



IFER - ÚSTAV PRO VÝZKUM LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ, S.R.O.

Metodika inventarizace krajiny CzechTerra

Zpracovali:

Martin Černý, Emil Cenciala, Jana Beranová

Duben 2009

OBSAH:

KONCEPCE SYSTÉMU INVENTARIZACE KRAJINY	3
SÍŤ PLOCH INFORMAČNÍHO SYSTÉMU	3
HODNOCENÍ NA LOKALITĚ	4
HODNOCENÍ NA INVENTARIZAČNÍ PLOŠE	6
UPLATŇOVANÉ METODICKÉ POSTUPY	8
KLASIFIKACE LETECKÝCH SNÍMKŮ	8
VYHODNOCENÍ KLASIFIKOVANÝCH SNÍMKŮ	11
TERÉNNÍ ŠETŘENÍ NA INVENTARIZAČNÍ PLOŠE	12
VYHODNOCENÍ INVENTARIZAČNÍHO ŠETŘENÍ	15
TECHNOLOGICKÁ PODPORA INVENTARIZACE KRAJINY	16
LOGISTIKA INVENTARIZACE KRAJINY	18
REFERENCE	19

PŘÍLOHA

MAPY ZNÁZORŇUJÍCÍ ROZLOŽENÍ PLOCH PRO 1. AŽ 5. ROK ŠETŘENÍ

Koncepce systému inventarizace krajiny

Systém inventarizace krajiny je koncipován jako efektivní, flexibilní a dynamický informační systém, který vypovídá o vývoji a stavu krajiny pro potřeby vykazování České republiky na mezinárodní úrovni.

Stav a změny základních charakteristik jsou sledovány v trvalé síti ploch na základě kvantifikovatelných údajů (indikátorů). Informace odvozené, tj. informace o konektivitě a fragmentaci krajiny, údaje o produkci apod., se vypočítávají standardními matematicko-statistickými postupy.

Informační systém naplňuje tato kritéria:

- Reprezentativnost na úrovni České republiky
- Pokryv všech hlavních kategorií využití území
- Efektivní, statisticky vyhodnotitelný systém sběru údajů
- Optimalizované spektrum údajů pro široké využití
- Schopnost kvantifikace změn v krátkém časovém intervalu
- Transparentní a verifikovatelné metody
- Ekonomická nenáročnost
- Otevřenost z hlediska spektra atributů a možnosti rozšiřování
- Otevřenost z hlediska mezinárodního srovnání
- Otevřenost z hlediska dostupnosti dat

Systém je tvořen sítí ploch o hustotě 7x7 km s pokrytím celého území České republiky a dostatečnou statistickou průkazností hlavních šetřených veličin v tomto měřítku. Tento systém je schopen zajistit relevantní informace o rozlohách všech typů využívání území (les, orná půda, louky a pastviny, mokřady a vodní plochy, zastavěná území, ostatní) a průběžně je aktualizovat. Údaje jsou jednoznačně statisticky kvantifikovatelné.

Zvlášť významná je otevřenost systému, a to z hlediska možnosti adjustovat spektrum sledovaných atributů, z hlediska mezinárodního srovnání a dostupnosti údajů pro širokou odbornou veřejnost (viz níže). Systém poskytuje konzistentní a aktuální informaci o stavu a vývoji terestrických ekosystémů a vybrané detailní informace vyžadované pro potřeby mezinárodních dohod a umožní konzistentní a efektivní strategické plánování rozvoje krajiny.

Sada šetřených indikátorů odpovídá požadavkům mezinárodního výkaznictví tak, jak je vyhlásila Ministerská konference o udržitelném hospodaření v lesích (MCPFE, Vídeň, 2002), jak je pro potřeby emisní inventury skleníkových plynů stanovily Zásady dobré praxe (IPCC, 2003) a jak je doporučila členským státům vědecká komise Úmluvy o biodiverzitě.

Sít' ploch informačního systému

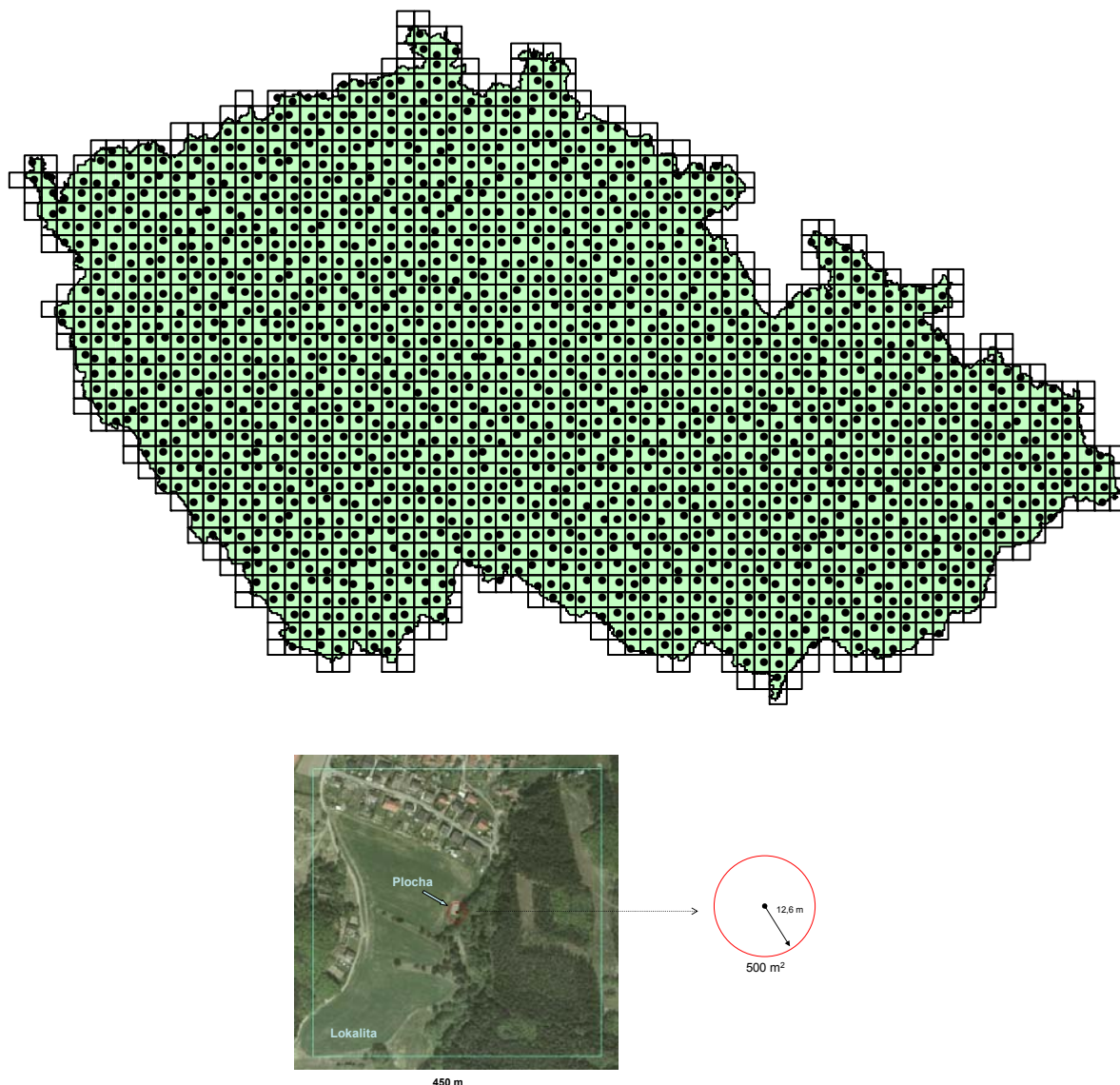
Jádrem informačního systému je vlastní systém vzorkovacích ploch. Systém jejich rozmístění odpovídá síti 7x7 km. V rámci každého čtverce sítě, který je určen svým středem, je náhodně umístěn čtverec o hraně 450 m (lokalita), v jehož středu bude jedna kruhová vzorkovací plocha o výměře 0.05 ha, tj. plocha o poloměru 12.62 m.

Hustota sítě byla odvozena tak, aby zajistila požadovanou intenzitu vzorkování a ve výsledku i požadovanou přesnost na úrovni republiky. K dispozici je 1599 lokalit. Podle katastrálních rozloh tří nejvýznamnějších územních kategorií je odhad umístěných ploch následující (zaokrouhleno na desítky): orná půda – 670 ploch, porostní půda – 530 ploch, louky a pastviny – 200 ploch. Nejmenší zastoupení mají kategorie zastavěného území (bez dopravní infrastruktury, která je zahrnuta v jiné územní kategorii) a vodních ploch včetně mokřadů, a to přibližně po 30-ti plochách každá z nich.

Inventarizační systém tvoří:

1. lokality - tj. interpretační plochy, na kterých probíhá klasifikace leteckých snímků
2. trvalé kruhové inventarizační plochy o poloměru 12,62 m, tj. o rozloze 500 m², na kterých probíhá venkovní šetření

Základní jednotky informačního systému jsou graficky znázorněny na obrázku č. 1



Obr. 1: Schematické znázornění základního informačního systému – síť 7 x 7 km, rozmístění lokalit v rámci sítě, detail lokality a inventarizační plochy

Hodnocení na lokalitě

Šetření na lokalitě má za cíl:

- zjistit rozlohu základních kategorií užití území (členění podle katastru)
- zjistit rozlohu lesa v souladu s definicí lesa podle NIL
- zjistit rozrůzněnost (horizontální a vertikální) uvnitř lesních komplexů
- zjistit základní aspekty fragmentace a konektivity krajiny
 - i) délka hranic mezi kategoriemi využití krajiny,
 - ii) rozloha a charakter prvků harmonické kulturní krajiny a přírodě blízkých prvků (stromořadí, meze, zarůstající louky, neobdělávané plochy uprostřed obdělávaných, jednotlivé stromy)

Přehled indikátorů, které jsou sledovány pomocí klasifikace leteckých snímků je uveden v tabulce 1.

Tabulka 1: Přehled indikátorů, které jsou sledovány cestou klasifikace leteckých snímků

Indikátor	Vykazovací povinnost
Typ krajiny	Evropská úmluva o krajině
A – člověkem pozměněná	
B – přechodná	
C – přírodní	
Rozloha podle druhu využití území	Emisní inventura, Úmluva o biodiverzitě
- lesní půda (porostní půda, lesní školka, bezlesí) – definice NIL	
- zemědělská půda (kategorie katastru, tj. orná půda, trvalé travní porosty, vinice/chmelnice, sad, zahrada)	
- vodní plochy (koryto vodního toku, vodní nádrž)	
- zastavěné plochy a nádvoří (budova, společný dvůr, zbořeniště, vodní dílo)	
- ostatní (dopravní infrastruktura, zeleň ve městech, manipulační plochy, dobývací prostor, skládka, neplodná půda)	
Indikátor	Vykazovací povinnost
Mozaika lesů v krajině, rozrůzněnost (vertikální a horizontální lesních ekosystémů)	Ministerská konference o ochraně evropských lesů
Rozloha vybraných ekosystémů a stanovišť	Úmluva o biodiverzitě
- lesní půda (porostní půda, lesní školka, bezlesí)	
- harmonická kulturní krajina a přírodě blízké prvky (stromy a skupiny stromů, keře a keřové formace, travní porosty a vysokobylinná vegetace, travní porosty s malým výskytem vysokobylinné vegetace, plochy bez vegetace)	
- vodní plochy, tekoucí vody	
Konektivita/fragmentace	Úmluva o biodiverzitě
- velikost polygonů vybraných typů území	
- délka hranic těchto polygonů	
- vzdálenost sousedních polygonů	
- atd.	

Podrobněji jsou postupy používané při klasifikaci zpracovány v samostatném metodickém postupu: „Metodika klasifikace leteckých snímků v systému inventarizace krajiny CzechTerra“.

Hodnocení na inventarizační ploše

Inventarizační plochy jsou v terénu zakládány a šetřeny pouze tehdy, pokud na nich je identifikován les nebo zeleň mimo les. Pro každou z ploch představující les nebo zeleň mimo les je hodnocena půdní a vegetační složka. Vegetační a půdní složka je šetřena z hlediska požadavků na trvale udržitelné hospodaření v lesích a uhlíkový reporting a zahrnuje všechny běžné základní veličiny. Aktuální stav lesa je zjišťován klasickým způsobem známým z podrobnějších programů statistické inventarizace lesa s tím, že počet sledovaných indikátorů je optimalizován a sběr údajů zefektivněn.

Rozsah šetření na inventarizační ploše založené ve středu lokality je ovlivněn určenou kategorií pozemku (tabulka 2). Přehled indikátorů, které jsou šetřeny cestou pozemního šetření je uveden v tabulce 3.

Tabulka 2: Sledované vrstvy databáze pro jednotlivé kategorie pozemku

Kategorie pozemku	Les		Harmonická kulturní krajina a přírodě blízké prvky			Ostatní pozemky
	Les-porostní půda	Les-bezlesí	Les podle FAO	OWL	Ostatní pozemky s dřevinnou vegetací	
Plocha	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Stromy	ano	ne	ano	ano	ano	ne
Hodnocení kvality kmene	ano	ne	ne	ne	ne	ne
Podplochy	ano	ano	ano	ano	ano	ne
Stanovistě	ano	ne	ano	ano	ano	ne
Odběr půdního vzorku	ano*	ne	ano*	ne	ne	ne
Popis opadu	ano*	ne	ano*	ne	ne	ne
Keře	ano	ne	ano	ano	ano	ne
Ležící kmeny	ano	ne	ano	ano	ano	ne
Pařezy	ano	ne	ano	ano	ano	ne
Diverzita	ano	ne	ne	ne	ne	ne
Obnova	ano	ne	ano	ne	ne	ne

* za předpokladu, že podplocha je označena lesem podle obou základních klasifikací (NIL a FRA)

Jednotlivé vrstvy databáze jsou sledovány v závislosti na identifikované kategorii pozemku:

V kategorii „Les“ se šetří

- Zásoba, věková nebo tloušťkové rozložení (v závislosti na lesním typu), zásoba uhlíku, druhová skladba, druh obnovy, přirozenost porostu, výskyt introdukovaných dřevin, objem mrtvého dřeva
- Rozloha lesa podle definice FAO a NIL
- Diverzita porostu (struktura)
- Kvalita těžebního fondu
- Zásoba uhlíku v půdě, odběr půdní sondou v minerálním i organickém horizontu
- Půdní typ

V kategorii „Harmonická kulturní krajina a přírodě blízké prvky“ se šetří

- Rozloha lesa podle definice FAO
- Zásoba uhlíku v nadzemní biomase stromů
- Půdní typ

Tabulka 3: Přehled indikátorů, které jsou sledovány cestou pozemního inventarizačního šetření

Indikátor	Vykazování pro
Zásoby	Ministerská konference o ochraně evropských lesů
Věková struktura, tloušťkové rozložení	
Zásoba uhlíku	
Přírůst a těžby	
Druhová skladba	
Obnova	
Přirozenost	
Introdukované druhy dřevin	
Oduřelé dřevo (stojící souše a ležící dřevo)	
Popis opadu (původ materiálu)	
Popis humusových forem	
Hloubka nadložní humusové vrstvy	
Půdní typ (odvozeno z pedologickým map)	
Půdní druh	
Skeletovitost minerálního horizontu	
Objemová hmotnost, oxidovatelný uhlík a celkový dusík v organickém a minerálním horizontu do hloubky 30 cm	
Kvalita těžebního fondu	
Diverzita porostu	
Rozloha lesa podle definice FAO	Ministerská konference o ochraně evropských lesů

Podrobněji jsou postupy používané při terénním šetření zpracovány v samostatném metodickém postupu: „Metodika terénního šetření v systému inventarizace krajiny CzechTerra“.

Uplatňované metodické postupy

Klasifikace leteckých snímků

Ke klasifikaci leteckých snímků lze přistupovat v zásadě dvěma způsoby:

1. Vektorizací, tj. zakreslování polygonů jednotlivých rozlišovaných tříd a jejich klasifikace
2. Přímým vytvářením tematického rastru zvoleného rozlišení, tj. klasifikace snímku pomocí čtvercové sítě (pro účely projektu 10 x 10 m), kdy každému ze čtverců je přidělen atribut třídy.

Pro potřeby inventarizace krajiny byl zvolen postup klasifikace pomocí rastru (ad. 2). Hlavní výhodou tohoto přístupu je větší objektivita při hodnocení snímků více operátory. Při klasifikaci pomocí rastru je čtverci vždy přiřazen atribut převládající třídy (rozlišované třídy udává tabulka 4). Rozhodujícím pravidlem je princip „středu a většiny“, tj. atribut je přiřazen podle vlastností pokryvu, které jsou ve středu čtverce a zároveň ve čtverci plošně.

Tabulka 4: Seznam klasifikačních jednotek

	Kategorie pokryvu	Typ pokryvu	Poznámka
Intravilán	Zástavba		Rozlišuje se typ zástavby
		Venkovský typ	1 -3. patrové domy, tradiční krytina, objekty a plochy pro drobné hospodaření
		Městský typ	souvislá zástavba okolo ulic, zahrady bez hospodářských budov, vyskytjí se ploché střechy, menší výrobní areály, lokální sklady
		Sídlště	vícepodlažní budovy, společné travnaté plochy, parkoviště
		Průmyslové zóny, obchodní centra	rozsáhlé průmyslové zóny, sklady
		Dopravní infrastruktura	silnice, železnice, letiště, parkoviště, manipulační plochy, mosty (není třeba přiřazovat zeleň),
	Zeleň v zástavbě		<i>Přiřazuje se k typu zástavby jako druhé číslo, výhradně v intravilánu, pouze u velkých celků zeleně</i>
		Nedřevní	travnaté plochy
		Stromy, keře	parky, aleje
	Ostatní		<i>Hodnotí se bez ohledu na typ zástavby</i>
		Vodní plochy – tekoucí voda	
		Vodní plochy stojaté	mimo bazény, koupaliště a aquaparky
		Nepłodná půda antropogenní	výsypky, skládky, lomy, dobývací prostory, koupaliště, aquaparky, bazény

Tabulka 4: Seznam klasifikačních jednotek (pokračování)

Extravilán	Les		Stromová vegetace, minimální velikost 400 m ² nebo šířka větší než 10 m, hodnotí se v souvislosti s 8 okolními čtverci (zápoj/růstové stádium/smíšení)	
		Listnaté	nad 90% listnatých	
		Smíšené		
		Jehličnaté	nad 90% jehličnatých	
		Holiny a porosty v Obnově	paseky a nezapojené porosty	
		Bezlesí	cesty, průseky (širší než 4 m)	
		Les (stromy a skupiny stromů HKK) - růstové stádium		
		Mladé porosty	velikost korun není rozlišitelná, zapojený porost	
		Střední věk	koruna o průměru 3-4 m, tvarovaná, kompaktní zápoj	
		Dospělé porosty	koruna s průměrem nad 4 m, plně vyvinutá, rozvolněný zápoj	
		Zemědělská půda		polní plodiny nevytrvalé, píce, jeteloviny, pastviny
		Orná půda		
		Skleníky		mimo intravilán - průmyslová výroba zeleniny
		Chmelnice		
		Vinice		
		Sady		pozemek s ovocnými stromy a keři, plantáže vánočních stromků na zemědělské půdě
		Trvalé travní porosty (TTP), kosené		kosené louky bez stromové a keřové vegetace, pastviny
		Harmonická kulturní krajina a přírodě blízké prvky		meze, zarůstající louky, sukcesní plochy, břehové porosty, okraje cest, porostní okraje, min. velikost prvku 3 m, min. šířka liniového prvku 3 m
		Stromy a skupiny stromů - listnaté		
		Stromy a skupiny stromů - smíšené		
		Stromy a skupiny stromů - jehličnaté		
		Keře a keřové formace		
		Travní porosty a vysokobylinná vegetace		neudržované okraje polí, porosty podél komunikací
		Travní porosty s malým výskytem dřevin		neudržované travní porosty zarůstající sukcesní vegetací
		Plochy bez vegetace		skály, písčité pásy

Tabulka 4: Seznam klasifikačních jednotek (pokračování)

Extravilán	Ostatní		
		Vodní plochy - tekoucí voda	
		Vodní plochy - stojaté	mimo bazény, koupaliště a aquaparky
		Neplodná půda antropogenní	výsypky, skládky, lomy, dobývací prostory, koupaliště, aquaparky, bazény
	Zástavba		
		Bez rozlišení typu	obydlí a nejbližší okolí, průmyslové a skladové objekty, přehrady
	Dopravní infrastruktura	silnice, železnice, letiště, parkoviště, manipulační plochy, mosty, min. šířka 3 m	

Před terénním šetření na inventarizačních plochách se provádí předběžná klasifikace leteckých snímků, jejímž cílem je zjistit, zda střed inventarizační plochy spadá do zájmové kategorie pro terénní šetření (les nebo harmonická a kulturní krajina a přírodě blízké prvky). Všechny lokality jsou pak podle svého středu rozděleny do tří skupin:

- Neles

Kategorie zástavba, zemědělská půda a ostatní. Hranice zástavby byly určeny pomocí vrstvy dmu25 (geoportál CENIA).

- Les nebo zeleň mimo les

Kategorie les a harmonická a kulturní krajina a přírodě blízké prvky

- Nutno ověřit v terénu

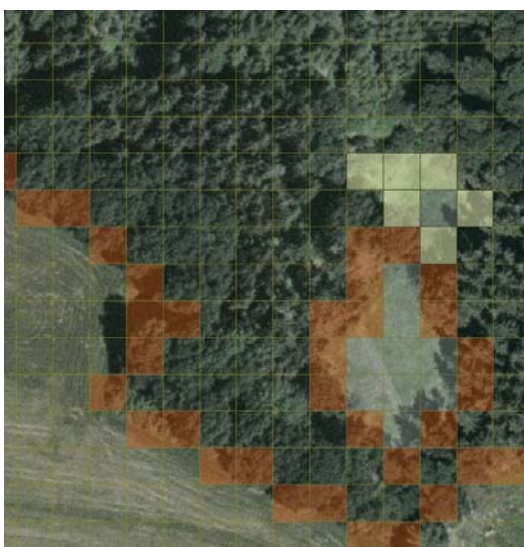
Do této kategorie byly zařazeny všechny sporné plochy, u kterých byla možnost posunutí středu do zájmové kategorie vlivem chyby v navigaci přes GPS (10-15m).

Vyhodnocení klasifikovaných snímků

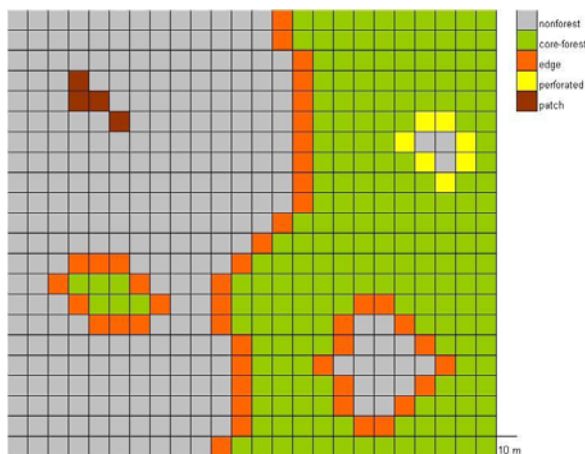
Klasifikace umožní další zpracování leteckých snímků cestou analýz v prostředí GIS. Vyhodnocována je rozloha a zastoupení jednotlivých klasifikačních jednotek (land use, land cover kategorie) a jejich prostorová konfigurace - struktura krajinné mozaiky.

Rozloha a zastoupení jednotlivých klasifikačních jednotek (land use, land cover kategorie) jsou vyhodnoceny matematicko statistickými postupy s pomocí nástroje Field-Map Inventory Analyst (podrobněji dále v textu).

V prostředí GIS se zpracovává informace o jádrových územích, hustotě, kontrastu či délce okrajů, sousedství nebo ploškovitosti, diverzitě apod., která přinese obraz o prostorovém uspořádání a charakteristickém modelu krajiny (obr.2 a 3).



Obr. 2: Výsledek klasifikace a vyhodnocení lesních okrajů pomocí rastru



Obr. 3: Výsledek klasifikace a vyhodnocení krajinné mozaiky na rastrově zpracovaném snímku

Cílem zpracování je vyhodnocení fragmentace krajiny. Fragmentace je chápána jako proces, při kterém se například v důsledku výstavby dopravních komunikací a další infrastruktury krajina dělí na stále menší a menší části. Ty postupně ztrácejí schopnost plnit svou funkci prostoru pro existenci životaschopných populací živočichů. Dochází následně k fragmentaci populací. Klasifikované mapy jsou využitelné pro výpočty indexů heterogenity krajiny (např. Shannonův index, Simpsonův index).

Terénní šetření na inventarizační ploše

Postup pro zjišťování stavu lesních ekosystémů a prvků harmonické krajiny („inventarizace“) je založen na principu standardně užívané metodiky statistického inventarizačního šetření (v tuto chvíli jej používá Národní inventarizace lesa, statistická provozní inventarizace, monitoring lokalit ponechaných samovolnému vývoji atd.).

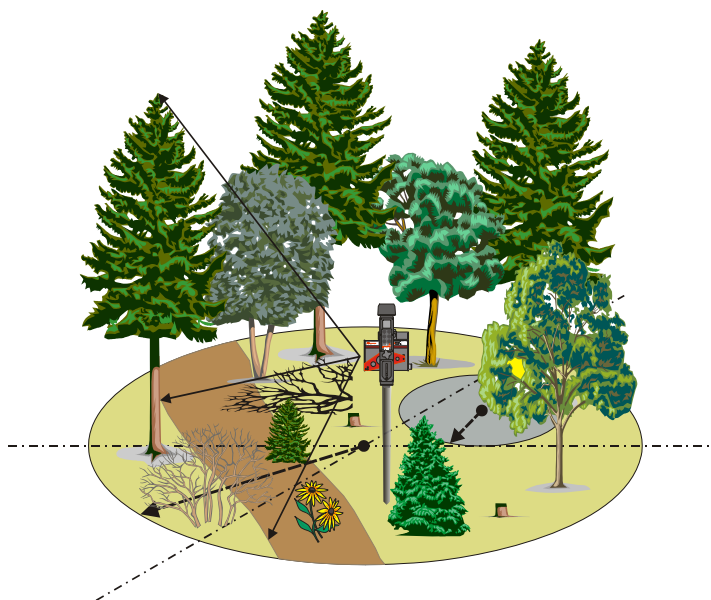
Inventarizační plochy jsou zakládány jako **trvalé plochy**, tzn. předpokládá se, že na stejných plochách se budou provádět opakovaná šetření inventarizace. Využití trvalých ploch dává do budoucna možnost přesného zjištění běžného přírůstu stromů a porostů.

Inventarizační plochy mohou být děleny na tzv. **subplochy**, tj. polygony odlišující se navzájem kategorií pozemku, typem porostu atd. Dále se rozliší kategorie les a prvky harmonické kulturní krajiny (zeleň mimo les). Uspořádání do subploch umožňuje vypořádat se i se složitějšími konfiguracemi porostů; střed plochy se nepřesouvá a ve sledování plochy bude možné v budoucnu pokračovat i v případech, kdy bude například část plochy odtěžena apod. (dojde tedy ke změně tvaru a velikosti subploch).

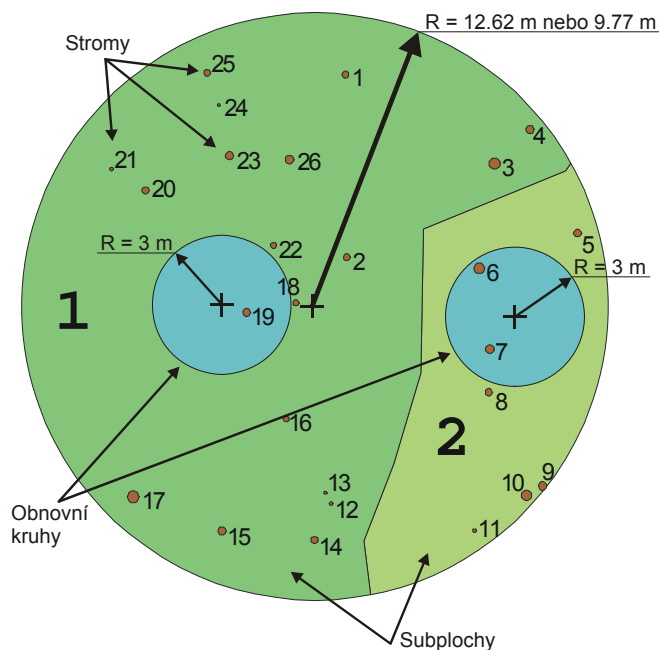
Vlastnímu inventarizačnímu šetření předchází zjištění, zda se na středu lokality nebo do vzdálenosti cca 15 m od středu nachází územní kategorie les nebo tzv. zeleň mimo les (harmonická kulturní krajina a přírodě blízké prvky) – podrobněji popsáno v kapitole „Přípravná klasifikace leteckých snímků“. Využití subploch umožňuje, aby šetřeny byly i plochy, jejichž střed leží mimo zájmovou kategorii, ale zájmová kategorie zaujímá alespoň 10 % rozlohy inventarizační plochy, tj. 50 m².

Inventarizační plochy jsou zakládány v bodech s předem zadanými souřadnicemi, středy lokalit. Plochy jsou v terénu fixovány tak, aby bylo možné provést opakované šetření. Ke středu plochy bude dohledána z pedologických map informace o půdním typu, respektive o obsahu uhlíku v půdě.

Situace na inventarizační ploše je zmapována: zaměřují se pozice stromů a hranice subploch vytyčených v rámci kruhové plochy. Pro sledování stromů v obnově se na každé subploše zakládá obnovní kruh, který je umístěn v těžišti subplochy. Schéma inventarizační plochy je znázorněno na obr. 4 a obr. 5.



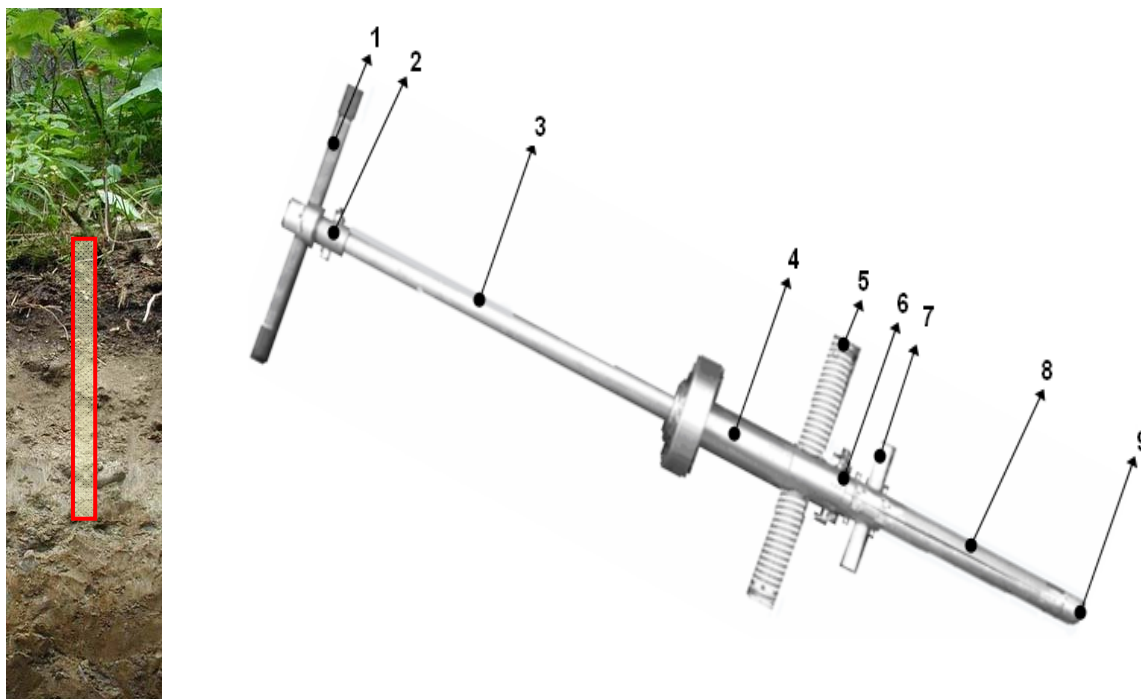
Obr. 4: Inventarizační plocha se subplochou a obnovním kruhem



Obr. 5: Schéma uspořádání inventarizační plochy (příklad)

Venkovní šetření se zaměřuje na několik základních komponent:

- Porost, porostní vrstvy
Popisují charakteristiky porostu včetně diverzity a přirozenosti porostu.
- Stromy včetně obnovy, škody
Měří a popisují se stojící živé stromy. Stromy s výčetní tloušťkou nad 12 cm jsou popisovány na celé inventarizační ploše, zaměřuje se i jejich pozice. Stromy s výčetní tloušťkou 7-12 cm jsou popisovány na kruhu o poloměru 3 m umístěném v těžišti subplochy, pozice těchto stromů se rovněž zaměřuje. Obnova přesahující výšku 0,1 m, ale nedosahující výčetní tloušťky 7 cm se popisuje na kruhu o poloměru 3 m, její pozice se nemapuje.
- Odumřelé dřevo
Popisuje se stojící a ležící odumřelé dřevo a pařezy.
- Charakteristiky stanoviště
Na subplochách se popisuje humusová forma, hloubka svrchních půdních horizontů, materiál tvořící opad, pokryv různých kategorií přízemní vegetace apod., odebírají se vzorky půdy a humusu k laboratorním rozborům
- Kvalita těžebního fondu
Pro vybrané stromy se měří zavedenými postupy profil kmene a zjišťuje se kvalita z hlediska sortimentace dřeva.
- Půdní odběry
Půdní vzorkování se provádí do hloubky 30 cm, tj. zahrnuje vrstvu opadu, humusu a minerálního horizontu (Obr.6, vlevo). Na řešené ploše se popíše původ opadu, určí se humusová forma, půdní druh, skeletovitost a zaznamená se mocnost „F“ a „H“ horizontů, které se měří dohromady na půdním profilu. Pomocí půdní sondy (Obr.6, vpravo) se odebere na přesně určených místech 12 půdních vzorků o známém objemu determinovaném hloubkou odběru (30 cm, popř. menší) a průměrem půdní sondy. Půdní vzorky se analyzují v laboratoři Přírodovědecké fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, stanovuje se objemová hmotnost, pH, obsah oxidovatelného uhlíku a dusík.
Ze získaných referenčních hodnot bude možné vycházet při identifikaci změn zásoby uhlíku v čase (předpokládaný interval 10 let), založené na vzorkování identických ploch stejnou metodikou půdních odběrů. Analýza půdních veličin bude zohledňovat typ porostu, věk a stanoviště.



Obr. 6: Odběr vzorku půdního profilu do hloubky 30 cm a schéma půdní sondy. Legenda: 1 - grip/rukojeť, 2 - handle head with self-locking bolt/upevňovací hlava se šroubem se samojistící maticí (slouží pro sejmutí závaží), 3 - central pipe/centrální nosná trubka, 4 - sliding weight/pohyblivé závaží, 5 - foot boards/stupátka, 6 - dowel/spojovací kolík (spojení nosní části a odběráku), 7 - grips/rukojeti (pro manipulaci se zásobníkem půdy), 8 - two-piece conical soil sample container/dvoudílný kuželovitý zásobník půdních vzorků, 9 - insert bit/korunka.

Přehled hlavních indikátorů použitých pro jednotlivé sledované charakteristiky je uveden v tabulce 5. Soubor sledovaných indikátorů umožňuje vyhodnotit data z hlediska porostní struktury, zásoby, přírůstu, obnovy a stanoviště.

Tabulka 5: Přehled hlavních indikátorů používaných při inventarizačním šetření

Identifikace plochy/subplochy	Škody
Číslo plochy/subplochy	Plošný okus v obnově
Rozloha plochy/subplochy	Intenzita a stáří poškození terminálu dřevin v obnově
Důvod vydělení suplochy	Intenzita a stáří poškození vytloukáním dřevin v obnově
Les - neles (rozhodnutí)	Intenzita a stáří poškození loupáním dřevin v obnově
Kategorie pozemku	Intenzita a stáří mechanického poškození stromů
Lesní oblast	Intenzita a stáří loupání a ohryzu stromů
Zeměpisné souřadnice	Poškození tenkých stromů ($D \geq 5$ cm a $D < 12$ cm)
Struktura porostu	Hniloba kmene
Tvar lesa	Zlom
Zastoupení dřevin	Další poškození stromu - typ, intenzita a stáří
Věk dřevin	Charakteristiky ekosystému
Sociální postavení stromů (IUFRO)	Druhy keřů a jejich zastoupení
Výstavky a předrostlíci	Pokrytí půdy vegetací
Dvojáky	Pokrytí půdy keři
Souše	Pokrytí půdy plazivými keři
Produkce	Pokrytí půdy keříky
Výčetní tloušťka	Pokrytí půdy travinami
Výčetní výška	Pokrytí půdy bylinami
Horní tloušťka	Pokrytí půdy mechy
Výška stromu	Pokrytí půdy kapradorosty
Výška nasazení živé koruny	Tloušťková třída a stupeň rozkladu pařezů
Výška nasazení suché koruny	Pokrytí povrchu půdy větvemi
Kvalita kmene	Tloušťka, délka a stupeň rozkladu nevytěžené hmoty
Počet tenkých stromů ($D \geq 5$ cm a $D < 12$ cm)	Stanoviště cenné bioty

<p>Obnova lesa Přítomnost obnovy Podpora přirozené obnovy Plošná výměra obnovy Rozmístění obnovy Dřevinná a věková skladba obnovy Výšková třída obnovy Pokryv plochy Forma smíšení Ochranná opatření</p>	<p>Charakteristika stanoviště Nadmořská výška Forma reliéfu Expozice svahu Sklon Půdní typ Hloubka půdy Vlhkost půdy Humusová forma Tloušťka nadložního humusu Materiál vrstvy L Ostatní Datum měření Identifikace terénní skupiny</p>
--	---

Vyhodnocení inventarizačního šetření

Údaje statistické inventarizace se vyhodnocují s využitím běžných metod vázaných na použitou výběrovou metodu. Základní statistikou je celkové množství (např. zásoba, počet stromů, rozloha za celek nebo vyhodnocovací jednotku), průměrná hodnota (např. průměrná hektarová zásoba) a interval spolehlivosti stanovený pro hladinu $\alpha=0.05$.

Při výpočtu průměrných hodnot jsou kromě standardního aritmetického průměru používány dva postupy pro výpočet průměru vázaného na jednotku rozlohy. Průměrné hektarové veličiny převádějí aritmetický průměr vyhodnocované veličiny vypočtený pro soubor inventarizačních ploch na hektar (tzn. že hodnota aritmetického průměru je vydělena rozlohou inventarizační plochy v hektarech). Dalším použitým postupem je tzv. normalizovaný průměr. Ten je vypočten tak, že hodnota vyhodnocované veličiny za inventarizační plochu je vztažena ne k rozloze celé inventarizační plochy, ale pouze k části, jejíž velikost je dána zastoupením vyhodnocované kategorie. Tímto postupem jsou zpracovány například údaje hektarových zásob jednotlivých dřevin apod.; tyto údaje korespondují s dosud používanými hektarovými zásobami na redukované ploše.

Pro další zpracování dat statistické inventarizace je nezbytné doplnit soubor měřených údajů o ty údaje a veličiny, které nebyly přímým měřením v terénu zjišťovány. Pro stromy, jejichž výška nebyla přímo měřena, je údaj výšky vypočten pomocí modelu. Objem hroubí kmene s kůrou a bez kůry se pro jednotlivé stromy inventarizačních ploch vypočítá podle standardně používaných objemových rovnic různých autorů (smrk, borovice – Korsuň, jedle - Hubač, Šebík, habr, dub, modřín – Čermák, jasan, buk- Hubač, bříza – Košut).

Údaje zjištěné statistickou inventarizací jsou vždy doplněny údaji o chybě, se kterou byl daný údaj zjištěn. V zásadě se celková chyba každé zjišťované veličiny skládá ze tří komponent: *i*) ze statistické výběrové chyby, *ii*) z chyby měření a *iii*) z chyby modelů (např. chyby objemových rovnic apod.). Hlavní pozornost se zpravidla věnuje statistické výběrové chybě, protože tato chyba úzce souvisí se způsobem výběru a jeho parametry (intenzita vzorkování, velikost inventarizačních ploch apod.). Pro chybu měření je důležitý předpoklad její náhodnosti. Chyba měření je navíc minimalizována díky použitím pokročilých měřících přístrojů. U chyb souvisejících s použitými matematickými modely je situace složitější, protože zpravidla není k dispozici dostatek údajů, které by umožnily posoudit, zda pro konkrétní empirický materiál reprezentuje použitý model nezkreslený odhad.

Většina v terénu zjišťovaných veličin je při statistickém zpracování použita jako klasifikátory. Klasifikátorem je nespojitá diskrétní hodnota pro níž jsou známy údaje vyhodnocované veličiny. Při zpracování jednotlivých úloh vyhodnocení statistické inventarizace mohou být klasifikátory vzájemně kombinovány.

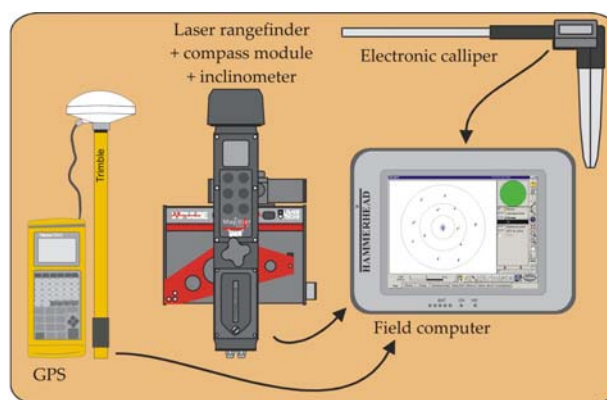
Technologická podpora inventarizace krajiny

Inventarizace krajiny vyžaduje zvládnout činnosti spojené s rozsáhlým datovým aparátem. Pro správu dat, vyhodnocování leteckých snímků, pro sběr údajů v terénu a matematicko-statistické zpracování je používána technologie Field-Map (www.fieldmap.com).

Technologie je produktem firmy IFER-MMS a flexibilní softwarové řešení aplikace Field-Map je dlouhodobě vyvíjeným produktem ústavu IFER, který je používán k inventarizaci a mapování v řadě zemí světa. Uplatnění pokročilé technologie na bázi elektronických měřicích přístrojů a terénního počítače garantuje přesnost měření, produktivitu a kvalitu venkovních prací a výrazně urychluje následné zpracování dat. Systém Field-Map integruje hardwarovou a softwarovou část, je flexibilní a modulární. V konečné konfiguraci je systém nastaven tak, aby optimálně vyhovoval požadavkům efektivního sběru údajů navrhovaného informačního systému.

Praktická proveditelnost terénního šetření je založena na aplikaci pokročilé technologie počítačem podporovaného sběru dat Field-Map, která integruje softwarové a hardwarové vybavení:

1. Přístroj pro určení geografické polohy (GPS)
2. Přístroj pro měření vzdáleností a vertikálních úhlů - Impuls (Laser Technology Inc.)
3. Přístroj pro měření azimutů – MapStar (Laser Technology Inc.)
4. Terénní počítač - Hammerhead P-233 (Walkabout)
5. Elektronická průměrka - Mantax
6. Doplnky a příslušenství (stativ pro upevnění hardwarových komponent, kabely, atd.)



Obr. 7: Přístrojové vybavení technologie Field-Map

Na obrázku 7 je zobrazena sestava terénní technologie.

Uplatnění pokročilé technologie na bázi elektronických měřicích přístrojů a terénního počítače zvyšuje přesnost měření, produktivitu a kvalitu venkovních prací a velmi výrazně urychluje následné zpracování dat.

Pokročilá technologie přináší i řadu výhod už při terénním měření a mapování. Komplexní řešení efektivně podporující například navigaci na cílový bod o známých souřadnicích, práci na soustředných kruzích, práci s proměnlivou výškou výtyčky, přesun měřiště při zachování geografické reference, několik postupů měření výšek stromů a další, usnadňuje nebo dokonce podmiňuje měření i v podmínkách hustého podrostu, nepřehledného terénu apod. Kombinace GPS a laserového dálkoměru kombinovaného s elektronickým kompasem a sklonoměrem umožňuje navigaci i pod clonou porostu, kde samotné GPS často selhává.

Data jsou přímo v terénu ukládána do počítačové databáze ve standardních datových formátech, jsou kontrolována a mohou být vizualizována. Odpadá tak přepisování formulářů do počítače a překreslování polních náčrtů, které mohou být zdrojem chyb a také vysoké časové náročnosti projektu.

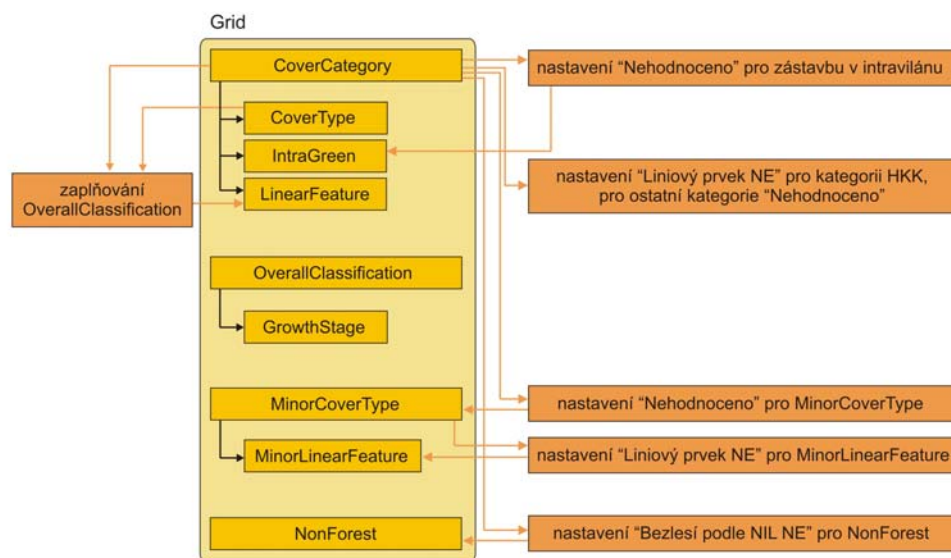
Pokročilá technologie Field-Map je použita nejen v terénu, ale i při přípravě dat a při zpracování. Už v terénu jsou data ukládána do datové báze a jsou k dispozici v běžných datových formátech (mapy v ArcView shapefile, tabulky atributů ve formátu Paradox, dBase nebo MS Access).

Pro další zpracování jsou použity speciální nástroje Field-Map Data Processing Tools pro výpočet doplňkových údajů, klasifikaci, reklasifikaci a agregaci dat. Data statistické inventarizace jsou v plném rozsahu vyhodnocena nástrojem Field-Map Inventory Analyst.

Klasifikace leteckých snímků se také provádí pomocí systému Field-Map, který umožňuje propojení geografických dat s hierarchickou databází a podporuje administraci dat podle lokalit. Pomocí jednoho systému je tak zajištěna distribuce snímků ke zpracování jednotlivým operátorům a následné vytvoření

úplné databáze klasifikovaných leteckých snímků (program Field-MapProjectManager) i provádění vlastní klasifikace (program Field-MapDataCollector).

Pro vlastní klasifikace byl Field-MapDataCollector upraven tak, aby zobrazoval focus (tedy čtverec, kterému je přidělován atribut a jeho osmičlenné okolí) a aby umožňoval využití klávesových zkratk; přiřazení kombinace kláves k atributům je definováno ve speciálním xml souboru, který je součástí projektu Field-Map. Do projektu Field-Map byly také vytvořeny speciální skripty s kontrolními mechanismy (obr.8)



Obr. 8: Schema scriptů pro automatické vyplňování atributů

Kromě uvedených nástrojů mohou být data dále zpracovávána libovolnými dalšími softwarovými nástroji, protože použití standardních formátů umožňuje snadný přenos dat. To se týká především zpracování mapových výstupů, v daném případě byl použit ArcGIS.

Logistika inventarizace krajiny

První cyklus kompletního šetření inventarizace krajiny proběhl v letech 2008-2009. V roce 2009 a 2010 byly uživatelům předány kompletní výsledky.

System je připraven tak, aby mohl být v případě potřeby, zájmu a finančního zajištění zahájen druhý cyklus inventarizace již v roce 2011 s tím, že od té doby bude možné systém provozovat kontinuálně a vyhodnocovat výsledky každoročně s tím, že se každoročně udělá pětina ploch tj. 320 lokalit a cca 160 inventarizačních ploch, které reprezentují celé území republiky. Výhodou trvalých systémů je vysoká efektivita ve vztahu k personálnímu a technickému zajištění a samozřejmě možnost disponovat výsledky každoročně.

Možnost přechodu na kontinuální cyklus je zajištěna tak, že celý soubor lokalit byl rozdělen na 5 částí, které ovšem vždy reprezentují celé území republiky. Mapy znázorňující rozložení ploch pro 1. až 5. rok šetření je dokumentován graficky v Příloze 1. V prvním cyklu šetření (2008-2009) byly šetřeny plochy spadající do 1. a 2. roku a v druhém roce šetření pak byly šetřeny plochy 3.-5. roku. Pokud by v roce 2011 bylo možné zahájit druhý cyklus, pak by byly jako první opakovaně šetřeny plochy 1. roku, s tím, že mezi prvním a druhým cyklem šetření by byl minimální interval 3 roky. V roce 2012 by byly šetřeny plochy 2. roku po čtyřech letech, v roce 2013 plochy 3. roku po čtyřech letech, v roce 2014 plochy 4. roku po pěti letech a v roce 2015 plochy 5. roku po šesti letech. Třetí cyklus by byl zahájen v roce 2016, byly by šetřeny plochy 1. roku po uplynutí čtyř let od ukončení druhého cyklu.

Je důležité, aby se šetření v terénu opakovalo vždy ve stejnou roční dobu na stejných plochách. Jen tak lze zaručit, že údaje o přírůstu budou skutečně reprezentovat časový interval daný časovým intervalem řešení.

Reference

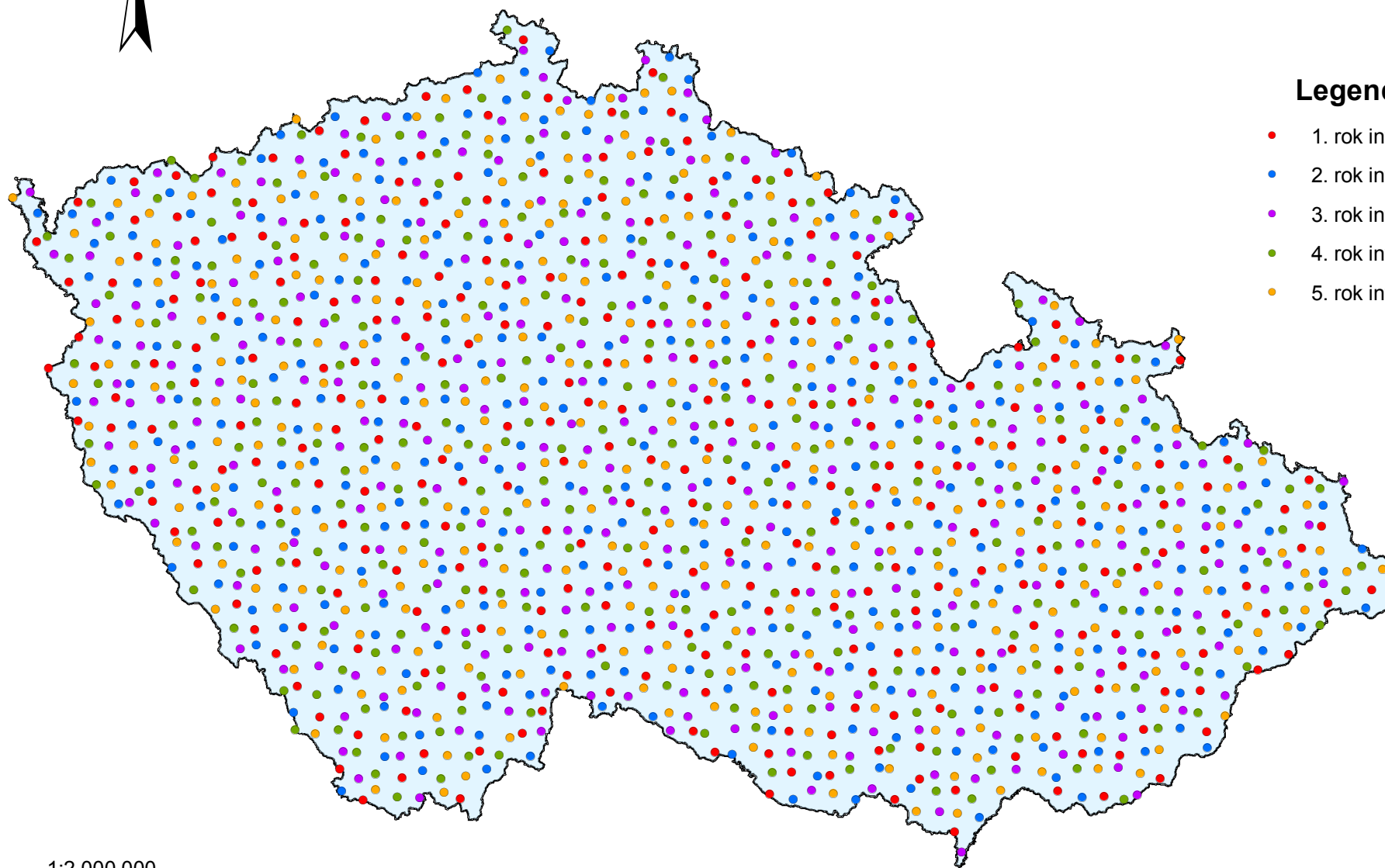
- AFOLU (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. And Tanabe K. (eds.). Published: IGES, Japan.
- Balej M. (2006). Krajinné metriky jako indikátory udržitelné krajiny. UJEP (prezentace)
- Brožová J. Co jsou indikátory? cozp.cuni.cz/COZP-14.html
- CBD (1992). Convention on Biological Diversity/Úmluva o biologické rozmanitosti. www.chm.nature.cz
- CLC (2000). Definice tříd CLC (zpracováno podle „CORINE land cover technical guide – Addendum 2000“)
- EEA 2007. Halting the loss of biodiversity by 2010: proposal for a first set of indicators to monitor progress in Europe. Technical report.
- Field-Map technologie (www.fieldmap.com)
- GMES 2006. Global Monitoring for Environment and Security. (www.gmes.info)
- IPCC (2003). Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Penman J., Gytarsky M., Hiraishi T., Krug T., Kruger D., Pipatti R., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K. and Wagner F. (Eds.). IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan. ISBN 4-88788-003-0.
- Löw a Míchal (2003). Krajinný ráz. Publikace vydaná v rámci projektu MŽP (VaV 640/01/03).
- LUCAS (2006). EC/EUROSTAT. Land Use / Cover Area Frame Survey.
- LUCAS (2007). LUCAS Surveys 2006-2007. Instruction of surveyors- Technical reference document
- MCPFE (2002). Improved Pan-European indicators for sustainable forest management. MCPFE Expert Level Meeting. Vienna, Austria.
- MCPFE (2003). State of European Forests 2003.
- MŽP (2005). Third National Report of the Czech Republic to the Convention on Biological Diversity
- MŽP (2005). Strategie ochrany biologické rozmanitosti České republiky, zpráva MŽP
- MŽP (2006). Metodické doporučení MŽP k posuzování fragmentace krajiny dopravními liniovými stavbami.
- Šandová H. (2007). ČÚZK. Informace o katastrálním registru pozemků (ústní sdělení).
- ÚHÚL 2003. Národní inventarizace lesů v České republice 2001-2004. Metodika venkovního sběru dat.
- ÚHÚL 2007. Národní inventarizace lesů v České republice 2001-2004. Úvod, metody, výsledky. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem.
- UN-ECE/FAO Temperate and Boreal Forest Resources Assessment 2000. Terms and definitions.
- UN-ECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests.
- Vyhláška č. 26/2007 Sb., kterou se provádí zákon č. 265/1992 Sb., o zápisech vlastnických a jiných věcných práv k nemovitostem, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 344/1992 Sb., o katastru nemovitostí České republiky, ve znění pozdějších předpisů



IFER - ÚSTAV PRO VÝZKUM LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ, S.R.O.

Příloha

**Mapy znázorňující rozložení ploch
pro 1. až 5. rok šetření**



Legenda

- 1. rok inventarizace
- 2. rok inventarizace
- 3. rok inventarizace
- 4. rok inventarizace
- 5. rok inventarizace

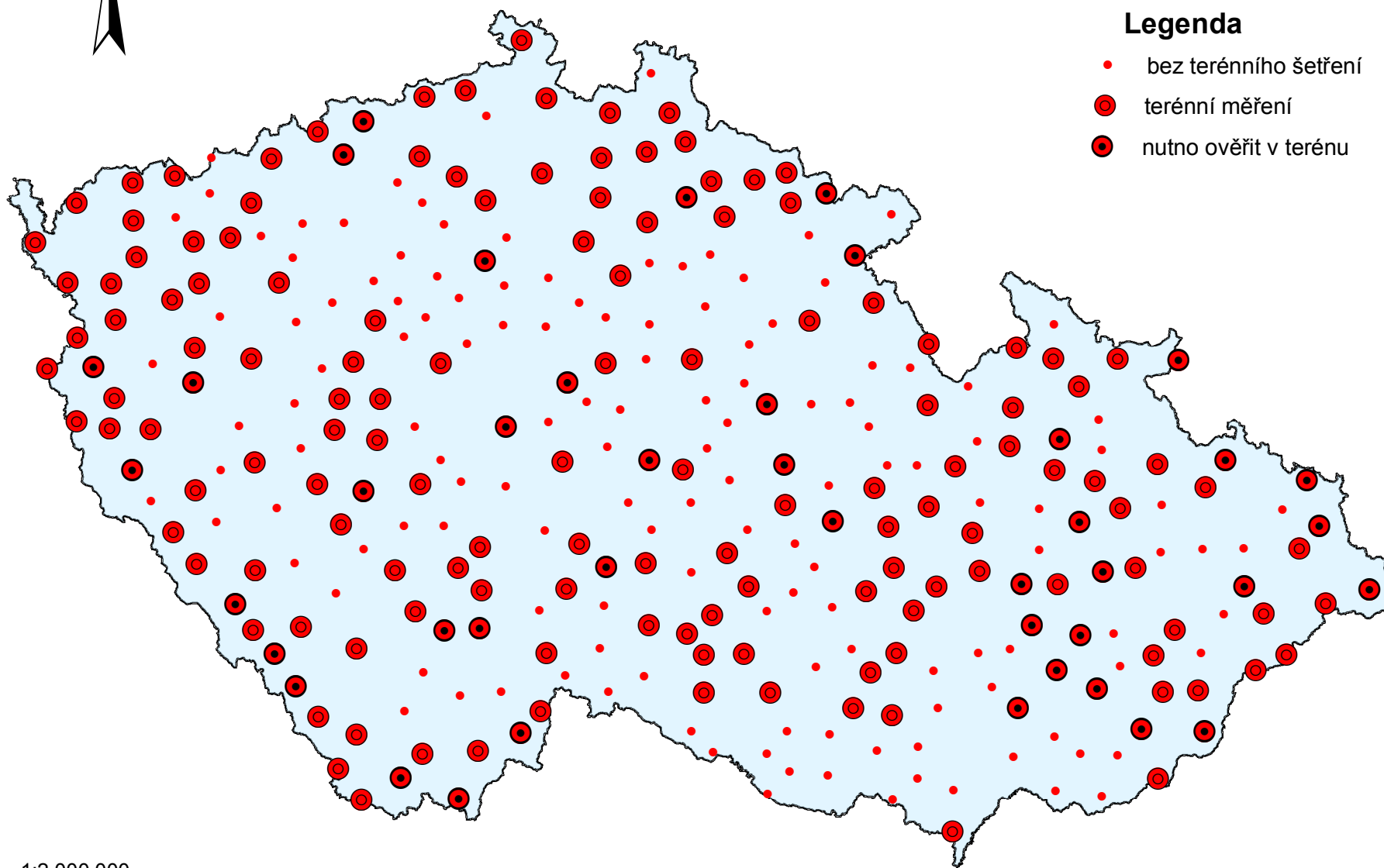
1:2 000 000

1. rok inventarizace



Legenda

- bez terénního šetření
- terénní měření
- nutno ověřit v terénu



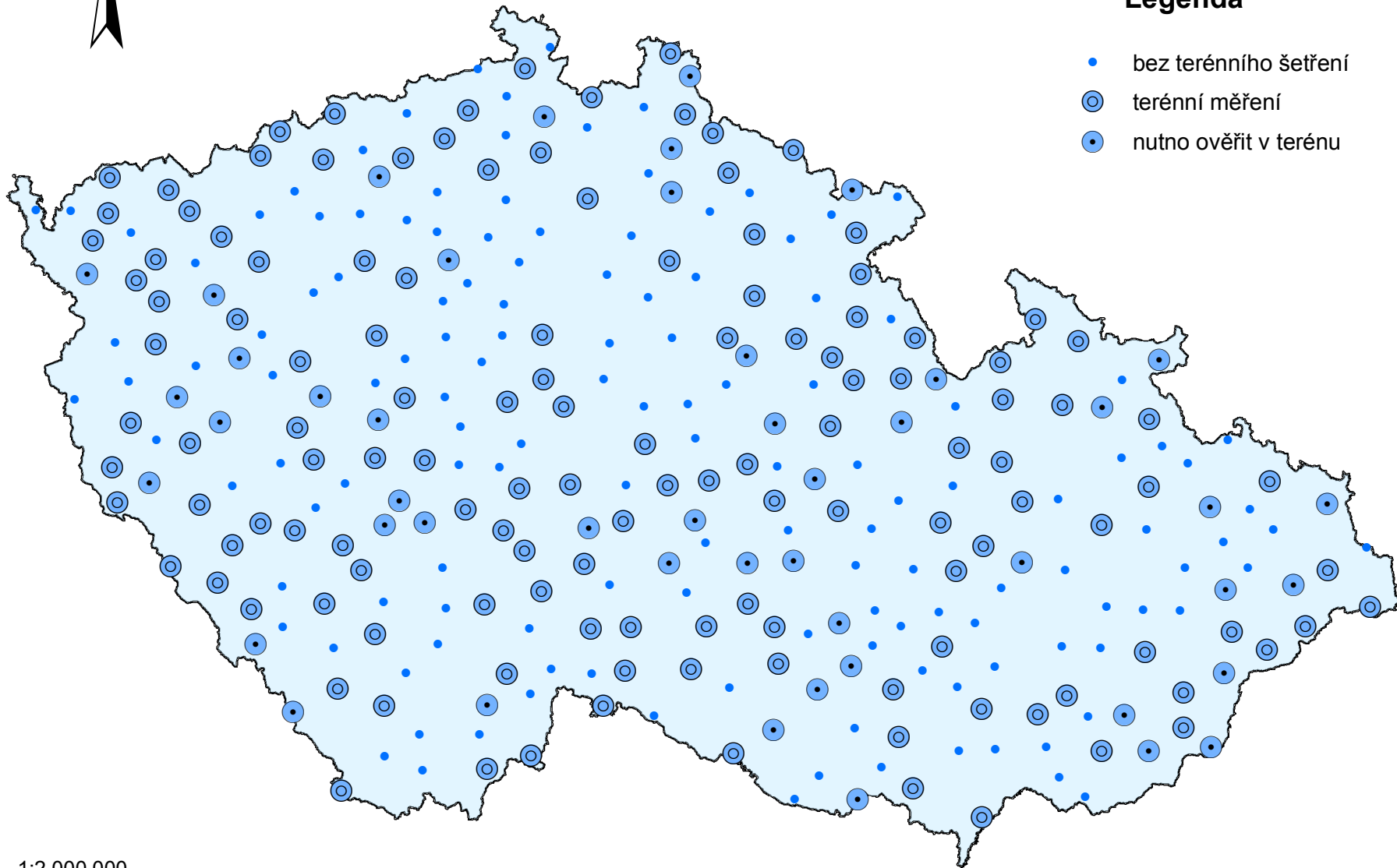
1:2 000 000

2. rok inventarizace



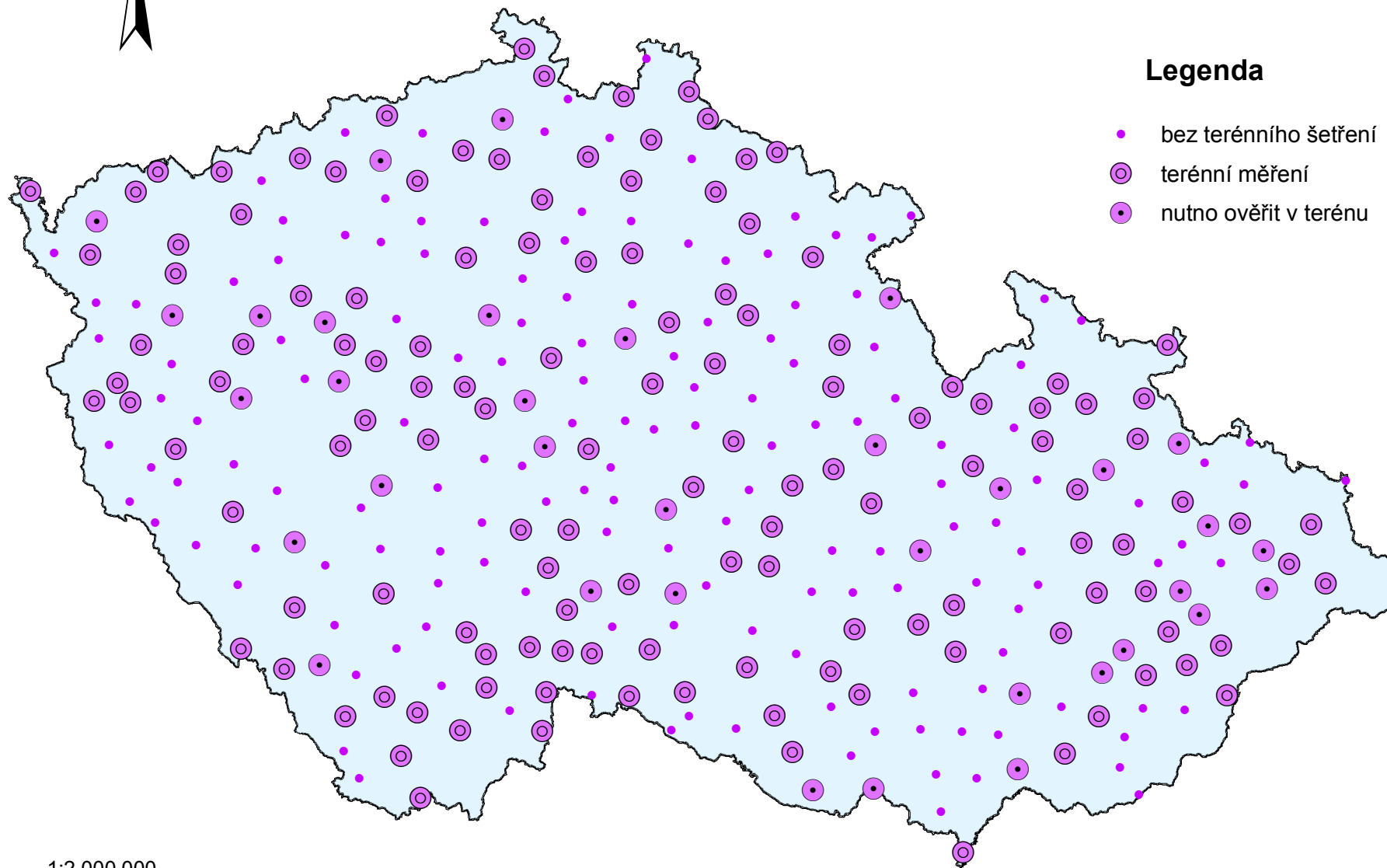
Legenda

- bez terénního šetření
- ⊙ terénní měření
- nutno ověřit v terénu



1:2 000 000

3. rok inventarizace

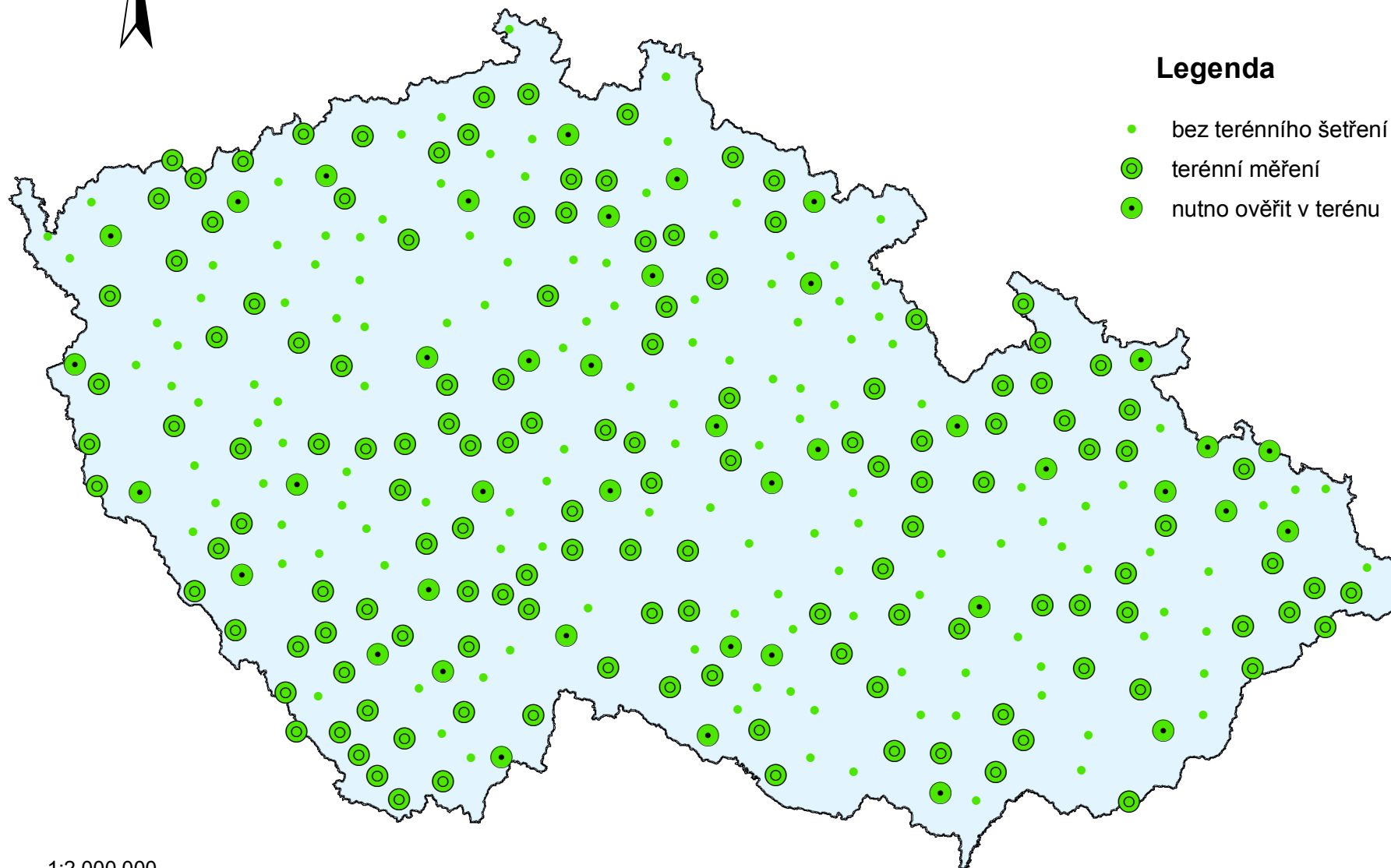


Legenda

- bez terénního šetření
- ⊙ terénní měření
- ⊙ nutno ověřit v terénu

1:2 000 000

4. rok inventarizace



Legenda

- bez terénního šetření
- ⊙ terénní měření
- nutno ověřit v terénu

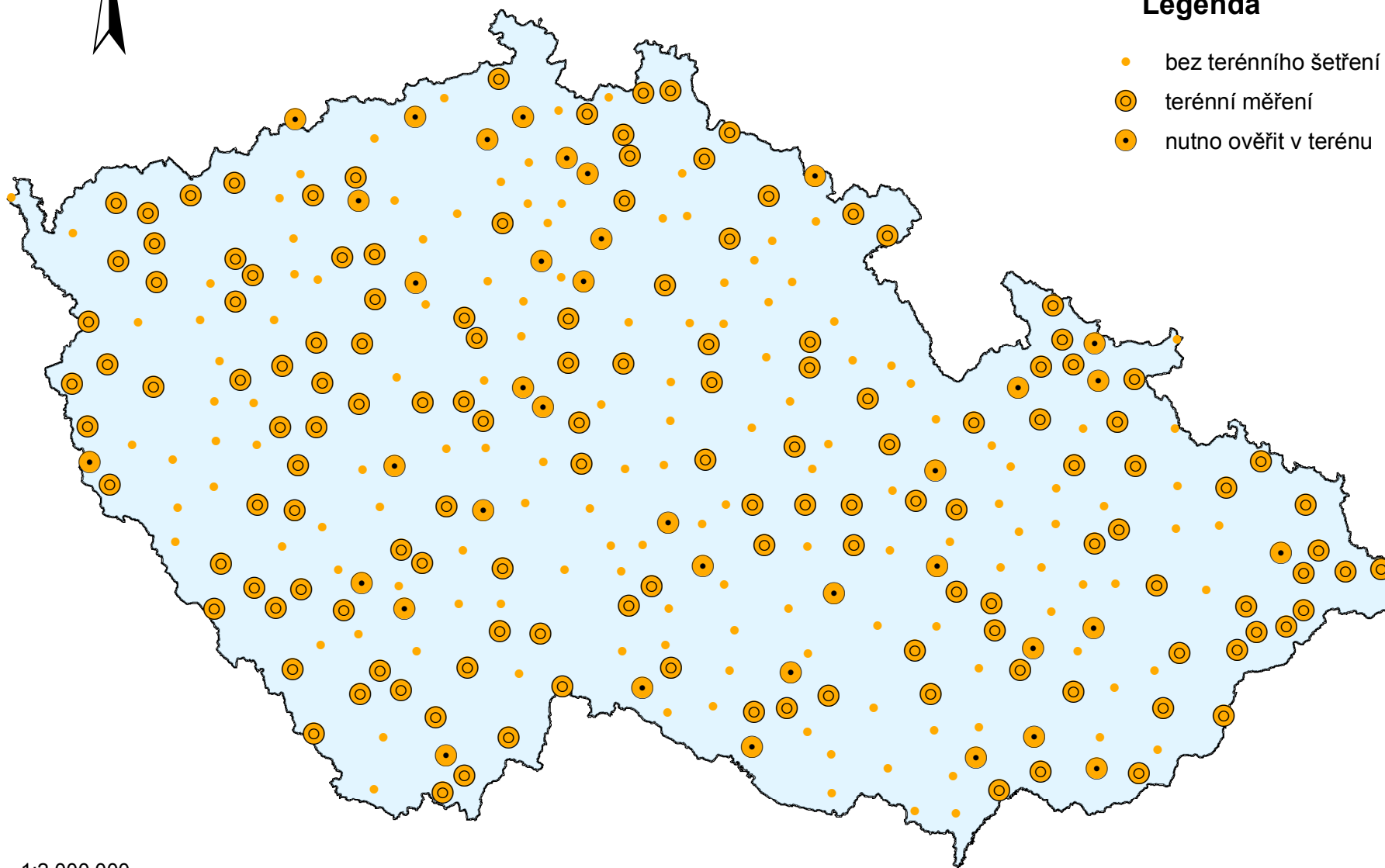
1:2 000 000

5. rok inventarizace



Legenda

- bez terénního šetření
- ⊙ terénní měření
- nutno ověřit v terénu



1:2 000 000