

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí



Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování

**Návrh geografického informačního systému Arboreta
lesnické a sociální školy Šluknov**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petra Šímová Ph.D.

Vypracovala: Michaela Chňapková

2011

ZADÁNÍ

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci: „Návrh GIS Arboreta lesnické a sociální školy Šluknov“ vypracovala samostatně, pod vedením Ing. Petry Šimové, Ph.D. Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne 30.4.2011

Michaela Chňapková

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala paní Ing. Petře Šimové za vedení této práce a vedení SLŠ a SOS Šluknov za poskytnutí materiálů a informací.

Abstrakt

Geografické informační systémy jsou v dnešní době využívány téměř ve všech oblastech lidské činnosti. Tato práce se zaměřuje na jejich využití v zahradní a krajinné tvorbě. Vytvoření jednoduchého a funkčního geografického informačního systému umožňuje přehlednou a úplnou evidenci o veřejné zeleni, její rozloze, typu nebo skladbě. Cílem této práce je vytvoření takového funkčního GIS pro Arboretum SLŠ ve Šluknově. Evidence obsahuje soupis všech dřevin, ploch a staveb, které se na daném území nacházejí. V navržené databázi jsou zaznamenány základní informace o dřevinách. Výsledky jsou prezentovány jako mapové výstupy a interaktivní mapa arboreta. Při práci byl použit software ArcGIS.

Klíčová slova

mapové výstupy, dřeviny, arboretum, Šluknov

Abstract

Geographic information system involves nowadays almost every discipline of human activity. This thesis is focused on the utilization in garden and landscape creating. Creating a simple and functional GIS provides a synoptic and complete database of public greenery, its size, type and composition. The purpose of thesis is to create such a functional GIS for Arboretum of Forestry high school in Šluknov. Database contents list of all trees, areas and buildings which lies in the locality. Proposed register also contents all basic informations about trees. It also could be use for teaching specialised subjects and for presentation of arboretum. Results are map outputs and interactive map of arboretum. Whole work is processed with ArcGIS software.

Keywords

map outputs, trees, arboretum, Šluknov

Obsah

1. Úvod	6
2. Cíle práce	7
3. Literární rešerše	8
3.1 Geografické informační systémy	8
3.1.1 Historie GIS	8
3.1.2 Základní terminologie v GIS	9
3.1.3 Strukturální a funkční členění GIS	11
3.1.4 Programové vybavení	12
3.2 Prostorová data	15
3.2.1 Prostorová data v analogové podobě	15
3.2.2 Prostorová data v digitální podobě	16
3.3 Databázové systémy	18
3.3.1 Základní terminologie	20
3.3.2 Typy vztahů	20
3.3.3 Identifikační klíče	21
3.3.4 Datové modely	22
3.4 GIS GIS v zahradní a krajinné tvorbě	24
3.4.1 GIS při inventarizaci zeleně	24
3.4.2 Pasport zeleně	25
3.4.3 Příklady použití GIS pro arboreta	27
3.5 Tvorba výstupů a vizualizace	29
3.5.1 Geovizualizace	30
4. Zájmové území	31
4.1 Charakteristika zájmového území	31
4.2 Historie arboreta	31
4.3 Současnost	32
5. Metodika	33
5.1 Vstupní data	33
5.1.1 Data SLŠ a SOS Šluknov	33
5.1.2 Vlastní získaná data	34
5.1.3 Ortofoto snímek	34
5.2 Zpracování dat	35
5.2.1 Georeference	35
5.2.2 Vektorizace	36

5.2.3	Tvorba vrstev	37
5.2.4	Tvorba mapových výstupů	40
6.	Výsledky	41
7.	Diskuse	42
8.	Závěr	44
9.	Literatura	45
10.	Přílohy	48

1. Úvod

Lidé a stromy, stromy a lidé... Vzájemné soužití těchto dvou elementů je již od pradávna nenahraditelné. Člověk je na stromech nepostradatelně závislý. Stromy člověku poskytují stavební materiál, potravu, nástroje, palivo... Právě proto o ně člověk již mnoho staletí cílevědomě pečuje (KOLARČÍK, 2003). Člověk však nežije jen v přírodě a mezi stromy, rozvíjí i další činnosti a tím zdokonaluje různé obory lidské činnosti, jako jsou právě GIS...

V dnešní době hrají GIS významnou roli při inventarizaci, evidenci a správě zeleně jako takové. Ať už se jedná o veřejnou zeleň či o dřeviny, rostoucí mimo les. Zde se totiž setkáváme s velkým množstvím dat, které je potřeba efektivně spravovat a uchovávat a to nám umožňují právě GIS, právě pro jejich možnost ukládání, zpracovávání a analyzování prostorových dat. Díky GIS tedy získáváme nejenom snadnou a rychlou orientaci ve velkém množství dat a zároveň se tyto data stávají snadno aktualizovatelné a to právě v případě spravované zeleně, která se neustále mění, velkou výhodou (SEDLÁŘ, 2003).

Arboretum SLŠ a SOS Šluknov se nachází v severních Čechách, kde slouží především k výuce odborných předmětů v rámci lesnické školy. V současné době nemá škola k dispozici žádný mapový podklad, ani zpracovaný informační systém, který by odpovídal současnému stavu zeleně.

Pro zaznamenání a evidenci současného stavu arboreta ve Šluknově, jsem použila právě geografický informační systém, který se často využívá při zpracování dat v oblasti zahradní a krajinné tvorby.

2. Cíle práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je vytvoření funkčního a přehledného geoinformačního systému s využitím softwaru GIS, který by sloužil pro potřeby SLŠ a SOS Šluknov.

Dílčí cíle byly stanoveny takto:

- Shromáždit všechna dostupná analogová a digitální data pro danou lokalitu.
- Tyto získaná data zpracovat.
- V programu ArcGIS navrhnout geografický informační systém zájmové lokality.
- Vytvořit mapové výstupy.
- Navrhnout další rozvoj tohoto systému.

3. Literární rešerše

3.1 Geografické informační systémy

Pro snadnější rozhodování o směru, vzdálenosti, polohy, apod. byly již dávno vynalezeny *mapy*. V dnešní době, v nárůstu informační technologie se metody, vytváření a zpracovávání map v digitální podobě, dočkaly velké dokonalosti a přesnosti. I přes to však chyběl prostředek, který by byl schopen provádět různé analýzy dat v mapách. Až v 70. letech se začínají vyvíjet počítačové prostorové systémy, které dnes známe pod pojmem geografické informační systémy (RAPANT, 2006).

3.1.1 Historie GIS

Najít v historii přesné datum počátku vzniku Geografických informačních systému není vůbec snadné. Hranice vzniku nejsou vůbec jasně vymezené, spíše se jedná o pozvolný přechod. Zvážíme – li však dnešní pojetí GIS, lze jako zlomový bod považovat nástup informační techniky (polovina 20.století) (GISLABORATOŘ, 2011).

V 50.letech začínaly první pokusy s automatizovaným mapováním. V roce 1963 se poprvé objevuje pojem GIS. Zavedl ho R.F.Tomlinsen a označil tak nové technologie pracující s daty, které podávají informaci o terénu pomocí výpočetní techniky (BŘEHOVSKÝ, JEDLIČKA, 2007).

V roce 1971 byl do provozu plně uveden CGIS (The Canadian Geographic Information System), který je považován za první funkční geografický informační systém. Dodnes je považována tato aplikace GIS jako jedna z největších. Žádná jiná aplikace zatím nepokryla takovou rozsáhlou oblast na tak detailní úrovni (čítá přes 10000 map a přes stovky parametrů) (KOLÁŘ, 2003).

Dalším důležitým zlomovým bodem se stali 80. léta minulého století, kdy se začaly objevovat první komerčně využívané programové balíky pro tvorbu aplikací GIS. Asi nejznámějším je Arc/Info od americké firmy ESRI (Environmental Systems Research Institute). Od této doby již nastává rychlý rozvoj geografických informačních systému (RAPANT, 2006).

V ČR se počátek vývoje GIS datuje zhruba od počátku sedmdesátých let, kdy byly zahájeny práce na Informačním systému o území (ISÚ). V 90. letech vývoj tohoto systému přebírá firma ARCDATA Praha (ARCDATA, 2010).

V současné době vzniká mnoho aplikací GIS a to v celé řadě oblastí. GIS se využívají pro monitorování stavu životního prostředí a jeho ochranu, státní správu, správu inženýrských sítí, lesní hospodářství a pro mnoho dalších odvětví (RAPANT, 2002).

3.1.2 Základní terminologie v oblasti GIS

Geografie: je věda, která se zabývá studiem Zemského povrchu. Pochází z řeckých slov *geo* – Země a *graphein* – psát. Popisuje a analyzuje prostorové vztahy mezi fyzikálními a biologickými a humánními jevy, které se vyskytují na Zemském povrchu (BŘEHOVSKÝ, JEDLIČKA, 2006).

Informační technologie: je soubor hardware a software, který získává, uchovává, spojuje a vyhodnocuje určité data (DOBEŠOVÁ, 2004).

Geodata: obsahují informace o objektech, které jsou na zemském povrchu. Vyjadřují jejich polohu, tvar a atributy. Geografická data mohou být ve vektorovém, rastrovém nebo tabulkovém formátu (ESRI, 1999). Geodata rozdělujeme na (RŮŽIČKA, 2006) :

- Primární – primárně získaná data (mapování, statistické šetření).
- Sekundární – sekundárně získaná data (skenování, topologická vektorizace, odvozování, import existujících dat,...).

Geoobjekt: je část modelované reality. Prostorové objekty mohou být modelovány v různých dimenzích. V geovědách pracujeme maximálně s trojrozměrným prostorem. Základní rozdělení geoobjektů je podle počtu dimenzí (0D, 1D, 2D, 3D) (TUČEK, 1998).

Geografický informační systém: (zkr. GIS; angl. Geographical Information System) Jelikož existuje celá řada různých definicí, je poměrně složité GIS jednoznačně definovat (TUČEK, 1998).

Většinou je ale tento termín používán pro označení počítačových systémů orientovaných na zpracovávání geodat a prezentovaných především jako různé mapy. Jedná se tedy o funkční celek, který je zaměřený na sběr ukládání, správu, analýzu a prezentaci geodat pro potřeby popisu, analýzy, modelování a simulace okolního světa s cílem získat nové informace (RAPANT, 2002).

Často dochází ke špatnému pochopení GIS. Zpracování dat, je zde potřeba chápat jako analýzu prostorových dat. GIS jsou pouze takové systémy, které ze vstupních dat vytvářejí data nová (VOŽENÍLEK, 1998).

Břehovský a Jedlička popisují GIS jako výčet základních otázek typu: co GIS není?

- **Není to počítačový systém na vytváření map:** ačkoli pomocí GIS mapy vytvářet může, ale hlavně se jedná o analytický nástroj pro práci s prostorovými vztahy.
- **Není to CAD:** ačkoli původní myšlenka z CAD vznikla. GIS slouží k analýze a modelování již existujících dat, kdežto CAD většinou vytváří nové objekty.

Tři pohledy na GIS (ESRI, 2004).

1. **Z pohledu geodatabáze** – jedná se o prostorovou databázi, která obsahuje datové sady, které prezentují geografické informace pomocí prostředků datového modelu jako jsou např.: prvky, topologie, rastry, geometrické sítě apod.
2. **Z pohledu geovizualizace** – GIS je sada tzv. „chytrých map“ a dalších zobrazení, které zobrazují prvky a vztahy mezi nimi na zemském povrchu.
3. **Z pohledu zpracování dat** – GIS je sada nástrojů, které odvozují ze stávajících informací, informace nové. Tomuto procesu zpracování geografických dat se též říká *geoprocessing*.



Obr.č. 1: Tři pohledy na GIS (ESRI, 2004).

3.1.3 Strukturální a funkční členění GIS

Strukturální komponenty, ze kterých se GIS skládá (BŘEHOVSKÝ, JEDLIČKA, 2006):

1. **Hardware** – zahrnuje: počítač, počítačové sítě, vstupní a výstupní zařízení (geodetické přístroje, GPS, digitizéry, plottery, scannery apod.).
2. **Software** – vlastní software pro práci s geografickými daty je často postaven modulárně. Základem systému je jádro (obsahuje standardní funkce pro práci s geodaty) a programové nadstavby pro specializované práce (zpracování fotometrických snímků a snímků DPZ, síťové, prostorové a statistické analýzy, 3D zobrazení, tvorba kartografických výstupů,...).
3. **Data** – nejdůležitější část GIS. Charvát (1995) uvádí, že většina uživatelů GIS již zjistila, že náklady spojené s pořízením dat představují 80 i více procent z celkových nákladů spojených s pořízením celého systému. Z tohoto důvodu je třeba klást zvýšenou pozornost na pořizování a zpracovávání dat, a vyhledávat nové možnosti jak tyto náklady snižovat.
4. **Lidé** – kteří používají daný GIS (programátoři, analytici, koncoví uživatelé).
5. **Metody** – užívání daného GIS, zapojení do stávajícího IS,...

Funkční nástroje GIS

Z hlediska uživatele je velmi důležité, aby byl GIS vybaven dostatečným počtem nástrojů, které umožňují potřebné operace s uloženými daty. Softwarové nástroje GIS obsahují tyto hlavní části (KOLÁŘ, 2003):

- Databáze
- Řídící databázový systém
- Dotazovací jazyk
- Funkční nástroje
- Uživatelské interface

Způsob využívání jednotlivých funkčních elementů (BŘEHOVSKÝ, JEDLIČKA, 2006):

- **Kartografický způsob** – klade důraz na prezentaci dat (CAM, CAC systémy).
- **Databázový (evidenční) způsob** – hlavním cílem je zpracovávání a uchovávání dat (LIS, MIS AM/FM).
- **Analytický způsob** – tzv. modelování. Důraz je zde kladen na analytické prostředky. Využívají ho hlavně hydrologové, meteorologové, biologové, geomorfologové, ...

3.1.4 Programové vybavení

Škála nabízených systémů je velmi široká. Existuje spousta jak vysoce výkonných profesionálních systémů, tak i jednodušších, které jsou snadno přístupné na veřejné síti. Tyto systémy se rozdělují ve funkčních možnostech, strukturou datového formátu, rychlostí operací, objemem dat a v neposlední řadě cenou. V současné době by se ve světě dalo najít kolem 300 různých softwarových produktů (ARC/INFO, IDRISI, Topol,..), ale vývoj neustále velmi rychlým tempem pokračuje. Nejpoužívanější produkty v ČR jsou uvedeny v tab.č.1. (KOLÁŘ, 2003; CAJTHAML, 2004).

Software	Producent	Webová adresa
ArcGIS	ESRI	http://www.esri.com
Autodesk	Autodesk Inc.	http://www.autodesk.com
ERDAS	Leica	http://gi.leica-geosystems.com
GeoMedia	Intergraph	http://www.intergraph.com
GRASS	Baylor University	http://grass.itc.it
IDRISI	Clark Labs, Clark	http://www.clarklabs.org
MapInfo	MapInfo	http://www.mapinfo.com
MicroStation	Bentley Systems	http://www.bentley.com
TopoL	TopoL Software	http://www.topol.cz

Tab. č. 1: Přehled nejpoužívanějších produktů GIS v ČR (CAJTHAML, 2004).

Při zpracovávání této bakalářské práce jsem používala software ArcGIS 9.3 od americké firmy ESRI.

ArcGIS 9.3

Je sada softwarových produktů, které umožňují tvorbu kompletního GIS a jsou určeny pro kompletní nasazení GIS na jakékoli uživatelské úrovni. Tato verze nabízí oproti předešlým verzím řadu vylepšení v kartografii, modelování, tvorbě analýz, 3D vizualizace a vývojářských nástrojů, které umožňují kvalitní mapové výstupy.

ArcGIS Desktop

Tzv. desktop GIS software je hlavním nástrojem, který používají profesionálové pro vytváření, shromažďování, vyhodnocování a publikování nejrůznějších informací o daném území (ESRI, 2004).

Jedná se o soubor integrovaných aplikací ArcView, ArcEditor, ArcInfo a volně dostupný prohlížeč publikovaných map, ArcReader. Aplikace jsou dostupné na různé úrovni funkčnosti. Tyto produkty lze navíc rozšířit o řadu specializovaných nástrojů, kterými lze provádět složitější úkony, jako je např. práce s rastrovými daty, 3D analýzy apod. Tyto volitelné nadstavby lze plně využít na všech úrovních ArcView, ArcInfo a ArcEditor (ESRI, 2006).

Všechny produkty ArcGIS Desktop jsou tvořeny aplikacemi ArcMap, ArcCatalog a ArcToolbox. ArcToolbox je soubor nástrojů, které slouží ke správě a analýze geografických dat.

ARCDATA Praha rozděluje ArcGIS Desktop do tří hlavních úrovněových řad:

- *ArcView* – je GIS software, který disponuje základními nástroji pro vizualizaci, správu, vytváření a analýzu geografických dat. Tvoří jej sada aplikací ArcMap, ArcCatalog, ArcScene, ArcGlobe, ModelBuilder a okno ArcToolbox. S ArcView můžete např. ušetřit čas pomocí šablon map a vytvořit tak konzistentní styl v mapách, efektivněji komunikovat prostřednictvím tisku, publikování a sdílení GIS dat a dynamický obsah s ostatními apod.
- *ArcEditor* - je výkonný desktopový GIS systém, který je určen především pro tvorbu nových dat, pro editaci a správu nových nebo stávajících dat. Obsahuje všechny základní funkce, které součástí ArcInfo. Navíc má rozšířené editační možnosti pro geodatabáze. S ArcEditor můžete např: povolit více uživatelům současně upravovat a editovat data, vybudovat a udržovat prostorové vztahy mezi prvky pomocí topologických pravidel apod.

- *ArcInfo* - je nejvíce kompletní GIS software. Obsahuje všechny funkce ArcEditor a ArcInfo. Navíc přináší pokročilé prostorové analýzy, rozsáhlé manipulace s daty a tvorbu kartografických výstupů. S ArcInfo můžete např.: provádět pokročilé GIS analýzy dat, vytvářet a spravovat osobní geodatabáze, víceuživatelské databáze, publikovat a převádět data do různých formátů apod.

ArcGIS servery firmy ESRI

GIS na serveru slouží pro účely publikování a sdílení informací o území v rámci velkých organizací. Umožňuje také zpřístupnění informací o území mnoha uživatelům prostřednictvím internetu. GIS servery velmi dobře zapadají do dalších částí informační technologie a výborně spolupracují s dalšími softwary jiných organizací (s webovými servery, databázovými systémy či platformami) (ESRI, 2004).

Produkty firmy ESRI zahrnují veškeré požadavky na serverový GIS – od poskytování dat až po aplikační servery.

Přinášejí celou řadu výhod (ESRI, 2004):

- úspory provozních nákladu
- centrální správa zdrojů GIS
- široký rozsah klientských aplikací a nástrojů
- možnost využití katalogových služeb GIS pro vyhledávání a řízený přístup k informacím
- apod.

Společnost ESRI přináší v oblasti GIS tyto serverová řešení:

- **ArcGIS Server** – tento server přináší možnost vytvářet, spravovat a distribuovat GIS služby přes web. Podporuje desktop, mobilní a webové mapové aplikace. Zjednodušuje přístup GIS pro profesionály, mobilní pracovníky a v neposlední řadě pro pracovníky bez zkušeností s GIS.
- **Esri Geoportal Server** - produkt, který umožňuje objevení a využití geoprostorových zdrojů. Organizacím to pomáhá spravovat a publikovat svá metadata geoprostorových zdrojů, takže se uživatelé mohou k těmto prostředkům připojit.
- **Různé nadstavby pro ArcGIS Server** – většina nadstaveb je obdobná jako u nadstaveb u ArcGIS Desktop.

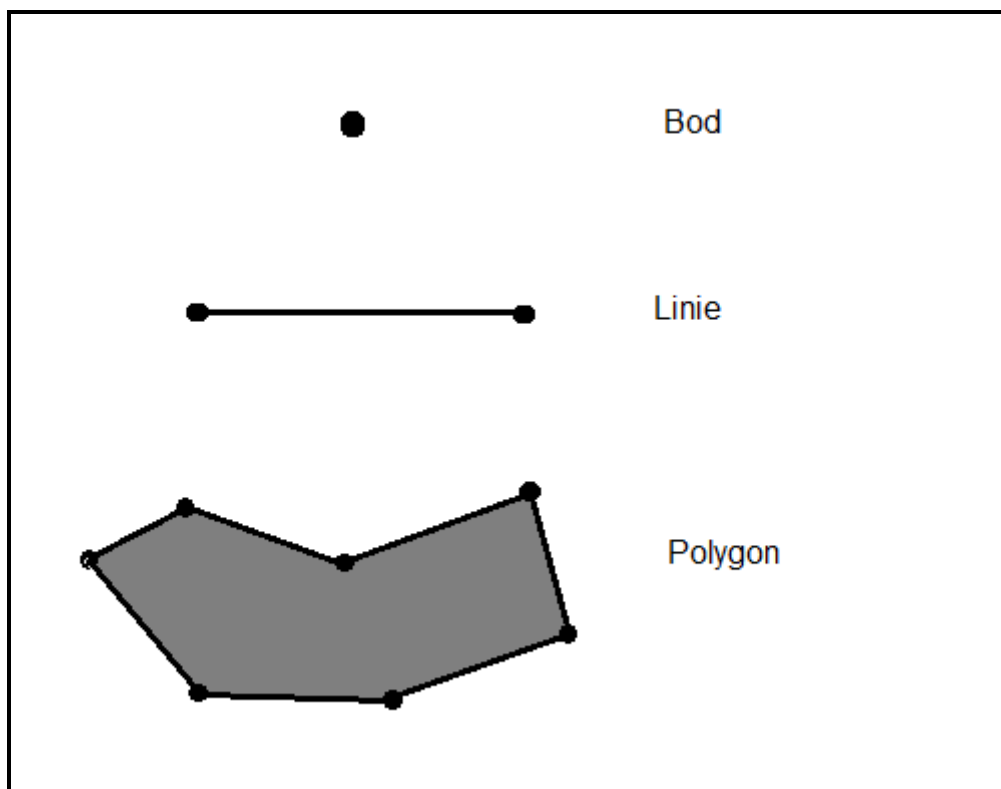
3.2 Prostorová data

Prostorová data nám popisují určitá geografická data. Jsou určena svým geometrickým tvarem a polohou na zemském povrchu (TOLLINGEROVÁ, 1996). Základním modelem prostorových dat, který je znám v tradičním dvojrozměrném analogovém provedení, jsou prostorová a geografická data vedena a prezentována v podobě *mapy* (KOLÁŘ, 2003). Rapant (2006) uvádí jako definici: Prostorová data (angl. spatial data) jsou data, která se vztahují k určitému místu v prostoru a pro která jsou na potřebné úrovni rozlišení známé lokalizace těchto míst. Ostatní data, pro která není definovaná, nebo alespoň na potřebné úrovni rozlišení známá, lokalizace v prostoru, označujeme jako *neprostorová data*. Hranice mezi těmito dvěma pojmy není úplně jednoznačná. Je závislá na přítomnosti údajů o prostorové lokalizaci, ale i na úrovni jejich rozlišení a na požadavcích konkrétní aplikace (RAPANT, 2002).

3.2.1 Prostorová data v analogové podobě

V každé klasické mapě, kterou známe, jsou objekty reprezentovány jako jednotlivé prvky. Tyto prvky jsou v mapě zobrazeny v určitém kartografickém zobrazení a v určitém souřadnicovém systému. Většina těchto objektů prezentována určitým typem prvků (KOLÁŘ, 2003; BŘEHOVSKÝ, JEDLIČKA, 2006):

- **BOD** – jsou nejjednodušším grafickým vyjádřením objektů. Většinou reprezentují malé objekty, u kterých už není vhodné použít prezentaci linií či plochou. Každý bod je spojen s jediným místem v prostoru. Body také reprezentují takové objekty, u kterých nelze měřit žádný rozměr tj. má dimenzi 0.
- **LINIE** – reprezentují úzké objekty jako jsou např. řeky, silnice, potrubí, elektrické vedení, hranice území apod. Tzv. *čáry*, které spojují alespoň dva body. Jedná se o objekt s dimenzí 1 (lze u něho měřit délku v jednom rozměru).
- **PLOCHA** – jde o takové objekty, jejichž hranice uzavírá nějakou homogenní oblast (jezera, lesy, zastavěné plochy,...). Objekt má dimenzi 2.



Obr. č.2: Typy prvků v prostorových datech, vlastní zpracování.

3.2.2 Prostorová data v digitální podobě

Digitální model prostorových dat musí zaručit alespoň stejnou úroveň informací jako u analogové formy mapy. Grafickému vyjádření digitálních prostorových dat se většinou říká *digitální mapa*. Tento výraz ale není tak úplně přesný. Technicky vzato jsou všechny mapy analogové, bez ohledu na to jestli jsou vytištěné nebo promítnuté na obrazovce (KOLÁŘ, 2003).

Existují dva základní přístupy, jak převést prostorová data do digitální podoby a uložit je tak do databáze GIS. V obou modelech je prostorová informace vyjádřena homogenními jednotkami. Tyto modely jsou:

Vektorový model

Matematicko-fyzikální terminologie říká, že přímá čára, která má danou velikost a směr, je nazývána *vektor*. Odvození a označení celého tohoto datového modelu vychází z definice (SHEKAR, XIONG, 2008): vektorem se nazývá úsečka, která v digitální databázi propojuje dva body s danými souřadnicemi. Tento datový model zahrnuje zeměpisné prvky: body, linky a polygony. Tyto zeměpisné prvky jsou v tomto modelu

popsány jako sestava bodů, které spojuje úsečka. Bod je vyjádřen jako úsečka s nulovou délkou. Linie a polygony se vyjadřují jako různé množství bodů (KOLÁŘ, 2003). Výhody a nevýhody jsou popsány v tab.č.1. Pro ukládání vektorových dat se v praxi používají dva způsoby (BŘEHOVSKÝ, JEDLIČKA, 2006):

- **Špagetový model** – tento model patří mezi nejjednodušší. Princip vychází z digitalizace map. Každý objekt na mapě patří k jednomu logickému záznamu v souboru a je definovaný souřadnicemi x,y. Hlavní nevýhodou je, že struktura neposkytuje žádné informace o vztazích mezi jednotlivými objekty. Pro většinu prostorových analýz je tento model nevhodný, naproti tomu tento model velice atraktivní pro počítačovou kartografii (CAC).
- **Topologický model** – patří k nejpoužívanějším modelům. Tento model vyjadřuje spojení a vazby mezi objekty nezávisle na souřadnicích tj. že topologie zůstává beze změny, když se objekty natahují nebo ohýbají. Každá linie začíná a končí v bodě, který se nazývá *uzel* (mode). Dvě různé linie se mohou protínat pouze jenom v uzlu.

VÝHODY	NEVÝHODY
kompaktnější datová struktura	složitější datová struktura
kódování topologie	obtížnější překrytí
operace využívající topologie	popis velké prostorové proměnlivosti
grafické mapové výstupy	práce s digitálním obrazem

Tab.č.2: Vektorový model (KOLÁŘ, 2003).

Rastrový model

Rastrový model, který se také nazývá mozaikový, je logickou variantou vektorového modelu. Daný prostor definuje jako řadu stejných buněk, které jsou uspořádané v řádcích a sloupcích. Prostorová data jsou zde ukládána pomocí imaginárních *sítí* nebo *rastru* plošek, které jsou pravidelně uspořádané do souvislé plochy. V nejjednodušší formě je to síť čtvercová či obdélníková, u složitějších implementací jsou to buňky trojúhelníkové nebo i šestiúhelníkové. Na rozdíl od vektorového modelu se zde buňky nazývají *pixely* a neodpovídají svým tvarem prvkům,

které představují. Každý pixel může obsahovat jen jednu hodnotu, proto jsou hodnoty každého atributu uloženy v samostatných souborech. Výhody a nevýhody jsou uvedeny v tabulce č.2 (KOLÁŘ, 2003; SHEKAR, XIONG, 2008).

VÝHODY	NEVÝHODY
jednoduchá datová struktura	méně kompaktní datová struktura
účinná operace překrytí	obtížnější topologie
vhodný pro zpracování digitálních obrazů	grafické výstupy lineárních prvků

Tab.č.3: Rastrový model (KOLÁŘ, 2003).

3.3 Databázové systémy

Podle Pokorného (2003) si pro lepší pochopení pojmu databáze představíme např. kartotéku filmů. Na jednotlivých listech kartotéky je uvedeno: název filmu, režisér, seznam herců apod. V analogové verzi této kartotéky jsme si mohli kartotéku urovnat dle jednoho aspektu např. abecedně podle názvu filmu. V počítačové verzi máme k dispozici prostředky, díky kterým můžeme klást celou řadu dotazů typu: najdi všechny filmy, které byly natočeny v roce 2000.

Existují ale i jednoznačné definice, které databáze definují. Dobešová (2004) je zjednodušeně charakterizuje jako místo, kam se ukládají data. Asi za nejsrozumitelnější považují definici (HERNANDEZ, 2006): soubor dat používaných k modelování některých typů organizačních struktur nebo organizačních procesů.

Jelikož reálný svět je složitý a existuje v něm mnoho souvislostí, neměli bychom se snažit ho pouze modelovat, ale naopak se ho snažit i popsat a k tomu nám slouží právě databázové analýzy. Databázové systémy nám pak umožňují řešit jednodušeji následující problémy (DOBEŠOVÁ, 2004):

- poskytují rychlejší přístup k datům
- uživatel může bez problémů získávat data podle určitých kritérií
- databáze mají zabudovaný systém přístupových práv

Některé databáze mohou obsahovat málo dat. Ty potom mohou být uloženy v jedné tabulce. Opačný jev, ale nastane, když je v databázi uloženo velké množství dat.

Zde už je potřeba logické struktury a zajištěný přístup k datům. Přístup k údajům, které jsou uloženy v databázi, zajišťuje program Systém Řízení Báze Dat – SŘBD (angl. Data Base Management System, zkr. DBMS). Tento program spravuje data a zajišťuje sdílení dat bez narušení integrity databáze. Výhody a nevýhody databází jsou uvedeny v tabulce č.3 (DOBEŠOVÁ, 2004).

VÝHODY	NEVÝHODY
uložení dat v jednom místě	znalost k užití databáze
strukturovaná a standardní data	dražší produkty
společní použití dat z různých zdrojů	nutná adaptace k netradičnímu toku dat
data podléhají kontrole	nutná adaptace k netradiční organizaci dat
rychlý přístup k datům	snazší zneužití dat
široká přístupnost	potřeba zvláštní ochrany proti ztrátě dat
použití i mimo původní účel pořízení dat	

Tabulka č.4: Výhody a nevýhody databáze (KOLÁŘ, 2003).

GIS je jedinečný druh databáze o území, která se nazývá geografická nebo také prostorová databáze (tzv. geodatabáze). GIS jsou v podstatě založeny na strukturované databázi, která popisuje reálný svět. Pro geodatabáze jsou klíčové tyto jednotlivé principy (KOLÁŘ, 2003):

- **Geografická prezentace** – během návrhu databáze si uživatel určí jak budou objekty a jevy z reálného světa reprezentovány.
- **Popisné atributy** – tyto atributy popisují geografické objekty. Může k nim být připojeno více tabulek, které hrají významnou roli v datových modelech.
- **Prostorové vztahy** – tvoří je topologie a geometrická síť.
- **Tematické vrstvy a datové sady**

3.3.1 Základní terminologie

Data: jsou jisté údaje, které nám něco vypovídají. Dají se určitým způsobem uspořádat (seřadit dle velikosti, chronologicky). Uživatelé jsou většinou k dispozici v různých formách (tabulky, grafy, apod.). Data jsou většinou rozdělena na dílčí údaje (atributy) o dané množině (entit) DOBEŠOVÁ, 2004).

Záznam: je souhrn údajů o dané části objektu. Je uložen v položkách a je charakterizován názvem a datovým typem (FARANA, 1995).

Entita: je objekt reálného světa, který je nezávislý a jednoznačně odlišitelný od ostatních objektů. Např.: „zákazník Josef Novák“ (FARANA, 1995).

Vztah: je vazba mezi dvěma nebo více entitami. Např.: „zákazník Josef Novák“ může být ve vztahu k entitě „má zapůjčený film“ (POKORNÝ, HALAŠKA 2003).

Atribut: je funkce, která přiřazuje jednotlivým entitám hodnoty určitého popisného typu. Jako jednoduchý příklad by se dal uvést jednoduchý datový typ – reálné číslo (POKORNÝ, HALAŠKA 2003).

Datové typy: u všech atributů musí být jasně definovaný datový typ, který udává typ údajů, které budeme zapisovat. Mezi nejběžnější datové typy patří: textový (text), číselný (numeric), datumový (date) (DOBEŠOVÁ, 2004).

3.3.2 Typy vztahů

Vztahy jsou nejčastěji realizovány pomocí primárních a cizích klíčů. Kdy primární klíč je v jedné tabulce a cizí klíč v tabulce druhé. Tyto klíče musí být kompatibilní. V reálném světě existuje velké množství vztahů, které jsou v datových modelech vyjádřené jako: 1:1, 1:N nebo M:N (DOBEŠOVÁ, 2004).

Vztah 1:1 (one-to-one relationship)

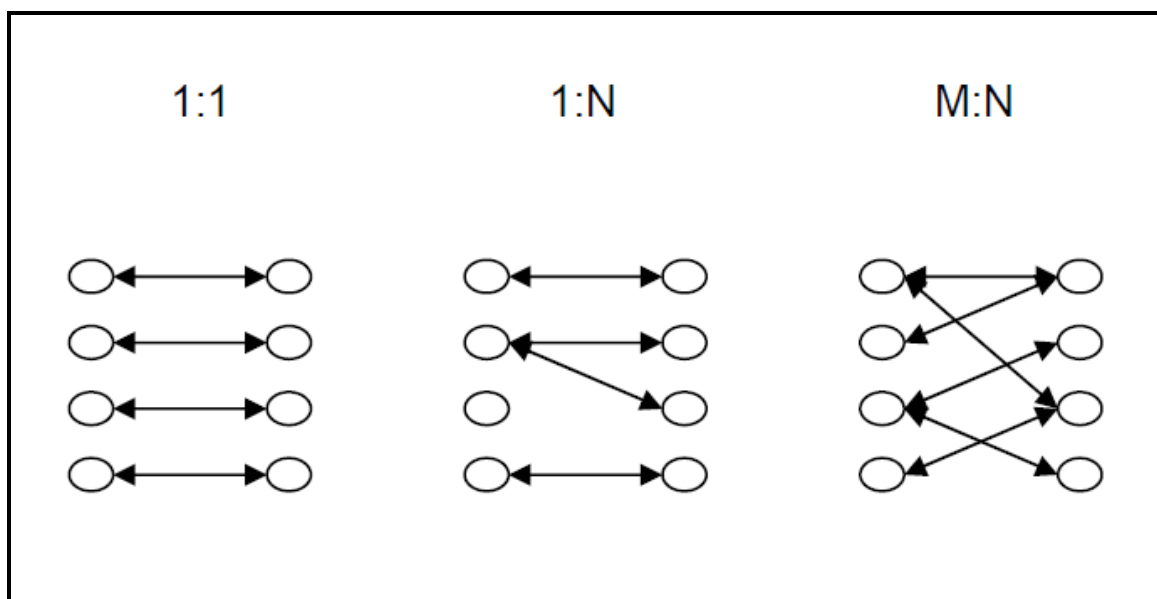
Je udáván jako vztah mezi jednotlivými tabulkami, kde daný záznam v cílové tabulce odpovídá nejvýše jednomu záznamu ve zdrojové tabulce. Každá korespondence je zde unikátní tj., že žádné dva záznamy cílové tabulky neodpovídají stejnému záznamu zdrojové tabulky. Vztah 1:1 může zahrnovat vztah 1:0 a 0:1. Příkladem vztahu 1:1 je vztah tabulky států s tabulkou hlavních měst. Tabulky lze spojovat (join) nebo propojovat (link) (ESRI, 1999).

Vztah 1:N (one-to-many relationship)

Je dán jako vztah mezi tabulkami, kde každý záznam v cílové tabulce může odpovídat více záznamům ve zdrojové tabulce. Teoreticky může zahrnovat i 1:0, 0:1 a 1:1. Příkladem vztahu 1:N je vztah mezi tabulkou kancelářských budov a tabulkou nájemníků v budovách. Tabulky lze propojit (link), ale obvykle se nedá spojit (join) (ESRI, 1999; DOBEŠOVÁ, 2004).

Vztah M:N (many-to-many relationship)

Je dán jako vztah mezi tabulkami, kde každý záznam v cílové tabulce odpovídá nanejvýš jednomu záznamu ve zdrojové tabulce. Korespondence je zde však unikátní tj. více záznamů v cílové tabulce může odpovídat jednomu záznamu ve zdrojové tabulce. Jako složitější vztah zahrnuje vztahy: 1:0, 1:N, 1:M, 0:1. Příkladem vztahu M:N je vztah mezi tabulkou parcel půdy a tabulkou jmen vlastníků (jeden vlastník vlastní více parcel a naopak) (ESRI, 1999).



Obr. č.3: Typy jednotlivých vztahů (DOBEŠOVÁ, 2004).

3.3.3 Identifikační klíče

Jak už jsem zmiňovala v předchozí kapitole, každá entita musí být jednoznačně identifikovatelná. Identifikačním klíčem nazýváme atributy (nebo skupinu atributů), jejichž hodnoty slouží k identifikaci konkrétní entity. Při každém určování identifikačního

klíče je nutné zvážit a zvolit takové atributy, aby skutečně plnily zadanou úlohu a jejich použití bylo efektivní jak časově tak z hlediska paměťových nároků (POKORNÝ, HALAŠKA, 2003). Tabulka může mít více tzv. „kandidátních klíčů“ (atribut nebo skupina atributů, které jednoznačně identifikují jednotlivý záznam) (DOBEŠOVÁ, 2004) :

- jednoduchý klíč
- složený klíč

Primární klíč nesmí obsahovat hodnotu NULL (neznámý nebo neexistující atribut). Cizí klíč tabulky přidáme do tabulky s primárním klíčem.

3.3.4 Datové modely

Databáze a řídicí systém DBMS se objevil koncem 60. let a během následujících let se díky vývoji informačních systémů stále zdokonaloval a zdokonaluje. Datové modely lze rozdělit na tyto základní typy (KOLÁŘ, 2003):

- hierarchické
- síťové
- relační

Hierarchický datový model

V tomto modelu jsou data organizována do stromové struktury různých logických úrovní. Každý záznam představuje uzel ve stromové struktuře, tzv. každý záznam má jedno klíčové pole, podle kterého se hierarchická struktura organizuje. Konstrukce struktury začíná od hlavního objektu k vrcholu. Vzájemný vztah mezi záznamy je dán typem: rodič/potomek a zároveň je dáno, že rodič může být jen jeden a potomků více. To znamená že na stejné hierarchické úrovni může být několik různých prvků (potomků). Vztahy mezi jednotlivými prvky databáze mohou být buď 1:1 nebo 1:N. Vazbu M:N nemá tento model zabudovanou, která se v některých případech řeší např. pomocí virtuálních záznamů. Použití hierarchického modelu je vhodné tam, kde i zájmová realita má hierarchickou strukturu. Mezi hlavní nevýhody patří nepřirozená organizace dat (chybějící vztah M:N, viz výše) a složité operace vkládání a rušení záznamů. Naopak výhody hierarchického modelu jsou: snadno pochopitelné, lehce se aktualizují a rozšiřují. Tento typ se používá především v administrativě, pro bibliotécké databáze nebo pro rezervační systémy v dopravě (FARANA, 1995; KOLÁŘ, 2003).

Síťový datový model

Síťový datový model je v podstatě zobecnění výše popsaného hierarchického modelu. Je založen na souborech a vztazích mezi záznamy souborů. Jeden prvek tedy může mít více rodičů i potomků. Systém ani nevyžaduje žádný kořen, jako u předchozího modelu, a proto i hlavních prvků může být více. Databáze je doplněna o vztah typu M:N. Podle typů vztahů a atributů vznikalo mnoho možností, které v různých kombinacích vedly k vytvoření různých variant síťových modelů, které patří k nejrozšířenějším komerčním produktům na světě. Výhodou síťového modelu je menší redundance než-li u hierarchického modelu, tj. obsahuje méně vícenásobných opakovaných výstupů, ale o to více možností poskytuje ve vazbách. Vyhledávání je nastaveno přes přímé zkratky, které umožňují rychlou a výkonnou práci. Hlavní nevýhodou je nepružnost a obtížná změna její struktury. Z uživatelského hlediska není využití síťového modelu v GIS příliš rozšířené. Používá se spíše např. při vyhledávání nejlepšího spojení v komunikační síti (POKORNÝ, 1992; KOLÁŘ, 2003).

Relační datový model

Tento datový model se poprvé objevil v 70. letech. Od předchozích modelů se liší svou jednoduchostí. Vznikl snahou popsat data v jejich přirozené podobě. Základní a jedinou strukturou je tabulka, do které se data ukládají. Někdy bývá proto nazýván jako *tabulková databáze*. Údaje o jednotlivých prvcích jsou uloženy v tabulkách, kde každý řádek odpovídá jednomu prvku a v jenom sloupci jsou hodnoty jednoho atributu. V tomto modelu není žádná hierarchie a proto každé pole může být klíčem. Všechna pole mohou být propojena s ostatními. Typy příkazů k vyhledávání dat mohou být jakkoli dlouhé a tato operace propojení dává relačnímu modelu obrovskou flexibilitu. I toto přispívá k jeho výraznému uplatnění v databázích všech systémů automatického zpracování dat. Tento typ databázového řídicího systému v současnosti nejčastěji využíván v GIS (KOLÁŘ, 2003).

NEVÝHODY	VÝHODY
Obtížnější při zavádění	Flexibilita, umožněná operací propojení a jazykem
Pomalejší způsob vyhledávání	Teoretický základ relační algebry
	Jednodušší zavedení a provozování
	Menší redundance než ostatní modely
	Relační tabulky jsou nejobecnější formou presentace dat

Tabulka č.3: Hlavní výhody a nevýhody relační databáze (KOLÁŘ, 2003).

3.4 GIS v zahradní a krajinné tvorbě

V současné době nacházejí GIS využití téměř ve všech oborech lidské činnosti. K nejvýznamnějším z nich patří např. veřejná správa, přírodní zdroje, doprava, obrana apod. GIS je proto ideálním nástrojem pro mapování, inventarizaci vegetace, aktuální vyhodnocování dat a to je jeden z hlavních důvodů, proč je tak hojně využíván ve všech oborech zahradní a krajinné tvorby (GIS, 2009).

Pomocí GIS se obvykle vytvářejí různé mapové výstupy, které nám napomáhají hodnotit stávající stav dané problematiky. Může se například jednat o: lokalizaci příhodných míst pro novou zástavbu, vyhlášení ochranných pásem, posuzování ploch s vysokou krajinnou funkcí,... GIS má také své uplatnění při hodnocení historického vývoje krajiny, krajinného rázu, lidského působení na krajinu, typu půdy apod. Stále častějším nástrojem se stává trojrozměrné modelování (LANG, 1998).

3.4.1 Využití GIS při inventarizaci zeleně

Při inventarizaci zeleně hrají GIS velmi významnou roli. Zde se totiž setkáváme s problémem velkého množství dat v rámci hodnocené oblasti (stovky až tisíce jedinců). Navíc tyto data se budou využívat mnoho let a je nutné je průběžně aktualizovat. Toto jsou hlavní důvody zavádění některého z databázového systému a neoptimálnější volbou jsou právě GIS, které jsou navíc od databázových systému propojené s digitální mapou. Další možností jsou speciální oborové systémy, které kromě obecných funkcí umožňují i další funkční možnosti, které souvisejí s péčí o stromy. Uživatel se tedy může rozhodnout zda využije obecný databázový modul nebo zvolí jeden z některých

oborových softwarů s profesionálním rozhraním. Mezi tyto funkční možnosti patří např. (ZAHRADA-PARK-KRAJINA, 2010):

- **Možnost sestavovat pracovní příkazy** – možnost zadávat jednotlivé zásahy po částech a dálkově. Po částech také poté zpracovávat práce jako realizované. Tímto se redukuje zdlouhavá a komplikovaná aktualizace dat.
- **Možnost připojování dalších souvisejících souborů** – využití připojování dokumentů k jednotlivým stromům i k celým plochám. Nejčastěji používaným připojovaným dokumentem je fotodokumentace.
- **Využívání dat pro další související úlohy** – oceňování stromů podle různých metodik, hodnocení statistických poměrů.
- **Možnost evidence kontrol**

Veřejnou zeleň mají ve své správě obecní úřady. Aby tato správa byla efektivní, musí mít úřad přesné informace o veškeré zeleni, kterou spravuje. Úřad musí znát kde a v jakém stavu se zeleň nachází, kdy a jaké zásahy na ní byly provedeny. Úřady musejí mimo správy zeleně zabezpečovat i její údržbu (prořezávky, stříhání, kácení,...). Tyto nároky lze splnit jak v rámci GIS celé obce nebo jako speciální aplikaci *pasport zeleně* (SEDLÁŘ, 2001).

3.4.2 Pasport zeleně

Mnoho lidí může překvapit, kolik objektů na území města spadá pod jeho správu a o kterých tedy musí mít jasný přehled, počínaje pozemními komunikacemi přes dopravní značky, veřejné osvětlení až po dětská hřiště, odpadkové koše, lavičky či květináč s afrikány. Předpokladem pro efektivní správu a údržbu zmiňovaného majetku je aktuální a přehledná evidence (DOBIÁŠ, 2010).

Právě proto v posledních letech dochází k rozsáhlému rozvoji informačních a geoinformačních technologií ve veřejné správě. Tento trend se nejdříve projevil na úrovni okresních úřadů, později na úrovni krajů, statutárních měst a obcí s rozšířenou působností. Výsledky jsou zatím v mnoha případech nejednotné. Data jsou nedostatečně popsána, liší se obsahem prostorových dat a kvalitou webových stránek. Uživatel se pak může při ovládání těchto aplikací snadno ztratit. Tyto problémy se ale snaží řešit směrnice Evropské komise INSPIRE (PANEC, 2010).

Důležitou rolí pro rozvoj měst a obcí je tzv. územně plánovací dokumentace (dále jen ÚPD). I tyto data jsou v dnešní době zhotovena a ukládána v digitální podobě. ÚDP se neustále vyvíjí a mění, proto i zde nacházejí své uplatnění GIS. GIS se zde dají využít od samotného vytvoření ÚDP až po jeho další údržbu. Jako příklad určitého systému uvádí Zvěřina (2002) aplikaci UPLAN (MISYS). Další využívané informační systémy jsou např. Kompa3, CityWare,...

Pasportizace

Pasportizací se nazývá úplná a přehledná evidence, která lokalizuje předměty tvořící majetkový soubor i vyjádření finanční hodnoty, v digitální podobě. Pasporty se zpracovávají na základě dostupných mapových podkladů a terénních průzkumů. Výstupem jsou mapy, které obsahují, ke každému prvku, grafickou a datovou část (CDSw, 2003). V podstatě se jedná o aplikace typu GIS. Pasporty se mohou vytvářet pro jakékoli entity, jako jsou např. pasporty komunikací, veřejného osvětlení, dopravního značení, počítačů...(SEDLÁŘ, 2001).

Pasport zeleně

Pod tímto termínem si můžeme představit soupis prvků zeleně, které se vyskytují na určitém území. Evidence se skládá z jednotlivých bodových objektů – stromy, keře a plošných objektů – trávníky, lesní plochy. Ke každému prvku jsou zaznamenány základní informace, které slouží k dalšímu zpracování (např. propojení s katastrální mapou, ortofotem). Pasportizace se provádí digitalizací z analogové podoby nebo přímo terénním průzkumem. Příklad využití pasportu zeleně: pracovníci mají přesný výkaz výměr ploch stromů, které je třeba ošetřit. Přitom se evidují i data údržby a díky tomu je možné následné plánování údržby zeleně. V případě potřeby je možné k pasportu zeleně připojit pasport závlahového systému (MACEK, 2000; SEDLÁŘ, 2001).

Význam pasportu zeleně

- Snadná orientace ve velkém množství dat
- snadná aktualizace
- přesná evidence provedených zásahů (proplácíme jen skutečně provedené úkony)
- zviditelnění vynakládaných finančních prostředků obce
- snadný přehled o nákladech na údržbu zeleně

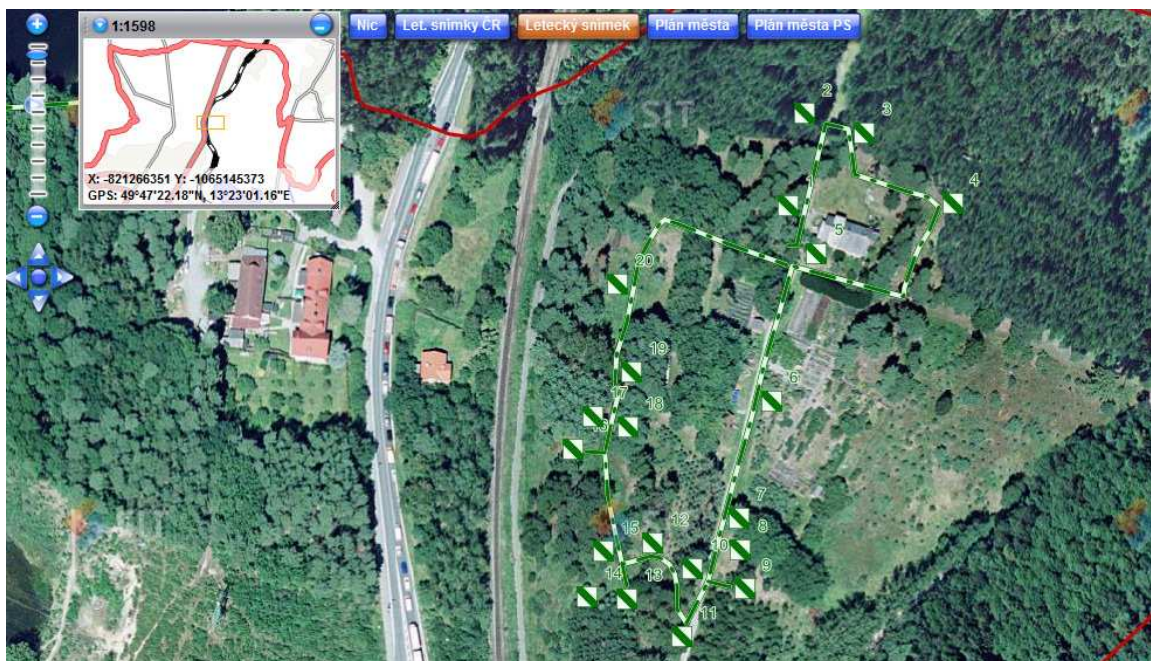
- plány péče o spravovanou zeleň
- podklady pro zadávání veřejných zakázek (FINSTRLE, 2001).

3.4.3 Příklady využití GIS pro arboreta a parky

V této bakalářské práci se zabývám návrhem GIS pro arboretum. Proto bych v této kapitole ráda uvedla některé příklady již funkčních systémů.

Naučná stezka arboreta Sofronka

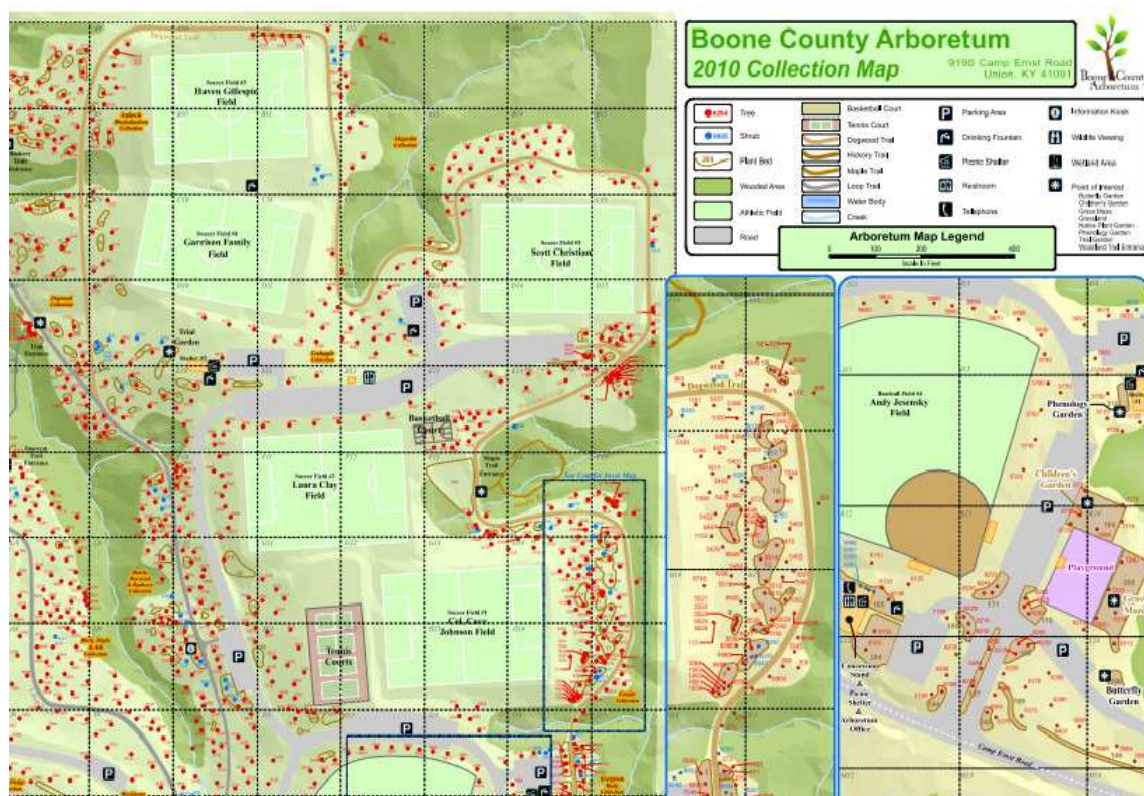
Město Plzeň na svých webových stránkách představuje několik naučných stezek, které jsou realizované prostřednictvím GIS. Tyto stránky jsou typickým příkladem zpřístupnění data široké veřejnosti prostřednictvím běžného webového prohlížeče. Jedna z těchto stezek vede po arboretu Sofronka (viz obr.č.4). Naučná stezka Sofronka představuje prostřednictvím dvaceti stanovit návštěvníky s nejzajímavějšími druhy borovic z celého světa. Prostřednictvím tohoto prohlížeče si může každý návštěvník prohlédnout naučnou trasu, naplánovat trasu či dokonce cyklotrasu.



Obr.č 4: Naučná stezka Sofronka (dostupné na mapy.plzen.eu)

Boone County Arboretum

Tento park se nachází ve venkovském prostředí v Kentucky a je volně přístupný veřejnosti. Tento areál poskytuje jak aktivní (různá hřiště) tak pasivní odpočinek (procházky, pozorování zvěře). Pro stále měnící se strukturu, zavedla zde správa tohoto areálu kombinaci GIS a GPS technologií. Od roku 2000 zde využívají software BooneMap. S jeho využitím představují tento areál široké veřejnosti pomocí internetu. Návštěvníci si tak mohou již před samotnou návštěvou prohlídnout, co všechno jim může tento areál nabídnout, naplánovat si trasu prohlídky apod.

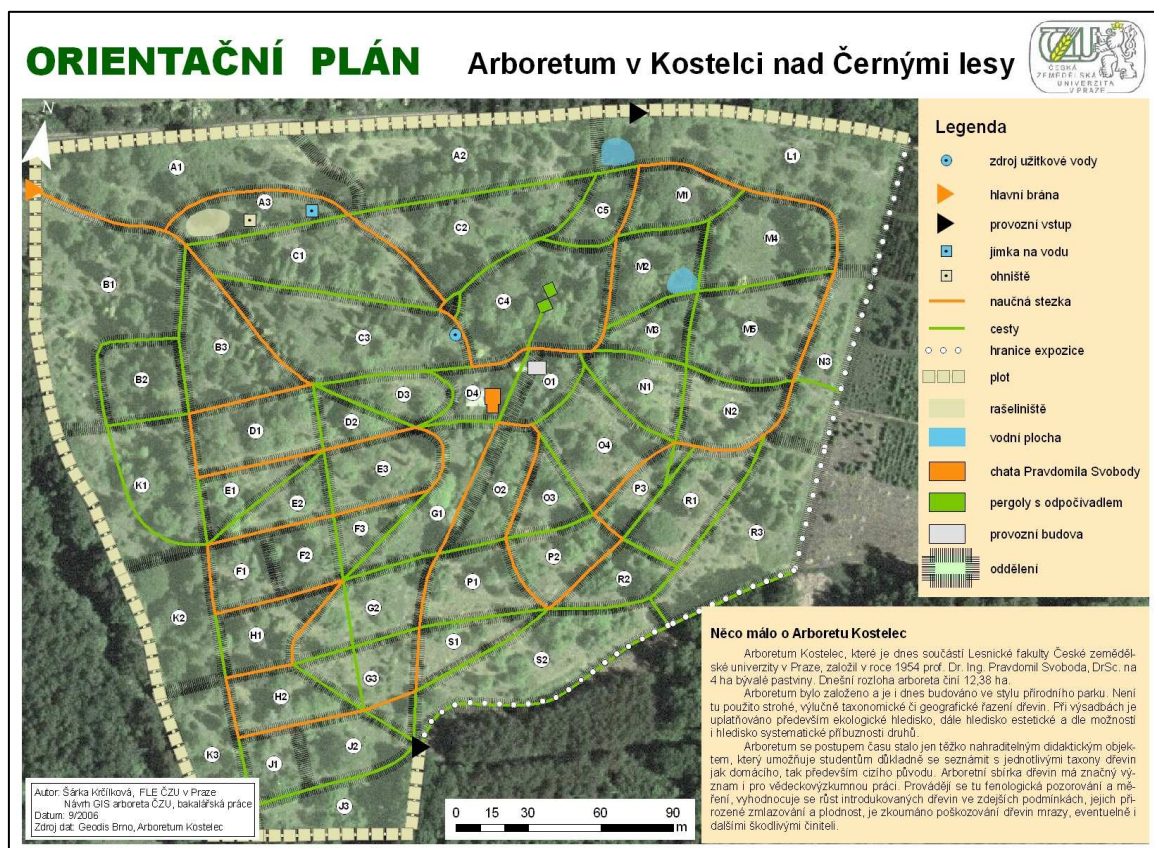


Obr. č. 5: Boone County Arboretum (dostupné na www.boonecountygis.com)

Arboretum ČZU v Kostelci nad Černými lesy

V posledních letech se tématem využití GIS v rámci arboreta a parků zabývaly i některé studentské práce. Jako příklad bych ráda uvedla zpracování Arboreta ČZU v Kostelci nad Černými lesy. Toto arboretum bylo zpracováno v rámci bakalářské práce Šárkou Krčilkovou. Řešitelka přetvořila stávající informační systém a vytvořila tak jednoduchý funkční GIS. Tato práce nyní slouží jako podklad pro další rozvoj GIS tohoto arboreta. Řešitelka vytvořila několik mapových výstupů, které lze použít při prezentaci

arboreta. Navrhla orientační plán naučné stezky (viz obr.č.6). Tento plánek obsahuje přehled základních funkčních prvků arboreta (cesty, vodní plochy, budovy atd.).



Obr. č. 6: Arboretum Kostelec nad Černými lesy (Krčilková, 2006).

3.5 Tvorba výstupů a vizualizace

Při práci s daty lze provádět širokou škálu opecí, při kterých je využíváno mnoho speciálních funkcí. Tyto funkce se liší podle jednotlivých softwarových podob GIS. Základní funkce jsou ale všeobecně platné pro všechny. Podle činností, které lze vykonávat, je možné funkce GIS rozdělit do čtyř hlavních skupin (KOLÁŘ, 2003):

1. Údržba a analýza prostorových dat.
2. Údržba a analýzy popisných dat.
3. Společná analýza prostorových a popisných dat.
4. Výstup dat.

V této kapitole se budu zabývat poslední výše zmiňovanou funkcí. Tyto výstupní funkce Břehovský a Jedlička (2006) souhrnně uvádějí jako vizualizace a tvorba výstupů. Jak už jsem výše zmínila vizualizace geografických dat a tvorba výstupů z databáze GIS

patří mezi základní operace v GIS. Tento proces slouží k převodu dat z digitální formy (databáze GIS) zpět do analogové formy (mapy, grafy, tabulky, zprávy). Nejčastěji používanějším výstupem jsou mapy. V tomto případě GIS slouží jako prostředek digitální kartografie (Computer Aided Cartography, zkr. CAC). K nástrojům, které slouží k automatizování tvorby jednotlivých map, slouží:

- Tvorba tématických map
- tvorba kartogramů, diagramů a grafů
- užívání statistických metod pro zpracovávání atributových hodnot a jejich automatické generování legendy, měřítko, rámu, apod.
- prostředky pro automatizaci tvorby symbolů a popisu

Samotná vizualizace probíhá dvěma různými způsoby. Tyto způsoby se od sebe liší použitím různého hardwaru (BŘEHOVSKÝ, JEDLIČKA, 2006):

- Interaktivní vizualizace – monitory
- Neinteraktivní – tiskárny, plottery apod.

3.5.1 Geovizualizace

Pojmem geovizualizace si můžeme představit jako práci s mapami a jinými způsoby zobrazení geografických dat tj. s interaktivními mapami, 3D scénami apod. (ESRI, 2004). Geovizualizace vychází z integrace technologií zpracování obrazu a zobrazovaných technik. Z těchto technologií vychází také např.: kartografie, virtuální realita, počítačová vizualizace. Vizualizační nástroje poskytují prostředky k filtrování a objevování rostoucího množství prostorových dat, dále např. umožňují změny pohledu na problémy krajiny, zdůrazňují vazby mezi různorodými daty apod. Grafické reprezentace vizualizačních procesů usnadňují řešení daných grafických problémů (VOŽENÍLEK, 2006). Vizualizace se týká různých druhů map, údajů z DPZ, fotometrie a číselných a statistických analýz (TUČEK, 1998).

GIS zahrnují interaktivní mapy a další různé zobrazení geografických datových sad. Interaktivní mapy jsou hlavním uživatelským rozhraním většiny aplikací GIS a jsou dostupné na mnoha úrovních – od map v kapesních přístrojích, přes mapy ve webových prohlížečích až po sofistikované mapy, které jsou vytvářené těmi nejvýkonnějšími GIS softwary (ESRI, 2004).

4. Zájmové území

4.1 Charakteristika zájmového území

Školní arboretum SLŠ a SOS ve Šluknově je nejsevernějším arboretum v České republice. Leží v severní části Šluknovského výběžku a je zapsáno v seznamu světových arboret a botanických zahrad. Skládá se ze dvou částí. Hlavní část je umístěna v obci Kunratice, 2 km jižně od Šluknova. Rozléhá v rovině a z části na mírném S a SZ svahu. Na pozemku arboreta vyvěrá několik pramenů, které jsou svedeny do rybníčku (plocha 228m²). Geologický substrát tvoří žula. Průměrná roční teplota je 7,1° C, průměrné množství ročních srážek 821mm. Klima lze charakterizovat jako chladnější podhorské. Druhá a podstatně menší část se nachází u domova mládeže v Sukově ulici ve Šluknově. Leží na mírném JV svahu v nadmořské výšce 339 - 346m. Zeměpisná poloha je dána souřadnicemi:

arboretum v Sukově ulici – 51°0' severní šířky, 14°27' východní délky,

arboretum v Kunraticích – 50°59' severní šířky, 14°26' východní délky.

Arboreta slouží především potřebám praktické i teoretické výuky odborných předmětů, hlavně biologie, botanice, pěstování lesů a nauky o prostředí. Zastoupení dřevin je proto koncipováno s ohledem na výuku. Kromě běžně používaných hospodářsky významných druhů se zde studenti seznamují s druhy introdukovanými a okrasnými (LANKAŠ, 1994).

Arboreta jsou využívány i jinými školami formou exkurzí, ale také laickou i odbornou veřejností. Kromě toho plní funkci výzkumnou a rekreační. Ročně navštíví arboretum v průměru 15-20 exkurzí, dále zájemci z řad mládeže i odborníci z ČR a zahraničí. Údržbu arboret zastávají sezónní dělníci, zaměstnanci a žáci školy.

Tato práce se zabývá pouze hlavní částí arboreta v obci Kunratice.

4.2 Historie

Počátky vzniku jsou spjaté s historií lesnické školy. Již v prvních letech existence školy byla v rámci výuky odborných předmětů pocíťována potřeba arboreta. Proto byl v roce 1958 vyčleněn pozemek o rozloze 0,95ha u domova mládeže lesnické školy v Sukově ulici. Autorem návrhu byl Ing. Antonín Kunt. K prvním výsadbám došlo v roce 1959 převážně sazenicemi z velkoškoly v Říčanech. Později byl získáván rostlinný

materiál od zahradnických závodů, arboret a botanických zahrad z celé republiky. Na konci roku 1965 byla v arboretu shromážděna sbírka 241 taxonu dřevin, z toho 68 jehličnatých a 173 listnatých(LANKAŠ, 1994).

Brzy se ukázalo, že rozloha arboreta je příliš malá a proto byl hledán jiný pozemek. V roce 1960 byla vybrána již delší dobu neobdělávaná pole se zbytkem lesa, loukami a písčinnou při silnici Šluknov - Kunratice - Brtníky asi 2,5km od lesnické školy. Autorem návrhu byl také Ing. Antonín Kunt, tentokrát však s kolektivem odborných učitelů. K prvním výsadbám došlo v roce 1967. Sadební materiál byl částečně získán přenesením odrostků z arboreta v Sukově ulici a dovezením sazenic z velkoškolek v Žehušicích a Olomučanech. Do konce roku 1974 zde bylo vysazeno 155 taxonů dřevin, 40 jehličnatých a 115 listnatých. V roce 1975, kdy již bylo rozhodnuto zrušení lesnických odborných škol, byla výsadba dalších dřevin zastavena a péče o arboretum silně poklesla. V období od roku 1977 do roku 1990 byly provedeny 3 rozsáhlé rekonstrukce, které zlikvidovaly nežádoucí dřeviny a pokračovala další výsadba dřevin. Po těchto úpravách bylo provedeno přesné zaměření jednotlivých dřevin, jejich očíslování a vyhotovení nových map ploch i celého arboreta. V roce 1995 zakoupila střední lesnická škola sousední pozemky o výměře 0,7ha, které byly přičleněny ke stávajícímu arboretu a v roce zde bylo založeno 1999 keřové arboretum (LANKAŠ, 1994).

4.3 Současnost

V současné době vykonává funkci správce arboreta David Hlinka, odborný učitel školy. Celková plocha je rozčleněna sítí štěrkových cest na 16 oddělení s průměrnou rozlohou 26 arů. Každé oddělení je označené tabulkou s číslem. Pro některé oddělení jsou vyhotoveny plánky v měřítku 1 : 200, se zakreslenými druhy. Nová výsadba je průběžně do map zakreslována. Současná druhová skladba představuje v obou arboretech 146 jehličnatých a 151 listnatých taxonů. Počet kusů dřevin je cca 2100, neustále se však mění úbytkem a přírůstkem.

Vedení arboreta se na podzim 2010 rozhodlo pro obnovení plochy č.1 c,b,. Tato plocha se nachází v severozápadní části arboreta a má rozlohu přibližně 0,3 ha. (viz obr. č.7) Došlo k celkovému vykáčení plochy, ponecháno bylo pouze pár významných jedinců (*Abies grandis*, *Metasequoia glyptostroboides*). Hlavním důvodem byla nízká druhová diverzita a špatný zdravotní stav borovic, které zde byly napadeny sypavkou borovou.

5. Metodika

Hlavním cílem této práce bylo vytvoření takového návrhu GIS pro arboretum, který by byl jednoduchý, přehledný a snadno udržovatelný. Měl by vzniknout takový systém, který by nebyl náročný na obsluhu a zároveň by usnadňoval správu celého arboreta a to jak z hlediska posuzování a rozhodování o prioritních úkonech, tak z hlediska posuzování kde a jak nejlépe využít možné investice. V neposlední řadě by se systém měl dát všestranně využít při tvorbě prezentací arboreta.

5.1 Vstupní data

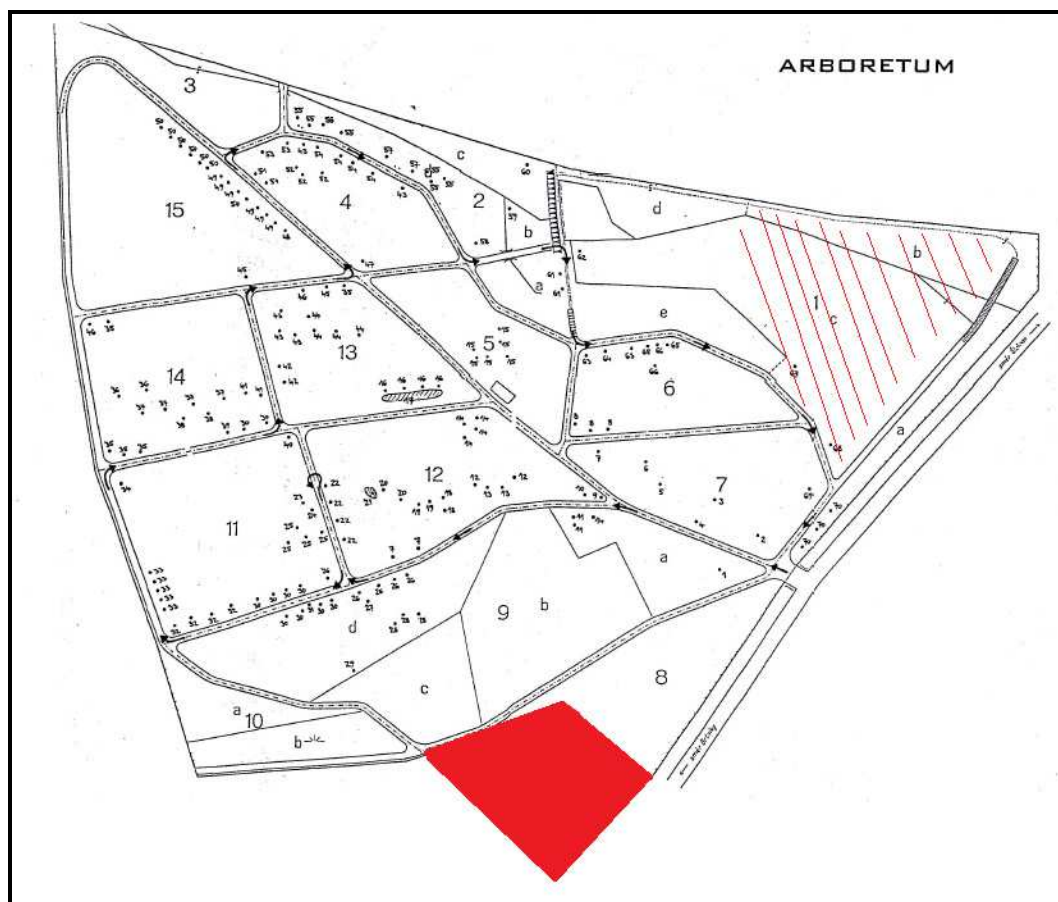
Při zpracovávání této bakalářské práce jsem měla k dispozici tři různé druhy dat, ze kterých jsem čerpala. Byla to data od SLŠ a SOS ve Šluknově, ortofoto a informace, které jsem získávala přímo z terénu.

5.1.1 Data SLŠ a SOS Šluknov

Vedení SLŠ a SOS a správce arboreta mi poskytli plánek arboreta v měřítku 1:500 (viz obr.č.7), ve kterém jsou zakresleny jednotlivé oddělení. K některým oddělením byl navíc zhotoven plánek v měřítku 1:200, ve kterém jsou zakresleny jednotlivé druhy dřevin, které se v daném oddělení nacházejí. Dále mi byl poskytnut plánek nových výsadeb z roku 2004 a plánek s vyznačením naučné stezky a významných stromů. Vše pouze v analogové formě.

Jako další mi byl poskytnut seznam dřevin, které se v arboretu nacházejí. Tento seznam byl ovšem značně nepřesný. Byl sice částečně doplněn o některé nové výsadby, ale naopak zde chyběly záznamy o stromech, které uhynuly či byly pokáceny.

Škola mi také poskytla cd s fotografiemi některých stromů, které se v arboretu nacházejí.



Obr.č.7: Plánek arboreta s vyznačenou nově připojenou plochou (plně) a s plochou, která je v současné době obnovována (šrafa).

5.1.2 Vlastní získaná data

Část dat bylo nutné získat přímo z terénu. Vzhledem k tomu, že existují vcelku podrobné plánky některých ploch jednalo se u nich pouze o doplnění informací o nových přírůstcích či naopak o stromech, které na svém stanovišti už dávno nejsou. U oddělení, ke kterým nebyly vyhotoveny plánky se zaznamenáním jednotlivých stromů, jsem musela provést vlastní inventarizaci. Dále jsem posuzovala zdravotní stav vybraných stromů (taxonomicky, popřípadě i jinak zajímavé druhy).

5.1.3 Ortofoto snímek

Ortofoto snímek jsem získala od českého zeměměřického úřadu, který poskytuje bezplatně data jednoho produktu (až 10 mapových listů) pro vypracování bakalářských

či diplomových prací a to na základě žádosti. Ortofoto snímek jsem získala v digitální podobě v měřítku 1:5000. Podrobnost ortofota je vyjádřena velikostí pixelu (25cm).



Obr.č.8: Ortofoto snímek s vyznačením arboreta. Podrobnost ortofota je vyjádřena velikostí pixelu (25 cm).

5.2 Zpracování dat

V následující kapitole jsou uvedeny metody a postupy, které jsem používala při zpracovávání získaných dat. Při práci jsem používala program ArcGIS 9.3. od firmy ESRI.

5.2.1 Georeference

Plánek arboreta, který jsem získala od vedení SLŠ Šluknov, jsem naskenovala a převedla tak do digitální podoby. Vznikla tak nová rastrová vrstva **Arboretum Kunratice.jpg**. Jelikož takto získanému rastru chybí jedna velmi důležitá charakteristika, přiřazení k souřadnicovému systému, provedla jsem proto georeferencování na podkladovou vrstvu **sluk12.jpg**.

Georeferencování se dá provést několika možnými způsoby. Já jsem si zvolila metodu identických bodů, při níž jsem používala sadu nástrojů *Georeferencing*. Tato

metoda spočívá v přiřazování bodů na rastru s dosud neznámými souřadnicemi k místu jehož souřadnice jsou již známé. Georeferencování jsem vytvořila vrstvou **Georeference.img**.

5.2.2 Vektorizace

Vektorizací se nazývá proces, při kterém se rastrová data převádějí do vektorové podoby. I zde existuje několik možností jak vektorizaci provést. Já jsem prováděla tzv. „ruční“ vektorizaci, při níž jsem využívala sadu nástrojů *Editor*. Velmi důležitým nástrojem pro mě byl také *Snapping*, který umožňuje přichytávání vektorových prvků na rastrový podklad.

Vektorová data, v mém navrhovaném GIS, tvoří vrstva ploch, která zahrnuje jednotlivé oddělení, vodní plochy a stavby. Dále vrstva bodů, které prezentují jednotlivé zastoupení dřevin na zkoumaném území. Všem vytvořeným vrstvám jsem přiřadila souřadnicový systém *S - JTSK KrovakEastNorth*.

Jako první jsem si *ArcCatalogu* vytvořila novou polygonovou vrstvou **Plochy.shp**, přiřadila souřadnicový systém a začala ji editovat v *ArcMapu*. Tímto jsem vytvořila vrstvou, která reprezentuje jednotlivá oddělení. Přestože jsou v arboretu jednotlivá oddělení většinou vymezeny cestami, vytvořila jsem i liniovou vrstvou **Cesty.shp**. Jako další polygonové vrstvy jsem vytvořila **Vodní plochy.shp** a **Stavby a zařízení.shp**, které vymezují další důležité plochy v arboretu. V atributových tabulkách těchto vrstev jsem doplnila informace o typu dané plochy (sklad nářadí, venkovní učebna, hráz rybníka, rybníček, atd.). Dále jsem vytvořila liniovou vrstvou **Vodní toky.shp**, která mapuje trasu potoka. Liniová vrstvou **Hranice arboreta.shp** už pouze doplňuje celkový vzhled.

Dále jsem si vytvořila bodovou vrstvou **Dřeviny.shp**, pomocí které jsem do mapy zaznamenávala jednotlivé stromy a keře. Pro budoucí návrh mapového výstupu Naučná trasa po arboretu, jsem vytvořila bodovou vrstvou **Významné dřeviny.shp**.

5.2.3 Tvorba vrstev

Celkové rozdělení vrstev jsem navrhovala tak, abych vytvořila přehledný a funkční systém mapových výstupů. Samotný vznik nových vrstev jsem popsala v předchozí kapitole. V této kapitole se budu zabývat rozlišením a popisem již vzniklých vrstev. Ke všem novým vrstvám jsem vytvořila metadata.

Seznam vytvořených vrstev:

Liniové vrstvy: Cesty.shp

Vodní toky.shp

Hranice arboreta.shp

Naučná trasa.shp

Bodové vrstvy: Dřeviny.shp

Významné dřeviny.shp

Polygonové vrstvy: Plochy.shp

Vodní plochy.shp

Stavby a zařízení.shp

Rozlišení ploch

Tato vrstva reprezentuje oddělení. Arboretum je rozděleno na 16 částí a některé z nich jsou navíc ještě rozděleny do několika pododdělení. Plochy jsem vykreslovala podle vrstvy *Arboretum Kunratice.jpg* a vrstvy *Georeference.img*. Atributová tabulka obsahuje:

- **ID** – obsahuje identifikační čísla jednotlivých ploch
- **ODDĚLENÍ** – rozděluje jednotlivá oddělení
- **PODODDĚLENÍ** – dále dělí jednotlivá oddělení
- **POZNÁMKY** – zde mohou být zapisovány podrobnější informace o jednotlivých oddělení

Ostatní polygonové vrstvy obsahují pouze informace o typu plochy. Těchto ploch se nachází v arboretu velmi málo, proto není důvod, aby tyto vrstvy obsahovaly více informací.

Rozlišení dřevin

Body, které symbolizují jednotlivé druhy dřevin, jsem umisťovala podle plánek, které jsem získala od vedení arboreta (částečně doplněné o informace získané v terénu) a z plánek, které jsem vyhotovila. Dřeviny jsem rozdělila do čtyř základních skupin – listnaté stromy, jehličnaté stromy, listnaté a jehličnaté keře. Do vzniklé atributové tabulky **Stromy.dbf** jsem doplnila potřebné informace o dřevinách. Obsahuje tyto pole:

- **ID_DŘEVINY** – Obsahuje identifikační čísla jednotlivých dřevin
- **TYP_DŘEVINY** - rozděluje dřeviny do základních skupin – listnaté stromy (1) a jehličnaté stromy (2), listnaté keře (3) a jehličnaté keře (4)
- **ČELEĎ** – zařazení do botanického systému (latinsky)
- **ROD** – zařazení do botanického systému (latinsky)
- **DRUH** – zařazení do botanického systému (latinsky)
- **DRUH_ČN** – zařazení do botanického systému (česky)
- **VARIETA** – zařazení do botanického systému (latinsky)
- **POZNÁMKA** – zde mohou být zapisovány další důležité informace a jiné zajímavosti

K této hlavní databázové tabulce jsem navrhla další dvě tabulky, které by měly sloužit pro snadnější orientaci při správě arboreta. První tabulkou je **Zdravotní_stav.dbf**, která monitoruje zdravotní stav jednotlivých dřevin. Zdravotní stav jsem posuzovala podle vlastního subjektivního názoru. Tabulka obsahuje tyto položky:

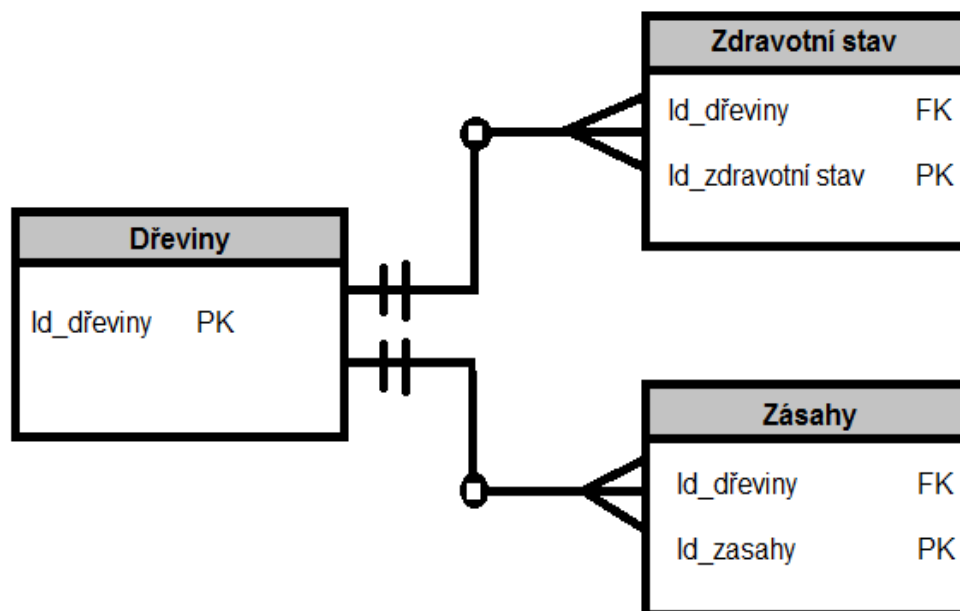
- **ID_DŘEVINY** - obsahuje identifikační čísla jednotlivých dřevin
- **ID_KONTROLY** – obsahuje identifikační čísla jednotlivých zásahů
- **DATUM** – datum zjišťování zdravotního stavu
- **PRACOVNÍK** – jméno pracovníka, který zjišťování prováděl
- **STAV** – pro zhodnocení zdravotního stavu dřevin jsem zavedla tři termíny: **dobrý** – takto označené dřeviny jsou celkově v dobrém stavu. Nejsou nijak vizuálně poškozeny ať už biotickými (houby, plísně, cizopasní brouci) nebo abiotickými činiteli (mráz, sluneční záření). **Špatný** – celkově špatný stav. Může obsahovat jakékoli již výše zmíněné poškození. Jelikož jsem se

v arboretu setkala i s případy, kdy dřeviny byly odumřelé a byly ještě ponechány na svém stanovišti, zavedla jsem termín **Odumřelý**.

- **POZNÁMKA** – do této kolonky jsem zapisovala bližší informace o stavu dřevin

Jako poslední jsem vytvořila tabulku s názvem **Zásahy. dbf**. Jelikož v současné době neexistují žádná data, která bych mohla do této tabulky doplnit, tuto tabulku jsem pouze navrhla, propojila a vytvořila tím tabulku, která by do budoucna měla zlepšit orientaci při všech pracích, které se v arboretu budou provádět. Obsahuje:

- **ID_DŘEVINY** - obsahuje identifikační čísla jednotlivých dřevin
- **ID_ZÁSAHU** – obsahuje identifikační čísla jednotlivých zásahů
- **DATUM** – datum prováděného zásahu
- **PRACOVNÍK** - jméno pracovníka, který daný zásah prováděl
- **ZÁSAH** – typ provedeného zásahu
- **POZNÁMKA** – další možné informace o provedeném zásahu



Obr. č.9: Schéma navržené databáze (vlastí zpracování).

Z vrstvy **Stromy.shp** jsem dále vyexportovala vrstvu **Významné dřeviny.shp** . V této vrstvě se nacházejí dřeviny, které jsou součástí prohlídkové trasy po arboretu. Tuto skupinu dřevin tvoří taxonomicky významné druhy. Atributová tabulka obsahuje stejné části jako u tabulky **Stromy.shp**, doplněna je pouze o sloupec „**Hyperlink**“, kde jsou doplněny odkazy, které jsou nezbytné pro propojování vrstvy s fotodokumentací . U této vrstvy jsem použila tzv. *hyperlink*, který mi umožnil propojení vrstvy **Významné dřeviny.shp** s připravenou fotodokumentací. Fotodokumentaci jednotlivého druhu lze vyvolat pomocí nástroje *hyperlink*. Tímto jsem vytvořila interaktivní mapu. Fotodokumentaci, kterou jsem využila při tvorbě interaktivní mapy, mi poskytl vedoucí arboreta.

5.2.4 Tvorba mapových výstupů

V rámci navrhovaného systému jsem vytvořila 6 mapových výstupů, pomocí kterých prezentuji zpracovaná data. Tyto výstupy jsou ve formátu JPG a jsou uvedeny v příloze této práce a CD, které je součástí této práce. Výsledné mapy jsou uváděny v měřítku 1:2000.

Mapové výstupy

- **Celkový přehled ploch** – rozdělení ploch v arboretu (viz příloha č. 1).
- **Celkový přehled dřevin** – v tomto mapovém výstupu je uveden celkový přehled dřevin. Dřeviny jsou barevně rozlišeny podle typu dřeviny (viz příloha č. 2).
- **Naučná trasa** – reprezentuje vybrané druhy dřevin a trasu naučné stezky, která je po arboretu vedena (viz příloha č. 3).
- **Celkový přehled keřů** – přehled všech keřů, bez rozdílu listnaté/ jehličnaté (viz příloha č. 4).
- **Přehled listnatých stromů** – zde jsou uvedeny pouze listnaté dřeviny, které se v arboretu nacházejí (viz příloha č. 5).
- **Přehled jehličnatých stromů** – výčet jehličnatých stromů (viz příloha č.6.)

6. Výsledky

Jako první část této bakalářské práce jsem shromáždila všechna dostupná data o arboretu SLŠ a SOS Šluknov. Tyto data jsem podle potřeby doplnila vlastním průzkumem. Dále jsem vytvořila jednoduchou aplikaci GIS a připravila mapové výstupy, které jsou dále použitelné pro prezentaci arboreta. Tato aplikace obsahuje:

- **Databáze** – u každého objektu jsou v databázi uvedeny potřebné informace pro všestranné využívání. Hlavní databázi tvoří informace o jednotlivých dřevinách, která je propojena s databází zásahů a zdravotním stavem dřevin.
- **Mapové dokumenty** – Jsou uloženy ve formátu MXD. Pro využívání těchto dokumentů i bez programu ArcGIS 9.3 jsou převedené do programu ArcReader, který je volně přístupný. Převedené dokumenty jsou ve formátu PMF.
- **Mapové výstupy** – jsou uloženy ve formátu JPEG a zároveň jsou připravené pro další zpracování v mapových dokumentech. Je možné je dále využít při prezentaci tohoto arboreta.
- **Interaktivní mapa** – je převedena do programu ArcReader. Tato mapa se také může využít při prezentaci arboreta.

Všechna data, mapové dokumenty a mapové výstupy jsou uloženy na CD, které je součástí této bakalářské práce.

7. Diskuse

Na začátku práce jsem se snažila získat co nejvíce dostupných dat, které by se daly použít při návrhu jednoduchého GIS. Všechna data, která se mi podařilo získat, nebyla zcela dostačující pro vytvoření funkčního GIS. Tento problém jsem tedy musela vyřešit vlastním sběrem dat v terénu. Hlavním problémem byly již samotné plánky arboreta, které nebyly aktuální. Na pláncích nebyly vyneseny, ani naznačeny nové hranice arboreta, které vznikly zakoupením nové plochy a příjezdové cesty. Touto novou plochou, která byla k arboretu připojena v roce 1999, vzniklo tzv. keřové arboretum. Při samotném vykreslování arboreta jsem také zjistila, že dosavadní plánky jsou značně nepřesné. Hranice jednotlivých oddělení a cesty se v pláncích lišily od přiloženého ortofota, proto bylo nutné, abych tyto chyby napravila.

Údaje o dřevinách, které se v arboretu vyskytují, byly také značně rozcházející. Za posledních pár let se zde vystřídalo mnoho vedoucích, kteří měli arboretum na starost a to je podle mého názoru hlavní příčina nesourodého systému evidence dřevin. Některé oddělení byly perfektně zpracované: jednotlivé druhy byly zakresleny do podrobných plánek, byly zde jasně zaznamenány nové výsadby i úhyny. Některá oddělení byly zpracované jen částečně a většinou ve formě prací žáků lesnické školy a některé oddělení naopak nebyly zpracované vůbec. Evidence u těchto oddělení byla značně zastaralá, u některých oddělení se výsadba a úhyn neevidoval např. od roku 2000.

Při zpracovávání této práce jsem použila metodu, při které jsem hranice arboreta, jednotlivých oddělení a stromů zaznamenávala z kombinace zhotovených plánek a ortofota. Jako další se nabízela metoda, při které by se tyto jednotlivé aspekty geodeticky zaměřily. Tato metoda je časově i technicky náročnější. Ovšem porovnání těchto dvou metod by mohlo být přínosné pro další zpracovávání podobných situací.

Arboretum, jako takové, je významnou učební pomůckou, obzvláště na odborných školách. Studenti zde mají možnost seznámení s běžnými dřevinami, ale i s dřevinami, se kterými by se v běžném životě ani neseťkali. Mapové dokumenty a mapové výstupy, které jsem vytvořila v této práci mohou dále sloužit při výuce dendrologicky zaměřených předmětů, které se na škole vyučují.

Při tvorbě interaktivní mapy byl problém se získáním fotografií jednotlivých stromů. Některé fotografie mi poskytl vedoucí arboreta, některé jsem pořídila sama a malou část jsem získala z neoficiálních internetových zdrojů. Fotografie nevynikají zvláště dobrou kvalitou, proto bych také ráda doporučila do budoucna vytvořit kvalitnější fotodokumentaci, která nejen zkvalitní prezentaci arboreta, ale i poslouží k lepší orientaci v arboretu.

Hlavním problémem ovšem zůstává volba GIS softwaru. Při zpracovávání této bakalářské práce jsem využívala software *ArcGIS 9.3*, který je velmi kvalitní a umožňuje tvorbu kompletního GIS. Ovšem bohužel jeho hlavní nevýhodou, je finanční náročnost. Aby bylo možné mé vytvořené výstupy použít i bez tohoto programu, převedla jsem mapové dokumenty do volně přístupného prohlížeče mapových dat, *ArcReaderu*. To ovšem neřeší problém finanční náročnosti, protože tento prohlížeč neumožňuje žádnou možnost při další práci. Zde se nabízí pouze možnost využití některého z jiných, cenově dostupnějších programů, kterých je na trhu celá řada.

Zavedení GIS do běžného užívání je však dlouhodobý a náročný proces, který nekončí instalací systému. Je potřeba stálá údržba systému a jeho další rozvoj. O úspěchu či neúspěchu dané aplikace poté rozhoduje řada faktorů, tj. použité metody, přesnost a aktuálnost dosažených výsledků.

8. Závěr

V rámci této bakalářské práce jsem na základě získaných podkladů a informací navrhla základní kostru geografického informačního systému Arboreta SLŠ a SOS Šluknov. Dále jsem vytvořila několik mapových výstupů a interaktivní mapu.

Tento zpracovaný systém je připraven k používání. Hlavními uživateli mohou být především správce a další pracovníci arboreta, kteří jej mohou využívat především pro evidenci a správu dřevin a v neposlední řadě pro zkvalitnění výuky. Dalšími potencionálními uživateli mohou být studenti lesnické školy, kteří mohou systém využít při zpracovávání prací o arboretu nebo při samostatném studiu.

Dalším praktickým využitím této práce je prezentace mapových výstupů a interaktivní mapy širší veřejnosti při prezentaci arboreta. Jedním z mapových výstupů je Naučná stezka, která by mohla sloužit návštěvníkům pro snadnější orientaci při návštěvě arboreta. Návštěvník pak lehce zjistí, kde se nacházejí nejzajímavější druhy apod. Po zvolení vhodného volně dostupného produktu (ArcExplorer, ArcReader,...), by se dal navržený systém prezentovat na internetových stránkách školy.

9. Použitá literatura

- BŘEHOVSKÝ M., JEDLIČKA K., 2006: Úvod do geografických informačních systémů – přednáškové texty, online: <http://gis.zcu.cz/studium/ugi/e-skripta/ugi.pdf>, cit. 21.3.2011
- CAJTHAML J., 2004: Současný stav geografických systémů pro města a obce v ČR, online: <http://klobouk.fsv.cvut.cz/~cajthaml/publikace/BrnoJUN05.pdf>, cit: 13.3.2011
- DOBIÁŠ D., ŠÍP M., 2010: Pasporty na mušce – správa pasportů města Mostu. ArcRevue 3/2010: 15 – 17 s.
- DOBEŠOVÁ Z., 2004: Databázové systémy v GIS. Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 76 s.
- ESRI, 1999: Pracujeme s geografickým informačním systémem ARCVIEW GIS: poznejte svět počítačových map a geografických informačních systémů pro každého. Vydavatelství Computer Press, Praha, 364 p.
- ESRI, 2004: ArcGIS® 9, Co je to ArcGIS? Redlands: ESRI, 2004, 125 s.
- ESRI, 2006: ArcGIS® 9, Using ArcGIS Desktop. USA, 2006, 435 pp.
- FARANA, R., 1995: Databázové systémy, Microsoft Access 2.0., online: <http://www.fs.vsb.cz/books/dbacc20/Welcome.htm>, cit. 28.3.2011
- FINSTRLE A., 2001: Pasport zeleně v GIS. In Sborník referátů konference GIS ve veřejné správě – GIS SEČ 2001. Vydavatelství Invence, Litomyšl, 175 -178 s.
- HERNANDEZ J. M., 2006: Návrh databází. Druhé vydání. Grada Publishing, Praha, 408 s.
- CHARVÁT K., 1995: Data – základ pro GIS. In Sborník referátů VI.semináře Chrudim - Geografické informační systémy ve státní správě. ZO ČSOP „Klub ochránců SPR“ Habrov Chrudim: 47s.
- KOLÁŘ J., 2003: Geografické informační systémy 10. Vydavatelství ČVUT, Praha, 149 s.
- KOLAŘÍK J. a kol., 2003: Péče o dřeviny rostoucí mimo les. Vydavatelství ČSOP, Vlašim, 261 s.
- KRČÍLKOVÁ Š., 2006: Návrh geografického informačního systému arboreta ČZU, nepublikováno, dep.: SIC ČZU, 62s.
- LANG L., 1998: Managing Natural Resources with GIS. ESRI, Inc., California, 117 s.
- LANKAŠ K., 1994: Arboretum v Kunraticích. In Almanach Padesát let lesnického školství ve Šluknově. Vydala SLŠ Šluknov, 134 s.

- MACEK L., 2000: Využití prostorového informačního systému pro pasport městské zeleně a veřejných komunikací. In sborník referátů konference GIS SEČ 2000. OGIS 2000: 223 – 230 s.
- MACHALOVÁ J., 2001: Geograficky orientované systémy na podporu rozhodování. In Sborník referátů konference GIS SEČ 2001. Vydavatelství Invence, Litomyšl, 136 – 141 s.
- PANEC P. a kol, 2010: Digitální mapa veřejné správy, příležitost pro integraci GIS. ArcRevue 1/2010: 3 -5 s.
- POKORNÝ J., HALAŠKA I., 2003: Databázové systémy. Vydavatelství ČVUT, Praha, 148 s.
- RAPANT P., 2002: Úvod do geografických informačních systémů.
- RAPANT P., 2006: Geoinformatika a geoinformační technologie, online: http://gis.vsb.cz/rapant/publikace/knihy/GI_GIT.pdf, cit. 4.4.2011
- RŮŽIČKA J., 2006: Geodata – učební texty, online: <http://gis.vsb.cz/ruzicka/Predmety/ZdGIS/geodata.doc>, cit. 6.4.2011
- SEDLÁŘ P., 2001: Pasport zeleně – nástroj v rukou městského úřadu. In Sborník referátů konference GIS SEČ 2001. Vydavatelství Invence, Litomyšl, 251 – 252 s.
- SHEKAR, S., XIONG, H., 2008: Encyklopedia of GIS. Springer, 1377 pp.
- TOLLINGEROVÁ D., 1996: GIS-Geografické informační systémy. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 25 s.
- TUČEK J. 1998: Geografické informační systémy, principy a praxe. Computer press, Praha, 424 s.
- VOŽENÍLEK V., 2006: Geovisulization: new player in geoinformatic team or oldcartography in a new coat?, online: http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2005/Sbornik/cz/Referaty/
- ZVĚŘINA V., 2002: Tvorba územně plánovací dokumentace měst a obcí s využitím systému UPLAN. In Sborník referátů konference GIS ve veřejné správě GIS SEČ 2002. Vydavatelství invence, Litomyšl, 16 s.

Webové stránky

- Oficiální webové stránky City Data Software [online], cit. 21.1.2011.
Dostupné z <http://www.cdsweb.cz/pasportizace>.
- Oficiální webové stránky ARCDATA [online], cit. 11.4.2011.
Dostupné z <http://www.arcdata.cz/oborova-reseni/gis-v-oborech/>.
- Oficiální webové stránky Geographic Information Systéme [online], cit. 14.4.2011.
Dostupné z <http://gis.com/content/environment-and-conservation>.
- Oficiální webové stránky GIS Laboratoře Ostravské univerzity [online], cit. 22.2.2011. Dostupné z <http://cit.osu.cz/gis/pages/nasProfil.php>.
- Oficiální webové stránky ESRI [online], cit. 15.4.2011.
Dostupné z <http://www.esri.com>.
- Oficiální webové stránky časopisu ZAHRADA-PARK-KRAJINA [online], cit. 13.2.2011. Dostupné z http://www.zahrada-park-krajina.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=145:inventarizace-strom-vychodiska-a-metodiky&catid=61:zakladani-a-udrba-zelen&Itemid=122.
- Oficiální webové stránky města Plzně [online], cit. 26.3.2011. Dostupné z <http://www.plzen.eu>.
- Oficiální webové stránky Boone County Arboretum [online], 26.3.2011. Dostupné z <http://arcims.boonecountygis.com/BooneBase/>.

10. Přílohy

Seznam příloh:

Příloha č. 1: Celkový přehled dřevin

Příloha č. 2: Celkové rozdělení ploch

Příloha č. 3: Naučná trasa

Příloha č. 4: Celkový přehled keřů

Příloha č. 5: Přehled listnatých stromů

Příloha č. 6: Přehled jehličnatých stromů

Příloha č. 7: Ukázka mapového výstupu s otevřeným propojením na fotodokumentaci

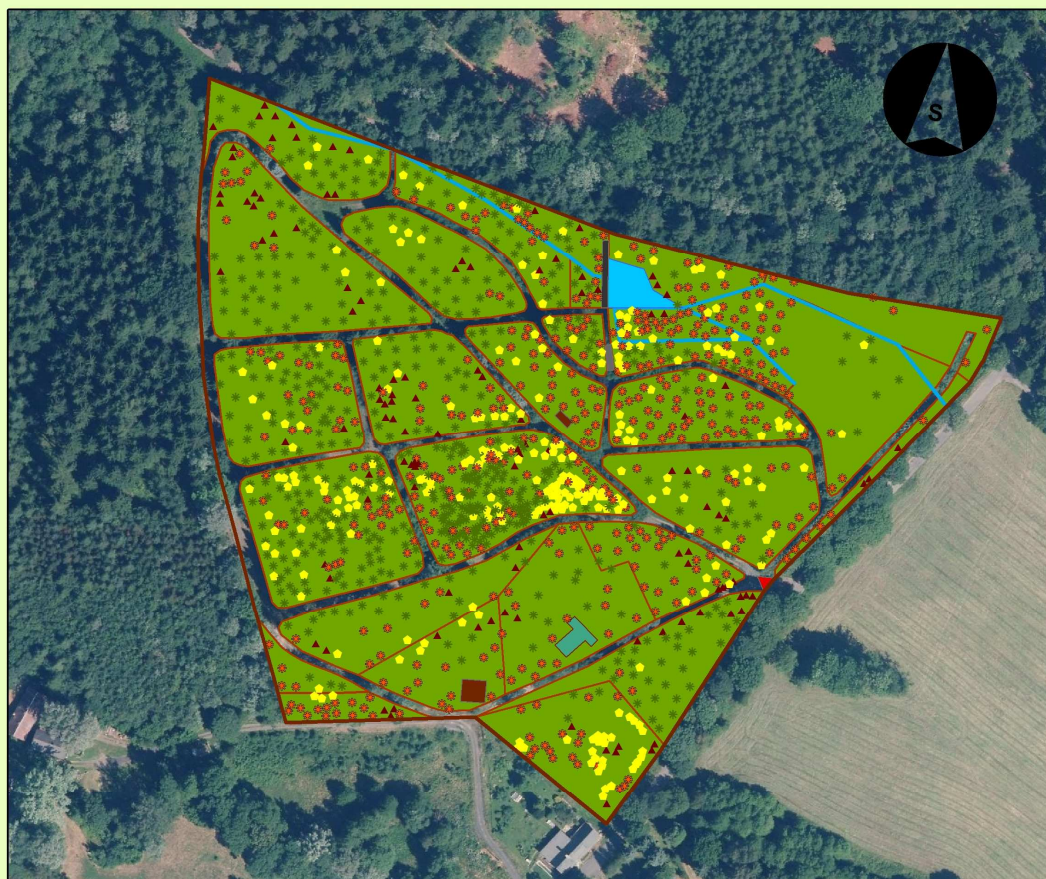
Příloha č. 8: Specifikace databázových tabulek GIS arboreta ve Šluknově

Příloha č. 9: Diagramové symboly

Příloha č. 10: Struktura aplikace GIS arboreta ve Šluknově

Příloha č. 1 Celkový přehled dřevin

Celkový přehled dřevin



1:2 000 0 15 30 60 90 120 m

Legenda

Dřeviny

- * Listnaté stromy
- * Jehličnaté stromy
- Listnaté keře
- ▲ Jehličnaté keře

Stavby a zařízení

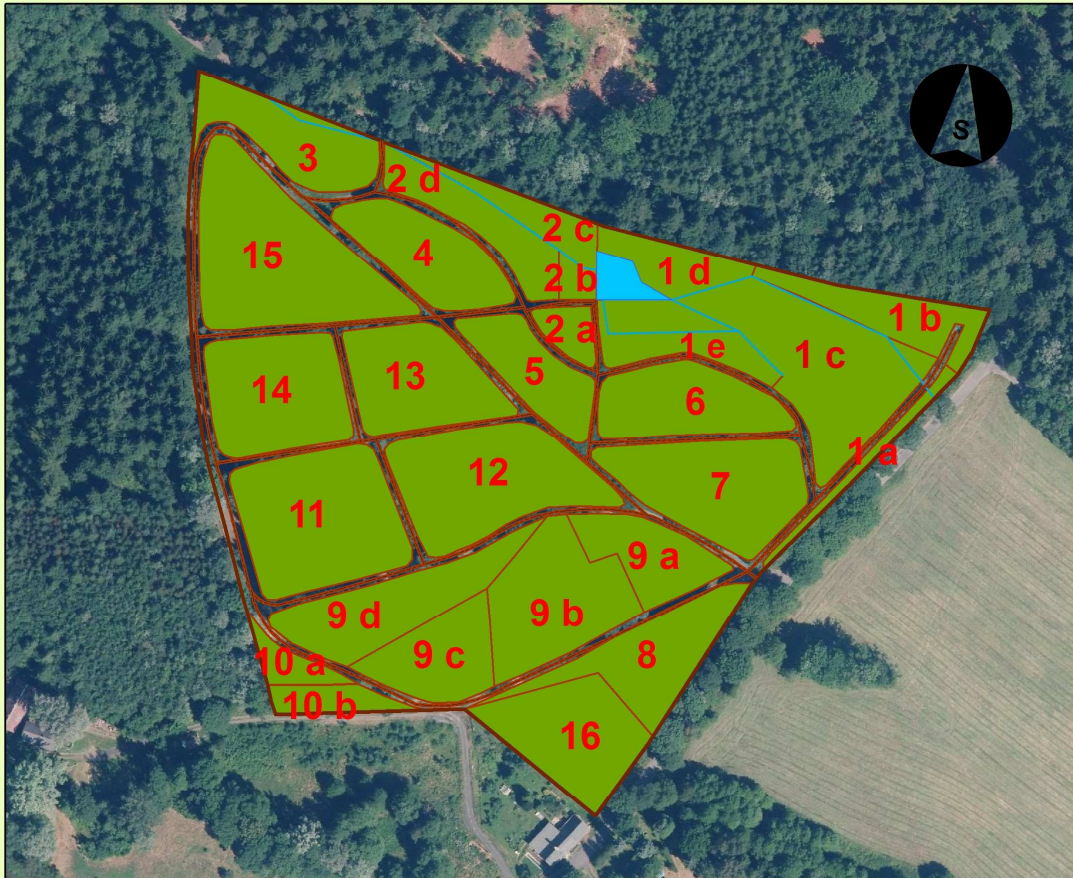
- chatka
- hráz rybníka
- schody
- sklad nářadí
- venkovní učebna
- vstupní brána

- vodní plochy
- vodní tok
- plochy
- hranice arboreta

Vypracovala: Michaela Chňápková
Souřadnicový systém S-JTSK
Použitá data: ČUZK

Příloha č. 2 Celkové rozdělení ploch

Celkové rozdělení ploch



1:2 000 0 15 30 60 90 120 m

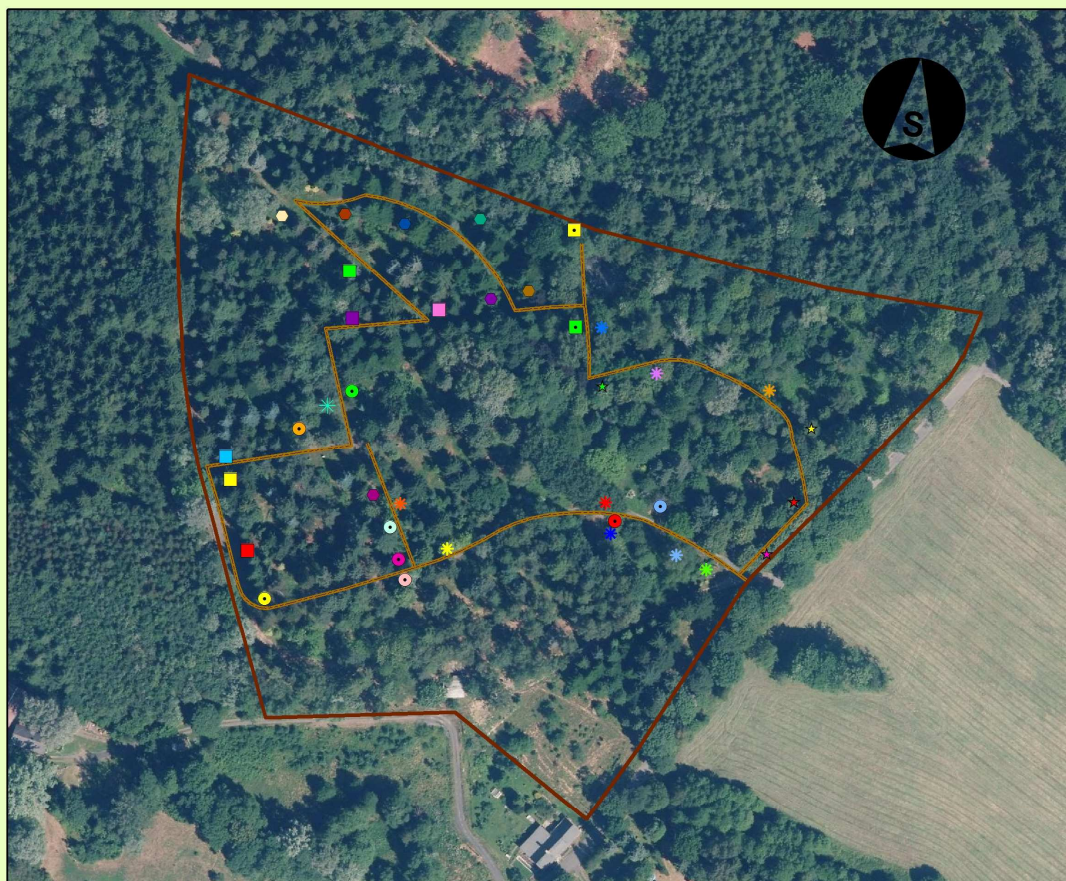
Legenda

-  Hranice arboreta
-  vodní plochy
-  Vodní tok
-  Plochy

Vypracovala: Michaela Chňapková
Souřadnicový systém S-JTSK
Použitá data: ČUZK

Příloha č. 3 Naučná trasa

Naučná trasa



1:2 000 0 15 30 60 90 120 m

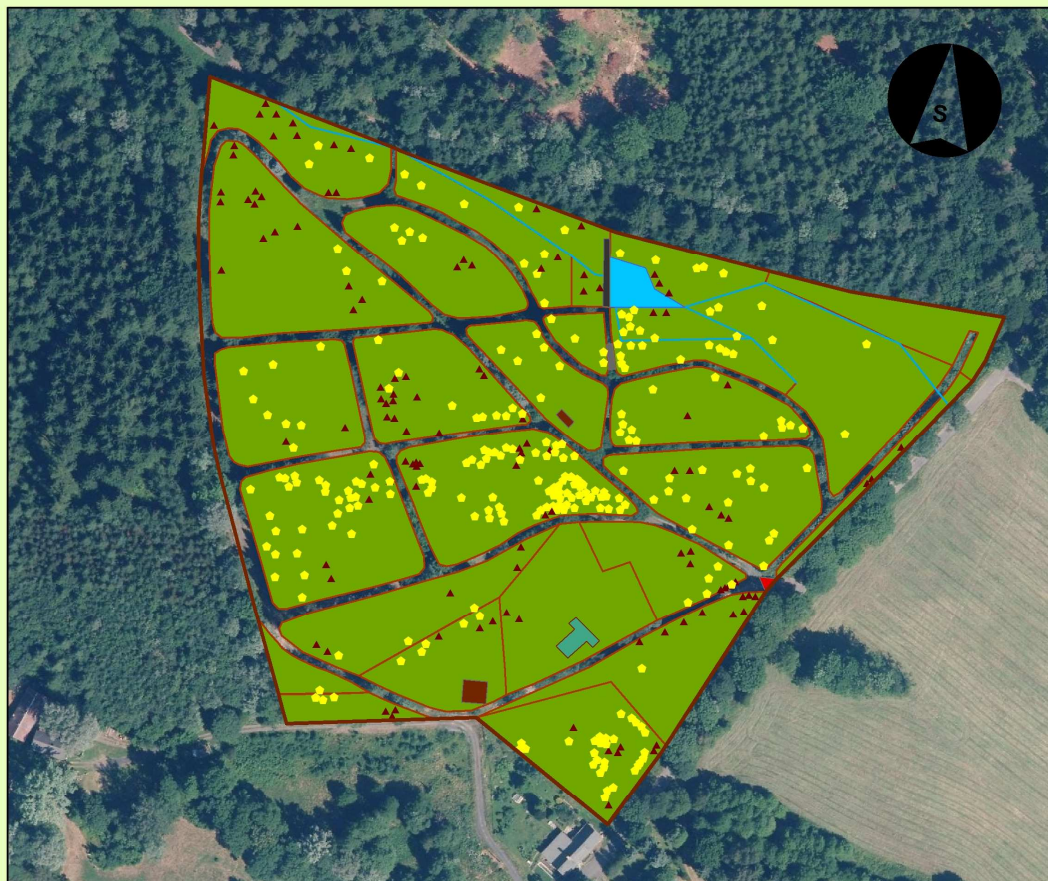
Legenda

● Borovice Banksova	■ Smrk východní	* Borůvka kanadská	★ Lípa americká
● Borovice Murrayova	■ Smrk ztepilý	* Dub červený	★ Lípa plstnatá
● Borovice blatka	■ Jedle arizonská	* Javor jasanolistý	★ Lípa pomíjená
● Borovice lesní	■ Jedle bělokorá	* Javor manžudský	★ Lípa velkolistá
● Borovice ohebná	■ Jedle kavkazská	* Javor mléč	
● Borovice rumelská	■ Jedle nikkoská	* Javor stříbrný	
● Borovice těžká	■ Jedle obrovská	* Šácholán hvězdovitý	
● Borovice vejmutovka	■ Jedle ojíněná	* Platan východní	
■ Smrk drsný	○ Jedle veitchova	* Klokoč zpeřený	
■ Smrk omorika	* Modřín japonský		— Naučná trasa
■ Smrk pichlavý	■ Jedlovec kanadský		— hranice arboreta
■ Smrk sivý	■ Jedlovec různolistý		

Vypracovala: Michaela Chňápková
Souřadnicový systém S-JTSK
Použitá data: ČUZK

Příloha č. 4 Celkový přehled keřů

Celkový přehled keřů



1:2 000 0 15 30 60 90 120 m

Legenda

Dřeviny

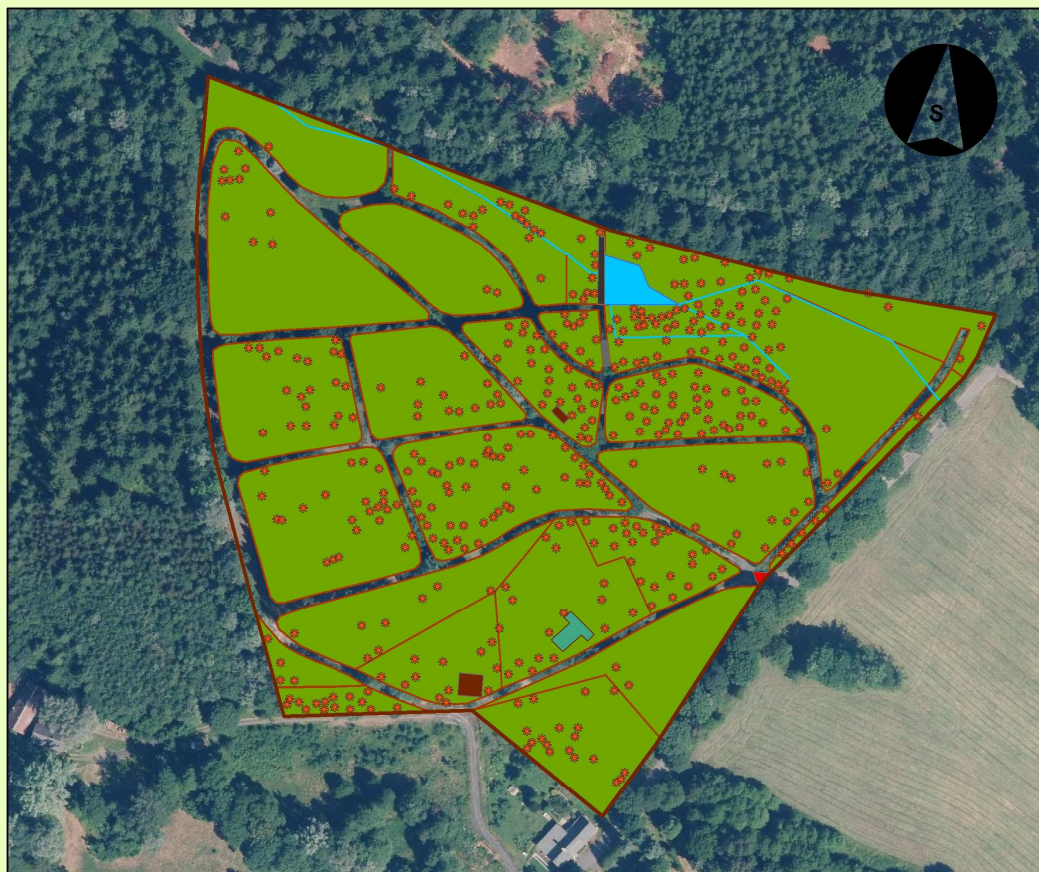
- ★ Listnaté keře
- ▲ Jehličnaté keře

Stavby a zařízení

- chatka
- hráz rybníka
- schody
- sklad nářadí
- venkovní učebna
- vstupní brána
- vodní plochy
- vodní tok
- plochy
- hranice arboreta

Vypracovala: Michaela Chňápková
Souřadnicový systém S-JTSK
Použitá data: ČUZK

Přehled listnatých stromů



1:2 000 0 15 30 60 90 120 m

Legenda

Dřeviny

* Listnaté stromy

Stavby a zařízení

chatka

hráz rybníka

schody

sklad náradí

venkovní učebna

vstupní brána

vodní plochy

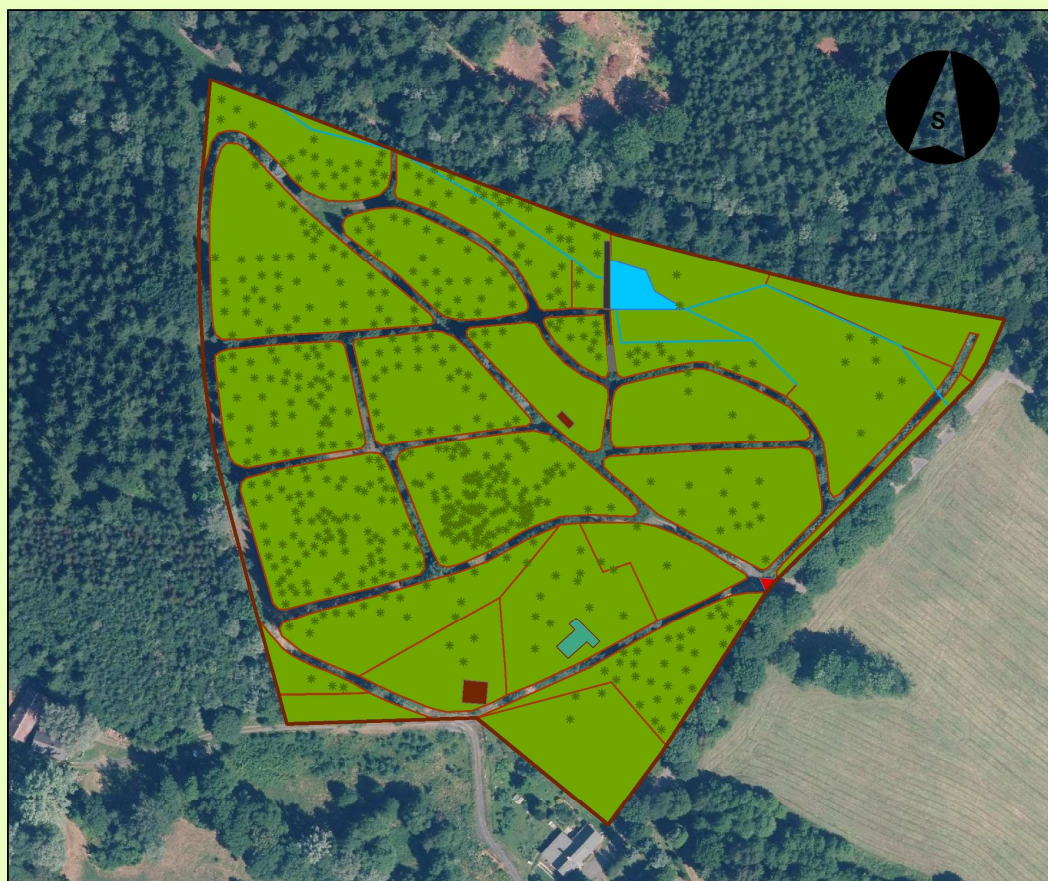
vodní tok

plochy

hranice arboreta

Vypracovala: Michaela Chňápková
Souřadnicový systém S-JTSK
Použitá data: ČUZK

Přehled jehličnatých stromů



1:2 000 0 15 30 60 90 120 m

Legenda

Dřeviny

* Jehličnaté stromy

Stavby a zařízení

chatka

hráz rybníka

schody

sklad nářadí

venkovní učebna

vstupní brána

vodní plochy

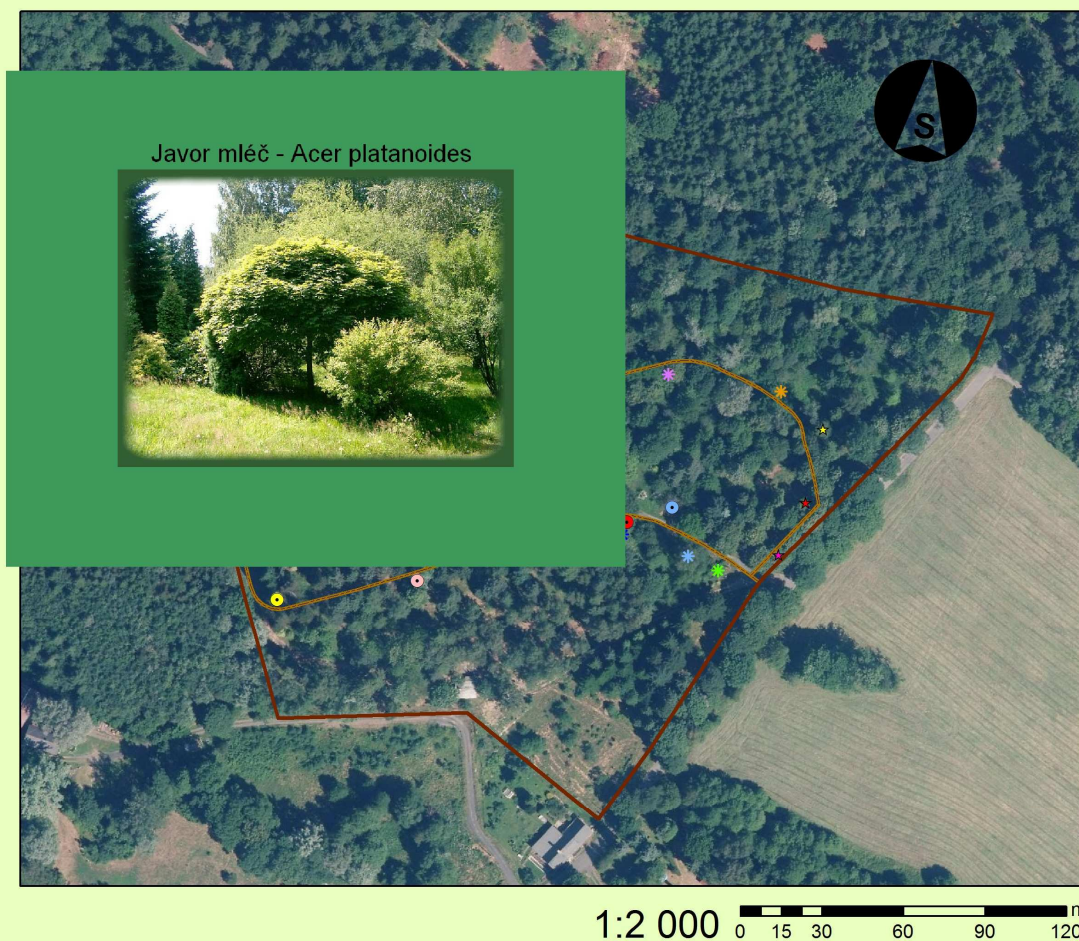
vodní tok

plochy

hranice arboreta

Příloha č. 7 Ukázka mapového výstupu s otevřeným propojením s fotodokumentací

Naučná trasa



Legenda

● Borovice Banksova	■ Smrk východní	* Borůvka kanadská	★ Lípa americká
● Borovice Murrayova	■ Smrk ztepilý	* Dub červený	★ Lípa plstnatá
● Borovice blatka	■ Jedle arizonská	* Javor jasanolistý	★ Lípa pomíjená
● Borovice lesní	■ Jedle bělokorá	* Javor manžudský	★ Lípa velkolistá
● Borovice ohebná	■ Jedle kavkazská	* Javor mléč	
● Borovice rumelská	■ Jedle nikkoská	* Javor stříbrný	
● Borovice těžká	■ Jedle obrovská	* Šácholán hvězdovitý	
● Borovice vejmutovka	■ Jedle ojíňená	* Platan východní	
■ Smrk drsný	○ Jedle veitchova	* Klokoč zpeřený	
■ Smrk omorika	* Modřín japonský		— Naučná trasa
■ Smrk pichlavý	■ Jedlovec kanadský		— hranice arboreta
■ Smrk sivý	■ Jedlovec různolistý		

Vypracovala: Michaela Chňápková
Souřadnicový systém S-JTSK
Použitá data: ČUZK

Příloha č. 8 Specifikace databázových tabulek GIS arboreta ve Šluknově

Stromy. dbf

Popis databázové tabulky	
Obsahuje základní údaje o dřevinách.	
Název pole	Význam
Id_dřeviny	Identifikace dřeviny. Primární klíč, který slouží k připojení s databázovou tabulkou <i>Zásahy.dbf</i> .
Typ_dřeviny	Udává typ dřeviny.
Čeled'	Zařazení do taxonomického systému – latinsky.
Rod	Zařazení do taxonomického systému – latinsky.
Druh	Zařazení do taxonomického systému – latinsky.
Druh_ČN	Zařazení do taxonomického systému – česky.
Varieta	Zařazení do taxonomického systému – latinsky.
Poznámka	Obsahuje důležité poznámky ke dřevinám.

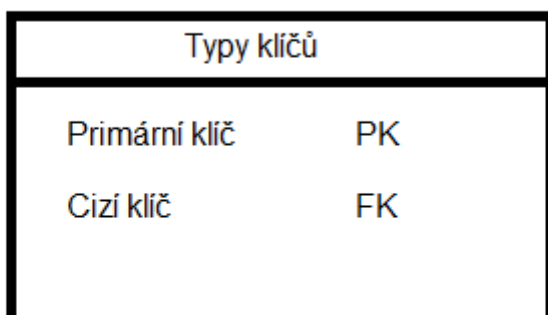
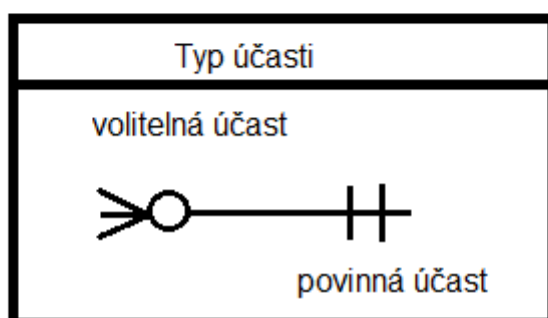
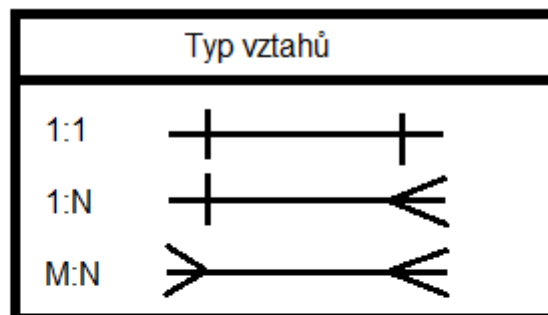
Zdravotní stav. dbf

Popis databázové tabulky	
Obsahuje údaje o kontrolách zdravotního stavu.	
Název pole	Význam
Id_dřeviny	Identifikace dřeviny. Cizí klíč, který slouží k propojení s databázovou tabulkou <i>Zdravotní stav.dbf</i> .
Id_kontrol	Identifikace prováděné kontroly. Primární klíč, který slouží k připojení s databázovou tabulkou <i>Stromy. dbf</i> .
Datum	Datum provedení kontroly.
Pracovník	Jméno pracovníka, který kontrolu prováděl.
Stav	Určený zdravotní stav.
Poznámka	Obsahuje důležité poznámky o zdravotním stavu.

Zásahy. dbf

Popis databázové tabulky	
Obsahuje údaje o druhu zásahu, provedeném na určité dřevině.	
Název pole	Význam
Id_dřeviny	Identifikace dřeviny. Cizí klíč, který slouží k propojení s databázovou tabulkou <i>Zásahy.dbf</i>
Id_zásahu	Identifikace o druhu zásahu. Primární klíč, který slouží k připojení s databázovou tabulkou <i>Stromy.dbf</i>
Datum	Datum provedení zásahu.
Pracovník	Jméno pracovníka, který zásah prováděl.
Zásah	Druh provedeného zásahu.
Poznámka	Obsahuje důležité poznámky o provedeném zásahu.

Příloha č. 9 Diagramové symboly pro návrh databáze



Příloha č. 10 Struktura aplikace GIS arboreta ve Šluknově

