

Záverečná správa

Aktivita 2.2

*Názov aktivity: Analýza dát -
transfer poznatkov a technológií z výskumu lokalizačných služieb do odvetvia
dopravy*

OBSAH

| | |
|---|-----|
| OBSAH | iii |
| 1 ÚVOD | 1 |
| 1.1 Sumárne zhrnutie výsledkov | 2 |
| 2 Rozbor vstupných údajov Brokerského centra..... | 4 |
| 2.1 Rozdelenie a popis vstupných dát | 4 |
| 2.2 Rozsah a typ ukladaných dát | 10 |
| 3 Spracovanie dát z pohľadu hierarchie dátových tokov..... | 12 |
| 4 Realizácia sofistikovaného prepojenia na externé zdroje dát..... | 16 |
| 4.1 Požiadavky na kvalitu a zber vstupných údajov..... | 16 |
| 4.2 Zoznam použitých nástrojov na spracovanie softvéru..... | 18 |
| 5 Virtualizačná platforma..... | 20 |
| 6 Výsledky prototypu riešenia na lokalizačné služby v odvetví doprava | 25 |
| 6.1 CloudStack..... | 25 |
| 6.2 OpenStack..... | 27 |
| 6.3 Výber IaaS manažmentu..... | 29 |
| 6.4 Definícia OpenStack..... | 29 |
| 6.5 Algoritmy na spracovanie dát..... | 35 |
| 7 GEOSTORE.SK..... | 38 |
| 8 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY | 47 |



Príloha č.1 – Vzor dokumentu pre potvrdenie kvality spracovávaných údajov **Chyba! Záložka nie je definovaná.**



1 ÚVOD

Cieľom aktivity bol transfer poznatkov a technológií z výskumu integrovaných lokalizačných služieb pre potreby dopravy.

Funkciou aktivity bolo navrhnúť koncepciu ako vytvoriť čo najlepšie prostredie pre transfer nadobudnutých poznatkov a technológií v oblasti výskumu integrovaných lokalizačných služieb do rôznych oblastí dopravy. Snahou bolo tiež overiť navrhnutú koncepciu praktickými príkladmi transferovania nadobudnutých výsledkov počas riešenia tejto aktivity. Transfer poznatkov a technológií z výskumu integrovaných lokalizačných služieb do odvetvia dopravy by mal tiež zabezpečiť rast ekonomiky dotknutých regiónov.

Vstupmi do danej aktivity boli poznatky a technológie nadobudnuté najmä v centre výskumu integrovaných lokalizačných služieb vybudovaného v rámci riešenia aktivity 1.3. Na základe zhodnotenia existujúceho vybavenia, požiadaviek a možností univerzity boli špecifikované parametre vybavenia, ktoré boli realizované počas projektu, na základe verejnej súťaže.

V rámci prípravy projektu boli definované nasledovné riziká:

- zlyhanie ľudského faktora (choroby, preťaženosť, nával povinností, cesty do zahraničia, nezvládnutie zodpovednosti, a iné)
- projektové (týkajúce sa všetkých častí riadenia projektu, t.j. času, nákladov, rozsahu a kvality ukazovateľov výstupu a dopadu, zosúladenie výstupov s ostatnými časťami projektu, odborná úroveň členov projektového tímu a pod.)
- vonkajšie (zmeny na úrovni organizačnej štruktúry univerzity, vplyv rektora a iné)
- obchodné – týkajúce sa vhodnosti využitia navrhovaného prístrojového vybavenia pre pokrytie požiadaviek výskumu (externí dodávatelia, zmena cien, drahé doplnky, poddimenzovanie kapacít a schopností využívania prístrojov a pod.)
- technické – riziká spojené s uplatnením zvolených metodických postupov a zvoleného riešenia v prostredí laboratórneho i exteriérneho pracoviska (zmena platforiem, postupov, štandardov, zákonov a iné)
- etické (dodržiavanie pracovnej disciplíny, etických a morálnych zásad a iné)

Výskyt predpokladaných rizík sme eliminovali dostatočným naplánovaním personálnych kapacít na riešenej uvedenej problematike. Zároveň sme naplánovali dostatočnú časovú rezervu tak, aby prípadné časové sklzy v riešení projektu nenarušili celkový harmonogram projektu.

1.1 SUMÁRNE ZHRNUTIE VÝSLEDKOV

V rámci aktivít boli spracované nasledovné základné bloky:

1. podrobná analýza vstupných údajov
2. získanie know-how pre ich spracovanie
3. spracovanie virtualizačnej platformy



2 ROZBOR VSTUPNÝCH ÚDAJOV BROKERSKÉHO CENTRA

Spracovanie leteckých snímok a údajov získaných prostredníctvom leteckého laserového skenovania je pomerne náročná úloha, ktorá vyžaduje prácu s veľkým objemom vstupných údajov rôzneho charakteru. Keďže pri práci s týmito údajmi sa používa viacero programových produktov, je nutné aby bola zaručená aj ich náväznosť pri manipulácii s týmito dátami.

Laserové a obrazové údaje sú získavané vo forme surových dát, ktoré je neskôr potrebné spracovať. Vo väčšine prípadov projekt spracovania obrazových dát a dát leteckého laserového skenovania nezahrňuje len údaje z jedného náletu (boot), ale jedná sa o kombináciu údajov z rôznych náletov uskutočnených počas dlhšieho časového obdobia. To zťažuje aj samotnú prácu s nimi. Jeden nálet (anglicky označený ako boot) predstavuje časové obdobie, počas ktorého lietadlo poprípadne helikoptéra ostáva vo vzduchu.

Dôležitú úlohu pri spracovaní dát zohráva aj ich popis. Aby bol zaručený hladký a plynulý proces spracovania, je potrebné získané údaje vhodne popisovať pre každý nálet (boot). Vhodne nazvané vstupné údaje zabezpečia jednoduchšie previazanie medzi jednotlivými aplikáciami a jednoduchšiu manipuláciu s nimi.

Typy vstupných údajov použitých pri spracovaní obrazových dát a dát z leteckého laserového skenovania sa líšia v závislosti od hardwarového a softwarového riešenia použitého k získavaniu týchto údajov. V súčasnosti je na trhu k dispozícii viacero takýchto riešení. Jedným z nich je aj riešenie od spoločnosti Trimble.

2.1 ROZDELENIE A POPIS VSTUPNÝCH DÁT

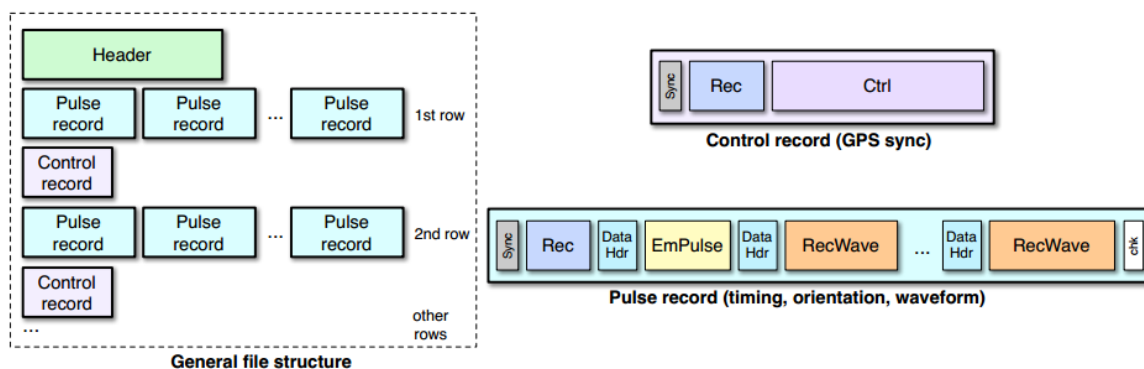
Celkovo možno vstupné dáta pre potreby generovania mračna bodov a ortofoto snímok rozdeliť do štyroch skupín na:

- laserové
- obrazové
- navigačné
- dáta Herrier systému



2.1.1 LASEROVÉ DÁTA

Vstupné **laserové dáta** predstavujú surové laserové údaje získané počas meraní vykonaných leteckým laserovým skenerom. Ide v podstate o surové full-waveform dáta. Sú uložené v binárnom formáte SDF (Sample Data File). Základnú štruktúru SDF súboru zobrazuje nasledujúci obrázok:



Obrázok 1 Štruktúra *.sdf súboru

(prevzaté z: <http://lsiit-miv.u-strasbg.fr/paseo/publis/j-asprs12.pdf>)

SDF súbory sú spracované programom RiANALYZE, kde dochádza k extrahovaniu echa zo surového signálu pomocou gausovej dekompozície. Výsledkom sú laserové údaje vo formáte SDC (sample data coordinate) určené pre ďalšiu prácu. Pre každé extrahované echo v SDC súbore sú zaznamenané nasledovné atribúty:

- x, y, z koordináty skenovacieho systému [m]
- GPS čas emitovaného laserového pulzu
- Rozsah extrahovaného echa [m]
- Uhol skenovania [$^{\circ}$]
- Aplimtúda (intenzita) určená gausovou dekompozíciou [DN]
- Šírka echa určená gausovou dekompozíciou [ns]
- Poradie daného echa
- Celkový počet odrazov daného laserového pulzu

2.1.2 OBRAZOVÉ DÁTA

Vstupné **obrazové dáta** sú uložené vo formáte IIQ, ktorý je založený na formáte *.tiff. Ide o surové letecké snímky (niekedy označované aj ako digitálny negatív), zahrňujúce len minimálne spracované údaje z obrazového senzoru. Súboru tohto typu sú uložené bez akýchkoľvek úprav farieb, jasu, odtieňa a ďalších parametrov. Štruktúru surovej leteckej snímky tvorí:

- Hlavička súboru
- Metaúdaje kamery
- Metaúdaje snímky
- Obrazové údaje senzoru

Tieto snímky nie je možné priamo použiť pre generovanie ortofotosnímkov. Preto je ich potrebné prekonvertovať do formátu *.tiff, poprípade *.jpg. Tento proces sa označuje ako spracovanie surových snímkov. Pre tieto účely bol v tomto projekte použitý program CaptureOne. Podrobnejší popis tohto procesu zobrazuje kapitola 5.

Okrem surových snímkov sú súčasťou vstupných obrazových dát aj náhľady snímkov s nižšou kvalitou, ktoré môžu byť použité pre rýchlejšie zobrazovanie obsahu danej snímky. Tie sú uložené vo formáte JPG. Veľkosť týchto súborov je niekoľko násobne nižšia oproti snímkam použitým pre tvorbu ortofoto.

2.1.3 NAVIGAČNÉ DÁTA

Ďalšiu skupinu vstupných dát tvoria dáta navigačného systému. Ide o navigačné údaje získané pomocou jednotky POS (Position and orientation system) systému Trimble. Údaje sú získavané vo formáte *.xxx. Neskôr sú spracované pomocou programu POSPAC. Výsledkom tohto spracovania je real-time navigačné riešenie uložené ako VNAV_*.out súbor, zahŕňajúce letovú dráhu a ďalšie informácie o dotknutom nálete.

Použitím *.xxx súborov a GPS údajov z pozemnej referenčnej stanice sa pomocou programu PosPac vypočítajú post-processingové navigačné údaje, ktoré sú neskôr použité pre



spracovanie laserových a obrazových údajov. Tieto dáta sú uložené vo formáte SBET_*.out file (viac v kapitole 3.1)

2.1.4 DÁTA HERRIER SYSTÉMU

Poslednú skupinu vstupných údajov tvoria **údaje Trimble Harrier systému**.

- Pre účely pokrytia územia pomocou leteckých snímok a laserových dát sú k dispozícii údaje vo formáte SNAV_*.out. Sú automaticky vypočítané systémom a zahŕňajú letovú dráhu a ďalšie informácie o nálete, pre ktorý boli vypočítané. Ide o vstupné údaje programu LPMaster (viac v kapitole 3.3).
- Súbory vo formáte COV.SDC predstavujú zmenšené SDC súbory, ktoré sú vypočítané automaticky systémom. Každý COV.SDC súbor korešponduje začiatku a koncu snímania laserovým skenerom. Môžu byť použité pre účely laserového pokrytia v prípade, že počas letu nedošlo k prekročeniu MTA zóny. V prípade ak došlo k prekročeniu MTA zóny, je potrebné k výpočtu laserového pokrytia použiť *.sdc súbory.
- Pre potreby výpočtu snímkového pokrytia a tvorbu ortofoto snímok systém automaticky generuje TACPhotoId.txt súbor. Obsahuje názvy snímok s prílušnou časovou značkou v rámci daného náletu. Z tohto súboru sa neskôr pomocou programu LPMaster generuje EO súbor – súbor s prvkami vonkajšej orientácie snímok (viac v kapitole 3.3).

2.1.5 OSTATNÉ TYPY VSTUPNÝCH DÁT

Okrem vyššie spomenutých údajov je potrebné mať na vstupe k dispozícii aj dáta z referenčnej stanice pre potreby vyrovnania letovej dráhy. Tieto dáta sú vstupom programu POSPAC.

K horizontálnemu a vertikálnemu vyrovnaniu mračna bodov je nutné využiť geodeticky zamerané referenčné údaje. V prípade vertikálneho vyrovnania ide o bodové objekty so známou nadmorskou výškou. V prípade horizontálneho vyrovnania ide najčastejšie o hranice



budov, popřípade iné objekty, ktoré je možné rozoznať v teréne. Ak referenčné dáta nemajú dostatočnú presnosť alebo nie sú získané v dostatočnom množstve, prejaví sa to aj na presnosti výstupných produktov.



Obrázok 2 Zber referenčných údajov v teréne

Tabuľka 2.1 Prehľad vstupných údajov pre potreby generovania mračna bodov a ortofoto snímok

| | TYP SÚBORU | POPIS | Import/Export pre sw |
|-------------------|------------|---|--------------------------------|
| Laser Data | SDF | <ul style="list-style-type: none"> - zachytené surové laserové dáta počas letu - je potrebné ich prekonvertovať do SDC súboru-realizované cez RiANALYZE - jeden súbor SDF je START a STOP akcia na letovej línii | I: RiANALYZE |
| | SDC | <ul style="list-style-type: none"> - extrahované dáta zahrňujúce jeden záznam pre každý zachytený cieľ - je to výsledok spracovania súboru SDF v RiANALYZE | I: LPMaster E: RiANALYZE |

| | | | |
|-----------------|------------------|--|----------------------------------|
| | | - tieto dáta sú používané pre ďalšie laser data spracovanie | |
| Imagery Data | IIQ | - raw snímky (získane Trimble Aerial Camera-ov) - spracovateľné programom Capture One software do formátu 8/16bit TIFF | I: Capture One |
| | TIFF | - vytvorené pomocou softvéru Capture One | I: OrthoMaster E: Capture One |
| | *_thumbs.jpg | - náhľady snímok s nižšou kvalitou – je možné využiť pre rýchlejšie zobrazovanie nalietaných obrázkov. | |
| Navigation Data | *.XXX | - surové navigačné dáta, vytvorené pomocou POS (Position and orientation system) - spracovateľné Applanix POSPac-om | I: POSPAC |
| | VNAV_*.out | - obsahuje letovú dráhu, a iné dáta z ktorej bol tento súbor vypočítaný - tento súbor je výstupom z Applanix POSPac sw | I: LPMaster E: POSPac |
| | SBET_*.out | - post-processed navigačné riešenie, vypočítané z pozemných GPS dát a obsahujúce IMU. - tento súbor je používaný pre spracovanie laserových a snímkových dát - súbor je spracovaný použitím *.XXX a pozemnými GPS dátami | I: LPMaster E: POSPAC |
| Harrier Data | SNAV_*.out | - vytvorený systémom Trimble Harrier system - obsahuje letovú dráhu a iné informácie o lete - tento súbor môže byť použitý pre účely laserového a snímkového pokrytia | I: LPMaster |
| | COV.SDC | - zmenšený SDC dataset s jednotkami vzdialenosti - každý súbor tvorí START a STOP danej letovej línie - automaticky počítaný systémom - súbor sa používa pre laserové a obrazové účely pokrytia (ale povrch musí byť vypočítaný normálnym SDC súbrom) | I: LPMaster |
| | TACPhotold_*.txt | - obsahuje názvy snímok a GPS časovú značku pre jednotlivý let - automatický počítaný/vytvorený | I: LPMaster |
| | *.obs, *.??o | - RINEX file - súbor obsahuje informácie z referenčnej stanice | I: POSPAC |

2.2 ROZSAH A TYP UKLADANÝCH DÁT

Jednou z najnáročnejších úloh samotného projektu bolo efektívne ukladanie veľkého objemu spracovávaných údajov. K tomuto účelu bolo vybudované dátové úložisko poskytujúce mechanizmy pre rýchly prístup k dátam (viac informácií o spôsobe ukladania a prístupu k dátam je možné nájsť v príslušnej štúdii a Záverečnej správe).

V rámci projektu sú ukladané údaje nasledovného typu a rozsahu:

- Surové údaje získané počas leteckého laserového skenovania a leteckého snímkovania. Rozsah dát bude pokrývať územie celej Slovenskej republiky. Predpokladaný objem týchto dát bude približne 2,5 GB na km². Pre celé územie SR pôjde teda o objem 125 TB na jeden časový rez. Je predpokladané uloženie 10 časových rezov.
- Spracované údaje z lidarových meracích prístrojov s predpokladanou hustotou 10 bodov na m². Rozsah dát bude pokrývať územie Slovenskej republiky. Za účelom zmenšenia objemu uchovávaných údajov budú ukladané komprimované dáta vo formáte *.lasz s predpokladaným objemom 70 MB/km². Predpoklad celkového objemu dát je 3,43 TB za jeden časový rez snímkovania. Uvažuje sa uloženie 10 časových rezov (čiže min. 34,3 TB).
- Údaje z fotogrametrického snímkovania vo formáte geotiff. Predpokladaný objem dát zahŕňa priestorový rozsah Slovenskej republiky. Pri predpokladanom objeme 50 MB /km² je predpoklad objemu dát 2,5 TB za jeden časový rez snímkovania pri veľkosti pixla 0,25 m. Je predpokladané uloženie 10 časových rezov so snímkami s rôznou veľkosťou pixla.
- Metaúdaje – špecifické metaúdaje pre konkrétny zber dát ako napr. dátum a čas zberu, priestorový rozsah, súradnicový systém, predbežná kvalita vstupných dát a iné (viac v kapitole 6)

- Výstupy z realizácie priebežných analytických prác – výstupné dáta vo forme 3D modelov budov, 3D modelov mostov, TIN dátových modelov pre ukladanie DTM, rastrových reprezentácií DTM a DSM v rôznej výstupnej kvalite (rozlíšenie rastra určujúceho horizontálnu a vertikálnu kvalitu), atď.

3 SPRACOVANIE DÁT Z POHLADU HIERARCHIE DÁTOVÝCH TOKOV

Projekt zahŕňa údaje z lidarových meracích prístrojov s predpokladanou hustotou 10 bodov na 1 m^2 (približne 350 MB/km^2) a údaje z fotogrametrického snímkovania s odhadovaným objemom 2245 MB/km^2 . Pri pokrytí územia Slovenskej republiky 49036 km^2 ide o spracovanie desiatok až stoviek TB v jednej časovej rade. Pre umožnenie efektívnej práce s takto objemnými priestorovými údajmi pre rozsiahle územie je nevyhnutné zabezpečiť rozdelenie územia do menších blokov a ich indexácia. Pre tento účel je v geodézii a kartografii zaužívaný spôsob bezošvého rozdelenia a usporiadania mapového diela (záujmového územia projektu) na jednotlivé mapové listy, nazývaný tiež klad mapových listov. Anglický ekvivalent pre mapový list je „map sheet“, pre klad mapových listov je najčastejšie používaný výraz „fishnet“. Pre účely projektu vznikli dva klady mapových listov:

- Klad mapových listov 1:50 000
- Klad mapových listov 1:5 000

Základný princíp tvorby kladu mapových listov

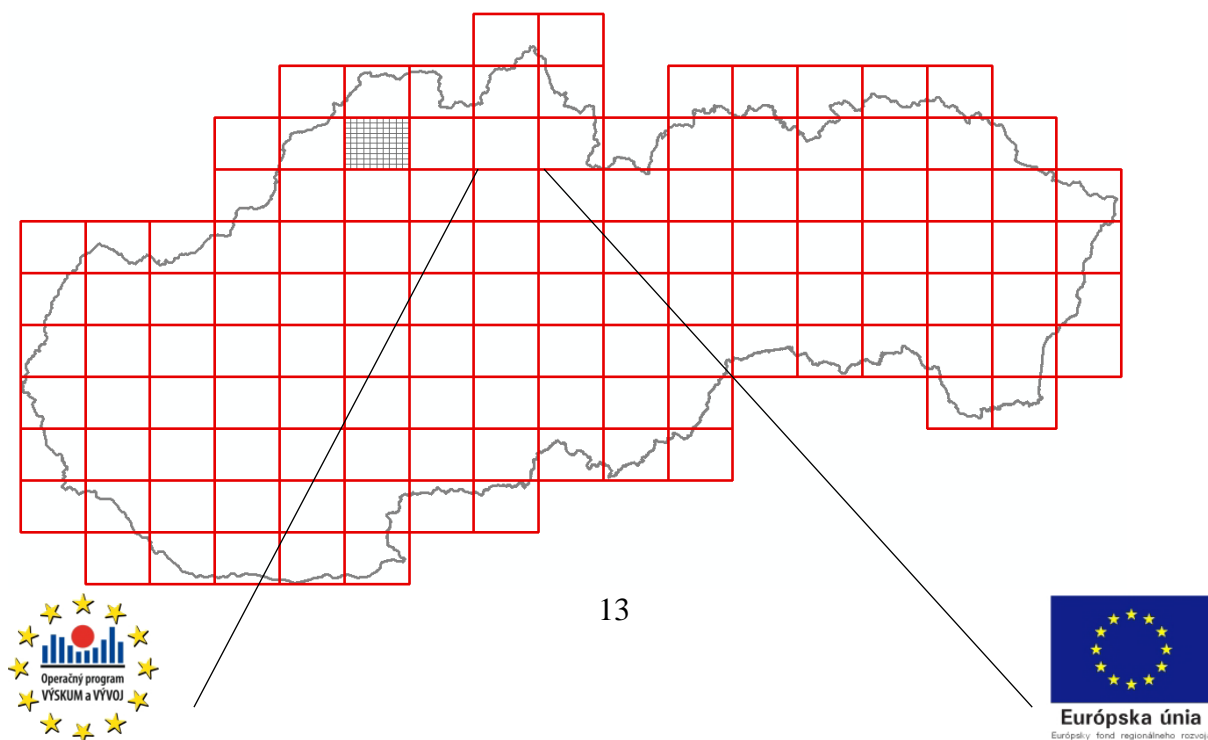
Klad mapových listov bol vytvorený pomocou nástrojov geoinformačných systémov. Ako prvý bol spracovaný klad 1:50 000 a následne klad 1:5 000 odvodením z kladu 1:50 000. Pri tvorbe kladu 1:50 000 bol v úvode špecifikovaný počiatočný bod, ktorý spĺňa požiadavky južnej orientácie od najjužnejšieho bodu SR (Patince) a zároveň západnej orientácie od najzápadnejšieho bodu SR (Záhorská Ves). Následne bola pomocou aplikačného vybavenia automaticky vygenerovaná sieť, ktorá spĺňa požiadavky kladu 1:50 000. Klad 1:5 000 bol následne generovaný rovnakým postupom s odlišnými vstupnými parametrami algoritmu pre automatické generovanie siete. Pri zachovaní rovnakého počiatočného bodu pre klad 1:50 000 a klad 1:5 000 vznikli dve závislé siete, kde platí že jeden mapový list 1:50 000 je rovnomerne rozdelený na 100 mapových listov kladu 1:5 000 (10 riadkov a 10 stĺpcov). Následne boli jednotlivé mapové listy poloautomaticky pomenované, resp. očíslované.

Nomenklatúra

Každý mapový list je možné identifikovať pomocou jednoznačného identifikátoru (ID) a taktiež podľa jeho názvu.

Názov mapového listu 1: 50 000 bol stanovený na základe názvu obcí SR spadajúcich do daného mapového listu. Vybrané boli predovšetkým názvy krajských a okresných miest, poprípade ďalších iných obcí na základe priestorového umiestnenia týchto obcí v danom mapovom liste. Názov mapového listu 1:5 000 bol následne odvodený z názvu mapového listu 1:50 000 a pridaním čísla stĺpca a vrstvy oddelených podtržníkom. Číslovanie mapových listov 1: 5 000 prebieha od severovýchodného rohu a nadobúda hodnoty od 0 po 9 (viď nasledujúci obrázok).

Pre každý mapový list mierky 1:5 000 je evidovaná dostupnosť jednotlivých produktov ponúkaných v rámci internetového obchodu. V atribútovej tabuľke mapových listov je pre každý produkt vytvorený jeden atribút. V prípade, že hodnota atribútu nadobúda hodnotu 1, údaje daného produktu sú pre vybraný mapový list dostupné. V prípade nedostupnosti produktu na danom mapovom liste nadobúda hodnota atribútu hodnotu 0. Na základe týchto atribútov sa mapové listy na stránke e-shopu zobrazujú buď ako dostupné (bez výplne) alebo ako nedostupné (vyplnené červenou transparentnou farbou).



| | | | | | | | | | |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Zilina_9_0 | Zilina_8_0 | Zilina_7_0 | Zilina_6_0 | Zilina_5_0 | Zilina_4_0 | Zilina_3_0 | Zilina_2_0 | Zilina_1_0 | Zilina_0_0 |
| Zilina_9_1 | Zilina_8_1 | Zilina_7_1 | Zilina_6_1 | Zilina_5_1 | Zilina_4_1 | Zilina_3_1 | Zilina_2_1 | Zilina_1_1 | Zilina_0_1 |
| Zilina_9_2 | Zilina_8_2 | Zilina_7_2 | Zilina_6_2 | Zilina_5_2 | Zilina_4_2 | Zilina_3_2 | Zilina_2_2 | Zilina_1_2 | Zilina_0_2 |
| Zilina_9_3 | Zilina_8_3 | Zilina_7_3 | Zilina_6_3 | Zilina_5_3 | Zilina_4_3 | Zilina_3_3 | Zilina_2_3 | Zilina_1_3 | Zilina_0_3 |
| Zilina_9_4 | Zilina_8_4 | Zilina_7_4 | Zilina_6_4 | Zilina_5_4 | Zilina_4_4 | Zilina_3_4 | Zilina_2_4 | Zilina_1_4 | Zilina_0_4 |
| Zilina_9_5 | Zilina_8_5 | Zilina_7_5 | Zilina_6_5 | Zilina_5_5 | Zilina_4_5 | Zilina_3_5 | Zilina_2_5 | Zilina_1_5 | Zilina_0_5 |
| Zilina_9_6 | Zilina_8_6 | Zilina_7_6 | Zilina_6_6 | Zilina_5_6 | Zilina_4_6 | Zilina_3_6 | Zilina_2_6 | Zilina_1_6 | Zilina_0_6 |
| Zilina_9_7 | Zilina_8_7 | Zilina_7_7 | Zilina_6_7 | Zilina_5_7 | Zilina_4_7 | Zilina_3_7 | Zilina_2_7 | Zilina_1_7 | Zilina_0_7 |
| Zilina_9_8 | Zilina_8_8 | Zilina_7_8 | Zilina_6_8 | Zilina_5_8 | Zilina_4_8 | Zilina_3_8 | Zilina_2_8 | Zilina_1_8 | Zilina_0_8 |
| Zilina_9_9 | Zilina_8_9 | Zilina_7_9 | Zilina_6_9 | Zilina_5_9 | Zilina_4_9 | Zilina_3_9 | Zilina_2_9 | Zilina_1_9 | Zilina_0_9 |

Obrázok 3 Schéma umiestnenia mapových listov na území SR (1:50 000 a 1:5 000)

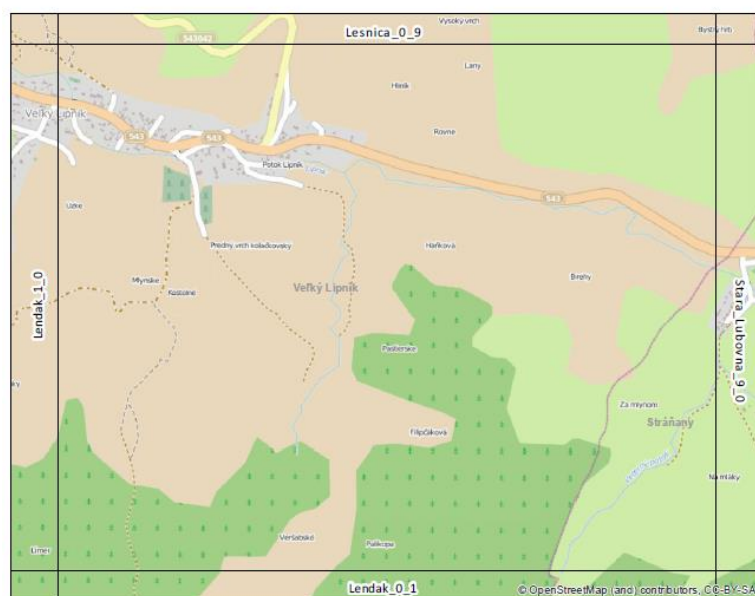
Pasportizácia mapových listov 1:5 000

Pre účely katalogizácie vznikol passport všetkých mapových listov 1:5 000. Každý mapový list je reprezentovaný jednou stranou v dokumente. Každý dokument predstavuje všetky mapové listy 1:5 000 za jeden mapový list 1:50 000 (max. 100 strán). Dokumentov bude spolu 127.

Ukážka passportu pre mapový list Lendak 0-0:

Mapový list Lendak_0_0

| | |
|-----------------|-------------------------|
| Klad 1 : 50 000 | Lendak |
| Identifikátor | 9742 |
| Súradnica LD | 463500.0;5467500.0 |
| Súradnica PD | 466000.0;5467500.0 |
| Súradnica LH | 463500.0;5469500.0 |
| Súradnica PH | 466000.0;5469500.0 |
| Kraje | Prešovský kraj; |
| Okresy | Stará Ľubovňa; |
| Obce | Veľký Lipník; Strážany; |



Obrázok 4 Pasportizácia mapových listov 1:50000

4 REALIZÁCIA SOFISTIKOVANÉHO PREPOJENIA NA EXTERNÉ ZDROJE DÁT

4.1 POŽIADAVKY NA KVALITU A ZBER VSTUPNÝCH ÚDAJOV

Pred samotným zberom obrazových dát a dát leteckého laserového skenovania bolo potrebné stanoviť požiadavky na kvalitu vstupných údajov. Podľa týchto požiadaviek je potrebné pripraviť plán letu tak, aby získané údaje splňali zadané parametre. V prípade, že tieto parametre nespĺňujú, nie je možné ich spracovaním získať výstupy požadovanej kvality.

Požiadavky na kvalitu nalietaných obrazových dát a dát leteckého laserového skenovania možno rozdeliť na dva druhy:

- Základné resp. všeobecné požiadavky
- Špecifické požiadavky – závislé od konkrétneho projektu

Medzi základné požiadavky na nálet možno zaradiť nasledovné:

- Snímkovanie musí byť prevedené za bezoblačného počasia
- Celková plocha oblačnosti na snímkach by nemala prekročiť 0,01 %
- Celková plocha tieňov na snímkach spôsobených oblačnosťou by nemala prekročiť 0,02 %
- Snímkovať v čase 10:00-14:00
- Uhol pozdĺžneho a priečneho sklonu snímky by nemal presahovať 3°
- Uhol stočenia snímky voči náletovým pásom by nemal presahovať 5°

Okrem základných požiadaviek je nutné stanoviť aj ďalšie špecifickejšie požiadavky na nálet, ktoré sú už však závislé od konkrétneho projektu. Jedná sa napríklad o:



- výsledné priestorové rozlíšenie snímok
- rádiometrické rozlíšenie snímok
- pozdĺžny prekryv snímok
- priečny prekryv snímok
- hustota bodov získaných leteckým laserovým skenovaním
- a iné

V ďalšom kroku bolo potrebné stanoviť aj požiadavky na zber vlícovacích bodov v teréne. Tie sa neskôr využijú na transformáciu dát do požadovaného súradnicového systému. Zber vlícovacích bodov je potrebné uskutočniť ešte pred samotným náletom na vhodne vytipovaných lokalitách v skúmanom území.

Vlícovacie body sú zamerané využitím GNSS a použitím metódy RTK (Real Time Kinematic) na zvýšenie presnosti získaných dát. Stredná polohová chyba týchto meraní dosahuje približne 0,02 m. Stredná výšková chyba merania je približne 0,05 m. Veľkosť výškového bodu je 0,5 m a má štvorcový alebo kruhový tvar. Zber údajov prebieha v súradnicovom systéme WGS 1984.

Ako vstupné údaje možno považovať aj kontrolné body zamerané v teréne. Tie sú použité k stanoveniu celkovej polohovej a výškovej presnosti daného riešenia. K určenie tejto presnosti sa používa RMSE chyba v smere x, y, z. Kontrolné body musia byť odlišné od vlícovacích bodov (nie sú použité pri georeferencovaní dát).

Kontrolné body sú podobne ako vlícovacie body zameriavané pomocou GNSS s použitím metódy RTK. Jedná sa o polohové a výškové body v teréne. Stredná polohová chyba týchto bodov dosahuje 0,02 metra a stredná výšková chyba 0,05 metra. Body sú zameriavané v súradnicovom systéme WGS 1984. Vo všeobecnosti možno povedať, že presnosť kontrolných bodov by mala byť minimálne 3x lepšia ako požadovaná presnosť finálneho produktu.



Kontrolné body pre verifikáciu polohovej presnosti reprezentujú prirodzene signalizované, dobre identifikovateľné polohové body ako napr. strechy budov, rohy chodníkov a podobne. K overeniu výškovej presnosti sa používajú diskkrétne body terénu nachádzajúce sa na rôznych druhoch povrchov.

Aby bolo možné vstupné dáta ďalej spracovávať, bolo nutné overiť ich kvalitu. V prípade, že vstupné dáta nedosahujú požadovanú kvalitu, prejavil sa tento nedostatok aj na kvalite výstupných produktov.

Pre overenie kvality údajov boli využité štatistické charakteristiky vypočítané programom PosPac MMS.

4.2 ZOZNAM POUŽITÝCH NÁSTROJOV NA SPRACOVANIE SOFTVÉRU

Počas projektu boli kompletne pretestované použitia nasledovných SW modulov pre spracovanie získaných údajov

Applanix POSPac – vyrovnanie letovej dráhy

Rianalyze – extrakcia dát zo surového signálu

CaptureOne – konverzia surových snímok do TIFF, úprava kvality a korekcie snímok

Aplication Master – to je core component:

- LPMaster - horizontálne a vertikálne vyrovnanie, export do *.las
- DTMTToolkit – klasifikácia, filtrovanie, export, tilovanie *.las súborov (za účelom tvorby DTM)
- DTMaster – manuálne úpravy mračna bodov (klasifikácia, čistenie a podobne)
- OrthoMaster – tvorba ortofoto snímok

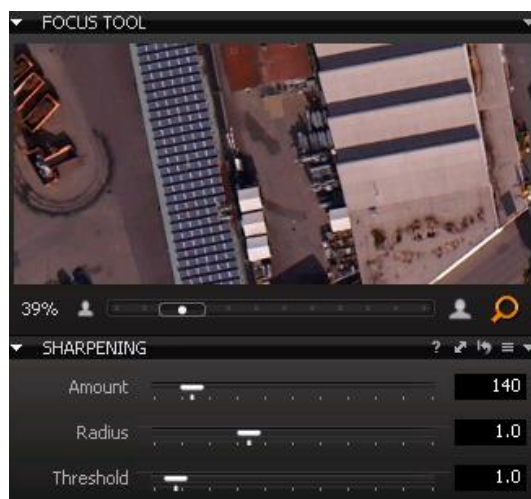
OrthoVista – generovanie mozaiky z ortofoto, radiometrické úpravy

OrthoVista Seam Editor – editácia resp. tvorba spojovacích línií pre generovanie ortofoto

4.2.1 CAPTURE ONE

Ide o softvér pre profesionálnu úpravu fotografií. V našom prípade ho je možné využiť pre vytvorenie 8 alebo 16 bitových *.tiff súborov zo surových RGB obrázkov. Pred samotným

vytvorením výsledných *.tiff súborov je možné vykonať rôzne korekcie za účelom zvýšenia kvality výstupných obrázkov.



Obrázok 5 Nástroj FOCUS TOOL (hore) a nástroj SHARPENING (dole)

Výstupné údaje, tvorené spracovaním nalietaných surových dát, sú charakterizované najmä priestorovou zložkou. Ide hlavne o digitálne terénne modely a ortofotosnímky. Pre distribúciu tohto typu dát je potrebné zaviesť distribučné mechanizmy vo forme objednávky údajov, ich finančnej úhrady, prevzatie údajov od dodávateľa a iné. Pre objednávku údajov je nevyhnutné získať prehľad o produkte, v prípade priestorových informácií je rozšírený systém vyhľadávacích služieb na základe tzv. metaúdajov. Metaúdaje sú informácie opisujúce súbory priestorových údajov a služby priestorových údajov, ktoré umožňujú ich zisťovanie, katalogizáciu a využívanie.

Metaúdaje (tiež údaje o údajoch) popisujú hlavne pôvod vzniku, účel, platnosť, kvalitu mapovej vrstvy, ďalej zodpovednú organizáciu pre tvorbu a distribúciu, priestorový rozsah a iné. Definujú spoľahlivosť mapových podkladov použitých v rámci riešenia v nadväznosti na výstupné analýzy, v ktorých je plánované ich použitie. Umožňujú tiež priestorové vyhľadávanie podľa mapového rozsahu.

Pre uchovávanie a vyhľadávanie priestorových údajov podľa metaúdajov bolo v minulosti vytvorených odbornými inštitúciami niekoľko štandardov na medzinárodnej úrovni (napr. ISO, FGDC), v súčasnosti je udržiavaný a podporovaný najmä európskymi inštitúciami

štandard ISO. Primárne ide o štandard *ISO 19115:2003, Geografické informácie: Metadáta*.

Pre oblasť metaúdajov sú dôležité tiež ďalšie normy:

ISO 19119:2005, Geografické informácie: Služby

ISO 19139:2007, Geografické informácie: Metadáta – Implementácia XML schémy

Pre definovanie nadštandardných metaúdajových položiek alebo pre definovanie podmnožiny položiek sú k dispozícii tzv. metaúdajové profily, napr.:

Povinné položky podľa normy ISO

Základné elementy podľa normy ISO

Plný štandard ISO

Profil INSPIRE

Vzhľadom na vývoj legislatívy na území Európskej únie bol ako predloha metaúdajového modelu v projekte zvolený metaúdajový profil INSPIRE, ktorý je plne v súlade s ISO 19115 (člen skupiny noriem ISO 19100).

Pre účely tohto projektu bol k tvorbe metaúdajov využitý metaúdajový editor SAŽP dostupný na internetovej stránke <http://geoportal.sazp.sk/>. Editor je možné využiť pre vytváranie nových metaúdajov alebo k editácii už existujúcich metadát. Je kompatibilný so smernicou INSPIRE. Vychádza z normy ISO 19115 pre popis priestorových údajov, ktorá je súčasťou skupiny noriem ISO 19100. Výstupom je súbor vo formáte *.XML.

5 VIRTUALIZAČNÁ PLATFORMA

V IT virtualizácia znamená vytvoriť virtuálnu verziu zariadenia alebo prostriedku ako server, diskové pole alebo operačný systém, kde virtualizačný nástroj rozdelí tieto zdroje do jedného alebo viacerých spustiteľných prostredí. Dokonca bežná vec, ako rozdelenie HDD na partície, je označované ako virtualizácia, nakoľko zoberieme 1 fyzický hard disk a rozdelíme ho na minimálne 2 časti, ktoré potom pre operačný systém vystupujú ako dva samostatné hard disky. Zariadenia, aplikácie a ľudia môžu komunikovať s virtuálnymi prostriedkami ako keby to boli reálne logické zdroje.

Pojem virtualizácia sa objavil „odnikiaľ“ a vo výsledku sa pojem virtualizácia spája s veľkým počtom výpočtových technológií zahŕňajúci aj nasledovné:



- Virtualizácia diskového priestoru: zlúčenie niekoľkých sieťových diskových polí do niečoho, čo navonok vystupuje ako 1 diskové pole.
- Virtualizácia serverov: rozdelenie fyzického servera na niekoľko menších virtuálnych serverov.
- Virtualizácia operačného systému: typ serverovej virtualizácie, ktorá pracuje na vrstve jadra operačného systému.
- Virtualizácia sietí: použitie sieťových zdrojov pomocou logickej segmentácie jednej fyzickej siete.
- Virtualizácia aplikácií.

Pre potreby tohto projektu budeme používať hardvérovú virtualizáciu, teda virtualizáciu serverov. Tento princíp virtualizácie použijeme kvôli tomu, že pre potreby analýzy dát budeme vytvárať výpočtové bunky, ktoré budú spracovávať vstupné údaje a po vykonaní všetkých operácií poskytovať výsledky. Tieto výpočtové bunky musia byť vytvárané, mazané, upravované dynamicky (procesor, pamäť, hard disk). Tento princíp virtualizácie sa označuje ako IaaS (Infrastructure as a Service), kde sa virtualizuje kompletne celá infraštruktúra vrátane serverov, sietí, atď..

Napriek tomu, že existuje niekoľko malých organizácií, ktoré vyvíjajú svoje vlastné technológie, bolo rozhodnuté otestovať aj hypervízory typu 1 a hypervízory typu 2 a taktiež otestovať aj komerčné produkty (platené) a open source produkty. Na základe týchto kritérií boli testované tieto hypervízory:

- VMware vSphere (obsahuje hypervízor VMware ESX),
- Microsoft Hyper-V,
- Xen,
- KVM.

VMware poskytuje veľkú kopu podnikovo orientovaných funkcionalít hypervízora. VMware má tendenciu byť populárny v manažovateľnom prostredí pre podnikových zákazníkov, kde značka a komerčná záruka na extrémne stabilný hypervízor je viac než samotná cena.



Hyper-V je komerčný hypervízor vyvíjaný spoločnosťou Microsoft. Má excelentné vlastnosti pri behu Windows, ale ako hypervízor je schopný spúšťať aj iné operačné systémy podporované hardvérovou platformou.

Ako komerčný produkt je ho potrebné licencovať. Microsoft však preferuje cenovú politiku postavenú na počte hostovaných operačných systémov bežiacich v Hyper-V, čo je v niektorých prípadoch aj lacnejšie.

Tento hypervízor je relatívne nový produkt a nie je až tak veľmi otestovaný ako iné hypervízory. Výkon serverov vo VM je v poriadku pri VM používajúcich Windows OS, ale aj tak vytvorenie orchestračnej akcie trvá niekedy aj dva krát toľko ako pri KVM.

Sieťové možnosti sú obmedzenejšie, takisto ako aj možnosti diskových úložísk, ktoré sú obmedzené na použitie riešenia postaveného na SMB serveri. Tieto vlastnosti a aj iné znižujú priestor pre nasadenie tohto hypervízora.

Prvotné nastavenie je zložitejšie ako pri iných hypervízoroch. Je to spôsobené tým, že nastavenie Hyper-V je veľmi komplexná operácia.

Xen je open source hypervízor, ktorý vznikol v roku 2003 na Cambridge Univerzite ako výskumný projekt. Beží na Linuxe (je to hypervízor typu 1, ale lepšie by bolo definovanie, že to je dom0 hostiteľ, ktorý beží na Linuxe a zároveň spúšťa Xen). Pôvodne bol podporovaný a vyvíjaný spoločnosťou XenSource, ktorá ale bola v roku 2007 odkúpená spoločnosťou Citrix.

Citrix použil Xen na niekoľko svojich komerčných produktov ako XenServer (produkt na manažment virutalizácie), ktorý má taktiež svoju open source verziu. Nanešťastie ale verzie XenServer a hypervíza Xen nie sú nijako previazané. Citrix používa ten istý Xen na niekoľko rôznych projektov, ako napr. XenApp a XenDesktop. Ak sa budeme hovoriť o Xen, tak budeme hovoriť o Xen hypervízore a nie XenServer.

Xen, takisto ako KVM, sú open source a nevzťahujú sa na nich nijaké ďalšie licenčné podmienky. VM v Xen môžu fungovať v dvoch úplne odlišných módoch, a to paravirtualizované (PV) alebo ako hardvérová virtuálna mašina (HVM).



KVM je open source hypervízor postavený na Linuxe. Prvý krát bol predstavený v Linuxovom jadre vo februári 2007. Dnes je to hlavný hypervízor a je pravdepodobne najviac rozšírený open source hypervízor v open source prostredí. KVM je použité aj v produktoch, ako napríklad Redhat Enterprise Virtualization (RHEV).

Takisto ako Xen, je to open source produkt a nie je potrebné ho nijako licencovať. Hlavnou nevýhodou je, že neťaží zo širokého nasadenia s podnikovými diskovými poľami tak, ako to robí VMware. Takto isto to nie je veľmi známa značka medzi podnikovými zákazníkmi. KVM je veľmi populárnym riešením pre užívateľov, ktorí sa typicky zameriavajú na cenu za 1 VM a menej sa zaujímajú o riešenia podnikového typu.

Keď sa hypervízor od spoločnosti VMware začal postupne usadzovať na trhu, viac ako 10 rokov do zadu, vstúpil na trh s veľkými preťažzeniami spôsobenými tým, že robil binárny preklad pre každú inštrukciu. Toto preťaženie často krát konzumovalo až polovicu výkonu CPU na servery.

Na základe realizovaných komplexných testov hypervízorov vyplynulo, že pre naše podmienky z pohľadu tohto výskumu nevyhovuje VMware kvôli vysokej cene, aj keď škála funkcionalít je vysoká. Podporovaný hardvér, na ktorom môže bežať je však obmedzený.

Microsoft Hyper-V je relatívne nový hypervízor a podpora linuxových distribúcií je slabšia ako pri iných hypervízoroch. Ďalšou nevýhodou je samozrejme licencovať server, čo sú ďalšie náklady.

Xen je síce open source, čo spĺňa cenové podmienky, ale ako bolo spomenuté v texte vyššie, trpí nedostatkami, ktoré vyplývajú z jeho návrhu a štruktúry.

Pre účely tohto projektu budeme používať hypervízor KVM. Spĺňa podmienku na cenu, spĺňa podmienku behu na bežnom „lacnom“ hardvéri. Ďalšou výhodou je podpora komunity a pravidelné updaty a upgrady. Obrovskou výhodou je, že sa natívne nachádza v jadre Linuxu a tým pádom, kde beží Linux a CPU, má podporu pre virtualizáciu, bude bežať aj tento hypervízor. Škála podporovaného hardvéru je limitovaná hardvérom a jeho kompatibilitou s Linuxom, čo v dnešných dňoch nie je problém, nakoľko väčšina serverov podporuje Linux/Unix operačné systémy.

Pri testovaní produktu RedHat RHEV sme však prišli na niekoľko nedostatkov, pre ktoré nepripadá do úvahy použitie tohto riešenia na spravovanie a manažment virtuálneho prostredia, aj keď daný produkt používa ako hypervízor nami zvolené KVM. Hlavným dôvodom, je že cieľom finálneho riešenia je poskytnúť nielen hypervízor, ktorý bude bežať takmer na každom hardvéri, ale aj manažment, ktorý bude podporovať aj iné hypervízory ako len ten, pre ktorý bol navrhutý.

Na tento účel open source komunita vyvíja produkt s názvom OpenStack a CloudStack, ktoré umožňujú manažment nami navrhovaného prostredia a vybudovanie cloudu typu IaaS (Infrastructure as a Service), čo je typ cloudových služieb, ktorý umožňuje manažovať nielen samotné VM, ale aj ďalšie časti systému ako sieť, atď..

6 VÝSLEDKY PROTOTYPU RIEŠENIA NA LOKALIZAČNÉ SLUŽBY V ODVETVÍ DOPRAVA

OPENSTACK VS CLOUDSTACK

Veľa organizácií v dnešných dňoch investuje veľa finančných prostriedkov do cloud computingu, pretože si uvedomujú možnosť rýchleho rastu a zároveň v tom istom čase redukujú rýchlosť a cenu vývoja aplikácií. Podniky viac nemusia niesť ťažké bremeno spravovania výpočtových zdrojov, ktoré sú používané občasne a väčšinu času sú nepoužívané. Na druhej strane, tak ako virtualizácia a cloud computing rastie, existuje stále veľa virtualizačne orientovaných problémov, ktoré sú zdrojom debát a kontroverznosti, najmä v podnikovom prostredí. Veľmi dobrým príkladom je debata o CloudStack vs. OpenStack.

Open source prostredie je väčšinou chválené medzi IT profesionálmi, najmä kvôli tomu, že poskytuje IT prostredie s veľkou podporou komunity. Užívatelia ho milujú, lebo im odbúrava náklady na licencie, zatiaľ čo im poskytuje aj flexibilitu aj prispôsobiteľnosť. Keď dôjde na open source IaaS, tak na trhu sú len dvaja veľkí hráči.

Aj OpenStack, aj CloudStack sú open source softvérové platformy pre IaaS a ponúkajú orchestráciu cloudovej architektúry pre vytvorenie manažmentu na spravovanie cloud komputingu ľahšie a viac efektívnejšie. Tento boj začal, keď Citrix (predchádzajúci veľký podporovateľ OpenStacku) ohlásil, že ide znova oživiť vývoj svojho cloud riešenia pod Apache licenciou. Prebiehajúci boj medzi týmito dvoma hráčmi je strategický pre ďalší rozvoj, nakoľko obaja sa chcú stať najviac používaným open source IaaS riešením v podnikových privátnych cloudoch.

Jedna vec ale ostáva spoločná - cloudové open source platformy sú populárne z rovnakých dôvodov ako samotný Linux. Nízke vstupné náklady a výhody z aplikačnej portability.

6.1 CLOUDSTACK

CloudStack je rýchlo sa rozvíjajúci projekt pre niekoľko organizácií. Pôvodne bol vyvíjaný Cloud.com, až pokiaľ ho nekúpil Citrix a nevložil ho do Apache Incubator Program. Dnes je



zastrešovaný Apache Software Foundation a podporovaný spoločnosťou Citrix. Po vložení do Apache sa k tomuto projektu pripojili aj iní výrobcovia s cieľom rozšíriť a doplniť základné schopnosti do jadra softvéru. Prvá stabilná verzia CloudStack bola vydaná v roku 2013. Logo CloudStack sa nachádza na obrázku č. 10.1.



Obr. 6.1 Logo CloudStack

6.1.1 VÝHODY CLOUDSTACK

Unikátne vlastnosti: Posledná verzia obsahuje dôležité funkcionality, ako výpočtová jednotka nezávislá od diskového úložiska a nové bezpečnostné vlastnosti, ktoré umožňujú administrátorom vytvárať bezpečnostné zóny naprieč rozdielnymi regiónmi. Tieto vlastnosti umožňujú denno denné používanie a dostupnosť zdrojov.

Hladká inštalácia: Inštalácia CloudStack je veľmi jednoduchá. V klasickej inštalácii bude iba v jednej VM bežať CloudStack manažment server, zatiaľ čo iné VM vystupujú ako cloud infraštruktúra. Z pohľadu nasadenia a testovacej perspektívy, celá platforma môže byť nasadená na jednom fyzickom serveri.

Rozširiteľnosť: CloudStack bol navrhnutý pre centralizovaný manažment a masívnu rozširiteľnosť. Umožňuje spravovať veľmi efektívne množstvo geograficky dislokovaných serverov z jedného portálu.

Podpora viacerých hypervízorov: CloudStack podporuje tieto hypervízory:

- Citrix XenServer,
- Oracle VM,

- VMware,
- KVM,
- vSphere.

Na vrchu tohto všetkého CloudStack podporuje širokú škálu sieťových inštalácií ako „flat“ siete, VLAN a openflow.

Detailná dokumentácia: Dokumentácia CloudStack je veľmi dobre štrukturovaná a pri jej nasledovaní je zvyčajne výsledkom niečo funkčné.

Interaktívne webové UI: CloudStack má uhladené, plné funkcií webové rozhranie, ktoré je veľmi užívateľsky prívetivé.

6.1.2 NEVÝHODY CLOUDSTACK

Tuhý inštalačný proces a architektúra: Monolitická architektúra CloudStack spôsobila niekoľko výziev. Jednou z nich je redukovaná inštalačná flexibilita. V niektorých prípadoch je dôležité ovládať viac vecí, aby bolo možné CloudStack nainštalovať.

Podpora komunity: Keďže je CloudStack relatívne nový v open source IaaS priestore, chýba mu veľká podpora komunity a nie je nasadený vo väčšom počte v priemysle. Toto by sa však malo zmeniť, nakoľko CloudStack predstavuje zaujímavý produkt.

6.2 OPENSTACK

OpenStack je open source IaaS iniciatíva pre spravovanie a vytváranie veľkých skupín virtuálnych privátnych serverov v prostredí cloud computingu. Pôvodne bol vyvíjaný spoločnosťou Rackspace a NASA. Po tom, čo začalo OpenStack používať viac ako 200 spoločností je to definitívne najviac populárny cloud model na trhu. Hlavným cieľom OpenStack je podporovať interoperabilitu medzi cloudovými službami a zároveň umožňovať priemyslu vytvárať cloud služby, podobné Amazonu, v ich vlastných serverovniach.

OpenStack spravuje OpenStack Foundation a je zadarmo k dispozícii pod Apache 2.0 licenciou. OpenStack pozostáva z rôznych vzájomne prepojených častí, ktoré spolu vytvárajú



model OpenStack. Popularita OpenStack-u mu priniesla titul „Linux pre cloud“. Na obrázku č. 10.2 je znázornené logo OpenStack.



Obr. 6.2 Logo OpenStack

6.2.1 VÝHODY OPENSTACK

Podpora hypervízorov: OpenStack podporuje Xen, KVM, VMware ESX, Citrix Xen server a Microsoft Hyper-V. Nepodporuje Oracle VM.

Široká integrácia s diskovými úložiskami a výpočtovými technológiami: Konštantný diskový priestor je zabezpečený použitím OpenStack objektového úložiska, ktoré spravuje lokálny disk na výpočtovom uzle. Podporuje širokú škálu formátov VM, ako OVF, VMDK, VDI, VHD a RAW, ktoré sú spravované OpenStack servisom pre správu obrazov.

Rozšírené funkcionality siete: OpenStack má sieťový komponent nazvaný Neutron, ktorý má priamu integráciu s OpenFlow a umožňuje vyššiu úroveň škálovateľnosti a zdieľanie zdrojov zabezpečenú tým, že si adaptoval rôzne softvérovo definované vlastnosti sietí do cloudu. OpenStack sieťový framework obsahuje serisy, ako load-balancing, prevencia útokov (IDS) a firewall. Všetky tieto vlastnosti z neho robia platformu s vysokou odolnosťou voči výpadkom.

Veľká podpora komunity: OpenStack je bezpochybné najviac adaptovaný cloud orientovaný model. Stoja za nim veľký svetový hráči, ako Dell, HP, IBM a dlhý zoznam participantov na projekte.

6.2.2 NEVÝHODY OPENSTACK

Ťažké nasadenie a konfigurácia: OpenStack sa nasadzuje v malých celkoch, ktoré sú zastrešované ako samostatné projekty. Expertnosť a čas je potrebný na inštaláciu a rozbehnutie systému. Niektoré časti sa spravujú len pomocou príkazového riadka. OpenStack má 8 základných modulárnych komponentov. Pre niektorých to je veľmi fragmentovaná architektúra. Na druhej strane mať ale takto fragmentovanú architektúru umožňuje použiť len niektoré časti celku a takisto zabezpečuje redundanciu.

6.3 VÝBER IAAS MANAŽMENTU

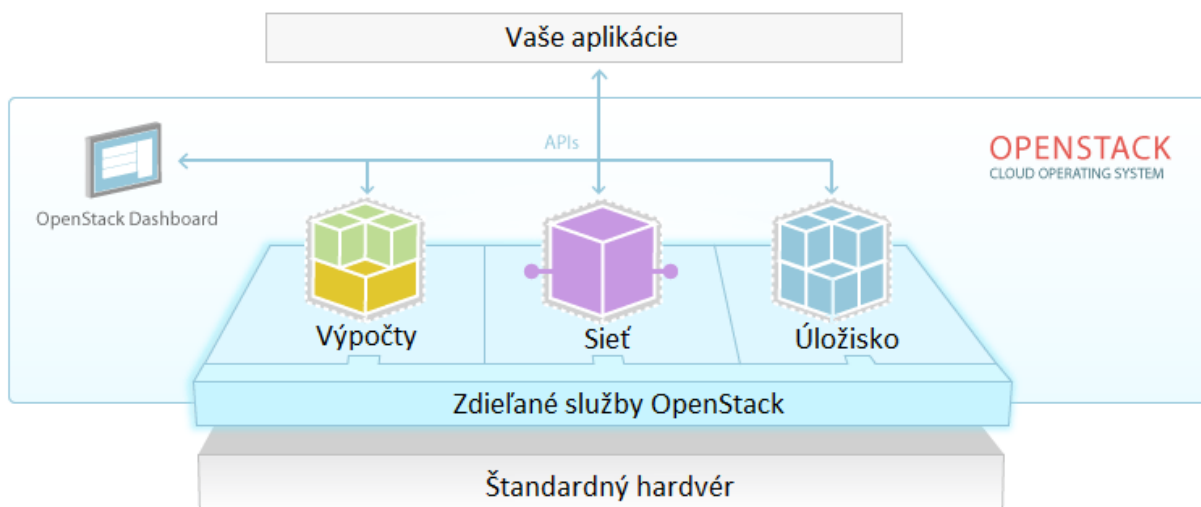
Pre potreby tohto projektu bolo rozhodnuté, že bude použitý OpenStack, ktorý aj napriek zložitejšej inštalácii umožňuje oveľa viac sieťových funkcionalít. Takisto jeho fragmentácia umožňuje pridávať jednotlivé celky systému podľa vyťaženia, dôležitosti, s veľkým dôrazom na vysokú dostupnosť jednotlivých častí, možnosť zálohovania. Ďalším dôvodom je fakt, že sa veľa vecí spravuje pomocou príkazového riadku, kde nastáva oveľa lepšia eliminácia chýb spôsobených grafickým rozhraním. OpenStack umožňuje na základný manažment prostredia použiť web GUI, no kritické časti sa musia nastavovať ručne, kde administrátor musí poznať prostredie a vedieť, čo robí.

6.4 DEFINÍCIA OPENSTACK

OpenStack je cloudový operačný systém, ktorý kontroluje veľké skupiny výpočtových, diskových a sieťových zdrojov v datacentre, kde všetky tieto skupiny sú spravované cez webové rozhranie. Na obrázku 10.3 je znázorná schéma OpenStack. Testovaný bol



OpenStack, verzia Havanna. V Apríli 2014 bol uvoľnený OpenStack Icehouse, ktorý prináša ďalšie výhody a rozširuje funkcionality.



Obr. 6.3 Schéma OpenStack

OpenStack obsahuje tieto súčasti:

- Keystone
- Glance
- Nova
- Dashboard
- Cinder
- Neutron
- Heat
- Ceilometer

6.4.1 OPENSTACK KEYSTONE

OpenStack Keystone (Identity Service) je centrálnym adresárom užívateľov priradených pre OpenStack služby, ku ktorým môžu pristupovať. Vystupuje ako samostatný autentifikačný systém v celom cloud operačnom systéme a môže byť integrovaný do existujúcich autentifikačných nástrojov ako LDAP. Podporuje niekoľko spôsobov autentifikácie, ako napríklad meno a heslo alebo prihlasovanie na základe tokenov alebo prihlásenie AWS spôsobom.

Katalóg poskytuje dotazovateľný zoznam všetkých servisov bežiacich v OpenStack cloud na jednom mieste. Užívatelia a nástroje tretích strán môžu takto programovateľne definovať, ktoré zdroje sú im prístupné.

Pre administrátora Keystone umožňuje:

- Konfiguráciu centralizovaných politík pre všetkých užívateľov a systémy.
- Vytváranie užívateľov a nájomcov, definovanie oprávnení pre výpočtové, diskové a sieťové zdroje používajúc prístup na základe rolí (RBAC).
- Integráciu s existujúcim adresárom ako LDAP umožňujúcim jednotný bod pre prihlasovanie v celom prostredí.

Pre užívateľa Keystone umožňuje:

- Získať zoznam služieb, ktoré môže užívateľ použiť.
- Vytvárať API dotazy alebo sa prihlásiť na webové rozhranie a vytvoriť zdroje, ktoré budú patriť len tomuto kontu.

Keystone má teda 2 základné časti:

- Identity service: Servis zabezpečujúci manažment užívateľov (správa užívateľských účtov a ich oprávnení).
- Service katalóg: Zabezpečuje katalóg dostupných servisov a ich API ukončení.

Pre pochopenie Identity service je potrebné chápať tieto koncepty:

- USER: digitálna reprezentácia osoby, systému alebo služby, ktorá používa openstack cloud services. Táto služba overuje, že prichádzajúce dotazy sú od užívateľa, ktorý volá službu. Užívatelia majú prihlasovacie meno a môžu mať priradený token na prístup k zdrojom. Užívatelia môžu byť priamo pridelení k nájomníkovi (tenant) a vystupovať ako keby boli súčasťou daného nájomníka (tenant).
- CREDENTIALS: dáta, ktoré sú známe len osobe (USER) a dokazujú, kto je. V Identity service sú to napríklad: Meno a heslo, meno a API kľúč alebo autentifikačný token poskytnutý Identity Service.
- AUTHENTICATION: Je to akt potvrdzujúci identitu užívateľa. Identity service potvrdzuje prichádzajúcu požiadavku validáciou údajov poskytnutých užívateľom.

- **TOKEN**: Ľubovoľný bit textu, ktorý je použitý na prístup k zdrojom. Každý token má rozsah, ktorý opisuje dostupné zdroje. Token môže byť zrušený kedykoľvek a je platný na určitý čas.
- **TENANT**: Kontajner použitý na zoskupenie, izoláciu zdrojov a objektov identifikácie. V závislosti od servisného operátora tenant môže byť priradený k zákazníkovi, kontu, organizácii alebo projektu.
- **SERVICE**: OpenStack servis, ako napr. Compute (Nova), Object Storage (Swift), Image Service (Glance). Poskytuje jeden alebo viac koncových bodov, pomocou ktorých môže užívateľ pristupovať k zdrojom a vykonávať operácie.
- **ENDPOINT**: Sieťovo prístupná adresa, zvyčajne opísaná URL, pomocou ktorej môžeme pristupovať k službe.
- **ROLE**: Obsahuje sadu oprávnení a výsad, kam môže užívateľ pristupovať.

6.4.2 OPENSTACK GLANCE

OpenStack Glance (Image Service) zabezpečuje vyhľadanie, registráciu a doručenie služieb pre disk a obrazy serverov. Schopnosť skopírovať alebo vytvoriť snapshot obrazu servera a jeho okamžité uloženie na iné miesto je veľmi silná schopnosť OpenStack. Uložené obrazy môžu byť použité ako vzor na vytvorenie nových serverov (ich vytvorenie a spustenie je oveľa rýchlejšie než vždy inštalovať operačný systém do VM pred nasadením). Glance môže byť tak isto použitý na uloženie a katalogizáciu neobmedzeného množstva záloh.

Glance môže ukladať obrazy diskov a VM na rôznych úložiskách vrátane OpenStack objektového úložiska. Image Service API poskytuje štandardné REST rozhranie pre dotazovanie informácií o obrazoch diskov a umožňuje klientom posielať tieto obrazy na nové servery.

Schopnosti Glance zahŕňajú:

- Administrátor môže vytvoriť vzory, z ktorých si môžu potom užívatelia spúšťať svoje VM.
- Užívatelia si môžu vybrať z dostupných obrazov alebo vytvoriť si vlastné z existujúcich serverov.



- Snapshoty môžu byť taktiž ukladané v Glance, aby mohli byť VM obnovené veľmi rýchle.

Multiformátový register obrazov, Glance umožňuje nahrat' súkromné a verejné obrazy v rôznych formátoch:

- RAW
- Machine (jadro/ramdisk)
- VHD (Hyper-V)
- VDI (VirtualBox)
- Qcow2 (Qemu/KVM)
- VMDK (VMware)
- OVF (VMware a iný)

6.4.3 OPENSTACK CEILOMETER

OpenStack Ceilometer (Telemetry service) agreguje používateľnosť a výkonnosť zo všetkých služieb bežiacich v OpenStack cloud. Je to silná vlastnosť, ktorá poskytuje prehľad a informácie o používateľnosti cloud-u. Poskytuje veľmi veľa štatistických informácií, ktoré umožňujú operátorom kontrolovať stav voľných a používaných zdrojov.

6.4.4 OPENSTACK HEAT

OpenStack Heat(Orchestration Service) je nástroj postavený na šablónach (template), ktoré umožňujú vývojárom aplikácií opísať a zautomatizovať nasadenie ich infraštruktúry. Flexibilný jazyk dokáže špecifikovať výpočtovú, diskovú a sieťovú konfiguráciu a taktiež detailné kroky po nasadení VM na zautomatizované nasadenie aplikácií a infraštruktúry v takto vytvorenej VM. Na základe integrácie s Ceilometer dokáže Heat automaticky škálovať jednotlivé elementy infraštruktúry.



6.4.5 OPENSTACK COMPUTE

Výpočtový servis je hlavnou súčasťou IaaS (Infrastructure As A Service) systému. Výpočtový servis je v interakcii s Keystone - kvôli autentifikácii, s Glance – kvôli obrazom a s Dashboard – kvôli užívateľskému a administračnému rozhraniu. Prístup k obrazom je limitovaný projektom a užívateľom, kvóty sú limitované pre každý projekt (napríklad počet VM).

Výpočtový servis sa škáluje horizontálne na štandardnom hardvéri a sťahuje obrazy pre naštartovanie VM podľa potreby. OpenStack Cinder

Servis blokového úložiska, ktorý pracuje na základe interakcie so sériou démonov nazvaných cinder-*, ktoré sú nainštalované na serveroch. Môžete ich spúšťať z 1 uzla alebo na niekoľkých uzloch. Umožňuje manažment diskov, snapshoty diskov a typy diskov. Je v interakcii s Compute kvôli poskytovaniu diskov pre inštancie.

Skladá sa z:

- *Cinder-api*. Akceptuje API dotazy a smeruje ich na cinder-volume.
- *Cinder-volume*. Odpovedá na dotazy na čítanie alebo zápis do Block Storage databázy. Môže byť v interakcii s rozdielnymi poskytovateľmi úložiska cez architektúru ovládačov.
- *Cinder-scheduler démon*. Tak ako nova-scheduler vyberá optimálneho poskytovateľa úložiska, na ktorom vytvorí disk.
- *Front správ*. Presúva informácie medzi jednotlivými procesmi.

6.4.6 OPENSTACK NEUTRON

Používa sa na budovanie pokročilých topológií sietí, ako napríklad privátne siete pre jednotlivých poskytovateľov. Požíva abstrakciu týchto objektov: sieť, subnet, router. Fungujú presne ako fyzické ekvivalenty, sieť obsahuje subnety a router smeruje prevádzku medzi jednotlivými subnetmi a sieťami. Skladá sa z DHCP agenta, Openvswitch agenta a L3 agenta.



6.4.7 OPENSTACK DASHBOARD

Je webové rozhranie, ktoré umožňuje administrátorom a užívateľom spravovať rôzne OpenStack zdroje a servisy. Umožňuje interakcie medzi prehliadačom a OpenStack Compute cloud kontrolérom cez OpenStack API.

Ako operačný systém pre všetky tieto servery bol použitý systém Ubuntu 12.04 LTS x64 server edition. Tento operačný systém je zadarmo a koncovka LTS (dlhodobá podpora) znamená pravidelné aktualizácie a bezpečnostné záplaty na 5 rokov pre tento operačný systém od dátumu jeho vydania, čo v našom prípade je do apríla roku 2017. V čase písania tohto výskumu bola uvoľnená verzia Ubuntu 14.04 LTS server, ktorá bude mať podporu do apríla roku 2019. Tento operačný systém a jeho LTS verzie znamenajú veľmi stabilný základ pre beh náročných aplikácií. Takisto je tento OS odporúčaný aj ako hlavný OS pre inštaláciu OpenStack. V jeho jadre je zabudovaná priamo podpora pre hypervízor KVM. Čiže budeme na KVM1 serveri (a ďalších) používať hypervízor typ 2, ktorý bude bežať nad samotným OS. Je to aj z toho dôvodu, že pre zabezpečenie live migrácie medzi jednotlivými servermi použijeme glusterFS, ktorý zabezpečí synchronizáciu obrazov diskov medzi jednotlivými výpočtovými bunkami. Pre rozširovanie, servis je pri vytváraní partícií použitý LVM (Logical Volume Manager), ktorý umožňuje jednoduchú prácu do budúcnosti s diskami na diskovom poli. Použitá verzia OpenStack bola Havana.

6.5 ALGORITMY NA SPRACOVANIE DÁT

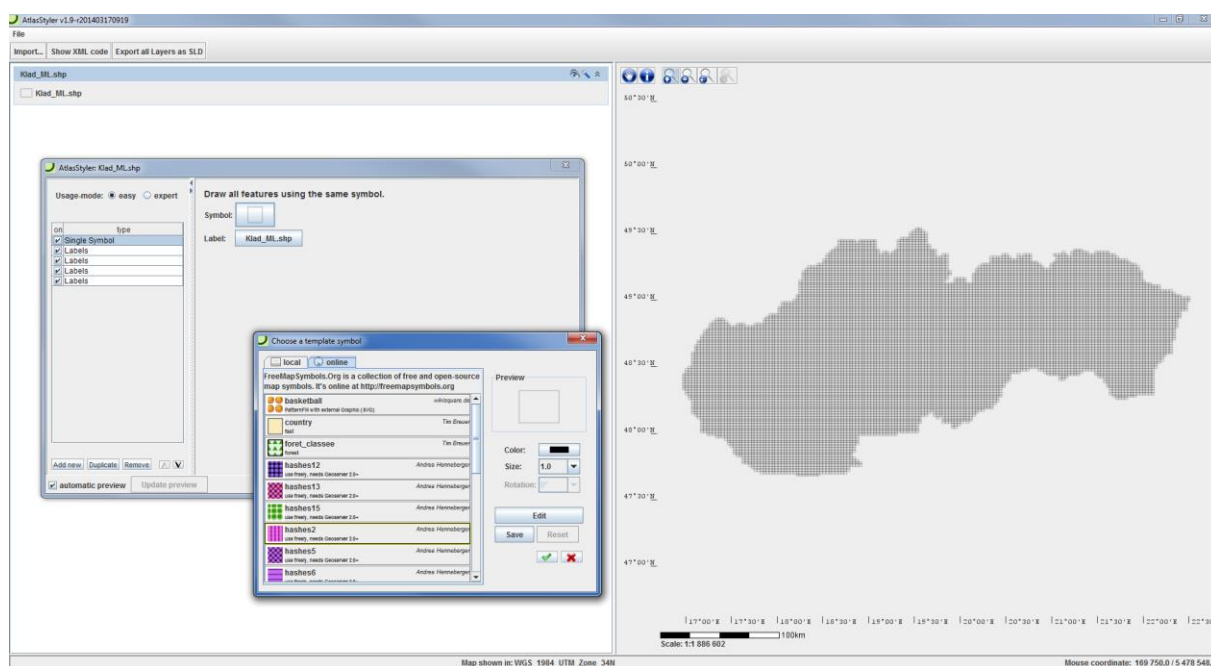
Kľúčovým vstupným prvkom systému pre výber a následné spracovanie objednávok internetového obchodu reprezentuje mapový komponent. Ten zabezpečuje základný výber požadovaných území, o ktoré má koncový zákazník pre objednávanie konkrétnych produktov záujem. V nasledujúcej časti je tento komponent podrobne definovaný.

Mapový komponent použitý v internetovom obchode a v dátovom úložisku je založený na technológii **Geoserver**. Jedná sa o opensource softvérový server založený na jazyku Java poskytujúci užívateľom možnosť prezerať a editovať priestorové údaje. Je postavený na Geotools, čo je opensource Java GIS sada nástrojov. Vyznačuje sa veľkou flexibilitou pri

tvorbe máp a zdieľaní dát. Keďže tento softvér je voľne dostupný, výrazne znižuje finančné náklady v porovnaní v tradičnými GIS produktami.

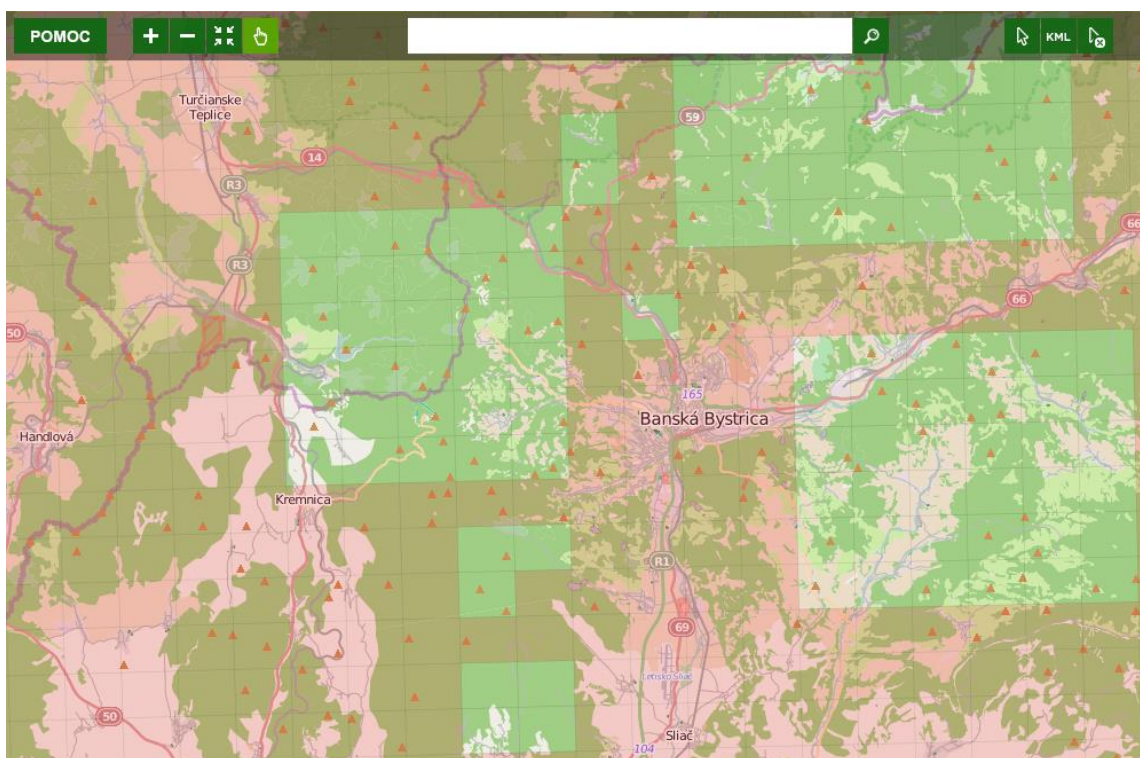
Implementáciou štandardu WMS (Web Map Service), Geoserver dovoľuje vytvárať mapy v rôznych výstupných formátoch. Je v ňom integrovaná aj voľne dostupná knižnica OpenLayers. Pomocou štandardu WFS (Web Feature Service) umožňuje zdieľanie a editáciu dát určených pre generovanie máp. Dokáže zobrazovať údaje aplikácií ako je Google Maps, Google Earth, Yahoo Maps a Microsoft Virtual Earth. Navyše je schopný sa napojiť na tradičné GIS aplikácie ako je napríklad ArcGIS Desktop a podobne.

K štylovaníu geopriestorových údajov v Geoserveri bol použitý program **AtlasStyler**. Jedná sa o užívateľsky príjemnú desktopovú aplikáciu. Program obsahuje intuitívne dialógové okná pre zjednodušenie vytvárania štýlov k priestorovým údajom. Užívateľom poskytuje prístup k online symbolom uloženým v databáze, ale aj možnosť vytvárať vlastné symboly a použiť ich v projekte. Výsledné štýly môžu byť uložené ako OGC štandard kompatibilný s SLD/SE súborami.



Obrázok 6 Grafické užívateľské rozhranie aplikácie AtlasStyler

Výsledný mapový komponent nachádzajúci sa v e-shope zobrazuje na pozadí OpenStreetMap mapu na ktorej sa zobrazuje vrstva mapových listov v súradnicovom systéme WGS-1984 UTM Zone 34N. Vrstva mapových listov je vyfarbená podľa dostupnosti údajov jednotlivých produktov. V prípade, že produkt v danom mapovom liste nie je dostupný, mapový list je zobrazený červenou priehľadnou farbou. V prípade, že produkt je v mapovom liste dostupný, mapový list je zobrazený bez výplne so šedým obrysom. Po zmene jednotlivých produktov sa vrstva vyfarbí podľa dostupnosti daného produktu (príklad je možné vidieť na nasledujúcom obrázku).



Obrázok 7 Ukážka mapového komponentu v e-shope

Samotný mapový komponent poskytuje niekoľko nástrojov pre prácu s mapou, logicky zoradených a umiestnených podľa spôsobu ich použitia.

7 GEOSTORE.SK

Ako jeden z výstupov projektu bol spracovaný návrh a realizácia riešenia internetového obchodu, implementácia redakčného systému (ďalej len CMS) vo verzii ActiveWeb eShop na riadenie obsahu webu.

Výsledná aplikácia bude dostupná v slovenskej jazykovej verzii. Obsah bude plne administrovateľný prostredníctvom CMS cez webové rozhranie internetového prehliadača Mozilla Firefox alebo MS Internet Explorer alebo Google Chrome, a to minimálne v posledných dvoch major verziách.

Prepojenie eshopu s externými aplikáciami

Súčasťou dodávky je integrácia eshopu na modul Riadiace centrum. Eshop bude využívať externý mapový komponent.

Súčasťou riešenia sú nasledovné funkčné moduly:

- Katalóg produktov
- Zľavy
- Nákupný košík
- Platobné metódy
- Spôsoby doručenia tovaru
- Príjem, evidencia a história objednávok
- Integračné rozhrania na riadiace centrum
- Ďalšie funkcionality

Modul Katalóg produktov umožňuje:

- vytvárať a spravovať katalóg produktov
- vytvárať a spravovať neobmedzený počet produktových kategórií
- pridávať a upravovať neobmedzený počet produktov a nasledovné detailné informácie o produktoch:
- názov
- základný popis, parametre



- niekoľko ilustračných obrázkov
- cenu (vo forme vzorca pre výpočet ceny) + stanovenie hodnoty DPH
- priradiť ku každému produktu jemu podobné produkty
- zvýhodniť vybrané produkty publikovaním na titulnej stránke internetového obchodu a dávať im rôzne príznaky (akcia, novinka, top produkt - zákazník ich teda vidí ako prvé)
- k produktu je možné publikovať recenzie (hodnotenie), prípadne otázky zákazníkov
- a mnohé ďalšie možnosti

Systém umožňuje vkladať produkty z katalógu do košíka. V košíku je možné definovať resp. meniť parametre jednotlivých položiek, mazať položky z košíka, prepočítať košík, pokračovať v nákupe, alebo pokračovať v tvorbe objednávky.

Používateľ bude môcť zakúpiť v rámci jednej objednávky rôzne produkty ale iba v rámci jednej zvolenej lokality.

Nebude teda umožnené zvoliť v rámci jednej objednávky produkty z jednej lokality a iné produkty z inej lokality.

Prostredníctvom systému ActiveWeb eShop je možná kompletná administrácia obsahu webových stránok, t.j. nielen katalógu produktov, ale aj ostatných textov na stránke napr. Ako nakupovať, Obchodné podmienky, Reklamačný poriadok, Kontakt, atď. ActiveWeb eShop tak zároveň poskytuje používateľom všetky výhody kvalitného redakčného systému.

Mapový komponent bude nevyhnutnou súčasťou eshopu. Bude určený na výber lokality, o ktorú má zákazník záujem. Mapový komponent musí obsahovať rozhranie, ktoré odošle webstránke nasledujúce údaje:

- označenú oblasť, resp. zoznam mapových listov vo formáte kompatibilnom s Riadiacim centrom



- doba dodania (v závislosti od označenej oblasti) – mapový komponent odošle informáciu o tom, či pre celú zvolenú lokalitu existuje pripravený produkt alebo nie. V prípade, že nie, eshop bude zobrazovať používateľovi informáciu vo forme konfigurovateľného textu miesto predpokladaného termínu dodania. Ak existuje produkt pre celú zvolenú lokalitu, eshop zobrazí predpokladaný termín dodávky podľa konfigurácie (napr. 14 dní).
- vyhľadanie lokality a zameranie v mape. Komponent je realizovaný na strane mapového komponentu a bude integrovaný v rámci eshop
- doplnkové akcie: načítanie shp súboru, načítanie KMZ súboru. Funkcionalitu zabezpečuje mapový komponent, eshop poskytne tlačidlá na vyvolanie akcie.

Súčasne, ak používateľ zvolí produkt v zozname produktov, info o vybranom produkte shop odošle na mapový komponent, ktorý zobrazí grafickú dostupnosť dát pre požadovaný produkt.

7.1.1 RIADIACE CENTRUM

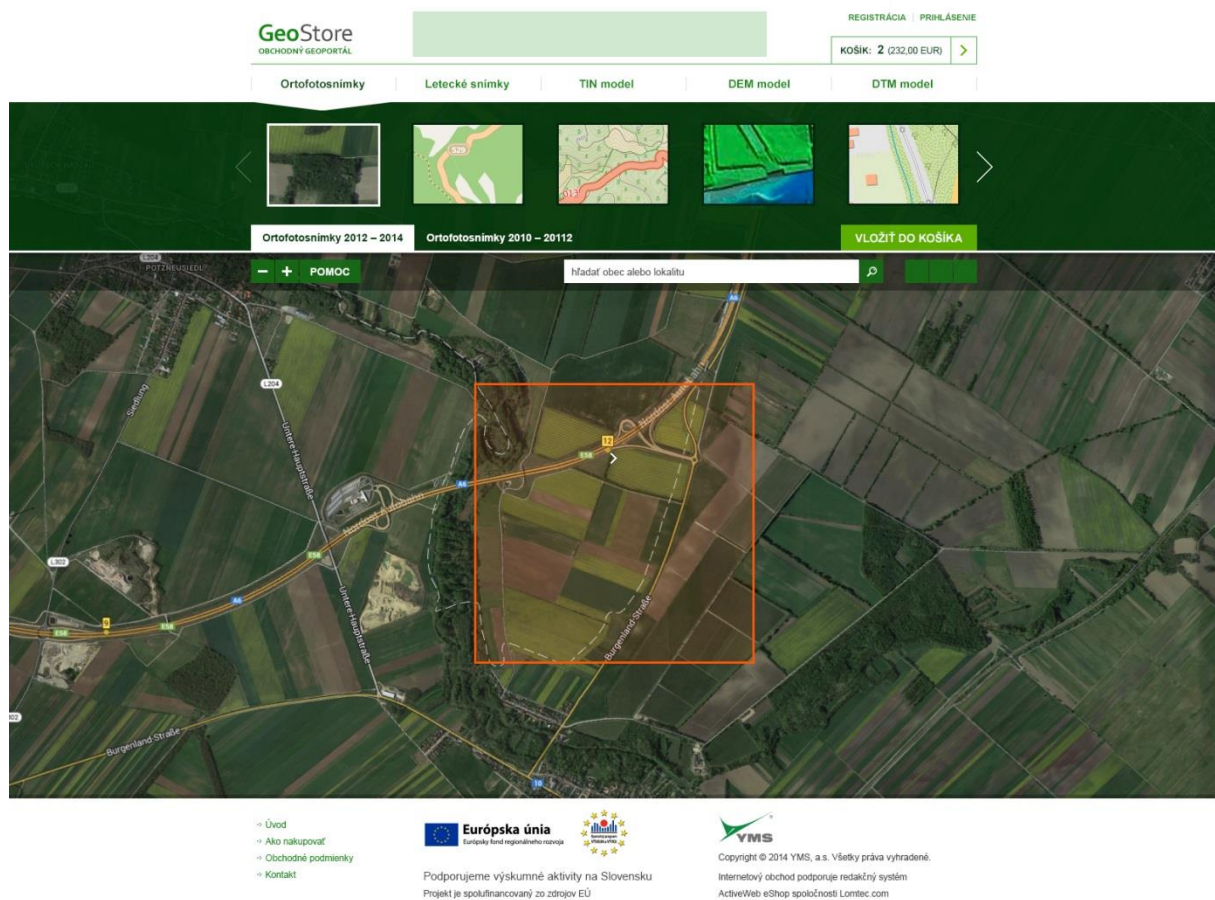
Riadiace centrum (ďalej len „RC“) je externý back-endový systém realizujúci spracovanie zaevidovaných objednávok. Po potvrdení a zaplatení objednávky sa detailné informácie o objednávke odošlú do RC, kde prebehne ich ďalšie spracovanie. Po spracovaní RC notifikuje eshop o spracovaní objednávky. Eshop následne zmení stav objednávky na vybavenú. Mailovú notifikáciu zákazníka o možnosti prevzatia objednávky bude realizovať RC.

Riadiace centrum (RC) musí poskytovať vhodné rozhranie, prostredníctvom ktorého bude eshop schopný odoslať detaily objednávky na spracovanie. Za prípravu rozhrania RC zodpovedá Klient.

Eshop bude poskytovať rozhranie, prostredníctvom ktorého bude môcť Riadiace centrum (RC) meniť stav objednávky po jej spracovaní.

Integrácia bude riešená s využitím SOAP, na báze webservises.

7.1.2 GEOSTORE.SK - DIZAJN



Obrázok 8 Úvodná stránka



Obrázok 9 Produktový katalóg

Rozloha vybranej lokality: 22 km²
Prepokladaná doba dodania: 3 - 5 dní

› Pokladňa

| Produkt | Formát | Rozlišení | Cena | Zmazat |
|------------------------------|-----------|-----------|------------|--------|
| Ortofotostanímky 2012 - 2014 | vektorový | 10 m | 152,00 EUR | X |
| Ortofotostanímky 2010 - 2012 | rastrový | 100 m | 80,00 EUR | X |

| Produkt | Formát | Rozlíšenie | Parameter | Cena | Zmazať |
|-----------------------|-------------|------------|-----------|------------|--------|
| TIN model 2010 - 2014 | vektorový ▾ | 10 m ▾ | | 152,00 EUR | X |

DTM model

Spät' na mapu

[Prepočítat' košík](#)

› Pokladňa





Ortofotosnímky

Letecké snímky

TIN model

DEM model

DTM model

Úvod > Registrácia

Registrácia



Vypíšte prosím nasledujúce údaje a založte si nové užívateľské konto, ktoré budete môcť využívať pri nákupe produktov ponúkaných na našich stránkach. Všetky údaje nižšie sú povinné.

Meno

Priezvisko

Heslo

Tip: Heslo musí mať minimálne 6 znakov.

Potvrdenie
hesla

E-mail

Chcem dostávať nasledovné novinky e-mailom

☐ Informácie o nových produktoch v
našom internetovom obchode

Registrovať

Prečo sa oplatí registrovať?

Pretože s registráciou získavate okamžite viacero nezanedbateľných výhod. Môžete sledovať aktuálny stav svojej objednávky, históriu všetkých realizovaných objednávok, získať nárok na zákaznícke a produktové zľavy a množstvo ďalších benefitov. O ďalších výhodách vás budeme informovať prostredníctvom pravidelného newslettera.

- > užívateľské zľavy
- > sledovanie stavu objednávok
- > kvalitný servis

- > Úvod
- > Ako nakupovať
- > Obchodné podmienky
- > Kontakt



Európska únia
Európsky fond regionálneho rozvoja



Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku
Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ



Copyright © 2014 YMS, a.s. Všetky práva vyhradené.

Obrázok 11 Registrácia





Ortofotosnímky

Letecké snímky

TIN model

DEM model

DTM model

Úvod > Můj účet

Můj účet



MŮJ PROFIL

Ste přihlášený ako marek ivanek | [Editovať profil](#) | [Zmena hesla](#)

Vaša aktuálna zľava: **0 %**



NÁKUPNÝ KOŠÍK

160,00 €

Položky: 16 | [Zobraziť košík](#)



OBJEDNÁVKY

✓ Vybavené ✗ Nevybavené || Čakajúce

Produkty: dodané | z nevybavených objednávok



FAKTÚRY

Uhradené faktúry

Neuhradené faktúry

MOJE OBJEDNÁVKY

[Zobraziť všetky](#)

| Objednávka | Interné číslo | Celková suma | Typ platby | Stav |
|---------------------|---------------|--------------|-------------------|--------------|
| 16.05.2014 — 152955 | 152955 | 74,00 € | Platba na faktúru | ✗ nevybavená |

MOJE FAKTÚRY

[Zobraziť všetky](#)

Neobsahuje žiadne faktúry.

- [→ Úvod](#)
- [→ Ako nakupovať](#)
- [→ Obchodné podmienky](#)
- [→ Kontakt](#)



Európska únia
Európsky fond regionálneho rozvoja

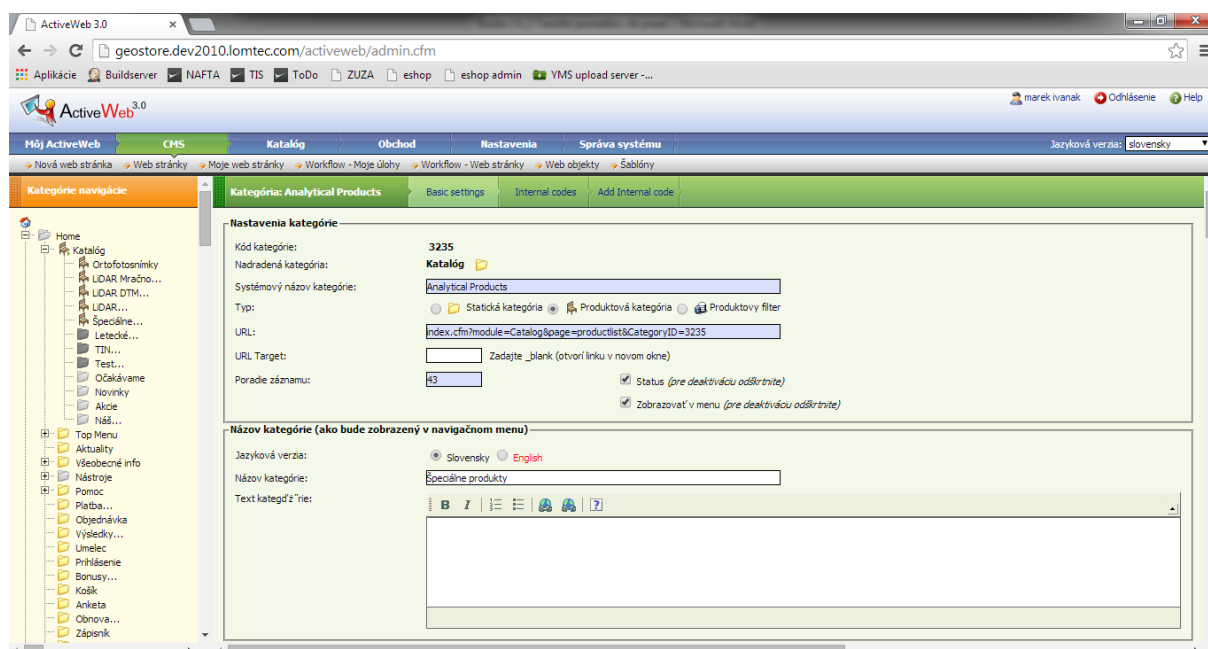


Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku
Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ



Copyright © 2014 YMS, a.s. Všetky práva vyhradené.





Obrázok 13 Ukážka background riešenia

8 ZOZNAM MERATEĽNÝCH UKAZOVATEĽOV

- [1] Hudák, Holubec, 2014: Služby a produkty brokerského centra leteckej dopravy. Aerožurnál I/2014, 1338-8215.
- [2] Krajčovič, Horňáková, 2014: Software Architecture of an Information System for Aviation Broker Center. Transport and communications I/2014, 1339-5130.
- [3] Ivaňák, Krajčovič, 2014: Aplikačná architektúra Brokerskeho centra leteckej dopravy. Vedecká konferencia.
- [4] Bobáľ, Fraštia, Ivaňák, 2015: Mračno bodov ako zdroj dát pre tvorbu DMR. GIS OSTRAVA 2015, 1213-239X.
- [5] Holubec a iní, 2014: Modelovanie vonkajších silových vedení na základe využitia skenovaných dát. Aerožurnál II/2014, 1338-8215.
- [6] Hudák, Holubec, 2014: Služby a produkty brokerského centra leteckej dopravy. Geospatial Vision.
- [7] Ihring, Hronček, Holubec, 2014: Možnosti využitia diferenciálnej geometrie pre analýzu digitálnych geografických dát. Geospatial Vision.
- [8] Krajčovič, Holubec, 2014: Legislatívne aspekty leteckého snímkovania za použitia bezpilotných lietadiel na Slovensku. Geospatial Vision.
- [9] Fraštia, Holubec, 2014: Porovnanie výškových modelov z leteckého laserového a obrazového skenovania. Slovenské deodetické dni.

- [10] Krajčovič, Holubec, 2014: Legislatívne aspekty leteckého snímkovania za použitia bezpilotných lietadiel na Slovensku. Geospatial Vision.
- [11] Holubec, Huttera, 2015: Možnosti využitia údajov DPZ v letectve. Zvyšovanie bezpečnosti a kvality v civilnom letectve 2015.