Študijný program krajinné inžinierstvo – 2023/2024

Dlhodobý vplyv aplikácie biouhlia na emisie oxidu dusného (N_2O) z poľnohospodársky využívanej pôdy

Školiteľ: doc. Ing. Ján Horák, PhD.
Pracovisko: Ústav krajinného inžinierstva
Študijný odbor: Poľnohospodárstvo a krajinárstvo
Študijný program: Krajinné inžinierstvo
Forma: denná/ externá

Tézy: Mitigačné opatrenia, ktorých cieľom je znížiť emisie skleníkových plynov, sa stávajú čoraz dôležitejšie, najmä vo vzťahu ku globálnej politike v oblasti zmeny klímy ako aj legislativy EÚ zahŕňajúc strategické aktivity Slovenskej republiky, ktorými sa SR aktívne podieľa na plnení záväzkov v oblasti zmeny klímy. Ambície týchto legislatívnych nástrojov a dosiahnutie trvalo udržateľnej intenzifikácie poľnohospodárstva bude možné len v prípade, ak budeme detailne poznať príčiny a procesy, ktoré sú zodpovedné za produkciu N_2O z pôdy, pretože to umožní implementáciu navrhnutých mitigačných opatrení do praxe.

Biouhlie je produkt tepelnej degradácie biomasy bohatý na uhlík. Tzv. „Terra Preta“ koncept je zodpovedný za nedávne zvýšenie záujmu o výskum biouhlia, ktorý je podnietený hlavnými globálnymi problémami: klimatickou zmenou a potrebou rozvoja udržateľných poľnohospodárskych systémov. Bolo publikovaných niekoľko pozitívnych dopadov biouhlia aplikovaného do pôdy na zmiernenie klimatickej zmeny (Lehmann, 2007) prostredníctvom ukladania zásob uhlíka v pôde a znižovania emisií skleníkových plynov z pôdy, zlepšovania kvality pôdy a produkcie plodín. Cieľom dizertačnej práce je hodnotenie dlhodobého vplyvu aplikácie biouhlia do pôdy na emisie oxidu dusného (N_2O).

Zdôvodnenie: Biouhlie pridané do ornej pôdy vykonáva určitú kontrolu nad dynamikou dusíka (N) v pôde a má potenciál znížiť emisie N_2O z pôdy. Avšak dôkazy nie sú úplne presvedčivé, keďže niektoré štúdie ukazujú opak, respektíve žiadny vplyv pridaného biouhlia na toky N_2O z pôdy do atmosféry. Doteraz sa v reálnych poľných podmienkach uskutočnilo len niekoľko viacročných poľných experimentov skúmajúcich vplyv biouhlia na emisie N_2O. Je preto dôležité porozumieť, ako biouhlie funguje v poľných podmienkach, rovnako aj či je tento efekt dlhodobý, resp. sa po určitom čase vytráca a je nutná ďalšia aplikácia biouhlia. Všetky potenciálne mitigačné opatrenia na zníženie N_2O z pôdy si vyžadujú dôkladné zváženie, pokiaľ ide o ich schopnosť znížiť emisie N_2O z pôdy a zároveň zvážiť všetky finančné, environmentálne dôsledky, ktoré môžu súvisieť s ich zapracovaním do pôdy. Pre účely dlhodobého výskumu vplyvu biouhlia na emisie N_2O, pôdne vlastnosti a úrody poľných plodín bol založený poľný experiment od roku 2014, ktorý trvá dodnes.

Finančné krytie: VEGA 1/0116/21: Biouhlie ako nástroj trvalo udržateľného poľnohospodárstva a APVV-21-0089: Biouhlie ako pôdne aditívum pre trvaloudržateľné poľnohospodárstvo v podmienkach klimatickej zmeny.

Vplyv klimatickej zmeny na zmenu vegetačných pásiem a plošných výmer poľnohospodársky využívanej pôdy na Slovensku

Školiteľ: doc. Ing. Čimo, PhD.
Pracovisko: Ústav krajinného inžinierstva
Študijný odbor: Poľnohospodárstvo a krajinárstvo
Študijný program: Krajinné inžinierstvo
Forma: denná/ externá

Tézy: Problematika klimatických zmien predstavuje v súčasnosti jednu z často diskutovaných otázok. Snaha celej spoločnosti o prispôsobenie sa týmto zmenám ako aj úsilie o zmierňovanie prebiehajúcich zmien klímy preto nadobúda na intenzite. Riešenie problémov dopadov klimatickej zmeny prešlo v poslednom desaťročí z roviny vedeckej do roviny sociálnej a politickej a tiež do roviny praktických aplikácií. V tejto situácii je potrebná koordinácia zdrojov a aktivít, najmä na národnej úrovni.
Poľnohospodárstvo je výraznou mierou ovplyvňované vonkajšími faktormi prostredia najmä pôdnoklimatickými podmienkami. Spôsob využitia pôdy závisí nielen od miestnych prírodných podmienok, ale ovplyvňujú ho viaceré faktory. Výmera využívanej poľnohospodárskej pôdy sa dlhodobo znižuje.
Poľnohospodárstvo veľmi citlivo reaguje na variabilitu klímy a extrémy počasia, akými sú suchá, silné búrky a záplavy. Ľudská činnosť už ovplyvnila chemické a fyzikálne atmosférické vlastnosti, akými sú teplota, zrážky, koncentrácia oxidu uhličitého (CO_2) a prízemného ozónu a očakáva sa, že táto tendencia bude ďalej pokračovať. Rastlinná výroba môže mať úžitok z teplejšej klímy, ale zvýšenie výskytu sucha, záplav a horúčav bude predstavovať výzvu pre pestovateľov. Globálne klimatické zmeny môžu spôsobiť, že sa niektoré regióny stanú nevhodné pre pestovanie plodín. Cieľom dizertačnej práce je zhodnotiť a vytvoriť aktuálne mapové výstupy vegetačných pásiem a plošných výmer poľnohospodársky využívanej pôdy.

Zdôvodnenie: Predpokladané globálne klimatické zmeny sa v podmienkach Slovenska budú premietať hlavne do zmeny teplotnej a vlahovej zabezpečenosti rastlinnej výroby, zmeny fenologických pomerov, zmeny fyzikálnych a chemických vlastností pôd, zmeny podmienok prezimovania a zmeny vo výskyte chorôb, škodcov a burín.
Doteraz sa realizovali výskumné práce ktoré riešili zmeny teplotných pomerov na poľnohospodársky využívanej pôde, kde sa jasne preukázalo vplyvom nárast priemernej teploty vzduchu predlžovanie vegetačné obdobie na celom území Slovenska. Táto zmena nepriaznivo ovplyvňuje úrody v oblastiach, kde už letné horúčavy limitujú produkciu, zvyšujú intenzitu výparu z pôdy a zvyšujú možnosť výskytu silného sucha. Doteraz sa reálne nespracovali zmeny plošných výmer v súvislosti so zmenou klímy na Slovensku. Pre účely dlhodobého výskumu je preto nutné spracovať a jasne zadefinovať zmeny plošných výmer poľnohospodársky využívanej pôdy.

Finančné krytie: Podaný projekt KEGA Agrometeorologické on-line laboratórium, Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood, Téma 6: Agroklimatická rajonizácia ako modelové riešenie dôsledkov klimatickej zmeny v komplexe ekosystémových služieb.

Zadržiavanie vody a recyklácia živín v melioračných kanáloch na adaptáciu a zmiernenie zmeny klímy

Školiteľ: prof. Ing. Ľuboš Jurík, PhD.
Pracovisko: Ústav krajinného inžinierstva
Študijný odbor: Poľnohospodárstvo a krajinárstvo
Študijný program: Krajinné inžinierstvo
Forma: denná/ externá

Tézy: Melioračné kanály na Slovensku a v okolitých krajinách boli budované predovšetkým v období rokov 1955 až 1990. Boli navrhnuté ako prívod vody zo zdrojov ku závlahovým čerpacím staniciam alebo naopak pre odvedenie prebytočnej vody z odvodňovacích sústav. Ich poslanie na dosiahnutie udržateľnej intenzifikácie poľnohospodárstva sa postupom času zmenili z dvoch dôvodov. Zmenil sa spôsob poľnohospodárskej rastlinnej i živočíšnej produkcie a tiež sa vplyvom prírodných a antropogénnych procesov a zmenila aj samotná krajina aj klíma na našom území. Pred nedávnom bol vytvorený strategický dokument o vytvorení adaptačných a mitigačných opatrení na zmiernenie extrémnych vplyvov klímy na krajinu.. Jedným z opatrení je vytvorenie nových zásob v krajine.
Dĺžka odvodňovacích a závlahových kanálov na Slovensku je 6883 km. Ich retenčná kapacita je využívaná veľmi obmedzene a väčšina drenážnych otvorených kanálov je počas celého roku prevažne suchá. Nová stratégia poľnohospodárstva do roku 2030 sa zameriava práve na uvedené kanály a zadržaním vody v nich by sa dala vytvoriť významná zásoba vody v krajine. Rast a rozvoj miest ale predovšetkým obcí vytvára tlak na okolité plochy a rozrastajú sa takmer nevhodne pre plošné rozmiestnenie hydromelioračných stavieb. Nové ulice sa približujú ku melioračným kanálom a tak sú často legálne alebo aj neoficiálne recipientom pre dažďové vody z území intravilánov.
Zdôvodnenie: Súčasný stav závlahových a drenážnych kanálov je vzhľadom na minimálny výkon údržby v posledných dvoch desaťročiach nevyhovujúci a vo viacerých prípadoch až havarijný. Preto sa často stáva, že sú predmetom sťažností obyvateľov obcí a sú požiadavky na urýchlené vyčistenie jednotlivých kanálov. Hlavným dôvodom minimálnej údržby je nedostatok finančných prostriedkov v predchádzajúcich desaťročiach, ktoré sa nakoniec dostali do stavu nevyhnutného riešenia. Najväčší význam majú melioračné kanály v oblastiach Podunajskej nížiny a a Východoslovenskej nížiny.
V okolitých krajinách sú vypracované štúdie hodnotiace stav, význam a potrebu hydromelioračných zariadení pre udržateľnosť poľnohospodárskej produkcie. Nový vývoj cien komodít rastlinnej výroby sa môže zásadným spôsobom prejaviť na ekonomike a prínosoch využívania hydromeliorácií. Nové požiadavky na biodiverzitu krajiny dávajú nový význam vegetácie melioračných stavieb. Musíme začínať tam kde kedysi. Meliorácie boli požadované a podporované producentami rastlinnej výroby.
Cieľom doktoranskej dizertačnej práce bude zhodnotiť nové ekologické, produkčné a sociálne funkcie vybudovaných kanálov v hlavných oblastiach a navrhnúť metodiku na vyjadrenie ich významu aj v oblasti riešenia problematiky extrémnych klimatických udalostí ako sucho a povodne a zmenené hydrologické podmienky poľnohospodársky využívanej krajiny a tiež ich ovplyvnenie neustále sa rozvíjajúcimi obcami a ich infraštruktúrou.

Finančné krytie: Projekt financovaný z Nórskych grantov: Zlepšenie stavu mokrade NPR Klátovské rameno na území SKUEV0075 a pripravované projekty APVV a VEGA z roku 2024.

Vplyv mikroplastov na hydrofyzikálne charakteristiky ťažkých pôd Východoslovenskej nížiny.

Školiteľ:	Ing. Branislav Kandra, PhD.
Pracovisko:	Ústav hydrológie SAV, v. v. i. (detašované pracovisko v Michalovciach)
Študijný odbor:	Poľnohospodárstvo a krajinárstvo
Študijný program:	Krajinné inžinierstvo, FZKI SPU Nitra
Forma štúdia:	denná

Tézy:
V súčasnosti sa na svete ročne vyprodukuje viac ako 350 miliónov ton plastov. Z tohto objemu sa len malá časť recykluje a zvyšok ostáva v prírodnom prostredí vrátane pôdy. Ide o rôzne druhy polymérov, ktorých rozpadom vznikajú častice rôznej veľkosti a tvarov. V prípade mikroplastov ide o čiastočky veľkosti rádovo v mikrometroch, u ktorých bol dokázaný škodlivý vplyv na živé organizmy a životné prostredie. Ku kontaminácii pôdneho prostredia mikroplastami môže dochádzať rôznymi cestami ako napr. mulčovaním, splaškovými kalmi, zavlažovaním neupravenou vodou, záplavami a podobne. Obsah mikroplastov v pôde ovplyvňuje jej fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti. Cieľom dizertačnej práce bude analýza vplyvu vybraných druhov mikroplastov na hydrofyzikálne vlastnosti pôd (textúra, objemová a merná hmotnosť pôdy, pórovitosť, hydraulická vodivosť, priebeh vlhkostných retenčných kriviek atď.) reprezentujúcich Východoslovenskú nížinu.

Zdôvodnenie:
Pôdy kontaminované mikroplastami vykazujú zmeny vo fyzikálnych, chemických a biologických vlastnostiach. Napriek tomu sa len málo štúdií venovalo environmentálnemu vplyvu mikroplastov na pôdu. Niektoré z nich poukázali na to, ako môže prítomnosť mikroplastov modifikovať jej fyzikálne vlastnosti. Výskum sa uskutoční v laboratórnych podmienkach na odobraných pôdnych vzorkách reprezentujúcich Východoslovenskú nížinu. Odber pôdnych vzoriek bude realizovaný tak, aby vybrané lokality pokryli typické pôdne druhy na nížine. Prínosom práce bude nielen rozšírenie poznatkov o miere vplyvu rôznych mikroplastov na hydrofyzikálne charakteristiky pôd, ale aj lepšie pochopenie zmeny hydrologických pomerov v takto kontaminovaných pôdach. Získané výsledky môžu byť využité aj v numerických simuláciách na matematických modeloch vodného režimu pôd.

Finančné krytie:
Detašované pracovisko v Michalovciach ÚH SAV disponuje kvalitným prístrojovým vybavením pre realizáciu výskumu pôdnej hydrofyziky v laboratórnych aj terénnych podmienkach. Dizertačná práca bude podporená z projektu VEGA 2/0044/20 (Kvantifikácia interakčných procesov v hydrologickom cykle v podmienkach nížinného územia, doba trvania projektu do 31.12.2023), potom z nových podaných projektov, ktorých riešenie súvisí s témou DP.

Zarastanie korýt vodných tokov vodnou vegetáciou a jej vplyv na podmienky prúdenia

Školiteľ:	Ing. Yvetta Velísková, PhD.
Pracovisko:	Ústav hydrológie SAV, v. v. i.
Študijný odbor:	Poľnohospodárstvo a krajinárstvo
Študijný program:	Krajinné inžinierstvo, FZKI SPU, Nitra
Forma štúdia:	denná

Tézy:

Zarastanie vodného toku vodnou vegetáciou je veľmi častým problémom povrchových tokov predovšetkým v rovinatých územiach. Predpoklad pre jej rast je hlavne v tzv. vegetačnom období. Vodná vegetácia zmenšuje prietokový profil vodných tokov, deformuje rýchlostný profil a tým ovplyvňuje aj transportné procesy v povrchovom toku. Navyše okolie vodných tokov v oblasti nížin je častokrát významne poľnohospodársky obhospodarované s používaním hnojív, čo má za následok nárast koncentrácie nutrientov, ktoré podporujú rast vodnej vegetácie. Náplňou dizertačnej práce bude kvantifikácia vplyvu vodnej vegetácie na prietokové pomery v povrchovom toku. Taktiež bude analyzovaný a kvantifikovaný vplyv obsahu nutrientov a teploty na mieru zarastania korýt vodných tokov. Predpokladom úspešného dosiahnutia cieľov je vykonanie dôkladnej rešerše súčasného stavu poznania danej problematiky, teoretická analýza možných metodických postupov, vykonanie terénnych meraní na vybranej lokalite pri použití modernej prístrojovej techniky, ako aj aplikácia metód štatistickej analýzy.

Zdôvodnenie:

Vplyvom globálneho otepľovania rastú teploty aj na území Slovenskej republiky, letá sú teplejšie a zimy miernejšie. Z tohto dôvodu nie je výnimkou ani celoročný výskyt vodnej vegetácie v tokoch pretekajúcich najteplejšími oblasťami Slovenska, tzn. Podunajskou, Východoslovenskou a Záhorskou nížinou. Nížinné toky pretekajú väčšinou vo významných poľnohospodárskych oblastiach krajiny, kde je predpoklad kontaktu hnojív s vodnými tokmi. Hnojivá teda môžu do značnej miery ovplyvňovať kvalitu vody a podporovať rast vodnej vegetácie. Ďalším faktorom, ovplyvňujúcim výskyt vodnej vegetácie, je malý sklon vodných tokov v nížinných oblastiach a z toho vyplývajúca malá rýchlosť prúdenia v toku. V dôsledku týchto skutočností nastáva usadzovanie nesených častíc v toku, zväčšovanie hrúbky dnových sedimentov, a tým zlepšovanie podmienok pre rast vodnej vegetácie. Tá na druhej strane potom ovplyvňuje podmienky prúdenia v toku. Pri návrhu a posudzovaní opatrení, ktoré by mali viesť k zlepšeniu hospodárenia s vodnými zdrojmi v krajine, je nevyhnutné poznať a dokázať riešiť aj tento problém tokov, pretekajúcich rovinatým, častokrát silne poľnohospodársky využívaným územím.

Finančné krytie:

Ústav hydrológie SAV, v. v. i. vlastní prístrojové vybavenie pre terénne experimenty, ako aj softvérové vybavenie pre numerické modelovanie. Vlastná realizácia dizertačnej práce bude podporená z projektu VEGA s názvom „Zmeny hydrodynamických a morfologických ukazovateľov riečneho koryta v dôsledku zarastania vodnou vegetáciou v nížinných oblastiach“, doba trvania projektu - do 2026.

Kvantifikácia vplyvu vodozádržných opatrení na hydrologický režim mestských povodí

Školiteľ:	doc. Ing. Marek Sokáč, PhD.
Pracovisko:	Ústav hydrológie SAV, v. v. i.
Študijný odbor:	Poľnohospodárstvo a krajinárstvo
Študijný program:	Krajinné inžinierstvo, FZKI SPU, Nitra
Forma štúdia:	denná

Tézy:

Úlohou práce bude kvantifikácia vplyvu zelenej infraštruktúry na odtokový režim urbanizovaného povodia, ako aj možné využitie zrážkovej vody ako doplnkového zdroja úžitkovej vody v urbanizovanom území. Ďalším cieľom bude prieskum dopadov zmeny klímy na hydrologický režim povodia, vrátane analýzy, do akej miery je možné zmierniť dopady extrémnych klimatických javov (vyplývajúcich z predpokladaných klimatických zmien) v urbanizovaných územiach pomocou implementácie zelenej infraštruktúry. Tento cieľ súvisí s otázkou, či okrem zelenej infraštruktúry je potrebné uvažovať aj s inými opatreniami, aby sa dosiahla vyváženosť a efektívnosť investícií vzhľadom na ich účinok. V rámci výskumu sa predpokladá vypracovanie viacerých prípadových štúdií na reálnych urbanizovaných územiach v SR.

Zdôvodnenie:

Jednou z perspektívnych technológií pre redukciu a retenciu odtoku v urbanizovaných územiach je zelená infraštruktúra (napr. zelené strechy), ktorá vďaka svojej hydrologickej funkcii v urbanizovanom území má veľkú schopnosť redukcie a retencie zrážkového odtoku. Táto schopnosť môže byť jeden z rozhodujúcich faktorov trvalo udržateľného rozvoja miest, najmä v súvislosti s predpokladanou zmenou klímy. Problematickým bodom však zostáva možný rozsah aplikácie zelenej infraštruktúry v typických podmienkach slovenských miest a reálne dopady aplikácie tejto technológie na odtokový režim urbanizovaného povodia, prípadne ďalšie environmentálne dopady (napr. zníženie počtu a objemu odľahčených vôd, zníženie efektu tzv. „heat island“ a pod.).

Finančné krytie:

Ústav hydrológie SAV vlastní prístrojové vybavenie pre terénne experimenty, ako aj softvérové vybavenie pre numerické modelovanie. Ťažisko práce bude spočívať v numerickom modelovaní alternatív a ich dopadov, terénny výskum bude podporený z podaných projektov v rámci grantovej schémy Water4All, APVV, resp. pripravovaného grantu VEGA, doba trvania projektov - do 2026.

Hodnotenie stavu a dynamiky poľnohospodárskej krajiny a pôd s využitím priestorového modelovania a diaľkového prieskumu Zeme.

Školiteľ:	Mgr. Andrej Halabuk, PhD.
Pracovisko:	Ústav krajinnej ekológie SAV, v.v.i.
Študijný odbor:	Poľnohospodárstvo a krajinárstvo
Študijný program:	Krajinné inžinierstvo
Forma:	denná/externá

Tézy*:*
Téma je zameraná na rozvoj a testovanie nových metód hodnotenia stavu a dynamiky poľnohospodárskej krajiny založených na priestorovom modelovaní rôznorodých geodát, vrátane produktov diaľkového prieskumu Zeme. Hlavným cieľom práce bude detekcia stavu a dynamiky poľnohospodárskej krajiny s dôrazom na hodnotenie jej kľúčového prírodného zdroja – pôdy ako i spôsobov jej obhospodarovania. Téma dizertačnej práce bude riešená v súvislosti s realizáciou viacerých výskumných aktivít prebiehajúcich projektov (ESA, COST, Horizon Europe) v širšom medzinárodnom kolektíve s možnosťou výmenných pobytov a krátkodobých stáží.

Zdôvodnenie: Základným predpokladom udržateľného využívania poľnohospodárskej krajiny je priestorová charakterizácia stavu jej kľúčového prírodného zdroja – pôdy a poznanie spôsobov jej obhospodarovania v dlhšom časovom horizonte. Diaľkový prieskum Zeme vrátane satelitne založených platforiem poskytuje v súčasnosti jedinečné možnosti umožňujúce efektívne mapovanie stavu pôdy v rôznych priestorových mierkach ako i detekciu a monitoring spôsobov jej obhospodarovania. V súčasnosti vzniká množstvo satelitne založených indikátorov odrážajúcich vlastnosti pôdy vrátane produktov hodnotiacich degradáciu a heterogenitu poľnohospodárskych pôd. Pre širšie uplatnenie týchto postupov je však nevyhnutný cielený výskum v reálnych podmienkach, ktorý by precíznejšie charakterizoval ich možnosti a obmedzenia pri ich zavádzaní do aplikačnej praxe.

Finančné krytie: Bežiace projekty Európskej vesmírnej agentúry ESA, Horizon Europe, pripravovaný projekt COST

Hodnotenie fenológie vegetácie kombináciou in-situ pozorovaní a diaľkového prieskumu Zeme

Školiteľ:	RNDr. Ľuboš Halada, CSc.
Pracovisko:	Ústav krajinnej ekológie SAV, v.v.i.
Študijný odbor:	Poľnohospodárstvo a krajinárstvo
Študijný program:	Krajinné inžinierstvo
Forma:	denná/ externá

Tézy:

V poslednom období najmä v súvislosti s klimatickou zmenou nadobúda na význame štúdium fenológie vegetácie, jej sezónnych a medziročných zmien. S technologickým rozvojom sa rozšírili aj možnosti štúdia fenológie – popri klasických metódach terénneho vegetačného výskumu sa rozvíjajú aj metódy pozemnej automatickej registrácie fenologických procesov vegetácie pomocou fenokamier a metódy štúdia fenológie zemského povrchu pomocou diaľkového prieskumu Zeme (DPZ). Doktorand sa v dizertačnej práci zameria na rozvoj konzistentných prístupov a metód k štúdiu fenológie vegetácie rozličných ekosystémov pozemným výskumom a metódami DPZ. Náplňou práce bude štúdium fenologických prejavov rastlín rôznych ekosystémov fenologickými pozorovaniami, analýzou fotografií fenokamier a spracovaním údajov DPZ vo vzťahu k priebehu meteorologických parametrov. Navrhnuté prístupy a metódy budú aplikované na topickej úrovni na existujúcich trvalých výskumných lokalitách a na regionálnej úrovni vo vybranom regióne. Práca tiež zhodnotí výhody a nevýhody jednotlivých prístupov a ich synergie.

Zdôvodnenie: Klíma a priebeh počasia významne vplýva na fenológiu rastlín, preto je možné fenologické údaje využiť na hodnotenie zmeny klímy a jej intenzity. To je v súčasnosti mimoriadne aktuálna téma. Fenologické údaje sa však využívajú aj na iné účely akými sú hodnotenie vlhkosti pôdy a vlahovej bilancie, hodnotenie intenzity a dopadov sucha alebo predpovedanie doby kvitnutia alergénnych druhov rastlín. Preto sa potreba a užitočnosť fenologických meraní dostáva do popredia. Zatiaľ je však málo prác, ktoré by tieto nové prístupy integrovali s „klasickými“ terénnymi metódami a využili ich kombináciu na rozšírenie možností štúdia fenologických prejavov rastlín.

Finančné krytie: VEGA projekt 0115 Dlhodobé zmeny znečistenia ovzdušia a ich dopad na ekosystémy; Horizon 2020 projekt eLTER PLUS