byla připravena sada proměnných prostředí – prediktorů biodiverzity, které byly rozděleny do základních skupin:

- abiotické faktory – gradienty klimatu, reliéfu; substrátové poměry
- habitatové faktory – indikátory stavu, kvality a prostorového uspořádání habitatů
- antropogenní faktory – míra antropogenní transformace, resp. degradace, intenzita využívání krajiny, míra fragmentace ad.

V návaznosti na výstupy projektu TAČR TH03030542 „GEO/BIODIVERZITA v krajině – komplexní hodnocení druhové a habitatové diverzity v kontextu stávající míry územní ochrany“ byla pole pravidelné sítě naplněna informace o potenciální diverzitě vybraných taxonomických skupin živočichů (měkkýši, motýly, obojživelníci, plazi, ptáci, savci), které byly porovnány s výsledky reálné druhové rozmanitosti hodnocených skupin.

Plán dalšího postupu

Dosavadní přístup bude v roce 2022 dále diskutován a rozvíjen se spolupracujícími týmy (zejm. AOPK, FŽP ČZU a MUNI). Současně se předpokládá hlubší syntéza výstupů řešení navazujících balíčků **WP E1** a **WP E2**, zejména využití konceptu indikačních druhů pro nastavení systému hodnocení biodiverzity a zahrnutí indikátorů prostředí odvozených z dat dálkového průzkumu Země (tzv. *Essential Biodiversity Variables*).

WP E4 OHROŽENÍ BIODIVERZITY

V rámci řešení **WP E4** byla zahájena klíčová aktivita **Aktualizace Konsolidované vrstvy ekosystémů** (KVES). V říjnu 2021 vznikla kompilací 5 zdrojových datových zdrojů (VMB, ZABAGED, Urban Atlas, LPIS, ÚHÚL a CORINE Landcover) nová beta verze KVES. Vrstva je dostupná pro veřejnost k prohlížení na mapovém portálu Mapomat. Po důkladné kontrole vzniklé vrstvy byly nalezeny chyby technického charakteru. Jde o chyby jako například dvojitá silniční síť či vysoký počet zanedbatelně malých polygonů vzniklých jako artefakty kompilace různých datových zdrojů. Některé chyby nelze snadno opravit z důvodů velkého objemu dat a omezené výpočetní kapacity na AOPK ČR. V současnosti jsou hledány externí výpočetní kapacity ve spolupráci s ArcData Praha.

V rámci aktualizace **Koncepce záchranných programů** byla provedena rešerše mezinárodních dokumentů, které jsou důležité pro plánování a realizaci záchranných programů. Na základě výsledků vnitřního auditu MŽP v oblasti druhové ochrany, který proběhl v polovině roku 2021, Koncepce nenaplnuje potřeby ministerstva jako gestora záchranných programů. Proto byl auditním orgánem stanoven termín 6/2022 pro zajištění opatření k odstranění nedostatků, je tedy potřeba provést dílčí aktualizaci koncepce zaměřenou zejména na aktualizaci procesní stránky realizace ZP. Proto byly aktualizovány kapitola Pravidla přípravy a realizace záchranných programů a programů péče a specifikace kompetencí – zejména definice role MŽP při přípravách a realizaci ZP a PP; Příloha I – Stručný popis realizovaných ZP a PP; Příloha II-V: došlo k vyčištění seznamů od druhů, kde již probíhají ZP nebo PP a byly aktualizovány informace o druzích, které zůstaly v těchto seznamech.

V rámci sub-aktivity **Metodika hodnocení stavu předmětů ochrany MZCHÚ** pokračovaly práce na tvorbě rešerše, která je cílena na evropskou situaci, definici pojmů a analýzu stávajících metodik hodnocení chráněných území. Na vzorku 86 MZCHÚ (orgánem ochrany přírody AOPK ČR) proběhla analýza předmětů ochrany a indikátorů cílového stavu předmětů ochrany MZCHÚ.

Na základě výše uvedených analýz probíhá práce na tvorbě číselníků předmětů ochrany, které budou součástí elektronizovaných plánů péče. U ekosystémových předmětů ochrany budou číselníky založeny na rozdělení biotopů podle formačních skupin Katalogu biotopů ČR. V případě útvarů neživé přírody, které jsou předmětem ochrany, byl vytvořen návrh číselníku.

Na existujících plánech péče téhož vzorku je sestavován první návrh číselníku indikátorů cílového stavu předmětů ochrany, které budou rovněž součástí elektronizovaných plánů péče.

Plán dalšího postupu

V roce 2022 bude pokračovat revize a příprava nové verze KVES, po odstranění nedostatků beta verze. Bude dokončena rešerše stávajících metodik monitoringu a hodnocení MZCHÚ. Budou pokračovat práce na tvorbě číselníků předmětů ochrany a indikátorů cílového stavu předmětů ochrany. Vzorek 86 MZCHÚ bude zvětšen o další MZCHÚ s novými plány péče vytvořenými podle nové Osnovy plánů péče.

Na základě rešerše zahraničních metodických dokumentů budou v prvním kvartálu roku 2022 aktualizována kritéria pro výběr druhů pro záchranné programy, tak aby odpovídala mezinárodním standardům. Nově budou také definována kritéria pro výběr druhů pro regionální akční plány (dále jen RAP). RAP jsou novým nástrojem AOPK ČR, který slouží k záchraně populací ohrožených druhů rostlin a živočichů na regionální úrovni. Po odborné diskuzi kritérií pro výběr druhů pro ZP, PP a RAP budou na základě těchto kritérií vybrány kandidátní druhy pro ZP, PP a RAP. Seznamy budou následně diskutovány s odborníky na jednotlivé skupiny druhů.

SHRnutí ŘEŠENÍ PROJEKTU ZA ROK 2021

V prvním roce řešení projektu byly zahájeny činnosti na většině analytických pracovních balíčků napříč všemi tematickými skupinami. Po úvodních schůzkách jednotlivých pracovních týmů byla pozornost typicky věnována řešerši problematiky (zejm. v případě skupin **WG A** a **WG E**), dále se práce soustředily na identifikování a pořízení klíčových datových podkladů, resp. design, rozdělení a zahájení terénního sběru dat (zejm. skupiny **WG B**, **WG C** a **WG D**). Významným milníkem bylo uzavření smluv o poskytnutí databází lesnických dat (zejm. databáze Národní inventarizace lesa, Kůrovcová mapa) s ÚHUL, resp. řady pedologických databází od ÚKZÚZ (zejm. data Bazálního monitoringu půd, data Agrochemického zkoušení zemědělských půd), která jsou zcela zásadní pro úspěšné řešení definovaných cílů projektu. Zároveň proběhlo shromáždění a vyhodnocení existujících datových podkladů, která jsou vytvářena na pracovištích členů konsorcia (např. databáze TopoLandUse, Databanka přirozených lesů, Mapa geochemické reaktivity hornin, Databanka patogenů a hub ad.), které byly za domluvených podmínek nasdíleny pro společné řešení výzkumných úkolů. Současně probíhala jednání o plošném poskytnutí obecných datových podkladů (např. databáze ZABAGED, letecké snímky, digitální modely DMR 5g, DMP 1g ad.), které jsou však volně využitelné jen orgány státní správy, či resortními institucemi, nikoli ústavy AV ČR nebo univerzitami. V rámci efektivního sdílení potřebných datových podkladů bylo zřízeno velkokapacitní úložiště na platformě SYNOLOGY, přístupné všem partnerům konsorcia.

V případě některých pracovních skupin, resp. balíčků byly připraveny některé dílčí výsledky, které však typicky navazovaly na řešení předchozích projektů jednotlivých týmů. V několika případech se podařilo u vybraných aktivit publikovat první odborné studie, které jsou projektu dedikovány.

Důležitou součástí řešení projektu je i jeho komunikace a prezentace směrem k potenciálním uživatelům i širší odborné veřejnosti. V průběhu prvního roku řešení tak vedle interní komunikace v rámci konsorcia probíhala jednání s jednotlivými odbornými guaranty Ministerstva životního prostředí ČR. Rozsáhlý společný meeting bylo ovšem možné vzhledem k pandemické situaci uspořádat až na počátku září 2021. Tento pozdní termín „kick-off meetingu“ však dovolil mnohem detailnější představení rozběhnutých prací napříč jednotlivými WG, a umožnil tak hlubší přehled o širší řešených témat všem zapojeným týmům. Centrum pro krajinu a biodiverzitu, koncept jeho řešení, hlavní cíle a aktivity byly koordinátorem projektu širší odborné veřejnosti prezentovány na konferenci CENIA ve dnech 16. – 17. září 2021.

Po prvním roce řešení projektu probíhají všechny činnosti dle stanoveného harmonogramu, podařilo se nastavit základní organizační struktury i komunikační strategie a byly etablovány jádrové týmy řešitelů na jednotlivých hierarchických úrovních pracovních skupin, balíčků i aktivit.