

TRENDS OF USING GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS IN AGRICULTURE

TRENDY VYUŽITÍ GEOGRAFICKÝCH IS V ZEMĚDĚLSTVÍ

Dana Vynikarová

Anotace

V současné době se využívání výpočetní techniky stalo běžnou součástí života v naší společnosti. Výjimkou proto není ani stále častější uplatňování se digitálních technologií v zemědělství. Jedním z typů IS, které jsou v oblasti zemědělství významně zastoupeny a využívány jsou právě geografické informační systémy.

Z výše uvedených důvodů se tento článek zabývá možnostmi využití geografické informatiky ve prospěch zemědělství, popřípadě také lesnictví, vodního hospodářství, krajiny tvorby, ekologie a dalších disciplínách úzce svázaných s problematikou zemědělství jako celku.

Článek čtenáře seznamuje s principy využití geografické informatiky, jakožto vědeckého oboru, který se zabývá problémy získávání, ukládání, interpretace, analýzy, interpretace, distribuce, vizualizace a využívání geodat a geoinformací pro potřeby rozhodování, plánování a správy zdrojů v zemědělství. S problematikou geoinformatiky jsou úzce spjaty termíny geodata, geoinformace, geoinformační technologie a geoinformační věda, jejichž společným jmenovatelem je zdůraznění významu prostorových aspektů zpracovávaných dat a informací. Geoinformačními technologiemi lze nazvat specifické informační technologie, které jsou určeny pro získávání, ukládání, integraci, analýzu, interpretaci, distribuci, užívání a vizualizaci geodat a geoinformací v zemědělství.

Cílem práce je zmapovat ty druhy geografických informačních systémů, které jsou v zemědělství nejvíce využívány, zhodnotit jejich přínosy pro danou oblast a odhadnout trendy jejich budoucího využití a dalšího rozvoje.

Nejčastějším příkladem využití geografických informačních systémů v zemědělské praxi jsou digitální modely terénu, dálkový průzkum Země, prostorové databáze, digitální fotogrammetrie, družicové polohové systémy, prostorové značkovací jazyky (GML, TGML), geoweb a mnoho dalších. Specifickou oblastí využití GIS je GPS (globální navigační systém), který lze také využít zemědělství, například pro měření a mapování výnosů, aplikace hnojiva, apod.

Summary

Using computer technique has become common part of life in our world in the present time. There is no exception in using digital technologies in agriculture. One of types information systems, which are represented and used in agriculture, are geographical information systems.

Because of this reason, this article will deal with the possibilities of using geographical informatics to the benefit of agriculture, further forestry, water service and another disciplines, which are deeply joined with problems of agriculture.

This article inform readers about principles of using geographical informatics as science field, which deals with problems of getting, saving, interpretation, analysis, interpretation, distribution, visualization and using geodata and geoinformations for the needs of decision, planning and management the sources in agriculture. With problems of geoinformatics relate expressions like geodeta, geoinformations, geoinformation technologies and geoinformation science. Geoinformation technologies are specific information

technologies, which are designate for getting, interpretation, distribution, using and visualisation of geodata and geoinformations in agriculture.

The aim of this article is to map type sof geographical informations systems, which are mostly used in agriculture, evaluace their benefits for this field and forecast trends and possibilities of using GIS in the future.

Most frequent example of using geographical informations systems in the agricultural praktice are digital models of landscape, data communication of the Earth, space databasis, digital fotogrammetrie, satelite positional systems, space marque languages, geoweb and many others. Specific kind of using GIS is global positioning systém, which is possible to use in agriculture, for example for measuring and mapping land revenue, aplication of manure, and so on.

Klíčová slova:

digitální technologie, geografické informační systémy, geodata, geoinformace, geoinformační věda, zemědělství

Key words:

digital technologies, geographical information systems, geodata, geoinformations, geoinformation science, agriculture

1. Úvod

Využití výpočetní techniky a informačních technologií jako celku se stalo běžnou součástí mnoha oborů lidské činnosti. Výjimkou není ani integrace těchto technologií do oblastí zemědělství. Zemědělství však na rozdíl od ostatních oborů (obchod, průmysl, atd.) je závislé na dalších specifických faktorech, jako jsou například klimatické a půdní podmínky, znečištění životního prostředí, apod. proto i na informační technologie a software využívaný v zemědělství jsou kladeny specifické nároky a odlišují se od klasických technologií využívaných v jiných oblastech, nezátížených specifickými faktory.

Jednou z nejpřínosnějších možností aplikace informačních technologií v zemědělství je využití geografických informačních systémů. V oblasti informatiky, tudíž i geoinformatiky probíhá neustálý vývoj, tudíž dochází ke zvyšování kvality těchto IS a ke zvyšování četnosti jejich využití, což by mělo mít příznivý dopad i na oblast zemědělství.

2. Cíl a metodika

Cílem článku je zmapovat trendy využití geografických informačních systémů v oblasti zemědělství a oblastech se zemědělstvím úzce souvisejících, jako je například lesnictví, vodní hospodářství, ekologie, apod. a dále zhodnotit výhody, nevýhody, přínosy a význam implementace geografických informačních systémů v oblasti zemědělství.

Vlastnímu rozboru stávající situace využívání GIS v zemědělství bude předcházet analýza vývoje geografických informačních systémů a jejich významu jako celku. Dalším krokem tvorby této práce bude ohodnocení vybraných technologií založených na bázi geografických informačních systémů z hlediska jejich přínosů, ale i případných nedostatků a celkového významu pro oblast zemědělství. Nezbytnou součástí práce by také měla být predikce vývoje a využití geografických informačních systémů v oblasti zemědělství v budoucnosti.

3. Využití GIS v zemědělství

3.1 Historie vývoje GIS

Teorie geografických informačních systémů (zkráceně GIS) je poměrně mladá a nemá proto jednotné třídění ani terminologii. Označení GIS zavedl v roce 1963 R. F. Tomlinsen. Dodnes však neexistuje jednotná standardní definice pojmu GIS, ačkoliv na stránkách odborné teorie a tisku probíhá už několik let diskuse jak o samotné definici, tak i o termínech problematiku provázejících. Situaci v naší republice navíc komplikuje skutečnost, že kolébkou GIS jsou anglicky mluvící země (pevné aplikace byly vytvořeny v polovině 70. let v Kanadě). Překlady anglických termínů se mnohdy velmi odlišují, často dochází k významově nepřesným překladům.

K progresivnímu vývoji v oblasti geoinformačních technologií (geografické informační systémy – GIS, dálkový průzkum Země – DPZ, digitální modely terénu – DMT a další) začalo docházet od roku 1994. V této době se začaly objevovat nové geoinformační technologie, jako jsou například družicové navigační a polohové systémy (systém GPS, nově i systém GALILEO), došlo k výrazné inovaci existujících geoinformačních technologií, jako je například digitální fotogrammetrie nebo nové senzory a principy snímání v oblasti DPZ, nové metody vyhodnocování geodat, nové analytické postupy i nové možnosti modelování, nové možnosti v oblasti prezentace výsledků analýz a modelování, a to až směrem k 3D až 3D+T virtuální realitě apod.

To vše je navíc bylo provázeno neustálým poklesem cen geodat a tím i jejich zpřístupňování širokému okruhu uživatelů. Rovněž geoinformační technologie se postupně stávali dostupnějšími pro široké spektrum uživatelů a díky těmto trendům vzrostly i možnosti jejich praktického uplatnění. Další trend, který se v této oblasti počal objevovat, bylo propojování až integrace komunikačních, informačních a geoinformačních technologií.

Tímto začaly vznikat technologické základy zcela nových tříd aplikací v oblasti dopravy a mobility, turismu, e-map, monitorování životního prostředí a hodnocení rizik, modelování pro potřeby prevence, varování a likvidace mimořádných událostí, poskytování služeb v závislosti na aktuální poloze uživatele, ale i v oblasti zábavy, chytrých mechanismů distribuce a dodávání služeb i zboží apod. S tím vším samozřejmě souvisí i rozvoj teoretického základu geoinformačních technologií, a tím je geoinformatika. K nejnovějším směrům rozvoje patří časoprostorové indexování, časoprostorové datové struktury, ontologie, časoprostorové dotazování, časoprostorové značkovací jazyky, problematika interoperability a standardů apod.

3.2 Co je GIS?

Zkratka GIS vznikla ze tří slov "**Geographical Information System**". Je vhodné zamyslet se nad významem jednotlivých slov. Pojem "geografický" je adjektivum od slova geografie. Slovo geografie pochází z řečtiny a je složeno ze dvou slov:

- *geo* (řecky gé je Země)
- *grafie* (řecky graphein znamená psát)

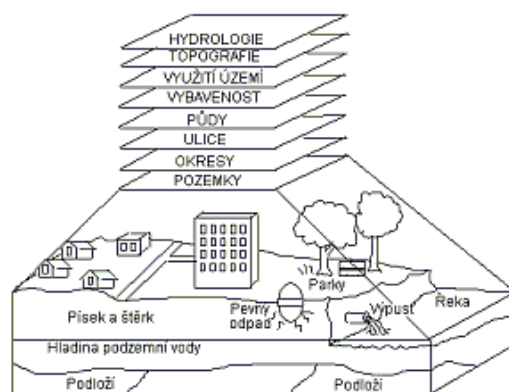
Geografický Informační Systém (GIS) je technologie a nástroj, který používá a zpracovává údaje polohově vázané k povrchu Země, je schopný pracovat s digitálními mapami i s popisnými databázemi, propojit prostorové (grafické) a popisné (negrafické) databázové údaje, vyhodnocovat požadavky, které kombinují klasické databázové dotazy s geografickými údaji, vyhledávat a analyzovat databázové údaje prvků a výsledky pak

přehledně zobrazit ve formě mapových výstupů, sestav, apod. Základními složkami této technologie jsou:

- data (prostorová a popisná)
- uživatelé + znalosti
- technické prostředky (počítače, scannery, tiskárny)
- programové prostředky (např. ArcView, Gisel, T-MAPVIEWER)

Tato technologie zaznamenala boom ve vyspělých zemích v 80 letech tj. v době, kdy technické prostředky byly natolik pokročilé, že umožnily její nasazení. Dostatečně výkonné počítače se tehdy přiblížily uživatelům tak, aby bylo možno pracovat s graficky znázorněnými prostorovými daty tam, kde je zapotřebí. Bylo tak možno dostat na pracovní stoly model "reálného světa". U nás v současnosti zažívá nasazení technologie GIS snad ještě větší rozmach v důsledku uvolnění embarga na software a hardware po roce 1989.

Většina objektů, jevů a činností v reálném světě se vztahuje k určitému místu. Tyto objekty se vyskytují v daném prostoru společně s mnoha dalšími a navzájem se ovlivňují. Proto je znalost umístění a vzájemných prostorových souvislostí mezi objekty velmi významná a může sehrát důležitou roli v řadě oborů lidské činnosti. Pro řadového uživatele to znamená, že v počítači musí mít zaznamenána data v podobě údajů o objektu (klasické



Obr. 1 Prostorová data GIS znázorňující jednotlivé složky reálného světa v podobě digitálních vrstev

datováze, tabulky, textové dokumenty, videosekvence, snímky, výkresy) a současně i údaje o jeho poloze (dané zeměpisnými souřadnicemi objektu). Tomuto typu dat říkáme geografická (nebo též prostorová) data a počítačovému systému, který umožňuje ukládat a využívat taková data, říkáme geografický informační systém.

3.3 Možnosti využití GIS v oblasti životního prostředí

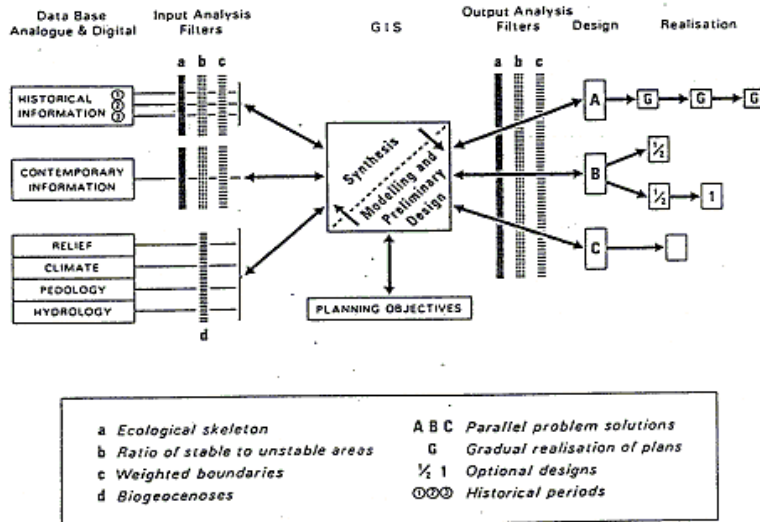
Technologie geografických informačních systémů v rámci řady přírodovědných disciplín se nejčastěji uplatňuje jako nástroj pro:

- Vedení grafické dokumentace vědecko-výzkumných projektů a studií
- Tvorbu počítačových map a řady grafických digitálních výstupů
- Modelování prostorových jevů (objektů a procesů)

V oblasti životního prostředí se GIS používá např. pro vyhledávání zdrojů znečištění, monitorování stavu ovzduší a následné vyhodnocení jeho změny v závislosti na čase, správu chráněných území, určování biotopů, evidencí skládek, monitorování přírodních zdrojů, modelování následků ekologických katastrof, či jako základ pro plánování v dané lokalitě.

GIS můžeme v procese tvorby dokumentace ZCHU chápat v dvou rovinách:

- **integrující databázové prostředí**, ve kterém jsou shromažďovány všechny získané údaje, a které nám umožňuje rychlým způsobem získat požadovanou informaci (pomocí dotazování), průběžně doplňovat a měnit existující údaje podle aktuálních změn, vytvářet kartografické výstupy ze získaných dat a plnit jiné úlohy databázového charakteru.
- **integrující pracovní prostředí**, ve kterém máme kromě databázových možností i nástroje na realizaci některých analyticko-syntetických metod krajinné ekologie.



Obr. 2 Role GIS v managementu krajiny (DOWNEY, 1991)

Z hlediska efektivnosti využití geoinformačních technologií při péči krajinu a obzvláště ZCHU je použití takových to analytických nástrojů velmi žádoucí vzhledem k rychlosti a exaktnosti zpracování. Síla GISů se projevuje zejména při tvorbě nových informačních vrstev (map) ze získaných údajů s možnou modelací alternativních scénářů v případě zájmových střetů a rizik v krajině. Znamenají tak účinnou podporu při rozhodování a proto by měly nacházet odůvodněné uplatnění v územním plánování, managementu krajiny a její ochraně.

Prostorové modelování lze dále doplnit o dynamický prvek využitím map a snímků z různých časových horizontů a provádět sledování prostorových změn v krajině v časovém rozpětí několika let až několika desítek let či hledání příčin a důsledků např. snížené retence krajiny.



Obr. 3 Analýza potenciálu infiltrace a návrh revitalizace

Pozn.: Obrázek přibližuje vícekritériální analýzu potenciálu infiltrace a návrh revitalizačních opatření v povodí Soboteckého potoka. Tato data jsou dále využívána v aplikaci "Krajinotvorné programy" na Ministerstvu životního prostředí ČR a okresních úřadech.

3.4. Využití GPS při mapování výnosů

Globální navigační systém (GPS) lze také použít v oblasti zemědělství. GPS pracuje nezávisle na specifice provozní infrastruktury. Znamená to, že provozovatelé nejsou odkázáni např. na dodržování jízdních pruhů a pod. GPS lze například využít při sklizních pro měření a mapování výnosů. Signály vysílané satelity jsou přijímány mobilním přijímačem na sklízecí mlátičce a druhým přijímačem na statku. Oba přijímače jsou mezi sebou propojeny rádiem. Neustálým srovnáváním zjišťovaných poloh dosahuje tento diferenční GPS vysoké přesnosti.

Základem této technologie je DATAVISION, **monitorovací, řídicí a informační systém**, který poskytuje dokonale komplexní obraz a výkonu sklízecí mlátičky a o vlastní sklizni. Od otočení klíčkem spínací skříňky se pozornost řidiče soustředí na monitor systému DATAVISION. Stisknutím tlačítka jsou na monitoru k dispozici všechny informace a možnosti nastavení funkcí. Systém DATAVISION varuje řidiče v případě špatné funkce nebo v případě možných závad zastaví motor. Nejlepší funkcí je **měření výnosů a kontrola intenzity sklizně**.

Koncepce mapování výnosů je založena na **srovnávání dvou skupin dat: o výnosu plodiny a o poloze sklízecí mlátičky**. Pomocí GPS jsou tato data společně vyhodnocena a přesně určena jejich vzájemná závislost. Data jsou zaznamenána palubním počítačem a pomocí čipové karty přenášena z mlátičky do počítače na statku a následně na traktor a na připojené dávkovací zařízení. Tak vznikne přesná výnosová mapa, zobrazující rozdílné výnosy na různých polích i odchylky v rámci jednoho honu. Tyto **údaje pomáhají zemědělcům sestavit přesný plán hnojení a ochrany rostlin**. Systém je ekologický, protože pomáhá optimalizovat dávky hnojení a chemické ochrany rostlin.

3.5 Aplikace hnojiva na základě GPS

Výnosy a kvalita jsou výsledkem ošetření pole a jeho potenciální úrodnosti. Pro optimální pěstování plodin není ideální ošetřovat celé pole stejným způsobem. **Rozvrhování aplikace hnojiva na základě GPS** prakticky vyzkoušela **dánská firma Bogballe** během čtyř let na různých místech Evropy (Dánsko, Velká Británie, Německo).

Automatické rozvrhování aplikace hnojiva je nutná pro farmáře, kteří chtějí dosáhnout optimálních výnosů při minimální spotřebě hnojiva. Farmy se zvětšují a registrace úrodnosti poskytuje lepší informace. **Automatizace se týká vyhodnocování podkladů pro rozhodování farmáře, bez kterého se řízení procesu hnojení neobejde.**

Rozvrh aplikace hnojení provádí opět počítačový **program**. Pole se rozdělí na malé úseky, které dostávají individuální dávky hnojiva, orientované na optimální výnos. Program poskytuje kompletní dokumentaci o úpravě každého úseku a celých polí. Například firma Bogballe již delší dobu vyrábí **rozmetadla se zabudovaným čidlem pro měření hmotnosti**. Spojením rozmetadla EXW s váhovým čidlem a Calibratoru 2002 se získá automatický systém, který přináší nejen ekonomické, ale i ekologické výhody. Calibrator 2002 je elektronický řídicí systém, umožňující snadno nastavit správné množství rozmetaného hnojiva. Přibližná hodnota kalibrátoru se nastaví na základě zkušeností. Na poli se rozmetá prvních 200 kg hnojiva a po zastavení se stisknou dvě tlačítka. Tím je zkouška rozmetání (nastavení kalibrátoru na daný typ hnojiva) hotová. Kalibrátor dále sám řídí výpustní hradítka podle rychlosti jízdy a automaticky dodržuje předepsanou dávku hnojení v kg/ha. **Calibrator 2002 umožňuje plynulou změnu dávky hnojiva (kg/ha) až o 40 % během jízdy**. Calibrator 2002 provádí přesnou kalkulaci hmotnosti a velmi dobrou kontrolu postupu rozmetání. Poskytuje průběžný výpočet rozmetané hmotnosti a údaje o ha, kg/ha a délce trasy.

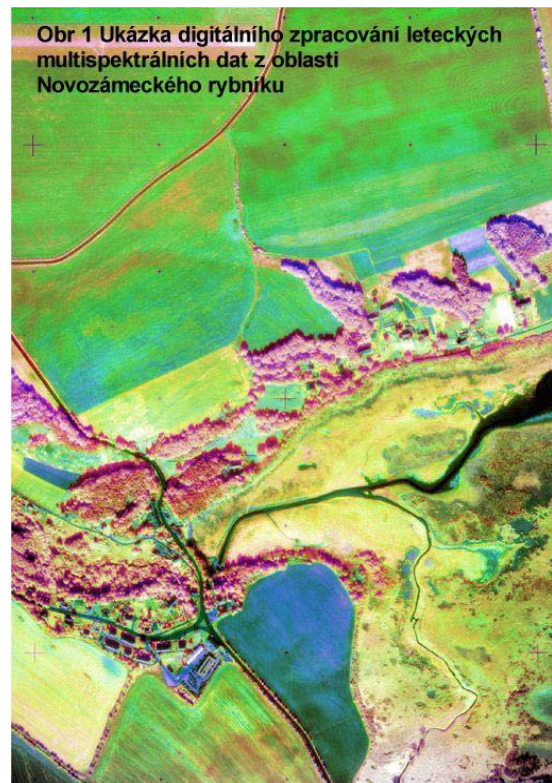
3.6 Dálkový průzkum země při ochraně přírody a krajiny

Dálkový průzkum Země (DPZ) je vědní obor, který se zabývá pořizováním, zpracováním a interpretací dat o objektech a jevech na zemském povrchu získaných na dálku, tedy bez vstupu do fyzického kontaktu s těmito objekty a jevy. Takto získaná data existují a mohou být pořizována, zpracovávána a interpretována buď v analogové podobě, představované různými typy fotografických záznamů a nebo v podobě digitální.

Oddělení dálkového průzkumu Země Agentury ochrany přírody a krajiny ČR navazuje na práce dřívější v rámci ČÚOP existující Laboratoře dálkového průzkumu Země (LADAP), která zahájila systematické letecké snímkování velkoplošných chráněných území (VCHÚ).

Pro tyto účely je využívána multispektrální kamera, pořizující současně záznamy ve 4 volitelných spektrálních pásmech, které jsou následným analogovým postupem zpracovávány do podoby černobílých odvozenin nebo s využitím multispektrálního projektoru do podoby barevných syntéz. Během 20 let se tímto způsobem podařilo nasnímkovat většinu území VCHÚ a některé další lokality. Vzhledem k postupnému fyzickému stárnutí používaných kamer ale i vzhledem k nově vznikajícím požadavkům na kvalitu snímkování jsou využívány také měřické kamery pořizující fotografické záznamy na černobílé, barevné a spektrozónální materiály.

Všechny tyto získané materiály se shromažďují v archivu. Kromě vlastního realizovaného leteckého snímkování jsou v archivu uloženy také letecké snímky (fotografie, negativy a diapositivy) z lokalit nasnímkovaných jinými organizacemi a to zejména Vojenským topografickým ústavem v Dobrušce, který disponuje nejrozsáhlejším archivem aktuálních i historických leteckých snímků. Archiv AOPK obsahuje v současné době více než 21.000 scén. Zvětšeniny z těchto scén jsou průběžně poskytovány příslušným zainteresovaným správám CHKO případně dalším zájemcům z řad odborné veřejnosti. Přes nastupující nové způsoby snímkování (skenery a digitální fotoaparáty) jsou klasické analogové fotografie vzhledem ke své vysoké rozlišovací schopnosti (lepší než 1 metr) stále vhodným a nezastupitelným zdrojem informací. V poslední době se uplatňuje trend převádění těchto primárně analogových záznamů do digitální podoby a to ve spojitosti s tvorbou ortofotosnímků, tedy snímků u kterých jsou odstraněny geometrické deformace vzniklé díky zvolenému systému snímkování a proměnným výškovým poměrům na dané scéně. Georeferencováním takovýchto ortofotosnímků se získává plnohodnotný podklad do prostředí geografických informačních systému (GIS), který je aktuálním doplňkem ostatních geografických podkladů (topografických map). Pro potřeby řešení úkolů je v současnosti v archivu AOPK ČR k dispozici pro celé území ČR bežešvá černobílá ortofotomapa s rozlišením cca 0,5 metrů a různé typy digitálních ekvivalentů topografických map.



Kromě leteckých snímků jsou využívány i různé typy satelitních snímků. Zatímco letecké snímky zachycují na jedné scéně plochu o velikosti několika km², pokrývají satelitní scény plochu několika desítek až stovek km² a poskytují tak regionálnější pohled na zájmové území samozřejmě za cenu příslušně nižší rozlišovací schopnosti, která se pohybuje v rozsahu jednotek až desítek metrů. Tak je v AOPK ČR k dispozici datový soubor satelitních dat typu LANDSAT pokrývající celé území ČR s rozlišením 30 m a pro vybrané lokality studované v rámci různých grantových projektů i data typu SPOT s rozlišením 20 resp. 10 metrů a data typu IRS s rozlišením 5 metrů.

V rámci ochrany přírody jsou data DPZ a fotodokumentace používána hlavně jako podpůrný prostředek k inventarizaci a zjištění aktuálního stavu zájmových objektů. Díky časové řadě je možné sledovat vývojové změny a usnadňovat tak navržení nezbytných managementových opatření. V případně kalamitních situací (bolševník, kůrovec, obaleč dubový, záplavy apod.) jsou operativně pořízené letecké případně satelitní snímky jednou ze základních informací pro odhady škod a návrhy prací pro jejich odstranění. Informace obsažená v datech DPZ je kvalitativně odlišná (bohatší) a obvykle aktuálnější než ostatní dostupné typy geografických informací. Jejich využití při terénních výzkumech a zejména v kombinaci s ostatními vrstvami při řešení úloh v prostředí GIS (modelování) se plně osvědčuje při budování a aktualizaci databáze MCHÚ, řešení grantových projektů vyhlášených MŽ ČR, při řešení diplomových prací a v dalších na ochranu přírody zaměřených úkolech řešených různými organizacemi.

4. Závěr

Je zřejmé, že technologii GIS lze velmi účinně a s výraznými výsledky využít také v zemědělství a příbuzných oborech. Technologie GIS nabízí různé možnosti prostorové analýzy a modelování, které jsou například dobře využitelné pro studium krajiny, stanovišť jednotlivých živočišných i rostlinných druhů a podobně. Hlavním účelem analýz je lokalizace míst potenciálních střetů mezi uživateli/vlastníky a ochranou přírody (krajiny) a hledání optimálních řešení a opatření. Dalšími možnostmi využívání této technologie je například při měření a mapování sklizně, přesné aplikace hnojiv, a podobně. Možností využití GIS v zemědělství je samozřejmě mnohem více, avšak jejich výčet přesahuje rozsah této práce.

GIS technologie jsou poměrně drahé a relativně drahý je rovněž jejich provoz. To nelze popřít. Jsou ale účinnou prevencí před riskantními postupy a neobjektivním rozhodováním o území. Jako je finančně nevyčísitelné samo přírodní bohatství, je nevyčísitelná také finanční úspora v případě, že toto bohatství zůstane zachováno. Z tohoto důvodu je pak investiční i provozní nákladnost systémů pouze relativní. Proto by v zákrocích, týkající se krajiny (kam spadá i oblast zemědělství) bylo účelné zvyšovat četnost využití vhodných geografických informačních systémů.