



# VRSTEVNICE

---

## Technická dokumentácia

---

Projekt na predmet Tvorba informačných systémov

Vedúci projektu:

Pavel Petrovič

Členovia vývojárskeho tímu:

Tomáš Bočinec  
Klára Horváthová  
Patrik Priebera  
Matej Vilík

Verzia dokumentu 1.1

---

13.1.2017

# Obsah

---

## 1. Špecifikácia požiadaviek

### 1.1. Úvod

- 1.1.1. Účel požiadaviek dokumentu
- 1.1.2. Rozsah produktu
- 1.1.3. Definície, pojmy a skratky
- 1.1.4. Odkazy

### 1.2. Všeobecný opis

- 1.2.1. Perspektíva projektu
- 1.2.2. Funkcie produktu
- 1.2.3. Charakteristiky používateľov

### 1.3. Konkrétne požiadavky

- 1.3.1. Načítanie údajov
- 1.3.2. Zobrazenie 3D modelu
- 1.3.3. Rotácia modelu
- 1.3.4. Približovanie modelu

### 1.4. Doplnková funkcionálnosť

- 1.4.1. Zobrazenie výškového rozdielu vrstevníc
- 1.4.2. Zobrazenie výšky daného bodu na modeli

### 1.5. Rozšírená funkcionálnosť

- 1.5.1. Možnosť načítania .gpx súborov
- 1.5.2. Režim príkazový riadok
- 1.5.3. Automatický export
- 1.5.4. Určenie východzieho uhla kamery

## 2. Návrh

### 2.1. UML Diagramy

- 2.1.1. Entitno relačný diagram
- 2.1.2. Use-case diagram
- 2.1.3. Stavový diagram
- 2.1.4. Sekvenčný diagram
- 2.1.5. Dekompozícia
- 2.1.6. Triedny diagram

### 2.2. Používateľské rozhranie

### 2.3. Analýza technológií

### 2.4. Testovacie scenáre

- 2.4.1. Načítanie stránky
- 2.4.2. Zadanie polohy kamery
- 2.4.3. Výškový rozdiel
- 2.4.4. Pridanie .gpx trasy
- 2.4.5. Uloženie modelu
- 2.4.6. Načítanie súboru
- 2.4.7. Zobrazenie modelu

## 3. Práca s aplikáciou

### 3.1. Výroba XMAP súborov



### **3.2. Používanie aplikácie**

- 3.2.1. Načítanie mapy
- 3.2.2. Vykreslenie 2D modelu
- 3.2.3. Renderovanie 3D modelu
- 3.2.4. Približovanie a rotovanie 3D modelu
- 3.2.5. Stiahnutie mapy



# 1. Špecifikácia požiadaviek

---

## 1.1. Úvod

### 1.1.1 Účel požiadaviek dokumentu

*Táto špecifikácia požiadaviek na softvér (ďalej ŠPS) popisuje používateľské, funkčné a parametrické požiadavky prvej verzie systému pre zobrazovanie a prácu s 3D modelom mapy a jej vykresľovania na základe vrstevníc.*

*ŠPS je určená pre ľudí, ktorých sa priamo aj nepriamo týka, a to najmä pre zadávateľa, cvičiacich a vývojárov.*

*Špecifikácia je súčasťou zmluvy medzi objednávatelom a dodávateľom. Bude slúžiť ako východisko pre vyhodnocovanie správnosti softvéru.*

### 1.1.2. Rozsah produktu

*Softvér bude mať za úlohu spracovať výstup z XMAP (výrez mapy s vrstevnicami) a následne sa zo spracovaných údajov vymodeluje 3D model, ktorý bude zobrazený užívateľovi. 3D model sa potom bude dať rotovať a približovať.*

### 1.1.3. Definície, pojmy a skratky

**OOM** - OpenOrienteering Mapper - slúži na tvorbu orientačných máp

**Vrstevnica** - krivka na mape, či v teréne spájajúca body s rovnakou nadmorskou výškou

**Mapa** - zjednodušené zobrazenie priestoru, navigačná pomôcka, ktorá zdôrazňuje vzťahy medzi objektmi v priestore

**GPS Exchange format** - súbory na ukladanie GPS dát, môže slúžiť na popísanie tratí a traťových bodov

**Prevýšenie** - rozdiel výšok dvoch bodov

**3D model** - reprezentácia trojrozmerného objektu

**Základná verzia aplikácie** - verzia implementujúca len najdôležitejšie súčasti aplikácie, popísané a označené v tomto dokumente



**Doplnková verzia aplikácie** - nadstavba nad základnou verziou aplikácie, obsahuje možné prioritné doplnenia aplikácie, ktoré budú uskutočnené po základnej verzii.

**Rozšírená verzia aplikácie** - nadstavba nad základnou a doplnkovou verziou aplikácie, pripravená v prípade splnenia časového plánu a implementujúca rozširujúce funkcionality popísané a označené na konci tohto dokumentu.

#### 1.1.4. Odkazy

OpenOrienteering Mapper - <http://www.openorienteering.org>

Verejný repozitár projektu - <https://github.com/TIS2016/Vrstevnice>

Verejný repozitár predchádzajúceho projektu - <https://github.com/TIS-BoardSmashers/3DMapVisualization>

gpx - <http://www.topografix.com/gpx.asp>

## 1.2. Všeobecný opis

### 1.2.1. Perspektíva produktu

*Hlavné využitie projektu bude na školách ako pomôcka pri výučbe, alebo aj ako vizualizačný prostriedok pre nadšencov ako aj bežných ľudí. Ďalšími používateľmi budú orientační bežci, ktorí si budú chcieť pozrieť pred behom terén bez fyzickej prítomnosti na danom mieste.*

### 1.2.2. Funkcie produktu

*Systém načíta údaje, spracuje ich a zobrazí 3D model. Tento model sa potom bude dať rotovať a približovať.*

### 1.2.3. Charakteristiky používateľov

*V aplikácii bude len jeden druh používateľa, ktorý bude mať k dispozícii všetky funkcie programu.*



## 1.3. Konkrétne požiadavky

### 1.3.1. Načítanie údajov

*Aplikácia bude mať za úlohu spracovať súbor vo formáte XMAP za pomoci systémového dialógu. Ak by nastala chyba pri načítaní súborov systém vyhodí hlášku o danej chybe.*

### 1.3.2. Zobrazenie 3D modelu

*Aplikácia zobrazí 3D model povrchu skonštruovaný z trojuholníkových plôch na základe vrstevníc zadaných vstupným súborom s počiatočnou kamerou umiestnenou v miernej vtácej perspektíve vzhľadom na 3D model.*

### 1.3.3. Rotácia modelu

*Model sa dá rotovať okolo všetkých osí  $x$ ,  $y$ ,  $z$  za pomoci počítačovej myši.*

### 1.3.4. Približovanie modelu

*Model sa dá približovať a oddalovať za pomoci kolieska na poč. myši.*

## 1.4. Doplnková funkcionálnosť

### 1.4.1. Zobrazenie výškového rozdielu vrstevníc

*V aplikácii je možné za behu nastaviť zobrazovanie výškového rozdielu vrstevníc, ktoré bude vyobrazené za pomoci gradientu farieb aplikované vzhľadom k stúpaniu.*

### 1.4.2. Zobrazenie výšky daného bodu na modeli

*Používateľ bude mať možnosť na model kliknúť pre zobrazenie výšky daného bodu.*



## 1.5. Rozšírená funkcionálnosť

### 1.5.1. Možnosť načítania .gpx súborov

*Aplikácia bude môcť dodatočne načítať .gpx súbory za pomoci systémového dialógu.*

### 1.5.2. Režim príkazový riadok

*Súbor s mapou môže používateľ špecifikovať aj ako argument príkazového riadku.*

### 1.5.3. Automatický export

*Ak používateľ zadá do príkazového riadku aj parameter -o meno\_souboru.png, tak sa výstupný 3D model nevykreslí, ale priamo uloží do určeného súboru a program hneď skončí.*

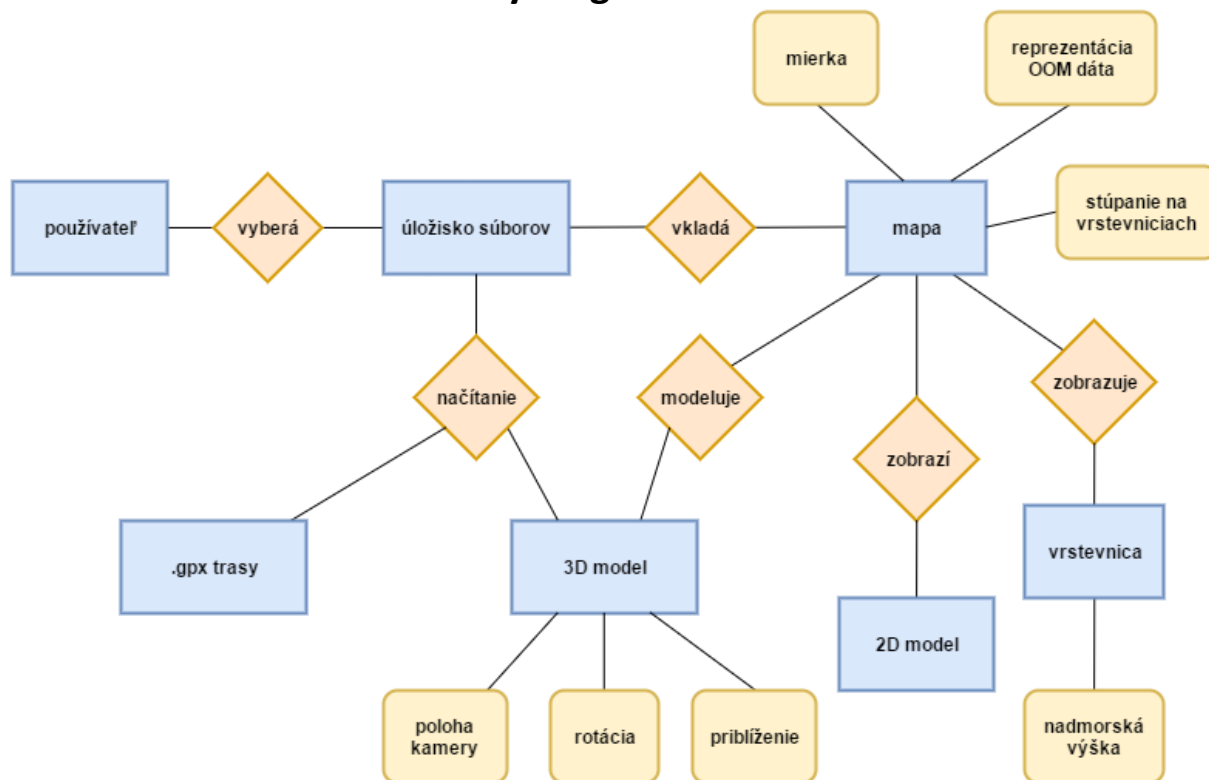
### 1.5.4. Určenie východzieho uhla kamery

*Ak používateľ zadá do príkazového riadku aj parameter -phi uhol, tak sa model vykreslí (alebo uloží do výstupného súboru) zobrazený tak, že pohľad z kamery bude smerom podľa stanoveného uhla (0 stupňov znamená sever).*

## 2. Návrh

## 2.1. Diagramy

### 2.1.1. Entitno relačný diagram

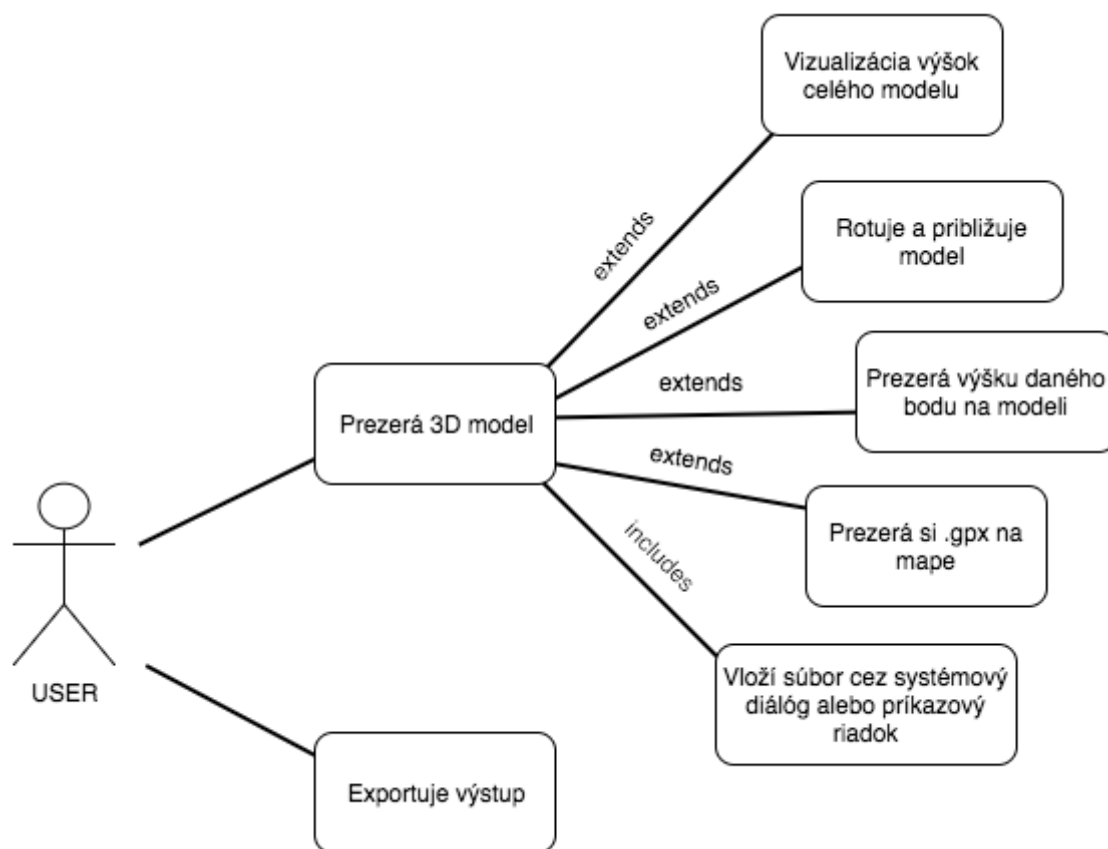


Obr. 1 - ERD

Entitno relačný diagram popisuje entity ako užívateľ, úložisko súborov, mapa, vrstevnica, 3D model a.t.d' (v diagrame znázornené modrými obdĺžnikmi )a ich vzťahy (relácie) medzi nimi (v diagrame znázornené kosoštvorcami). Napríklad aký má vzťah entita „užívateľ „ s entitou „úložisko súborov“, že z neho „vyberá“ entitu „mapu“ a „vkladá“ ju do aplikácie. Entity majú svoje atribúty (v diagrame znázornené žltými oválmi), ako napríklad entita „mapa“ má atribút „mierku“, „stúpanie na vrstevniciach“ a môže byť „reprezentovaná ako súbor s dátami OOM.



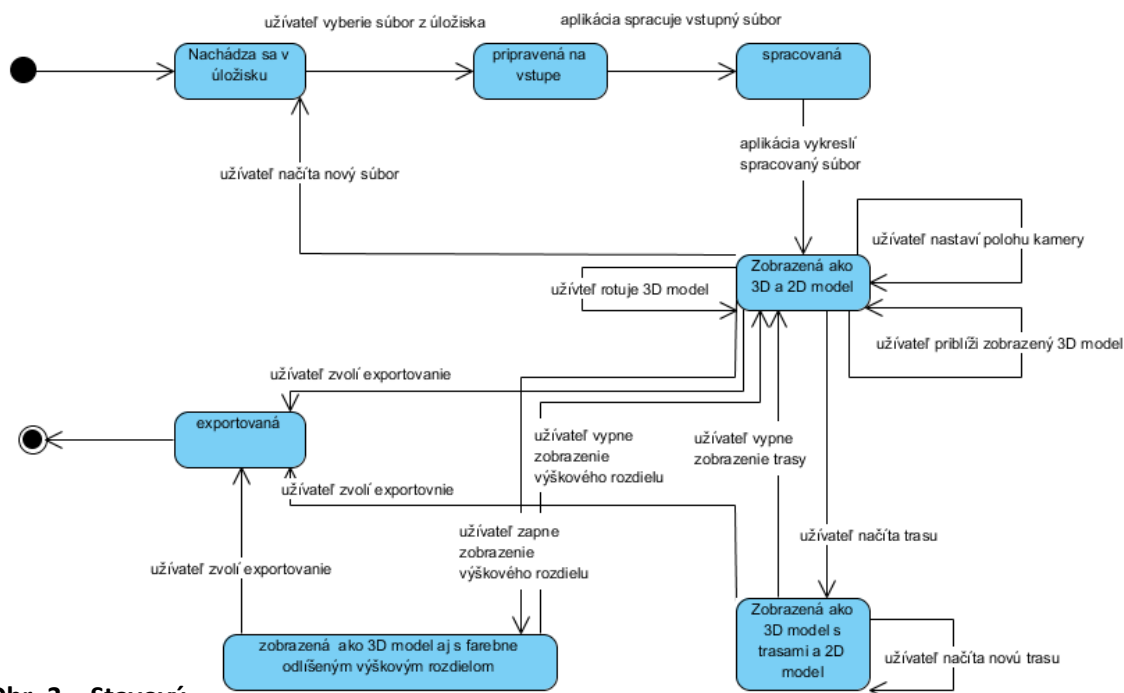
## 2.1.2. Use-case diagram



Obr. 2 – Use-case

Use-case diagram, alebo diagram používateľských scenárov popisuje osobu „actora“ v našom prípade používateľa, ktorý prichádza do styku s aplikáciou a jeho možné použitia aplikácie. Jeden zo scenárov je, že prezerá 3D model, ktorý môže prezeráť iba ak vloží súbor s mapou vrstevníc do aplikácie (includes) a súčasne ho môže rotovať, približovať, vizualizovať výšky, a.t.d' (extends). Používateľ je v našom prípade jediným actorom používateľských scenárov.

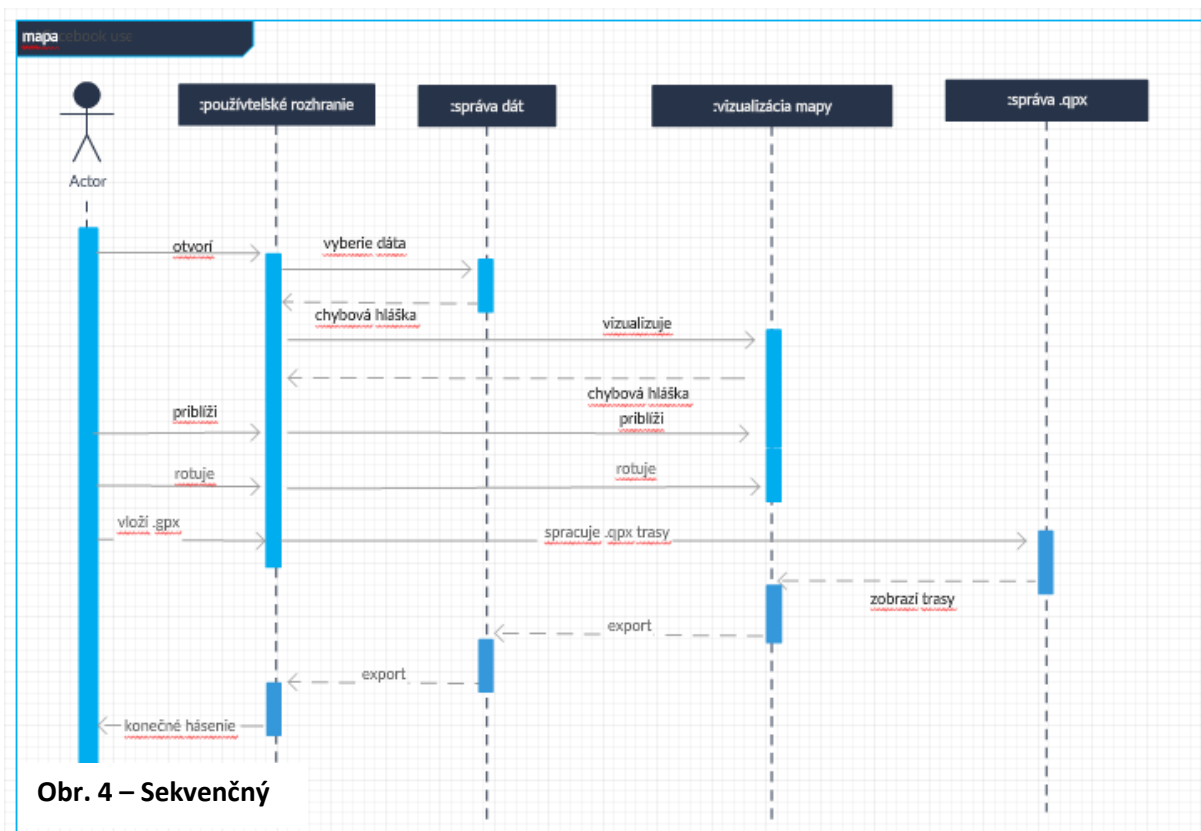
### 2.1.3. Stavový diagram



### Obr. 3 – Stavový

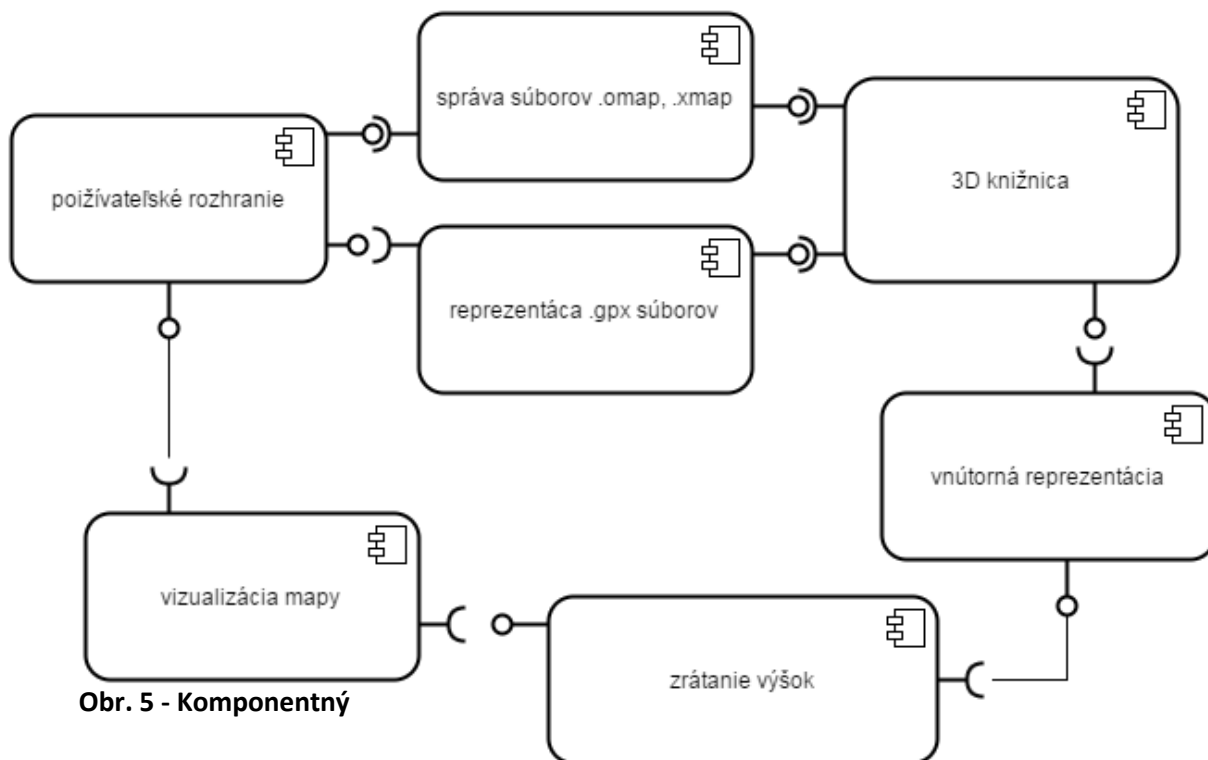
Statový diagram popisuje všetky stavy aplikácie, ktoré môžu nastať. Má východzí, počiatočný stav a konečný stav. Všetky stavy sa týkajú nejakej entity, v našom prípade mapy. Stavy sú spojené orientovanými úsečkami, ktoré popisujú z ktorého stavu sa dá do ktorého prejsť a majú svoj nadpis, ktorý hovorí o vykonanej akcii. Ako napríklad je mapa v stave „nachádza sa v úložisku“ a užívateľ ju vyberie a vloží do aplikácie, a potom už je v stave „priripavená na vstupe“.

## 2.1.4. Sekvenčný diagram



Sekvenčný diagram popisuje sekvenciu jedného používateľského scenára, komunikáciu medzi používateľom a entitami v našom prípade entitami ako „dáta .omap, .xmap“, „3D model“ a trasy „.gpx“. Čas plynie zhora nadol a komunikácia je zaznačená súvislým obdĺžnikom na prerušovanej životnej čiare entity. Ako príklad, používateľ vloží dáta, tým začne životný cyklus dát v aplikácii, tieto dáta potom používateľ vidí ako 3D model a môže ho približovať a rotovať. Ak chce vidieť aj .gpx trasy, tak ich vloží, a potom prezerá. Životný cyklus sa ukončí, keď už sa daná entita nepoužíva a ukončí svoju úlohu v aplikácii.

### 2.1.5. Dekompozícia



Obr. 5 - Komponentný

Dekompozícia je znázornená komponentným diagramom, ktorý znázorňuje všetky komponenty v aplikácii a ich hierarchiu. Ktorý komponent je potrebný na fungovanie ďalšieho komponentu. Napríklad pre vykreslenie 3D modelu je potrebné aby aplikácia načítala dáta v jednom komponente, potom zráťala výšky v ďalšom a vytvorila si vnútornú reprezentáciu, ktorú potom vykreslila.



### 2.1.6. Triedny diagram



## 2.2. Používateľské rozhranie

✓ Informačná hláška

Hľadať

názov\_súboru.xmap

Vykresli

Stiahnuť mapu

Renderovať

## 2.3. Analýza technológií

Na tvorbu aplikácie je nevyhnutné použiť technológie, ktoré budú kompatibilné s konceptami použitými v návrhu tejto aplikácie. Nepovažovali sme za účelné vytvárať aplikáciu od základov, nakoľko existuje už niekoľko prostredí, ktoré podporujú prácu s modelmi a umožňujú rýchlo vytvoriť vhodné a praktické grafické užívateľské prostredie.

Naša aplikácia bude dostupná online ako webová aplikácia naprogramovaná v programovacom jazyku JavaScript. Softvér bude mať za úlohu spracovať výstup z XMAP a následne vymodelovať 3D model. Po úvahách a diskusiách sme sa rozhodli použiť na vytváranie a zobrazovanie 3D modelov už existujúcu knižnicu **three.js** v programovacom jazyku JavaScript hlavne preto, že poskytuje širokú podporu webových prehliadačov a využíva aplikáčné rozhranie WebGL. Táto knižnica nám poskytuje viacero výhod, od vytvárania 3D modelov až po jednoduchú prácu s kamerou, t.j. približovanie a rotáciu modelu, čo je pre nás veľká výhoda. Na tvorbu užívateľského prostredia použijeme HTML5 a CSS3.

Stránka je zobraziteľná a plne funkčná na internetových prehliadačoch, ktoré podporujú HTML Canvas. Aplikácia bola testovaná v Microsoft Edge verzii 38, Mozilla Firefox verzii 49, Google Chrome verzii 54, Opera verzii 54 a Safari.

## 2.4. Testovacie scenáre

### 2.4.1. Načítanie stránky

Otestovať správne načítanie webovej stránky. Stránka po načítaní bude obsahovať kompletne všetky tlačidlá, dve zobrazovacie okná, vľavo pre 2D model a vpravo 3D model, a návod (legendu) k aplikácii pod samotnou aplikáciou.

### 2.4.2. Zadanie polohy kamery

Otestovať funkčnosť zadania polohy kamery. Používateľ bude môcť umiestniť ikonku kamery na 2D model, následne sa mu zobrazí 3D model podľa polohy kamery s príslušným uhlom na základe položenej ikony.

### 2.4.3. Výškový rozdiel

Otestovať funkčnosť výškového rozdielu. Po kliknutí sa 3D model zafarbí príslušnými farbami na znázornenie výšiek. Pre používateľa sa zobrazí legenda farieb.

### 2.4.4. Pridanie .gpx trasy

Otestovať funkčnosť pridania .gpx trasy. Používateľovi vyskočí dialógové okno na výber .gpx súboru. Trasa sa vykreslí do 2D modelu a následne sa vymodeluje do 3D modelu.

### 2.4.5. Uloženie modelu

Otestovať funkčnosť uloženia modelu. Po stlačení tlačidla na uloženie modelu sa uloží obrázok 3D modelu z momentálneho uhla kamery.

### 2.4.6. Načítanie súboru

Otestovať funkčnosť načítania súboru. Používateľovi vyskočí dialógové okno pre výber súboru. Následne sa zobrazí 2D model vrstevníc v ľavom zobrazovacom okne.





#### **2.4.7. Zobrazenie modelu**

Otestovať funkčnosť zobrazenia 3D modelu. Po stlačení tlačidla na zobrazenie modelu sa zobrazí 3D model.

## 3. Práca s aplikáciou

---

### 3.1. Výroba XMAP súborov

#### 3.1.1. Ohraničenie mapy

Mapy, treba mať vždy ohraničené objektom 704 z mapperu.

#### 3.1.2. Vrstevnice

Vrstevnice musia byť 101 alebo 102 (je to nastavené ako default v mapperi), iba tieto dve vieme vykresliť.

#### 3.1.3. Vstupný formát

Hotové mapy treba ukladať vo formáte .xmap

#### 3.1.4. Neukončené okrajové vrstevnice

Pravidlo k ohraničeniu – 704 čiarom, neukončená čiara vrstevnice musí byť až za ohraničením, lebo tieto čiary sa spájajú až nakoniec. Najprv sa spájajú čiary vo vnútri ohraničenia.

#### 3.1.5. Neukončené vrstevnice vo vnútri mapy

Ak existuje čiara, ktorá je vo vnútri neukončená a teda nemá kde ísť ako na obr. 8, tak ju treba v mapperi zmazať



Obr. 8

## 3.2. Používanie aplikácie

### 3.2.1. Načítanie mapy

Mapu načítate stlačením tlačidla „Browse“ (UI 2.2.1.), otvorí sa dialógové okno, v ktorom si zvolíte daný súbor vo formáte .xmap . Počkáte, kým vám vypíše: „Súbor načítaný“(UI 2.2.2.).

### 3.2.2. Vykreslenie 2D modelu

Pred vykreslením 3D modelu mapy, musíte vykresliť 2D model, aby ste mohli overiť, či je mapa správne spracovaná.

Vykreslíte 2D model stlačením tlačidla „Vykresli“ (UI 2.2.3.). Počkáte kým sa vám vypíše: „Prerátavam vrstevnice“ a „Vrstevnice prerátané“(UI 2.2.2.).

### 3.2.3. Renderovanie 3D modelu

3D model vyrenderujete stlačením tlačidla „Renderovať“ (UI 2.2.4.).

### 3.2.4. Približovanie a rotovanie 3D modelu

3D model môžete rotovať pomocou ťahania myšky po 3D modeli. Približovať a oddaľovať sa dá kolieskom na myši.

### 3.2.5. Stiahnutie mapy

Stiahnuť mapu si môžete v formáte““ stlačením tlačidla „Stiahnuť mapu“. Otvorí sa vám dialógové okno, kde si vyberiete miesto úložiska a zadáte názov súboru pod akým chcete mapu uložiť.