

Katedra informatiky  
Přírodovědecká fakulta  
Univerzita Palackého v Olomouci

# BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Návrh a projektování zahrad



2017

Vedoucí práce: RNDr. Arnošt Večerka

Ing. David Jaroš

Studijní obor: Aplikovaná informatika,  
kombinovaná forma

### **Bibliografické údaje**

|                |  |
|----------------|--|
| Autor:         | Ing. David Jaroš   |
| Název práce:   | Návrh a projektování zahrad  |
| Typ práce:     | bakalářská práce   |
| Pracoviště:    | Katedra informatiky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci |
| Rok obhajoby:  | 2017   |
| Studijní obor: | Aplikovaná informatika, kombinovaná forma                                    |
| Vedoucí práce: | RNDr. Arnošt Večerka   |
| Počet stran:   | 42   |
| Přílohy:       | 1 CD ROM   |
| Jazyk práce:   | český  |

### **Bibliographic info**

|                  |  |
|------------------|--|
| Author:          | Ing. David Jaroš   |
| Title:           | Designing of gardens   |
| Thesis type:     | bachelor thesis  |
| Department:      | Department of Computer Science, Faculty of Science, Palacký University Olomouc |
| Year of defense: | 2017   |
| Study field:     | Applied Computer Science, combined form  |
| Supervisor:      | RNDr. Arnošt Večerka   |
| Page count:      | 42   |
| Supplements:     | 1 CD ROM   |
| Thesis language: | Czech  |

## Anotace

*V úvodu práce popisuji způsoby návrhu a projektování zahrad z pohledu architekta a stavebníka. Dále uvádím jednotlivé fáze při návrhu a návod jak vytvořit ručně kreslený plán skutečné zahrady. Na tomto základě jsem provedl analýzu požadavků na aplikaci. Navrhl jsem architekturu aplikace a zakreslil ji pomocí diagramu případů užití a diagramu tříd. K vytvoření zdrojového kódu jsem zvolil objektově orientované paradigma a uvádím zvolené technologie. Programátorská dokumentace se věnuje nejdůležitějším třídám a metodám. V uživatelské dokumentaci je popsán návod k ovládání aplikace z pohledu uživatele. V závěru práce se věnuji zhodnocení výsledků řešení. Výsledná aplikace „Navrhování zahrad“ umožňuje zahradu nakreslit a rozmístit v ní jednotlivé rostliny, výsadby a různé zahradní prvky a to jak z pohledu stavebníka, tak z pohledu architekta.*

## Synopsis

*At the beginning of my thesis I describe the methods of how to design garden from the different view of an architect and a builder. There are several phases of how to create a hand-drawn plan and I discuss them. On this basis, I have analyzed the application requirements and created the use case diagram and the class diagram of my solution. I am choosing the object-orientated paradigm and existing technologies on how to build the source code of application. Technical part of documentation focuses on the most important classes and methods. User documentation describes main features of how to draw, save, print and export the plan of a garden. At the end of my thesis I evaluate the solution. Developed application allows the garden to be drawn both by a builder or an architect. It allows to draw plants, plantings and various garden elements.*

**Klíčová slova:** navrhování; architektura; zahrada; softwarová aplikace

**Keywords:** designing; architecture; garden; software application

Za podporu při řešení bakalářské práce děkuji projektantovi Ing. Martinu Černohousovi a vedoucímu mé práce RNDr. Arnoštu Večerkovi.

*Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou práci včetně příloh vypracoval/a samostatně a za použití pouze zdrojů citovaných v textu práce a uvedených v seznamu literatury.*

datum odevzdání práce

podpis autora

# Obsah

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Úvod</b>  | <b>8</b>  |
| 1.1      | Popis řešeného problému . . . . .                          | 8         |
| 1.2      | Fáze při návrhu a projektování zahrad . . . . .            | 8         |
| 1.3      | Vytvoření grafického návrhu v upravitelné podobě . . . . . | 9         |
| 1.3.1    | Stávající aplikace . . . . .                               | 9         |
| 1.3.2    | Důvod pro vývoj nové aplikace . . . . .                    | 10        |
| <b>2</b> | <b>Postup řešení</b>                                       | <b>10</b> |
| 2.1      | Znamé postupy . . . . .                                    | 10        |
| 2.2      | Navržený postup . . . . .                                  | 11        |
| <b>3</b> | <b>Zásady pro návrh a projekci zahrad</b>                  | <b>11</b> |
| 3.1      | Vytvoření ručně kresleného návrhu zahrady . . . . .        | 11        |
| 3.2      | Seznam přání . . . . .                                     | 13        |
| 3.3      | Průvodce návrhem . . . . .                                 | 13        |
| <b>4</b> | <b>Analýza požadavků</b>                                   | <b>13</b> |
| 4.1      | Studie proveditelnosti . . . . .                           | 13        |
| 4.2      | Analýza domény a doménové požadavky . . . . .              | 14        |
| 4.3      | Funkční požadavky . . . . .                                | 14        |
| 4.4      | Mimofunkční požadavky . . . . .                            | 15        |
| 4.5      | Systémové požadavky . . . . .                              | 15        |
| 4.6      | Výstup požadavků a specifikace rozhraní . . . . .          | 16        |
| <b>5</b> | <b>Programátorská dokumentace</b>                          | <b>17</b> |
| 5.1      | Použité technologie . . . . .                              | 17        |
| 5.2      | Architektura aplikace . . . . .                            | 18        |
| 5.2.1    | Funkce aplikace . . . . .                                  | 18        |
| 5.2.2    | Struktura kódu . . . . .                                   | 21        |
| 5.2.3    | Třídy . . . . .  | 21        |
| 5.2.4    | Metody . . . . .   | 23        |
| 5.2.5    | Použité komponenty třetích stran . . . . .                 | 24        |
| 5.2.6    | Zdrojový kód . . . . .                                     | 25        |
| 5.3      | Testování aplikace . . . . .                               | 26        |
| <b>6</b> | <b>Uživatelská dokumentace</b>                             | <b>27</b> |
| 6.1      | Instalace a spuštění . . . . .                             | 27        |
| 6.2      | Ovládání aplikace . . . . .                                | 27        |
| 6.2.1    | Ovládání počítačovou myší . . . . .                        | 27        |
| 6.2.2    | Ovládání klávesnicí . . . . .                              | 28        |
| 6.3      | Zpracování úloh v aplikaci . . . . .                       | 28        |
| 6.3.1    | Ovládací prvky . . . . .                                   | 29        |
| 6.3.2    | Kreslicí plocha . . . . .                                  | 29        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 6.3.3    | Karta Funkce . . . . .                                | 30        |
| 6.3.4    | Karta Vlastnosti . . . . .                            | 30        |
| 6.3.5    | Karta Průvodce návrhem . . . . .                      | 31        |
| 6.3.6    | Karta Seznam přání . . . . .                          | 32        |
| 6.4      | Otevření stávajícího projektu . . . . .               | 32        |
| 6.5      | Vytvoření nového projektu . . . . .                   | 32        |
| 6.6      | Uložení a export projektu . . . . .                   | 35        |
| 6.7      | Tisk projektu . . . . .                               | 35        |
| 6.8      | Ukončení programu . . . . .                           | 35        |
| 6.9      | Vestavěná nápověda . . . . .                          | 35        |
| <b>7</b> | <b>Zhodnocení výsledků řešení</b>                     | <b>36</b> |
| 7.1      | Splnění požadavky . . . . .                           | 36        |
| 7.2      | Změny v projektu provedené v průběhu vývoje . . . . . | 36        |
| 7.3      | Návrh na vylepšení . . . . .                          | 37        |
| 7.4      | Možnost nasazení aplikace do praxe . . . . .          | 37        |
|          | <b>Závěr</b>  | <b>38</b> |
|          | <b>Conclusions</b>                                    | <b>39</b> |
|          | <b>A Příklady grafického výstupu z aplikace</b>       | <b>40</b> |
|          | <b>B Obsah příloženého CD ROM</b>                     | <b>41</b> |
|          | <b>Literatura</b>                                     | <b>42</b> |

## Seznam obrázků

|    |  |    |
|----|--|----|
| 1  | Diagram případů užití aplikace NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD . . . . .       | 19 |
| 2  | Diagram tříd aplikace NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD . . . . .                | 20 |
| 3  | Hlavní okno aplikace NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD . . . . .                 | 29 |
| 4  | Karty Funkce a Vlastnosti . . . . .                              | 30 |
| 5  | Karty Průvodce návrhem a Seznam přání . . . . .                  | 31 |
| 6  | Panel nástrojů, zadávání rozměru plánu . . . . .                 | 33 |
| 7  | Panel nástrojů, volby pro Pero, Texturu a Barvu . . . . .        | 34 |
| 8  | Panel nabídek, volby Uložit, Export a Tisk plánu zahrady . . . . | 35 |
| 9  | Formální typ zahrady v níž převažují pravoúhlé vzory . . . . .   | 40 |
| 10 | Formální typ zahrady v níž převažují diagonální vzory . . . . .  | 40 |

# 1 Úvod

Proces navrhování zahrad popisují v širším měřítku a uvádím základní fáze tohoto procesu. Pro řešení zadané úlohy je podstatná fáze vytvoření grafického návrhu zahrady v upravitelné podobě. Grafický návrh lze vytvořit v prostředí softwarové aplikace a k posouzení jsem si vybral dvě stávající řešení. Po jejich nastudování uvádím důvod pro vývoj nové aplikace.

## 1.1 Popis řešeného problému

Při návrhu a projektování zahrady se vždy vychází z pozemku, na kterém se zahrada navrhuje a z požadavků stavebníka. Pojmy pozemek a stavebník jsou v legislativě České republiky upraveny ve Stavebním zákoně [1]. Pro účely tohoto textu jsem zjednodušil uvedené pojmy. Za stavebníka považuji osobu, která objednává, hradí a pravděpodobně bude používat zahradu na pozemku. Pozemkem je část zemského povrchu oddělená od sousedních částí hranicí. Zahradou je lidmi upravený pozemek s uměle vysázenou vegetací a může sloužit k odpočinku, volnočasovým aktivitám nebo k jiným účelům,

Návrh a projektování zahrad se dá obecně rozčlenit do pěti fází. V první fázi se zahrada navrhne z architektonického hlediska podle zásad zahradní architektury. Ve druhé fázi přichází na řadu vytvoření grafického návrhu v upravitelné podobě. Jedná se o kresbu od ruky nebo o přesnější návrh v grafickém prostředí softwarové aplikace. Třetí fází je korekce a dokončení návrhu za účasti zahradního architekta a stavebníka a výsledkem je grafický plán zahrady. Čtvrtou fází je tisk plánu na vhodné tiskárně a export plánu do přenositelných formátů souborů. Poslední fází návrhu zahrady může být úřední povolení navržených úprav. Jedná se o případy, kdy při realizaci návrhu zahrady dojde k takovým změnám terénu pozemku, kterými se podstatně mění vzhled prostředí nebo odtokové poměry na pozemku [1].

## 1.2 Fáze při návrhu a projektování zahrad

Z pohledu stavebníka nebo architekta se tedy obecně proces navrhování zahrad skládá z následujících fází, které se mohou mezi sebou prolínat a může docházet k jejich opakování:

**Architektonický návrh zahrady** zpravidla dělá architekt nebo projektant.

Podle Stavebního zákona [1] mohou tuto vybranou činnost ve výstavbě vykonávat pouze autorizované osoby. V dalším textu budu uvádět střídavě pojmy architekt nebo projektant a mám tím na mysli tyto autorizované osoby. Je běžné, že stavebník nechce využít služeb architekta z různých důvodů a v takovém případě zvolí navrhnout si zahradu vlastním způsobem. Stavebník, který chce vytvořit zahradu na pozemku, by měl i v tomto případě dbát na všeobecná doporučení zahradní architektury.



**Vytvoření grafického návrhu** zahrady v upravitelné podobě. Běžným způsobem v počáteční fázi návrhu je ručně kreslená skica. V pokročilejší fázi návrhu lze použít softwarovou aplikaci na osobním počítači. Pokud se stavebník rozhodne pro samostatný návrh bez pomoci architekta, bude potřebovat, pokud možno, jednoduchou aplikaci, která mu s návrhem pomůže a bude s ním komunikovat v jazyce, kterému rozumí.

**Tisk a export plánu** jsou důležitými součástmi v prostředí softwarových aplikací. Je nutné, aby aplikace umožňovala opakovaný výstup plánu na zvolenou tiskárnu připojenou k počítači a export do souborů v některém ze známých obrazových formátů, např. PNG, JPG nebo PDF.

**Povolení stavby** v územním nebo stavebním režimu se týká dokončení návrhu zahrady z legislativního hlediska. Úspěšný návrh zahrady by měl končit v této fázi. Uvádím ho zde z praktických důvodů, protože v reálném prostředí může být obtížné navržený projekt úředně povolit.

### 1.3 Vytvoření grafického návrhu v upravitelné podobě

Ve své práci jsem se zaměřil na vytvoření softwarové aplikace pro vytvoření grafického návrhu vzhledu zahrady v upravitelné podobě. V aplikaci jsem implementoval jednoduchého rádce pro architektonický návrh zahrady a možnost tisknout a exportovat plán. Ve svém řešení se nevěnuji fázi povolení stavby. Vyzkoušel jsem si několik stávajících aplikací pro navrhování a navrhl jsem řešení vhodné pro zadanou úlohu.

#### 1.3.1 Stávající aplikace

V oboru navrhování staveb nebo zahrad existují stávající softwarové aplikace. Pro nastudování problematiky návrhu a projektování zahrad jsem si vybral dva desktopové programy, které pomáhají architektovi nebo stavebníkovi s návrhem. Jednalo se o aplikaci s názvem Garden Planner [2] a CAD systém s názvem Allplan 2017 [3]. Obě aplikace jsou vhodné pro navrhování zahrad z pohledu uživatele, který zná zásady nebo pravidla pro navrhování zahrad. K tomu má v těchto aplikacích k dispozici potřebné nástroje pro manipulaci s grafickými elementy. Aplikace Garden Planner vyniká bohatou knihovnou zahradních prvků a je vhodná k umísťování těchto prvků na pozemku. CAD systém Allplan 2017 vyniká širokou možností nástrojů k manipulaci s nakreslenými objekty a je spíše vhodný pro vytváření plánů stavebních konstrukcí.

Uvedené aplikace pro navrhování zahrad může používat ke svým potřebám stavebník i projektant. Z toho důvodu označuji roli stavebníka nebo projektanta v procesu návrhu zahrady jako „uživatel softwarové aplikace“ nebo jen zkráceně „uživatel“.

### 1.3.2 Důvod pro vývoj nové aplikace

Během své praxe jsem se seznámil s profesionálními aplikacemi pro navrhování staveb a s pomocnými aplikacemi pro běžné malování. Mým záměrem bylo vytvořit nástroj, který by pomohl projektantům, ale i laickým stavebníkům vytvořit rychlou prezentaci zahrady v okolí navrženého domu. Stávající aplikace pro navrhování staveb nebo zahrad nevyhovují svou složitostí ovládání. Tyto aplikace nepomáhají s návrhem zahrad. Pokud v sobě mají vestavěného průvodce nebo nápovědu, tak ta se týká návodu jak fungují nástroje ke kreslení, namísto pomoci s tím, jak vytvořit zahradu nebo co je důležité zohlednit při jejím návrhu. V mé aplikaci s názvem NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD jsem se zaměřil takovým směrem, aby návrh zahrad byl možný pro běžného uživatele stolního počítače, který nemusí mít vzdělání v zahradní architektuře. Vyšel jsem z již existujících řešení a z praktických postupů při návrhu zahrady kresleného na čtverečkový nebo milimetrový papír pomocí tužky, gumy a pravítka.

## 2 Postup řešení

Na základě známých postupů řešení při návrhu zahrady jsem navrhl postup řešení, který používám ve své softwarové aplikaci.

### 2.1 Známé postupy

Ze známých postupů řešení jmenuji ty, se kterými se lze setkat v praxi stavebního projektanta [4] a předpokládám, že v případě navrhování a projektování zahrad jsou tyto postupy podobné. Známé postupy pro navrhování jsem čerpal také z knihy Plánování zahrady [5].

**Projekt zahrady vytvořený architektem.** Architekt navrhne zahradu podle zásad pro navrhování a zohlední platné normy a zákony. Podle Ing. Černohouse [4] je zvykem, že projektant od ruky nakreslí několik počátečních návrhů. Tyto návrhy konzultuje se stavebníkem a společně je doplňují nebo opravují. Poté vybraný návrh převede do počítačem zobrazitelné podoby a další opravy už provádí v softwarové aplikaci. Podle osobnostní povahy zvoleného projektanta nebo architekta se však může přihodit, že stavebník může mít omezený vliv na budoucí vzhled zahrady. Stavební nebo zahradní architekti běžně používají profesionální softwarové aplikace pro návrh a projektování.

**Ručně kreslený návrh samotným stavebníkem** například u něj doma. Stavebník si sám nakreslí představu o vzhledu zahrady. Na běžný formát papíru A4 nebo A3 si nakreslí stávající tvar pozemku a staveb na něm. Pomocí tužky, gumy a pravítka kreslí různé návrhy zahrady. Stavebník má významný vliv na budoucí vzhled zahrady, ale nemusí znát pravidla pro navrhování zahrad.

**Návrh zahrady vytvořený stavebníkem v softwarové aplikaci.** Je běžné, že si stavebník pořídí softwarovou aplikaci, která mu pomůže s návrhem zahrady na vhodném technologickém zařízení. Většinou se jedná o aplikaci pro osobní počítač s dostatečně velkým monitorem. Stavebník má významný vliv na budoucí vzhled zahrady. Je omezen tím, že se musí naučit ovládat aplikaci ještě před vlastním návrhem zahrady a nemusí znát pravidla pro navrhování zahrad.

**Návrh zahrady metodou „pokus a omyl“** znamená, že stavebník většinou nic plánovat nechce. V tomto případě má velikou svobodu nad výsledným vzhledem zahrady, nemusí investovat peněžní prostředky do ceny autorského díla zahradního architekta, nemusí se učit ovládat počítačovou aplikaci. Výsledek jeho snažení je vidět bezprostředně. Toto řešení se nemusí stavebníkovi z dlouhodobého hlediska finančně nebo časově vyplatit. Navíc zde hrozí riziko úředně nepovolené stavby.

## 2.2 Navržený postup

V mé aplikaci volím postup pro navrhování zahrad pomocí vytvoření návrhu v softwarové aplikaci stavebníkem bez asistence architekta. Stavebník bude mít namísto architekta k dispozici jednoduchého rádce, který mu heslovitě prozradí základní zásady pro návrh. Kreslicí plocha na monitoru počítače bude připomínat čtverečkovaný papír velikosti formátu A4 nebo A3. Všechny omyly v návrhu zahrady bude možno vrátit zpět. Jsem si vědom omezení, která na stavebníka kladu, kterými jsou potřeba pořídit si aplikaci NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD a naučit se ovládat její funkce. Ve své aplikaci nijak nezohledňuji zákonné povinnosti stavebníka při stavebních nebo terénních úpravách na pozemku.

## 3 Zásady pro návrh a projekci zahrad

Zásady pro návrh a projekci zahrad jsem čerpal především z knihy Plánování zahrady [5] a z doporučení stavebního projektanta [4]. Také jsem dbal na doporučení vedoucího mé bakalářské práce. Nastudované zásady jsem zahrnul do funkcí v mé aplikaci NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD.

### 3.1 Vytvoření ručně kresleného návrhu zahrady

V knize Plánování zahrady [5] je uveden postup pro vytvoření ručně kresleného návrhu. Tento postup je založen na použití milimetrového papíru, který tvoří podkladní mřížku. 1 centimetr na tomto papíře představuje 1 metr na skutečném pozemku zahrady. Menší měřítko pak značí, že 1 milimetr představuje 10 centimetrů ve skutečnosti. V knize je doporučeno pro přehlednost souřadnicovou síť ještě obtáhnout tužkou, například co 3 metry. Na uvedeném jednotném měřítku jsou založeny následující kroky pro vytvoření návrhu kresleného od ruky.

## 1. Fyzické zaměření

Je nutné zaměřit pozemek a stavby na něm pomocí 30-ti metrového pásma a svinovacího 5-ti metru. Lze také použít modernější laserový měřič vzdáleností. Náčrt se provádí nejlépe měkkou tužkou na volný arch papíru, opravy stačí na tomto papíře vygumovat. Důležité je tuto skicu jakýmkoliv vhodným způsobem okótovat.

## 2. Přenesení náčrtu na milimetrový papír

Nyní je důležité přenést skicu na milimetrový papír, opět měkkou tužkou. Zvolený arch papíru by měl odpovídat největším naměřeným rozměrům. Například na milimetrový arch A4 lze nakreslit zahradu na pozemku o maximálním rozměru stran  $29,7m * 21m = 623,7m^2$ . Na arch papíru A3 je možné zakreslit pozemek o rozměru  $42m * 29,7m = 1247,4m^2$ . K přenášení rozměrů na papír se hodí pravítko.

## 3. Stávající stav

Během překreslování plánu na milimetrový papír si lze ujasnit, které rostliny, stavby a plochy zůstanou stávající a které budou zrušeny. To lze provést jednoduše vygumováním. Je doporučeno výsledné stávající objekty obtáhnout silnějším perem nebo fixem. Takto vzniklý plán na milimetrovém papíře je podklad, na který se kladou další vrstvy. Další vrstvou se rozumí transparentní (pauzovací) papír přeložený přes milimetrový arch papíru se zakresleným stávajícím stavem.

## 4. Nový stav

Zakreslení nového stavu znamená zanést do plánu obrysy nových staveb a rozmyslet si plochy pro rostliny, trávník, zpevněné plochy, vodní plochy, skalku a další. Je užitečné **vybrat si základní typ a funkci zahrady**. Toto je fáze, ve které by mělo vzniknout více možností vzhledu zahrady. Teprve z jednoho vybraného návrhu lze přejít do další fáze. Jednotlivé návrhy se kreslí na transparentní papír tužkou, pravítkem, opravy gumou.

## 5. Plán osázení

Nyní je potřeba vytvořit plán osázení. To znamená začít umísťovat rostliny, výsadby a různé zahradní prvky do vymezených ploch. K tomu slouží vystřižené papírové modely těchto prvků, které lze ručně posouvat po pauzovacím papíře.

## 6. Jemné vzory

V poslední fázi je možné navrhnout vzory pro dláždění, materiály a zahradní nábytek. Je možné pastelkami ručně vybarvit plochy a zahradní prvky.

## 3.2 Seznam přání

Před návrhem zahrady je účelné stanovit si seznam zahradních prvků, které jsou důležité, podstatné a nepodstatné v navrhované zahradě. Seznam přání pomáhá při návrhu zahrady a je užitečné se k němu průběžně vracet.

## 3.3 Průvodce návrhem

V knize Plánování zahrady [5] jsou uvedeny základní typy a základní vzory pro návrh zahrad, které byly zjištěny během delšího časového období u úspěšných zahradních projektů. Jedná se o formální a neformální typ zahrad. Z formálních typů zahrad jsou podstatné pravoúhlé, diagonální a kruhové vzory. Z neformálních typů zahrad převažují udržovatelné nebo bezúdržbové vzory. Funkce zahrady hraje také podstatnou roli, a proto je potřeba rozhodnout, se zda-li bude zahrada okrasná, zeleninová, relaxační nebo kombinace předchozího. Při návrhu je nutné zohlednit důležité podmínky na pozemku. Jedná se o orientaci ke světovým stranám, svažítost pozemku, odtékání dešťových a podzemních vod a pohyb zvířat na pozemku. Součástí návrhu bývá i předzahrádka před domem. Rozlišujeme obecně tři typy (před)zahrádek. Jedná se o zahrádky s minimální údržbou, zahrádky s vyššími nároky na údržbu a zahrádky s funkcí stínění nebo odhlučnění.

Tento výčet zásad pro návrh a projektování zahrad je stručný a k hlubšímu pochopení doporučuji studium zahradní architektury z dostupných zdrojů. Do své aplikace NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD jsem implementoval výše popsany postup vytváření plánu, Seznam přání a Průvodce návrhem.

## 4 Analýza požadavků

Před vytvořením aplikace NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD jsem provedl studii proveditelnosti a stanovil si požadavky. Požadavky jsou seříděné do několika kategorií. Na jejich základě jsem navrhl architekturu aplikace pomocí diagramu případů užití a diagramu tříd.

### 4.1 Studie proveditelnosti

Aplikaci pro navrhování vzhledu zahrad lze vytvořit s využitím vyššího objektově orientovaného programovacího jazyka na osobním počítači. Jednotlivé zahradní prvky budou představovat objekty a aplikace umožní manipulaci s těmito objekty pomocí počítačové myši a klávesnice. Grafický výstup vzhledu zahrady lze zobrazit na monitoru počítače a tento výstup lze ukládat do samostatného souboru na zvolené úložiště a následně ho opět otevřít a upravovat. Tisk návrhu zahrady je možný na zvolené tiskárně připojené k počítači. Výsledkem zadání bude desktopová softwarová aplikace pro jednoho uživatele pracujícího na jednom počítači, neuvažuje se síťové propojení jednotlivých instancí aplikace. Řešení

zadání bakalářské práce by mělo být proveditelné ve zvoleném časovém rámci od zadání tématu práce dne 31.3.2016 do předpokládaného termínu odevzdání práce na sekretariátu katedry nejpozději dne 17.5.2017.

## 4.2 Analýza domény a doménové požadavky

Seznámení se s tématem mé práce a zjištění známých postupů pro navrhování zahrad v praxi.

- Rozhodl jsem se nastudovat knihu Plánování zahrady [5], ve které je přehledným způsobem popsán způsob návrhu zahrad a jsou zde uvedeny příklady zahradních projektů.
- Princip navrhování budu konzultovat se stavebním projektantem [4].
- Vyzkouším funkčnost již existujících aplikací pro navrhování. Testování bude sloužit především ke zjištění nedostatků pro návrh a projektování zahrad v těchto aplikacích. K vyzkoušení jsem si zvolil aplikaci Garden Planner [2] a aplikaci Allplan 2017 [3].
- Musím prohloubit své znalosti o programovacím jazyce C#.

## 4.3 Funkční požadavky

Po seznámení se s tématem práce jsem si stanovil základní požadavky na funkčnost aplikace.

- Koncept navrhování zahrady bude uvažován pohledem shora jako půdorys ve dvou rozměrech v osách  $x$  a  $y$ .
- Kreslicí plocha bude připomínat čtverečkový nebo milimetrový papír standardních formátů A4 nebo A3 podle normy ISO 216.
- Grafické uživatelské prostředí a vestavěná nápověda budou v českém jazyce.
- Ovládání programu bude jednoduché.
- Po vzoru CAD systému vytvořím pro počítačovou myš co nejvíce funkcí k ovládání programu.
- Moje aplikace pomůže laickým stavebníkům s návrhem zahrady podle zásad pro navrhování pomocí Průvodce návrhem a Seznamu přání.

## 4.4 Mimofunkční požadavky

Po konzultaci s vedoucím mé práce jsem omezil a upřesnil rozsah své práce následujícími požadavky.

- Ukládání souborů projektů zahrady bude ve vlastním zvoleném formátu.
- Ke vkládání grafických prvků do plánu zahrady budu používat vektorovou grafiku, tj. všechny grafické prvky budou vykreslovány vektorově. Zahradní prvky, které bude nabízet knihovna zahradních prvků, budou v souborovém formátu SVG (Scalable Vector Graphics).
- Bude umožněna editace grafických objektů, nejlépe pomocí uchopovacích bodů. Editací se rozumí zvětšování, zmenšování a rotace grafických objektů v plánu zahrady.
- Bude umožněna oprava chyb v návrhu zahrady, nejlépe pomocí funkcí „Undo“ a „Redo“
- Kód aplikace bude napsán v jazyce C# v systémovém rozhraní Microsoft .NET. Grafické rozhraní bude využívat knihovnu tříd WPF (Windows Presentation Foundation), která je součástí rozhraní Microsoft .NET.
- V aplikaci budu používat již existující balíčky SDK (Software Development Kit) ze zdrojů třetích stran, které mi pomohou s načtením a vykreslováním vektorových zahradních prvků ve formátu SVG nebo DXF (Drawing Exchange Format)<sup>1</sup>.
- V aplikaci budu používat obrázky pro rostliny nebo zahradní prvky ze stávajících zdrojů těchto prvků s licencí pro nekomerční použití.

## 4.5 Systémové požadavky

Zvolil jsem platformu operačního systému a přenositelnost mé aplikace.

- Aplikace bude určena pro osobní počítače s nainstalovaným operačním systémem Microsoft Windows 7 nebo vyšší a není požadována její přenositelnost mezi platformami operačních systémů.
- Není požadována přenositelnost souboru uloženého projektu z mé aplikace do jiných aplikací, ani z jiných aplikací do mé. Ukládání souboru projektu z mé aplikace se nebude řídit pravidly pro formáty DXF nebo SVG.

---

<sup>1</sup>DXF je formát vyvinutý firmou Autodesk umožňující výměnu dat mezi AutoCADem a dalšími programy.

## 4.6 Výstup požadavků a specifikace rozhraní

Stanovil jsem si požadavky na výsledný vzhled grafického uživatelského rozhraní aplikace (GUI) a požadavky na výstup navrženého plánu zahrady.

- GUI se bude zobrazovat na monitoru osobního počítače v okně, které bude rozděleno na tyto části:

**Část k ovládaní běhu aplikace** - v horní části okna se budou nacházet standardní ovládací prvky panel nabídek a panel nástrojů, v dolní části okna bude standardní stavový řádek pro textový výstup (drobnou nápovědu) během navrhování zahrady.

**Kreslicí plocha** - co největší část okna bude vyčleněna pro grafický výstup vzhledu zahrady.

**Část k vytváření grafických prvků** - bude se jednat o statický ovládací prvek *Pás karet* v levé části okna aplikace s viditelnou nabídkou karet. Nejdůležitější z nich bude karta *Funkce*, ve které budou nástroje pro vytváření a modifikaci grafických objektů a vestavěná knihovna zahradních prvků. Dalšími kartami budou *Průvodce návrhem* a *Seznam přání*. Volitelně umístím do pásu karet také kartu *Vlastnosti*. Podle vzoru CAD systému Allplan 2017 [3] bude v této kartě umožněno jemněji upravovat již nakreslené grafické elementy v plánu zahrady.

- Aplikace bude umožňovat export navrženého plánu zahrady do obrázku v grafickém formátu PNG, JPG a GIF.
- Aplikace bude umožňovat tisk navrženého plánu na zvolenou tiskárnu.



## 5 Programátorská dokumentace

V této části popisují použité technologie a architekturu aplikace NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD. Také se zmiňují o způsobu jejího testování.

### 5.1 Použité technologie

Operační systém: Microsoft Windows verze 7 nebo vyšší

Systémová platforma: Microsoft .NET verze 4.6 nebo vyšší

Grafické uživatelské rozhraní: je postaveno na knihovně tříd Windows Forms (zkráceně WinForms), která je součástí platformy Microsoft .NET

Programovací jazyk: Visual C#

Vývojové prostředí: Microsoft Visual Studio Community 2017

Vytvořená aplikace je určena pro osobní počítače s nainstalovaným operačním systémem Microsoft Windows verze 7 nebo vyšší. V operačním systému musí být nainstalována systémová platforma Microsoft .NET verze 4.6 nebo vyšší. Jedná se o desktopovou aplikaci.

#### Zdůvodnění použité technologie

V zadání mé práce nebyla požadována přenositelnost vytvořené aplikace mezi odlišnými operačními systémy. Z toho důvodu jsem nepoužil systémovou platformu Java a nevytvářel jsem webovou aplikaci. Zvažoval jsem vytvoření aplikace nad systémovou platformou Windows Runtime (zkráceně WinRT). Tato platforma je použita pro aplikace typu Modern UI, které společnost Microsoft nabízí ve svém virtuálním obchodě Windows Store od verze OS Windows 8. Po nastudování platformy WinRT jsem došel k závěru, že není vhodná k vytvoření aplikace pro návrh a projektování zahrad. Ve WinRT totiž není možné navrhnout přívětivé grafické uživatelské rozhraní podle zažitých stereotypů. WinRT nemá standardní ovládací prvky a nebylo cílem mé práce vytvářet nové. Z toho důvodu jsem vytvořil aplikaci pro plochu (desktop) a použil platformu .NET s historicky osvědčenou knihovnou tříd WinForms, která obsahuje uživatelům známé ovládací prvky. Vedoucí mé bakalářské práce mi doporučoval k napsání kódu aplikace použít programovací jazyk C++. Tento jazyk je vhodnější pro práci s grafickými objekty, ale je potřebné spravovat dynamicky alokovanou paměť. Zvolil jsem si jazyk C#, který využívá automatickou správu paměti a znám syntaxi tohoto jazyka. Oba programovací jazyky mají širokou podporu ve vývojářských komunitách. Pro zápis kódu v jazyce C# nabízí společnost Microsoft své vlastní vývojové prostředí Visual Studio Community 2017, a proto jsem si ho zvolil pro napsání kódu mé aplikace.

## 5.2 Architektura aplikace

Pro popis toho, jak je aplikace vnitřně organizována a jak je členěn její kód, jsem použil UML diagramy v kombinaci s textovým popisem.

### 5.2.1 Funkce aplikace

Návrh zahrady podle postupu uvedeného v kapitole 2 a podle zásad v kapitole 3 v sobě obsahuje **architektonický návrh** a vlastní **kreslený plán** zahrady. Architektonicky navrhnout zahradu je možné, pokud uživatel zná zásady pro navrhování zahrad a určil si priority. Vytvořit plán zahrady znamená nakreslit vektorové grafické prvky (hranice, plochy pro rostliny, chodníky, atd.) a vložit zahradní prvky (rostliny, výsadby, atd.) do plánu. Funkční požadavky na aplikaci jsou znázorněny v UML diagramu případů užití (obr. 1).

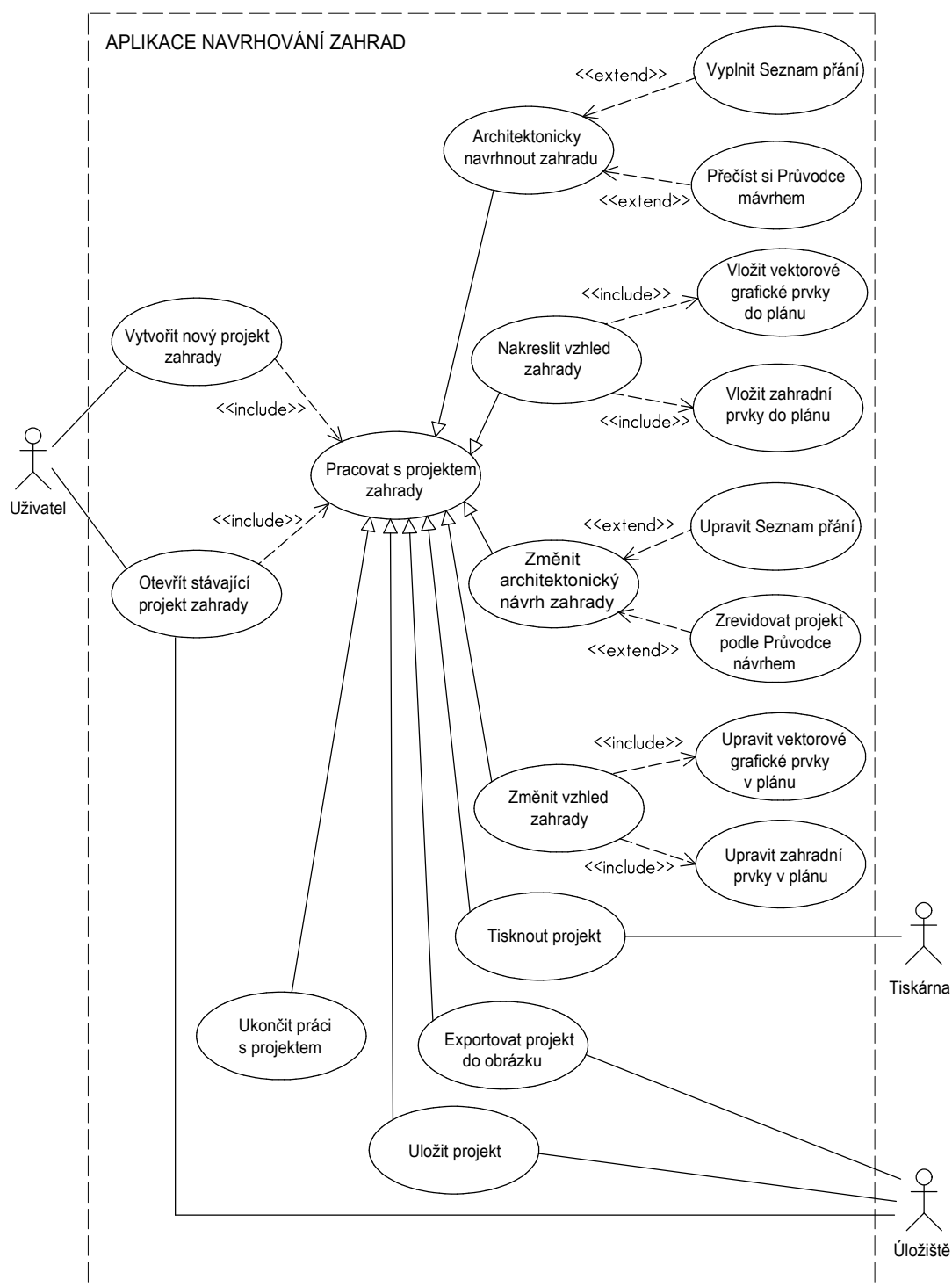
#### Aktéři

Aktivním aktérem je *Uživatel*. Pasivními aktéry jsou zvolené *Úložiště* a připojená *Tiskárna*. *Uživatelem* může být projektant nebo stavebník bez asistence projektanta. *Úložištěm* může být pevný disk v počítači, připojený pevný disk nebo jiné zařízení s pamětí typu flash, apod. Připojenou *Tiskárnou* může být buď fyzická tiskárna připojená k portu počítače nebo virtuální PDF tiskárna. Pasivní aktéři jsou inicializováni až jednotlivými případy užití během činnosti systému.

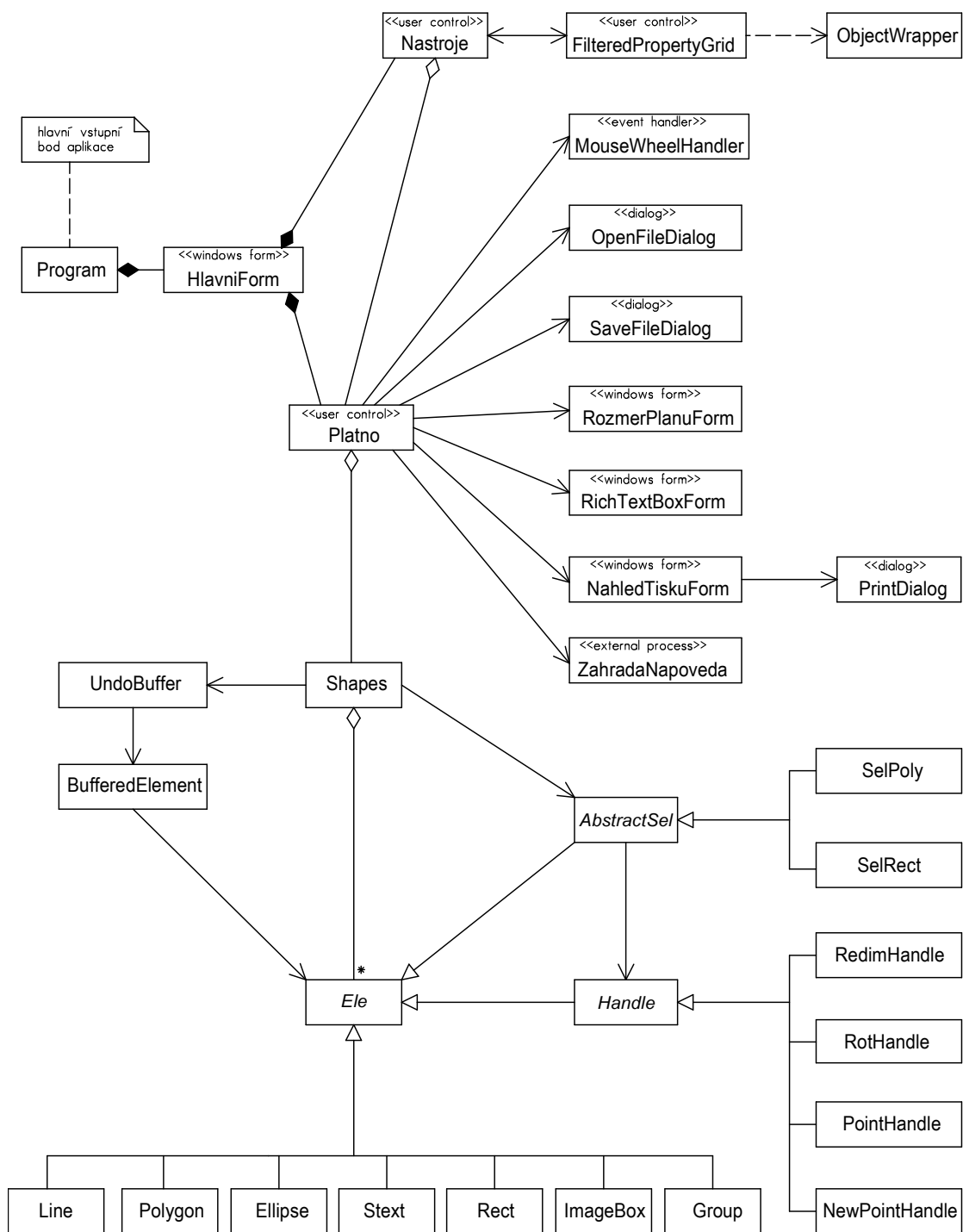
#### Případy užití

Uživatel spustil aplikaci NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD a na monitoru počítače se mu otevřelo základní okno aplikace. Nyní může začít ovládat aplikaci. Nabízí se mu možnost *Vytvořit nový projekt zahrady* nebo *Otevřít stávající projekt zahrady*. Oba případy užití v sobě zahrnují možnost *Pracovat s projektem zahrady*, což je zobecněním těchto případů:

- *Architektonicky navrhnout zahradu* volitelně znamená *Vyplnit Seznam přání* nebo *Přečíst si Průvodce návrhem*.
- *Nakreslit vzhled zahrady*, jehož součástí je *Vložit vektorové grafické prvky do plánu* a *Vložit zahradní prvky do plánu*
- *Změnit architektonický návrh zahrady* v sobě může zahrnovat případ *Upravit Seznam přání* nebo možnost *Zrevidovat projekt podle Průvodce návrhem*.
- *Změnit vzhled zahrady*, jehož součástí je *Upravit vektorové grafické prvky v plánu* a *Upravit zahradní prvky v plánu*.
- Případ užití *Tisknout projekt* inicializuje aktéra *Tiskárna*.
- Případy užití *Exportovat projekt do obrázku*, *Uložit projekt* a *Otevřít stávající projekt zahrady* inicializují aktéra *Úložiště*
- Případ užití *Ukončit práci s projektem* znamená ukončení aplikace



Obrázek 1: Diagram případů užití aplikace NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD



Obrázek 2: Diagram tříd aplikace NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD

### 5.2.2 Struktura kódu

Pro vytvoření aplikace jsem zvolil objektově orientované paradigma. Nejdůležitějšími objekty v mém návrhu jsou grafické prvky zahrady vkládané do plánu zahrady a jsou implementovány jako třídy. Struktura navržených tříd a vztahů mezi nimi je zachycena v UML diagramu tříd (obr. 2). Manipulaci s objekty provádím pomocí metod, vlastností a událostí. Ovládání aplikace zajišťuji obsluhou formulářových ovládacích prvků zvolené knihovny tříd WinForms a pomocí počítačové myši a klávesnice. Pro upřesnění uvádím, že pokud se v následujícím textu zmiňuji o práci s třídami, mám tím na mysli práci s instancemi těchto tříd.

### 5.2.3 Třídy

V kódu aplikace používám třídy, které reprezentují grafické objekty vkládané do plánu zahrady a pomocné třídy pro funkci navrženého uživatelského rozhraní. Kvůli přehlednosti jsem oddělil pomocné třídy do složek, což je patrné po otevření projektu s kódem mé aplikace ve vývojovém prostředí Visual Studio 2017. V UML diagramu tříd (obr. 2) a v následujícím popisu uvádím ty nejdůležitější třídy v objektovém návrhu aplikace. Pořadí popisovaných tříd jsem založil na asociaci mezi třídami od okamžiku spuštění aplikace

#### **Program**

Tato třída je hlavním spouštěcím bodem aplikace a vyvolá otevření hlavního okna aplikace `HlavniForm`.

#### **HlavniForm**

Všechna formulářová okna v prostředí WinForms jsou třídami. Pomocí návrháře WinForms jsem umístil do hlavního okna ovládací prvky aplikace. Použil jsem standardní ovládací prvky, které WinForms nabízí a vytvořil jsem si vlastní ovládací prvky `Nastroje` a `Platno`. Ve WinForms platí, že ovládací prvky jsou také třídami. WinForms generuje pro každou třídu uživatelského ovládacího prvku nebo formulářového okna kód pro grafické rozhraní vytvořené v návrháři a kód pro logiku. Takto rozdělená třída má modifikátor `partial`. Obslužný kód své aplikace jsem psal v části určené pro logiku takovýchto tříd.

#### **Nastroje**

Tento uživatelský ovládací prvek je založen na standardním ovládacím prvku `TabControl`, který má jednotlivé stránky `TabPage`, nazývám je karty. Z ovládacího prvku `Nastroje` se provádí návrh projektu zahrady. Karta `Funkce` obsahuje ovládací prvky ke vkládání a modifikaci grafických elementů. Do karty `Vlastnosti` jsem vložil vlastní uživatelský prvek `FilteredPropertyGrid`. Ovládáním tohoto prvku lze měnit za běhu aplikace vybrané vlastnosti již nakreslených grafických elementů. Dalšími kartami jsou `Průvodce návrhem` a `Seznam přání`.

## **Platno**

Uživatelský ovládací prvek *Platno* představuje kreslicí plochu, na které navrhují plán zahrady. Jedná se o nejdůležitější třídu v mé aplikaci. V této třídě jsem implementoval metodu pro překreslování obrazovky. Vytvořil jsem ovladače pro myš, včetně ovládání kolečka *MouseWheelHandler*. Pomocí dialogů *OpenFileDialog* a *SaveFileDialog* je zde ošetřeno otevírání, ukládání a export projektu, načítání zahradních prvků a textur. Rozměr plánu zadávám ve formulářovém okně *RozmerPlanuForm*. Texty v plánu zahrady zadávám pomocí okna *RichTextBoxForm*. Náhled tisku zahrady je umožněn v okně *NahledTiskuForm*, ten volá *PrintDialog*. Aplikace má vestavěnou nápovědu. Tuto nápovědu spouštím jako externí systémový proces operačního systému Windows s názvem *hh.exe*, kterému předávám parametr soubor nápovědy

## **Shapes**

Pomocí této třídy udržuji na kreslicí ploše *Platno* seznam vytvořených grafických elementů, které jsou potomky abstraktní třídy *Ele*. Ve třídě *shapes* jsem vytvořil metody pro přidávání těchto grafických elementů do projektu. Po kliknutí myši na element na kreslicím plátně se zobrazí odlišnou barvou jeho hranice, což znamená, že element je vybrán a lze ho modifikovat. Akci výběru provádím na podkladě abstraktní třídy *AbstractSel*, která je potomkem abstraktní třídy *Ele* a obsahuje v sobě kolekci úchopových bodů *Handle*. Konkrétní výběr pro *Polygon* je možný pomocí metod ve třídě *SelPoly*. Obdélníkový výběr všech ostatních typů grafických elementů pomocí metod ve třídě *SelRect*. Ve třídě *Shapes* si uchovávám také seznam s již modifikovanými elementy *UndoBuffer*, který slouží pro akci zpět a akci vpřed. Třída *UndoBuffer* obaluje seznam změněných elementů *BufferdElement* ze třídy *Ele*. Pro modifikaci elementů jsou důležité jejich úchopové body. Úchopy jsou potomky abstraktní třídy *Handle*. Všechny elementy jsou vybaveny úchopy pro změnu velikosti *RedimHandle* a pro rotaci *RotHandle*. Element *Polygon* je navíc vybaven úchopy *PointHandle* a *NewPointHandle*.

## **Ele**

Toto je abstraktní třída určená pouze k dědění. Každá děděná třída si uchovává členské proměnné a metody ze třídy *Ele*. Část metod v této třídě s modifikátorem *virtual* je určená pro přepsání v děděných třídách.

## **Line, Polygon, Ellipse, Stext, Rect, ImageBox, Group**

Jedná se o potomky třídy *Ele*. Těmto třídám jsem přepsal původní metody ze třídy *Ele* pro vykreslování *Draw*, změnu velikosti *Redim*, kopírování *Copy* a další. Některým třídám přibyly i nové členské proměnné a nové vlastnosti. Použití třídy *Ele* a přepisování metod pro její potomky je příkladem dědičnosti a polymorfismu. To jsou základní pilíře, na kterých stojí objektově orientovaný návrh (dědičnost, polymorfismus a zapouzdření).

#### 5.2.4 Metody

Vybral jsem pouze některé použité metody z kódu aplikace, které považuji za důležité. Další metody neuvádím z důvodu zachování přehlednosti textu mé práce.

##### Metody pro vykreslování

Pro vykreslování obrazovky používám metodu `Redraw`, která používá techniku `Double Buffering`. Grafické API `GDI+` nabízí standardní metody pro vykreslování čar, obdélníků, elips, polygonů, oblouků a volných křivek ve třídě `Graphics`. Například pro obdélník `Rect` používá metody `DrawRectangle` a `FillRectangle`. Grafické elementy lze spojovat ve třídě `GraphicsPath` pomocí metod `AddRectangle`, `AddLine`, apod. Já jsem uvedené standardní metody použil a rozšířil o další možnosti ve vlastní metodě `Draw` v mých třídách `Line`, `Polygon`, `Ellipse`, `Rect` a `Group`. Zde se jedná doplnkově o výběr elementů zvýrazněním jejich hranice, možnost úchopových bodů kolem objektů, rotace, zvětšování a další metody. Standardní operace nad bitmapovými obrázky poskytuje v `GDI+` třída `Image` a její metody. Třída `Image` dovoluje konstruovat grafické objekty z obrázků souborových formátů `PNG`, `JPG` a `GIF`. Metody této třídy jsem využil ve své aplikaci pro vkládání zahradních prvků z knihovny zahradních prvků. Vykreslování grafických objektů instancí třídy `Image` probíhá ve třídě `Graphics` voláním metody `DrawImage`, kterou jsem použil pro své potřeby v metodě `Draw` v mé třídě `ImageBox`. Vykreslování textu zajišťuje v `GDI+` metoda `DrawString` ve třídě `Graphics`. Tuto metodu jsem použil v metodě `Draw` v mé třídě `Stext` a doplnil k ní další funkčnost.

`GDI+` nabízí vyhlazování hran nakreslených elementů (antialiasing) metodou `SetSmoothingMode` a pro vyhlazování písem výčet `TextRenderingHint` ve třídě `Graphics`. Toto vyhlazování značně zlepšuje grafický výstup nakreslené zahrady, ale má za následek zpomalení vykreslování na monitoru počítače. Při dalším vývoji mé aplikace bych volil pro fázi konstruování zahrady vyšší rychlost vykreslování vypnutím vyhlazování. Pro prezentaci projektu bych vyhlazování zapnul, má smysl ho použít pro výsledný obrázek nebo pro tisk plánu zahrady.

##### Metody pro ovládání aplikace myši a klávesnicí

K ovládání myši jsem napsal ovladače událostí `MouseDown`, `MouseMove` a `MouseUp` ve třídě `Platno`. V těchto ovladačích jsem musel zohlednit mnoho případů, kdy se jedná o současný stisk levého, pravého nebo prostředního tlačítka (kolečka) v kombinaci s pohybem kurzoru myši. Vše je závislé na současné volbě `option` a `status`. Definice těchto metod byla klíčová pro chod aplikace. Jedná se o grafické navrhování, kde se klade důraz na polohovací zařízení. Zastávám názor, že návrh a projektování pomocí myši je osvědčené a dostupné běžným uživatelům. Jiné metody přesného konstruování na počítači neznám.

Změnu měřítka nakresleného plánu „`Zoom`“ pomocí kolečka myši, jsem realizoval ve třídě `MouseWheelHandler` ovladačem události `MyOnMouseWheel`

a metodami `ZoomIn` a `ZoomOut` ve třídě `Platno`. Pro třídu `Platno` jsem napsal ovladač události `KeyDown` a ošetřil tím vstup z klávesnice.

## **Metody pro otevírání, ukládání, export a tisk plánu**

Dialogy pro manipulaci se soubory mezi uživatelem aplikace a souborovým systémem operačního systému zajišťují standardní dialogová okna OS Windows v prostředí WinForms s názvem `OpenFileDialog` a `SaveFileDialog`. Textury pro grafické prvky a vkládání zahradních prvků do projektu zahrady spravují také pomocí těchto dialogů. Pro tisk na zvolenou tiskárnu jsem použil standardní `PrintDialog` a `PrintPreviewDialog`. Použité dialogy v aplikaci jsou ošetřeny na možné chyby a doplněny o další funkčnost s ohledem na charakter mé aplikace. K ukládání projektu zahrady jsem použil metodu serializace instance třídy `shapes` do souboru v binárním formátu. Otevírání projektu zahrady řeším její deserializací. Třída `shapes` si uchovává seznam vložených grafických elementů a podružné informace o projektu zahrady, např. vyplněný seznam přání, rozměr plánu a měřítko.

## **Události**

Pro změnu zvolené činnosti `option` a `status` v průběhu vytváření zahrady (vytváření elementů, změna jejich velikosti, rotace, výběr, apod.) a pro aktuálně vybraný element jsem vytvořil události a ovladače těchto událostí ve třídách `Platno` a `Nastroje`. Ovladače nesou název `OptionChangedEventHandler` a `ObjectSelectedEventHandler`.

## **Vlastnosti**

V mé aplikaci využívám princip zapouzdření členských proměnných tříd pomocí vlastností tříd. Jsou to metody z přístupem typu `get` a `set`. Některé z těchto metod používám v ovládacím prvku `FilteredPropertyGrid` ke grafickému zobrazení vlastností nakreslených elementů. Jedná se například o `Zoom`, `Rotace`, `Průhlednost`, `Ohraničení` a další. Během práce na projektu jsem se snažil udržet většinu členských proměnných tříd s modifikátorem `private` nebo `protected`. V mé práci však není plně dodržena zásada OOP o zapouzdření a některé proměnné tříd mají modifikátor `public`.

### **5.2.5 Použité komponenty třetích stran**

V aplikaci `NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD` jsem použil komponenty ze zdrojů třetích stran. Jedná se o metodu pro obsluhu kolečka myši nad kreslícím plátnem a ovládací prvek pro zobrazování vybraných vlastností grafických elementů. Do vestavěné knihovny zahradních prvků a textur jsem umístil existující obrázky vytvořené jinými autory. Vestavěnou nápovědu v aplikaci jsem vytvořil ve vývojovém prostředí, které umísťuje svůj reklamní banner do takto vytvořených stránek nápovědy. Uvádím zde důvody pro použití těchto komponent.



## 1. Ovládací prvky

Knihovna tříd WinForms nabízí poměrně malý výběr stávajících ovládacích prvků. Některé nové ovládací prvky jsem si vytvořil sám, ale z časových důvodů jsem použil také ovládací prvky třetích stran. Jedná se o třídu `MouseWheelHandler` a její metody, které slouží pro funkci *Zoom* pomocí kolečka myši nad kreslicí plochou, čerpáno z článku [6]. Standardní ovládací prvek `PropertyGrid` mi nevyhovoval a namísto něj jsem použil komponentu `FilteredPropertyGrid`, čerpáno z článku [7].

## 2. Knihovna zahradních prvků a textur

Při analýze požadavků na aplikaci jsem si stanovil, že budu používat stávající obrázky pro rostliny, výsadbu a různé zahradní prvky. Aplikaci *NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD* dodávám s knihovnou zahradních prvků a s knihovnou textur. V těchto knihovnách se nacházejí soubory obrázků, které jsem získal ze zdrojů [8, 9]. Použil jsem grafické prvky, které uvedené zdroje nabízejí pro nekomerční využití. Použité obrázky jsem si upravil v grafickém programu Gimp [10] tak, aby je bylo možno použít pro vkládání do projektu zahrady jako zahradní prvky. Soustředil jsem se především na logickou část aplikace a při návrhu jejího vzhledu jsem použil ikony na pozadí ovládacích prvků ze zdroje [11]. Jedná se o ikony určené pro nekomerční použití. Program Gimp je šířen s licencí GNU GPL.

## 3. Vestavěná nápověda

Na doporučení vedoucího mé bakalářské práce jsem do své aplikace zabudoval uživatelskou nápovědu. Stereotypem je použití kompilovaného souboru nápovědy ve formátu CHM, který lze otevřít systémovým programem *hh.exe* v OS Microsoft Windows. Pro vytvoření nápovědy jsem použil vývojové prostředí HelpNDoc Personal Edition [12]. Soubor nápovědy vytvořený v této verzi programu nesmí být použit ke komerčním účelům. Kompilovanou nápovědu *zahrada-napoveda.chm* dodávám ve společném adresáři s názvem *Navrhování zahrad*. Formát souboru CHM umožňuje v OS MS Windows otevřít nápovědu také samostatně. Program HelpNDoc ve verzi pro osobní použití umísťuje reklamní banner v dolní části vytvořených stránek nápovědy. K odstranění této reklamy by bylo potřebné zakoupit plnou verzi tohoto programu.

Vytvořená aplikace *NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD* je z výše uvedených licenčních důvodů určena pouze pro akademické a nekomerční využití.

### 5.2.6 Zdrojový kód

Součástí mé práce je zdrojový kód aplikace uložený na přiloženém médiu CD ROM v adresáři *src*. Stručný popis kódu je také uveden v kompilovaném souboru nápovědy *zahrada-dokumentace-kodu.chm*.

### 5.3 Testování aplikace

Při vývoji aplikace jsem provedl testování použitelnosti aplikace metodou uživatelského testování. Aplikaci průběžně testoval stavební projektant [4], který je uživatelem CAD systému pro navrhování pozemních staveb. Pomocí tohoto testování jsem určoval vhodný směr při vývoji a odhaloval chyby. Postup práce jsem průběžně konzultoval s vedoucím mé bakalářské práce. Testování použitelnosti bylo prováděno na počítačích s operačním systémem Microsoft Windows verze 7, 8.1 a 10. Aplikace NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD je vhodná k reálnému nasazení v těchto verzích OS.

## 6 Uživatelská dokumentace

V této části popisuji jakým způsobem se aplikace NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD instaluje a spouští. Dále uvádím, jak se aplikace ovládá a jak se v ní zpracovávají jednotlivé úlohy z pohledu uživatele.

### 6.1 Instalace a spuštění

Aplikaci NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD není potřeba instalovat na pevný disk počítače. Aplikaci dodávám na médiu CD ROM a je spustitelná z adresáře *Navrhování zahrad* otevřením souboru *zahrada.exe*. Tento adresář lze zkopírovat na pevný disk počítače nebo na externí disk a poté spouštět aplikaci z tohoto umístění.

#### Struktura adresáře

V další části uživatelské dokumentace se odkazují na adresářovou strukturu aplikace NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD a uvádím zde její stručný popis. V adresáři *Navrhování zahrad* se nachází spouštěcí soubor aplikace *zahrada.exe* a soubor nápovědy *zahrada-napoveda.chm*. Dále jsou zde vnořené adresáře *Uložené plány*, *Knihovna zahradních prvků*, *Textury*, a *Export plánu*. V adresáři *Uložené plány* se nacházejí již vytvořené vzorové projekty zahrad. Pro přehlednost doporučuji ukládat soubory vytvořených plánů do tohoto umístění. V adresáři *Knihovna zahradních prvků* jsou umístěny jednotlivé zahradní prvky rozdělené do 15-ti kategorií. V adresáři *Textury* se nacházejí textury pro pozadí vkládaných grafických elementů. Textury jsem rozdělil do 5-ti kategorií (adresářů). Adresář *Export plánu* slouží uživateli k ukládání vyexportovaných plánů v obrazových formátech PNG, JPG, GIF nebo ve formátu PDF prostřednictvím virtuální PDF tiskárny (pokud ji má uživatel nainstalováno).

### 6.2 Ovládání aplikace

V aplikaci kladu důraz na ovládání funkcí a nástrojů pro vytváření grafických elementů pomocí počítačové myši a doplňkově pomocí klávesnice. Stavební projektanti [4] používají myš pro konstruování složitých návrhů v kombinaci s klávesovými zkratkami. Tato metoda je osvědčená a proto ji používám i zde.

#### 6.2.1 Ovládání počítačovou myší

- Levé tlačítko

- a) „1 klik“ pro výběr nástroje k vytvoření grafického elementu
- b) „1 klik + držet nad elementem + táhnout“ znamená posun elementu po kreslící ploše
- c) „2 klik nad jednoduchou čarou“ znamená opakování kreslení jednoduché čáry

- **Pravé tlačítko**

- a) „1 klik nad libovolným elementem“ znamená rychlé úpravy elementu

- **Prostřední tlačítko, tj. kolečko**

- a) „pohyb kolečka dopředu“ znamená zvětšování náhledu v projektu zahrady, tj. ZOOM IN
- b) „pohyb kolečka dozadu“ znamená zmenšování náhledu v projektu zahrady, tj. ZOOM OUT
- c) „2 klik“ znamená zobrazení plánu na kreslicí ploše v původní velikosti, tj. ZOOM 100%
- d) „1 klik + držet kdekoli na kreslicí ploše + táhnout“ znamená posun celého plánu zahrady po kreslicí ploše

### 6.2.2 Ovládání klávesnicí

- **V průběhu kreslení libovolného elementu**

- a) tlačítkem „Esc“ se provede zrušení výběru elementů a je vybrána pouze kreslicí plocha
- b) tlačítkem „Delete“ se vymažou vybrané elementy z plánu zahrady
- c) tlačítkem „F1“ se spustí vestavěná uživatelská nápověda

- **V průběhu kreslení Polygonu**

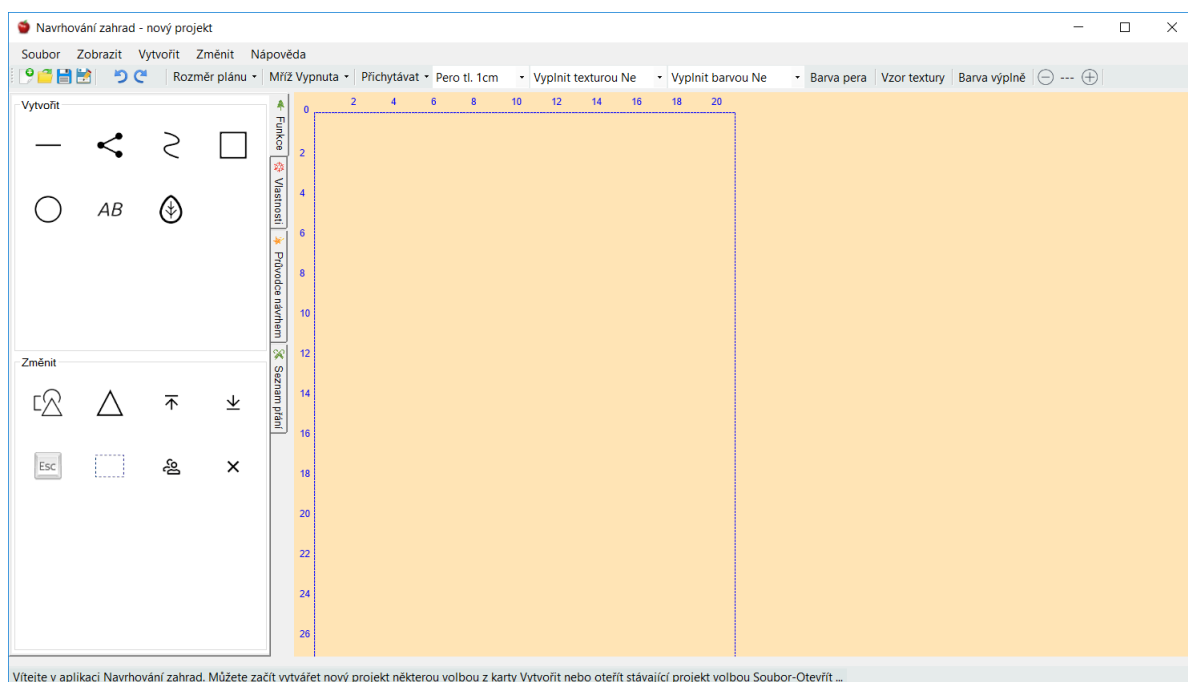
- a) tlačítkem „A“ za současného držení levého tlačítka se přidávají vrcholy do polygonu

- **V kartě Vlastnosti**

- a) vloženým elementům v plánu zahrady lze měnit jejich vybrané vlastnosti, např. Průhlednost, Rotace nebo Ohraničení.

## 6.3 Zpracování úloh v aplikaci

Po spuštění aplikace se otevře její hlavní okno (obr. 3). V horní části okna se nachází název aplikace a název právě otevřeného projektu zahrady. Při novém spuštění programu je zde uveden název „Navrhování zahrad – nový projekt“. To znamená, že uživatel implicitně začíná práci s novým projektem zahrady. Dalším způsobem jak začít pracovat s projektem je otevření stávajícího projektu zahrady.



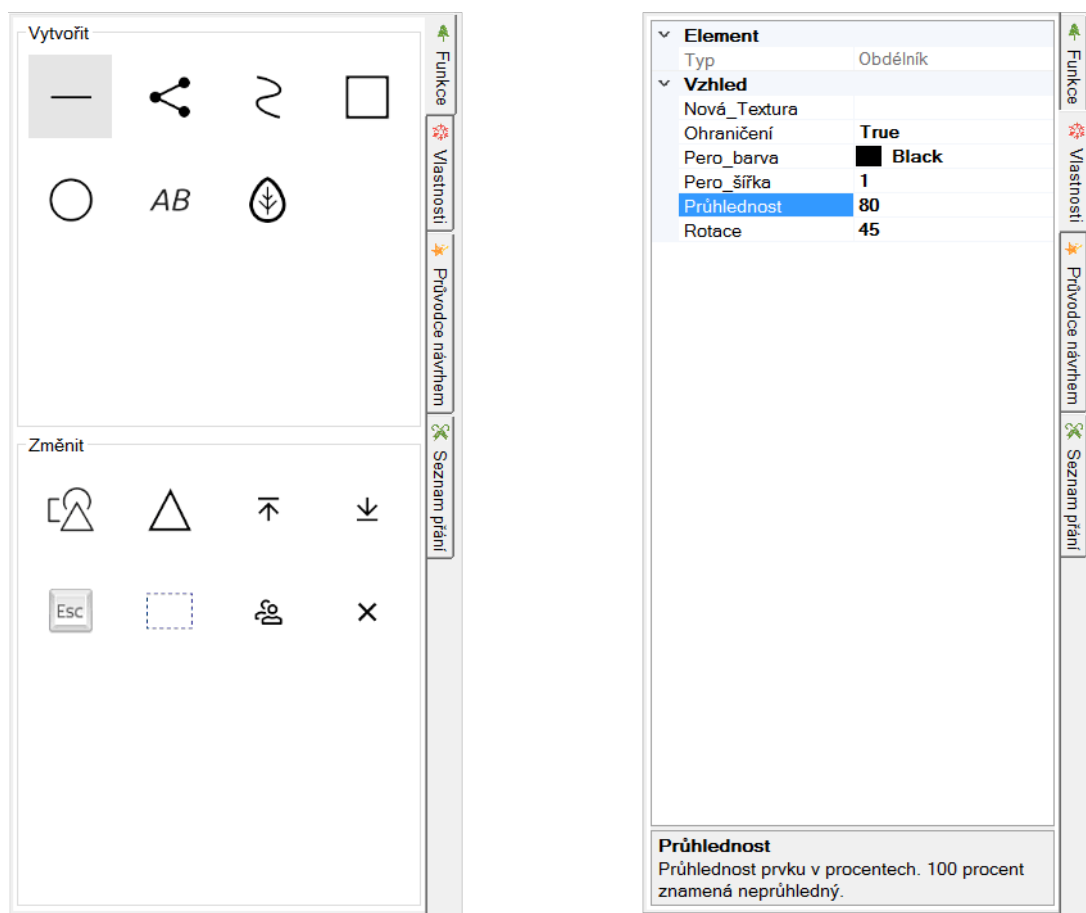
**Obrázek 3:** Hlavní okno aplikace NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD

### 6.3.1 Ovládací prvky

Pod názvem aktuálního projektu se nachází panel nabídek, který obsahuje většinu dostupných nástrojů pro tvorbu projektu zahrady. Jednotlivé volby se rozbalí po kliknutí na tlačítka v tomto panelu. Pod panelem nabídek se nachází panel nástrojů, ve kterém jsou umístěny ovládací prvky pro rychlou volbu nejpoužívanějších nástrojů. V levé části okna se nachází pás karet s kartami *Funkce*, *Vlastnosti*, *Průvodce návrhem* a *Seznam přání*. Ve spodní části okna je umístěn panel hlášení, ve kterém se průběžně zobrazuje doplňková nápověda ke zvoleným nástrojům.

### 6.3.2 Kreslicí plocha

Pro vlastní návrh zahrady slouží kreslicí plocha v pravé části spuštěného okna. Při navrhování zahrady lze použít nástroje „rámeček“ a „mříž“. Tyto nástroje jsou analogické principu navrhování zahrady na čtverečkováném nebo milimetrovém archu papíru velikosti A4 nebo A3. Rámeček ohraničuje návrh zahrady (např. A4) a pomocná mříž na pozadí navozuje dojem čtverečkováného papíru. Rychlá volba pro rámeček a pro mříž se nachází v panelu nástrojů. Rámeček okolo plánu je při prvním spuštění aplikace zapnutý a představuje zahradu o velikosti  $21m \times 29,7m$ , zkráceně A4 (obr. 6). Pomocná mříž je implicitně vypnuta.



Obrázek 4: Karty Funkce a Vlastnosti

### 6.3.3 Karta Funkce

Karta *Funkce* (obr. 4) je rozdělena na dvě části označené jako *Vytvořit* a *Změnit*. V části *Vytvořit* jsou umístěny tlačítka pro vložení grafických elementů do projektu zahrady. Jedná se o elementy *Čára*, *Polygon*, *Volná čára*, *Obdélník*, *Elipsa*, *Text* a tlačítko pro vložení prvku z knihovny zahradních prvků *Vložit zahradní prvek*. Po kliknutí na tlačítko v části *Vytvořit* se zobrazí v dolní části okna v panelu hlášení drobná nápověda ke kreslenému elementu.

V části *Změnit* se nacházejí tlačítka pro úpravu grafických elementů v projektu zahrady. Jedná se o volby *Seskupit elementy*, *Zrušit seskupení elementů*, *Posunout elementy do popředí*, *Posunout elementy do pozadí*, *Zrušit výběr/akci*, *Vybrat vše*, *Kopírovat vybrané*, *Smazat vybrané*.

### 6.3.4 Karta Vlastnosti

V této kartě (obr. 4) se průběžně zobrazují vlastnosti právě vybraného grafického elementu. Výběr elementu provede uživatel kliknutím na grafický element na kreslicí ploše. Jeho vlastnosti se zobrazí v této kartě a jsou rozděleny do kategorií

*Element a Vzhled.* V části *Vzhled* může uživatel modifikovat vlastnosti vybraného elementu vstupem z klávesnice nebo myši.

### 6.3.5 Karta Průvodce návrhem

V této kartě (obr. 5) se nacházejí jednoduché rady jak navrhnout projekt zahrady. Jedná se o heslovitá doporučení, která by měl uživatel respektovat při svém návrhu. Nejedná se o vyčerpávající návod, ale o rychlou pomůcku. Tyto rady jsou rozděleny do témat A až F. Po kliknutí myši na zvolené téma se rozbalí stručný výklad tématu. Názvy témat jsou uvedeny na (obr. 5).

#### Průvodce návrhem zahrady

A) Zakreslení stávajícího stavu  
 B) Zakreslení nového stavu  
**C) Návrh základního motivu**  
 D) Návrh funkce zahrady  
 E) Zohlednit důležité podmínky  
 F) Předzahrádka před domem

#### C) Návrh základního motivu

FORMÁLNÍ TYP ZAHRADY

---

a) PRAVOÚHLÉ tvary  
 - objekty budou osazeny kolmo na převažující směr zahrady

b) DIAGONÁLNÍ tvary  
 - objekty budou osazeny pod úhlem k některé ze stran zahrady

c) KRUHOVÉ tvary  
 - na zahradě převažují objekty kruhového nebo elipsovitého tvaru

NEFORMÁLNÍ TYP ZAHRADY

---

a) UDRŽOVATELNÁ  
 - na zahradě budou převažovat volné tvary, v mezích možností všechny živé prvky budou udržitelné

b) BEZÚDRŽBOVÁ  
 - navržená zahrada bude pokud možno maximálně bezúdržbová

#### Seznam přání - priorit

1=Důležité | 2=Podstatné | 3=Nepodstatné

| Prvek / Jeho priorit   | 1                                | 2                     | 3                                |
|------------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| <b>Živé prvky</b>      |                                  |                       |                                  |
| stromy ovocné          | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| stromy okrasné         | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>            |
| keře plodící           | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>            |
| keře okrasné           | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>            |
| rostliny polní sezónní | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>            |
| kuchyňské byliny       | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| okrasné květiny        | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>            |
| udržovatelný trávník   | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>            |
| okrasná předzahrádka   | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| samostatné květináče   | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| <b>Stavební prvky</b>  |                                  |                       |                                  |
| oplocení pozemku       | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>            |
| zpevněné plochy        | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>            |
| pergola                | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| zahradní domek         | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| zahradní nábytek       | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>            |
| gril přenosný / zděný  | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| skleník nebo pařeniště | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| bazén                  | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| jezírko                | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>            |
| osvětlení zahrady      | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| skalka                 | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| <b>Dětské prvky</b>    |                                  |                       |                                  |
| pískoviště             | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| houpačka, trampolína   | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| dětský nábytek         | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |

Obrázek 5: Karty Průvodce návrhem a Seznam přání

### 6.3.6 Karta Seznam přání

V kartě *Seznam přání* (obr. 5) je vypsán seznam běžných zahradních prvků, které lze zahrnout do projektu zahrady. Tyto prvky jsou rozděleny do kategorií *Živé prvky*, *Stavební prvky* a *Dětské prvky*. Karta *Seznam přání* slouží jako pomůcka. Před návrhem zahrady by si měl uživatel ujasnit pro své zahradní prvky priority typu *Důležité*, *Podstatné* a *Nepodstatné* a těchto priorit se v průběhu návrhu držet. Pokud se kdykoliv během návrhu rozhodne změnit prioritu některému zahradnímu prvku, lze ji upravit v této kartě.

## 6.4 Otevření stávajícího projektu

Jeden ze způsobů jak začít pracovat s projektem je otevření stávajícího projektu zahrady a následně přizpůsobení tohoto projektu požadavkům uživatele. V adresáři *Uložené plány* se nacházejí soubory vzorových projektů již navržených zahrad. K modifikaci vložených elementů slouží nástroje v kartě *Funkce* v části *Změnit*. Vlastnosti elementů je možné měnit také v kartě *Vlastnosti* nebo pomocí úchopových bodů, které se zobrazují okolo elementu. Úchopovými body lze pomocí myši měnit velikost a rotaci elementu přímo v plánu zahrady.

Důležitým nástrojem pro vytváření návrhu zahrady je funkce zvětšování a zmenšování náhledu, tj. *Zoom*. Tato funkce se provádí ovládáním kolečka myši nebo pomocí tlačítek  $+$  a  $-$  v panelu nástrojů. V kreslicí ploše nejsou umístěny posuvníky. Posun plánu po kreslicí ploše umožňuje funkce *uchop a posuň*, tj. *PAN*. Tato funkce se provede stiskem prostředního kolečka myši za současného pohybu myši po podložce. Pro návrat do základního zobrazení plánu stačí dvakrát kliknout prostředním tlačítkem myši kdekoli v kreslicí ploše. V kapitole 6.2 Ovládání aplikace je popsán způsob jak vytvářet nebo měnit grafické elementy pomocí myši nebo klávesovými zkratkami.

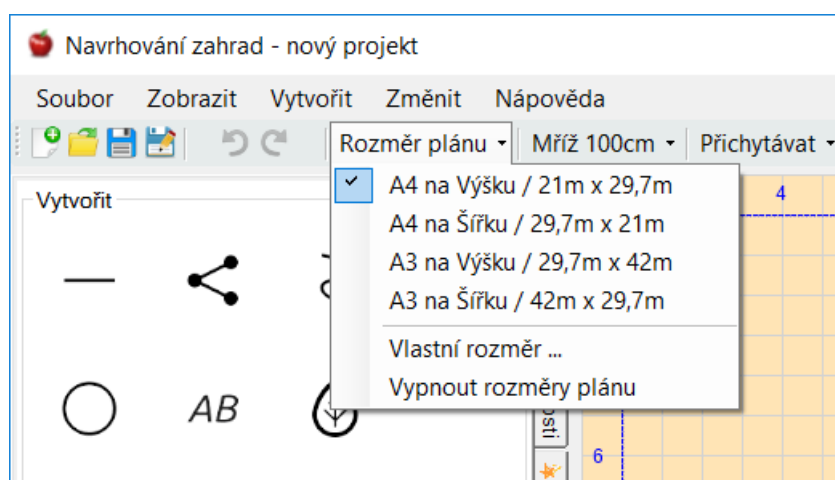
## 6.5 Vytvoření nového projektu

Jako základní jednotku míry při návrhu zahrady v aplikaci NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD jsem zvolil centimetr (*cm*). V určitých fázích návrhu je lepší použít jednotku metr (*m*) a v aplikaci je to na příslušných místech rozlišeno.

Volba těchto jednotek vyplývá z praktických důvodů. Uživatelé přenášejí stávající rozměry pozemku, ploch a rostlin na nich vysázených do plánu a po dokončení návrhu zase z plánu na pozemek. Domnívám se, že pro navrhování zahrad je praktické zadávat tyto rozměry v centimetrech. Pro přesné navrhování konstrukcí v jednotkách milimetr (*mm*) doporučuji zvolit nástroj CAD.

Níže uvádím doporučený postup pro vytvoření nového projektu zahrady v aplikaci NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD.





Obrázek 6: Panel nástrojů, zadávání rozměru plánu

#### Doporučený postup pro vytvoření nového projektu zahrady:

1. **Architektonicky navrhnuť zahradu.** Uživatel by si měl přečíst heslovité rady v kartě *Průvodce návrhem* a vyplnit priority pro vkládané zahradní prvky v kartě *Seznam přání* (obr. 5).
2. **Nastavení rozměru plánu.** Rozměr plánu by měl odpovídat rozměru pozemku, na kterém se navrhuje zahrada. Uživatel zadá rozměr plánu v metrech kliknutím na tlačítko *Rozměr plánu* v panelu nástrojů (obr. 6). Je možné rozměr plánu vypnout a neřídit se jím.
3. **Aktivace mříže.** Jako pomůcka v počátečním návrhu zahrady slouží grafická mříž na pozadí plánu zahrady. Jednotkami mříže jsou centimetry. Mříž je přístupná z panelu nástrojů tlačítkem *Mříž + její rozměr* (obr. 6). Někdy je vhodné zapnout nebo vypnout přichytávání nakreslených elementů k mříži. K tomu slouží tlačítko *Přichytávat*.
4. **Zadání stávajících hranic.** Uživatel přenesse hranice stávajících objektů do plánu zahrady. Je vhodné k tomu použít volbu *Čára*, *Polygon*, *Volná čára* a *Obdélník* z karty *Funkce* (obr. 4). Při volbě těchto nástrojů se k nim zobrazují jednoduché návody ve stavovém řádku v dolní části okna. Pomocí elementu *Čára* lze zakreslit naměřené hranice. Pak lze použít element *Polygon* nebo *Volná čára* pro vytvoření ploch mezi hranicemi (trávník, políčka s výsadbou, chodníky, atd.). Plochy lze vyplnit barvou nebo texturou. Do těchto ploch se osazují zahradní prvky. Použitím textury lze vytvořit dojem skutečného povrchu. Pro volbu textury je nutné vybrat možnost *Vyplnit texturou Ano* (obr. 7). Po kliknutí na tlačítko *Vzor textury* se otevře dialogové okno pro výběr textury z vestavěné knihovny textur. Jedná se o adresář *Textury*, který je umístěný v hlavní složce aplikace *Navrhování*

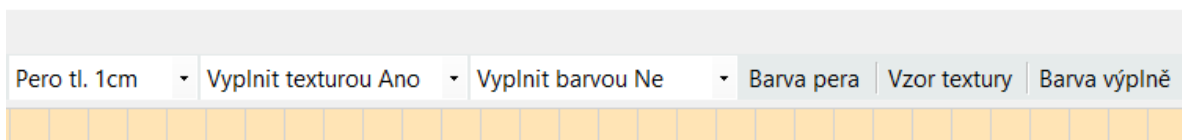
*zahrad.* Knihovna nabízí pouze základní povrchy materiálů a uživatel si do ní může doplnit další textury ze zdrojů třetích stran.

**Poznámka:** Vkládaným elementům lze nastavit tloušťku pera, které element ohraničuje. To se provede výběrem z rozbalovacího seznamu *Pero tl.* (obr. 7). Vyplnění elementu jednoduchou barvou namísto textury se provede v rozbalovacím seznamu volbou *Vyplnit barvou* Ano. Pro výběr barev slouží tlačítka *Barva pera* a *Barva výplně*.

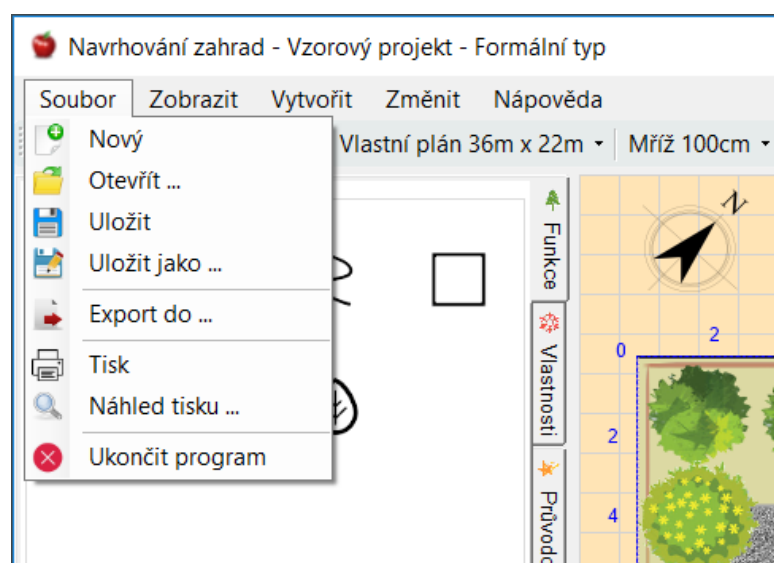
**5. Vložení stávajících zahradních prvků.** Po zadání stávajících hranic a ploch lze vkládat do plánu také stávající objekty a stávající rostliny na pozemku. K tomu slouží tlačítko *Vložit zahradní prvek* v kartě *Funkce* (obr. 4). Po kliknutí na toto tlačítko je potřeba zadat na kreslicí ploše umístění a velikost prvku a následně se otevře dialogové okno pro výběr zahradního prvku z vestavěné knihovny. Knihovnou je adresář *Knihovna zahradních prvků* umístěný v hlavní složce aplikace *Navrhování zahrad.* Uživatel může vytvářet nové zahradní prvky a ukládat si je do tohoto adresáře nebo zde může nahrát obrázky ze zdrojů třetích stran.

**6. Vytvoření nových hranic a zahradních prvků.** Ke vkládání nových grafických prvků do plánu zahrady lze použít nástroje z karty *Funkce* v části *Vytvořit*. Postup pro jejich vkládání je stejný jako při zadávání stávajících hranic a stávajících prvků do plánu. Modifikace prvků se provádí pomocí nástrojů v kartě *Funkce* v části *Změnit*, rychlou volbou v panelu nástrojů (obr. 7) nebo pomocí úchopových bodů vybraného elementu. Jemné změny elementu (rotace, průhlednost, ohraničení) lze provést v kartě *Vlastnosti* (obr. 4).

**Příklady:** V příloze A na (obr. 9) a (obr. 10) jsou uvedeny příklady grafického návrhu zahrady na pozemku rodinného domu. Nejprve jsem zakreslil hranice parcely, domu a zpevněných ploch. Do volných míst jsem vložil nové plochy pro výsadbu a trávník. Jednotlivé rostliny jsem vybral z knihovny zahradních prvků. Některým vektorovým prvkům a obrázkům jsem nastavil průhlednost, vytvořilo to potřebný efekt. Jako poslední jsem umístil textové popisy volbou *Text* z karty *Funkce*.



**Obrázek 7:** Panel nástrojů, volby pro Pero, Texturu a Barvu



Obrázek 8: Panel nabídek, volby Uložit, Export a Tisk plánu zahrady

## 6.6 Uložení a export projektu

Projekt zahrady je možné během navrhování kdykoliv uložit. K tomu slouží volba *Soubor – Uložit* a *Uložit jako* z panelu nabídek (obr. 8) nebo rychlá volba z panelu nástrojů. Aplikace používá k ukládání projektů vlastní formát souborů s příponou *bin*. Projekt zahrady lze exportovat do obrázku ve formátu PNG, JPG nebo GIF. Tato možnost je přístupná volbou *Soubor – Export do*. Příklady grafického exportu z aplikace jsou uvedeny v příloze A na straně 40.

## 6.7 Tisk projektu

Návrh zahrady lze vytisknout na zvolené tiskárně volbou *Soubor – Tisk* nebo *Náhled tisku* (obr. 8). Pokud má uživatel nainstalovanou virtuální PDF tiskárnu, lze tímto způsobem exportovat projekt zahrady do souboru PDF.

## 6.8 Ukončení programu

K ukončení aplikace slouží volba *Soubor – Ukončit program* nebo postačí zavřít okno aplikace.

## 6.9 Vestavěná nápověda

V aplikaci NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD je k dispozici uživatelská nápověda kliknutím na tlačítko *Nápověda* z panelu nabídek nebo stiskem klávesy *F1*. Při volbě některého z nástrojů *Vytvořit* z karty *Funkce* se zobrazí jednoduchý návod k tomuto nástroji ve stavovém řádku v dolní části okna aplikace.

## 7 Zhodnocení výsledků řešení

V této části vyhodnocuji splnění úkolů, které jsem si stanovil v kapitole 4 Analýza požadavků. Následuje návrh na vylepšení aplikace a diskuse nad možnostmi reálného nasazení aplikace do praxe.

### 7.1 Splněné požadavky

Podařilo se mi splnit všechny mnou stanovené doménové, funkční a systémové požadavky a také plánovaný výstup požadavků na specifikované rozhraní.

### 7.2 Změny v projektu provedené v průběhu vývoje

Při práci na projektu jsem zohlednil možnosti, které nabízí zvolená knihovna tříd WinForms. Zahradní prvky se vkládají do návrhu zahrady jako bitmapové obrázky a jejich renderování zajišťuje grafické API GDI+. V projektu aplikace nejsou použity komerčně vyvíjené knihovny pro práci s formáty SVG a DXF. Provádění oprav v návrhu zahrady metodou „Undo“ a „Redo“ jsem implementoval s omezením.

1. **Knihovnu zahradních prvků** jsem postavil na kolekci obrázků v bitmapovém formátu PNG a JPG namísto obrázků ve vektorovém formátu SVG. Manipulace s vektorovými objekty zahradních prvků ve formátu SVG vyžaduje jiný přístup k mé práci a to nejlépe použitím již existujících knihoven tříd ze zdrojů třetích stran. Důvodem k použití knihoven je nutnost dodržet standardy konsorcia W3C pro formát značkovacího jazyka a formát souborů typu SVG. Stávající knihovny jsem nepoužil z důvodů, které vysvětluji ve 3. bodě tohoto výčtu.
2. **Grafické rozhraní** mé aplikace jsem postavil na knihovně tříd WinForms namísto plánované knihovny WPF. Obě knihovny jsou součástí platformy Microsoft .NET. Starší WinForms je *jednodušší*, dobře odzkoušená, funguje na méně výkonných počítačích i bez dedikované grafické karty a má širokou podporu ve vývojářských komunitách. Operace s grafickými objekty ve WinForms probíhají nad starším grafickým API GDI+. Renderování grafického obsahu ve 2D za pomoci techniky Double Buffering probíhá srovnatelně rychle jako ve WPF. Knihovna WPF je postavena na výkonnějším grafickém API Microsoft DirectX a je poměrně rozsáhlá. Vykreslování grafických objektů ve WPF probíhá ve více fázích a využívá možnosti hardwarové akcelerace jednotkou GPU. Knihovna WPF je také vhodná pro vytvoření působivého GUI, což nakonec nebyl můj prvořadý záměr. Knihovnu WinForms jsem zvolil především pro její jednoduchost.
3. **Na radu vedoucího mé bakalářské práce** jsem nezvolil cestu pro vytvoření mé aplikace pomocí existujících balíčků SDK a knihoven pro práci se soubory ve formátu SVG nebo DXF. Existující podpůrné prostředky

mi teoreticky umožňovaly, aby má aplikace v reálném prostředí komerčně uspěla. Ale z důvodu, aby byla patrná má práce při psaní kódu, jsem zvolil zdlouhavější postup práce a vytvořil objektový návrh od začátku a bez podpory těchto knihoven. Výsledek mého řešení obsahuje předpoklad, že aplikace NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD nemůže nabízet srovnatelné nástroje pro manipulaci s grafickými objekty jako aplikace postavená na profesionálně vyvíjených podpůrných balíčcích a knihovnách.

4. **Opravy chyb v návrhu zahrady** pomocí příkazů „Undo“ a „Redo“ fungují s omezením. Navržený algoritmus pro krok vzad a krok vpřed jsem nedokázal správně implementovat pro všechny prováděné změny v projektu.

### 7.3 Návrh na vylepšení

Při vývoji aplikace jsem si ujasnil možnosti jejího vylepšení. V další fázi vývoje bych zvolil výkonnější grafické API. To znamená, že namísto GDI+ bych použil OpenGL nebo Microsoft DirectX. Dále bych zvolil nakoupit profesionální knihovnu zahradních prvků a textur. Doplnil bych více nástrojů pro manipulaci s grafickými objekty a ještě více funkcí pro ovládání aplikace počítačovou myší. Ke správné funkci příkazů „Undo“ a „Redo“ bych do aplikace implementoval návrhový vzor „Memento pattern“ nebo „Command pattern“, jejich popis uvádí například [13].

### 7.4 Možnost nasazení aplikace do praxe

Reálné nasazení aplikace NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD je možné. Nabízí se příležitost pro stavební projektanty, kterým nabízím mou aplikaci jako podpůrný prostředek pro osazení navržené stavby na stavební pozemek. V okolí stavby je možno navrhnout zahradu a představit tak stavebníkovi projekt stavby v širším kontextu. Aplikaci pro navrhování zahrad mohu nabídnout i stavebníkovi, který si může přizpůsobit zahradu podle svého záměru i bez asistence stavebního nebo zahradního projektanta.

## Závěr

Po nastudování problematiky návrhu a projektování zahrad jsem si stanovil požadavky na aplikaci. Na jejich základě jsem navrhl aplikaci z pohledu uživatele, kterým může být architekt nebo stavebník. Vytvořil jsem objektově orientovaný návrh a ten implementoval do zdrojového kódu. Aplikace má jednoduché ovládání. Logika a grafické uživatelské rozhraní aplikace NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD splňují stanovené zásady pro vypracování bakalářské práce s názvem „Návrh a projektování zahrad“. Aplikace umožňuje navržení vzhledu zahrady. Zahradu lze nakreslit a rozmístit v ní jednotlivé rostliny, výsadby a různé zahradní prvky. Stanovený cíl práce byl splněn.

## Conclusions

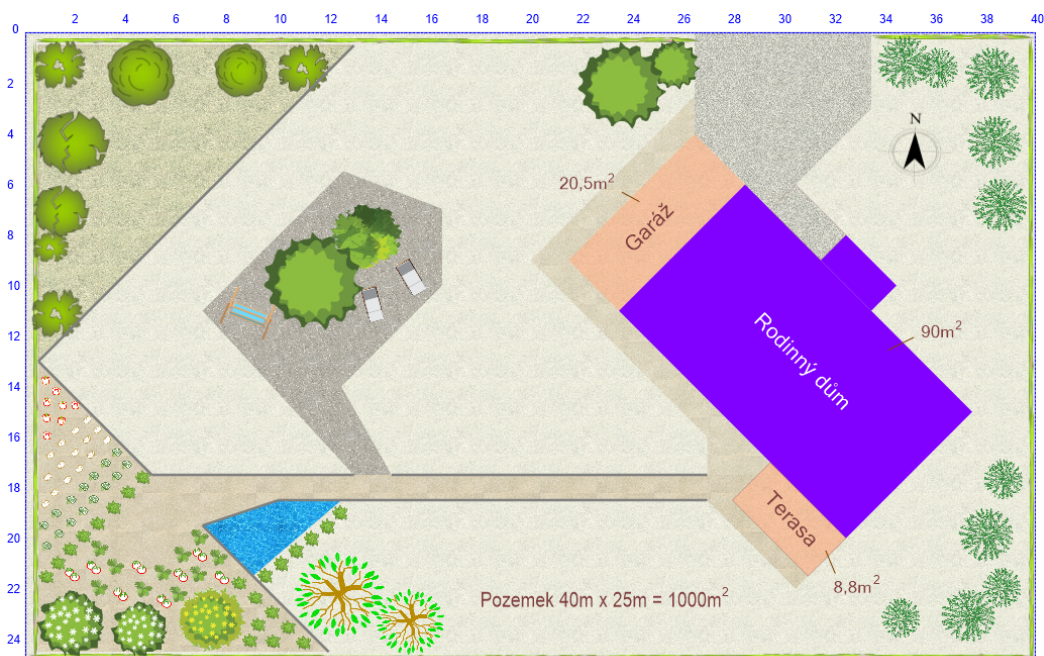
Based on current solutions and consultation with architect I have realized what the garden designing is. Due to of it I could determine the functional requirements of my application. I have created the application from the perspective of it's users – an architect or a builder. The next step in developing was to implement object-orientated design into the source code. Users can easily learn the application controls. The graphical user interface and the logic of application meet the principles for bachelor thesis called “Designing of gardens”. The application allows user to design a plan of garden. The garden can be drawn and deployed in plants, plantings and various garden elements. The final goal of the work is fulfilled.



## A Příklady grafického výstupu z aplikace



Obrázek 9: Formální typ zahrady v níž převažují pravoúhlé vzory



Obrázek 10: Formální typ zahrady v níž převažují diagonální vzory



## B Obsah přiloženého CD ROM

Přiložené médium CD ROM obsahuje následující adresářovou strukturu a soubory vytvořené aplikace NAVRHOVÁNÍ ZAHRAD:

### **bin/**

V tomto adresáři se nachází adresář *Navrhování zahrad*, který obsahuje spustitelný soubor aplikace ***zahrada.exe*** a soubor s uživatelskou nápovědou *zahrada-napoveda.chm*. Dále jsou zde podadresáře *Knihovna zahradních prvků*, *Textury*, *Uložené plány* a *Export plánu*.

Pro účely testování aplikace při tvorbě posudků práce je možné otevřít některý z vytvořených plánů zahrady v adresáři *Uložené plány*.

### **doc/**

Zde se nachází text bakalářské práce v souboru *Navrhování zahrad.pdf* a zdrojové soubory potřebné pro vygenerování PDF dokumentu v ZIP archivu s názvem *Navrhování zahrad.zip*.

### **src/**

V tomto adresáři se nachází zdrojový kód aplikace, který lze prohlížet a spustit ve vývojovém prostředí Microsoft Visual Studio verze 2017 otevřením souboru *Zahrada.sln*. Jednoduchá dokumentace kódu se nachází v souboru nápovědy *zahrada-dokumentace-kodu.chm*.

### **readme.txt**

V tomto souboru popisují podmínky k fungování aplikace, návod na její instalaci a spuštění. Je zde vypsán obsah podadresářů. Projekt s aplikací pro návrh a projektování zahrad se bude dále vyvíjet. Nová vylepšení jsou dostupná on-line v repozitáři GitHub [14].

## Literatura

- [1] PARLAMENT ČR. Zákon č.183/20016 Sb. Zákon o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů. §2 *Základní pojmy*, §3 *Terénní úpravy*, §158 *Vybrané činnosti ve výstavbě* [online]. [Cit. 2017-4-4]. Dostupný z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/>.
- [2] GARDEN PLANNER. Desktopová aplikace pro navrhování zahrad. *Uživatelské rozhraní v angličtině, navrhování pouze ve 2D* [online]. [Cit. 2017-4-4]. Dostupný z: <http://www.smallblueprinter.com/products.html>.
- [3] ALLPLAN 2017. Desktopová aplikace pro navrhování pozemních staveb. *Uživatelské rozhraní v češtině, navrhování ve 2D nebo ve 3D* [online]. [Cit. 2017-4-4]. Dostupný z: <http://www.allplan.com/cz.html>.
- [4] PROJEKCE NA 50. ROVNOBĚŽCE. Projektční kancelář, která se zabývá návrhem a projektováním pozemních staveb. *Vedoucí kanceláře Ing. Martin Černohous* [online]. [Cit. 2017-4-4]. Dostupný z: <http://projekce50r.cz/>.
- [5] MCHOY, Peter. *Plánování zahrady: Vyčerpávající návody, jak navrhnout a založit krásnou zahradu*. Třetí vyd. Dobřejovice: Rebo Productions CZ, s.r.o, 2012. 256 s. ISBN 978-80-255-0632-5.
- [6] MOUSE WHEEL. *UserControl: How to add MouseWheel Listener* [online]. [Cit. 2017-4-4]. Dostupný z: <http://stackoverflow.com/questions/7852824/usercontrol-how-to-add-mousewheel-listener>.
- [7] PROPERTYGRID. *Filtering properties in a PropertyGrid* [online]. [Cit. 2017-4-4]. Dostupný z: <http://www.codeproject.com/Articles/13342/Filtering-properties-in-a-PropertyGrid>.
- [8] CAD-BLOCK. On-line knihovna CAD elementů. [online]. [Cit. 2017-4-4]. Dostupný z: <http://cad-block.com/>.
- [9] SHUTTERSTOCK. On-line knihovna nabízející obrázky, videa a hudbu. [online]. [Cit. 2017-4-4]. Dostupný z: <http://www.shutterstock.com/>.
- [10] GIMP. Nástroj pro úpravu obrázků. *Licence rogramu GNU GPL* [online]. [Cit. 2017-4-4]. Dostupný z: <http://www.gimp.org/>.
- [11] ICONFINDER. On-line knihovna ikon. [online]. [Cit. 2017-4-4]. Dostupný z: <http://www.iconfinder.com/>.
- [12] HELPNDOC. Vývojové prostředí pro tvorbu uživatelské nápovědy. *Lic. Personal Edition* [online]. [Cit. 2017-4-4]. Dostupný z: <http://www.helpndoc.com/>.
- [13] OO-DESIGN. Návrhové vzory. *Popis algoritmů* [online]. [Cit. 2017-4-4]. Dostupný z: <http://www.oodesign.com/behavioral-patterns/>.
- [14] GITHUB. Navrhování zahrad. *Aktuální verze aplikace ve vzdálené správě verzí Git*. Dostupný také z: <http://github.com/salviadivinorum/ZAHRAHA>.