



Příloha č. 2 – Výzkumná témata

3. veřejná soutěž programu Prostředí pro život 2, podprogram 3

Podprogram 3 – Environmentální a klimatické výzvy v dlouhodobé perspektivě

Výzkumná témata stanovena Ministerstvem životního prostředí

A) Změna klimatu a její dopady v ČR	3
B) Voda v přírodě, v životním prostředí, využití vody ve společnosti	5
C) Biodiverzita a krajina v souvislostech	8
D) Ochrana a obnova ekosystémových funkcí půdy	12
E) Horninové prostředí ČR a udržitelné využití nerostného bohatství	13
F) Kvalita ovzduší jako základní faktor rozvoje společnosti	16
G) Materiálové toky, cirkulární ekonomika a odpady	17
H) Průmyslová ekologie a odolnost a připravenost řešit havárie a katastrofy	19
I) Výzkum dopadů politik životního prostředí v ČR	21
J) Výzkum možnosti dekarbonizace ekonomiky a rozvoje čistého průmyslu v ČR	24

A) Změna klimatu a její dopady v ČR

Česká republika se musí aktivně připravovat na dopady změny klimatu a zároveň ve vlastním zájmu přispívat k mezinárodnímu výzkumu a zmírňování klimatických rizik. Výzkum se musí zaměřit na vývoj a analýzu pokročilých scénářů změny klimatu, analýzu toků skleníkových plynů v zemědělství a lesním hospodářství, dopadů změny klimatu na hydrologický cyklus a ekosystémy, i na odolnost (resilienci) společnosti vůči extrémním klimatickým jevům. Nezbytné je také zapojení do mezinárodní spolupráce, včetně příspěvku ČR do činnosti IPCC a do budování národní znalostní základny pro strategická rozhodování. Vědomostní základna je a stále více bude využívána zejména pro aktualizaci národních strategických dokumentů, jako jsou například Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách České republiky, Národní akční plán adaptace na změnu klimatu, Plány pro zvládání povodňových rizik České republiky nebo Koncepce ochrany před následky sucha pro území České republiky.

Hlavní výzkumné oblasti:**1. Scénáře změny klimatu pro území Česka**

Zpřesnění klimatických scénářů a hydrologické modelování: Adaptace předpovědních modelů na změny klimatu, změny složek hydrologického cyklu, včetně vlivu sněhových zásob na dotaci podzemních vod, návrhové srážky respektující vývoj změny klimatu. Výzkum využití umělé inteligence pro klimatické i hydrologické modelování, analýzy modelových výstupů, předpovědní výstražnou a povodňovou službu a další navazující prediktivní systémy, koordinace se složkami Integrovaného záchranného systému (IZS) České republiky.

Výzkum musí být zaměřen na adaptaci a validaci podrobného numerického předpovědního modelu pro území ČR k vytvoření detailních scénářů změny klimatu, modelování hydrologického cyklu a analýze extrémních jevů (povodně, sucha atd.). Využití umělé inteligence (AI) pro přípravu scénářových dat a pro aplikační výstupy.

2. Vývoj a aplikace nástrojů pro monitoring a analýzy toků skleníkových plynů ve vysokém rozlišení

Vývoj nástrojů pro monitoring toků CO₂ a N₂O ve vysokém prostorovém a časovém rozlišení kombinací in-situ měření, satelitních dat a inverzního modelování včetně sektorového členění (zemědělství, města, lesnictví) s cílem připravit podklady pro podporu ekosystémů které přirozeně ukládají uhlík a procesy, které redukuje emise CO₂ a N₂O v procesech využívání půdy (landuse). Takto postavená výzkumná oblast je zároveň i příspěvkem k přípravě a hodnocení mitigačních opatření v rámci České republiky.

Výzkum musí být zaměřen na využití numerických předpovědních modelů počasí NWP/ALADIN pro inverzní modelování, odhad toků a bilancí skleníkových plynů. Součástí bude také hodnocení

změn emisních trajektorií ve vybraných sektorech jako podklad pro vyhodnocování trendů a účinnosti opatření.

3. Dopady změny klimatu na přírodní systémy a zdroje

Analýza změn vybraných částí klimatického systému a hydrologického cyklu se zaměřením na extrémní události, procesy jejich vzniku, trvání a změn v čase i prostoru. Výzkum dopadů změny klimatu na přírodní zdroje, zejména stav a vývoj zásob podzemních a povrchových vod, podzemní odtok, změny fenologie kulturních plodin i divokých rostlin, přírodní (tzv. lesní) požáry, agroklimatické regiony, zdraví obyvatel, biodiverzitu a fungování ekosystémů. Z historických zkušeností je zřejmá nutnost zaměření výzkumu na analýzy sucha, povodní, horkých vln, přírodních požárů a možnosti adaptace společnosti a ekosystémů na tyto extrémy.

Výzkum musí být zaměřen na dopady změny klimatu na biometeorologické a fenologické podmínky, vymezení a vývoj agroklimatických regionů a na ohrožené ekosystémy. Součástí bude hodnocení změn vodního režimu včetně přírodních zdrojů podzemních vod, jejich ochrany a návrhu adaptačních opatření se zohledněním vazeb mezi sektory v ekosystémech.

4. Systémy včasného varování a řízení rizik

Analýza systému zvládnání mimořádných přírodních kombinovaných jevů z hlediska právního a metodického prostředí. Rozvoj podpůrných systémů pro operativní rozhodování a řízení rizikových procesů ve volné, zemědělské i obydlené krajině (např. sucho, povodně), varovné systémy, sezónní predikce vybraných charakteristik klimatu, včetně urbánních oblastí a disponibility vodních zdrojů, příprava národního katalogu klimatických rizik.

Výzkum musí být zaměřen na podporu operativního rozhodování při zvládnání klimatických rizik, včetně revize a rozvoje varovných systémů. Součástí bude vytvoření katalogu klimatických rizik a ověření možností sezónních predikcí se zaměřením na dostupnost vodních zdrojů. Výstupy budou využity pro aktualizaci Plánu pro zvládnání sucha a nedostatku vody v ČR a pro aktualizaci a implementaci plánů pro zvládnání povodňových rizik.

5. Resilience společnosti a dopady extrémních jevů

Analýza zranitelnosti a resilience obyvatel, sídel a infrastruktury, tvorba národního systému evidence dopadů (podle mezinárodně doporučených postupů a klasifikací vycházejících z rámce SFDRR a nástroje DesInventar), atribuce a multihazardní přístup. Vytvoření nástrojů pro lokální a individuální resilienci, včetně technologických událostí, kde je zdrojem, nebo vektorem šíření atmosféra, hydrosféra či geosféra, metodika reakcí na tyto extrémní události.

Výzkum musí být zaměřen na podporu operativního řízení extrémních situací, včetně výstupů pro rozhodování vodoprávních úřadů a zavedení systému evidence dopadů. Součástí bude vytvoření databáze hazardů a zranitelnosti a vývoj nástrojů pro posilování lokální i individuální resilience.

6. Společenské aspekty a informovanost

Sociologické analýzy vnímání projevů a dopadů klimatické změny, reakcí veřejnosti a stakeholderů, účinnosti komunikace a přenosu informací o rizicích, podklady pro strategické dokumenty a další rozvoj aplikace pro prověřování investic z hlediska klimatického dopadu (climate-proofing), hodnocení společenských dopadů, nákladů na nečinnost a rozvoj NIS i pro účely nefinančního reportingu a transformačních plánů. Prezentace odborných výstupů (včetně GIS metod) pro veřejnost (využití metod umělé inteligence), sociologické analýzy přijímání informací o změnách klimatu, reakce veřejnosti a stakeholderů, sociální aspekty šíření informací o změně klimatu, decision making, společenské dopady a zvýšení účinnosti komunikace v rámci systémů včasného varování.

Výzkum musí být zaměřen na tvorbu podkladů pro aktualizace strategických dokumentů a na srozumitelnou prezentaci výstupů pro veřejnost, včetně GIS analýz, mapových projekcí a vizualizací s využitím nástrojů AI. Součástí budou sociologické analýzy zaměřené na veřejnost i klíčové stakeholdery, hodnocení společenských dopadů a vyhodnocení funkčnosti systémů včasného varování, včetně reakcí společnosti na výskyt hazardů.

B) Voda v přírodě, v životním prostředí, využití vody ve společnosti

Česká republika jako „střecha Evropy“ má zvláštní odpovědnost za správu svých vodních zdrojů. Vzhledem k probíhající změně klimatu a rostoucím nárokům společnosti je zásadní zajistit jak jejich kvantitativní dostupnost, tak ochranu jejich kvality/jakosti. Výzkum v oblasti vody se musí zaměřit jak na zadržení vody v krajině, obnovu a zlepšování stavu vodních a na vodu vázaných ekosystémů, tak na snižování zátěže a produkovaného znečištění, modernizaci infrastruktury a vývoj technologií, které zajistí vysokou kvalitu vody při zachování ekonomické a energetické efektivity. Zásadní výzvou je rovněž výskyt tzv. nových znečišťujících látek, včetně farmak, mikroplastů, PFAS a dalších, stejně jako schopnost předvídat zdravotní a environmentální rizika. Výzkumné aktivity by měly směřovat zejména do podpory implementace nově přijatého Nařízení o obnově přírody 2024/1991 (pokud jde o oblast obnovy vodních ekosystémů), nové směrnice Evropského parlamentu a Rady o čištění městských odpadních vod 2024/3019 a také směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky (tzv. Rámcová směrnice o vodách) a jejich dceřiných směrnic 2006/118/ES o ochraně podzemních vod před znečištěním a zhoršováním stavu a 2008/105/ES o normách environmentální kvality.

Hlavní výzkumné oblasti:**1. Odezva vodohospodářské bilance na klimatickou změnu a adaptační řešení**

Výzkum změn vodohospodářské bilance, dostupnosti a kvality vody se zaměřením na odtokové poměry, vliv na teplotu vody, vysychání toků a definici referenčních podmínek vodních útvarů, s cílem popsat procesy od malých povodí po povodí III. a II. řádu, v návaznosti na nejnovější poznatky o vývoji klimatu (výsledky centra Změna klimatu a její dopady v ČR) a s využitím nejnovějších technologií (digital twins apod.). Pozornost bude věnována zejména hledání win-win řešení adaptace prostřednictvím přírodě blízkých opatření a rozvoje modrozelené infrastruktury v krajině i urbanizovaném prostředí.

Výzkum musí být zaměřen na vývoj víceúrovňového modelového rámce (včetně „digital twins“) pro hodnocení dopadů změny klimatu na vodohospodářskou bilanci, odtokové poměry, teplotu vody a kvalitu vodních útvarů od malých povodí po povodí III. a II. řádu. Součástí bude tvorba metodiky pro předpověď změn kvality vody, včetně identifikace prekursorů hromadných úhynů ryb, stanovení referenčních podmínek vodních útvarů a návrh win-win adaptačních opatření v krajině i urbanizovaném prostředí. Dále bude posouzena robustnost navrhovaných adaptačních opatření vůči extrémním situacím (povodně, sucha, požáry, horké vlny) s využitím modelových nástrojů pro podporu doporučení a správné praxe podle vodního zákona.

2. Integrovaná správa vodních zdrojů

Řešení problémů udržitelného užívání vodních zdrojů a identifikace významných hotspotů v povodích, vzájemné ovlivnění povrchových a podzemních vod odběry a jiným užíváním vod. Podpora strategického plánování v oblasti vod od úrovně obce po povodí s ohledem na měnící se potřeby společnosti. Podpora obnovy vodních toků dle článku 9 Nařízení o obnově přírody, definování migračních bariér a jejich významnosti, stanovení vlivu odstranění příčných překážek na změnu ekologických funkcí toku, včetně posouzení vhodnosti odstranění překážek s ohledem na související rizika pro ochranu vybraných druhů. Výzkum zaměřený na identifikaci vhodných úseků vodních toků pro obnovu volně tekoucích řek a zlepšení přirozených funkcí souvisejících záplavových území, zkoumání podmínek a nástrojů pro jejich dosažení. Vyhodnocení účinnosti realizovaných opatření. Výzkum možnosti obnovy štěrkonosných řek a definování podmínek pro nastavení ekologických průtoků.

Výzkum musí být zaměřen na vytvoření rámce pro integrovanou správu vodních zdrojů (IWRM) s identifikací „hotspotů“ povodí a kvantifikací vzájemného ovlivnění povrchových a podzemních vod odběry a jiným užíváním. Součástí bude podpora implementace čl. 9 Nařízení o obnově přírody, zohledňující migrační překážky, konektivitu vodních toků a obnovení přirozeného splaveninového režimu. Dále budou stanoveny podmínky pro ekologické průtoky a vyhodnocena účinnost realizovaných opatření, včetně vlivu odstranění bariér, revitalizace a rozšíření záplavových území.

3. Ochrana vod a zdraví společnosti

Výzkum zaměřený na vliv havárií a odlehčování odpadních vod na vodní toky, včetně zkoumání vhodných nástrojů prevence. Výzkum důvodů nedosažení dobrého stavu vod ČR v kontextu rámcové směrnice o vodách i plnění čl. 4 Nařízení o obnově přírody s důrazem na inovativní metody hodnocení opatření. Výzkum v oblasti ochrany vod se zvláštním důrazem na tzv. nové polutanty, léčiva, rezidua pesticidů, mikroplasty a látky ze skupiny PFAS. Hygienická rizika spojená s kontaminací vod (mikrobiální znečištění a antimikrobiální rezistencí - AMR). Nové přístupy k celoplošné ochraně podzemních vod.

Vyvinout a ověřit národní rámec pro monitoring a hodnocení nových polutantů (léčiva, rezidua pesticidů, PFAS, mikro-/nanoplasty) v povrchových i podzemních vodách, včetně efektově založeného monitoringu a stanovení priorit pro snižování zátěže. Současně zřídit integrovaný dohled nad mikrobiálním znečištěním a antimikrobiální rezistencí (AMR) ve vodách, definovat prahy zdravotního rizika a navrhnout opatření pro kritické body (ČOV, odlehčení, rekreační lokality, zdroje pitné vody).

4. Vodní ekosystémy a jejich obnova

Výzkum zaměřený na potřebu ochrany a obnovy vodních a mokřadních ekosystémů a na ně vázaných přírodních stanovišť a druhů, včetně prohloubení znalostí o dopadech antropogenních tlaků na společenstva vodních organismů, s důrazem na hydromorfologii, kvalitu a kvantitu vodních zdrojů a probíhající změnu klimatu. Výzkum zaměřený na podporu přípravy nástrojů pro aktivní ochranu cílových druhů a řešení dopadů konfliktů druhů. Vývoj inovativních metod souvisejícího environmentálního monitoringu, možností efektivního provázání monitoringu prováděného pro účely ochrany přírody a ochrany vod. Vyhodnocení dostupných dat o změnách rozšíření přírodních stanovišť a druhů vázaných na vodní prostředí, včetně určení hotspotů vodní biodiverzity pro účely prioritizace ochranných opatření. Vývoj nových způsobů hodnocení ekologických složek vodních útvarů zohledňující jejich vzájemné funkční provázání. Vývoj a aplikace sledování a hodnocení migrací ryb.

Výzkum ochrany vodních a mokřadních ekosystémů a vývoj nástrojů pro aktivní ochranu druhů a stanovišť. Vyvinout inovativní metody environmentálního monitoringu a hodnocení dat pro sledování chráněných druhů a ekologického stavu vodních útvarů.

5. Technická řešení a čištění odpadních vod

Výzkum účinných a úsporných technologií čištění odpadních vod, včetně přírodě blízkých řešení. Návrhy opatření ke snižování množství a míry znečištění odpadních vod u zdrojů a ve stokové síti. Důraz bude kladen na rozhodování státní správy o požadavcích na kvalitu vypouštěných vod, na stanovení limitů pro vybrané polutanty (např. nutrienty, farmaka, mikroplasty, látky ze skupiny PFAS), na podklady pro úpravu legislativy v návaznosti na novou směrnici 2024/3019 o čištění

městských odpadních vod (UWWTD), na možnosti znovuvyužití odpadních vod (po zavedení kvartérního čištění) a produktů čištění a na efektivní nakládání s odpadními vodami z malých sídel.

Vyvinout metodiky pro stanovení emisních limitů a kvality vody pro vybrané polutanty (nutrienty, farmaka, PFAS, mikroplasty) a podpořit vodoprávní úřady při aplikaci nové směrnice UWWTD. Navrhnout a ověřit scénáře znovuvyužití odpadní vody (závlahy, průmysl, městská zeleň) včetně bezpečnostních standardů a využití produktů čištění. Ověřit nízkonákladové a energeticky úsporné technologie pro malé a přírodě blízké ČOV/NBS a navrhnout opatření u zdrojů a ve stokové síti.

6. Podpora efektivního řízení vodního hospodářství

Rozvoj data-driven vodního hospodářství, včetně integrované datové základny, otevřených dat. Využití machine learning a AI v oblasti vodního hospodářství. Vývoj digitálních nástrojů pro hodnocení účinnosti opatření v kontextu celých povodí. Rozvoj přístupů pro data-driven tvorbu a vyhodnocování politik či strategických dokumentů v oblasti vod včetně podkladů a analýz pro hodnocení účinnosti plnění cílů v oblasti ochrany vod a Nařízení o obnově přírody. Nástroje pro zvyšování povědomí veřejnosti i odborníků o ochraně a udržitelném využívání vod.

Sjednotit a optimalizovat práci s daty ve vodním hospodářství, zavést otevřený výměnný formát a automatizovaná rozhraní (FAIR). Vyvinout data-driven hodnoticí platformu s prvky „digital twin“ pro kvantifikaci účinnosti adaptačních opatření v povodích (retence, revitalizace, snižování bariér, městská MZI). Připravit analytický rámec a nástroje pro pravidelné hodnocení plnění cílů ochrany vod (jakost a množství, povodně, sucho) včetně nástrojů komunikace pro odborníky i veřejnost.

C) Biodiverzita a krajina v souvislostech

V souladu s cíli strategických dokumentů EU a ČR v oblasti ochrany přírody a krajiny i ve vazbě na závazky vyplývající z mezinárodních úmluv a legislativy EU je potřebné nazírat na krajinu a její složky holistickým způsobem, vnímat krajinu jako celek, za pomoci moderních způsobů výzkumu hodnotit její současný stav a zajistit udržitelné využívání a ochranu a obnovu přírodních hodnot a funkcí ekosystémů.

Výzkum by měl poskytnout informace k evaluaci vlivu různých přístupů k hospodaření a péči o krajinu stejně jako postupy, které přispějí k rozvoji modrozelené infrastruktury v sídlech.

Reagovat je nutné i na krizi biodiverzity.

Současně je potřebné rozvíjet postupy efektivního řízení ochrany biodiverzity, systémů správy a evidence dat a zavádění digitalizace. Výsledky výzkumu budou poskytovat podklady

k naplňování strategií, hodnocení dopadů legislativy a závazků včetně naplňování evropského Nařízení o obnově přírody.

Hlavní výzkumné oblasti:

1. Krajina reagující na změnu

Výzkum musí být zaměřen na integraci poznatků o vztazích mezi ekosystémy a jednotlivými složkami (půdou, vodou, biotou), a na hodnocení stavu krajiny a faktorů, které na krajinu působí. Současně je třeba rozvíjet postupy a metody sběru a hodnocení dat o krajině a navrhnout opatření vycházející ze správné praxe. Nástroje k tomu by mělo poskytovat mj. krajinné plánování, opatření Politiky krajiny a implementace Nařízení EP a Rady (EU) 2024/1991 o obnově přírody.

Výzkum musí být zaměřen na posílení ekologických funkcí krajiny a biodiverzity v souladu s cíli Politiky krajiny a Nařízení o obnově přírody. Prioritou bude komplexně hodnotit dopady využívání krajiny a hospodaření na toky látek a energie i na funkce ekosystémů, včetně posouzení rizik změny klimatu na úrovni ekosystémů, přírodních stanovišť i pro předměty ochrany v chráněných územích. Dále se zaměří na funkční konektivitu krajiny na všech úrovních, včetně vazeb mezi sídly a volnou krajinou. Podpoří také opatření k ochraně biodiverzity a dalších hodnot krajiny, včetně rozvoje, mapování a pilotního ověření OECMs a jejich napojení na síť chráněných území. Součástí bude i zhodnocení vlivu alternativních přístupů hospodaření a péče o krajinu na její stav, ekosystémy a biodiverzitu.

2. Zemědělské ekosystémy

Výzkum musí být zaměřen na zajištění klíčových informací pro posouzení stavu zemědělských ekosystémů, určení faktorů, které na ně působí, a na vyhodnocování postupů zemědělského hospodaření. Ve vztahu k adaptaci na změny klimatu rozvíjet opatření ke zvýšení odolnosti krajiny a k omezení dopadů stávající struktury krajiny a míru odvodnění.

Optimalizace struktury zemědělské krajiny integrující ochranu biodiverzity a ekosystémových funkcí, potřeby zemědělského hospodaření a adaptace na změnu klimatu. Výzkum, testování a vyhodnocování postupů hospodaření přispívajících k zachování a obnově biodiverzity zemědělských ekosystémů a na ně vázaných druhů. Hodnocení vlivu hospodaření a jiných způsobů využití půdy v kontextu klimatické změny; predikce dopadů a rizik pro zemědělské ekosystémy (jejich produkční i neprodukční funkce), spojených se změnou klimatu. Odborná podpora postupů obnovy vodního režimu krajiny, včetně adaptace odvodňovacích systémů a minimalizace jejich nepříznivých dopadů na stav krajiny, zajištění a zpřístupnění datových zdrojů.

3. Lesní ekosystémy

Jádrem výzkumu bude hodnocení významu lesů, přínosů běžných i inovativních způsobů hospodaření pro adaptaci na změnu klimatu i stanovení vhodných postupů pro plnění požadavků Nařízení o obnově přírody.

Výzkum musí být zaměřen na prohloubení poznatků o významu lesů pro biodiverzitu a klíčové ekosystémové funkce a na hodnocení přístupů péče a ochrany lesa s cílem optimalizovat postupy pro obnovu a zlepšení stavu lesních ekosystémů. Důraz bude kladen na vyhodnocení odezvy lesů na změnu klimatu na úrovni jednotlivých druhů dřevin, lesních společenstev i ekosystému jako celku. Součástí je posouzení možností využití domácích minoritních druhů dřevin, ekotypů extrémních stanovišť a druhů z geograficky blízkých oblastí (jih a jihovýchod Evropy) v lesním hospodaření. Dále bude hodnocen přínos hospodářských opatření v lesích k mitigaci změny klimatu a rozvíjeny metody sledování ekologického stavu lesů a monitoringu environmentálních změn s využitím moderních a inovativních postupů.

4. Urbánní prostředí

Cílem výzkumu bude vyhledávání možností zajištění kvalitního prostředí ve městech, podpora biodiverzity sídel, ochrany zeleně i obnovy přírodních ekosystémů a tvorby přírodě blízkých prvků.

Výzkum musí být zaměřen na odbornou podporu zakládání a péče o sídelní zeleň s ohledem na změnu klimatu a podporu biodiverzity, včetně využití vegetačních konstrukcí na budovách (střechy, fasády). Součástí je výzkum a výběr vhodných druhů dřevin rostoucích mimo les pro výsadby v různých podmínkách ČR (intravilány, okolí liniových staveb aj.) s ohledem na odolnost v podmínkách měnícího se klimatu, přínosy pro biodiverzitu i omezení rizik, jako je šíření nepůvodních druhů a patogenů. Důraz bude kladen na stanovení urbanistických požadavků a možností využití přírodě blízkých opatření pro adaptaci sídel (omezování tepelných ostrovů, optimalizace mikroklimatu) a současně na tvorbu a ochranu zeleně v souladu s Nařízením o obnově přírody, včetně rozvoje přírodě blízkých prvků v urbánním prostředí.

5. Řešení krize biodiverzity

Výzkum musí poskytovat nové poznatky na jednotlivých úrovních biologické rozmanitosti. Součástí bude rozvoj a využití nových způsobů získávání poznatků o biodiverzitě a rozvoj znalostí o stavu přírodních stanovišť a druhů i jejich genetické variabilitě. Zkoumány budou i invazní druhy a patogeny.

Výzkum musí být zaměřen na komplexní ochranu ohrožených druhů a jejich biotopů: vyhodnocení aktuálního stavu, identifikaci příčin ohrožení a návrh opatření k prevenci a zmírnění dopadů lidské činnosti (např. vlivy dopravy, rozvoje obnovitelných zdrojů energie, světelného znečištění), včetně řešení invazních druhů a patogenů. Součástí je posílení efektivní správy

chráněných území podle klíčových ohrožujících faktorů a rozvoj občanské vědy. Zvláštní důraz bude kladen na genetickou variabilitu jako podmínku dlouhodobě účinné ochrany: stanovení indikačních druhů, porovnání historické a současné genetické diverzity (zejména u druhů se zavedenými ZP/RAP), zavedení genetického monitoringu v ex situ chovech a sbírkách a vytvoření přehledu institucí spravujících genetické zdroje. Dále bude rozvíjen metodický a datový základ pro širší využití genetického monitoringu v ČR, včetně návrhu systematického sledování genetické diverzity a hodnocení dopadů fragmentace krajiny na populace druhů zemědělské a lesní krajiny, s využitím i genetických bank.

6. Ochrana opylovačů

Výzkum musí být zaměřen na doplnění poznatků o rozšíření a stavu opylovačů i jejich funkcích a interakcích. Dále na příčiny ohrožení klíčových skupin opylovačů, hodnocení vlivu využívání krajiny a návrh opatření k obnově populací opylovačů a jejich diverzity v souladu s Nařízením o obnově přírody.

Výzkum musí být zaměřen na zhodnocení současné krajiny jako prostředí pro volně žijící opylovače, včetně porovnání různých režimů obhospodařování a využívání krajiny, dostupnosti zdrojů a vymezení a mapování typických biotopů opylovačů. Součástí bude výzkum funkčních vlastností opylovačů a identifikace deštníkových druhů a doplnění poznatků o současném i historickém výskytu a příčinách ohrožení u klíčových skupin (včely a žahadloví blanokřídlí, motýli, dvoukřídlí se zaměřením na pestřenky, opylující brouci). Dále bude hodnocena síť interakcí mezi opylovači a rostlinami i mezi opylovači navzájem, navržena a ověřena praktická opatření na úrovni krajiny i jednotlivých biotopů a vyčísleny socioekonomické přínosy opylování v podmínkách ČR.

7. Podpora efektivního řízení ochrany biodiverzity, přírody a krajiny

Výzkum musí být zaměřen jak na moderní metody sběru a vyhodnocování dat, jejich zpřístupnění a digitalizaci, tak na vzdělávání a zvyšování povědomí o ochraně přírody a krajiny.

Výzkum se musí zaměřit na zpracování podkladových analýz pro zpětný přezkum účinnosti klíčové legislativy v ochraně přírody (zejména zákon č. 115/2000 Sb. – termín 2029, dále 114/1992 Sb. a 100/2004 Sb.) a podkladů pro další rozvoj a aplikaci konceptu ekosystémových služeb. Paralelně bude rozvíjen moderní monitoring biodiverzity, včetně testování a optimalizace systematického sledování a hodnocení stavu biodiverzity v ČR, doplnění analytického vyhodnocení datových souborů pro účinnou péči o druhy a biotopy a posílení správy dat a digitalizace agend. Součástí je také průběžná podpora vzdělávání a osvěty, tvorba informačních a vzdělávacích materiálů využívajících aktuální poznatky výzkumu s využitím vhodných forem prezentace (webové materiály, publikace, filmy i realizace kurzů, seminářů, konferencí a diskusních fór pro státní správu i veřejnost).

D) Ochrana a obnova ekosystémových funkcí půdy

Půda je nenahraditelným přírodním zdrojem, který plní klíčové ekologické, produkční i společenské funkce – zajišťuje zemědělskou produkci, zachycuje uhlík, filtruje vodu a vytváří prostředí pro biologickou rozmanitost. V České republice však čelí půda řadě ohrožení, zejména degradaci, vodní a větrné erozi, utužování a rozsáhlým záborům pro výstavbu. Tyto procesy snižují úrodnost a stabilitu krajiny, ohrožují potravinovou bezpečnost i schopnost krajiny čelit klimatickým změnám.

Cílem výzkumu je podrobně popsat hlavní příčiny a mechanismy degradace půdy v podmínkách ČR, analyzovat dosavadní opatření a navrhnout efektivní strategie ochrany půdního fondu. Důraz bude kladen na udržitelný management půdy, prevenci záborů kvalitní zemědělské půdy a podporu regenerace degradovaných ploch. Výstupy mají přispět k ochraně krajiny, zajištění dlouhodobé produkční schopnosti půdy a k naplnění environmentálních cílů ČR i EU.

Výsledky výzkumu přispějí konkrétně k naplňování Strategie EU pro půdu do roku 2030 a podle okolností budou využity při přípravě nebo při transpozici a implementaci rámcové směrnice o monitoringu a odolnosti půdy.

Hlavní výzkumné oblasti:**1. Zdravá půda & monitoring**

Výzkum musí být zaměřen na vytvoření jednotného rámce pro hodnocení a monitoring půd v ČR, včetně standardizovaných metodik pro posuzování stavu půdy a interpretaci výsledků. Součástí bude zavedení moderních integrovaných technologií monitoringu (DPZ, senzory, drony, postupy využívající umělou inteligenci) se zaměřením na organický uhlík, půdní biodiverzitu, prostorovou komplexitu půd a jejich časový vývoj. Dále bude rozvíjeno modelování klíčových půdních procesů a dopadů změn prostředí, zejména vlivu extrémních jevů (sucho, přívalové srážky), eroze a změn půdních profilů, včetně retrospektivních analýz s využitím paleo-archivů a specifického monitoringu lesních a neproduktivních půd v chráněných územích. Výzkum také připraví metodiku pro ekonomické vyčíslení důsledků půdní degradace a podkladové analýzy pro zpětné hodnocení účinnosti dosavadních politik, regulace a opatření v ochraně půdy (včetně vazby na zákon č. 334/1992 Sb.).

2. Udržitelné hospodaření s půdou

Výzkum musí být zaměřen na analýzu klíčových půdních procesů (cyklus uhlíku a živin, vodní režim, půdní biodiverzita) s cílem vyvinout a ověřit soubor nástrojů a postupů pro udržitelné hospodaření, které posílí zdraví, úrodnost a odolnost půd vůči klimatické změně. Součástí bude modelování dopadů různých způsobů využití a hospodaření (zemědělství, lesnictví, ponechání ladem) a návrh konkrétních ekologických i ekonomických opatření pro prevenci degradace a obnovu půdních funkcí.

3. Zmírňování záborů

Výzkum musí být zaměřen na monitoring a vyhodnocování záborů půdy prostřednictvím nástrojů, které umožní přesně sledovat rozsah záboru, míru nepropustného překrytí a související ztrátu ekosystémových služeb. Součástí bude tvorba metodik pro kvantifikaci ekonomických, socioekonomických a environmentálních důsledků záborů a vývoj automatizovaných podpůrných a rozhodovacích nástrojů pro posuzování nových investic, výstavby a dalších forem využití území. Dále bude provedena analýza účinnosti stávajících finančních nástrojů ochrany půdy a navržena jejich úprava či zavedení nových mechanismů.

4. Kontaminace půdy

Výzkum musí být zaměřen na prevenci kontaminace půd a identifikaci rizikových činností a lokalit, včetně návrhu integrovaných postupů pro včasné odhalování, hodnocení rizik a účinnou sanaci. Součástí bude vývoj metodik pro rozpoznání činností vedoucích ke kontaminaci specifickými látkami a zavedení preventivních opatření. Dále je potřebný systematický monitoring kontaminace půd těžkými kovy i organickými polutanty, včetně nově se objevujících typů znečištění dosud nepokrytých legislativou. Samostatnou oblastí je výzkum mikroplastů v půdě: ověření metodiky monitoringu, návrh principů regulace včetně limitních obsahů a podklady pro certifikaci plně biodegradabilních plastů.

5. Transfer a osvěta

Výzkum musí být zaměřen na sociálně-ekonomické a institucionální aspekty ochrany půdy, zejména na analýzu motivací, bariér a rozhodovacích procesů klíčových aktérů (zemědělci, vlastníci, obce, neziskový sektor, veřejnost) při nakládání s půdou. Součástí bude rozvoj vzdělávání, osvěty a poradenství včetně demonstrací dobré praxe pro veřejnost, školy, obce i odborné aktéry. Dále bude vyvinut a pilotně ověřen digitální nástroj (web) pro integraci a srozumitelnou interpretaci dostupných informačních zdrojů k ochraně půdního fondu, podporující efektivní přenos poznatků do praxe.

E) Horninové prostředí ČR a udržitelné využití nerostného bohatství

Výzkum v rozsáhlé oblasti věd o Zemi se soustředí na několik aktuálních potřeb, které souvisejí s klimatickou změnou a adaptací na ni, s odolností vůči přírodním rizikům, s prevencí katastrof, s hledáním optimálních způsobů revitalizace území postižených těžbou nerostných surovin a v neposlední řadě se surovinovou bezpečností. Životně důležité je podstatné rozšíření znalostí a datových souborů pro účinnou a správně cílenou ochranu zdrojů podzemních vod. Všechny aktivity zároveň pracují s nežádoucími synergickými efekty přírodních podmínek (charakter horninového prostředí a klimatu) a lidské činnosti (exploatace, zásahy do krajiny, historické zátěže).

Hlavní výzkumné oblasti:**1. Hydrogeologie – znalost významných akumulací podzemních vod a území postižených velkoplošnou povrchovou těžbou**

Výzkum musí být zaměřen na posílení ochrany a dlouhodobé udržitelnosti zdrojů podzemních vod v podmínkách klimatické změny a významných zásahů do území. Hlavními úkoly budou revize a zpřesnění vymezení zdrojových oblastí, doplnění a integrace datových podkladů pro jejich ochranu a vývoj modelů doplňování a akumulace podzemní vody se zapojením klimatických scénářů. Součástí bude cílený výzkum fyzikálně-chemických vlastností vodonosných horninových masivů pro hodnocení kvality podzemních vod v širším geologickém kontextu. Dále bude hodnocen vliv dlouhodobé těžby na hydrogeologické struktury a ověřeny možnosti jejich revitalizace po ukončení těžby, včetně hydrogeologických aspektů obnovy území po velkoplošné těžbě ponechaného přirozenému vývoji.

2. Výzkum kritických a strategických nerostných surovin

Výzkum musí být zaměřen na posouzení surovinové bezpečnosti ČR v souladu s požadavky iniciativy EU pro kritické suroviny (CRM) a na identifikaci možností posílení domácí surovinové základny. Klíčové aktivity zahrnou revizi a aktualizaci modelu ložiskově-geologických struktur Českého masivu pro vyhledání nových zdrojů CRM, ověření lokálních indicií ekonomicky perspektivních minerálních asociací a výzkum úpravářenských metod a zpracovatelských technologií umožňujících využití i podlimitních výskytů kritických surovin.

3. Přírodní geologická rizika v územích ohrožených svahovými deformacemi a deformacemi povrchu

Přírodní geologická rizika jsou silně ovlivněna klimatem, paralelně se zkoumají výkyvy klimatu, změny četnosti, lokalizace a intenzity rizikových jevů, mezi nimiž na území ČR dominují deformace svahů, obecně povrchu. Pro přesnější měření a interpretaci různých projevů nestability je potřeba podrobněji se věnovat mikro a makro strukturám geologického podkladu.

Výzkum musí být zaměřen na predikci a hodnocení svahových deformací a morfologického vývoje území s důrazem na dopady klimatické změny a rizika spojená s těžbou. Klíčové bude vytvoření komplexních předpovědních modelů deformací, rozvoj metod zpracování dat dálkového průzkumu Země (včetně nových satelitních a UAV senzorů) a vývoj neinvazivních geofyzikálních, multispektrálních a termálních postupů pro zkoumání deformací a vazeb mezi strukturou horninového prostředí a vznikem nestabilit. Součástí bude identifikace rizik a predikce vývoje uvnitř těžebních jam, výsypek i v jejich okolí a pilotní model stabilitního a morfologického vývoje území po velkoplošné povrchové těžbě, včetně kategorizace ploch pro budoucí využití.

4. Geologické aspekty spojené s přechodem na bezemisní ekonomiku a kontaminace

Kapacita dosud vytipovaných nebo ověřených využitelných geologických struktur na území ČR pro ukládání CO₂ zdaleka nestačí potřebám průmyslu, a proto je nutný další výzkum. Náročnou disciplínou je ukládání H₂ pro energetické využití; výzkum tohoto problému je celosvětově v začátcích a zahrnuje řadu výzev. Příspěvkem pro rozvoj bezemisní ekonomiky je výzkum geotermálních zdrojů energie, snižování legislativních a jiných překážek jejich využití a zvyšování kvality dostupných dat i mimo území, v nichž jsou aktuálně realizovány pilotní projekty.

Výzkum musí být zaměřen na využití horninového prostředí pro skladování a získávání tepelné energie a na posouzení perspektivních geologických objektů pro ukládání vodíku pomocí multikriteriální analýzy. Součástí bude vývoj monitorovacích metod pro kvalitativní i kvantitativní hodnocení plyných emisí (zejména metanu) v územích po těžbě nerostných surovin a v dalších rizikových regionech. Dále bude rozvíjeno využití izotopů jako značkovacích geochemických procesů spojených s rizikovou kontaminací (např. Pb, Cr, Cu, Zn, Cd a lehké prvky).

5. Výzkum pro hlubinné úložiště radioaktivního odpadu

V ČR vzniká značné množství jaderného odpadu a v blízké budoucnosti jeho produkce nebude klesat. Jeho bezpečné ukládání do stabilních horninových masivů je prvořadým úkolem. Vzhledem k náročným požadavkům na velmi dlouhodobou stabilitu a na absolutní vyloučení kontaminace životního prostředí zbytkovou radioaktivitou je geologický a hydrogeologický výzkum metodicky i časově náročný. Pro projekční přípravu potenciálně vhodných lokalit je předcházející komplexní geologický výzkum zásadním podkladem.

Výzkum musí být zaměřen na geologickou charakteristiku kandidátských lokalit v Českém masivu: stavbu a genezi granitoidních těles, modelování dynamiky granitoidní taveniny při vzniku intruzí a geochemii včetně mobility vybraných (zejména radioaktivních) prvků při alteracích. Součástí bude rekonstrukce dlouhodobého vývoje reliéfu pomocí geochronologických a termochronologických metod (rychlost výzdvihu, zpětná eroze) a výzkum zlomových struktur relevantních pro lokality, včetně jejich geofyzikálních projevů, reaktivace, výplní, stárí pohybů a analýzy puklinových systémů. Dále bude hodnocena neotektonika na základě terciárního a kvartérního záznamu.

6. Společenské aspekty

Do zkoumání bude zahrnuta co nejširší skupina dotčených subjektů a vyhodnocení bude nestranné, politicky neutrální a věcné.

Výzkum musí být zaměřen na ex-post vyhodnocení účinnosti politik a regulace v gesci odboru geologie, zejména zákona č. 62/1988 Sb. o geologických pracích. Prověří dopady a praktickou aplikaci právní úpravy (procesy, vymahatelnost, administrativní zátěž, kvalita výstupů), včetně

vazeb na související předpisy a potřeby digitalizace a sdílení dat. Výstupem budou varianty úprav a doporučení pro srozumitelnější, efektivnější a lépe vymahatelný legislativní rámec.

F) Kvalita ovzduší jako základní faktor rozvoje společnosti

Ochrana ovzduší vyžaduje komplexní přístup založený na kvalitních datech, pokročilých modelech a účinných opatřeních. Cílem výzkumu je prohloubit a zpřesnit komplexní poznatky v oboru ochrany ovzduší, které napomohou splnění závazku z nové evropské legislativy v oblasti kvality ovzduší. Výzkum se musí zaměřit především na dvě hlavní oblasti, kterými jsou identifikace a snižování vlivu zdrojů na znečištění ovzduší a dále rozvoj metod hodnocení kvality ovzduší. V oblasti znečišťování ze zdrojů půjde především o vývoj nových metod zjišťování kvalitativních a kvantitativních informací a postupů jejich následného zpracování a aplikace s cílem předcházení a omezování znečišťování ovzduší a plnění reportovacích povinností. V oblasti kvality ovzduší pak půjde o rozvoj metod měření a hodnocení úrovně znečištění, zpřesňování modelovacích a predikčních nástrojů, zpřesňování znalostí o souvisejících nákladech a dopadech na lidské zdraví a vývoj účinných komunikačních strategií s veřejností.

Nedílnou součástí jsou pak dílčí cíle prolínající se celým zadáním, jejichž výsledky by měly přinést naplnění nedávno vydané Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2024/2881 o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu.

Hlavní výzkumné oblasti:

1. Zdroje znečištění, jejich identifikace, hodnocení a omezování vlivů

Výzkum se musí zaměřit na zvýšení kvality emisních inventur a modelování znečištění ovzduší: aktualizaci emisních faktorů a výpočtových metod (zejména pro individuální nesledované zdroje a vybraná odvětví včetně chovů zvířat) v souladu se směrnicí (EU) 2016/2284 a na implementaci doporučení revizních týmů. Dále bude rozvíjena identifikace zdrojů znečištění kombinací měření a rozptylových modelů na lokální i celorepublikové úrovni jako podklad pro plnění nových emisních limitů dle směrnice (EU) 2024/2881, včetně dílčích výstupů do roku 2027 pro PZKO. Součástí je ověření účinnosti opatření ke zlepšení kvality ovzduší a zpřesnění odhadů vlivů záměrů s regionálním dopadem, rozvoj referenčních modelů a postupů a návrh aktualizace požadavků na rozptylové studie ve vyhláškách (metodická obnova oproti zastaralé metodice SYMOS). Výzkum podpoří i nové metody pro meteorologická vstupní data a analýzu provozu stacionárních zdrojů a povolovacích procesů včetně využití AI pro digitalizaci a zefektivnění. Výzkum musí být zaměřen i na dlouhodobě udržitelné využití biomasy pro energetické účely.

2. Rozvoj technologické a znalostní báze modelování a monitoringu kvality ovzduší

Výzkum musí být zaměřen na zpřesnění odhadů emisí a propadů skleníkových plynů prostřednictvím aktualizace emisních faktorů, výpočtových metod a metodik reportingu dle

Nařízení (EU) 2018/1999. Součástí bude rozvoj metodik emisních projekcí znečišťujících látek a skleníkových plynů se scénáři snižování emisí dle směrnice 2016/2284/EU a (EU) 2018/1999, s pravidelnými dílčími výstupy od roku 2027. Dále bude vyhodnocen technický a ekonomický potenciál opatření pro NAPCP a klimatické politiky a rozvinuty metody predikce imisní zátěže, mikroměřítkové modely a postupy měření kvality ovzduší v návaznosti na požadavky směrnice (EU) 2024/2881.

3. Nástroje a prostředky k dosažení cílů v oblasti ochrany ovzduší a klimatu.

Výzkum musí být zaměřen na posílení systému hodnocení a řízení kvality ovzduší v návaznosti na směrnici (EU) 2024/2881 a zákon č. 201/2012 Sb. Zahrne vývoj nástrojů pro zpracování, kontrolu a verifikaci operativních dat, doplňkové systémy sledování kvality ovzduší a metody hodnocení kvality ovzduší včetně DPZ, prostorové interpretace dat a snižování nejistot modelování. Součástí bude hodnocení zdravotních dopadů znečištění, analýza faktorů překračování imisních limitů a vývoj metod identifikace „hot-spotů“ v rámci zón. Dále bude rozvíjena a aktualizována státní síť imisního monitoringu tak, aby odpovídala požadavkům směrnice a byla zlepšena komunikace informací veřejnosti včetně indexu kvality ovzduší. Výstupy budou přímo využitelné pro PZKO a strategické dokumenty (plány postupu/plány kvality ovzduší, NPOZO) i pro zpětný přezkum účinnosti regulace zákona 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší.

G) Materiálové toky, cirkulární ekonomika a odpady

Budoucí adekvátní dostupnost surovin a materiálů s ohledem na řadu nových aspektů se stává zásadní výzvou pro evropský i český průmysl. Prioritou projektu je tedy výzkum v dosud neřešených oblastech, jakými jsou materiálové toky surovin, nové druhy kontaminantů, předcházení vzniku odpadů, inovace a technologická řešení pro maximální efektivitu a účinnost třídění, recyklace a jiné využití odpadů či vedlejších produktů. Důležitou součástí je rozvoj nových monitorovacích nástrojů sledování přechodu k oběhovému hospodářství, ale také důkladné vyhodnocování environmentálních, sociálně-ekonomických a společenských procesů. Celkovým cílem výzkumu je tak přispět k vytvoření udržitelného modelu fungování oběhového hospodářství ČR v souladu se schválenými strategickými dokumenty pro oblast cirkulární ekonomiky a odpadového hospodářství.

Hlavní výzkumné oblasti:

1. Suroviny a materiály

Výzkum musí být zaměřen na oblast stavebních a demoličních odpadů a materiálů, a to včetně analýzy různých druhů stavebních a demoličních odpadů (SDO), návrhu postupů pro jejich předcházení, recyklaci, bezpečné využití, identifikaci a hodnocení kontaminantů. Součástí bude rovněž charakterizace a nastavení parametrů a legislativního rámce pro využití recyklátů ze SDO.

Dále bude řešena problematika výskytu azbestu v rámci SDO, včetně zmapování a kvantifikace azbestové zátěže v ČR. Výzkum se bude rovněž zabývat substráty z odpadů – (biologicky rozložitelné odpady, kaly z ČOV, fugáty, digestáty, sedimenty, popílky, minerální odpady a materiály apod.). Řešeno bude hodnocení kontaminantů a environmentálních rizik u různých druhů substrátů z odpadů a návrhy technologických a legislativních rámců pro jejich bezpečné využití. Výzkum zahrne také oblast kritických a strategických surovin, a to včetně vývoje metodických postupů a technologických řešení získávání kritických a strategických surovin z odpadů a analýzu jejich materiálových toků s cílem podpořit jejich cirkulární využití.

2. Nové a rizikové druhy odpadů a kontaminantů

Výzkum musí být zaměřen na analýzu složení a environmentálních dopadů průmyslových odpadů. Dále bude probíhat výzkum a vývoj technologických a cirkulárních postupů pro jejich zpracování, dekontaminaci a bezpečné využití, včetně posouzení ekonomické proveditelnosti a rizik. Dále bude řešena oblast kapalných nebezpečných odpadů, a to včetně analýzy stávajících technologií, predikce vývoje a budoucích požadavků. Rovněž bude probíhat výzkum a vývoj metod pro prevenci a odstraňování nebezpečných vlastností kapalných odpadů. V rámci výzkumu bude řešena i problematika odpadů z energetiky. Součástí bude analýza vlastností, charakterizace a použitelnost odpadů z energetiky, dále posouzení environmentálních dopadů a návrh postupů jejich recyklace/materiálového využití a modely logistických řetězců a tržního uplatnění. Provedena bude rovněž analýza dat o obsahu látek v popelu ze spalování dřevní štěpky, včetně posouzení environmentálních dopadů a návrhů nakládání. Výzkum také pokryje oblast nových druhů odpadů/kontaminantů - (PFAS, POPs, další organické znečišťující látky, mikropolutanty mikro-/nanoplasty, kompozitní materiály apod.), a to včetně charakterizace, monitoringu a vývoje analytických metod a analýzy jejich toků v odpadovém a oběhovém hospodářství.

3. Technologie a technologická řešení třídění a recyklace odpadů

Výzkum musí být zaměřen na systémová a technologická řešení sběru, třídění a dotřídňování odpadů, včetně analýzy a optimalizace obecních systémů a vývoje inovativních technických a ekonomických postupů zvyšujících účinnost třídění, dotřídňování a recyklace odpadů. Součástí bude výzkum nových technologií pro využití odpadů, identifikace bariér recyklace dosud materiálově nevyužívaných odpadů a posouzení potenciálu AI, robotiky a BAT při zavádění moderních recyklačních řešení. Dále bude řešen výzkum technologických inovací zlepšujících provoz skládek odpadů, charakterizace uložených odpadů včetně optimalizace procesu ukládání, monitoring dopadů skládek na okolí a postupy následné péče po ukončení provozu.

4. Spotřebitelské chování a spotřeba

Výzkum musí být zaměřen na rozvoj ekodesignu výrobků a služeb s cílem snižovat jejich environmentální dopady a posilovat informovanost spotřebitelů o kvalitě a udržitelnosti. Součástí

bude také výzkum opatření pro omezení vzniku odpadů prostřednictvím ekodesignu. Zároveň proběhne analýza a optimalizace systémů rozšířené odpovědnosti výrobců (EPR) a rovněž bude řešeno technicko-environmentální hodnocení procesů zpracování vybraných výrobních skupin výrobků pomocí LCA, včetně posouzení recyklovatelnosti materiálů.

5. Prevence a opětovné použití

Výzkum musí být zaměřen na hodnocení účinnosti opatření k předcházení vzniku odpadů, včetně potravinového odpadu, a na identifikaci optimalizačních možností v jednotlivých sektorech hospodářství. Dále bude probíhat výzkum specifických nástrojů a příležitostí pro opětovné použití věcí a materiálů, a to včetně rozvoje přístupů pro kvantifikaci dopadů prevence a analyzování potenciálu opětovného použití věcí a materiálů v sektorech stavebnictví, nábytku, bazarového a internetového prodeje apod. Zároveň proběhne analýza fungování, bariér a podpory systémů opravitelnosti výrobků se zaměřením na elektrospotřebiče a logistiku. Součástí bude také posouzení nových business modelů přispívajících ke snižování produkce odpadů.

6. Monitoring odpadového hospodářství

Výzkum musí být zaměřen na zlepšení kvality a využitelnosti dat o odpadech prostřednictvím jejich analýzy, trasování a identifikace chyb v ohlašování. Součástí bude vývoj metod pro zpřesnění sledování měrné produkce odpadů, tvorba výpočtových nástrojů pro analýzy odpadových toků. Součástí výzkumu bude rovněž modelování vývoje a prognózy trendů v odpadovém a oběhovém hospodářství.

7. Cirkulární ekonomika a společnost

Výzkum musí být zaměřen na rozvoj edukačních, ekonomických a socio-ekonomických nástrojů podporujících cirkulární a odpadové hospodářství. Součástí bude příprava návrhů pro začlenění témat oběhového hospodářství do vzdělávacích materiálů a veřejných kampaní, analýza a návrh účinných ekonomických a motivačních nástrojů pro změnu chování obyvatel, včetně hodnocení bariér a příležitostí pro jejich zavádění. Součástí bude rovněž výzkum cirkulárních obchodních a společenských modelů, a to včetně analýzy potenciálu pro efektivní využití zdrojů a snižování nákladů a bariér pro jejich zavádění. Projekt dále provede socio-ekonomické hodnocení dopadu politik a regulací v oblasti odpadů a oběhového hospodářství, včetně analýz potřebných pro přezkum účinnosti platné legislativy odpadového hospodářství (z. 243/2022 Sb. (SUP), 477/2001 Sb. o obalech, 541/2020 Sb. o odpadech, 542/2020 Sb. (VUŽ).

H) Průmyslová ekologie a odolnost a připravenost řešit havárie a katastrofy

Resort životního prostředí je nositelem největšího know how v oblasti nových průmyslových technologií a jejich dopadů na stav životního prostředí. Jedná se především o databáze IPPC, IRZ a EIA. Ve svém úhrnu a provázanosti mají potenciál být základnou k tvorbě scénářů dalšího vývoje

a využívání „zelených technologií“ v širším smyslu (tj. nejen koncová zařízení, ale technologie tvořené s ohledem na ekodesign, parametry energetické a materiálové náročnosti, bezpečnosti zdrojů, užití kritických surovin atd.).

Hlavní výzkumné oblasti:

1. Standardní operační postupy a sanační metodiky (revize a konsolidace)

Výzkum musí být zaměřen na vyhodnocení aktuálních vědeckých poznatků pro vytvoření standardních operačních postupů (SOP) zavádění existujících technologií do praxe. Součástí bude ověření a revize stávajících metodických pokynů a příruček pro průzkum a sanaci kontaminovaných míst s ohledem na nové legislativní požadavky a poznatky z toxikologie, geologie, ekologie a matematického modelování.

2. Metody a technologie doplňující sanační technologie

Výzkum musí být zaměřen na vývoj a ověření metod pro nakládání s obtížně odstranitelnými odpady ze sanací, včetně fyzikálních, chemických a biologických postupů, a na řešení nízkého zbytkového znečištění. Součástí bude vývoj nových sanačních metod pro lokality kontaminované „novými kontaminanty“ a ověření jejich využitelnosti v českých podmínkách (legislativa, náklady, technologické zdroje). Projekt rovněž zahrnuje řešení odpadů z mimořádných událostí a krizových situací, včetně návrhu procesních a technologických postupů a analýzy kapacit bezpečných lokalit.

3. Pokročilé modelování

Výzkum musí být zaměřen na vývoj a aplikaci metod pokročilého matematického modelování v hydrogeologii a kontaminovaných lokalitách. Součástí bude tvorba metodických pokynů a příruček pro státní správu zaměřených na modelování kontaminačních procesů a synergických efektů kontaminovaných míst.

4. Evidence kontaminace

Výzkum musí být zaměřen na posouzení pozadové kontaminace matic ČR, bilanční výpočty odstraněných kontaminantů a zbytkové kontaminace a identifikaci kontaminujících aktivit pro vybrané látky. Součástí bude reinventarizace kontaminovaných míst s využitím AI a návrh nové verze databáze SEKM4, zahrnující prostorová data, automatizaci rozhodovacích procesů a široké využití v ochraně životního prostředí, územním plánování a průmyslu.

5. Ekonomika, zdroje a management

Výzkum musí být zaměřen na revizi přístupu státní správy k lokalitám kontaminovaným v souvislosti s činností bývalé SA a na návrh systémů financování a managementu sanací, včetně lokalit mimo režim ES, s neznámým nebo zaniklým původcem kontaminace. Součástí bude prověření optimalizace financování a řízení sanací s důrazem na odbornou kontrolu kvality, návrh

metodik a možné legislativní opatření. Dále budou řešeny právní aspekty managementu kontaminovaných míst.

6. Komunikace na místní i mezinárodní úrovni

Výzkum musí být zaměřen na zefektivnění řešení kontaminovaných míst (KM) prostřednictvím mapy komunikace státní správy a návrhu aktualizace legislativy. Součástí bude tvorba manuálu komunikace s veřejností, vlastníky a investory, vytvoření databáze používaných metod a technologií se zhodnocením rizik, efektivity a nákladovosti, a výzkum sanačních metod využitelných při živelních pohromách či válečných konfliktech.

7. Chemické látky – „nové“ a potenciální kontaminace, rizika a havárie

Výzkum musí být zaměřen na efektivizaci státní správy v prevenci a kontrole průmyslových havárií, včetně vyšetřování chemických havárií a adaptace prevence při NATECH událostech. Součástí bude vývoj integrovaného systému pro analýzu, predikci a prevenci havárií propojující databázové, analytické a GIS technologie, stanovení limitů a hodnocení rizik pro územní plánování, monitorování nových polutantů (PFAS, mikroplasty), zlepšení prokazování bezpečnosti zařízení a moderní kontrolní metody. Dále výzkum zahrnuje národní monitoring rtuti, hodnocení rizik nelegálního nakládání s nebezpečnými látkami, zlepšení ohlášení znečišťujících látek a vizualizaci dat (IRZ, E-PRTR, IEPR), sledování toků surovin a výrobků v provozovnách IPPC a elektronizaci BAT pro jednotlivé sektory.

8. Předcházející (strategická) úroveň plánování a následné povolovací procesy

Výzkum musí být zaměřen na digitalizaci a optimalizaci povolovacích procesů v oblasti posuzování vlivů na životní prostředí (EIA, SEA), včetně vytvoření nového informačního systému s využitím umělé inteligence. Součástí bude rozbor integrovaných povolení, vydaných výkladů a národní i evropské legislativy, vyhodnocení účinnosti preventivních nástrojů a regulace, analýza provázanosti SEA, EIA a povolovacích řízení, návrh legislativních úprav, metodik a využití moderních technologií pro podporu rozhodování.

I) Výzkum dopadů politik životního prostředí v ČR

Mezioborový přístup, který kombinuje metody hodnocení dopadů a přínosů politik, regulace, ekonomie a výzkumu postojů a chování, je zásadní pro přípravu legislativy a strategií ze strany Ministerstva životního prostředí. Cílem výzkumu je poskytnout analýzy celospolečenských sociálních a hospodářských dopadů a přínosů komplexů politik a klíčové regulace v oblasti ochrany životního prostředí a klimatu se zahrnutím všech klíčových složek. Výzkum poskytne celkový pohled na průřezová témata a přispěje k tvorbě strategií resortu a k informovanému návrhu pozic ČR k iniciativám EU. Klíčovou součástí výzkumu je posílení datové základny pro interpretaci zjištěných poznatků a formulaci doporučení pro ochranu klimatu a životního

prostředí se zohledněním specifík České republiky (osídlení, role průmyslu v ekonomice, nakládání s hmotami a energií). Výzkum musí být zaměřen také na ekonomické nástroje včetně využití hodnocení ekosystémových služeb v rozhodovacích procesech. Výzkum se bude zabývat také způsoby komunikace a informovaností veřejnosti ohledně hospodářských a společenských dopadů a přínosů politik ochrany přírody a klimatu.

Hlavní výzkumné oblasti:

1. Modelace hospodářských a sociálních dopadů politik a regulace

Výzkum musí být zaměřen na rozvoj integrovaných modelovacích nástrojů pro ex-ante hodnocení dopadů politik a regulace na úrovni ČR a případně EU. Základem bude centrální makroekonomický model doplněný sektorovými moduly (energetika, průmysl, budovy, doprava včetně módů, odpady, zemědělství a klíčová infrastruktura), umožňujícími simulace scénářů společenského a hospodářského vývoje. Nástroje budou sloužit k posuzování dopadů politik na klíčové oblasti ochrany životního prostředí a klimatu (biodiverzita a ekosystémy včetně půdy a adaptační kapacity, voda, oběhové hospodářství, ovzduší a klima) se zohledněním fiskálních vazeb (daně, poplatky, veřejné rozpočty), behaviorálních reakcí, dostupnosti zdrojů, projekcí změny klimatu a úbytku biodiverzity. Součástí výzkumu budou komplexní studie dopadů a návrhy optimalizace politik včetně spravedlivé transformace, opřené o modelování. Studie budou zahrnovat zejména dopady na zdraví a jejich kvantifikaci, náklady nečinnosti, investiční mezeru a náklady opatření, sociální dopady na domácnosti, dopady znečištění a úbytku biodiverzity na hospodářské sektory a dopady na veřejné rozpočty včetně rozpočtů obcí.

2. Hodnocení ekosystémových služeb

Výzkum musí být zaměřen na ekonomické ocenění vybraných klíčových ekosystémových služeb a na návrh jejich systematického využití v rozhodovacích procesech veřejné správy. Budou vytvořeny metodiky pro aplikaci konceptu ekosystémových služeb při přípravě strategií a regulace a při hodnocení jejich dopadů. Navržené postupy budou pilotně ověřeny na konkrétních případových studiích a převedeny do doporučení pro praxi.

3. Rozvoj datové a metodické základny pro strategie a regulaci

Výzkum musí být zaměřen na posílení datové základny pro hodnocení politik ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje. Bude provedena analýza dostupnosti dat, identifikace a prioritizace datových mezer a návrh opatření k jejich odstranění. Na základě inventarizace indikátorů budou zpracovány a oponentně ověřeny metodické listy (včetně headline indexů) s využitím dat veřejné správy, otevřených dat a dalších zdrojů; zároveň bude posouzena relevance indikátorů pro potřeby politik i veřejnosti. Součástí bude modernizace a elektronizace periodicky publikovaných výstupů (včetně revize kvality a relevance) a rozvoj indikátorových sad pro ČR 2030, SDGs a kvalitu života v návaznosti na aktualizace OSN a strategického rámce ČR

2030. Výzkum dále připraví doporučení pro efektivní prezentaci dat (Envirometr, sdg-data.cz), rozvoj vizualizací s ohledem na UX a přístupnost a návrh nástrojů pro sdílenou tvorbu a schvalování výstupů. Prověřeny budou také možnosti využití Copernicu a alternativních dat pro monitoring krajiny a měst.

Navazující část poskytne metodiky a podklady pro hodnocení dopadů regulace (RIA): databázi mezních nákladů na zamezení znečištění, metodiku oceňování dopadů na zdraví (nepř. skrze statistickou hodnotu života), metodiku diskontování se sociálními sazbami a metodiku analýzy přínosů a nákladů se zaměřením na kvantifikaci přínosů ochrany životního prostředí a klimatu.

4. Zelené rozpočtování

Výzkum musí být zaměřen na propojení dat o složkách životního prostředí s finančními toky na úrovni centrálních orgánů, fondů a samospráv (kraje, obce) a na analýzu stávajících systémů financování ochrany životního prostředí a klimatu, včetně biodiverzity, vody, oběhového hospodářství, ovzduší a klimatu. Součástí bude návrh inovativních systémů financování biodiverzity a ochrany přírody a krajiny s využitím soukromých zdrojů a rešerší zahraniční praxe, monitoring škodlivých dotací a komplexní vyhodnocení zásady „znečišťovatel platí“. Projekt rovněž poskytne podklady pro zpětný přezkum účinnosti regulace podle zákona č. 167/2008 Sb. o předcházení ekologické újmy a o její nápravě.

5. Udržitelný rozvoj ekonomiky a společnosti

Výzkum musí být zaměřen na digitální a environmentální tranzici, včetně sledování a vyhodnocení energetické spotřeby digitální infrastruktury a tvorby metodik pro udržitelné zavádění nových digitálních technologií. Součástí bude analýza dopadů dvojí tranzice na trh práce, vývoj „green jobs“ a vliv AI a automatizace, stejně jako metodika trasování nepřímých dopadů spotřeby a výroby ČR na zahraničí (spill-over effects). Projekt rovněž zahrnuje ex-post vyhodnocení politiky udržitelného rozvoje ČR 2030 a Agendy 2030.

6. Postoje veřejnosti a behaviorální výzkum

Výzkum musí být zaměřen na komplexní šetření postojů veřejnosti k politikám životního prostředí a udržitelného rozvoje, včetně dílčích a behaviorálních studií k aktuálním tématům. Součástí bude vyhodnocení využívání informací o životním prostředí a klimatu veřejností, přezkum účinnosti zákona č. 123/1998 Sb. o právu na informace o životním prostředí a návrh zlepšení jejich využití médii, veřejností a odbornou sférou. Projekt rovněž podpoří participaci veřejnosti na tvorbě politik prostřednictvím občanských panelů k aktuálním otázkám životního prostředí a klimatu.

J) Výzkum možnosti dekarbonizace ekonomiky a rozvoje čistého průmyslu v ČR

Česká republika musí do poloviny století zajistit hlubokou dekarbonizaci ekonomiky technologicky proveditelným, ekonomicky udržitelným a sociálně přijatelným způsobem. K tomu je nutné vytvořit vědecky podložený, systémově provázaný rámec transformace, zahrnující scénáře, modely a doporučení pro realizaci klimatických cílů do roku 2050. Transformace musí vycházet z technické zralosti technologií, ekonomické smyslnosti, zachování konkurenceschopnosti a resilience ČR i EU, a zohledňovat principy decentralizace a lokalizace. Je nutné jasně vymezit cílový rámec pro období do roku 2040 a následně do roku 2050.

Hlavním výstupem bude technicko-ekonomický návrh dekarbonizace ČR v horizontech 2030–2040 a 2040–2050, propojující klíčové sektory – průmysl (včetně obtížně dekarbonizovatelných odvětví a nových průmyslů s ohledem na energetické a materiálové nároky IT), energetiku, dopravu a budovy – v souladu s emisními cíli a evropskými strategiemi. Technologické scénáře budou vycházet z reálných dekarbonizačních plánů emisně náročných podniků a zohlední dostupnost vstupů (např. šrot, vodík). Součástí bude i identifikace nástrojů pro náhradu fosilních paliv v bioekonomice.

Navazující část výzkumu musí být zaměřena na plánování infrastruktury pro CO₂, vodík, elektřinu a distribuci tepla a chladu. Klíčovým výstupem bude soubor doporučení pro nastavení veřejných politik – daňových, dotačních, legislativních, investičních i správních – vycházející z provedených analýz.

Výzkum musí být synergický s ostatními tematickými oblastmi. Využije jejich data (např. geologická, klimatická, vodohospodářská, půdní, biodiverzitní, socioekonomická) a promění je v rozhodovací nástroje pro plánování investic, nastavování politik a hodnocení jejich efektivity. Tím propojí technologický, ekonomický, regionální a správní rozměr transformace. Nezbytné bude shromáždit relevantní otevřená data využitelná pro výzkum i tvorbu státních a podnikových strategií. Konsorcium bude aktivně spolupracovat s dalšími výzkumnými týmy doma i v zahraničí.

Cílem je vytvořit respektovaný a prakticky využitelný plán hluboké a spravedlivé dekarbonizace ČR jako příležitosti pro modernizaci ekonomiky a posílení její odolnosti. Klíčovým přínosem bude návrh návazné dekarbonizační politiky státu založené na relevantních datech, s mechanismem průběžné evaluace schopným reagovat na dynamický vývoj. V rámci všech výzkumných oblastí se očekávají výsledky typů Jimp a W, doplněné o vybrané specifické výstupy.

Hlavní výzkumné oblasti:**1. Scénář hluboké dekarbonizace ekonomiky 2030-40 a 2040-50**

Přehled aktuálního stavu, přehled technických, ekonomických a jiných omezení pro cesty dekarbonizace v jednotlivých oblastech a technicko-ekonomická analýza možností dekarbonizace v těchto oblastech. Výstupy budou zohledňovat možné synergie či konkurence technologií

(elektřina, CCUS, vodík) a také specifické možnosti a limitace Česka v kontextu EU a světa. Součástí výzkumu bude posouzení vlivu na konkurenceschopnost ČR a další strategické dopady. Na analýzu bude navazovat návrh na úpravy politik (viz bod 7), tedy zejména posouzení efektivity možné veřejné podpory, efektivity tržních nástrojů a podobně. Je nutný přístup bottom-up, na základě skutečných možností potřeb a cílů ekonomických aktérů. Zároveň je třeba integrovat všechny strategické materiály, které jsou a budou vydány ČR, i EU.

2. Dekarbonizace hard-to-abate sektorů 2030-40 a 2040+

Cílem výzkumu je vypracování detailních scénářů dekarbonizace klíčových průmyslových odvětví s vysokou emisní intenzitou – zejména cementářství, hutnictví, chemického průmyslu a dalších relevantních sektorů. Výzkum se musí zaměřit na komplexní hodnocení dostupných a rozvíjejících se technologií při zohlednění principu energetické účinnosti především (analýza skutečné potřeby), možnosti elektrifikace procesů, využití vodíku a využívání dalších plyných alternativ, zachytávání a ukládání uhlíku (CCS/CCU). Součástí bude také analýza potřeb podniků, materiálové náročnosti, konkurence technologií a zdrojů a kaskádového přenosu uhlíkové stopy ve výrobních řetězcích.

3. Dekarbonizace prostřednictvím elektrifikace

Cílem výzkumu je syntéza klíčových a strategických predikcí a dokumentů zabývajících se vývojem poptávky po elektřině v důsledku dekarbonizace a strukturálních změn v jednotlivých sektorech, s důrazem na sektor průmyslu, teplárenství, dopravy a domácností. Syntéza je postavená na konceptu přímé elektrifikace a dekarbonizace konečné spotřeby energie v jednotlivých sektorech s identifikací možných omezení a úzkých hrdel. Výsledkem bude definice základních scénářů dekarbonizace a přímé elektrifikace konečné spotřeby včetně okrajových podmínek, reflektující exogenní a endogenní parametry. Jedním z cílů modelování je prioritizace sektorů pro budoucí investice a jejich vzájemné časové a věčné propojení/návaznosti. Dalším výstupem modelování je odhad, v jednotlivých scénářích, investiční mezery jako využitelného indikátoru připravenosti jednotlivých sektorů pro dekarbonizaci. Vliv změny klimatu bude zahrnut z pohledu vynucené změny konečné spotřeby elektřiny, která následně vyvolává nutnost změny v rámci výrobního mixu a požadovaných výrobních diagramů.

4. Dekarbonizace prostřednictvím vodíku

Cílem je získání aktuálního pohledu na realizovatelnost státních strategií v oblasti vodíku a skutečné využití vodíku v letech 2030-2050. Zároveň foresight interakce vodíkové a plynové soustavy s cílem nalézt optimální využití existující infrastruktury v transformující se ekonomice po útlumu plynu. Výzkum řeší pro několik různých scénářů (cenových pásem) vodíku a zohledňuje tak jeho využití podle jeho konkurenceschopnosti s jinými technologiemi, přičemž bude vycházet z ekonomické reality a predikce cenového vývoje.

5. CCUS a infrastruktura

Cílem výzkumu je vytvoření národního Atlasu CO₂. Predikce potřeb české ekonomiky ohledně infrastruktury (úložiště a infrastruktura) a administrativních bariér včetně návrhů pobídek pro CCS/CCUS, sladění s evropskými iniciativami a plánování napojení velkých emitentů.

6. Bioekonomika jako cesta k hluboké dekarbonizaci

Cílem výzkumu je analýza a hodnocení potenciálu biomasy, bioodpadu a zbytkových materiálů pro substituci fosilních surovin. Primárním hlediskem je „přímé“ snižování emisí, tedy nahrazení stávajících „fosilních“ materiálů a energie, nikoliv např. negativní snižování emisí pomocí sekvestrace uhlíku a ukládání uhlíků pod zem či mapování absorpce CO₂ půdou.

7. Nastavení veřejné politiky hluboké dekarbonizace

Klíčová část. Návrh úprav politik na základě analytických výstupů i z jiných výzkumných témat. Posouzení dosavadního vynakládání veřejných prostředků v oblasti dekarbonizace a návrh optimálních řešení pro *futuro*. Zároveň i používání dalších nástrojů státu, zejména návrh potřebných legislativních úprav, změna daňové struktury apod. Bude se využívat tzv. *policy mix*, přičemž by se mělo jednat o data based přístup a vytvořené strategické dokumenty a politiky by měly být schopny evaluací, iterací a flexibility, aby bylo možné reagovat na dynamicky se měnící prostředí. Součástí bude i identifikace pákových bodů a návrh řízení transformace ze strany státu. Jedním ze zásadních přínosů by mělo být nastavení efektivní governance, návrh vhodné architektury veřejných institucí.