

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ
CENTRUM BIOLOGIE, GEOVĚD A ENVIGOGIKY

MAPOVÁNÍ DŘEVIN V AREÁLU ŠKOLNÍ ZAHRADY ZČU
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Anna Bláhová

Biologie se zaměřením na vzdělávání

Vedoucí práce: RNDr. Jana Kvíderová, Ph.D.

Plzeň, 2024

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni dne

.....
vlastnoruční podpis

Ráda bych touto cestou vyjádřila své poděkování všem, kteří mi pomohli v realizaci bakalářské práce a zejména děkuji vedoucí práce RNDr. Janě Kvíderové, Ph.D. za její rady, čas, trpělivost a odborné vedení.

OBSAH

ÚVOD	1
1 PARKY, ZAHRADY A DŘEVINY V NICH	2
1.1 PARKY	3
1.2 ZAHRADY	6
1.2.1 ŠKOLNÍ ZAHRADY	8
2 GIS METODY V BOTANICE	11
3 DOKUMENTACE DŘEVIN NA LOKALITĚ	15
3.1 FOTOGRAFICKÉ METODY A GIS	15
3.2 HERBÁŘE	16
4 CÍL PRÁCE	17
5 METODY	18
5.1 CHARAKTERIZACE ÚZEMÍ	18
5.2 METODY ZAMĚŘENÍ A ZPRACOVÁNÍ V GIS	20
5.3 METODY IDENTIFIKACE DŘEVIN	21
5.4 HERBÁŘ A DIGITALIZACE	21
6 VÝSLEDKY	22
6.1 HERBÁŘOVÉ POLOŽKY	31
7 DISKUSE	32
7.1 DRUHOVÉ ZASTOUPENÍ DŘEVIN	32
7.2 KONZUMACE DŘEVIN ROSTOUCÍCH V ZAHRADĚ	34
7.3 VÝCHOVNÝ VLIV ZAHRADY	35
7.4 VHODNÁ VZDÁLENOST ŠKOLNÍ ZAHRADY	35
7.5 AKTIVITY PRO ROZVOJ VÝUKOVÝCH PROGRAMŮ	36
7.6 DALŠÍ MOŽNOSTI VZDĚLÁVÁNÍ	37
ZÁVĚR	39
RESUMÉ	40
SEZNAM LITERATURY	41

ÚVOD

Tato bakalářská práce se věnuje mapování dřevin v areálu Školní zahrady ZČU v Samaritské ulici v Plzni.

Vyučování ve školních zahradách umožňuje zavádění interdisciplinárních přesahů mezi jednotlivými samostatnými předměty jako jsou chemie, fyzika, přírodopis, matematika, výchova ke zdraví, tělesná výchova a další (Vácha 2021). Pokud si vezmeme jako příklad pouze strom a jeho okolí, lze na něm tyto předměty zkombinovat. V rámci matematiky lze zjistit obvod kmene stromu, plochu listů, v rámci chemie prozkoumat půdu, na které stojí, a její složení, v přírodopisu druh stromu a tvar listů, ve fyzice spočítat energii padajícího objektu ze stromu vůči Zemi, v českém jazyce se může napsat popis či báseň o stromu, ve výtvarné výchově ho lze nakreslit, použít listy k obtisku a také zkusit vyrobit barvy. V neposlední řadě je školní zahrada důležitým nástrojem k výuce enviromentální výchovy, která v dnešní době nabírá na důležitosti a četnosti.

Zkoumaná školní zahrada není v současnosti využívána a ani příliš udržována. Mapování dřevin této zahrady a následné zpracování výsledků bylo provedeno s cílem zlepšení kvality této zahrady a s tím související budoucí aktivní využití zahrady ve výuce.

1 PARKY, ZAHRADY A DŘEVINY V NICH

Ekosystém je funkční jednotka tvořená živými organismy a jejich abiotickým prostředím, ve kterém organismy žijí, a jež se vzájemně ovlivňují. Ekosystémové služby lze definovat jako výhody, které lidé z ekosystému získávají, mezi tyto výhody řadíme vodu, dřevo, jídlo, kulturní hodnoty a mnoho dalších. Klasifikace služeb ekosystému není jednoznačná, například klasifikace služeb Millenium Ecosystem Assessment (<https://www.millenniumassessment.org/en/index.html>) rozděluje služby do čtyř kategorií: zásobovací, regulační, kulturní a podpůrné. Všechny tyto služby ovlivňují blahobyt lidí, jsme součástí a hybateli změn ekosystému a v současnosti ekosystém měníme nejrychleji v historii, převážně kvůli rychlejšímu získání potravin, pitné vody, materiálů a paliv, což vede ke snížení biodiverzity a degradaci ekosystémů (Wallace 2007).

Zeleň ve městech vždy hrála nepostradatelnou roli a potřeba zelených ploch ve městech je přítomna již od středověku. Prvky zeleně (tj. zahrady, stromy, parky a zelené plochy) tvoří součást kompozice městské struktury, přispívají k organizaci a definici prostorů a pozitivně ovlivňují městské prostředí, jelikož jsou regulátorem mikroklimatu. Dále také snižují nepropustnost půdy, chrání půdu proti erozi a zvyšují kvalitu půdy. Přispívají k hospodaření s dešťovou vodou, snižují znečištění městského ovzduší, zvyšují a ochraňují biodiverzitu a mnoho dalších. Zeleň má tedy pozitivní vliv na podmínky městského prostředí, ale také ovlivňuje zdraví občanů, poskytuje například stín, podporuje evapotranspiraci, navozuje chladivý efekt. Mimo jiné má také sociální a emocionální význam, jelikož představuje funkce rekreační, shromažďovací, estetickou a psychologickou (Virtudes 2016).

Zeleň ve vesnicích prodělala za posledních 20 let razantní změnu. Postupně se vytrácí vzrostlá stromová zeleň a nahrazují ji okrasné jehličnany, vznikají sítě asfaltových cest bez vegetace, a tedy bez stínu. Lze vidět také obrovský rozmach individuální výstavby na úkor zeleně po krajích vesnic (Kučera 2016).

1.1 PARKY

Park je jedním z typů veřejné zeleně. Je charakterizován jako plocha, na které převládají přírodní komponenty, zejména rostlinné porosty. Lze ho definovat také jako veřejné a otevřené plochy ve městě, jež jsou porostlé vegetací a jsou přístupné pro veřejnost (Víchová 2011). Jsou nezbytnou součástí městské infrastruktury a vytvářejí celkový ráz města. V době industrializace v 19. století se parky začaly vybudovávat ke kompenzaci nedostatku přírodní a volné krajiny ve městech. Parky jsou velmi prospěšné, neboť zlepšují životní prostředí obyvatel, navyšují estetickou hodnotu a zvyšují atraktivitu daného místa. Zajišťují různá stanoviště pro živočichy, a pokud parky nejsou oplocené, zvyšují pro ně průchodnost (Michálková 2017).

Historie plzeňských parků sahá nejspíše do poloviny 14. století v podobě bylinkářských zahrad v gotických kláštorech. Ve 14. a 15. století již byla Plzeň obklopena zahradami, vinicemi a chmelnicemi, které však během obléhání byly často ničeny a opětovně zakládány. Dnes se v Plzni vyskytuje více než 22 parků (Sofron a Nesvadbová 1997).

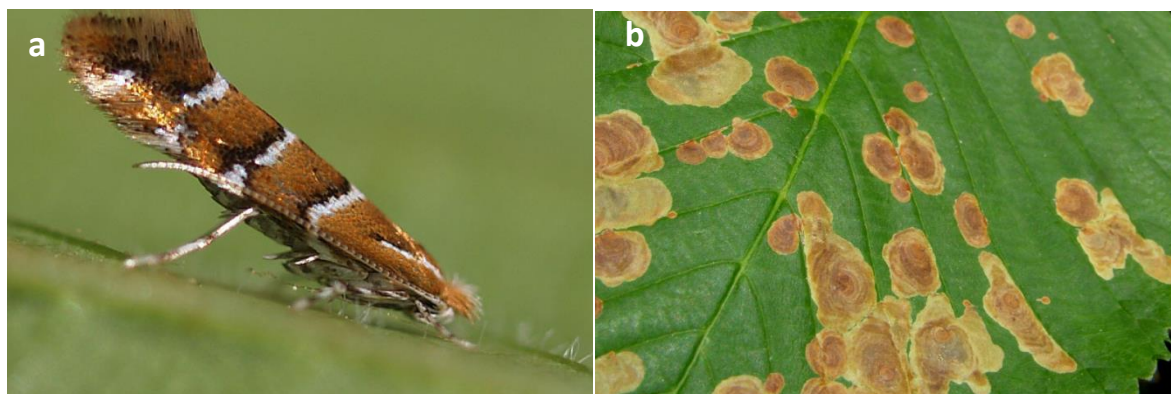
Z hlediska zachování biodiverzity by měla být výsadba stromů v parku prostorově různorodá a z hlediska růstových forem členitá. Převažovat by měly domácí druhy, exotické a cizí kultivary by měly být vysázeny soliterně mezi skupinami druhů domácích. Poměr jehličnanů by měl být pouze třetinový, listnaté druhy by měly převyšovat (Kučera 2015). Mezi běžně vysazované stromy v parcích patří *Aesculus hippocastanum* (jírovec maďal), *Quercus robur* a *Quercus petraea* (dub letní a zimní), *Picea abies* (smrk ztepilý) a další. Parky s nižším druhovým složením jsou náchylnější na různé parazity a nemoci, v monokulturních parcích se škůdci snadněji šíří a je obtížnější hrozbě zamezit. Například městské parky obsahující vyšší počet jírovců se v poslední době potýkají s velkými problémy, kterými je škůdce *Cameraria ohridella* (klíněnka jírovcová) a slizotoková nekróza, jež způsobuje bakterie *Pseudomonas syringae* zapříčiňující slizotokové léze. U napadeného stromu dojde k narušení korových pletiv na kmeni a větvích, ze kterých vytékají kapky žlutého, červeného, hnědého až černého lepkavého slizu. Aktivita bakterie je nejvyšší za vlhkých teplých podmínek, kdy je výtok z dřeviny nejmasivnější. Aktivita bakterie se může projevit i na koruně stromů, a to žloutnutím listů a tvorbou skvrn. Při napadení může dojít až k odumření celého stromu (Matoušková a Příhodová 2016). Slizotoková nekróza (Obr. 1) je u nás prokázána od roku 2010, a bohužel proti ní neexistuje žádná obrana (Pojar 2021) a o bakterii *Pseudomonas syringae* není zatím známo příliš

mnoho. Jedním z důvodů je zdlouhavá procedura spojená s potvrzením její přítomnosti v hostiteli. Po výzkumu výskytu patogenu v odebraných různých částech jírovce se prokázalo, že bakterie postihuje jak xylém tak floém. Slizotoková nekróza byla nahlášena během 70. let ve Velké Británii a ozději i v dalších evropských zemích, včetně Belgie, Nizozemska a Francie. V roce 2007 byl ve Velké Británii proveden průzkum, jenž prokázal, že více než 70 % zkoumaných jírovců prokazovalo příznaky slizotokové nekrózy (Green *et al.* 2007).



Obr. 1. Slizotoková nekróza. (a) Příznaky na listech. Zdroj: ceskestavby.cz. (b) Příznaky na kmeni. Zdroj: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský.

Jírovce napadené klíněnkou dlouhodobě přežívají bez vážných následků, plodivost je zachována na dobré úrovni, avšak kaštiny dorůstají do menších velikostí. To vede k nižší úrodě o 40–50 %, což je důležité z hlediska provozu obor pro zvěř (Vybíral 2012). V České republice se klíněnka jírovcová (Obr. 2) objevila poprvé v roce 1993 a postupně se rozšířila po celém území.



Obr. 2. a) *Cameraria ohridella* (klyněnka jírovcová). Zdroj: [1] b) Škody na listech. Zdroj: [1]

Ačkoliv jsou keřovitě rostoucí taxony často opomíjenou skupinou dřevin, jsou pro lidstvo velmi významné. Sice nedosahují takových rozměrů jako stromy a nedožívají se takového stáří, hrají ovšem důležitou roli ve výživě lidstva i zvířat. Význam mají i psychologický, jelikož křoví dává lidem i zvířatům možnost skrýše a doupěte (Bažant a Úradníček 2018). Opět se preferují více domácí druhy, jehličnaté křoviny se v parcích příliš nedoporučují, a výsadba cizích jalovců z důvodu mezihostitelství *Gymnosporangium sabiniae* (rzi hrušňové) je přímo nežádoucí. Z důvodu poskytnutí ptákům přes zimu potravu, doporučuje se v parcích pěstovat *Prunus spinosa* (trnka obecná), *Rosa canina* (růže šípková), *Crataegus* sp. (hloh), *Sambucus* sp. (bez) a další na plody bohaté druhy (Kučera 2015).

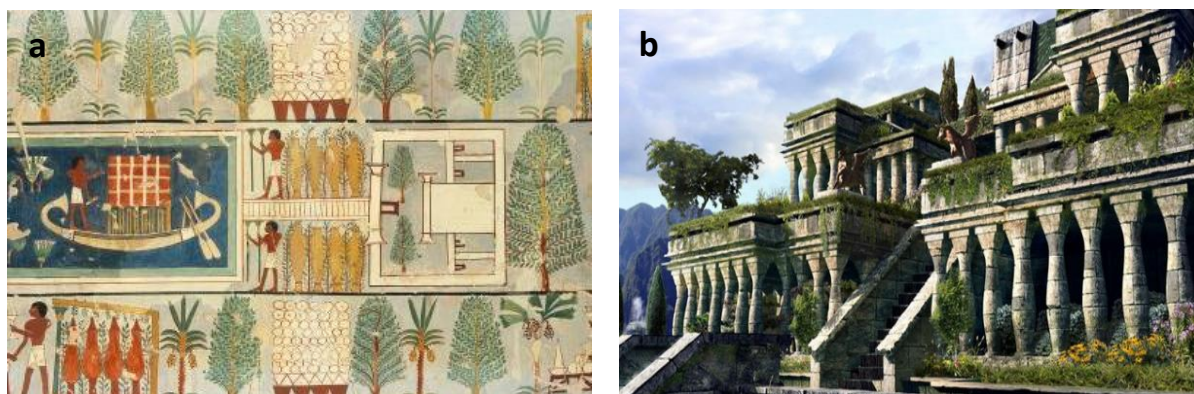
1.2 ZAHRADY

Oproti parkům obsahují zahrady omezené množství přírodních komponent. Zahrady obecně lze definovat několika způsoby. Dle Diderota (1998) jsou to velmi často ohrazené pozemky, které slouží k pěstování rostlin. Ottův slovník uvádí (1908), že zahrada je zvenku přesně omezený, uvnitř rozčleněný pozemek, od pole a louky se lišící účelem pěstování rostlin. Zahrady mohou být rozděleny dle různých kritérií, a proto existuje velké množství druhů zahrad. Časté jsou například zahrady botanické, na kterých se pěstují různé typy rostlin a květin pro vědecké účely a školní vyučování. Dále existují například zahrady bylinářské, což jsou zahrady menších velikostí, s léčivými rostlinami. Tyto zahrady byly v minulosti velmi často součástí středověkých renesančních zahrad u paláců a vil (Kroupa 2004). Zvláštním typem zahrad jsou arboreta. Jedná se o botanickou zahradu specializovanou na výzkum a pěstování dřevin. V České republice se nachází několik významných arboret, například Arboretum Bílá Lhota, Arboretum Nový Dvůr či Arboretum Křtiny.

Dřeviny vysazované v zahradách mají mnoho významů i pro živočichy, ukrývá se v nich ptactvo, hmyz a poskytují stín. Pro výběr dřevin na zahradu je důležité zohlednit klimatické podmínky, kvalitu půdy a také, jaký účel má zahrada splňovat.

Úplně první zahrada, Ráj neboli Eden, je popsána již v mýtu o vytvoření světa, v knize Genesis. Tato zahrada byla vytvořena Bohem, inspirovala mnoho světových malířů, a je nazývána jako rajská zahrada či zahrada Eden. Vyobrazení této zahrady je různé, někdo ji zobrazuje jako oázu v poušti, jiní jako rostlinstvo s lesními průhledy (Mikšíková 2008).

Nejstarší starověké zahrady jsou známy pouze ze zmínek v literárních pramenech a z obrazových dokladů. Z nichž je možné usoudit, že zahrady byly od svého počátku charakteristické svou uzavřeností. Uvnitř zahrad byl upravovaný terén a typickou součástí zahrad byly vodní plochy. Tyto zahrady měly často posvátnou funkci. Takto vyobrazené zahrady nalezneme například v hrobkách Nové Říše starověkého Egypta z dob 1400 let př. Kr. (Obr. 3a). Mezi nejslavnější starověké zahrady se řadí „visuté zahrady Semiramidy“ (Obr. 3b), které byly vybudovány babylonským králem Nebukadnezarem II. přibližně 600 let př. Kr. (Kroupa 2004) a byly považovány za jeden ze starověkých divů světa (Hérodotos 2004).



Obr. 3. Zahrady starověku a) Pohřební rituál v zahradě, hrobka Minnachta, cca 1479-1525 př. n. l. Zdroj: [2]. b) Visuté zahrady Semiramidy. Zdroj: [3].

Kdykoliv se ve středověku a později zakládal klášter, byla u něj automaticky vybudována i zahrada, jež měla původně duchovní a pěstitelský záměr. Přímo v centru kláštera byl budován tzv. rajský dvůr, jenž měl uprostřed studnu, reprezentující život. Klášterní zahrady měly typickou pravidelnost a maximální funkčnost všech částí, kromě pěstování zeleniny a ovoce se v zahradách pěstovala například *Melissa officinalis* (meduňka lékařská), *Artemisia absinthium* (pelyněk pravý), *Foeniculum vulgare* (fenykl obecný), *Salvia officinalis* (šalvěj lékařská) a další bylinky používané k léčení, neboť se ve středověku kláštery označovaly jako opatrovatelé léčitelských vědomostí. Postupem času během přestavby klášterů z gotického slohu na renesanční či barokní styl docházelo i ke změně charakteru zahrad. Rajské dvory zůstávaly, okolní klášterní zahrady však nabíraly okrasného charakteru (Kulhavá 2021). V 19. století působil jako opat brněnského augustiánského kláštera Johan Gregor Mendel, jehož objevy na hrachu setém vnesly nový pohled na dědičnost a biologii samotnou. Zformuloval tři pravidla, jež jsou v současnosti známa jako Mendelovy zákony dědičnosti, a experimentální práce byly prováděny právě v klášterní zahradě (Weiling 1991).

Na území Plzně je známa zahrada a dům soukeníka Tuschnera, vystavěná v anglickém slohu z konce 18. století (Sofron a Nesvadbová 1997).

1.2.1 ŠKOLNÍ ZAHRADY

Zvláštním typem zahrad jsou školní zahrady a důležitost přírodního prostředí ve výuce zdůrazňoval už ve svých dílech Jan Ámos Komenský. Po vydání Všeobecného školního řádu Marií Terezií ke konci roku 1774 byly školní zahrady zakládány u vznikajících škol pravidelněji. Zahrad však zpočátku bylo málo a sloužily především k pěstování zeleniny a ovoce pro vlastní potřebu učitelů, a také k chování dobytka. Zkušenosti, získané pěstováním a staráním se o dobytek, učitelé využili v rámci výuky a často také realizovali výuku v přírodě. Zahrady, které ke konci 18. století vznikaly, tak sice neměly prvotní účel vzdělávání, ale výuka na nich již probíhala (Morkes, 2010).

V roce 1828 byl na českém území vydán reskript, uvádějící, že každá škola má právo na svou školní zahradu. Samotná realizace školních zahrad však záležela na možnostech a iniciativě jednotlivých škol. První ukázková školní zahrada na našem území byla zřízena ve 40. letech 19. století v Praze, a rostliny v ní se vyskytující byly popsány a rozmístěny dle typického geografického rozšíření. Komenského názory na školní zahrady se ujaly i mimo české území, z jeho učení vychází základy zahradní pedagogiky po celém světě. Dalším evropským propagátorem učení v přírodním prostředí byl Jean-Jacques Rousseau, francouzský filozof a pedagog, v Americe zastával stejný názor John Dewey, jenž je znám jako americký filozof, psycholog a reformátor vzdělávání (Ryplová *et al.* 2019).

V současné době mladší generace čím dál více tráví svůj čas s moderními technologiemi a má omezený vztah s přírodou (Louv 2008). Tento problém by alespoň z části mohla vyřešit výuka organizována v přírodním prostředí (Williams a Brown 2011). Jako ideální prostředí k výuce v přírodě se jeví areály školních zahrad, zejména z hlediska časové dostupnosti a materiálního zabezpečení (Ryplová *et al.* 2019).

Ve školní zahradě, tj. v terénu, je možné praktikovat progresivní vyučovací metody, například pokusy, krátkodobá či dlouhodobá pozorování, laboratorní činnosti, metody zážitkové pedagogiky a další (Hofman 2005). V zahradách se uskutečňuje nejčastěji výuka v rámci vzdělávací oblasti člověk a svět práce, člověk a zdraví, umění a kultura, zahrady jsou však využívány také k mimovýukovým účelům, jako je například pobyt na čerstvém vzduchu či jako zdroj ovoce a zeleniny (Čápová 2021).

V rámci vyučování přírodních věd je nezbytné, aby školní zahrada, či alespoň její část, byla skutečným přírodním místem s druhově bohatým živočišným a rostlinným společenstvím. K rozvoji sociálních dovedností a různých druhů sociálních interakcí je nezbytné, aby zahrada byla různě strukturována. Vhodné je, aby zahrada měla plochy s rozmanitým povrchem, plochy určené k sezení, různé výškové nerovnosti, plochy zastíněné vegetací a plochy v případě potřeby chráněné proti větru a dešti (Stará a Lešek 2021).

Výběr rostlin vyskytujících se na školní zahradě je velmi důležitý. Mělo by se jednat o rostliny nenáročné na péči, s krátkou vegetační dobou, aby sklizeň mohla být uskutečněna v rámci školního roku. Rostliny by neměly být zdraví nebezpečné, tj. jedovaté rostliny či rostliny, které způsobují podráždění pokožky atd., dále by v zahradě neměly být rostliny s trny. Obecně se doporučují rostliny rostoucí běžně na našem území, preferuje se vysoká pestrost druhů. Nejvíce na zahradách převládá pěstování běžné zeleniny a ovocných stromů. O pěstování těchto plodin projeví studenti středních škol největší zájem, naopak příliš velký zájem studenti nejví o pěstování okrasných rostlin (Ryplová *et al.* 2019).

Ačkoliv je každá zahrada originální a rozmanitá, dá se určitým způsobem typizovat. Nejznámějším typem školních zahrad jsou zahrady užitkové, které je dále možné dělit dle plodin, které se na nich pěstují. Dalším typem jsou zahrady okrasné, jejichž účel není pěstování, jako u předchozího typu, ale reprezentativní. Dále máme přírodní zahradu. Tato zahrada je šetrnější a ohleduplnější k přírodě, a může se dále rozlišovat na permakulturní a biotopovou. Principem permakulturní zahrady je sledování přirozeného vývoje věcí v přírodě, snaha se volně přírodě co nejvíce přiblížit. V biotopové zahradě převažují stejné jednotlivé biotopy, jaké nalezneme i v okolí (Čejková 2011).

Aby školní zahrada splňovala co nejlépe svůj účel, měla by dle Ryplové *et al.* (2019) obsahovat různá biotopová stanoviště, například vodní stanoviště, suchá stanoviště, skleníky, místa pro úkryt zvířat, květnatou louku, bylinkovou spirálu, pěstební část, část pro okrasné rostliny, divoký kout a další.

Příkladem výukové zahrady v České republice je například Otevřená zahrada Nadace partnerství v Brně, jež byla založena roku 2006 a je určena především pro žáky druhého stupně základní školy, či Přírodní-permakulturní zahrada Rozmarýnek v Brně, která je využívána od roku 1998 k výukovým programům pro školy, školy v přírodě a příměstské tábory (Heczko 2016). Postupem času vzniká síť školních zahrad, kde uzlovými body jsou

významná ekocentra. Do sítě je zapojené také Slovenko a její součástí jsou odborníci a lektori z různých oborů, jež pomáhají k nejlépe možnému využívání zahrad pro výuku^[4]. Tento projekt je podporován Státním fondem životního prostředí ČR. K narůstající oblíbenosti školních zahrad nedochází pouze u nás v České republice či Evropě, ale jsou zakládány také v Americe, například na Floridě je učitelé využívají k podpoře zážitkového učení a k výuce environmentální výuky. Kalifornie zavedla iniciativu „zahrada v každé škole“, jejíž výsledkem je, že každá 8 000 veřejných škol má školní zahradu, instaluje ji nebo má plány ji pořídit (Skelly a Bradley 2007).

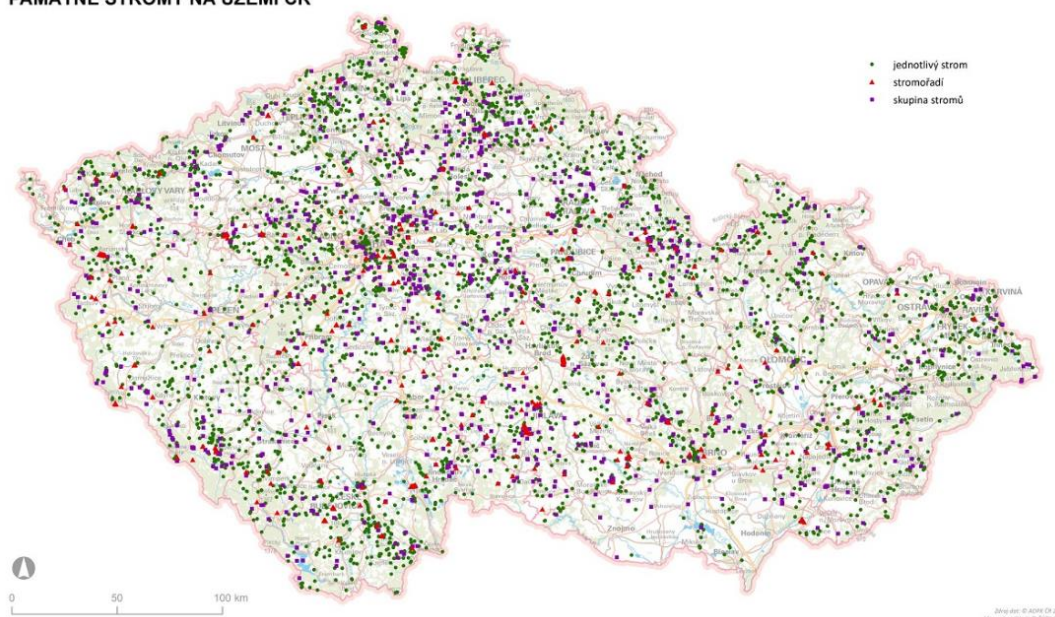
Se školní zahradou se úzce pojí i předmět environmentální výchova, jejíž hlavním cílem je zodpovědné environmentální chování, tedy takové chování, při kterém člověk bere v úvahu při svém rozhodování dopady na životní prostředí, a přispívá svými aktivitami ke zvýšení kvality životního prostředí a kvality života^[5]. Na environmentální výchovu klade důraz i státní program, který uvádí: „Chceme společnost šetrnou a přátelskou ke svému životnímu prostředí, kde každý občan ČR má zajištěný přístup ke vzdělávání, výchově a informacím, které umožňují rozvoj znalostí, dovedností a motivací aktivně jednat ve prospěch životního prostředí a vytvářet společnost směřující k udržitelnému rozvoji.“ Environmentální výchova byla zahrnuta do tzv. průřezových témat Rámcového vzdělávacího programu a s ohledem na velký význam, který je environmentální výchově v posledních letech přisuzován, se Česká školní inspekce na hodnocení vzdělávání v tomto tématu zaměřila, konkrétně ve školním roce 2019/2020. Postoj k environmentální výchově je však ze strany učitelů různý. Šetření v roce 2019/2020 ukázalo, že pětina dotázaných vyučujících environmentální výchovu za prioritu školy považuje, polovina pouze částečně a více než třetina spíše či rozhodně s takovou důrazností nesouhlasí (Novosák *et al.* 2020).

2 GIS METODY V BOTANICE

Geografický informační systém (dále GIS) je systém, který slouží k uchování informací různého charakteru o konkrétním území. Je složen z grafických dat, která uchovávají informace o poloze, tvaru a velikosti prvků v systému, dále je propojen s databází, jež obsahuje data popisná. Výsledky GIS jsou zpravidla publikovány prostřednictvím mapových aplikací (gisonline.cz). Obecně se dá říct, že GIS jsou systémy, sloužící ke sběru, správě a analýze prostorově určených informací. Jsou běžně využívány v oboru lesnictví, geologie, zemědělství a životního prostředí. Vzhledem k tomu, že GIS není pouze souborem počítačových nástrojů, ale plně integrovaným prostředím pro správu a analýzu prostorových informací, vyžaduje od aplikovaných oblastí geověd dotazování se na povahu a obsah relevantních informací, jakož i na přenos klasických metodologií vyšetřování a analýzy (Calos a Collet 1997).

Prostorová data v digitální podobě lze zobrazit pomocí dvou základních datových modelů, konkrétně pomocí vektoru a rastru. Vektorová data jsou složena z určitých bodů s konkrétními souřadnicemi, posloupností bodů se vytváří linie, spojením prvního a posledního bodu polygon. Vektorovým datovým modelem se reprezentují bodové, liniové a plošné prvky (stromy, řeky, lesy). V botanice se vektorové mapy využívají například k zobrazení přirozené vegetace na mapě, zobrazení památných stromů (Obr. 4).

PAMÁTNÉ STROMY NA ÚZEMÍ ČR

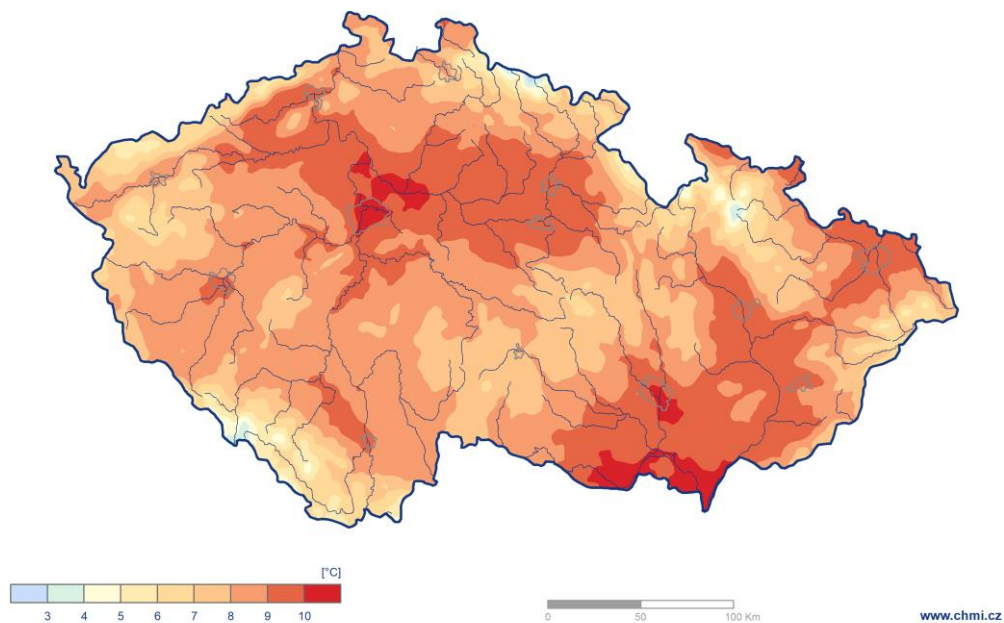


Obr. 4. Mapa památných stromů – vektorový model Zdroj: AOPK ČR 2018

V rastrovém zobrazení je plocha překryta pravidelnou sítí malých ploch, popisující kontinuální jevy, například průměrné roční teploty, nadmořskou výšku a jiné, či diskrétní jevy, například rozhraní souše a vody. V botanice se rastrové modely využívají například k zobrazení klimatických rozdílů, průměrných teplot za určité období (Obr. 5), sledování orientace a sklonu svahů atd.

Průměrná roční teplota vzduchu za období 1991 – 2020

Český
hydrometeorologický
ústav



Obr. 5. Průměrné roční teploty vzduchu – rastrový model Zdroj: chmi.cz

Na základě otázek, které GIS řeší, rozlišujeme několik typů analýz geografických dat, které lze využít v oboru botaniky:

- a) Analýza překryvu několika vrstev
- b) Analýza vzdáleností
- c) Analýza vzdáleností v síti
- d) Analýza prostorové distribuce
- e) Analýza modelu reliéfu

- f) Geostatické analýzy
- g) Atributové a prostorové dotazování

Pomocí těchto analýz jsme schopni zodpovědět množství otázek, např.

- a) Existuje místo s požadovanými klimatickými podmínkami a geologickými podmínkami? Kolik takových míst je a jakou mají plochu?
- b) Které lokality se nacházejí ve vzdálenosti 1 000 m od hranice listnatého lesa? Které z nich jsou od sebe vzdáleny alespoň 500 m?
- c) Kolik jezů leží na sledovaném vodním toku a v jaké jsou od sebe vzdálenosti?
- d) Jak jsou sledované prvky rozloženy v prostoru?
- e) Existují ve sledovaném území místa, na které v zimní sezóně vůbec nesvítí slunce? Naopak která místa disponují nejvyšší intenzitou slunečního záření?
- f) Jaké je rozložení zkoumané veličiny v celé ploše zájmového území na základě měření na několika vybraných lokalitách?
- g) Které jablečné sady fungující více než 5 let leží v katastru dané obce (Michalcová a Hájek 2012).

V botanice lze GIS využít například k plánování a sběru dat, sledování změn v čase, ke sledování vztahů druhů, společenstev a prostředí, k vytváření modelů dynamiky populací a společenstev a mapování vegetace (Wild 2013).

Mapování vegetace pomocí GIS je široce zavedený způsob silně propojený s dálkovým průzkumem Země, digitálním průzkumem a mapováním, stejně jako s tradičnějšími přístupy mapování a kartografie. Jak už bylo zmíněno výše, mapování vegetace pomocí GIS je hlavním cílem vegetačních věd jako jsou zemědělství, lesnictví, geobotanika, biogeografie, krajinná ekologie a řízení zdrojů, což z něj činí silně interdisciplinární téma a úkol. V tomto kontextu výsledky mapování nebo monitorování založené na GIS, jako jsou mapy vegetace, inventáře vegetace, mapy využití půdy/krajinného pokryvu nebo časové řady vegetace (jako je střídání plodin), jsou využívány jako klíčový zdroj informací pro procesy územního rozhodování. Kromě hlavního cíle mapování, měřítko mapování obecně určuje technologii mapování, a proto se neustále mění. V posledních desetiletích byly terénní průzkumy podporovány leteckým snímáním a satelitním dálkovým průzkumem Země. V důsledku toho se oblast zájmu pohybovala od několika hektarů až po globální pokrytí. V posledních

deseti letech se však jako senzorové platformy pro proximální a vzdušné dálkové snímání stále častěji používají bezpilotní letecké systémy (UAS) nebo létající pilotovaná vozidla v malých výškách, jako jsou gyrokoptéry, které poskytují data o rozlišení subcentimetrů. Kromě satelitních systémů (např. Landsat, Sentinel-2) jsou tyto systémy kombinovány s technikami pozemního průzkumu, jako je odběr vzorků v terénu, GPS a laserové skenování, které již podporují mapování vegetace ve všech měřítcích (Bareth a Waldhoff 2018).

3 DOKUMENTACE DŘEVIN NA LOKALITĚ

3.1 FOTOGRAFICKÉ METODY A GIS

K dokumentaci dřevin lze využít mnoho metod. Nejstarší metoda, metoda měřického stolu, se používala již při katastrálním měření v Uhrách, v současné době se tato metoda nevyužívá a dokumentuje se pomocí moderních technologií. Mezi tyto metody spadá fotogrammetrie a mobilní mapování (Pilchová 2013).

Fotogrammetrie je postup, který umožňuje určit tvar, velikost a polohu reálných objektů na základě fotografického snímku (Brůžková 2012). Dle způsobu získání snímku rozdělujeme fotogrammetrii na pozemní a leteckou. V rámci pozemní fotogrammetrie je snímek pořízen z pevného bodu na zemi. V letecké fotogrammetrii jsou snímky pořizovány z letadla, vrtulníku či balónu (Böhm 2002).

Vývoj mobilního mapování začal v USA a skládá se ze tří kroků: sběr dat, extrakce informací a správa informací. Výhodou této metody je rychlost pořizování geoinformačních dat, jež mají širokou škálu využití – územní plánování, pasport dopravního značení a zařízení, 3D modelování měst a další (Pilchová 2013). V této oblasti se dnes široce uplatňují GIS, například v roce 2010 byla provedena studie, jejíž cílem bylo vytvořit systém podpory rozhodování pro výběr lokality větrných turbín v Turecku právě pomocí GIS (Aydin *et al.* 2010). Na nástrojích GIS byl založen nástroj AquaSpace, jež umožňuje integrované hodnocení a mapování 30 ukazatelů odrážejících ekonomická, meziodvětvová, enviromentální a sociokulturní rizika a příležitosti pro navrhované systémy akvakultury (Gimpel *et al.* 2018).

3.2 HERBÁŘE

Slovo „herbář“ pochází z latinského slova *herbarium*, od slova *herba*, jež znamená rostlina. Herbářové sbírky jsou nezbytnou součástí botaniky, uchovávají původně živé rostliny sloužící jako doklad výskytu na daném území. Dřívější herbáře neobsahovaly sušené rostliny, jako je známe dnes. Z knihy Český herbář pocházející z konce 19. století je patrné, že minulé herbáře obsahovaly popisy důležitých částí rostlin pro průmysl, obchod a pro léčení, a informace, jak tyto části využít (Uherová 2014). Výroba herbáře je další způsob, jak žáci mohou nenásilně poznávat rostliny, jejich stavbu těla a stanoviště, kde rostou. Při této aktivitě je možno projevit odborné znalosti, výtvarné vlohy a technické schopnosti (Skýbová 2019).

V aktuálním moderním světě plném technologií a internetu se stává větším trendem digitalizace herbářových sbírek, převážně v USA a Evropě, zvyšující jejich dostupnost pro vědce z celého světa. Míra digitalizace je však stále poměrně nízká – fotografie u herbářových položek je dostupná pouze u necelých 10 % položek, základní informace jako je typ lokality a datum sběru jsou dostupné u méně než 30 % herbářových položek. Digitalizované depozitáře jsou důležitým zdrojem informací a umožňují různé analýzy v oblasti systematiky, biogeografie či ekologie (Rudolfová 2023). V České republice k digitalizaci herbářových sbírek též dochází. V roce 2009 byl otevřen projekt Studijního a informačního centra v Praze spolu s katedrou botaniky a fyziologie rostlin Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, jehož cílem byla digitalizace vzácných herbářových položek – Matthioliho herbáře, *Plantarum Brasiliae*. Digitální herbář je plně k dispozici od 1. 1. 2010 a lze v něm vyhledávat položky pomocí různých kritérií, například podle čeledí, lokality, názvu a dalších (Skalický a Novák 2010).

Na celosvětové úrovni byl založen Index herbariorum. Jedná se o globální online adresář herbářů, který umožňuje přístup k datům z 3 567 herbářů, kde je trvale umístěno 396 miliónů botanických exemplářů. Index herbariorum má své vlastní webové stránky a 13 717 přidružených zaměstnanců^[6].

4 CÍL PRÁCE

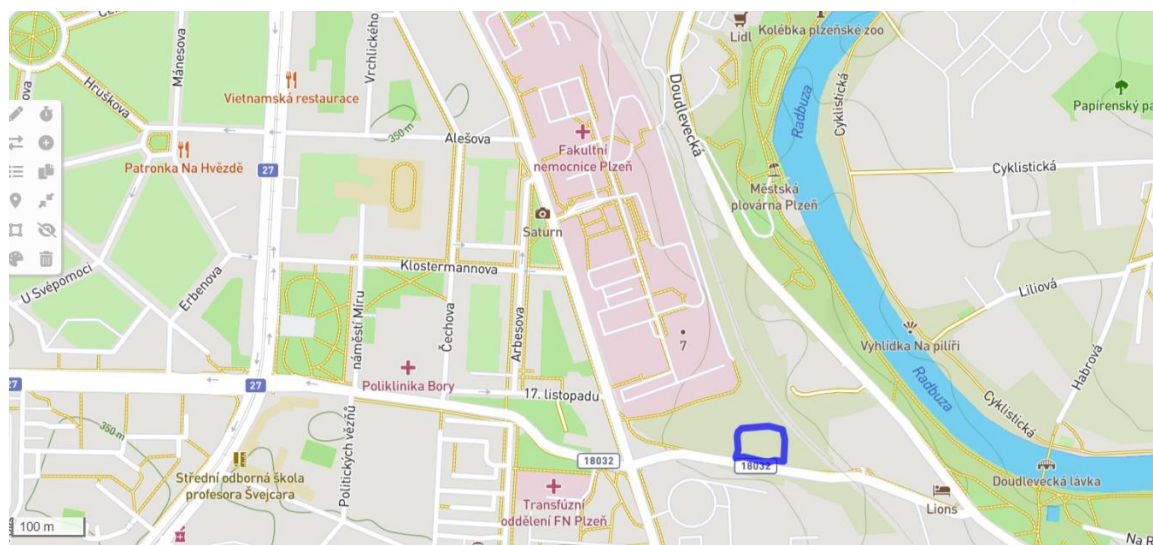
Cílem této bakalářské práce byla charakterizace zájmového území, tj. areál školní zahrady ZČU, nacházejícího se v Plzni na Borech, následné zaznamenání souřadnic pomocí GPS každé dřeviny vyskytující se v objektu. Po zaměření jednotlivých dřevin bude každá dřevina determinována dle určovacích klíčů. Současně u každého druhu dřeviny bude vytvořena fotodokumentace a odebrána položka do herbářové sbírky. Souřadnice a druhy jednotlivých dřevin budou zaneseny do programu ArcGis 10.7.1., který umožňuje na základě různých atributových dotazů zobrazit mapy, vyobrazující například pouze listnaté dřeviny, druhy spadající do stejných taxonů atd.

5 METODY

5.1 CHARAKTERIZACE ÚZEMÍ

Plzeň se nachází v mírně teplé klimatické oblasti MT 11, jež je charakteristická dlouhým suchým létem, krátkým mírným přechodným jarem a velmi suchou zimou, vyznačující se krátkým trváním sněhové pokrývky. Od jihu, jihovýchodu a severozápadu zasahuje makroklimatický region T 10 s vlhčím létem a početnějšími srážkami (Kolařík 2009). V Plzeňském kraji v roce 2022 byla průměrná roční teplota 9,1 °C, což je od dlouhodobého teplotního průměru o 1,1 °C více. Nejvyšší průměrná teplota byla naměřena na stanici Plzeň – Mikulka, konkrétně 10,5 °C. Nejvyšší teploty v průběhu roku byly naměřeny také v Plzni, na obou stanicích a to 37,3 °C a 36,6 °C. Průměrné roční množství srážek za ten samý rok byl 694,9 mm, což se nijak neodchyluje od ostatních let a dá se tento rok považovat za srážkově normální (Sklenář 2023).

Školní zahrada, již se věnuje tato bakalářská práce, se nachází v Plzni na Borech v Samaritské ulici (Obr. 6). Samaritská ulice, a také celá Plzeň, je součástí Českého masivu. Horniny tvořící podloží se však v různých částech Plzně liší, přičemž školní zahrada je tvořena spraší a sprašovou hlínou^[7]. Pozemek je oplocený, vstup lemují hlavní silnice, za plotem u protější strany vede poměrně frekventovaná železniční trať Plzeň – Klatovy/Železná Ruda-Alžbětín. V docházkové vzdálenosti od zahrady se vyskytuje fakultní nemocnice, poliklinika a řeka Radbuza.



Obr. 6 Poloha školní zahrady ZČU, hranice zahrady jsou vyznačeny modrou barvou. Zdroj souřadnic: hranice zahrady vlastní, mapový podklad: [8].

Obvod zahrady činí 223 m a plochu má 3 209,5 m², průměrná výška je 338 m n. m., reliéf není však příliš členitý, nadmořská výška se pohybuje mezi 334 m n. m. a 343 m n. m. Půdním typem vyskytujícím se na tomto území je modální hnědozemě. Tento druh země vyžaduje vápnění a hnojení organickými hnojivy a má tendence hutnět, proto je potřeba zem kypřit. Patří k úrodným půdám, využívaných k pěstování plodin (Pospíšilová 2014). Na území zahrady se vyskytují dvě zděné budovy (Obr.7) a dva menší skleníky (Obr. 8).



Obr. 7 Zděné budovy na školní zahradě.



Obr. č. 8 Skleníky na školní zahradě.

5.2 METODY ZAMĚŘENÍ A ZPRACOVÁNÍ V GIS

Po vstupu na pozemek školní zahrady a prozkoumání jeho rozložení byl změřen obvod pozemku. Měření obvodu bylo provedeno obchůzkou zahrady podél plotu s GPS přijímače. Pro toto měření i pro měření souřadnic jednotlivých dřevin byla použita GPS přijímače Garmin Dakota 20 (Garmin, USA). Před začátkem měření souřadnic dřevin byl pozemek rozdělen do pomyslných čtyř částí, a poté byla každá část prozkoumána. Zahrada byla rozčleněna, aby nedošlo k opomenutí některých dřevin či aby nebyly změřeny vícekrát. Postupně na každé čtvrtině pozemku byly jednotlivým dřevinám naměřeny příslušné souřadnice.

Naměřené souřadnice byly později využity k vytvoření mapového výstupu v programu GIS, konkrétně v ArcGis 10.7.1. – ArcMap (Esri, USA). ArcMap je schopný přímo zpracovat programy formátu gpx, ve kterém byla data uložena, proto nebylo potřeba prepisovat data do jiného formátu. Pro zobrazení dat byl použitý nástroj GPX To Features, který umožnil zobrazit dřeviny na mapě v bodech. Jelikož však byl takto zobrazen i obvod zahrady, bylo ještě potřeba pro přehlednost přeměnit bodové zobrazení obvodu zahrady na lineární, které bylo provedeno pomocí nástroje Points To Line. Výsledkem byla mapa se zahradou a všemi dřevinami. Aby mapa byla kompletní, pomocí nástroje Insert bylo přidáno měřítko, legenda a další prvky.

Ke každé dřevině byly přidány vlastnosti (atributy) pro tvorbu specifických dotazů a generování specializovaných map:

- Růstová forma: keř × strom
- Požitelnost: jedlá, nejedlá, jedovatá
- Taxonomické zařazení: čeleď, řád, zda se jedná o listnatou či jehličnatou dřevinu

Přidání těchto vlastností bylo editováno pomocí Attribute table v shapefilu dřevin, následně byla přidána další pole a ke každé dřevině byla doplněna daná vlastnost. Např. dřevině, která je listnatá byla přidána hodnota 1, dřevině, která je jehličnatá, byla přidána hodnota 2. Pokud bude potřeba vyhledávat listnaté dřeviny, v atributovém dotazu se zadá zobrazit dřeviny typu 1 a v mapě se automaticky označí.

5.3 METODY IDENTIFIKACE DŘEVIN

Identifikace dřevin byla provedena několika způsoby. První předběžné určení bylo provedeno již na školní zahradě pomocí aplikace Plantnet a databáze Pladias (Chytrý *et al.* 2021, Wild *et al.* 2019). Následně druhy byly prozkoumány, zda proběhlo správné určení aplikací pomocí Klíče ke květeně České republiky (Kaplan *et al.* 2019) a Flóry a vegetace města Plzně (Sofron a Nesvadbová 1997).

5.4 HERBÁŘ A DIGITALIZACE

První sběr položek do herbářové sbírky se uskutečnil 7. 10. 2023, a byl proveden pomocí zahradních nůžek. Ustřižené vzorky byly převezeny v uzavřených igelitových taškách, aby se co nejvíce zabránilo uschnutí před vylisováním. Následně byla každá položka vložena do listu nevoskovaných savých novin a zatěžkána. V prvních dvou týdnech bylo třeba noviny každý třetí den vyměnit z důvodu vlhkosti, aby vzorky nehnily a nezplesnivěly, po dvou týdnech lisování výměna novin již nebyla potřeba. Druhý sběr proběhl 22. 01. 2024 ze stejných dřevin jako sběr v říjnu. Jednalo se o sběr větviček s pupeny, jenž byl proveden opět pomocí zahradních nůžek. Každý vzorek po ustříhnutí byl ihned opatřen označením, aby později nedošlo k záměně. Označené větve byly přeneseny opět v igelitové tašce. Dne 5. 4. 2024 byl proveden i třetí sběr, z důvodu poškození dřevin některých položek během lisování. Postup sběru byl shodný s postupem u prvního sběru.

Položky v herbáři byly přilepeny papírovou páskou v listu balicího papíru velikosti A3 a každá obsahuje svůji etiketu s informacemi.

Digitalizace herbáře byla provedena na Pedagogické fakultě ZČU na Centru biologie a geověd pomocí stolního knižního skeneru značky CZUR ET 18 Pro (CZUR TECH, Čína). Tento skener je připojený k počítači a díky specializovanému programu ukládá jednotlivé snímky herbáře do složky ve formátu PDF. Každá herbářová položka byla tedy vložena pod skener, naskenována a následně uložena v počítači. K položce bylo vždy připojeno měřítko pro případnou kalibraci.

6 VÝSLEDKY

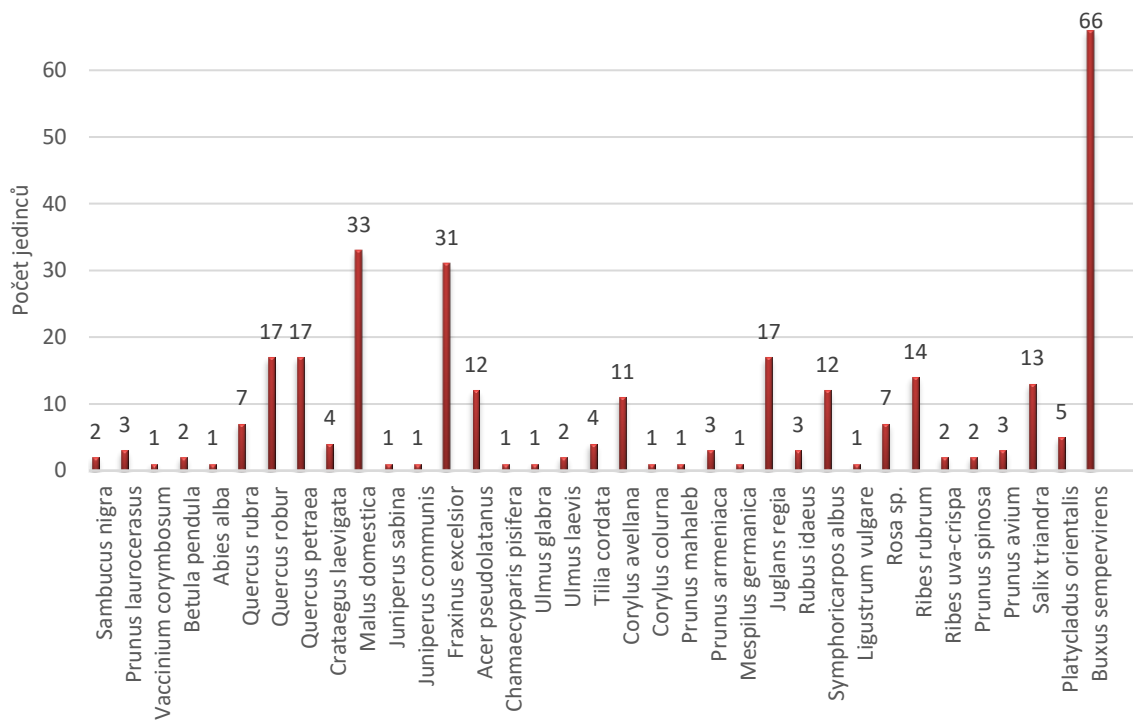
Po zpracování dat, získaných terénním výzkumem na školní zahradě, se ukázalo, že zastoupení dřevin na pozemku je poměrně rozmanité a druhově bohaté. Na zahradě se vyskytuje 35 druhů dřevin s celkovým počtem 302 zástupců.

Tabulka 1 - Seznam druhů dřevin nalezených v areálu školní zahrady FPE ZČU a počet jedinců.

Latinský název	Český název	Řád	Čeleď	Počet
<i>Abies alba</i>	Jedle bělokorá	Pinales	Pinaceae	1
<i>Acer pseudolatanus</i>	Javor klen	Sapindales	Sapindaceae	12
<i>Betula cf. pendula</i>	Bříza bělokorá	Fagales	Betulaceae	2
<i>Buxus sempervirens</i>	Zimostráz vždyzelený	Buxales	Buxaceae	66
<i>Corylus avellana</i>	Líska obecná	Fagales	Betulaceae	11
<i>Corylus colurna</i>	Líska turecká	Fagales	Betulaceae	1
<i>Crataegus laevigata</i>	Hloh obecný	Rosales	Rosaceae	4
<i>Fraxinus excelsior</i>	Jasan ztepilý	Lamiales	Oleaceae	31
<i>Chamaecyparis pisifera</i>	Cypřišek hrachonosný	Pinales	Cupressaceae	1
<i>Juglans regia</i>	Ořešák královský	Fagales	Juglandaceae	17
<i>Juniperus communis</i>	Jalovec obecný	Pinales	Cupressaceae	1
<i>Juniperus sabina</i>	Jalovec chvojka	Pinales	Cupressaceae	1
<i>Ligustrum vulgare</i>	Ptačí zob obecný	Lamiales	Oleaceae	1
<i>Malus domestica</i>	Jabloň domácí	Rosales	Rosaceae	33
<i>Mespilus germanica</i>	Mišpule obecná	Rosales	Rosaceae	1
<i>Platycladus orientalis</i>	Zeravec východní	Pinales	Cupressaceae	5
<i>Prunus armeniaca</i>	Meruňka obecná	Rosales	Rosaceae	3
<i>Prunus avium</i>	Třešeň ptačí	Rosales	Rosaceae	3
<i>Prunus laurocerasus</i>	Bobkovišeň lékařská	Rosales	Rosaceae	3
<i>Prunus mahaleb</i>	Mahalebka obecná	Rosales	Rosaceae	1
<i>Prunus spinosa</i>	Trnka obecná	Rosales	Rosaceae	2
<i>Quercus petraea</i>	Dub zimní	Fagales	Fagaceae	17
<i>Quercus robur</i>	Dub letní	Fagales	Fagaceae	17
<i>Quercus rubra</i>	Dub červený	Fagales	Fagaceae	7
<i>Ribes rubrum</i>	Rybíz červený	Saxifragales	Grossulariaceae	14
<i>Ribes uva-crispa</i>	Srstka angrešt	Saxifragales	Grossulariaceae	2

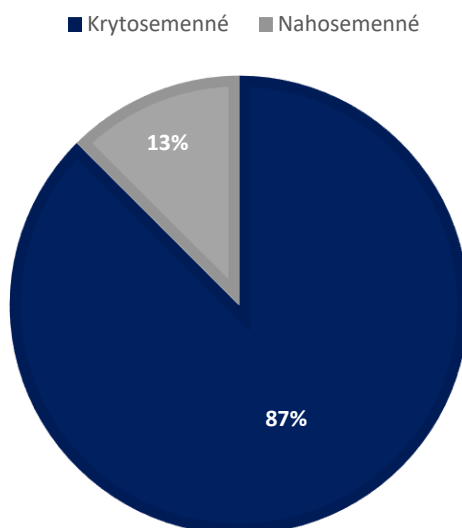
Latinský název	Český název	Řád	Čeleď	Počet
<i>Rosa sp.</i>	Růže sp.	Rosales	Rosaceae	7
<i>Rubus idaeus</i>	Ostružiník maliník	Rosales	Rosaceae	3
<i>Salix triandra</i>	Vrba trojmužná	Malpighiales	Salicaceae	13
<i>Sambucus nigra</i>	Bez černý	Dipsacales	Adoxaceae	2
<i>Symphoricarpos albus</i>	Pámelník bílý	Dipsacales	Caprifoliaceae	12
<i>Tilia cordata</i>	Lípa srdčitá	Malvales	Malvaceae	4
<i>Ulmus glabra</i>	Jilm drsný	Rosales	Ulmaceae	1
<i>Ulmus laevis</i>	Jilm vaz	Rosales	Ulmaceae	2
<i>Vaccinium corymbosum</i>	Brusnice chocholičnatá	Ericales	Ericaceae	1
<u>Celkem</u>				<u>302</u>

Nejvíce se na zahradě vyskytoval *Buxus sempervirens* (zimostráz vždyzelený), jehož počet 66 jedinců výrazně převyšoval ostatní druhy. Dalším často se vyskytujícím druhem byl *Malus domestica* (jabloň domácí) s počtem 33 zástupců a *Fraxinus excelsior* (jasan ztepilý), který se na zahradě vyskytoval v počtu 31 zástupců. Naopak dřevin, jež byly na zahradě zastoupeny pouze jedním zástupcem, je několik, například *Vaccinium corymbosum* (brusnice chocholičnatá), *Mespilus germanica* (mišpule obecná), *Corylus colurna* (líška turecká) a další (Obr. 9). V průměru se od každého druhu na zahradě vyskytovalo 8,62 dřevin. *Symphoricarpos albus* (pámelník bílý) byl zastoupen na pozemku celkem dvanáctkrát a *Ligustrum vulgare* (ptačí zob obecný) celkem jednou. Avšak jejich přesný počet nebylo možné stoprocentně určit, jelikož v levém dolní rohu zahrady rostl shluk dřevin, jež tvořily převážně tyto zmíněné druhy, a jelikož rostly ve velmi hustém sdružení, nebylo možné se dostat k jednotlivým hlavním kmenům k zaměření polohy. Mimo tyto dva druhy se ve shluku vyskytuje ojediněle *Quercus robur* (dub letní).

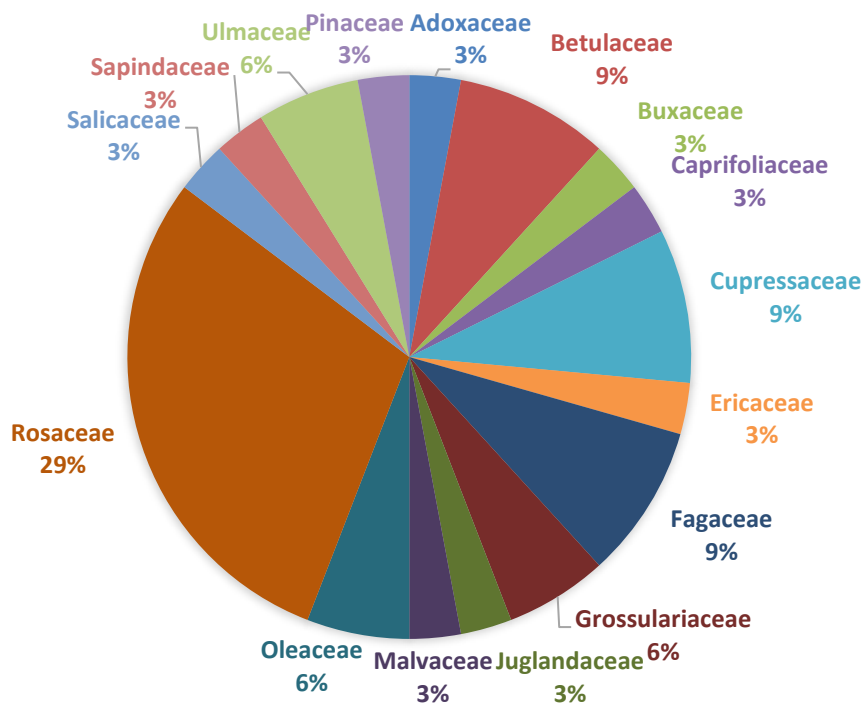


Obr. 9 Počet jedinců jednotlivých druhů nalezených dřevin v areálu školní zahrady FPE ZČU.

V zahradě převažovaly krytosemenné rostliny nad nahosemennými (Obr. 10). Na úrovni čeledí (Obr. 11), výrazně dominovala nad ostatními čeledí *Rosaceae* (růžovité), do které patřilo celkem 31 % druhů z nalezených dřevin. Ostatní čeledi byly počtem druhů poměrně vyrovnané, zahrnuovaly 9 %, 6 % či 3 % nalezených druhů (Obr. 11).

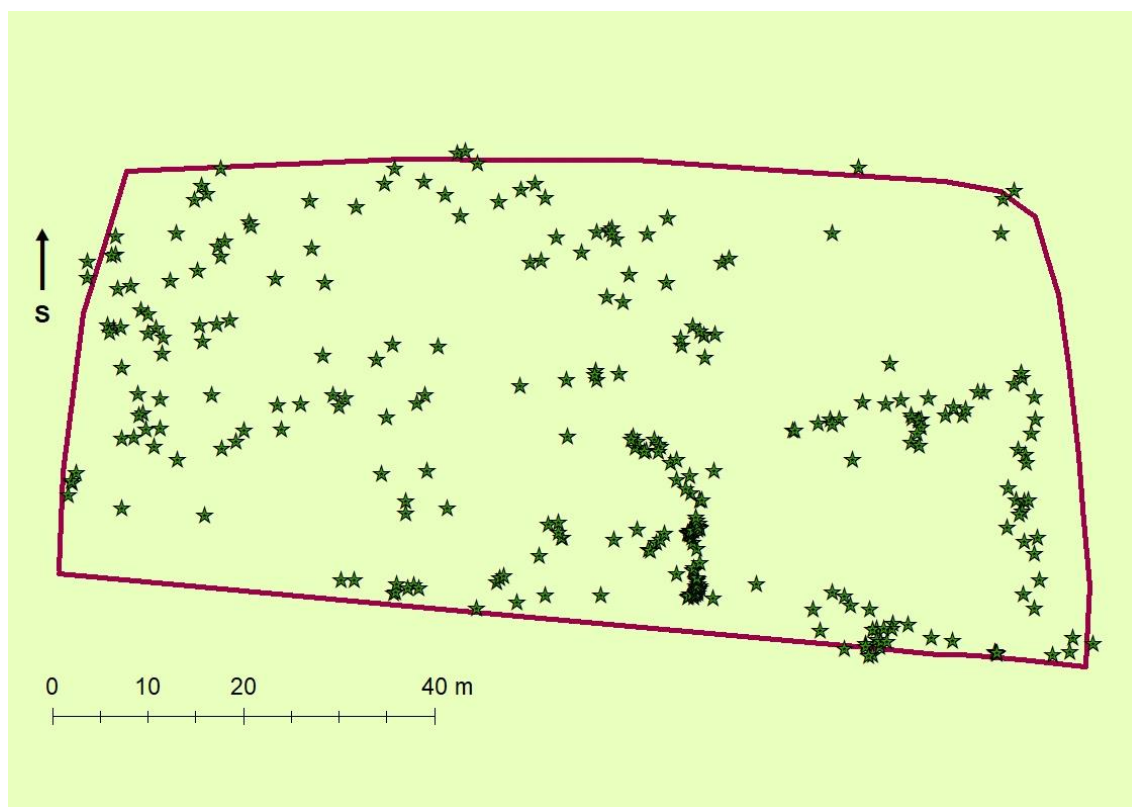


Obr. 10 Podíl krytosemenných a nahosemenných rostlin v areálu Školní zahrady FPE ZČU.



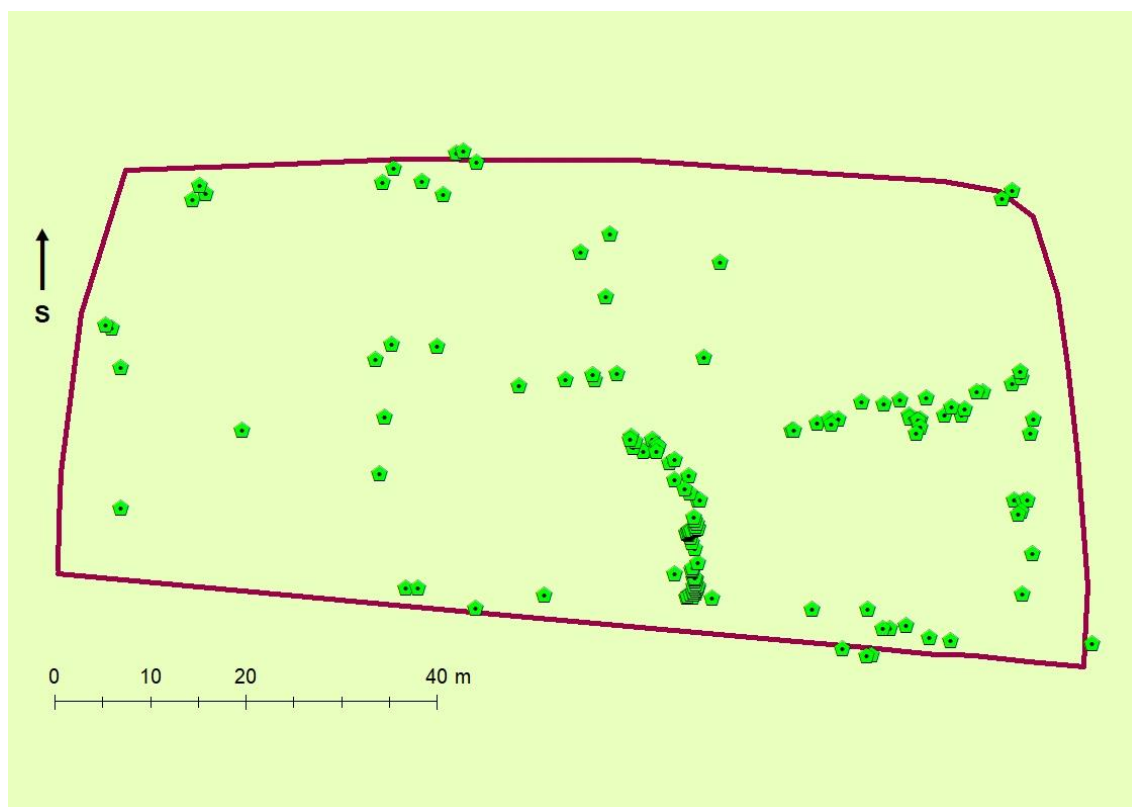
Obr. 11 Zastoupení čeledí dřevin nalezených v areálu Školní zahrady FPE ZČU.

Poloha všech 302 dřevin ve Školní zahradě ukázala nerovnoměrnosti v jejich distribuci. V levé polovině zahrady byly dřeviny poměrně rovnoměrně rozloženy, naopak na pravé polovině zahrady byly dřeviny nakupeny více ve skupinách (Obr. 12). Některé rostliny byly vyznačeny až za hranicí zahrady, důvodem byl těsný výskyt kmene dřeviny u plotu a během měření obvodu se tyto dřeviny musely obejít blíže ke středu zahrady. Výjimku tvořila jedna dřevina v pravém horním rohu zahrady, *Juglans regia* (ořešák královský), jehož kmen skutečně roste až za plotem, avšak je ohnutý a celá koruna zasahovala do pozemku, proto byl do seznamu dřevin v této zahradě zařazen.



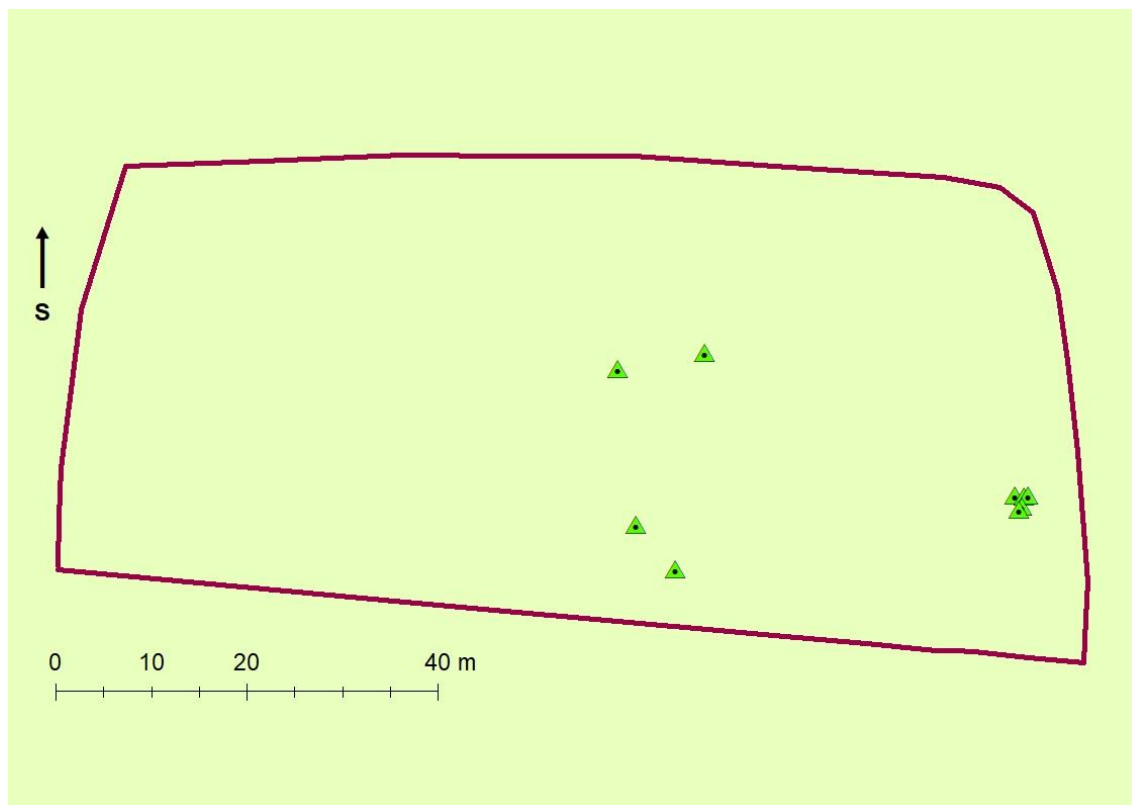
Obr. 12 Poloha jednotlivých jedinců v Školní zahradě FPE ZČU, bez taxonomické identifikace. Poloha je indikována zelenou pěticípou hvězdou.

V zahradě bylo nalezeno celkem 148 jedinců keřů, které rostly ve shlucích převážně v pravé polovině zahrady. Největší počet rostl napravo od středu, konkrétně se jednalo o *Buxus sempervirens* (zimoztráz vždyzelený), který lemoval cestu od branky (Obr. 13). Dalšími nejvíce zastoupenými keři byly *Ribes rubrum* (rybíz červený) a *Symphoricarpos albus* (pámelník bílý).



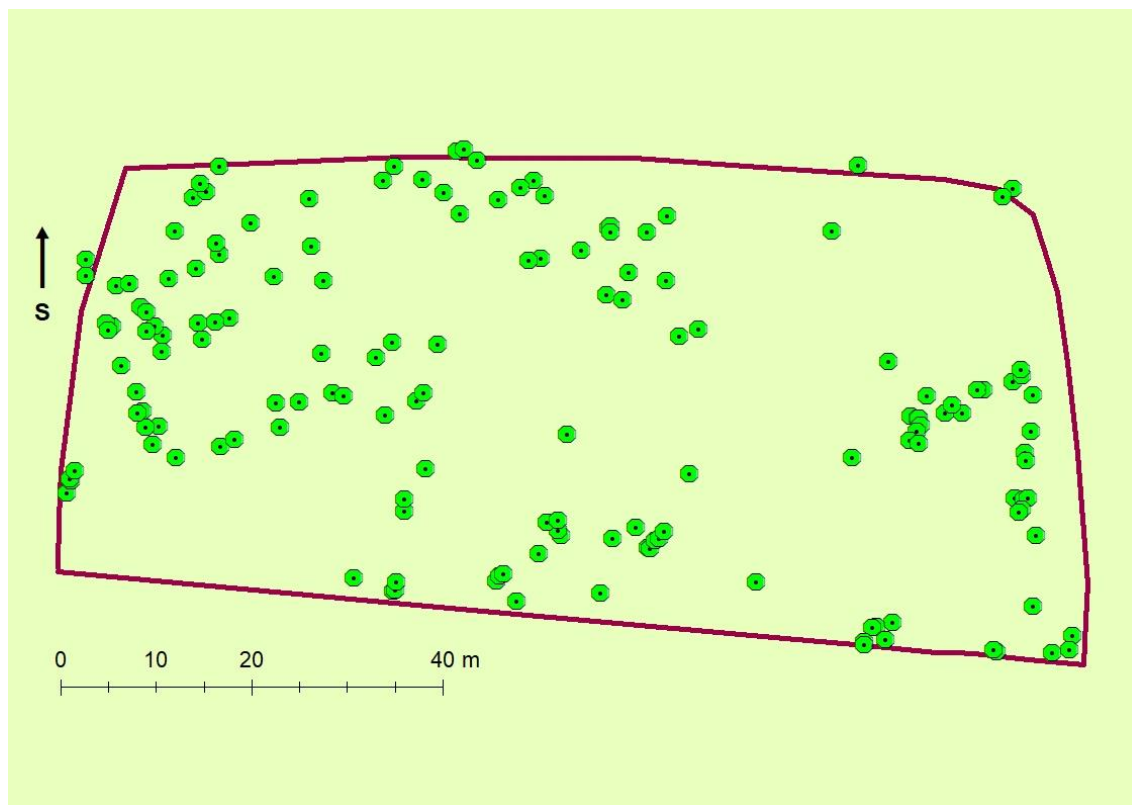
Obr. 13 Poloha jednotlivých keřových dřevin v areálu Školní zahrady FPE ZČU. Poloha je vyznačena světle zeleným pentagramem.

Jehličnany rostly v zahradě pouze v malém počtu a pouze v pravé části zahrady (Obr. 14). Zahrnovaly druhy *Abies alba* (jedle bělokorá), *Juniperus communis* (jalovec obecný), *Juniperus sabina* (jalovec chvojka) a *Platycladus orientalis* (zeravec východní).



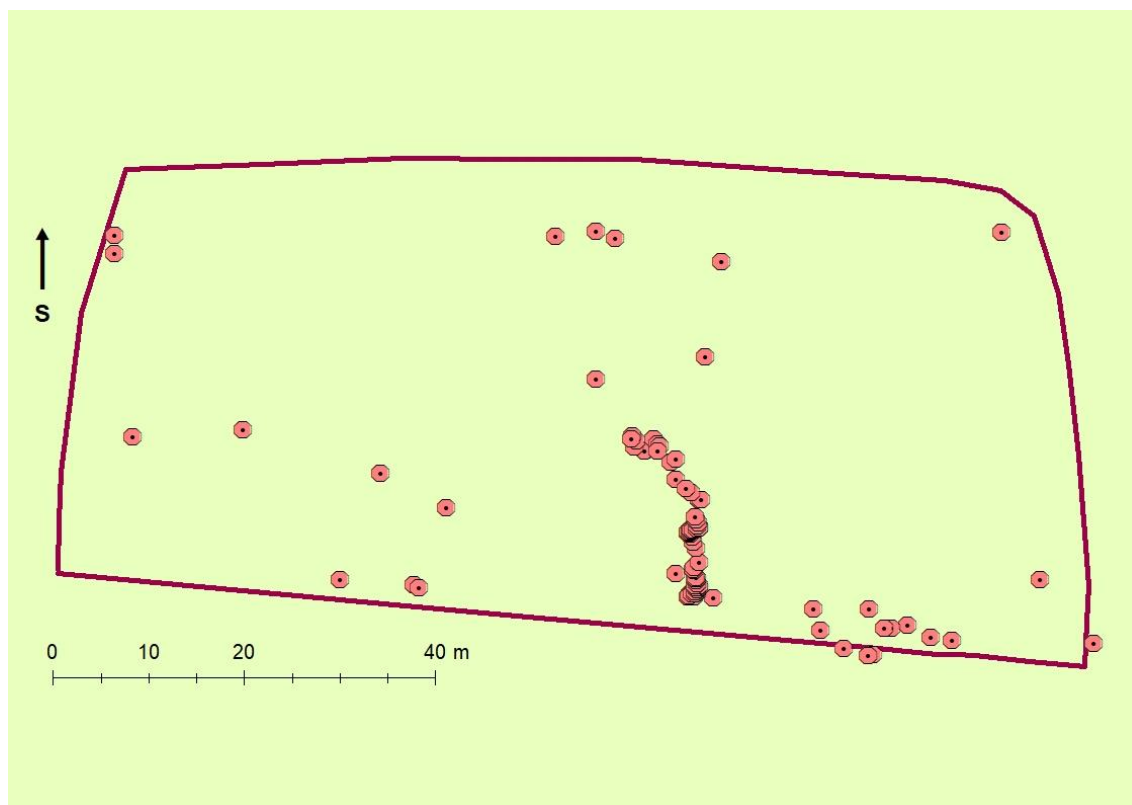
Obr. 14 Poloha jehličnatých dřevin v areálu Školní zahrady FPE ZČU. Poloha je vyznačena zeleným trojúhelníkem.

Velké množství dřevin či alespoň jejich části v zahradě bylo jedlých a byly rozloženy po celé ploše poměrně rovnoměrně (Obr. 15). Často se vyskytovala *Malus domestica* (jablono domácí), *Coryllus avellana* (líška obecná) a *Juglans regia* (orešák královský).



Obr. 15 Poloha jedlých dřevin v areálu Školní zahrady FPE ZČU. Poloha je vyznačena zelenými kolečky.

Jedovatých dřevin bylo méně než dřevin jedlých a až na pár výjimek se vyskytovaly ve dvou shlucích v pravé polovině zahrady. Patřily mezi ně *Buxus sempervirens* (zimostráz vždyzelený), *Symphoricarpos albus* (pámelník bílý), *Ligustrum vulgare* (ptačí zob obecný) a *Juniperus sabina* (jalovec chvojka).



Obr. 16 Poloha jedovatých dřevin v areálu Školní zahrady FPE ZČU. Poloha je vyznačen červenými kolečky.

6.1 HERBÁŘOVÉ POLOŽKY

Herbář obsahuje celkem 35 položek, z toho 5 položek jehličnatých a 30 položek listnatých. Herbář byl zdigitalizován a uložen v digitálním uložišti. Příklad digitalizované herbářové položky je zobrazen na Obr. 17.



Obr. 17 Příklad digitalizované herbářové položky, v tomto případě *Corylus colurna* (líska turecká). Plody byly k položce přiloženy a jsou uloženy odděleně v obálce.

7 DISKUSE

7.1 DRUHOVÉ ZASTOUPENÍ DŘEVIN

Druhové složení dřevin ve školní zahradě je rozmanité, rostou tam dřeviny keřového i stromového typu různých velikostí. V porovnání s běžně rostoucí vegetací v Plzni, dřeviny v zahradě z většiny odpovídají druhům uvedeným v knize Flóra a vegetace města Plzně (Sofron a Nesvadbová 1997).

V zahradě rostou dřeviny, jež jsou pro Plzeň původní, jsou jimi například *Tilia chordata* (lípa srdčitá) a *Quercus robur* (dub letní), který je v současnosti běžnější než *Quercus petraea* (dub zimní), jež se podílí na složení stromového patra reliktních borů v údolí řeky Mže a Berounky (Sofron a Nesvadbová 1997). Duby jsou charakteristické svou snášenlivostí extrémních podmínek. Dalším dubem vyskytujícím se na zahradě je *Quercus rubra* (dub červený), který sice není původní jako přechozí, avšak je již běžně vysazován v plzeňských lesích (Sofron a Nesvadbová 1997). V přírodě však dochází ke spontánnímu křížení dubů, čímž řada jedinců vykazuje intermediární znaky, což komplikuje jejich přesné určení (Buriánek *et al.* 2009). Dalšími hojně se vyskytujícími druhy v Plzni a rovněž rostoucí na školní zahradě jsou *Fraxinus excelsior* (jasan ztepilý), *Acer pseudoplatanus* (javor klen), *Abies alba* (jedle bělokorá), jež je pravidelnou součástí plzeňských lesů, a další.

Z jehličnatých zástupců rostou na zahradě dřeviny typické pro městskou zástavbu a zahrady, nenáročné na stanoviště. Například *Juniperus sabina* (jalovec chvojka), *Platycladus orientalis* (zeravec východní), *Abies alba* (jedle bělokorá).

Co se týče ovocných dřevin, jsou v zahradě vysázeny běžné druhy jako je *Prunus armeniaca* (meruňka obecná), *Ribes rubrum* (rybíz červený), *Rubus idaeus* (ostružiník maliník), *Prunus avium* (třešeň ptačí) a *Malus domestica* (jablono domáci). Všechny tyto dřeviny jsou hojně na území Plzně pěstované, přičemž pěstování jabloní od roku 1970 prodělávalo největší změny. Ze zahraničí se do naší země dostávalo velké množství odrůd, pocházejících z křížení pětice nejběžnějších a nejchutnějších tržních kultivarů, během let se vyvíjely odrůdy co nejméně náchylné na choroby (Sofron a Nesvadbová 1997).

V zahradě nalezneme několik druhů, které jsou součástí svazu *Prunion spinosae*, například *Sambucus nigra* (bez černý), *Crataegus laevigata* (hloh obecný) a roztroušeně i *Corylus avellana* (lísku obecnou). *Prunion spinosae* je svaz zahrnující primární i sekundární křoviny a keřové lesní pláště teplých oblastí (Sofron a Nesvadbová 1997).

Některé druhy vyskytující se na zahradě však v publikaci Flóra a vegetace města Plzně (Sofron a Nesvadbová 1997) nebyly nalezeny. Jedná se často o pěstované okrasné dřeviny či dřeviny, jejichž výskyt se navýšil až po roce 1997, kdy byla kniha vydaná. Příkladem je *Vaccinium corymbosum* (brusnice chocholičnatá), známá často pod pojmem kanadská borůvka, či *Prunus laurocerasus* (bobkovišeň lékařská). Tato okrasná rostlina je pěstovaná v oblastech s mírnější zimou, je dosti nenáročná a dobře snáší městské prostředí a mnohdy je i invazní (Bažant a Úředníček 2018). Za invazní druh se považuje rostlina, jež je v prostředí nepůvodní a je brána jako škodlivá (Andersen *et al.* 2004). Za invazní se považuje také například *Symphoricarpos albus* (pámelník bílý), který pochází ze západní Severní Ameriky. Vyznačuje se rychlým růstem, je schopný tvořit podzemní kořenující výhony, a tím se vegetativně šíří a vytváří rozsáhlé kolonie. Dalším invazním druhem ve školní zahradě je *Quercus robur* (dub červený) pocházející ze Severní Ameriky a do Evropy byl zavlečen pravděpodobně již v 17. století jako okrasná dřevina. Na území Česka byl poprvé zaznamenán v roce 1799. Od našich domácích dubů se liší tím, že téměř každý rok plodí a přirozeně se zmlazuje (Buriánek 2019).

Mezi nepůvodní druhy se řadí *Juglans regia* (ořešák královský), *Malus domestica* (jabloň domácí) a *Ribes rubrum* (rybíz červený)^[9].

Velmi zajímavým druhem nalezeným na zahradě je *Mespilus germanica* (mišpule obecná), jež je zajímavá jak tvarem plodu, tak jeho složením. Plod je jedlý, dieteticky hodnotný a má potvrzené léčivé účinky. Původem je ze západní Asie a nyní se vyskytuje v celé střední Evropě (Lánská a Žilák 2021).

Dřeviny vyskytující se na školní zahradě nejsou zařazeny do červeného seznamu, do zvláště chráněných druhů ani do druhů citlivých^[10].

Určování druhu dřevin může být problémové, konkrétně jedná-li se o mladé jedince, tzv. semenáčky, jejichž listy se svým tvarem odlišují od listů dospělého jedince. Pro správné určení tohoto jedince by bylo za potřebí provést karyologii, popřípadě rozsáhlejší genetické testy. Ve zkoumané školní zahradě se vyskytovalo poměrně mnoho těchto semenáčků, nejspíše se jednalo o semenáčky dubů, které dosahovaly maximální velikosti 20 cm.

Většina těchto semenáčků však z důvodu nedostatku světla, místa, živin či okusu zvěře nevyroste v dospělý strom, a proto nebyla do seznamu dřevin ve školní zahradě zařazena. Jedinou takto mladou dřevinou zahrnutou v seznamu je *Betula pendula* (bříza bělokorá), jež už nedosahuje velikosti pouhých pár centimetrů, nýbrž výšky okolo jednoho metru.

7.2 KONZUMACE DŘEVIN ROSTOUCÍCH V ZAHRADĚ

Vezmeme-li v potaz stravitelnost rostlin, vyskytují se na školní zahradě jak dřeviny jedlé, nejedlé, ale i jedovaté. Mezi jedovaté patří *Symphoricarpos albus* (pámelník bílý), jenž je pro lidi sice jedovatý, avšak jeho plody slouží jako potrava ptáků. U severoamerických indiánů měla tato dřevina uplatnění jako mýdlo při mytí vlasů, v léčitelství pro léčení kožních vředů, jako obklad proti bolesti a další (Bažant a Úředníček 2018). Další jedovatou dřevinou je *Buxus sempervirens* (zimostráz vždyzelený), jenž je celý jedovatý a dříve se používal k léčení horeček i jako projímadlo, a *Juniperus sabina* (jalovec chvojka), v minulosti využíván také v lékařství (Bažant a Úředníček 2018). Jednoznačné určení, zda je daná dřevina jedlá, nejedlá či jedovatá je poměrně obtížné. U velkého množství rostlin je jedlá pouze určitá část rostliny, jako například u *Prunus laurocerasus* (bobkovišně lékařské), jejíž plody jsou sladké a sbírají se k sušení a tvorbě džemů a šťáv. Semena a listy však obsahují glykosid amygdalin, který je v žaludku rozkládán na jedovatý kyanovodík. Naopak jedovaté plody má *Ligustrum vulgare* (ptačí zob obecný) a ve větším množství mohou být zdraví škodlivé, jelikož obsahují alkaloid ligustrin, který je pro ptáky ovšem dobře stravitelný (Bažant a Úředníček 2018). Dále pak například *Acer pseudoplatanus* (javor klen) má jedovaté pouze nažky, člověku neublíží, avšak pro hospodářská zvířata je smrtelně nebezpečný. Mnoho dřevin a jejich části je využíváno v přírodní medicíně na různé odvary, jež mají blahodárné účinky na kloubní onemocnění, trávicí potíže, kožní problémy a mnoho dalších (Bažant a Úředníček 2018).

7.3 VÝCHOVNÝ VLIV ZAHRADY

Vhodnost dřevin na školní zahradě záleží na věku žáků, pro které má být zahrada určena. Pokud ji využívají žáci ze základních škol, na zahradě by neměly růst rostliny, které jsou zdraví nebezpečné, například obsahující trny, což se ve zkoumané zahradě takové rostliny vyskytují, konkrétně *Rubus idaeus* (ostružiník maliník), *Crataegus laevigata* (hloh obecný), *Rosa* sp. (růže) a *Ribes uva-crispa* (strstka angrešt). Avšak pokud se v zahradě v regulovaném množství tyto dřeviny vyskytují, může to mít dle mého názoru pozitivní vliv. Jelikož děti se ve volné přírodě s těmito rostlinami stejně setkají, může je školní zahrada naučit, jak se v blízkosti těchto rostlin chovat.

Podle mého názoru by se na zahradě mohlo vyskytovat více zástupců z řádu Pinales. Ačkoliv na zahradě se vyskytují čtyři druhy tohoto řádu, nejsou zde zastoupeny takové, které jsou v přírodě běžné. Myslím tím zejména *Pinus sylvestris* (borovici lesní) a *Picea abies* (smrk ztepilý).

7.4 VHODNÁ VZDÁLENOST ŠKOLNÍ ZAHRADY

Ryplová *et al.* (2019) uvádí, že školní zahrada by neměla od školy být ve větší docházkové vzdálenosti než je 10 minut chůze, což je v případě zahrady v Samaritské ulici problémové. V okolí této ulice se nachází několik základních škol, Základní škola Praktická, 11. základní škola, 26. základní škola a 10. základní škola. Ve všech případech jsou tyto školy vzdáleny od zahrady 12-15 minut chůze. V případě využití městské hromadné dopravy by do zahrady mohli dojíždět také žáci 21. základní školy, avšak doba přepravy trvá 14. minut. Zastávky autobusů jsou od zahrady vzdáleny 5-7 minut chůze. Co se týče středních škol, v docházkové vzdálenosti 10 minut je dostupná Plzeňská obchodní akademie a Střední průmyslová škola strojnická a Střední odborná škola profesora Švejcara.

Školní zahrada by také mohla být využita Pedagogickou fakultou ZČU, zejména v předmětech, které se vyučují v oboru biologie. V rámci systematické botaniky a zoologie by zde mohly být provedeny terénní cvičení či kurzy.

Pokud by zkoumaná zahrada měla být v budoucnu využívána, musel by se správce vypořádat s jedním problémem, a to s kolemjdoucími. Kolem plotu zahrady vede chodník a chodci zahradu využívají jako odpadkový koš. Ve vzdálenosti zhruba jednoho metru od plotu, jenž sousedí s chodníkem, je pohozeno spousta plechovek, skleněných lahví, sáčků a dalších odpadků. Dalším problémem je malá branka, která se dá špatně otevírat i zavírat a je k tomu zapotřebí velké síly.

7.5 AKTIVITY PRO ROZVOJ VÝUKOVÝCH PROGRAMŮ

Ačkoliv práce s GIS, v případě Pedagogické fakulty ZČU ArcMap, spadá na pedagogických fakultách spíše pod geografický obor, zvláště v odvětví ekonomiky i v oboru biologie je dle mého názoru velmi prospěšná. Zpracovávání dat a tvorba mapových výstupů umožňuje získat přehled o rozložení a četnosti výskytu, vlastnostech ať už rostlin či jiných prvků zase jiným způsobem, než je pouhé sezení nad knihami. Právě podle pomoci atributových dotazů můžeme zkoumat rozložení různých vlastností ve zkoumané lokalitě, přiřazovat jim určité symboly, barvy atd., což vede k lepšímu a mnohdy samovolnému zapamatování si těchto vlastností. Na to je možné využít volné GIS programy, například QGIS (qgis.org/en/site/).

Tvorba herbářů je ve výuce poměrně běžnou aktivitou, jak už na základních, tak i na středních nebo vysokých školách, avšak z vlastní zkušenosti vím, že velmi záleží na vyučujícím. Při tom se jedná z mého pohledu opět o velmi dobrý prostředek, jak si zapamatovat rostliny a jejich části z jiného zdroje než pouze z knih či atlasů, nemalou výhodou je také pobyt venku v přírodě při sběru položek.

Dalším prvkem v zahradě, který by mohl být prospěšný z hlediska vzdělávání, je automatická meteostanice se základními funkcemi, jako je měření teploty, vlhkosti vzduchu, anemometr, srážkoměr a barometr. Automatické meteostanice jsou vystavěny na různých místech, například na stránkách firmy Environmental Monitoring Systems, s. r. o. (<http://www.emsbrno.cz/p.axd/en/Main.Page.html>) je možné najít meteorologické i biologické parametry měřené na odlišných místech v reálném čase. Tyto údaje by pomohly žákům v praxi zkoumat například množství srážek a změnu teplot v průběhu roku, čímž získají reálnou představu o podmínkách v mírném podnebném pásu. Mohli by si rovněž lépe uvědomit, jaký vliv má na klima rostoucí vegetace a vybudované prvky v krajině, pokud by

se na místo s jinými podmínkami, např. na parkovišti nebo náměstí bez vegetace, umístila druhá meteostanice a byla by zde možnost porovnání naměřených hodnot.

Kromě automatické meteostanice by v zahradě jako další prvek mohla být zařazena expozice nerostů a hornin, popřípadě paleontologických nálezů. Tato expozice se již vyskytuje v areálu ZČU na Borech, avšak měla by své uplatnění i ve Školní zahradě, zvláště pokud by se zařadila do biotopicky orientovaných expozic, čímž by rozšířila možnosti výukových aktivit.

7.6 DALŠÍ MOŽNOSTI VZDĚLÁVÁNÍ

Vytvoření krátké naučné stezky s aktivitami nebo vyznačení zajímavých dřevin s dalšími aktivitami by mohlo zvýšit využití zahrady školami i veřejností. K mapování zájmových lokalit dochází již na mnoha místech České republiky z mnoha důvodů. Díky mapování je možné sledovat změnu druhového složení na lokalitách, vliv invazních druhů na původní, změnu strukturálních i funkčních vlastností ekosystému, vliv výskytu jednotlivých druhů na výskyt živočichů a další. Vytváření okruhů s informačními tabulemi o vyskytujících se dřevinách může zvyšovat nejen zájem a znalost rostlin u lidí, ale také snahu více si přírody vážít a chránit ji. Město Praha mapuje památné a významné stromy, a již v roce 2010 vytvořilo webové stránky s informacemi, vydány byly také tištěné mapy zobrazující 200 památných stromů a významných stromů, které jsou spojeny s historií či slavnou osobností. Mapy je možné i vyzvednout zdarma v některých pražských infocentrech (Rudl 2020). Město Třeboň v jižních Čechách je v této oblasti také velmi aktivní. Vytvořilo webové stránky, facebookové stránky i tištěné mapy se zákresem nejzajímavějších stromů s cílem návštěvníky uvést do krásných míst Třeboňských rybníčních krajín (Kalný 2020). Na webových stránkách je možné najít a vybrat si trasu za památnými stromy, je zde uvedený seznam, mapa, historie a pro děti jsou dostupné i omalovánky.

Mladší generace by bylo možné k přírodě nalákat také virtuální cestou, virtuální školní zahradou. Virtuální realita umožňuje uživateli ocitnout se v simulovaném prostředí, vytvářející iluzi reálného světa. Zahrada by však byla vnímána pouze jedním smyslem, zrakem, popřípadě ještě sluchem. U rostlin je však podle mého názoru důležitá i vůně, a hlavně hmatový vjem. Každá část rostliny je jiná, může obsahovat trichomy nebo naopak být voskovaná, hladká a tyto vlastnosti pomáhají si název a vzhled rostliny

zapamatovat. Proto si myslím, že školní zahrada by neměla být virtuální, maximálně jako doplnění výuky, zajímavost. Studenti by měli mít možnost si rostlinu doslova osahat.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo mapování dřevin vyskytujících se v areálu školní zahrady v Samaritské ulici v Plzni, vytvoření herbáře, jenž zahrnoval dřeviny ze zahrady a tvorba mapových výstup na základě získaných dat v programu ArcGis 10.7.1. Poloha každé dřeviny byla zaznamenána pomocí GPS zařízení. Mapování probíhalo převážně na podzim 2023, stejně tak jako sběr položek do herbáře. V lednu 2024 byl proveden doplňující sběr větvíček s pupeny. Na základě výzkumu byl zjištěn druh a četnost dřevin vyskytujících se v zájmovém území.

Nalezeny byly dřeviny jak keřového typu, tak stromového, zahrada je poměrně rozmanitá s celkovým počtem 35 druhů a 302 zástupců. V zastoupení převažují krytosemenné rostliny, do skupiny nahosemenných spadají pouze dva řády z 16. Nejvíce dřevin spadá do čeledi Rosaceae (růžovité), konkrétně 10 druhů. Ostatní čeledi obsahují jeden, dva výjimečně tři druhy. Nejhojněji v zahradě roste *Buxus sempervirens* (zimostráz vždyzelený), s počtem 66 zástupců, *Malus domestica* (jabloň domácí) mající na zahradě 33 zástupců a *Fraxinus excelsior* (jasan ztepilý) s počtem 31 zástupců. Průměrně se v zahradě vykytuje 8,62 dřevin jednoho druhu. Druhy nalezené v zahradě jsou pro Plzeň poměrně běžné a některé i původní. Vyskytují se zde celkem hojně druhy jedlé, například *Juglans regia* (orešák královský), *Ribes rubrum* (rybíz červený), *Corylus colurna* (líška turecká) a jiné, ale také jedovaté druhy jako třeba *Symphoricarpos albus* (pámelník bílý), *Ligustrum vulgare* (ptačí zob obecný), *Juniperus sabina* (jalovec chvojka) a další.

GPS souřadnice byly zpracovány v ArcGis, konkrétně v ArcMap, dřevinám dle vlastností byly přiděleny číselné hodnoty a pomocí těchto hodnot je možné vytvořit mapový výstup ukazující rozložení dřevin v zahradě mající právě tu dotazovanou vlastnost.

Tato bakalářská práce je prvním mapováním dřevin v zájmové školní zahradě, získaná data mohou posloužit ke zkoumání výskytu jednotlivých druhů v průběhu let, k porovnání šíření invazivních druhů na úkor původních, a pokud zahrada bude jednou využívána k výukovým účelům, může sloužit k porovnání vzhledu před využíváním a během využívání.

RESUMÉ

This bachelor's thesis is focused on the mapping of timber species in the Education garden of University of West Bohemia, located in Samaritská street in Plzeň (Pilsen), Czech Republic. Education activities conducted in the school gardens allow the implementation of interdisciplinary cooperation between individual subjects, such as chemistry, physics, biology, mathematics, health education, physical education and so forth.

The explored school garden is not currently used or systematically maintained. In order to improve the quality of the garden, and consequently for future, active use of the garden in education, the characterization of this garden and subsequent recording of GPS coordinates of each timber species in the location was performed in this bachelor thesis.

The mapping of the timber species in this garden and subsequent data analysis were performed primarily during the fall of 2023. Simultaneously, each species was photo-documented, and herbarium specimen was made for the herbarium collection for each taxon found. The GPS coordinates and the individual timber species were entered into the ArcGis 10.7.1. software, which allows the viewing of maps based on selected attributed queries. These maps show, for example, only deciduous tree species, species from the same taxon etc.

Considering the numbers of timber species of both shrub and tree types, the garden is relatively diverse with the final number of 35 species and of 302 individuals. Angiosperms were dominating there, gymnosperms contributed by only 2 families from 16 families observed. Most timbers belong to the Rosaceae family, in particular 10 species. The remaining families consist of one, two and rarely of three species. The most frequently represented species is *Buxus sempervirens*, with 66 representatives. On average 8.62 timbers of one species are present in the garden. The species found in the garden are typical for Plzeň, with some originating there. Edible plant species are relatively frequent, for example, *Juglans regia*, *Ribes rubrum*, *Corylus colurna* and others, however, poisonous species can be also found, such as *Symphoricarpos albus*, *Ligustrum vulgare*, *Juniperus sabina* and others.

This bachelor's thesis is the first attempt to map the timber species in an extracurricular school garden. The obtained data can serve as a basis for the exploration of the occurrence of the individual species over the years, to compare the spreading of invasive species despite the domestic species. If it becomes of use for educational purposes, it can be used to compare its appearance before and during use.

SEZNAM LITERATURY

- Andersen, M. C., Adams, H., Hope, B. a Powell M. 2004. Risk Assessment for Invasive Species. *Risk Analysis*. 24. 787 – 793.
- Aydin, N. Y., Kentel, E. a Duzgun, S. 2010. GIS-based environmental assessment of wind energy systems for spatial planning: A case study from Western Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 14. 364-373.
- Bareth, G., Waldhoff, G. 2018. 2.01. – GIS for Mapping Vegetation. 1-27. In *Earth Systems and Environmental Sciences*. University of Cologne. Cologne. Germany.
- Bažant V., Úradníček L. 2018. *Keře*. Academia. Praha.
- Böhm, J. 2002. *Fotogrammetrie*. Hornicko – geologická fakulta. Technická univerzita. Ostrava.
- Brůžková, P. 2012. *Fotogrammetrie*. Fakulta architektury. České vysoké učení technické. Praha. [online]. Dostupný z: https://www.fa.cvut.cz/studium/predmety/deskriptivni-geometrie-i-ii/dg_elskripta/fotogrammetrie/fot3u_triubezikova_fotogrammetrie.pdf
- Buriánek, V., Novotný, P. a Benedíková, M. 2009. Výsledky fenotypového šetření v porostech domácích druhů dubů (*Quercus* spp.). *Zprávy lesnického výzkumu* 3(54), 174.
- Buriánek, V. 2019. *Problematika invazních dřevin v Česku*. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. Strnady.
- Calos R., Collet C. 1997. Geographic information systems (GIS) and remote sensing in aquatic botany: methodological aspects. 209-228. In *Aquatic botany*. Department of Agricultural Engineering, Institute of Geomatics, Units of Spatial Information System, Federal Institute of Technology, Switzerland
- Čáповá, K. 2021. *Využití školní zahrady ve volnočasové pedagogice se zaměřením na pracovní činnosti*. Bakalářská práce. Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická. Technická univerzita v Liberci. Liberec.
- Čejková, I. 2011. *Učíme se ve školní zahradě*. Bakalářská diplomová práce. Filozofická fakulta. Masarykova univerzita. Brno.
- Diderot, D. 1998. *Velká všeobecná encyklopedie*. IV. díl. Praha.
- Gimpel, A., Stelzenmüller, V., Töpsch, S., Galarsoro, I., Gubbins, M., Miller, D., Murillas, A., Murray, A. G., Pinarbasi, K., Roca, G. A Watret, R. 2018. A GIS-based tool for an integrated assessment of spatial planning trade-offs with aquaculture. *Science of The Total Environment*. 627. 1644-1655.
- Green, S., Laue, B., Fossdal, C. G., A'Hara S. W. a Cottrell, J. E. 2009. *Infection of horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*) by *Pseudomonas syringae* pv. *aesculi* and its detection by quantitative real-time PCR*. *Plant pathology*, 58: 731-744. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2009.02065.x>
- Heczkov, N. 2016. *Zahrady základních škol*. Bakalářská práce. Zahradnická fakulta. Mendelova univerzita. Brno.
- Hérodotos, *Dějiny*, Praha: Academia, 2004. 548 s. ISBN 80-200-1192-7
- Hofmann, E. 2015. *Terénní vyučování*. In: Metodický portál RVP [online]. ISSN 1802-4785. Dostupný z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/263/TERENNI-VYUCOVANI.html>.
- Chytrý M., Danihelka J., Kaplan Z., Wild J., Holubová D., Novotný P., Řezníčková M., Rohn M., Dřevojan P., Grulich V., Klimešová J., Lepš J., Lososová Z., Pergl J., Sádlo J., Šmarda P., Štěpánková P., Tichý L., Axmanová I., Bartušková A., Blažek P., Chrtek J. Jr., Fischer F. M., Guo W.-Y., Herben T., Janovský Z.,

-
- Konečná M., Kühn I., Moravcová L., Petřík P., Pierce S., Prach K., Prokešová H., Štech M., Těšitel J., Těšitelová T., Večeřa M., Zelený D. & Pyšek P. (2021) Pladias Database of the Czech Flora and Vegetation. – Preslia 93: 1–87.
- Kalný, F. 2020. *Slovo na úvod*. Stromy Třeboňska . [online]. Dostupný z: <https://stromytrebonska.cz/>
- Kolařík, R. 2009. Přírodní charakteristika Plzně. *Město plzeň*. [online]. Dostupný z: <https://ozp.plzen.eu/priroda/prirodni-charakteristika-plzne/>
- Kroupa, J. 2004. *Dějiny a teorie zahradního umění*. Masarykova univerzita, Brno. 9-12.
- Kučera, T. 2015. Dřeviny ve městě a jejich význam pro biodiverzitu. *Ochrana přírody*. 2015. 19-23.
- Kučera, T. 2016. Vesnice jsou součástí kulturní krajiny. Veřejná zeleň III. *Ochrana přírody*. 2016. 12-15.
- Kulhavá, M. 2021. Proč se u klášterů zakládaly zahrady. *Naše hezká zahrada*. [online]. Dostupný z: <https://www.nkz.cz/zahradni-architektura/inspirace/proc-se-u-klasteru-zakladaly-i-zahrady>
- Lánská D., Žilák P. 2020. *Jedlé rostliny z přírody*. Aventinum. Turnov. 122s.
- Louv, R. 2008. *Last Child in the Woods. Saving Our Children from Nature-Deficit Disorder*. Chapel Hill, N.C. : Algonquin Books of Chapel Hill
- Matoušková H., Příhodová, K. 2016. *Pseudomonas syringae aesculi* pv. *Původce bakteriální slizotokové nekrózy jírovců*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Olomouc.
- Michalčová, D., Hájek, O. 2012. GIS a jeho využití v botanice. *Živa*. [online]. Dostupné z <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/gis-a-jeho-vyuziti-v-botanice.pdf>
- Michálková, T. 2017. *Historické parky a zámecké zahrady jižních Čech*. Bakalářská práce. Zemědělská fakulta. Jihočeská univerzita. České Budějovice.
- Mikšíková, J. 2008. *Zahrady*. Diplomová práce. Pedagogická fakulta. Karlova univerzita. Praha.
- Morkes, F. 2010. *Z historie školních zahrad*. *Envigogika*, roč. 5, č. 2. ISSN 1802- 3061. [online]. Dostupné z http://www.envigogika.cuni.cz/envigogika2010-v-2/z-historie-skolnich-zahrad_cs
- Novosák, J., Suchomel, P., Dvořák, J. a Andrys, O. 2020. Enviromentální výchova na základních školách ve školním roce 2019/2020. *Česká školní inspekce*.
- Ottův slovník naučný. 27. díl, vůz - *Żyżkowski*. Praha: Paseka, Agro, 2002.
- Pilchová, T. 2013. *Mapování a vizualizace stavu veřejné zeleně*. Bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta. Masarykova univerzita. Brno.
- Pojar, P. 2021. České stavby. *Vysadit si jírovce na velké zahradě nebo nám je zničí nekróza či hmyz*. [online]. Dostupný z: <https://www.ceskestavby.cz/clanky/vysadit-si-jirovce-ve-velke-zahrade-a-nebo-nam-je-znici-nekroza-ci-hmyz-29266.html>
- Pospíšilová, L. 2014. *Taxonomický klasifikační systém půd ČR*. Agronomická fakulta. Mendelova univerzita. Brno.
- QGIS. A free and Open Source Geographic Information System. [online]. Dostupné z: <https://www.qgis.org/en/site/>
- Rudolfová, V. 2023. *Odkud pocházejí herbářové položky?* Přírodovědecká fakulta. Univerzita Karlova. Praha.
- Rudl, A. 2020. *Nová mapa pražských stromů, web slaví 10 let!* Pražské stromy. [online]. Dostupné z: <https://www.prazskestromy.cz/aktuality/nova-mapa-prazskych-stromu-web-slavi-10-let/>

-
- Ryplová R., Chmelová Š., Vácha Z. 2019. Školní zahrady ve výuce. Epika
- Skalický M., Novák D. 2010. *Digitální herbárium na České zemědělské univerzitě v Praze*. Ikaros [online]. ročník 14, číslo 2 [cit. 2024-01-23]. urn:nbn:cz:ik-13946. ISSN 1212-5075. Dostupné z: <http://ikaros.cz/node/13946>
- Skelly, S. M. a Bradley, J. C. 2007. The Growing Phenomenon of School Gardens: Measuring Their Variation and Their Affect on Students' Sense of Responsibility and Attitudes Toward Science and the Environment. 97-104. *Applied Environmental Education & Communication*.
- Sklenář, K. 2023. Počasí v Plzeňském a Karlovarském kraji v roce 2022. *Český hydrometeorologický ústav*. [online]. Dostupný z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/aktuality/2023/Pocasi_v_Plzenskem_a_Karlovarskem_kraji_v_roce_2022.pdf
- Skýbová, J. 2019. *Příklady praktických aktivit s rostlinami*. Karlova univerzita. Praha.
- Stará K., Lešek P. 2021. *Školní zahrady*. Řízení školy [online]. Dostupný z: <https://www.rizeniskoly.cz/aktuality/skolni-zahrady.a-7670.html>
- Sofron J., Nesvadbová J. 1997 *Flóra a vegetace města Plzně*. Západočeské muzeum Plzeň, Plzeň, 200p.
- Vácha, Z. 202. Školní zahrady ve výuce na základní škole. Rigorózní práce. Pedagogická fakulta. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 21p.
- Uherová, K. 2014. *Herbářování rostlin a využití herbářů ve výuce*. Bakalářská práce. Pedagogická fakulta. Karlova univerzita. Praha.
- Vichová, A. 2011. *Městské parky: veřejná prostranství zvláštního typu*. Magisterská diplomová práce. Fakulta sociálních studií. Brno
- Virtudes, A. 2016. Benefits of Greenery in Contemporary City. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 44. 1-3.
- Vybíral, J. 2012. *Klíněnka jírovcová (Cameraria ohridella)*. Dolní Morava biosférická rezervace. [online]. Dostupný z: <http://www.dolnimorava.org/attachments/Kl%C3%ADn%C4%9Bnka%20j%C3%ADrovcov%C3%A1%202012%20.pdf>
- Wallace, K. J. 2007. Classification of ekosystém services: Problems and Solutions. *Biological Conservation*. 139. 235-246.
- Weiling, F. 1991. Historical study: Johann Gregor Mendel 1822-1884. *Americal journal of medical genetics*. 40. 1-25.
- Wild, J. 2013. *GIS pro biologické aplikace*. Fakulta životního prostředí. Česká zemědělská univerzita. Praha.
- Wild J., Kaplan Z., Danihelka J., Petřík P., Chytrý M., Novotný P., Rohn M., Šulc V., Brůna J., Chobot K., Ekrt L., Holubová D., Knollová I., Kocián P., Štech M., Štěpánek J. & Zouhar V. (2019) Plant distribution data for the Czech Republic integrated in the Pladias database. – *Preslia* 91: 1–24
- Williams Dilafuz W. R., Brown J. D. 2011. Living Soil and Sustainability Education: Linking Pedagogy and Pedology. *Journal of Sustainability Education* 2.

INTERNETOVÉ ZDROJE

- [1] <https://rumex.mendelu.cz/atlasposkozenidrevin/>
- [2] <https://www.liverpoolmuseums.org.uk/whatson/world-museum/exhibition/ancient-egypt>
- [3] sedm-divu-sveta.webnode.cz
- [4] <http://skolni-zahrada.cz/>
- [5] 6.5 Průřezové téma Environmentální výchova - DIGIFOLIO (rvp.cz)
- [6] <https://sweetgum.nybg.org/science/>
- [7] Geovědní mapy 1 : 50 000 (geology.cz)
- [8] <https://gpx.studio/>
- [9] <https://www.nature.cz/>
- [10] <https://www.nature.cz/ochrana-druhu>