

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

OBOR GEODÉZIE A KARTOGRAFIE



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

ZPRACOVÁNÍ MAPY ORIENTAČNÍHO BĚHU S VYUŽITÍM GPS A  
STÁTNÍHO MAPOVÉHO DÍLA (DMR 5G, ZM10)

Vedoucí práce: Dr. Ing. Zdeněk Skořepa

Katedra speciální geodézie



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: H U D E Ā E K Jméno: Martin Osobní číslo: 460384

Zadávací katedra: 11154 (speciální geodézie)

Studijní program: GEODÉZIE A KARTOGRAFIE

Studijní obor: Geodézie, kartografie a geoinformatika

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Zpracování mapy orientačního běhu s využitím GPS a státního mapového díla (DMR 5G, ZM10)

Název bakalářské práce anglicky: Creation of the orienteering map using GPS and the State map series (DMR 5G, ZM10)

Pokyny pro vypracování:

Geodetické práce v terénu zahrnují digitální mapování v terénu pomocí tabletu s přihlédnutím ke specifickým potřebám mapy orientačního běhu. Kresba mapy pro orientační běh v programu OCAD. Grafickým podkladem nové mapy je mapa středního měřítka ZM 10 (umístění v souřadnicovém systému WGS 84 / UTM zone 33N). Zpracování digitálního modelu terénu (zdrojem výškopisných dat je DMR 5G) za pomoci softwaru Atlas DMT - terénní reliéf zobrazený vrstevnicemi.

Seznam doporučené literatury:


- 1/ Návod pro správu geodetických základů ČR. Praha 2015, ČUZK.
- 2/ Talhofer, V.: Základy matematické kartografie. Brno, Univerzita obrany, 2007.

Jméno vedoucího bakalářské práce: Dr. Ing. Zdeněk Skořepa

Datum zadání bakalářské práce: 18.2.2019

Termín odevzdání bakalářské práce: 27.5.2019

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

  
Podpis vedoucího práce

  
Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

26.2.2019

Datum převzetí zadání

  
Podpis studenta(ky)

## **Prohlášení**

„Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu.“

V Praze dne \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Martin Hudeček

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu Dr. Ing. Zdeňkovi Skořepovi, městu Planá nad Lužnicí za poskytnutí některých mapových podkladů, ČÚZK za poskytnutí základní mapy 1 : 10 000 a panu Ing. Tomáši Janatovi, Ph.D. za rady s programem OCAD.

# Abstrakt

Bakalářská práce zpracovává téma využití výškopisných laserových dat poskytovaných ČÚZK pro mapování v orientačním běhu. Hlavním cílem je vytvoření nové mapy pro orientační běh pomocí těchto dat. V budoucnu by mohla práce posloužit jako mapový podklad pro mapu orientačního běhu v dané oblasti.

## Klíčová slova

Orientační běh, mapa pro orientační běh, software OCAD, software ATLAS, data z laserového leteckého skenování DMR 5G, lesnické mapy, Open street map, OrthoPhoto mapa, Základní mapa ZM10, OpenOrienteering Mapper

.....

## Abstract

This Bachelor's thesis deals with the topic of using laser altimetry data provided by ČÚZK for map creation in orienteering. The main goal is to use this data to create a new orienteering map. In the future, this work could serve as the base map for an orienteering map in the area.

## Keywords

Orienteering, orienteering map, OCAD software, Atlas software, laser altimetry data DMR 5G, forest maps, OpenStreetMap, OrthoPhoto, base map ZM10, OpenOrienteering Mapper

## Seznam použitých zkratk

S-JTSK	Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
Bpv	Výškový systém Baltský - po vyrovnání
GNSS	Global Navigation Satellite System
OB	Orientační běh
DMR 5G	Digitální model reliéfu 5. generace
OP	OrthoPhoto map
ČÚZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
ČSOS	Český svaz orientačních sportů
OOM	OpenOrienteering Mapper
UTM	Universal Transverse Mercator

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	8
<b>2. Příprava dat</b> .....	9
<b>2.1 Universal Transverse Mercator (UTM)</b> .....	9
<b>3. Orientační běh</b> .....	10
<b>3.1 Orientační běh a běžecké kategorie</b> .....	10
<b>3.2 Mapový klíč</b> .....	12
<b>4. Mapové podklady</b> .....	13
<b>4.1 Open street map (OSM)</b> .....	13
<b>4.2 OrthoPhoto map (OP)</b> .....	14
<b>4.3 Základní mapa ZM10</b> .....	14
<b>4.4 Lesnická mapa</b> .....	15
<b>5. OCAD 11 Professional</b> .....	16
<b>5.1 O programu</b> .....	16
<b>5.2 Nastavení programu</b> .....	17
<b>5.3 Práce v programu</b> .....	17
<b>6. OpenOrienteering Mapper (OOM)</b> .....	20
<b>6.1 O programu</b> .....	20
<b>6.2 Nastavení programu</b> .....	21
<b>6.3 Práce v programu</b> .....	22
<b>6.4 Časté problémy</b> .....	23
<b>7. Atlas DMT</b> .....	23
<b>7.1 O programu</b> .....	23
<b>7.2 Nastavení programu</b> .....	23
<b>7.3 Práce v programu</b> .....	23
<b>8. Závěr</b> .....	27
<b>9. Použitá literatura</b> .....	28
<b>9.1 Seznam Příloh</b> .....	28

# 1. Úvod

Náplní této bakalářské práce je vytvoření mapy pro orientační běh v lesní lokalitě, kde doposud žádná obdobná mapa není zpracována. Závodníci si pak budou moci užít závod v lese, kde předtím nikdy nebyli a neznají okolí, což jim ztíží závod a vylepší zážitek z běhu. Dále to otevírá více možností pořádat závody pro klub SK Kotnov Tábor, čímž získá finance pro růst.

Mapa byla zpracovávána v programu OCAD 11 Professional na školním serveru přes vzdálené připojení. Dále byl využit program OpenOrienteering Mapper, se kterým se vytvářely všechny terénní práce. V neposlední řadě byl použit program ATLAS pro zpracování dat z DMR 5G a tvorbu vrstevnic, které byly následně vloženy do OCADU.

Důvodem výběru tématu bakalářské práce je osobní vztah k orientačnímu běhu, který jsem si vypěstoval především v minulosti.



## 2. Příprava dat

Pro zpracování bakalářské práce byla využita data DMR 5G pro vytvoření digitálního modelu terénu, která byla poskytnuta ČÚZK. Jedná se o mračno bodů z leteckého laserového skenování, cca 750 000 na rozloze 2 km<sup>2</sup>. Každý bod má souřadnice Y, X, H v souřadnicovém systému S-JTSK a Bpv. V souboru se vyskytuje na každém řádku jeden bod. Tato data je zapotřebí transformovat do souřadnicového systému WGS84, ve kterém se mapa zpracovává.

Je více možností, jak s co nejmenší odchylkou převést data mezi systémy. Geoportál ČÚZK nabízí na své webové stránce převod souřadnic. Problémem je, že data, která byla zakoupena, mají přes 20 MB a webový transformátor zvládá transformovat pouze soubory do maximální velikosti 1 MB. Za pomoci freewaru HJSplit se podařilo data rozdělit na soubory velikosti 600 kB (horní limit velikosti, kterou dokáže stránka skutečně zpracovat) a jednotlivé soubory převést do UTM.

Bylo transformováno cca 90 souborů jednotlivě, což je časově velice náročné a při mapování větší oblasti téměř nemožné. Nabízela se i možnost vytvořit si v programovacím jazyku Matlab vlastní program pro transformaci s použitím vypočítaného transformačního klíče, byla by to mnohem snazší varianta (aplikace prostorové transformace).

### 2.1 Universal Transverse Mercator (UTM)

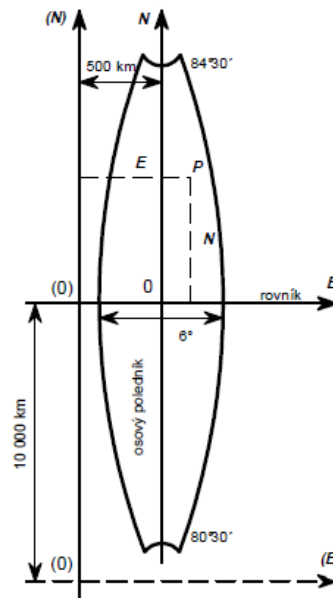
Podle [1] se *zobrazení UTM začalo používat v USA zejména pro potřeby armády v roce 1947. Postupně se rozšířilo jako jedno ze standardizovaných zobrazení pro topografické mapy a pro lokalizaci dat GIS v rámci NATO. Zobrazení se používá pro celou Zemi od 84° severní zeměpisné šířky po 80° jižní zeměpisné šířky, opět ve variantě 6° poledníkových pásů. Osy se zpravidla označují N a E (standardní označení v rámci NATO, přičemž se souřadnice zpravidla uvádějí v pořadí E, N), někdy se mohou označovat stejně jako u Gaussova zobrazení X, Y. V současné době je nejčastěji používán elipsoid WGS84. Zobrazení se liší od původního Gaussova zobrazení použitím měřítkového faktoru  $m_0 = 0,9996$ , jímž jsou vynásobeny obě zobrazovací rovnice. V podstatě se jedná o totéž zobrazení s konstantně zkresleným osovým poledníkem. Odvození zobrazovacích rovnic je zobrazeno v [1]. Výsledný tvar je:*

$$N = m_0 \left( S_p + N_{el} \cos \varphi \sin \varphi \frac{\lambda^2}{2} + N_{el} \sin \varphi \cos^3 \varphi (5 - t^2 + 9\eta^2 4\eta^4) \frac{\lambda^4}{24} + \right. \\ \left. + N_{el} \sin \varphi \cos^5 \varphi (61 - 58t^2 + t^4 + 270\eta^2 - 330\eta^2 t^2) \frac{\lambda^6}{720} \right),$$

$$E = m_0 \left( N_{el} \cos \varphi \lambda + N_{el} \cos^3 \varphi (1 - t^2 + \eta^2) \frac{\lambda^3}{6} + \right. \\ \left. + N_{el} \cos^5 \varphi (5 - 18t^2 + t^4 + 14\eta^2 - 58\eta^2 t^2) \frac{\lambda^5}{120} \right),$$

kde  $N_{el}$  je příčný poloměr křivosti elipsoidu,  $S_p$  je délka oblouku osového poledníku od rovníku,  $t = \operatorname{tg} \varphi$  a  $\eta^2 = e' \cos \varphi$ , kde  $e' = \frac{a^2 - b^2}{b^2}$ , 2. excentricita.

Na obr. 1 je vidět zobrazení poledníkového pásu v UTM.



Obr. 1 Zobrazení UTM

## 3. Orientační běh

### 3.1 Orientační běh a běžecké kategorie

Podle [2] je *orientační běh* (zkratka *OB*) definován jako *moderní sportovní odvětví vytrvalostního charakteru, při němž je nutno se správně a rychle orientovat v*

*neznámém terénu. Při závodě se hledají kontrolní stanoviště (kontroly) ve stanoveném pořadí a v nejkratším možném čase. Cestu mezi kontrolami si každý volí podle vlastní úvahy za pomoci mapy, buzoly a stručného popisu kontrol. O úspěchu v závodě rozhoduje tedy správná orientace a rychlý běh.*

Závodit může úplně každý od útlého věku, do 10 let s doprovodem, nebo pak od 10 let samostatně. V tomto sportu nezáleží na věku či pohlaví. V tab.1 je rozdělení běžeckých kategorií podle věku a pohlaví (ženy mohou startovat v mužské, obtížnější, kategorii – toto se však využívá spíše ve štafetových soutěžích, kdy je třeba doplnit oddílový tým).

Závodník si může zvolit kategorii podle toho, na jakou obtížnost se cítí, pokud splňuje podmínky pro danou kategorii.

Dále existují podkategorie, které se používají převážně pro kategorie H21 a D21, vzhledem k největší účasti. Tyto podkategorie jsou A, B, C, D, a pro elitní závodníky E, kde A značí nejtěžší obtížnost. Například kategorie H21D je nejlehčí kategorie pro muže od 21 let.

*Tab.1 Kategorie OB*

<b>Věk</b>	<b>Muži</b>	<b>Ženy</b>
<b>0-10</b>	<b>H10</b>	<b>D10</b>
<b>0-12</b>	<b>H12</b>	<b>D12</b>
<b>0-14</b>	<b>H14</b>	<b>D14</b>
<b>0-16</b>	<b>H16</b>	<b>D16</b>
<b>0-20</b>	<b>H20</b>	<b>D20</b>
<b>21+</b>	<b>H21</b>	<b>D21</b>
<b>35+</b>	<b>H35</b>	<b>D35</b>
<b>40+</b>	<b>H40</b>	<b>D40</b>
<b>45+</b>	<b>H45</b>	<b>D45</b>
<b>50+</b>	<b>H50</b>	<b>D50</b>
<b>55+</b>	<b>H55</b>	<b>D55</b>
<b>60+</b>	<b>H60</b>	<b>D60</b>
<b>65+</b>	<b>H65</b>	<b>D65</b>
<b>70+</b>	<b>H70</b>	<b>D70</b>
<b>75+</b>	<b>H75</b>	<b>D75</b>
<b>80+</b>	<b>H80</b>	<b>D80</b>
<b>85+</b>	<b>H85</b>	<b>D85</b>

*Poznámka: Závodník je ve výběru kategorie omezen minimálně, v dětských kategoriích je výhodou být starší, proto je zde maximální věkový limit. Od 21 let je zase výhodou být mladší, tudíž je nastavena spodní věková hranice.*

### 3.2 Mapový klíč

Na mapu pro OB nejsou kladeny takové nároky na přesnost jako u jiných map. Pro mapy OB obecně platí, že musí být tak přesné, aby závodník během závodu nezpozoroval nesrovnalosti. Protože nikde není uvedena minimální přesnost a pro oko závodníka, který se orientuje podle významných bodů, jako je například posed, cesty, či hranice lesa, není přesnost důležitá (stačí metry), tak jsou dnes obvykle mapy zaměřeny pomocí GNSS v mobilním zařízení (tablet, mobilní telefon, ruční GNSS přijímač).

Vzhledem k tomu, že závodníci jsou pro orientaci vybaveni pouze mapou a buzolou a štelka buzoly ukazuje k magnetickému severu, tak i mapa musí být tímto směrem natočena. Směr je na mapě znázorněn tenkými modrými čarami (v OB terminologii tzv. „magnetické směrníky“, viz obr. 2).



Obr. 2 Magnetické směrníky

Pro tuto práci je použitý výškový systém Bpv, který je zobrazený vrstevnicemi, které byly vypočítány v programu Atlas DMT, za pomoci souřadnic bodů získaných z DMR 5G zapůjčených z ČÚZK.

Mapa pro OB musí zároveň splňovat všechny specifikace podle ISOM 2017 (International Specification for Orienteering Maps). Tyto specifikace byly přeloženy do češtiny panem Liborem Bednaříkem a vydány mapovou radou ČSOS.

## 4. Mapové podklady

### 4.1 Open street map (OSM)

OSM (obr. 3) je volně přístupná mapa, která se dá exportovat ve formátu s koncovkou \*.osm, kterou OCAD dokáže importovat a vytvořit soubor \*.crt, který slouží k převedu vektorových linií do OCAD vrstev. Mapa ve formátu OSM je vektorová mapa, která má různé vrstvy, například typ silnice, nebo rozlišení lesa od orné půdy. Tato mapa je velmi přesná, co se týče umístění cest a silnic, ale není moc podrobná a neobsahuje všechny lesní cesty ani další podrobnosti nutné pro mapu OB. Tato mapa také připojí projekt do souřadnicového systému.

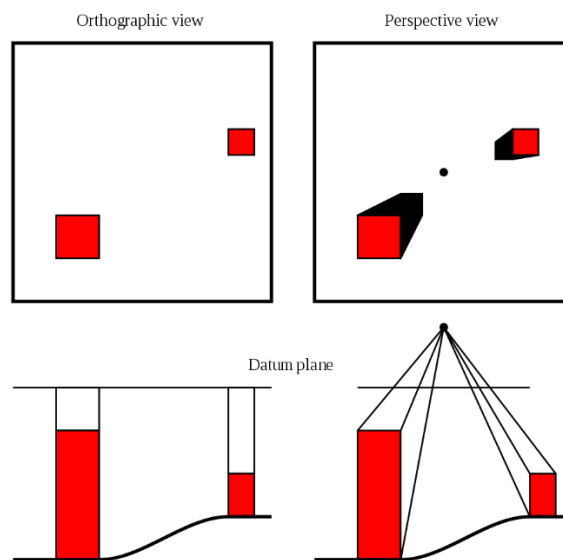


Obr. 3 Podklad OSM

Mapa OSM zobrazuje polohu středních a větších cest v souřadnicích, tudíž je možné najít pomocí přijímače GNSS polohu na mapě.

## 4.2 OrthoPhoto map (OP)

Ortofoto mapa je obrázek složený z leteckých a satelitních snímků transformovaných tak, aby vypadaly, že jsou pořízeny vertikálně ze shora z nekonečné vzdálenosti, viz obr. 4.



Obr. 4 Zobrazení Ortofoto<sup>1</sup>

Mapy OP jsou pouze obrázky s koncovkou \*.jpg, které nejsou v souřadnicích. Po importu do OCADu se musí transformovat na již existující mapový podklad – na stávající linie. Díky nepřesnostem, které nastanou, se mapa stává pouze orientační a nedají se z ní získat žádné přesné údaje pro mapu OB. Tento mapový podklad byl především používán v lese při mapování pro orientaci v terénu.

## 4.3 Základní mapa ZM10

Základní mapa ZM10 (obr. 5) v měřítku 1 : 10 000 byla poskytnuta geoportálem ČÚZK, jako podklad pro zpracování bakalářské práce. Tato mapa je ve formátu \*.tiff, tudíž obrázek. Jako příloha k samotné mapě je soubor, který obsahuje souřadnice rohů mapového listu, díky kterým se obrázek umístí do mapy v souřadnicích se zachováním měřítka.

<sup>1</sup> <https://en.wikipedia.org/wiki/File:OrthoPerspective.svg>

Tento mapový podklad byl využit převážně pro zakreslení lesních cest a cestiček, které se na ostatních mapách nezobrazovaly. Při dokončovací fázi byl podklad také využit pro přibližnou kontrolu vrstevnic.

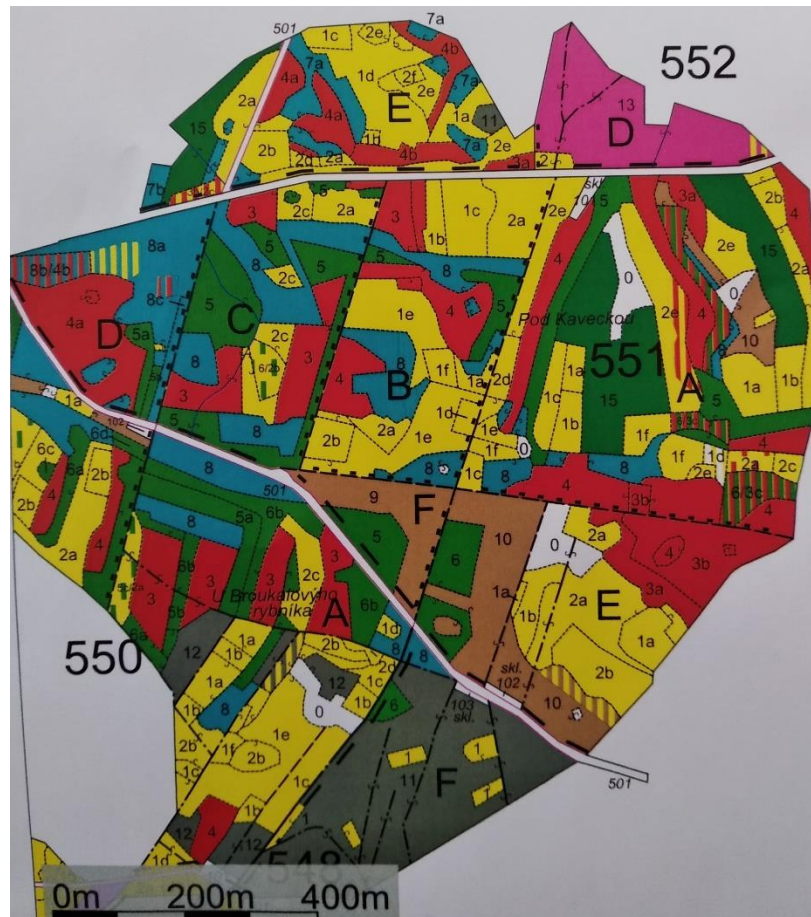


Obr. 5 Mapa ZM10 (celá zájmová oblast)

#### 4.4 Lesnická mapa

Lesnická mapa (obr. 6) byla poskytnuta městským úřadem města Planá nad Lužnicí v analogové podobě. Mapa se na úřadě nacházela i v digitální podobě, ale není možnost ji exportovat do příslušného formátu. Proto jsem dostal jen tištěnou verzi. Pořízením fotografie pomocí mobilního telefonu a „natažením“ na již předešlé mapové podklady se podařilo mapu uplatnit.

Mapa zobrazuje různé druhy lesů podle stáří stromů. Protože nebyla k dispozici ani legenda, tak až v terénu se dalo zjistit, co jaká barva symbolizuje, mnohokrát jedna barva znamenala i více věcí.



Obr. 6 Lesnická mapa

## 5. OCAD 11 Professional

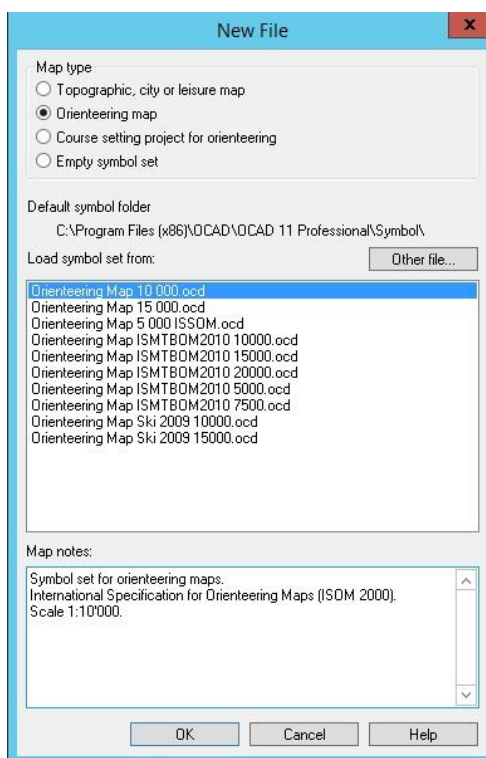
### 5.1 O programu

Podle [3] je OCAD definován jako *počítačový program určený pro kresbu všech druhů map. Program umožňuje kartografickou kresbu a obsahuje editační nástroje, jako například praktický editor mapových symbolů, automatické řešení kresby křižovatek, kresbu pomocí Beziérových křivek, funkci kresby podél linie, (snapping), možnost ovlivnění pozice jednotlivých čárek u čárkovaných čar, funkci Spasování (Rubbersheeting) – lineární transformace mapy po částech k nápravě různých deformací, georeferencování, výpočet vrstevnic a klasifikaci výšky vegetace z DEM, tvorbu stínovaného reliéfu.*



## 5.2 Nastavení programu

Po otevření programu OCAD se otevře nový soubor. Na obr. 7 je vidět šablonu, kterou uživatel chce použít pro mapové dílo. Vzhledem k malé rozloze mapované lokality vyhovuje nejvíce měřítko 1 : 10 000 (v současnosti nejčastěji používané měřítko mapy pro OB) a šablona Orienteering Map.



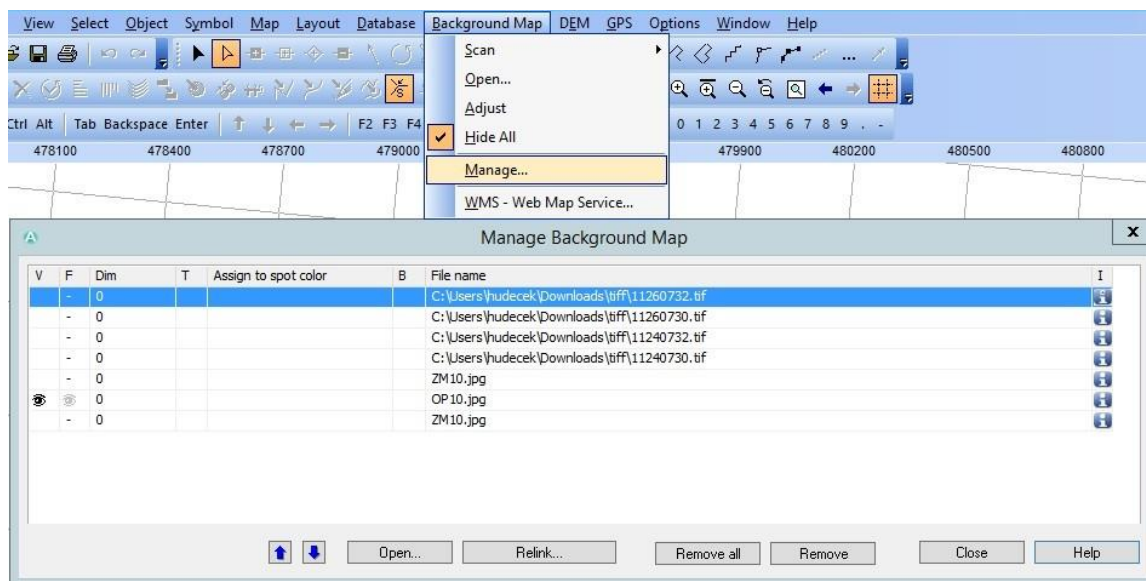
Obr. 7 – Založení projektu

## 5.3 Práce v programu

Po provedení základního nastavení je zapotřebí importovat tzv. *base map*, podkladovou mapu, která umístí projekt na správné místo v souřadnicovém systému, který hodláme využívat. Pro tuto práci je vhodné využít souřadnicový systém WGS84, vzhledem k tomu, že přijímače GNSS v mobilech či tabletech využívají stejný souřadnicový systém. Pro tyto účely byla importována mapa OSM.

Následně je třeba importovat zbylé mapové podklady jako tzv. *background map*, které dále pomohou při zpracovávání projektu. Jak již bylo řečeno v kapitole o mapových podkladech, pro tyto účely byly importovány ZM10, OP mapa a lesnická mapa.

Přehled těchto podkladů se dá zobrazit v menu *Background Map* a dále *Manage*, viz obr. 8, kde se s těmito podklady dá i dále pracovat.



Obr. 8 Background Map

V menu je možné zviditelňovat či skrývat mapy, které jsou či nejsou momentálně potřeba, dále se může nastavit překryv, či menší viditelnost, aby tvůrce byl schopen vidět, co kreslí, či aby porovnával, jak jsou vůči sobě podklady přesné.

Po importu a transformaci na příslušné mapové podklady ve správném měřítku se může začít prací na mapě OP. Nejvýhodnější je na začátku využít lesnickou mapu, vzhledem k tomu, že odděluje hranice lesa podle stáří. Podle mých zkušeností s lesnickou mapou nezachycuje tato mapa přesně skutečný stav lesa. Může se stát, a je to velmi běžné, že i když jsou v lesnické mapě dvě části lesa stejnou barvou, nemusí to nutně znamenat, že se jedná o stejný druh lesa. Proto je dobré nakreslit podle lesnické mapy hranice všech lesních částí ještě předtím, než se vyrazí do terénu.

Poté se může začít s prací v terénu. Pokud se v plánovaném úseku nevyskytuje žádná lesnická mapa, či není k dispozici, tak se může okamžitě začít se samotným mapováním.

Práce v terénu je popsána samostatně v kapitole 6.

Po ukončení mapovacích prací je důležité co nejdříve data zpracovat v OCADu. Protože v terénu se do zařízení zakresluje stylusem (pero pro dotykovou obrazovku), nejsou data z aplikace OOM tak přesná (metry) a je třeba zakreslené čáry upravit a redukovat množství bodů.

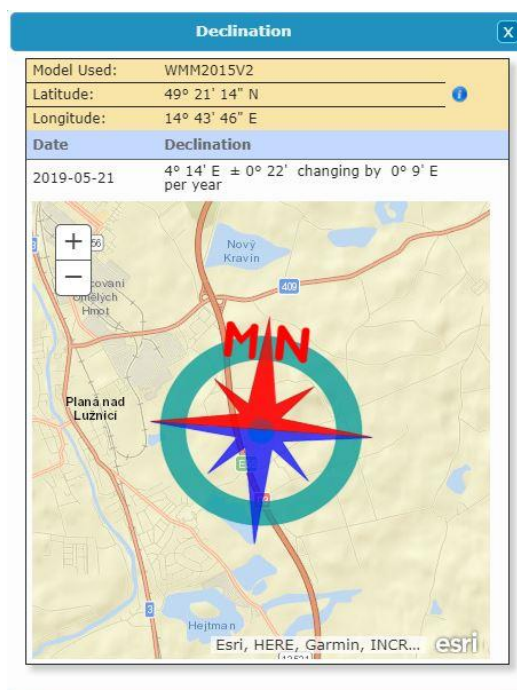
Na obr. 9 jsou vidět data z OOM pořízená v terénu a stejná část lesa po úpravě v OCADu.



Obr. 9 Mapa před a po úpravě

Pak je také důležité importovat správné barvy, které jsou oficiálně používány. Od dubna 2019 se nejnovější balíček barev dá stáhnout pouze ze stránek OCADu a to pouze pokud jste majitelem licence OCAD. Starší verze jsou volně ke stažení a nejnovější verze se liší od starší jen nepatrně (například oddělení druhu porostu  $\dots \rightarrow \dots$ ). Většina barev však zůstává nezměněna.

Import vrstevnic je poslední krok před dokončením tiráže a orientace mapy k magnetickému severu (uvážení magnetické deklinace). Mapa byla stočena o  $4,2^\circ$  k východu, výpočet byl proveden na oficiálních stránkách NCEI (*National Centers for Environmental Information*), obr. 10



Obr. 10 Natočení k magnetickému severu

## 6. OpenOrienteering Mapper (OOM)

### 6.1 O programu

Podle [4] je OpenOrienteering Mapper *program pro tvorbu map OB a poskytuje bezplatnou alternativu k existujícímu proprietárnímu řešení. Základní výhody oproti tomuto řešení:*

*Open Source: Program je zcela zdarma, každý programátor ho může vylepšit.*

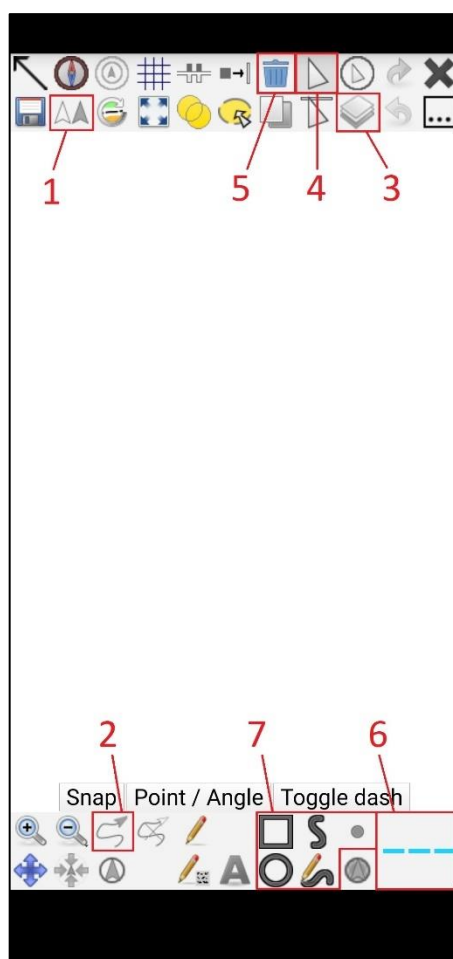
*Cross-platform: program funguje na Android, Windows, macOS a Linux.*

*Přestože je program stále ve vývoji a je považován za beta verzi, byl již použit pro vytvoření map pro klasický OB, MTBO (OB na kolech) a rádiové orientační běhy. Všechny potřebné funkce pro kreslení map jsou uvnitř a program je velmi stabilní. Takže může být považován za připravený pro produktivní využití, i když je vždy dobrým nápadem udržovat si zálohy vašich souborů. (přeloženo z angličtiny)*

## 6.2 Nastavení programu

Po otevření programu v mobilním zařízení je potřeba otevřít soubor s koncovkou \*.ocd, který byl již připraven v programu OCAD. Soubor se načte, velmi pravděpodobně se objeví tabulka, která bude odkazovat na některé funkce, které v OCADu jsou, ale OOM je nemá, tyto nedostatky nijak neovlivní samotnou práci, proto je možné toto upozornění ignorovat. Následně se vypíše seznam podkladů, na které se ocd soubor odkazuje, avšak OOM je nedokázal najít. Pokud jsou však všechny podkladové materiály ve stejné složce jako soubor \*.ocd, tak by neměl být žádný problém.

Přijmutím všech těchto upozornění se dostaneme do samotné aplikace, zobrazí se mapa a základní menu. V tomto menu je důležité povšimnout si a zkontrolovat několik věcí. Na obr. 10 jsou vidět zakroužkované a očíslované funkce. Tyto funkce jsou pod obrázkem podrobně rozepsány.



Obr.10 Menu OpenOrienteering Mapper

1. Tracking – Funkce, která v pravidelných krátkých intervalech kontroluje polohu, zaznamenává a kreslí trasu, po které bylo zařízení přenášeno
2. Tučnost - Funkce, která z tenké nevýrazné čáry (získané z funkce tracking), dělá silnější čáru, která mění tloušťku podle měřítko zobrazení mapy, tudíž je čára neustále okem viditelná a přehledná
3. BGM - Funkce Background map se chová stejně jako v programu OCAD, dovolí zviditelňovat, či naopak skrýt mapové podklady, které zrovna nepotřebujete
4. UO - Upravit objekt je funkce, která vám umožní zvětšovat či zmenšovat mapu, popřípadě manipulovat s již vytvořenými objekty či symboly
5. Koš - Funkce umožní smazat označené objekty
6. VS - Funkce Vybrat symbol umožňuje přístup k různým typům objektů, které následně mohou být vloženy do mapy
7. kreslit - kreslit je skupina funkcí, která udává, jakým typem vložení bude vybraný symbol vložen do mapy (bod, křivka, tužka).

### 6.3 Práce v programu

Všechna základní nastavení, jako měřítko, souřadnicový systém se zkopírují z \*.ocd souboru. Důležité je, aby se ve stejné složce, ze které se bude soubor otevírat, nacházely i všechny mapové podklady, které soubor využívá.

Velmi důležité je zkopírovat i soubor s koncovkou \*.crt, který byl vytvořen při importu OSM do OCADu. Díky tomuto souboru se převedou vektorové linie do OCAD vrstev.

Jakmile je vše připraveno, lze začít v dané lokalitě mapovat. Kromě nejsložitějších částí mapování, okraje a druhy jednotlivých lesních porostů, je třeba do mapy také zaznamenávat také další prvky, které závodníkům usnadní orientaci v terénu, jako jsou např. krmítka, posedy, velké kameny, velké kupy, jámy, vývraty apod.

Vždy předtím, než se mapař vydá do lesa, je třeba zjistit, jestli je funkce tracking aktivní. Následně se s mobilním zařízením projdou všechny cesty, okraje lesů a zaznamenají všechny dříve zmíněné objekty.

Po většinu času nebyl se signálem GPS problém. Na některých místech se zhoršila přesnost. Mobilní telefony či tablety pracují pouze s jedno frekvenčním přijímačem.

## 6.4 Časté problémy

Když je práce v lese dokončena, je důležité soubor uložit, protože se OOM po delší neaktivitě sama vypne, ale neukládá. Aplikace má automaticky ukládat data, ale z mých zkušeností tomu tak vždy není.

Při úpravě souboru v OCADu a opětovném nahrání do OOM se velmi často stává, že funkce tracking se nedá zapnout. Nepodařilo se mi zjistit čím je to způsobeno, ale problém se dá odstranit opětovným nahráním OSM do \*.ocd souboru, díky čemuž se funkce znovu zpřístupní.

# 7. Atlas DMT

## 7.1 O programu

Podle [5] je *hlavním účelem programu Atlas DMT tvorba, upravování digitálních modelů terénu (DMT) a vytváření grafických výstupů nad nimi. Jeho použití je však širší. V programu s grafickými dokumenty (výkresy) obsahujícími vektorovou i rastrovou kresbu. Základním stavebním prvkem dokumentu je objekt, který nese grafickou informaci. Některé typy objektů mohou obsahovat i negrafické informace. Objekty lze přitom v jednom dokumentu rozmísťovat na několik listů.*

## 7.2 Nastavení programu

Po otevření programu se objeví tabulka, která vyzve uživatele k založení nového dokumentu, či otevření existujícího. V tomto případě se založí nový dokument, a práce může začít.

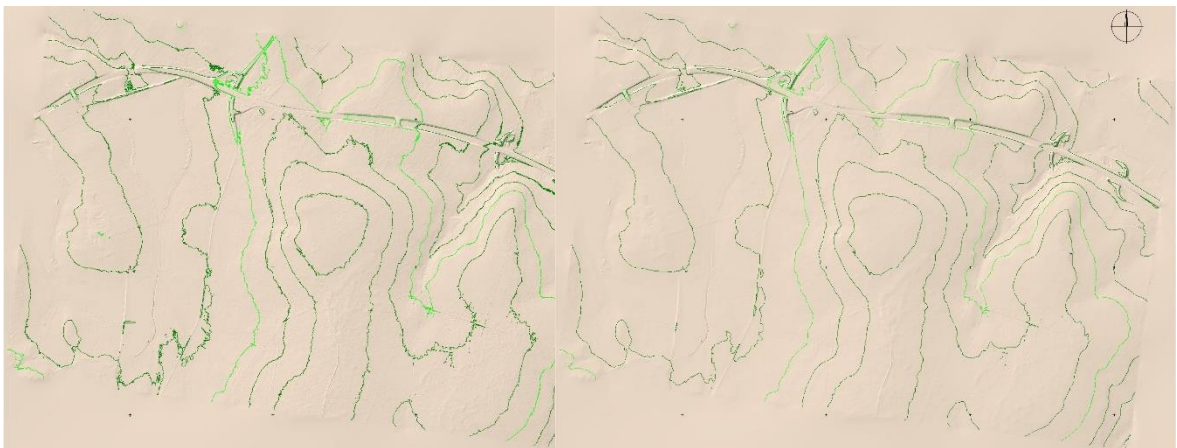
## 7.3 Práce v programu

Jako první věc při tvorbě je třeba založit model terénu a následně půdorys. Při zakládání v menu DMT-Operace s modelem-Generace modelu terénu se musí do vstupních dat vložit všechny transformované body z DMR 5G, zkontrolovat formát, jestli odpovídá tomu, co se v jednotlivých textových souborech nachází. Vygenerováním modelu se z vložených bodů vytvoří nepravidelná trojúhelníková síť (TIN - *Triangulated Irregular Network*), která podle [6] vzniká spojením sousedních podrobných bodů zaměřených polohově a výškově.

*Nepravidelná trojúhelníková síť se vytvoří při automatizovaném zpracování pomocí algoritmu Delaunayovou triangulací.*

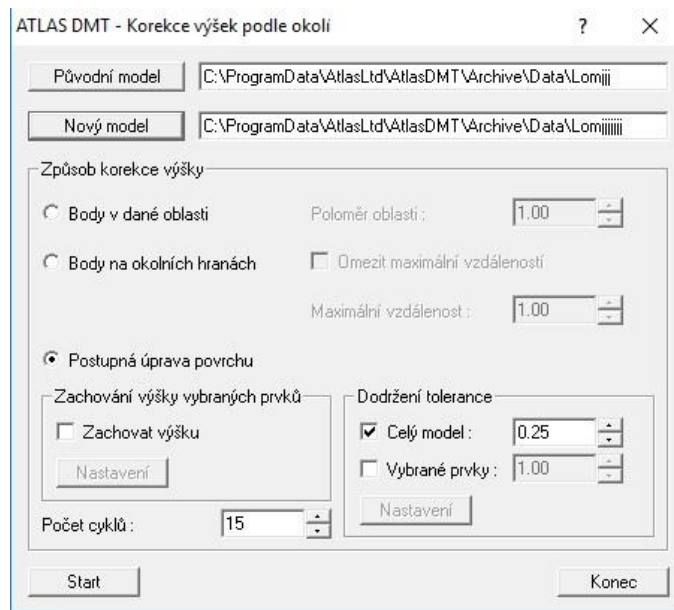
Model se vloží do programu i s půdorysem přes menu DMT-Vložit model Terénu-Založit i s půdorysem. Je velmi důležité dbát na zadání správného souřadnicového systému, ze kterého bude možné vrstevnice do OCADu importovat. Z tohoto pohledu se zvolí kartézský systém s orientacemi os jako v matematice.

Poté, co je model vygenerován, je třeba ho upravit, generalizovat. Jak je viditelné z obr. 11, vygenerovaný terén je velmi hrubý a vrstevnice pro potřeby mapy pro OB by nebyly vhodné. Generalizace se provede funkcí Korekce výšek podle okolí, která se nalézá v menu DMT-Operace s modelem. Tato funkce porovnává výšky všech bodů vůči ostatním a dále upravuje výšky všech bodů pomocí složitějšího algoritmu. Při zadávání požadavků pro generalizaci je nutné si povšimnout důležitých kolonek, které se musí upravit. Tyto kolonky jsou počet cyklů a dodržení tolerance, viz obr. 12. Počet cyklů bylo pro tuto práci nastaveno 15, avšak tento počet se u různých terénů liší. Dodržení tolerance udává maximální rozdíl výšek, který může být proveden. U této tolerance je vhodné, aby nepřekročila 0,25 m, protože pak se terén může zásadně lišit oproti skutečnosti.



Obr. 11 Modely terénu před a po generalizaci



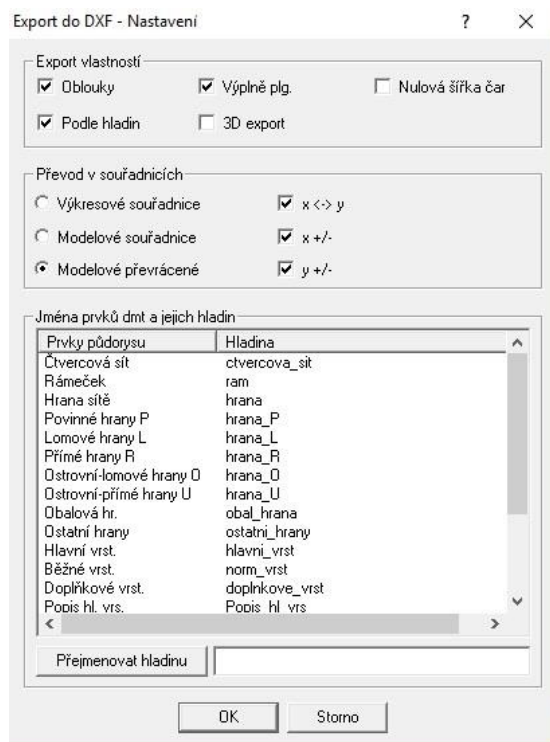


Obr. 12 Korekce výšek podle okolí

Následně se zapnou pracovní vrstevnice v menu DMT-Vrstevnice-Zobrazit pracovní vrstevnice. Po vygenerování těchto pracovních vrstevnic je vidět, že na některých místech utvářejí podivné útvary, či moc detailní, ostré rohy. Tyto nesrovnalosti se vymykají běžným mapám OB. Celá mapa má cca 1,15 km<sup>2</sup> a bodů z DMR 5G je cca 750 000. Díky velmi hustému bodovému pokrytí i po úpravě modelu terénu nejsou vrstevnice zdaleka použitelné, a proto je třeba znovu opravit model. Pomocí funkce zrušit bod je možné zrušit lokální vrstevnicové nesrovnalosti.

Jakmile jsou pracovní vrstevnice v podobě, které vyhovují zvyklostem mapy, je možné je exportovat do formátu dxf. Po vybrání funkce v menu, Export do DXF se objeví tabulka, která se uživatele dotazuje, jakým způsobem má být export proveden. Pro kartézský souřadnicový systém, ve kterém se práce zpracovává, je potřebné zvolit možnost *Modelové převrácené* zaměnit osy X a Y a změnit znaménko. Dále, což platí obecně pro export vrstevnic, ponecháváme z horního panelu zaškrtnuté pouze: *výplně plg.*, *oblouky* a *podle hladin*, viz obr. 13.

Díky omezené funkčnosti programu Atlas pro zobrazení UTM bylo nutné zažádat o konzultaci zaměstnance firmy Atlas, pana ing. M. Šoula, ale i přes profesionální pohled se nepodařilo některé funkce, které pro Křovákovo zobrazení fungují, zprovoznit (např. správné natočení Severky).



Obr. 13 Export do dxf

Po exportu práce v programu Atlas končí a je třeba vrstevnice dále upravit v programu OCAD.

## 8.Závěr

V této práci byla vyhotovena mapa pro OB s využitím dat leteckého laserového skenování DMR 5G, základní mapy ZM10, lesnické mapy, OP mapy a OSM. Použitý postup s využitím všech dostupných dat a použitím tabletu nebo mobilního telefonu při provádění terénních prací se osvědčil. Zpracování mapy OB v digitální formě má mnoho výhod, například možnost pozdější aktualizace či změny při zjištění nesrovnalostí.

Celkový čas strávený v terénu byl cca 80 hodin včetně závěrečné rekognoskace, která byla provedena po dokončení všech úprav na mapě. Práce v programu OCAD a ostatních použitých programech byla cca 40 hodin. Práce v terénu nemohla být provedena o moc rychleji, ale zpracování v programech by člověk, který se v nich vyzná a má vyzkoušený postup, mohl provést za cca 20 hodin.

Vzniklá mapa ještě není v evidenci map ČSOS. Mapu může vydat pouze oddíl, pro který byla práce provedena, a to stejné platí i pro evidenci. Průměrná cena za zhotovení mapy se pohybuje okolo 15 000 Kč za km<sup>2</sup>. Vzhledem k času stráveném na tvorbě mapy není pro geodeta tato zakázka výhodná (cca 150 Kč na hodinu, reálná cena na trhu za provedenou práci by byla cca 300 Kč za hodinu – zákonné odvody atd.), proto velkou většinu map tvoří členové oddílů a ne profesionálové.

## 9. Použitá literatura

- [1] TALHOFER, V. *Základy matematické kartografie: (skripta)*. Brno: Univerzita obrany, 2007. ISBN 978-80-7231-297-9.
- [2] *Orientační běh* [online]. [cit. 2019-04-25]. Dostupné z:  
<https://www.sobolomouc.cz/co-je-orientacni-beh>
- [3] OCAD [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z:  
<http://www.ocad.cz/?page=home>
- [4] *OpenOrienteering Mapper* [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z:  
<https://www.openorienteering.org/apps/mapper>
- [5] *Firemní příručka uživatele*. Praha: ATLAS, spol. s r.o., 2017.
- [6] SKOŘEPA, Z. *Studijní materiály pro Geodézii 3*. Praha, 2018.

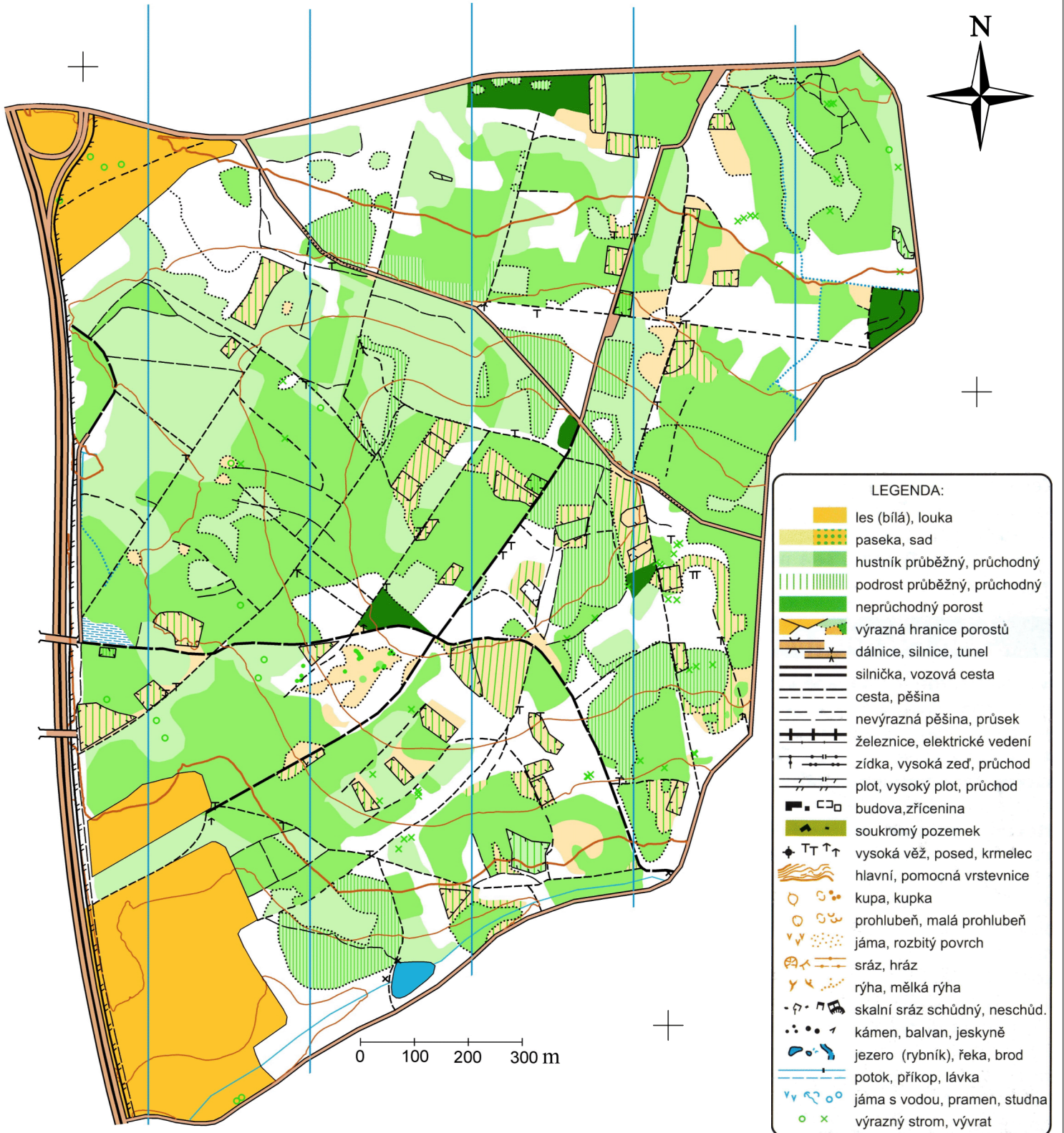
### 9.1 Seznam Příloh

Příloha č. 1 – vyhotovená mapa pro OB

Příloha č. 2 – Legenda pro OB mapu

# Ježkovský rybník

1 : 10 000  
ekv. 5 m



Použij při poruše elektronického zařízení

R1

R2

R3



Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz

Evidenční map OB : .....  
Mapoval a kreslil : Martin Hudeček  
mapové podklady : ZM10, DMR 5G, Ortofoto

stav : .....  
Vytiskl : .....  
Vydal : .....  
Správce mapy : .....

lesnická mapa,  
Open Street Map  
Květen 2019

# Mapové symboly a popisy kontrol

- les – snadný běh
- les (hustník) – pomalý běh / obtížný běh / neprůchodný
- podrost – pomalý běh / obtížný běh
- otevřený prostor – louka / pole
- sad
- divoký otevřený prostor (paseka)
- zarostlá paseka
- sídliště, soukromý pozemek
- světlinka
- roh lesa
- skupina stromů
- výrazný strom
- vývrát
- výrazná hranice porostů
- rybník
- rybníček
- překonatelný vodní tok (potok)
- pramen
- malý vodní příkop (vodoteč)
- bažina
- pevná půda v bažině
- úzká bažina
- jáma s vodou
- studna

- vrstevnice – hřbítek, nos
- vrstevnice – údolíčko
- vrstevnice – sedlo
- sráz (hliněný)
- lom
- mělká rýha
- rýha
- hráz
- kupka
- malá kupka
- prohlubeň
- malá prohlubeň
- jáma
- rozbitý povrch
- skalní sráz – neschůdný, schůdný
- skalní věž
- úzký průchod (skalní)
- kámen, velký balvan
- shluk balvanů
- jeskyně
- balvanové pole

- silnice
- zpevněná cesta
- cesta
- pěšina
- nevýrazná pěšina
- průsek
- železnice
- lávka
- elektrické vedení
- kamenná zed'
- plot
- vysoký plot (nepřekonatelný)
- rozpadlý plot
- průchod
- budova
- zřícenina
- zpevněný povrch
- krmelec
- malá věž, posed
- vysoká věž
- hraniční kámen, mohyla, trigonometrický bod



A	B	C	D	E	F	G	H
1	31				3		

A – číslo kontroly; B – kód kontroly; C – který objekt (z několika podobných); D – objekt kontroly (zpravidla mapová značka); E – další informace o vzhledu objektu kontroly; F – rozměry objektu kontroly, resp. kombinace dvou objektů kontroly; G – umístění lampionu vzhledem k objektu kontroly; H – další důležité údaje o kontrole