

**AKTUÁLNE PROJEKTOVÉ AKTIVITY V OBLASTI GEOINFORMATIKY NA TUZVO**

Ján TUČEK<sup>1</sup>, Milan KOREŇ<sup>1</sup>, Ivan POBIŠ<sup>1</sup>, Rudolf NAVRÁTIL<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Katedra hospodárskej úpravy lesov a geodézie, Lesnícka fakulta Technickej univerzity vo Zvolene,

T. G. Masaryka 24, 960 53, Zvolen, Slovenská republika

*jan.tucek@tuzvo.sk*

**Abstrakt**

V príspevku sú prezentované aktuálne výskumné projektové aktivity pracovísk Technickej univerzity vo Zvolene v oblasti geoinformatiky. Tieto sú orientované na problematiku komplexnej geografickej informácie a geoinformačných technológií v precíznom lesníctve ako aj jeho komplementaritu k adaptívnemu obhospodarovaniu lesov. Veľmi dôležitá a perspektívna je aj oblasť podpory priestorového rozhodovania. Aktuálne sú riešené najmä dva komplexné projekty.

Centrum excelentnosti pre podporu rozhodovania v lese v krajine je spoločným projektom Technickej univerzity vo Zvolene a Národného lesníckeho centra vo Zvolene. Jeho strategickým cieľom je posilniť technické vybavenie pracovísk a rozšíriť bázu geografických údajov pre zlepsenie kvality rozhodovacích procesov týkajúcich sa lesa a krajiny.

Hlavným cieľom medzinárodného projektu INTEGRAL (Future Oriented Integrated Management of European Forest Landscapes) v rámci 7FP EU je odstránenie nesúladu a poskytnutie nových prístupov k politikám na obhospodarovanie lesa a krajiny, pri ktorom sa zohľadňujú ekologické, socioekonomické a politické okolnosti. Výskum sa aplikuje v 20 regiónoch z 10 európskych krajín vrátane dvoch na Slovensku. Sú to regióny s rozdielnymi kľúčovými charakteristikami ako je vlastníctvo lesa, význam lesníctva a súvisiaceho priemyslu, ale aj s rôznymi prioritami obhospodarovania existujúcich a nových lesov. Účasť všetkých zainteresovaných skupín na národnej aj lokálnej úrovni na riešení, zohráva v projekte rozhodujúcu úlohu.

Uvedené ťažiskové projekty sa snažíme dopĺňať menšími špecifickými projektmi financovanými slovenskými agentúrami MŠ SR (VEGA, KEGA) a APVV.

**Abstract**

In the paper are presented current research project activities of the Technical University in Zvolen in the field of geoinformatics and geoinformation technology. These are oriented on the issue of comprehensive geographical information and geoinformation technology application in precision forestry and its complementarity to the adaptive forest management. Very important and forward-looking is also supporting of spatial decision making. Up to date are dealt with in particular two comprehensive projects.

Center of excellence for decision support in the forest and landscape is a joint project of the Technical University in Zvolen and the National forest centre in Zvolen. Its strategic objective is to strengthen the technical equipment of workplaces and to broaden the base of geographic data for the improving of quality of the decision-making processes related to the forest and landscape.

The main objective of the international project of INTEGRAL (Future Oriented Integrated Management of Forest Landscapes) within the 7FP EU is the removal of non-compliance and to provide new approaches to policies for the forest and landscape management, which takes account of ecological, socio-economic and political circumstances. Research is applied in 20 regions from 10 European countries, including two in Slovakia. These are regions with different key characteristics such as the ownership of the forest, the importance of forestry and related industries, as well as with the various priorities of the management of existing and new forests. The participation of all stakeholders at national and local level to address, in a key role played by the project.

The core projects, we try to complement by the less specific projects financed by the Slovak project agencies of Ministry of education of SR (VEGA, KEGA) and APVV.

**Klíčová slova: projektové aktivity, geoinformatika, centrum excelentnosti, INTEGRAL.**

**Keywords: project activities, geoinformatics, Center of excellence, the INTEGRAL project.**

## 1. ÚVOD

Vývoj ukazuje, že po zohľadnení prác HEINIMANNA (2007, 2010) ktorý chápe precízne lesníctvo ako inžiniersku perspektívu adaptívneho obhospodarovania lesov, získava jeho pojem vedecký obsah a zmysel. Pre vedu znamenajú nové výzvy otázky posudzovania úžitkov lesných ekosystémov ako premenlivých v čase a ovplyvňovaných rizikom pôsobenia nepriaznivých faktorov, pochopenia interakcie procesov naprieč priestorovými a časovými škálami ako aj vzťahov medzi veľkosťami súčastí ekosystémov a zmenami polohy ktoré sú rozhodujúce pre ich chovanie, využitie alebo hospodárenie v nich. Precízne lesníctvo nachádza správnym zaradením do adaptívneho obhospodarovania lesov svoje odôvodnenie a náplň. Naopak adaptívne obhospodarovanie získava cez precízne lesníctvo časť dôležitých a mimoriadne životaschopných zdrojov údajov, nástrojov realizácie a zároveň špecifických predmetov záujmu. Pre lesnícku prax sa otvárajú nové potreby a možnosti časovo premenlivých prístupov k portfóliu úžitkov a služieb ekosystémov. Vo všetkých uvedených prípadoch je úplne zrejmá potreba údajov a informácii ako aj prostriedkov pre ich získavanie, spracovanie a využitie.

Z hľadiska väzieb na geoinformatiku otvára nové možnosti orientácia na vzťahy medzi veľkosťami súčastí ekosystémov a zmenami určenia polohy (otázky priestorovej mierky), ktoré sú rozhodujúce pre ich chovanie, využitie alebo hospodárenie v nich. Popis, koordinácia a riadenie procesov v rozdielnych, rôznych, viacerých a/alebo prekrývajúcich sa priestorových škálach prináša potrebu pracovať s komplexnou geografickou informáciou novej kvality. Treba tiež zdôrazniť potrebu a zároveň potenciál zmeny prístupov k definovaniu časovo priestorových okien pre lesnícke potreby, často výrazne mimo zaužívaných a uznávaných. Teda nielen porast alebo jeho časť, ale aj strom, jeho časť alebo orgán na jednej strane a krajina, resp. jej rôzne geograficky definovaná časť (napr. povodie, región) na druhej strane. Takáto zmena, rozšírenie a prekrývanie priestorových a časových škál môže viesť po zovšeobecnení až k súvislému dynamickému prekrývaniu v rôznych typoch aplikácií. Základným predpokladom je pritom samotná geografická informácia, vhodná dátová štruktúra pre jej ukladanie, hierarchicky chápané modely chovania systémov ako aj prostriedky pre prácu s takýmto obsahom.

## 2. ADAPTÍVNE OBHOSPODAROVANIE LESOV, PRECÍZNE LESNÍCTVO, GOINFORMATIKA

Informácie majú dôležitú úlohu v plánovaní, implementácii a kontrole výrobných procesov rovnako ako hospodárskych opatrení v lese. Lesníctvo a lesná výroba so všetkými svojimi špecifikami vyžaduje včasné, aktuálne, relevantné a presné informácie. Podobne ako aj iných aplikačných oblastiach, veľkú väčšinu v lesníctve používaných informácií je možné priamo alebo nepriamo lokalizovať, resp. údaj o polohe tvorí priamo súčasť informácie. V závislosti od vlastností lesného ekosystému, je potrebné zozbierať veľké množstvo údajov, analyzovať a transformovať ich na informáciu. Problematika komplexných geografických informácií je teda kľúčovou súčasťou lesníctva.

Máme pritom na mysli geografické informácie v najširšom slova zmysle. Počínajúc ich potenciálnymi zdrojmi, cez technológie a postupy na ich získanie, odvodenie, štrukturovanie, ukladanie až po všestranné využívanie. Ako zdroje sú využiteľné tak terestrické technológie vrátane laserového scanovania a lokalizačných technológií na báze navigačných a inerciálnych systémov ako aj progresívne metódy diaľkového prieskumu Zeme s využitím najrôznejších senzorov (optické a infračervené materiály s vysokým priestorovým rozlíšením, letecké laserové scanovanie, hyperspektrálne údaje) PERSSON et al 2004, THIES and SPIEKER, 2004, ROBERTS et al 2007, KNOKE et al, 2010, van LEEUWEN and NIEUWENHUIS, 2010. Veľká pozornosť sa venuje integrácii, syntéze a spoločnému efektívnemu využívaniu informácií z rôznych zdrojov, odvodzovaniu komplexných informácií a znalostí ako aj rozvoju prostriedkov umožňujúcich efektívny manažment a využívanie znalostí. Novú kvalitu prináša aplikácia zariadení pre riadenie procesov a prenos

informácii v reálnom čase (mobilné geoinformačné technológie) a prostriedkov na podporu priestorového rozhodovania.

V lesníctve, rovnako ako vo väčšine aplikačných oblastí, je pritom priestorové hľadisko spolu s časovým dôležitým aspektom, ktorý je potrebné osobitne zohľadňovať v procese rozhodovania alebo plánovania. V súvislosti so všeobecným búrlivým rozvojom informačných systémov a s trendom zavádzať ich do praxe, je možné dokumentovať aj ich stále širšie uplatňovanie v oblasti podpory rozhodovania. BURSTEIN and HOLSAPLE, (2008) považujú túto tendenciu spolu s organizational computing, electronic business a pervasive computing za najdôležitejšie oblasti expanzie informačných systémov.

Posun orientácie od transakčných systémov alebo obecných management information systems k decision support systems (DSS) pri spracovaní údajov možno datovať na začiatok 80 tých rokov (HEINIMANN, 1994, BURSTEIN and HOLSAPLE, 2008). Za kľúčovú možno považovať skutočnosť, že DSS sa okrem získania, štruktúrovania, uloženia a manipulácie s informáciou zameriavajú na štruktúru procesu vykonania rozhodnutia, ktorú definuje teória rozhodovania. Nemenej dôležité je pochopenie rozdielov medzi pojmi údaj – dáta, informácie a znalosti (HEINIMANN, 1994) ako aj možností a procesov na odvodenie, získanie, štruktúrovanie, ukladanie a aplikáciu znalostí.

Zohľadnenie určenia polohy (a tým aj rozmerových súvislostí) má mimoriadny význam tak z hľadiska možnosti detailne a exaktne popísať a modelovať prírodné podmienky a chovanie jednotlivých jedincov aj celých lesných ekosystémov v nich. Pri modelovaní lesných ekosystémov sa v poslednom období stále viac prechádza z úrovne populácie (porastu) na úroveň jedinca (stromu). Dôvody prechodu sú v komplexnosti a flexibilitate takýchto modelov. Dokážu zachytiť vývoj ekosystému nielen na úrovni sumárnych charakteristík, ale modelujú aj jeho štruktúru (HASENAUER et al. 2006). Bohatosť možností pre zvolenie východiskového stavu lesného ekosystému, podrobnejšia úroveň modelovania, rozsiahlejšia škála výstupných informácií, to všetko sú príčiny pre nezvratný smer - náhradu pôvodných rastových tabuliek za stromové rastové simulátory (FABRIKA, 2002, FABRIKA and ĎURSKY, 2005, FABRIKA and PRETZSCH, 2011).

Nemenej dôležité je priestorové hľadisko pri riešení problémov obhospodarovania lesov. Zatiaľ čo zohľadnenie polohy jedincov v lesnom ekosystéme umožňujú riešiť prostriedky na báze stromových simulátorov a výskum v tejto oblasti práve akceleruje, riešenie priestorových problémov pre komplex viacerých (mnohých) lesných porastov je pomerne bohato rozvinutý. Najčastejšie sú riešené problémy ťažbovej úpravy lesov, optimalizácie objemu a priestorového rozmiestnenia ťažbových plôch v komplexoch porastov, lokalizácia lesných ciest ako aj modelovania, výberu a optimalizácie ťažbových technológií (REYNOLDS, 2005, BASKENT and KELLES, 2005, BETTINGER et al., 2009).

Veľmi špecifickou oblasťou je tvorba, získavanie poznatkov – znalostí z rozsiahlych databáz a ich prípadné využívanie pri rozhodovaní (definovanie faktorov a ich úrovní, definovanie obmedzení, výber a štruktúrovanie rozhodovacích pravidiel). Vo viacerých prácach sa táto problematika považuje za súčasť činnosti, funkčnosti samotných systémov na podporu rozhodovania (BURSTEIN and HOLSAPLE, 2008). Najčastejšie však možno predpokladať využitie poznatkov vytvorených a získaných z externého prostredia o príslušnej doméne problémov. Môže ísť o poznatky vytvorené a získané na základe skúseností a pozorovania, výskumu alebo uplatnenie funkčných a štatistických závislostí, prípadne získanie, spracovanie a využitie poznatkov z literatúry.

Osobitnú problematiku však vo všetkých prípadoch predstavuje štruktúrovanie a ukladanie znalostí tak aby ich bolo možné efektívne využívať v procese rozhodovania. Táto požiadavka sa premieta aj do štruktúry a funkčnosti príslušného systému. V procese rozhodovania sa potom znalosti aplikujú na dáta a informácie týkajúce sa príslušného problému. Niektorí autori pripúšťajú, že časť v procese spracovaných údajov – napr. odvodené a agregované údaje môžu vystupovať ako znalosti voči nižšej úrovni spracovania údajov.

### 3. AKTUÁLNE RIEŠENÉ PROJEKTY NA TUZVO

V uvedenej oblasti je v súčasnosti viacero iniciatív vo vede a výskume. Veľký význam pre vytváranie sietí pracovísk, výmenu poznatkov a akceleráciu výskumu vo vybraných oblastiach zohrávajú aktivity COST. V uvedenej oblasti sú v súčasnosti aktívne dve aktivity. Cieľom aktivity COST FP 063 Forest Models for Research and Decision Support in Sustainable Forest Management je napomôcť vývoju metód na vylepšenie modelov lesa použiteľných pri udržateľnom obhospodarovaní lesov. Činnosti v rámci aktivity

zvyšujú kvalitu a konzistenciu lesníckych rastových modelov na simuláciu odozvy lesov na alternatívne hospodárske opatrenia a scenáre vývoja klímy. V rámci aktivity sa tiež preukazuje rôznorodosť regionálnych prístupov k tvorbe modelov, ktoré odrážajú špecializáciu tvorcov modelov a potreby spoločnosti. Očakáva sa, že tieto činnosti výrazne prispievajú k rozvoju poznatkov a vylepšia trvalé udržateľné hospodárenie v lesoch.

Aktivita COST FP 0804 Forest Management Decision Support Systems (FORSYS) je zameraná na systémy na podporu rozhodovania v lesníctve. Pri definovaní cieľov aktivity sa zdôrazňuje mnohoúčelovosť lesov a požiadavky na plnenie viacerých často konfliktných cieľov vlastníkov, obhospodarovateľov a verejnosti. Európske skúsenosti vo vývoji a aplikácií systémov na podporu rozhodovania v lesníctve poskytujú solídny základ pre technologickú inováciu a rozvoj spolupráce medzi výskumnými inštitúciami. Aktivita si kladie za cieľ definovať Európske rámce pre základné procesy a informačné štandardy pre rozhodovanie v prostredí trvaloudržateľného multifunkčného obhospodarovania lesov. Chce tiež definovať požiadavky na implementáciu a vytvorenie Európskych štandardov pre ich vytváranie.

Technická univerzita vo Zvolene sa pokúša zachytiť uvedené trendy, čo sa prejavuje okrem iného aj aktívnou účasťou na riešení vpredu uvedených aktivít COST. Pokračujeme tiež v riešení projektov zameraných na priestorové modelovanie, precízne lesníctvo a systémy na podporu priestorového rozhodovania. V roku 2011 sme ukončili riešenie projektu VEGA 1/0764/10 Výskum princípov a metód Precízneho lesníctva. Hlavnou myšlienkou projektu je orientácia na princípy precízneho lesníctva so zameraním na čo najmenšiu úroveň detailu, podľa možnosti individuálny strom. V projekte sme rozpracovali základné princípy, metódy, postupy a aplikácie precízneho lesníctva pre podmienky Slovenska. Prehľadili sme poznatky o metodických postupoch na získavanie údajov a informácii z progresívnych údajov diaľkového prieskumu Zeme (hyperspektrálne snímky, laserové skenovanie) ako aj využití mobilných GPS/GIS/GSM zariadení pre terestrický zber geografických informácií o rôznych typoch objektov. Navrhli, vytvorili a overili sme štruktúru a obsah špecifických geografických databáz na základe týchto údajov a tvorbu podporných rozhodovacích prostriedkov pre vybrané lesnícke činnosti. Prehľadili sme poznatky o parametroch vstupných premenných, faktorov a hodnôt výberových funkcií pre viaceré činnosti, najmä ťažbové a dopravné technológie. Princípy precízneho lesníctva sme overovali na príklade sprístupňovania lesných porastov, terénnej a technologickej typizácie a protipožiarnych opatrení.

Druhý oveľa širšie koncipovaný projekt sme získali zo zdrojov operačného programu Výskum a vývoj, Prioritná os 2., Opatrenie 2.1. Podpora sietí excelentných pracovísk výskumu a vývoja ako pilierov rozvoja regiónu a nadregionálnej spolupráce. Ide o projekt NFP 26220120120 Centrum excelentnosti pre podporu rozhodovania v lese a krajine, ktorého riešiteľom je TU vo Zvolene a partnerom je NLC Zvolen. Riešenie projektu je naplánované na roky 2011 – 2013.

Centrum excelentnosti predstavuje koncentráciu ôsmich výskumno-vývojových kolektívov do monotematického centra zameraného na tvorivé rozvíjanie a aplikáciu geoinformatiky. To poskytne nové impulzy vybraným perspektívnym aplikáciám výskumu lesa a krajiny, ku ktorým patria aj otázky skvalitnenia, spresnenia a objektivizácie rozhodovacích procesov. V prierezovej aj vybraných aplikačných oblastiach dosahujú pracoviská výborné výsledky. Žiadateľ aj partner projektu uskutočňujú viac ako 50-ročný kontinuálny výskum v oblasti lesníctva všeobecne ako aj hospodárskej úpravy lesov, krajinárstva, ekológie špeciálne. Dosiahnuté výsledky sa boli realizované cez koncepcie obhospodarovania lesov vrátane ich pôsobenia ako krajínovotvorného prvku, metodiky zisťovania stavu lesov a tvorbu lesných hospodárskych plánov, prípravu legislatívnych predpisov vrátane zákonov a predpisov, smerníc a vykonávacích predpisov odbornej štátnej správy v najširšom meradle v rámci celého územia SR. Tieto koncepcie realizujú a overujú aj na experimentálnom území Vysokoškolského lesníckeho podniku TU vo Zvolene.

Pracoviská a ich aktivity zjednocuje ich skutočnosť, že využívajú s geografické údaje, ktorých zber, získavanie, ukladanie, spracovanie a poskytovanie je podmienené aplikáciou informačno-komunikačných technológií (technológie GIS, DPZ, navigačné systémy, výpočtová technika, komunikačné systémy). Vybrané aplikačné oblasti sú zároveň mimoriadne dôležité z hľadiska životného prostredia, hospodárenia v lese a krajine, resp. bezpečnosti a trvalej udržateľnosti života človeka na vidieku. Tieto témy patria k základným oblastiam domáceho aj medzinárodného výskumu.

Strategickým cieľom projektu je podporiť výskum na skvalitnenie rozhodovacích procesov pri manažovaní lesa v krajine na báze geoinformatiky. Strategický cieľ sa má zabezpečiť splnením 4 špecifických cieľov – dobudovaním technickej infraštruktúry centra, dátovou podporou činnosti centra, podporou excelentného výskumu a podporou organizačných, inovačných a diseminačných aktivít.

Dobudovaním a modernizáciou technickej infraštruktúry sa vytvoria kvalitné pracovné a technické podmienky ktoré sú základným predpokladom pre realizáciu excelentného výskumu v oblasti zamerania centra. Zakúpením a inštaláciou technického vybavenia a softvérových prostriedkov bude vytvorené vhodné technické zázemie pre výpočtovo náročné spracovanie a uloženie progresívnych údajov DPZ, simulácie krajinnno-ekologických systémov, aplikácie metód a princípov precízneho lesníctva, podporu rozhodovania pri obhospodarovaní lesa v krajine s hlavným zameraním na lesné ekosystémy. Tieto budú ťažiskovo umiestnené do dvoch základných pracovísk centra – Laboratória geoinformatiky LF TU vo Zvolene a Pracoviska GIS a DPZ NLC Zvolen. Zároveň budú výrazne podporené aj satelitné pracoviská.

Dátovú podporu centra je možné považovať za druhý pilier jeho činnosti. Ide o zabezpečenie špecifických progresívnych údajov DPZ (digitálne fotogrametrické údaje s vysokým rozlíšením, lidarové údaje, hyperspektrálne údaje), ktoré sú predpokladom kvalitného riešenia viacerých existujúcich a pripravovaných projektov. V záujme komplexnosti budú doplnené o údaje, podklady a dokumentáciu používané vo výskume zmien zložiek krajiny ako aj údaje a databázy pre výskum klimatických zmien. NLC – Lesnícky výskumný ústav a NLC - Ústav lesníckych informácií a informatiky sú tvorcami a správcami veľkého množstva údajov a informácií vrátane mapových o lese, lesných ekosystémoch, drevinách a voľne žijúcej zveri. Väčšina z nich je však málo známa a využívaná. Za jednu z kľúčových aktivít činnosti centra preto považujeme technické a organizačné zabezpečenie ich využívania a zdieľania, sprístupnenia ostatným súčastiám centra v existujúcich ale najmä pripravovaných projektoch.

V oblasti výskumu je projekt zameraný na experimentálnu a metodickú základňu precízneho lesníctva, metódy na získavanie informácií o lese a krajine kombinovanými technológiami, progresívne prístupy k výskumu zmien klímy a ich dopadov na les a krajinu, vývoj systému na hodnotenie, prognózovanie a modelovanie meniacich sa podmienok na les, zdokonaľovanie rozhodovacích procesov pre manažment lesa a krajiny a charakteristiku zmien štruktúry krajiny z hľadiska prírodných a antropických vplyvov.

Centrum excelentnosti vytvorí predpoklady na kvalitatívne nové prístupy vo výskume, vývoji a aplikáciách so strategickým významom pre Slovensko. V rámci centra sa bude využívať potenciál dlhodobého budovania pracovísk, ktoré majú stabilné personálne zázemie, prístrojové a technické vybavenie, vybudovanú sieť výskumných objektov, ktoré sa aktívne využívajú vo výskumných projektoch a vzdelávaní. Synergickým spojením geoinformatiky s vybranými aplikačnými oblasťami lesníctva a ekológie sa vytvoria predpoklady na vybudovanie integrovaného pracoviska, ktorého výsledky budú dosahovať vysokú kvalitu a budú môcť byť akceptované na medzinárodnej úrovni.

Zameranie projektu na progresívne oblasti geoinformatiky, tvorbu, spracovanie a využitie údajov DPZ otvorí možnosť distribúcie týchto údajov a s nimi spojených služieb pre subjekty verejného a súkromného sektora v stredoslovenskom regióne, ale vzhľadom na špecifiká aj v celej SR. Zavedenie, propagácia a rozvoj moderných technológií povedie k tvorbe malých špecializovaných subjektov pôsobiach pri ich aplikácií, ale aj rozvoju celej oblasti vo väzbe na európske iniciatívy.

Získavanie a rozširovanie poznatkov v oblasti pôsobnosti centra vykonávaním excelentného výskumu, spracovávaním progresívnych typov údajov pomocou nových prostriedkov informačných a komunikačných technológií, výmennými stážami a pobytmi špecialistov na zahraničných pracoviskách, začlenením centra do medzinárodnej vedecko-technickej spolupráce dôjde k výraznému pozitívnemu kvalitatívnemu posunu vo výučbe najmä na Lesníckej fakulte ale aj Fakulte ekológie a environmentalistiky TU vo Zvolene na všetkých stupňoch štúdia, najmä však v treťom doktorandskom stupni.

Súčasnú európsku iniciatívu zameranú na lesníctvo poukazujú na akútnu potrebu riešenia viacerých výziev v multifunkčnom a trvaloudržateľnom obhospodarovaní lesov. Stále viac záujmov a aktivít z rôznych oblastí podmieňuje rast konfliktov rôznych záujmových skupín pri využívaní krajiny, ktoré sú spôsobené protichodnými požiadavkami na produkty a služby lesných ekosystémov. Patria k nim najmä sociálny a ekonomický rozvoj vidieckych oblastí, konzervatívna ochrana prírody a produkcia dreva a biomasy na energiu.

V záujme vytvárania rovnováhy medzi týmito často protichodnými požiadavkami na využitie krajiny a lesa spolu s napĺňaním koherentných politík Európskej únie je potrebné disponovať dostatočne vedecky fundovanými poznatkami a informáciami o vplyvoch ekologických, sociálnych, ekonomických a politických zmien na obhospodarovanie lesnej krajiny. Požadované sú tiež nové prístupy k obhospodarovaniu zohľadňujúce sociálne aspekty multifunkčných lesov a integrovaného využívania krajiny.

Na túto oblasť problémov je zameraný projekt Perspektívne integrované obhospodarovanie Európskych lesných oblastí – INTEGRAL. Jeho celkovým cieľom je prispieť k lepšiemu pochopeniu konfliktov pri obhospodarovaní lesov v rámci Európy. Projekt poskytne:

1. Komplexné transdisciplinárne poznatky o štruktúrach krajiny, prírodných zdrojoch a ich obhospodarovaní vo vybraných lesných oblastiach Európy.
2. Vedecké poznatky o kľúčových socio-ekologických hnacích silách zmien (príčinách zmien) v integrovanom využívaní krajiny.
3. Metodiky pre integrovanie výsledkov analýzy lesníckych politík do nástrojov na podporu rozhodovania.
4. Odporúčania pre tvorbu lesníckych politík v záujme nastolenia vyváženejšieho hospodárenia v lesoch.

V metodike sa prejavuje záujem pokryť diverzitu prírodných, ekonomických a sociálnych podmienok vo vzťahu k lesoch v rámci Európy. Výskumníci z 13 krajín Európy s rôznym významom lesa v krajine a ekonomike vykonávajú hlbokú cieľavedomú analýzu demografických, ekonomických, ekologických, politických a inštitucionálnych hnacích síl (príčin) kompetičných možností využívania krajiny v 20 experimentálnych územiach prípadových štúdií. Doba riešenia projektu je plánovaná na štyri roky - 2012 až 2015.

Výsledky výskumu národných prípadových štúdií budú porovnané a systematizované na Európskej úrovni spolu s identifikáciou príkladov najlepších prístupov pre integratívne a segregatívne hospodárenie v lesnej krajine. Predpokladá sa, že výsledky budú sumarizované do odporúčaní pre tvorbu lesníckych politík pre rôzne podmienky v rámci Európy, široko publikované ale aj overené a konzultované na lokálnej úrovni s predstaviteľmi rôznych záujmových skupín.

Na základe týchto zistení budú v experimentálnych územiach aplikované pre jednotlivé krajiny špecifické participatívne predvídateľné procesy. Tieto pomôžu obhospodarovateľom lesov a predstaviteľom ďalších záujmových skupín posúdiť následky alternatívnych scenárov budúceho hospodárenia na úrovni krajiny pri zohľadnení rôznych sociálnych perspektív. Na základe toho budú formulované odporúčania pre inštitucionálne smernice a politické nástroje na národnej aj Európskej úrovni.

Projekt je štrukturovaný do štyroch pracovných balíkov, z ktorých druhý a tretí majú vedecké zameranie, zatiaľ čo štvrtý sa sústreďuje na komunikačné a diseminačné aktivity. Pracovný balík číslo jedna zabezpečuje výkonné a koordinačné činnosti.

Výskum je rozdelený do troch fáz: diagnostická analýza existujúceho stavu (fáza 1), účastnícky návrh a ohodnotenie scenárov (fáza 2), na riešenie problémov zamerané spätné prehodnocovanie pri vývoji a hodnotení politík (fáza 3). Výskum sa aplikuje v 20 regiónoch z 10 európskych krajín vrátane dvoch na Slovensku. Sú to regióny s rozdielnymi kľúčovými charakteristikami ako je vlastníctvo lesa, význam lesníctva a súvisiaceho priemyslu, ale aj s rôznymi prioritami obhospodarovania existujúcich a nových lesov. Účasť všetkých zainteresovaných záujmových skupín na národnej aj lokálnej úrovni na riešení zohráva v projekte rozhodujúcu úlohu.

Na území Slovenska sú lokalizované dve experimentálne územia – územie Kysúc s výmerou cca. 65 000 ha a územie Podpoľania (Hriňovská časť) s výmerou cca 10 000 ha. V oboch prípadoch ide o horské územia s pestrými formami využitia krajiny, prevahou lesa ale aj ornou pôdou, lúkami, mokrinami a rozptýlenými aj koncentrovanými urbanizovanými plochami. Slovensko z hľadiska prírodných podmienok predstavuje v projekte územie s bohatými produktívnymi zmiešanými (listnatými aj ihličnatými) lesmi v horských podmienkach. Z hľadiska ekonomických podmienok predstavujeme východoeurópsku krajinu s menším ekonomickým významom lesného hospodárstva. Obe územia môžu byť príkladom konfliktov medzi záujmami konzervatívnej ochrany prírody, produkčnými záujmami a potrebami celkového ekonomického rozvoja vidieka. Významné sú tiež zmeny v drevinovom zložení lesov Kysúc (rozpad smrekových

monokultúr), predpokladaný vplyv globálnych klimatických zmien ako aj rozhodovanie o využití opustenej poľnohospodárskej pôdy (zalesnenie, produkcia biomasy na energiu, sekvestrácia uhlíka).

Ako vyplýva z uvedeného, pracoviskám TUZVO sa darí primerane riešiť problematiku geografickej informácie v lesníctve ako aj aplikácie geoinformačných technológií v tejto oblasti. Pre modelovanie a simuláciu vývoja lesných ekosystémov bol na TUZVO vyvinutý stromový simulátor biodynamiky lesa Sibyla (FABRIKA, 2005, 2006, 2011). Chýba však výskum zameraný na špecifické prostriedky na podporu rozhodovania. Rovnako chýba aj vhodný prostriedok, programové prostredie, ktorého vlastný vývoj vzhľadom na komplexnosť predstavuje ťažko riešiteľný problém.

V záujme preklenutia tohto nedostatku sme v roku 2011 získali projekt bilaterálnej medzivládnej spolupráce medzi Slovenskom a Portugalskom Možnosti implementácie nástrojov na podporu priestorového rozhodovania do praxe lesného hospodárstva. Cieľom projektu je prepojenie pracovísk Technickej univerzity vo Zvolene a Instituto Superior de Agronomia Technickej univerzity v Lisabone spolu s ďalšími partnermi (Národné lesnícke centrum vo Zvolene, Univerzita v Evore) s cieľom nadviazania spolupráce a vytvorenia partnerstva pri riešení existujúcich výskumných projektov (COST 0804 FORSYS, 7FP projekt INTEGRAL), prípravy nových projektov, publikovania spoločných publikácií ale najmä výmeny skúseností a poznatkov týkajúcich sa tvorby a následnej implementácie nástrojov na podporu rozhodovania do praxe lesného hospodárstva.

V rámci riešenia projektu sa uskutočnilo stretnutie riešiteľských kolektívov v Lisabone, ktorého náplňou bolo nadviazanie spolupráce, informovanie o výskumných aktivitách a výsledkoch obidvoch strán, analýza podmienok a potrieb praxe, príprava spoločných aktivít a publikácii vrátane prípravy medzinárodnej vedeckej konferencie Implementation of DSS tools into the forestry practice, ktorú sa nám spoločne podarilo zorganizovať 10. – 12. mája 2012. vo Zvolene za účasti popredných odborníkov na danú problematiku z celej Európy. V nadväznosti na konanie konferencie sa uskutočnili ďalšie stretnutia riešiteľov a spresnil sa postup vývoja modulov a rozhraní pre systémy na podporu rozhodovania na báze systému Sibyla a programových prostriedkov Portugalských partnerov.

## 5. ZÁVER

HEINIMAN (2010) považuje za kľúčový element, adaptívneho obhospodarovania lesov regulovanie procesov na základe teórie systémov vo viac, či menej automatizovaných systémoch. Pre súčasnú úroveň rozvoja je pravdepodobne vhodnejšie uvoľniť takéto chápanie na akúkoľvek metódu usmerňovania vývoja ekosystémov, teda aj podporu rozhodovania, vrátane modelovania, simulácií aj hodnotenia vývoja ex-post. Predmetom precízneho lesníctva v tomto ponímaní je proces regulácie, a / alebo usmerňovania chovania (vývoja) systému. V nadväznosti na to navrhujeme zdôrazniť v definícii a explicitne uviesť aj druhý kľúčový element predmetu precízneho lesníctva, ktorým je komplexná geografická informácia v najširšom zmysle chápania pojmu. Na jednej strane ide o problematiku jej zdrojov, získavania, štruktúrovania a ukladania až po aplikáciu a využívanie. Na druhej strane je to proces transformácie údajov na informácie až po odvodzovanie, využívanie a aplikáciu znalostí.

Za nástroje precízneho lesníctva možno považovať geoinformačné technológie. K metódam patrí počítačové modelovanie, simulácia a podpora rozhodovania. Už HEINIMAN (2010) ako perspektívne oblasti a otvorené otázky definuje problematiku zmien priestorových a časových škál a súbežnú koordináciu procesov vo viacerých rozdielnych mierkach. Doplnkom k tomu môže byť problematika nových zdrojov informácií od senzorov cez technológie zberu až po postupy a metódy spracovania záznamov, meraní na údaje a informácie, vytváranie datových štruktúr až po prácu s nimi. Rovnako je to formalizácia procesov regulácie systémov, alebo voľnejšie procesov rozhodovania. Veľké množstvá informácií, zložitost' vzťahov a komplikovanost' procesov poskytujú aj nové možnosti metód skúmania údajov (dolovanie o dátach) syntézu – odvodzovanie, integrovaných informácií a znalostí, výskumu ich štruktúrovania a aplikácii v prostriedkoch na podporu rozhodovania alebo automatizovaných systémoch. Neurčitost' a neúplnost' dát spolu s manažovaním rizika dopĺňa tieto oblasti do širokého štruktúrovaného a dynamického komplexu.

Doterajšie výsledky výskumu tiež potvrdili limity individuálneho využívania jednotlivých oblastí progresívnych zdrojov údajov. Potvrdila sa potreba ich integrovaného a spoločného využívania, pričom kritickou podmienkou je možnosť precízneho polohového zosúladenia, najlepšie dosiahnuteľná pri súčasnom snímaní

viacerými senzormi. Pre realizáciu cieľov precízneho lesníctva je nevyhnutný lokálny aj vzdialený prístup k aktuálnym a presným údajom a informáciám. Mobilné prostriedky pre zber ale aj použitie geografických informácií, vrátane progresívnych zdrojov dát sú v lesníckych podmienkach komplikované problémami v dostatočne presnom určovaní polohy pomocou GNSS ako aj v šírení a prenose informácií pomocou rôznych typov signálov v členitom teréne a pod krytom lesného porastu. Na druhej strane presná lokalizácia (zdroja údajov, objektov, strojov a zariadení) ako aj on-line prepojenie je pre mnohé aplikácie kľúčové. Za perspektívne preto možno považovať oblasti určovania polohy pomocou inerciálnych systémov a zariadení v kombinácii s GNSS, špecifické technológie prenosu signálov ako aj prostriedky a metódy rádiových frekvencií identifikácie.

## POĎAKOVANIE

Táto práca vznikla vďaka podpore projektu Operačného programu Výskum a vývoj Centrum excelentnosti na podporu rozhodovania v lese a krajine, ITMS kód 26220120069, spolufinancovaného z Európskeho fondu regionálneho vývoja ako aj projektu 7FP Future oriented integrated management of European forest landscapes INTEGRAL, Grant Agreement Nr. 282887.

## LITERATÚRA

- BASKENT, E. Z.; KELES, S. (2005): Spatial forest planning: A review. *Ecological Modelling*, Vol. 188, Issues 2-4(10), 145-173.
- BURSTEIN, F., HOLSAPPLE, C., W. (2007): New horizons at the core of information systems: decision support system advances. *ISeB*. 2007, 6: 109-115.
- BURSTEIN, F., HOLSAPPLE, C. (2008): Handbook on Decision Support Systems, 1. Basic Themes, Springer-Verlag, ISBN 97835-40487135
- BURSTEIN, F., HOLSAPPLE, C. (2008): Handbook on Decision Support Systems, 2. Variations Springer-Verlag, ISBN 97835-40487159
- FABRIKA, M. (2002). Multifunctional optimisation of stand tending by SDSS and growth modeling. In: Proceedings of International Symposium Management and modeling multifunctional forests enterprises and properties, Sopron, Hungary, May 26 – 28, s. 41-53.
- FABRIKA, M., ĎURSKÝ, J. (2005). Stromové rastové simulátory. EFRA, Zvolen, 112 s., ISBN 969434-7-2.
- FABRIKA, M., ĎURSKÝ, J., (2005): Algorithms and software solutions of thinning models for SIBYLA growth simulator, *Journal of Forest Science*, 51, 2005 (10): 431-445
- FABRIKA, M., PRETZSCH, H. (2011): Analýza a modelovanie lesných ekosystémov, Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen 2011, 599 s., ISBN: 978-80-228-2181-0
- HASENAUER, H. (2006). Sustainable forest management. Growth models for Europe. Springer Berlin Heidelberg New York, 398 s., ISBN 978-3-540-26098-1.
- HEINIMANN, H., R. (1994): Conceptual design of a spatial decision support system for harvest planning, In: International Seminar on Forest Operations under Mountainous Conditions, Proceedings, July 24-27, 1994, Harbin China, pp. 19-27
- HEINIMANN, H., R.: Präzision-Forstwirtschaft – was ist das?, *Schweiz Z Forstwes* 158 (2007) 8: 235 – 242
- HEINIMANN, H., R.: A concept in adaptive ecosystem management – An engineering perspective, *Forest Ecology and Management* 259 (2010) 848 – 856
- KNOKE, T., HAHN, A., SCHNEIDER, T. (2010): Linking Inventory and Forest Optimisation: Information and decision-making in forest management, *Eur J Forest Res* (2010) 129:771-775
- PERSSON, Å., HOLMGREN, J., SODERMAN, U., OLSSON, H. (2004). Tree species classification of individual trees in Sweden by combining high resolution laser data with high resolution near-infrared digital images. In: ISPRS Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment, Freiburg, Germany, 3-6 October, Albert Ludwigs University, Freiburg, s. 258 - 261.



---

REYNOLDS, K., M.: Integrated decision support for sustainable forest management in the United States: Fact or fiction?, *Computers and Electronics in Agriculture* 49 (2005) 6-23

ROBERTS, J., W., TEFAMICHAEL, M., VAN AARDT, J., AHMED, F., B. (2007). Forest structural assessment using remote sensing Technologies: an overview of current state of the art. In: *South Hemisph. For J* 69, s. 183 – 203.

THIES, M. SPIECKER, H. (2004). Evaluation and Future Prospects of Terrestrial Laser Scanning for Standardized Forest Inventories. In: *Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XXXVI, Part 8/W2, s. 192-197, ISSN 1682-1750.

VAN LEEUWEN, M., NIEUWENHUIS, M. (2010). Retrieval of forest structural parameters using LiDAR remote sensing. In: *European Journal of Forest Reaserch*, 129 (4), s. 749-770.