

Univerzita Pardubice  
Fakulta ekonomicko-správní

Zpřesnění polohy plynovodů s využitím dat dálkového  
průzkumu Země

Bc. Markéta Brentnerová

Diplomová práce

2011

Univerzita Pardubice  
Fakulta ekonomicko-správní  
Akademický rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Markéta BRENTNEROVÁ**  
Osobní číslo: **E090510**  
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**  
Studijní obor: **Informatika ve veřejné správě**  
Název tématu: **Zpřesnění polohy plynovodů s využitím dat dálkového průzkumu Země**  
Zadávací katedra: **Ústav systémového inženýrství a informatiky**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Metody využitelné pro zpřesňování polohy plynovodů (např. termosnímkování, změny vegetace).

Požadavky na vstupní data a atributy jednotlivých objektů pro prostorové analýzy.

Analýzy dat pro výběr VTL plynovodů určených ke zpřesnění na území mistrovského okrsku Dvůr Králové nad Labem.

Modely procesu analýzy dat včetně rozhraní na další procesy v organizaci.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**DOBROVOLNÝ, Petr.** Dálkový průzkum Země. Digitální zpracování obrazu. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita V Brně, 1998. 210 s. ISBN 80-210-1812-7.

**KONECNY, Gottfried.** Geoinformation : remote sensing, photogrammetry and geographic information systems. 1st ed. London: Taylor & Francis, 2003. 248 s. ISBN 0-415-23795-5.

**LONGLEY, Paul A.** Geographic information systems and science.1st ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2001. 454 s. ISBN 0-471-89275-0.

**ŠIMONOVÁ, Stanislava.** Modelování procesů a dat pro zvyšování kvality. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2009. 195 s. ISBN 978-7395-205-1.

Vedoucí diplomové práce:

**doc. Ing. Jitka Komárková, Ph.D.**

Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání diplomové práce: **4. října 2010**

Termín odevzdání diplomové práce: **6. května 2011**



doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.

děkanka

L.S.



doc. Ing. Jitka Komárková, Ph.D.

vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 4. října 2010

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 20. dubna 2011

Markéta Brentnerová

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala vedoucí práce doc. Ing. Jitce Komárkové, Ph. D. za všechny cenné rady a připomínky a za její vstřícný přístup.

Dále bych ráda poděkovala Ing. Petru Pavlíkovi a Ing. Františku Baudyšovi za podporu.

## **SOUHRN**

Tato diplomová práce se zabývá modelováním procesu analýzy dat v plynárenském GIS. Účelem vytvořeného modelu je získat soupis plynovodů, u kterých je žádoucí zpřesnění jejich polohy. Tato práce se zároveň zabývá metodami, které mohou být pro toto zpřesnění využity. Popsány jsou zejména metody DPZ použitelné pro tento účel, ale i pro plynárenství obecně.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Analýza dat, modelování procesu, plynovod, dálkový průzkum Země, termosnímkování, geografický informační systém

## **TITLE**

Precising of location of gas pipelines, using remote sensing data

## **ABSTRACT**

This thesis deals with the analysis process modelling of GIS data in the gas. The purpose of the model developed is to obtain a list of pipelines in order to specify their position. This work also deals with methods used for this specification. The work describes the methods which are applicable not only for this particular purpose but also for gas in general.

## **KEYWORDS**

Data Analysis, process modelling, gas pipeline, Remote Sensing, thermal scanning, Geographic Information System

# Obsah

<b>ÚVOD.....</b>	<b>8</b>
<b>1. METODY DPZ VYUŽITELNÉ V PLYNÁRENSTVÍ .....</b>	<b>9</b>
1. 1. SNÍMKOVÁNÍ V INFRAČERVENÉ ČÁSTI SPEKTRA.....	9
1. 1. 1. Termosnímkování (tepelné infračervené záření).....	9
1. 1. 2. Infrasnímkování (blízké a střední infračervené záření) .....	14
1. 1. 3. Laserové snímkování (laserscanning).....	15
1. 2. FOTOGRAMMETRIE.....	18
<b>2. CÍL PRÁCE, POSLOUPNOST KROKŮ K JEHO DOSAŽENÍ.....</b>	<b>22</b>
<b>3. POŽADAVKY NA DATA A PROSTOROVÉ ANALÝZY V PLYNÁRENSTVÍ.....</b>	<b>24</b>
3. 1. REPREZENTACE DAT.....	24
3. 2. KVALITA DAT .....	25
3. 3. PROSTOROVÉ ANALÝZY.....	26
<b>4. MODELOVÁNÍ PROCESŮ, METODA A NÁSTROJ MODELOVÁNÍ .....</b>	<b>28</b>
4. 1. PROCES, MODELOVÁNÍ PROCESŮ, PROCES ANALÝZY DAT .....	28
4. 2. PROCESNÍ PŘÍSTUP VE SPOLEČNOSTECH SKUPINY RWE.....	30
4. 3. ARIS - POUŽITÁ METODA A NÁSTROJ MODELOVÁNÍ.....	32
4. 4. DIAGRAMY NÁSTROJE ARIS.....	33
4. 5. KRITÉRIA PRO ANALÝZU A VSTUPNÍ DATA.....	37
4. 6. MODEL NAVRŽENÉHO POSTUPU ANALÝZY DAT PRO PROSTŘEDÍ GNOSIS SMALLWORLD.....	38
4. 7. UKÁZKA REALIZACE ANALÝZY DAT V PROSTŘEDÍ GIS GNOSIS SMALLWORLD.....	47
<b>5. MOŽNOSTI ZJIŠTĚNÍ PŘESNÉHO ULOŽENÍ STÁVAJÍCÍCH PLYNOVODŮ.....</b>	<b>51</b>
5. 1. GEODETICKÉ ZAMĚŘENÍ .....	51
5. 2. LETECKÉ TERMOSNÍMKOVÁNÍ.....	52
5. 3. LETECKÉ SNÍMKOVÁNÍ KOMBINACÍ METOD (TERMO, INFRA, VIDITELNÉ) .....	56
5. 4. POROVNÁNÍ METOD ZPŘESNĚNÍ VTL PLYNOVODŮ.....	58
<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>62</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA.....</b>	<b>64</b>
<b>SEZNAM ZKRATEK.....</b>	<b>67</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>68</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>68</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>69</b>

## Úvod

Plynovody staršího data výstavby bývají v provozní dokumentaci zaznamenány pouze orientačně, takto se dostávají také do evidence v GIS. Skutečné uložení plynovodů v zemi se tak může od této evidence zásadně lišit. Z toho vyplývají problémy spojené nejen s provozováním plynárenské sítě, ale i s majetkoprávními vztahy. Věcná břemena zřízená na pozemcích, kde je uložen plynovod mohou být uzavřena na jiné pozemky, než na kterých plynovody skutečně leží.

Skutečné průběhy plynovodů uložených v zemi mohou být zjištěny pomocí klasického geodetického zaměření. Je však teoreticky možné využít i metod dálkového průzkumu Země (DPZ). DPZ se v současnosti uplatňuje v mnoha oblastech a v posledních letech proniká i do oblasti plynárenství. Data získaná těmito metodami jsou kvalitní, přesná a mají vysokou vypovídací hodnotu. DPZ může být tedy v plynárenství využit pro účely zjištění významných odchylek v přesnosti zákresu stávajících plynovodů. V praxi však pro účel zpřesnění polohy plynovodů ještě nebyl DPZ využit, první zkušební snímkování byla provedena v roce 2010 a 2011. Výsledky těchto zkušebních snímkování jsou také součástí této práce.

Dálkový průzkum Země je využíván v souvislosti s geografickými informačními systémy (GIS), které s takto získanými daty pracují - zpracovávají je, vytvářejí analýzy, prezentují, ukládají. Geografický informační systém zpravidla patří mezi nedůležitější a nejnákladnější informační systémy v organizaci. Figuruje v mnoha firemních procesech – ať už podpůrných nebo klíčových. To se týká také oblasti plynárenství. Procesy analýz dat v GIS patří mezi podpůrné procesy, ale i zde lze díky jejich modelování zjednodušit či urychlit některé dílčí kroky. Výstupy těchto procesů zároveň slouží jako vstupy do jiných procesů (např. do procesu majetkoprávních vztahů).

Hlavním cílem této diplomové práce je návrh postupu analýzy v GIS a vytvoření jeho modelu. Výstupem analýzy by měl být soupis plynovodů, u kterých je žádoucí zpřesnit jejich skutečnou polohu. Dílčím cílem je zmapování dostupných možností a metod, kterými lze toto zpřesnění polohy uskutečnit, a jejich porovnání.



# 1. Metody DPZ využitelné v plynárenství

Dálkový průzkum Země je možné využívat ve všech oblastech, které nějakým způsobem souvisejí se zemským povrchem. Žádná z těchto oblastí se totiž v současné době neobejde bez kvalitních podkladových dat a dokumentace. Jednou z takových oblastí je plynárenství. Dálkový průzkum Země zde najde uplatnění v mnoha dílčích činnostech. Využit lze metody snímání v infračervené části spektra (termosnímky, infrasnímky, laserscanning) nebo denních leteckých snímků (fotogrammetrie).

## 1. 1. Snímání v infračervené části spektra

V infračerveném spektru se projevují dvě podstatné vlastnosti objektů na zemském povrchu – jejich teplota (tepelné infračervené záření) a jejich spektrální chování (blízké a střední infračervené záření). První dvě podkapitoly přibližují oba způsoby využití infračerveného spektra pasivním snímáním. Třetí podkapitola přibližuje aktivní metodu - využití vysílání laserových pulsů v pásmu blízkého infračerveného záření (laserscanning).

### 1. 1. 1. Termosnímání (tepelné infračervené záření)

Termosnímání je založeno na snímání tepelné části infračerveného záření ve vlnových délkách v intervalu  $\lambda = 3,0 \mu\text{m} - 1 \text{mm}$ . V těchto vlnových délkách jsou dvě atmosférická okna (v intervalech  $\lambda = 3,0 \mu\text{m} - 5 \mu\text{m}$  a  $\lambda = 8,0 \mu\text{m} - 12 \mu\text{m}$ ). Ta určují interval vlnových délek, ve kterém je tepelné záření objektů nejméně pohlcováno či rozptýlováno v atmosféře, a tudíž je možné jej nejlépe snímat. I uvnitř těchto oken však může atmosféra snímání významně ovlivňovat. V těchto vlnových délkách již převažuje vlastní vyzařování objektů nad odraženým slunečním zářením a umožňuje získat informace o radiační teplotě objektů. [5]

Existují tři základní typy přenosů tepla, přičemž teplo nemusí být přenášeno pouze jedním typem přenosu. Obvykle je přenášeno kombinací dvou nebo všech tří typů přenosů. Jedná se o následující typy přenosů tepla [33]:

- **Vedení (kondukce)** - uplatňuje se hlavně u pevných těles, ale také u kapalin a plynů. Jde o přenos vibrací (kmitáním) atomů pevných těles nebo srážky molekul plynů, čímž dochází k pohybu energie od teplejší molekuly směrem ke studenější.
- **Proudění (konvekce)** - uplatňuje se u pohybujících se skupenství a většinou vždy u přenosu tepla mezi pevným a kapalným (plynným) skupenstvím. Volné proudění se uplatňuje, pokud přenos tepla způsobuje změnu hustoty kapaliny a teplejší část stoupá vzhůru jako výsledek vzrůstajícího vzlaku. Nucené proudění se uplatňuje i tehdy, kdy vnější zdroj, jako např. ventilátor chlazení, uvádí kapalinu (plyn) do pohybu.

- **Záření (radiace)** - od předcházejících dvou se liší v jeho schopnosti procházet vakuem, a skutečností, že se uskutečňuje elektromagnetickou emisí a absorpcí. Probíhá rychlostí světla a chová se jako světlo, zatímco přenos tepla vedením nebo prouděním mezi dvěma body je lineárně závislý na rozdílu teplot mezi těmito dvěma body, pak energie vyzařovaná z povrchu je úměrná čtvrté mocnině své absolutní teploty. Infračervená termografie je nejbližší radiačnímu přenosu tepla.

Tepelné záření, které je předmětem termálního snímání, je vnějším projevem energie tělesa. Kinetická teplota (na rozdíl od tepelného záření) je interním projevem energie molekul tvořících těleso. Vyzářená energie vyjadřuje radiační (jasovou) teplotu tělesa. Každé těleso, které má teplotu vyšší než absolutní nula (minus 273,15 °C), emituje záření, jehož intenzita a složení jsou funkcí typů materiálu a jeho teploty. Obrázek 1 znázorňuje spektrální rozdělení energie vyzařované z povrchu těles s různou teplotou. Všechny křivky mají podobný průběh a jejich vrchol se posunuje ke kratším vlnovým délkám s růstem teploty tělesa. Tento vztah je vyjádřen Wienovým zákonem posuvu, který je vyjádřen vztahem (1) [5]:

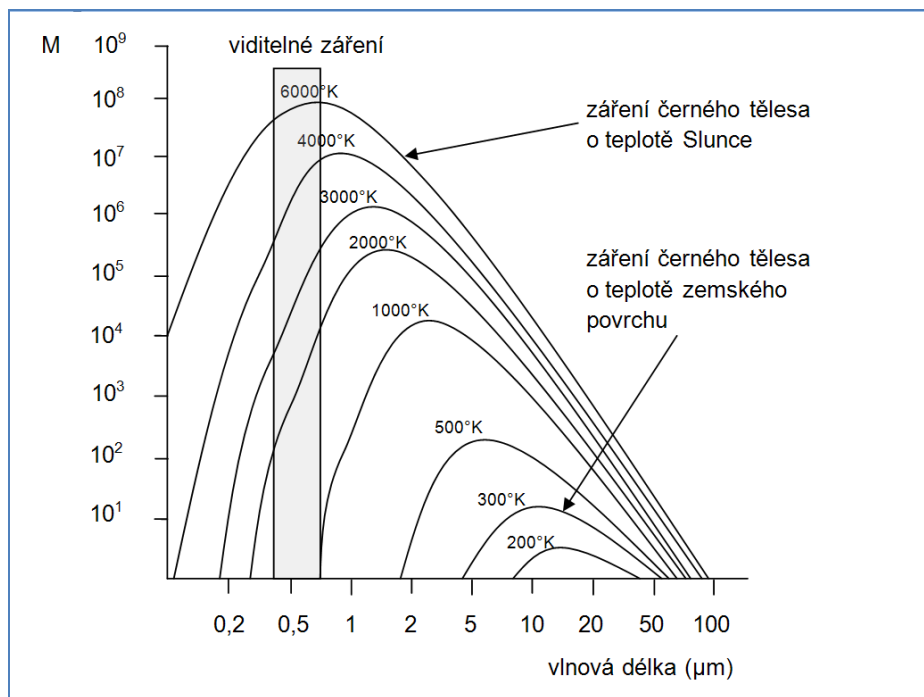
$$\lambda_{max} = \frac{c}{T} \quad (1)$$

Wienův zákon posuvu říká, že vlnová délka, již přísluší maximální intenzita vyzařování ( $\lambda_{max}$ ), je nepřímo úměrná teplotě tělesa  $T$ ,  $c$  je rychlost světla. Matematicky je tento vztah popsán Stefan Boltzmannovým zákonem. Z něho plyne, že celková radiace z povrchu absolutně černého tělesa je přímo úměrná čtvrté mocnině jeho teploty. Stefan Boltzmannův zákon je vyjádřen vztahem (2) [5]:

$$M = \sigma \cdot T^4 \quad (2)$$

kde  $M$  – intenzita vyzařování z povrchu tělesa  
 $\sigma$  – Stefan Boltzmannova konstanta  
 $T$  – absolutní teplota tělesa

Obrázek 1 graficky znázorňuje oba základní zákony – Stefan-Boltzmannův a Wienův zákon. Celková intenzita vyzařování určitého tělesa je dána plochou pod danou křivkou pro danou teplotu. [5]



Obrázek 1 Příklady intenzity vyzařování (M) absolutně černého tělesa o různé teplotě. Zdroj: [5].

Z výše uvedeného vyplývá, že vyzařování z povrchu tělesa lze využít k určení jeho teploty. Reálná tělesa se nechovají jako absolutně černé těleso. Každé reálné těleso emituje pouze část záření, které by emitovalo absolutně černé těleso o stejné teplotě. Tato míra vyzařovací schopnosti každého reálného tělesa se nazývá koeficient vyzařování – emisivita ( $\epsilon$ ). Je to faktor, který popisuje, jak efektivně reálná tělesa vyzařují záření ve srovnání s černým tělesem (3) [5]:

$$\epsilon = \frac{M_R(T)}{M_A(T)} \quad (3)$$

kde

$M_R(T)$  – intenzita vyzařování reálného objektu o teplotě T

$M_A(T)$  – intenzita vyzařování absolutně černého tělesa o teplotě T

Emisivita nabývá hodnot 0 až 1 a mění se s vlnovou délkou. Tzv. šedé těleso je těleso, jehož emisivita je menší než 1, ale je konstantní ve všech vlnových délkách. Na každé vlnové délce je radiace z šedého tělesa částí radiace černého tělesa. Jestliže emisivita kolísá s vlnovou délkou, objekt se nazývá selektivní zářič. Jako selektivní zářič se chová většina reálných povrchů. Jejich emisivita závisí na teplotě, vlnové délce a v případě distančního měření také na úhlu, pod jakým je měřena. Tabulka 1 uvádí hodnoty emisivity vybraných materiálů. [5]

Tabulka 1 Hodnoty emisivity vybraných materiálů. Zdroj: [5].

Druh povrchu	teplota °C	emisivita
sníh	-10	0,85
písek	20	0,90
les	20	0,90
beton	20	0,92
suchá půda	20	0,92
vlhká půda	20	0,95
destilovaná voda	20	0,96
led	-10	0,96

Oblast infračerveného spektra v intervalu 8 až 14  $\mu\text{m}$  je důležitá proto, že obsahuje vlnovou délku, na které většina materiálů na zemském povrchu vyzařuje maximálně. Protože objekty na zemském povrchu mají teplotu kolem 300 °K (Kelvina), podle Wienova zákona je vlnová délka odpovídající maximálnímu vyzařování při této teplotě rovna 9,7  $\mu\text{m}$ . [5]

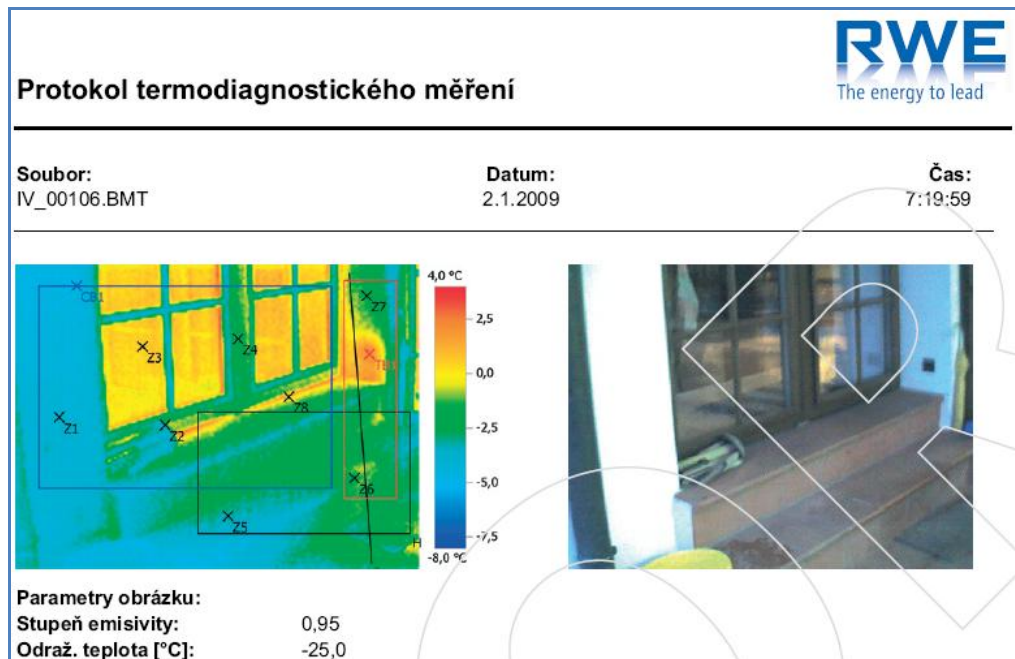
Detektor termovizní kamery měří objektem vyzařovanou elektromagnetickou radiaci v infračervené oblasti spektra. Skutečnost, že záření přímo závisí na povrchové teplotě objektu, umožňuje kameře tuto teplotu vypočítat a zobrazit. Termosnímkování je možné využít zejména využít pro sledování projevů teplotních kontrastů. [9]

#### **Využití termosnímkování v plynárenství – bezkontaktní měření:**

- *zjištění významných odchylek v přesnosti zákresu stávajících plynovodů (blíže popsáno v kapitole 5),*
- *zjištění křížení s jiným vedením,*
- *detekce úniků plynu na dálkovodech.*

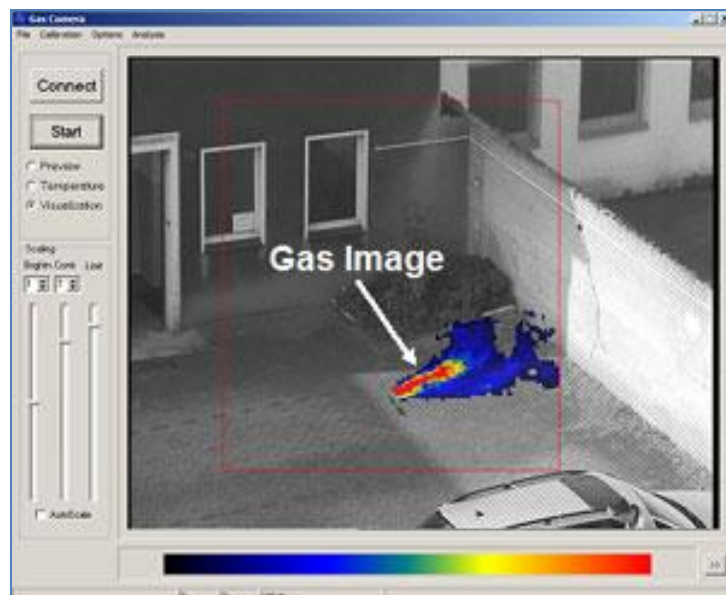
#### **Využití termosnímkování v plynárenství – kontaktní měření:**

- *Termovizní snímání budov má význam pro zjišťování a zdokumentování tepelných úniků. Společnosti skupiny RWE nabízejí svým zákazníkům službu termosnímkování. s pomocí této technologie je zákazníkovi zpracována zpráva s 8 termosnímky, která odhaluje místa, kudy z domu uniká teplo. Obrázek 2 ukazuje příklad výstupu termovizního snímání budovy.*



Obrázek 2 Protokol termodiagnostického měření. Zdroj: [34].

- *Detekce nadzemních úniků plynu* (zjištění koncentrace metanu v ovzduší). Tato metoda je založena na detekci a spektrální analýze infračerveného záření. Molekuly metanu (ten je hlavní složkou zemního plynu) absorbují infračervené záření určitých vlnových délek. Metan je pak detekován pomocí analýzy okolního záření. Tato metoda je použitelná i na vzdálenost více než 100 m. Obrázek 3 znázorňuje detekci úniku na vzdálenost 42 m. [4]



Obrázek 3 Detekce úniku metanu. Zdroj: [4].

### 1. 1. 2. Infrasinímkování (blízké a střední infračervené záření)

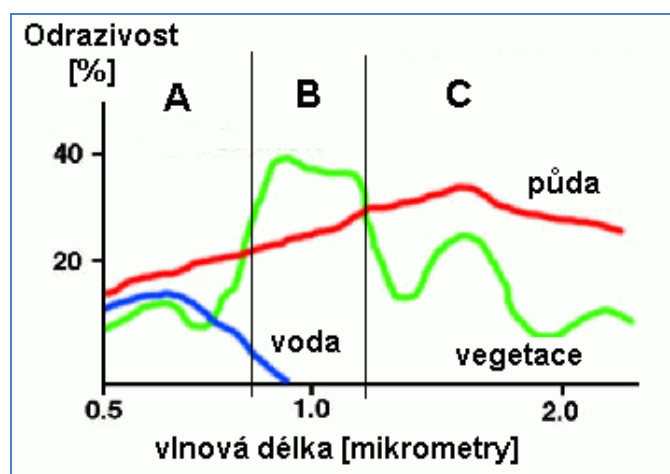
Oblast infračerveného záření zahrnuje kromě tepelného záření také blízké infračervené záření a střední infračervené záření. Každý objekt (látka) na zemském povrchu má svoji spektrální charakteristiku, která je snímatelná infrakamerou. [6]

Blízké infračervené záření ( $\lambda = 0,7 \mu\text{m} - 1,4 \mu\text{m}$ ) sdílí část atmosférického okna s viditelnou částí spektra. V této vlnové délce (stejně jako v pásmu viditelného záření) je patrný zejména spektrální projev vegetace. [5]

Střední infračervené záření ( $\lambda = 1,4 \mu\text{m} - 3 \mu\text{m}$ ) má ve své vlnové délce dvě atmosférická okna, obě jsou využitelná nejen ke studiu vegetace, ale také půdy. [5]

Obrázek 4 – zelená křivka znázorňuje spektrální chování vegetace ve viditelné a infračervené části spektra. Vegetace je ovlivněna mimo jiné vodním obsahem, zdravotním stavem a vlastnostmi půdního substrátu. První část (A) zobrazuje oblast pigmentační absorpce ( $\lambda = 0,4 \mu\text{m} - 0,7 \mu\text{m}$ ), kde se projevují pigmentační látky – chlorofyl a karoteny. Druhá část (B) je oblast buněčné struktury ( $\lambda = 0,7 \mu\text{m} - 1,3 \mu\text{m}$ ), kde se projevuje hustota vegetačního krytu, kterou je možné vyjádřit tzv. indexem listové pokrývnosti. Třetí část (C) je oblast vodní absorpce ( $\lambda = 1,3 \mu\text{m} - 3,0 \mu\text{m}$ ), kde se projevují změny ve vodním obsahu (tzv. vodní stres). [5] [6]

Pole s určitou zemědělskou plodinou (např. obilí) se může jevit jako homogenní plocha, z hlediska jeho spektrálního chování (odrazových vlastností) je však tato plocha různorodá. Část obilí může být vystavena určitému stresu způsobenému plynovodem, který má vyšší teplotu než půda. Obilí nad plynovodem se vlivem různé teploty půdy liší od okolního obilí, klesá zde aktivita chlorofylu a snižuje se obsah vody v rostlině. V důsledku to znamená zvýšení odrazivosti v modré a červené viditelné části spektra a zároveň pokles odrazivosti v infračervené části spektra. [5]



Obrázek 4 Spektrální chování povrchů. Zdroj:[6].

Obrázek 4 kromě spektrálního chování vegetace znázorňuje také spektrální chování půdy – červená křivka. Třetí část infračerveného spektra (C) umožňuje detekci vlastností půdního substrátu. Půdní změny, které nastaly při výstavbě plynovodu (obrácení ornice, která není uložena zpět na stejné místo a do stejné hloubky), se také projeví změněnou spektrální odrazivostí. Tato skutečnost – půdní změny, které jsou stejně zřetelné i po stovky let, je využíván zejména v oblasti archeologických výzkumů. Je možné jej uplatnit i v případě vyhledávání plynovodů. I v tomto případě lze využít spektrálního zvýraznění. [5] [6] [9]

#### **Využití infrasnímkování v plynárenství – bezkontaktní měření:**

- *zpřesnění polohy plynovodů* díky změně odrazivosti vegetace nebo půdy nad plynovodem,
- *zjištění křížení s jiným vedením,*
- *detekce úniků plynu* založená na změně odrazivosti vegetace, způsobené stresem vegetace či změně vlastností půdního substrátu.

#### **1. 1. 3. Laserové snímkování (laserscanning)**

Laserscanning představuje moderní technologii v oblasti dokumentace prostorových objektů, využívá vlnových délek blízkého infračerveného záření. Tato technologie umožňuje pořizovat prostorová data s takovou kvalitou a rychlostí, které by klasickými metodami geodézie a fotogrammetrie získat nešly, nebo jen s velkými obtížemi. Laserové skenování využívá principu pulzního bezodrazového dálkoměru, který pracuje s vysokou frekvencí, řádově v desítkách až stovkách tisíc Hertzů. Princip metody laserscanningu - vyšle se laserový paprsek měřící vzdálenost, kterou urazí směrem k povrchu Země. Ve stejný okamžik se zaznamená poloha paprsku pomocí diferenciálního GPS a inerciální navigace. Vyhodnocením všech parametrů se získá informace o jednom určitém bodu povrchu. Nosičem celého laserového zařízení bývá obvykle letadlo nebo vrtulník na rozdíl od pozemního laserscanningu, kdy je možné umístění systému na pozemním vozidle. [9]

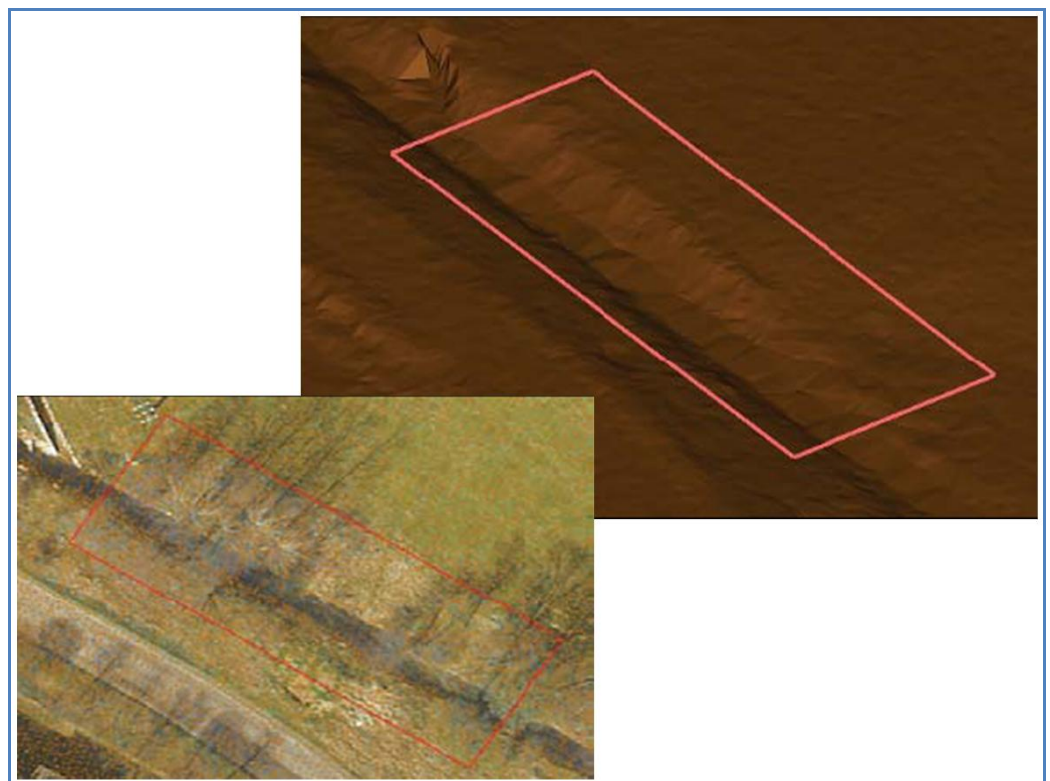
Laserové skenery rozdělujeme do dvou kategorií na tzv. 2D a 3D skenery. Optická část 2D skenerů vychyluje laserový paprsek pouze v jedné rovině. Pokud chceme tímto skenerem nasnímat plošný nebo prostorový objekt, musíme skenerem pohybovat. 2D skenery bývají nejčastěji nesený letadlem nebo vrtulníkem a jejich skenovací frekvence je obecně vyšší, než je tomu u 3D skenerů. Proti tomu optický systém 3D skenerů vychyluje laserový paprsek do celého zorného pole skeneru, a zůstává proto při skenování v klidu. Laserové skenery pracují v blízké infračervené oblasti vlnových délek. 3D nebo také pozemní laserové skenery se používají především při pozemním skenování objektů menšího rozsahu a při požadované vyšší hustotě a přesnosti laserových bodů. 2D (letecké) skenery jsou využívány při získávání digitálního modelu terénu větších území, mapování břehů vodních toků, záplavových území,



a zejména pak při dokumentaci liniových staveb, jako jsou silnice, produktovody a elektrická vedení vysokého napětí. [9]

#### Využití laserscanningu v plynárenství – bezkontaktní měření:

- *Plánování budoucí výstavby plynovodů.* Laserscanning se používá k mapování terénu pro projektování nových plynovodů. GEODIS Brno realizoval v Bulharsku jako první metodu laserového skenování pro potřeby projektování plynovodu NABUCCO, na jehož stavbě se podílí společnost RWE. GEODIS zvolil pro získání vysoce přesných 3D prostorových dat kombinaci leteckého snímkování a laserového skenování, kterým lze dostat aktuální vizuální informaci z ortofotomap s vysokým rozlišením a zároveň digitální model terénu s vysokou hustotou dat a velkou přesností. Obrázek 5 znázorňuje ukázkou takto pořízených snímků. Tato geoprostorová data pokrývající 400 km dlouhý pás jdoucí skrz Bulharsko budou sloužit k projektování a realizaci projektu NABUCCO v Bulharsku. [1]



Obrázek 5 Plynovod NABUCCO - laserové skenování. Zdroj: [1].

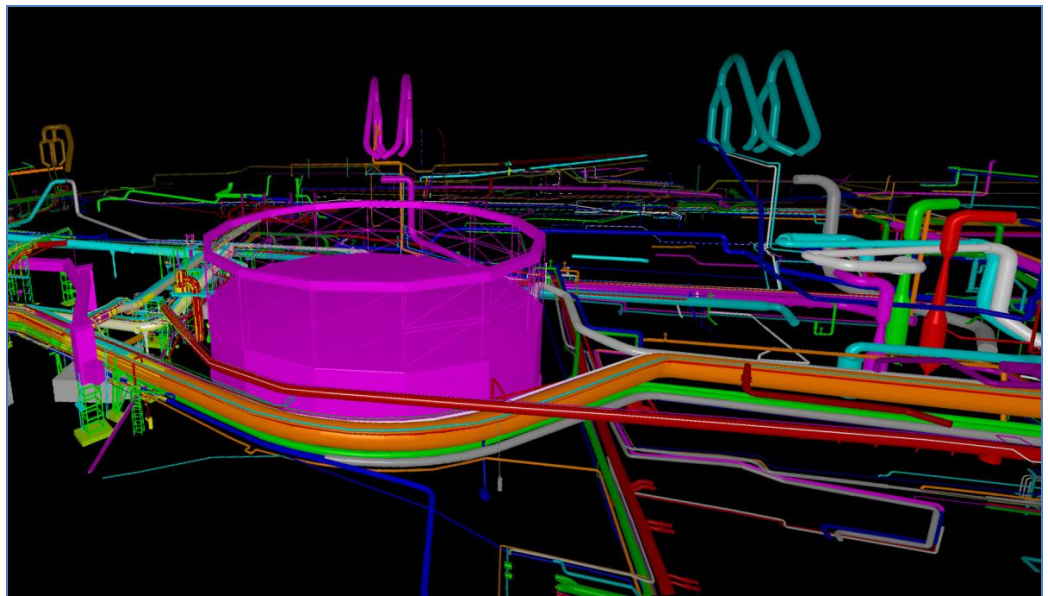
- *Zjišťování úniků plynu na dálkovodech.* Laserscanning je možné využít i pro bezkontaktní detekci úniků plynu na dálkovodech, kdy nosičem scanneru je letadlo. Jako nejcitlivější přichází v současné době v úvahu systém LIDAR. Je to aktivní metoda, jejíž princip je založen na vysílání dvou pulsů laserových paprsků mírně odlišných vlnových délek, které projdou atmosférou, odrazí se od



Země a jsou detekovány čidlem. Jeden puls (on-line puls) má vlnovou délku, která je absorbována metanem a druhý puls (off-line puls) má vlnovou délku, která není absorbována metanem. Z rozdílu obou plusů zachycených čidlem po odrazu od Země lze zjistit koncentraci metanu. Přidáním dalšího pulsu je možné detekovat ještě další plyn (např. etan) a jeho koncentraci. [35]

### Využití laserscanningu v plynárenství - kontaktní měření:

- *Vytváření 3D modelů plynárenských zařízení.* Firma Gefos vytvořila pro společnost RWE Transgas 3D vektorový model regulační stanice plynu Lanžhot [32]. S využitím speciálního programu, např. CAD software CYCLONE™, je možné vypočítat kubaturu vymodelovaného potrubí. V plynárenství se 3D modelování využívá pro modelování regulačních stanic, modelování nadzemních částí podzemních zásobníků plynu a jiných složitějších uzlů a potrubních systémů. Obrázek 6 znázorňuje model části potrubních systémů v lokalitě národní kulturní památky Vítkovice - Dolní oblast. V centrální části modelu je zobrazeno těleso plynoměru. Při modelování byl kladen důraz na potrubí o průměru 10 cm a větším. Data byla pořízena metodou pozemního laserového skeneru při použití pulsního (Riegl) a fázového (Zoller&Froehlich) skeneru. [9]



Obrázek 6 Model potrubních systémů Vítkovice. Zdroj: [9].

- *Zjišťování úniků plynu na místní síti.* Přenosné zařízení pro detekci úniku metanu (hlavní složky zemního plynu) využívá laserového paprsku, který absorbuje vlnovou délku metanu (laserový paprsek je částečně absorbován v případě přítomnosti metanu). [8]

## 1. 2. Fotogrammetrie

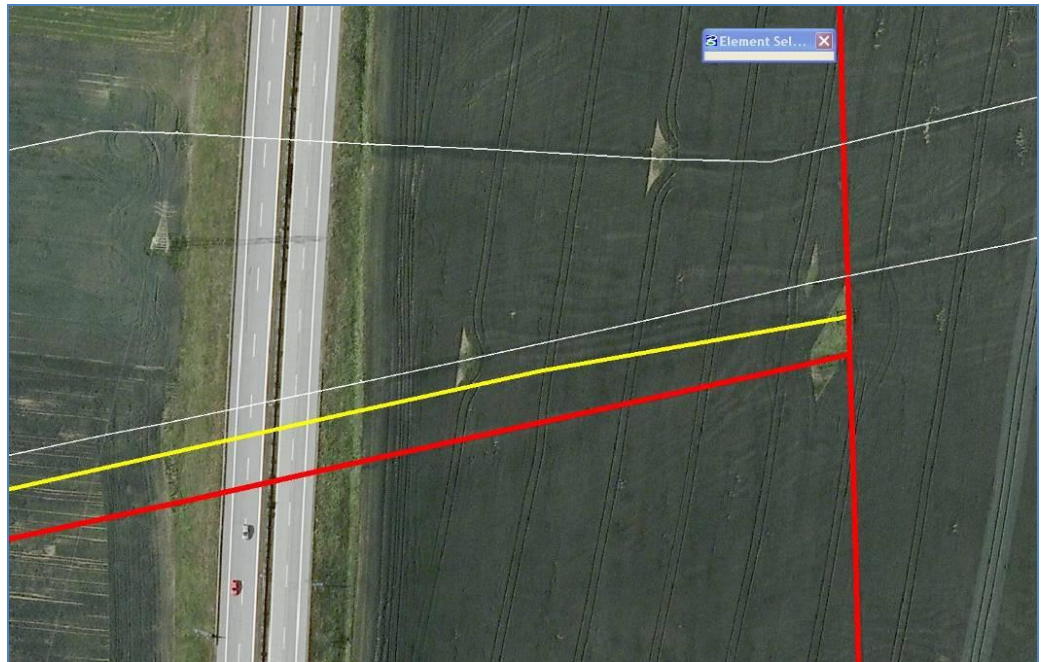
Fotogrammetrie využívá viditelné části elektromagnetického záření ve vlnových délkách  $\lambda = 0,4 \mu\text{m} - 0,7 \mu\text{m}$ . Viditelné záření je nejvyužívanější částí spektra. Zdrojem tohoto záření je Slunce, proto snímkování v tomto spektru probíhá pouze v denních hodinách. Řadí se mezi konvenční metody a z historického hlediska je používáno mnohem déle než metody nekonvenční. Pořízení leteckých snímků je jednoduché a nevyžaduje žádné složité zpracování a úpravy. Snímky je možné spektrálně zvýraznit, pro lepší rozlišení rozdílů ve vegetaci. Ve vlnových délkách viditelné části spektra se také projevuje spektrální chování objektů (stejně jako ve vlnových délkách blízkého infračerveného záření). O spektrální odrazivosti v jednotlivých částech viditelného spektra, spektrálním chování vegetace a spektrálním zvýraznění blíže pojednává literatura [5] a [6]. [9] [5]

Na denních leteckých snímcích je možné sledovat změny vegetace a částečně jejich spektrální chování stejně jako v pásmu blízkého infračerveného záření (bylo popsáno v podkapitole o blízkém a středním infračerveném záření). K takovým změnám může docházet na místech úniků plynu nebo je možné sledovat rozdíly ve vegetaci nad plynovodem a okolní vegetací.

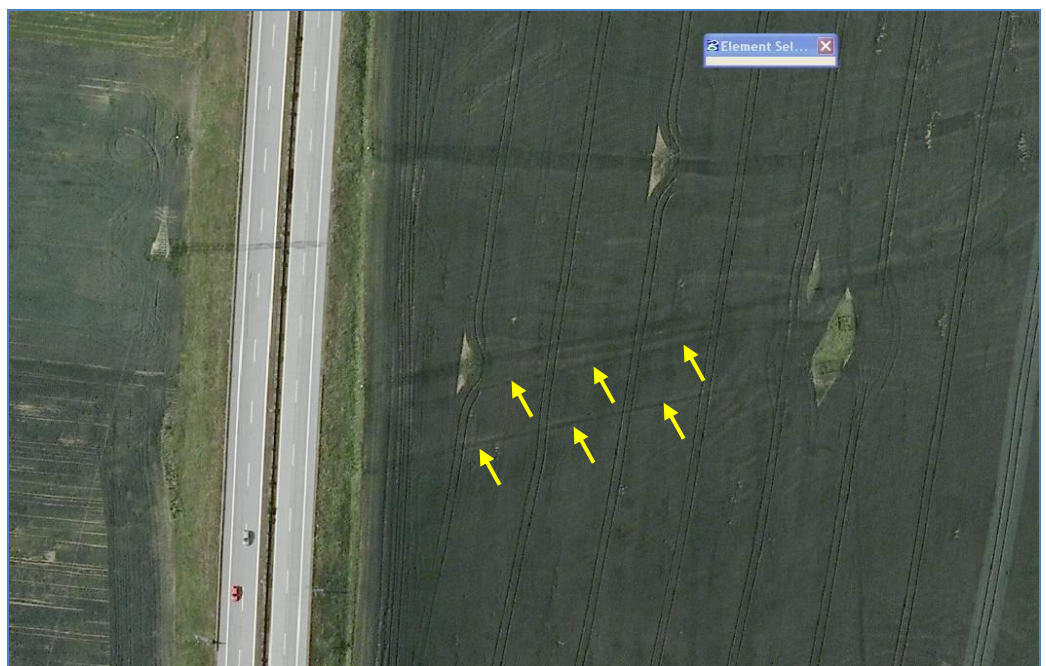
### **Využití fotogrammetrie v plynárenství – bezkontaktní měření:**

- *Zjišťování úniků na dálkovodech* díky sledování změn vegetace.
- *Zpřesňování polohy plynovodů* díky změnám vegetace nebo díky půdním změnám při výstavbě plynovodu.

Na denních snímcích ve viditelné části spektra je možné sledovat změny vegetace, které jsou zapříčiněné půdními změnami v blízkosti plynovodu. Vegetace - např. obilí rostoucí nad plynovodem, je ovlivněna jeho vyšší teplotou a tento fakt způsobuje, že během období růstu (na jaře a počátkem léta) je obilí tmavší (rychleji roste) a v období zrání rychleji zraje – žlutne a vysychá. Obrázek 7 znázorňuje průběh plynovodů z dokumentace. Obrázek 8 znázorňuje změny vegetace v místech uložení plynovodu (označeno žlutými šipkami).



Obrázek 7 Ortofotomapa se zakresleným průběhem plynovodů z dokumentace. Zdroj: [38].

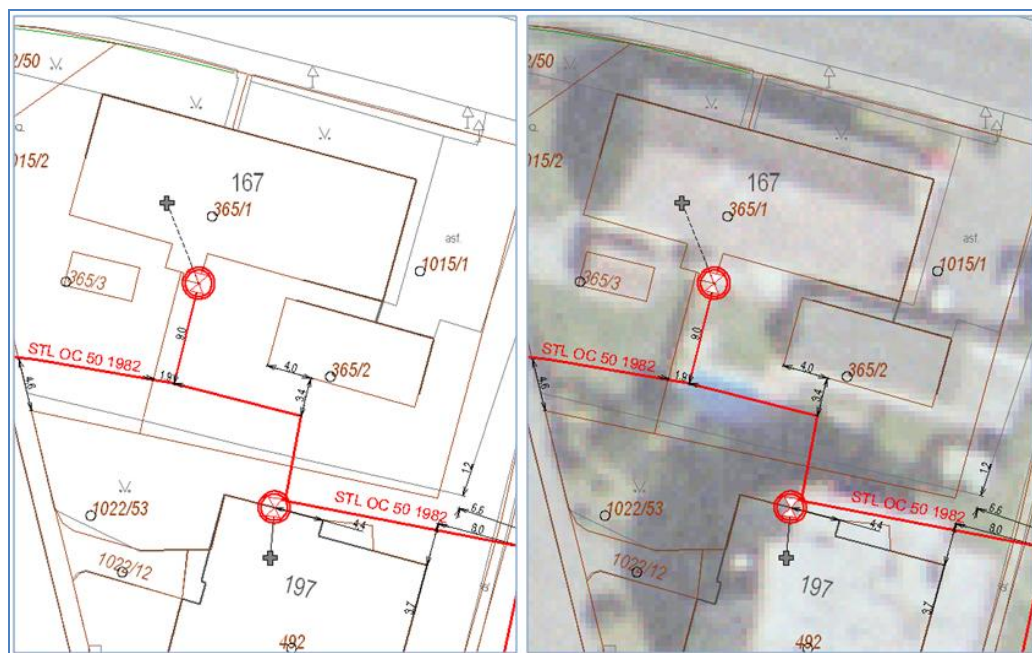


Obrázek 8 Ortofotomapa s rozeznatelnými změnami v obilí nad plynovodem. Zdroj: [38].

*Doplňková vrstva GIS poskytující přesnější informaci – tzv. ortofotomapy jsou využívány v GIS jako rastrové vrstvy, využívány v GIS jako rastrové vrstvy, které je možné připojit k vrstvě plynovodů nebo k vrstvě katastrální mapy plynovodů nebo k vrstvě katastrální mapy a ověřit tak skutečný stav.*

- Příloha 1 zobrazuje rozdíl ve vrstvě s katastrální mapou a ve vrstvě s ortofotomapou. Ortofotomapy poskytují kvalitnější informaci než katastrální mapy.

- Zjišťování narušení bezpečnostního a ochranného pásma plynárenského zařízení. Obrázek 9 znázorňuje fakt, že majitel nemovitosti nerespektuje ochranné pásmo a postavil si na plynovodu a plynovodní přípojce bazén.



Obrázek 9 Ortofotomapa zachycující narušení ochranného pásma. Zdroj: GIS RWE.

### Praktické použití výše uvedených metod

Při snímkování v praxi je často využívána kombinace více metod. Zejména v případě bezkontaktního snímkování je efektivní umístit v letadle více scannerů a použít je všechny najednou v rámci jednoho letu. Takto může probíhat zároveň snímkování ve viditelném spektru, termosnímkování a laserscanning. Kombinace více metod může být obzvláště žádoucí např. při zjišťování úniků na dálkovodech. Termosnímky by teoreticky měly zachytit zejména úniky, kdy typ zeminy nepropustí plyn na povrch a únik plynu zůstává v půdě. Metoda založená na vysílání dvou laserových pulsů o různých vlnových délkách naopak zachytí úniky plynu, které se již dostaly napovrch do atmosféry.



### **Současný stav využívání metod DPZ v plynárenství ve světě**

Laserscanning, termosnímký a infrasnímký začínají být v plynárenství využívány zejména pro detekci úniků na plynovodech, metoda byla zkoušena např. v Německu [27]. Vzniklo evropské konsorcium PRESENSE, které sdružuje plynárenské a ropné společnosti z Velké Británie, Belgie, Nizozemí, Francie a Německa a také organizace specializující se na DPZ, analýzu obrazu, správu dat a informační technologie. Na webových stránkách konsorcia je publikováno množství odborných prací a projektů týkající se využívání DPZ v plynárenství. Jedná se zejména o metody detekce úniků na plynovodech související s bezpečným provozem plynovodů [23].

Satelitním sledováním plynovodů a ropovodů v Rusku se zabývá společnost Magnolia. Cílem využití je zejména vyhledávání úniků vzniklých např. v důsledku seizmické činnosti na kritických místech plynovodů, jako jsou nadzemní přechody vodních toků [25].

V Severní Americe úniky na plynovodech od roku 2008 monitoruje systém nazvaný Guardian Angel [10]. Zajištěním bezpečnosti stárnoucí plynovodní infrastruktury pomocí hyperspektrálních skenerů se zabývají plynárenské společnosti v USA [12].

Z toho je zřejmé, že použití metod DPZ v plynárenství se orientuje zejména na zabezpečení bezpečnosti provozu plynovodů. Informace o použití metod DPZ pro účely zpřesnění polohy plynovodů ve světě však nebyly publikovány nebo pro tento účel nebyly zatím vůbec využity.

## 2. Cíl práce, posloupnost kroků k jeho dosažení

Hlavním cílem této práce je návrh postupu a vytvoření modelu procesu analýzy dat. Požadovaným výstupem z tohoto procesu je seznam a mapa VTL plynovodů v MSO Dvůr Králové nad Labem, u kterých by bylo žádoucí upřesnit jejich skutečnou polohu. Oblast MSO Dvůr Králové nad Labem je ukázkovým územím, model je možné znovu použít pro jiné zájmové území.

Pro uskutečnění hlavního cíle budou provedeny následující kroky:

- přesné definování problému – cíl analýzy,
- výběr GIS pro zpracování analýzy,
- specifikace požadavků,
- výběr nástroje pro modelování procesu,
- vytvoření modelu analýzy dat ve vybraném modelovacím nástroji, včetně integrace do procesní databáze, která spočívá v definování rozhraní na stávající procesy,
- ověření, zda data v GIS jsou v potřebné kvalitě pro provedení analýzy,
- sestavení dotazu a provedení analýzy dle vytvořeného modelu ve vybraném GIS,
- zpracování výsledků analýzy - vytvoření mapových podkladů a seznam plynovodů.

Účelem analýzy dat je získání seznamu plynovodů a vytvoření mapového podkladu s plynovody, jejichž atributy splňují následující kritéria:

- jsou na území MSO Dvůr Králové n. L.,
- jsou v provozu,
- jsou starší než 1. 1. 1990,
- přesnost jejich zakresu je orientačně nebo geodeticky zaměřeno po záhozu,
- typ úseku je buď plynovod (jakékoli délky a dimenze), nebo přípojka, a to buď delší než 100 m, nebo s dimenzí větší než 100 mm.

Modelování procesu analýzy dat bude provedeno pomocí nástroje ARIS (nástroj je blíže popsán v kapitole 4), výběr tohoto nástroje ovlivnila jeho dostupnost a skutečnost, že je využíván pro modelování procesů ve společnostech skupiny RWE. Analýza dat bude realizována v geografickém informačním systému GNOSis Smallworld, který je blíže popsán v kapitole 4. Výběr tohoto prostředí ovlivnila jeho dostupnost – je využíván ve společnostech skupiny RWE. Pro analýzu budou použita data z databáze GNOSis Smallworld.

Dílčím cílem práce je zmapování současného stavu a možností metod DPZ využitelných v oblasti plynárenství, zejména možnosti jejich využití pro zpřesnění skutečného uložení VTL plynovodů.

Pro uskutečnění dílčího cíle budou provedeny následující kroky:

- zmapování metod a způsobů zpřesnění polohy VTL plynovodů,
- definování výhod a nevýhod metod DPZ a metody pozemního geodetického zaměření,
- porovnání všech alternativ pro zpřesnění polohy VTL plynovodů a výběr vhodné metody zpřesnění:
  - definování kritérií pro rozhodování,
  - výběr prostředí pro vícekritériální rozhodování,
  - výběr vhodné metody pro zpřesnění plynovodů.

Porovnání všech dostupných způsobů zpřesnění VTL plynovodů bude provedeno v prostředí CDP (Criterium DecisionPlus), výběr tohoto prostředí byl ovlivněn jeho dostupností. Na základě výsledků rozhodovacího procesu bude vybrána nejvhodnější metoda pro zpřesnění plynovodů.

Hlavní a dílčí cíl práce zpracuje autorka této práce. Součástí práce jsou také snímky zpracované a poskytnuté dodavateli (GEODIS a Air Vision Technology), kteří disponují technologiemi využitelnými pro účel zpřesnění VTL plynovodů. Tyto technologie však nebyly pro účel detekce VTL plynovodů ještě použity. Dodavatelé provedli zkušební snímkování a zpracování dat, aby mohlo být ověřeno, zda jsou tyto metody pro detekci plynovodů opravdu použitelné. Data od dodavatelů budou použita pro definování výhod a nevýhod metod DPZ a pro rozhodovací proces.

### 3. Požadavky na data a prostorové analýzy v plynárenství

Data obsažená v databázích GIS jsou různě reprezentovaná a mají určitou kvalitu. Tyto skutečnosti mají vliv na provádění analýz nad těmito daty. O reprezentaci dat, jejich kvalitě a prostorových analýzách v plynárenství pojednávají následující podkapitoly.

#### 3.1. Reprezentace dat

Reprezentace dat v GIS může být jednak vektorová a jednak rastrová. GIS mohou využívat i obou reprezentací v různých vrstvách. Každá má svoje výhody a nevýhody, a proto je každá využívána pro jiné účely.

**Vektorová reprezentace** dat používá základní geometrické prvky - bod, linie, polygon.

Vektorové modely lze rozlišit na dva typy [16]:

- Nespojené modely (špagetový model) – každý geoprvek v modelu existuje odděleně bez vytváření vztahů s okolními prvky. Linie se zde mohou libovolně křížit.
- Topologický model – jednotlivé linie dohromady tvoří rovinný graf.  
*Tento typ modelu využívají plynárenské GIS, jeho použití vyplývá z podstaty evidence plynovodů jako sítě, kterou proudí plyn, a možnosti využívání síťových analýz.*

Výhody vektorové reprezentace (topologického modelu) a z nich vyplývající důvody pro jejich využití v plynárenských GIS [3]:

- jsou vhodné pro liniové prvky (plynovody) na rozdíl od rastru, který je pro liniové prvky naprosto nevhodný,
- mají dobrou kvalitu grafiky,
- umožňují pracovat s topologií prvků,
- malý objem uložených dat,
- analýzy jsou sice složitější, ale komplexnější, umožňují síťové analýzy, které jsou v rastru neproveditelné,
- transformace mezi souřadnicovými systémy je přesná.

Nevýhodou vektorů jsou vysoké nároky na software a složitá datová struktura [3].

**Rastrová reprezentace** rozděluje prostor pravidelnou mříží na jednotlivé buňky, které je možné nekonečně opakovat v rovině a jsou rozložitelné na menší buňky stejného tvaru.



Obvyklým tvarem buňky rastru je čtverec. Nevýhodou je jejich nepřesnost, hodí se však pro velké souvislé povrchy a jsou výpočetně nenáročné. [16]

*Tento typ reprezentace dat je pro svoje vlastnosti v plynárenských GIS využíván pro připojení externích mapových podkladů, např. ortofotomapy a jiné mapy.*

Výhody rastrové reprezentace a z nich vyplývající důvody pro jejich využití v plynárenských GIS [3]:

- jsou vhodné pro zobrazení spojitých povrchů na rozdíl od vektoru,
- mají jednoduchou datovou strukturu,
- nenáročné na software.

Nevýhodou rastrů je velký objem uložených dat, neexistence topologie, nepřesné analýzy a nepřesná transformace mezi souřadnicovými systémy, kvalita grafiky je závislá na rozlišení [3]. Podrobnější informace o rastrových a vektorových datech uvádí literatura [20].

### **3. 2. Kvalita dat**

Kvalita dat je rozhodující faktor pro výsledky analýz dat. Lze říci – jaká jsou data, takové budou výsledky analýz. Časté problémy v analýzách dat jsou chybějící data, překlepy a chybná data [24]. Kvalitní data splňují následující požadavky [24]:

- přesnost (nepřesný údaj mohl vzniknout např. v důsledku překlepu),
- úplnost (chybí vyplněná hodnota u nějakého atributu),
- včasnost (data jsou do IS pořizována v co nejkratší době – *např. nově postavený plynovod je nutné zavést do GIS v co nejkratší době. Pokud bude postaven v 2009, ale do systému bude pořízen až v roce 2011, ovlivní to výsledek analýzy v GIS, která proběhla v roce 2010 a zjišťovala celkovou délku plynovodů postavených v roce 2009.*),
- jedinečnost,
- konzistentnost (data ve dvou atributech si mohou vzájemně odporovat *např. atribut „datum uvedení plynovodu do provozu“ má hodnotu 12. 5. 1967 a atribut „materiál plynovodu“ má hodnotu polyetylen. Tato data si vzájemně odporují, protože polyetylenové plynovody v roce 1967 ještě neexistovaly.*).

Kvalitativní složka je také jednou ze složek geoprůvku. Kvalitu geoprůvku určují tyto parametry [16]:

- obsahová úplnost popisu objektů a jejich atributů,
- geometrická přesnost,
- aktuálnost,

- rozsah pokrytí zájmového území,
- úroveň zobrazení relací mezi objekty a atributy,
- vhodnost vstupního a výstupního rozhraní a použitých médií.

Nejčastějším zdrojem nekvalitních dat je lidská složka informačního systému, kvalitu dat ale ovlivňují také časté migrační aktivity. Kvalita dat je také IT disciplína, která se snaží zachytit co nejvyšší kvalitu dat a tím i optimální fungování informačních systémů. Existují technologie, které dokážou zlepšit kvalitu dat pomocí tzv. „vyčištění dat“ i o desítky procent. Dodavatelem takových technologií je např. firma Tieto. Mnohem přínosnější, avšak náročnější je prevence. Ta zabráňuje vzniku chyb již ve fázi pořizování dat pomocí organizačních opatření a technických prostředků. Existují různé kontroly kvality dat, které nedovolí uložit pořizovaná data do centrální databáze GIS, pokud je nalezena nějaká chyba (např. chybějící údaj, nebo nekonzistentní kombinace dat u různých atributů). Uložení je umožněno až po opravě chyby. Pokud tedy neexistují již preventivní opatření při pořizování dat, je většinou potřebné data „vyčistit“, aby mohly být vůbec provedeny požadované analýzy. [19]

### 3. 3. Prostorové analýzy

Prostorové analýzy probíhají v prostředí GIS. Pro některé analýzy postačí pouze atributové složky jednotlivých prvků, v GIS ale mohou probíhat i analýzy, které berou v potaz i geometrii prvků – jejich polohu či tvar. Na základě prostorových analýz je možné vyhledat nové vztahy mezi jednotlivými prvky, či získat prvky úplně nové [16]. Definice prostorové analýzy zní [11]: „Prostorové analýzy jsou souborem technik pro analýzu a modelování lokalizovaných prvků, kde výsledky analýz závisí na prostorovém uspořádání těchto prvků a jejich vlastností.“

Každý GIS má jiné nástroje a metody pro realizaci prostorových analýz, proto je nutné při tvorbě analýz vzít v úvahu možnosti používaného GIS. V GIS je možné použít následující analýzy, jejichž charakteristika je zpracována na základě [16] a doplněna vzhledem k jejich použitelnosti v GIS z oblasti plynárenství. Analýzy nad rastrovými daty jsou zde pouze zmíněny, důraz je kladen zejména na analýzy využívající vektorová data, vzhledem k povaze dat v plynárenských GIS:

- Dotazy na databázi – nemusí být nutně spojeny s geografickou reprezentací prvku. Mohou se týkat pouze atributů jako běžné dotazy na databázi. Podle jejich povahy je možné je rozčlenit na [11] [16] [20]:
  - Prostorové dotazy – využívají prostorovou informaci o prvku, to je jeho polohu či tvar (bod, linie, polygon).

**Příklad využití analýzy v plynárenství:** Jaké liniové prvky (plynovod) jsou topologicky překryty s polygonovým prvkem (plocha MSO Dvůr Králové n. L.)

- Atributové dotazy – využívají atributy prvku. U vektorových dat se dotazy skládají pomocí matematických (<, >, =) a logických (AND, OR, NOT) operátorů.

**Příklad využití analýzy v plynárenství:** Jaké prvky (plynovod) mají v atributu „přesnost zákresu“ hodnotu „orientačně“ nebo „geodeticky zaměřeno po záhozu“.

Dotazy však mohou využívat obou složek – jak atributové, tak prostorové.

**Příklad využití analýzy v plynárenství:** Jaké liniové prvky (plynovod) s hodnotou „nadzemní“ v atributu „typ vedení“ topologicky kříží liniové prvky (vodní tok).

- Mapová algebra – používá se pouze pro rastrové vrstvy, využívá funkce lokální, fokální, zonální či globální.
- Vzdálenostní analýzy spočívají v měření vzdáleností v dvourozměrném prostoru. Při vektorové prezentaci se využívá Euklidovská metrika. V dvourozměrném prostoru však nelze změřit přesnou délku jako v reálném trojrozměrném světě.

**Příklad využití analýzy v plynárenství:** V dvourozměrném GIS, který mapuje síť plynovodů např. ve Špindlerově Mlýně a nebere v úvahu terénní nerovnosti, jako jsou svahy, bude mít větší vypovídací hodnotu atribut skutečná délka plynovodu (zjištěná třeba z dokumentace při výstavbě plynovodu) než délka změřená přímo v GIS.

Vzdálenostní analýzy umožňují také vytváření obalových zón.

**Příklad využití analýzy v plynárenství:** Zjišťování ochranného pásma kolem plynovodu.

- Analýza modelů terénu (analýza viditelnosti) – používá se pro odvození výšky terénu, využívá rastrových dat.
- Analýza sítí – využívá vektorových dat a jejich topologie – konkrétně topologie liniových prvků a jejich propojenosti, kterou právě topologie definuje.

**Příklad využití analýzy v plynárenství:** Může být využita pro zjišťování propojenosti jednotlivých plynovodů – pokud dojde k uzavření uzávěrů na určitém úseku plynovodu, zda je možné zásobovat území z jiné větve plynovodu. Pro tuto analýzu je důležitá topologická informace, zda dva plynovody, které se při pohledu v GIS kříží, jsou opravdu propojené, nebo jde o dvě větve plynovodů, které jsou v zemi uloženy 30 cm nad sebou – tuto informaci je možné zjistit pouze z topologie jejich linií.

- Analýza obrazů – jde o letecké fotografie či ortofotomapy, které bývají také součástí GIS.

**Příklad využití analýzy v plynárenství:** Termosnímky, které jsou pořizovány pro upřesnění polohy plynovodů.

## 4. Modelování procesů, metoda a nástroj modelování

Následující podkapitoly přibližují základní pojmy z oblasti modelování procesů, metody a modelovací nástroje použité v této práci.

### 4.1. Proces, modelování procesů, proces analýzy dat

Existují různá vymezení pojmu „proces“. Definice, která nejlépe vystihuje obsah této práce, zní [31]: „Proces je organizovaná skupina vzájemně souvisejících činností a/nebo podprocesů, které procházejí jedním nebo více organizačními útvary či jednou (podnikový proces) nebo více spolupracujícími organizacemi (mezipodnikový proces), které spotřebovávají materiální, lidské, finanční a informační vstupy a jejichž výstupem je produkt, který má hodnotu pro externího nebo interního zákazníka.“

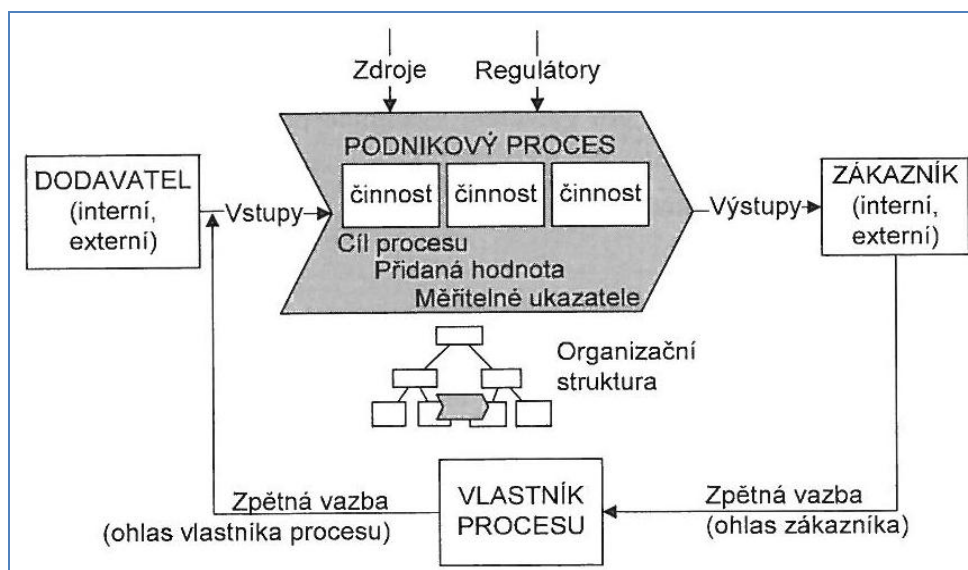
Procesy lze definovat na celé řadě úrovní, vždy však mají jasně vymezený začátek, určitý počet kroků uprostřed a jasně vymezený konec [30].

Charakteristiky procesu [29]:

- Cíl procesu – proces má svůj definovaný cíl, který je v souladu se strategií podniku.
- Hranice a vymezení procesu – proces má vymezený začátek a konec, je zřejmá i návaznost na jiné procesy. Proces nemá souvislost s organizační strukturou, naopak prochází různými odděleními napříč organizační strukturou.
- Vlastník procesu – osoba odpovídající za výstupy a zlepšování procesu.
- Zákazník procesu – interní nebo externí zákazník je klíčový subjekt, pro který je proces realizován. Dává zpětnou vazbu pro zlepšování procesu.
- Vstupy do procesu - jsou získávány z výstupů předcházejících procesů. Jsou to zpravidla hmotné vstupy a v procesu jsou plně spotřebovány.
- Zdroje – v průběhu procesu se nespotebovávají. Např. pracovníci, budovy, informace, ...
- Regulátory – omezující faktory, stanovující určité limity a omezení. Jde např. o normy, zákony, podnikové směrnice a metodické pokyny.
- Činnosti – sled pracovních úkonů, ze kterých je proces složen.
- Výstup z procesu – produkt nebo služba, který je předán zákazníkovi procesu. Výstup v sobě zahrnuje přidanou hodnotu, kterou nabyl v průběhu procesu. Výstup může být vstupem do následného procesu.
- Parametry – měřitelné ukazatele kvality - průběžná doba, včasnost, kvalita, náklady atd.

- Opakovatelnost – je standardizován. Každý jednotlivý průběh procesu je instance procesu.

Proces je souhrn souvisejících a propojených činností, přičemž každý krok procesu v rámci tvorby produktu přidává určitou hodnotu oproti kroku předchozímu, tedy činnosti dávají přidanou hodnotu vstupům. Činnosti spotřebovávají vstupy a produkují výstup, který je předán zákazníkovi procesu. Zákazník zároveň poskytuje zpětnou vazbu, která je zdrojem pro zlepšování procesu. Obrázek 10 graficky znázorňuje uvedené části procesu. [29]



Obrázek 10 Model procesu. Zdroj: [29].

Podnik je chápán jako soubor procesů. Podnikový proces je souhrnem činností, transformujících souhrn vstupů do souhrnu výstupů pro jiné lidi nebo procesy, používající k tomu lidi a nástroje [30]. Všechny podnikové procesy nemají stejnou důležitost. V zásadě je možné procesy rozdělit na tři skupiny: hlavní (primární), podpůrné a vedlejší procesy [29]. Procesy analýz dat, které jsou tématem této práce, je možné zařadit do skupiny podpůrných procesů.

Modelováním procesů se rozumí reprodukce reálného světa pomocí modelů. Modelováním je vytvářen model reálné situace, který je s realitou shodný. Při modelování procesu dochází také k důkladnému poznání všech na sebe navazujících činností a stavů, jejich vstupů a výstupů, osob figurujících v procesu, dokumentů atd. To umožňuje proces upravovat a zlepšovat. Často už jen grafické znázornění procesu vyvolá invenci úpravy procesu – např. zjednodušení či zkrácení toků některých dokumentů nebo možnost vykonávat některé činnosti paralelně. Model také pomáhá zdůraznit spoustu souvislostí, které by mohly být opomenuty. Na základě procesních modelů vznikají informační systémy – např. workflow systémy, kde právě procesní model pomáhá vytvořit kvalitní informační systém, který splňuje požadavky svých uživatelů. Významným přínosem procesního modelování je podchycení souvislostí mezi jednotlivými procesy. v konečném důsledku to má za následek lepší řízení

činností v podniku. Podnik, který využívá procesního přístupu, aplikuje systém procesů, které na sebe vzájemně navazují. Je zaměřen na zkvalitňování jednotlivých procesů, které vedou k dosažení cílů podniku. Pracovníci mají své role v procesu a nesou spoluzodpovědnost za kvalitu celého procesu. [29] [15]

V mnohých procesech figuruje GIS jako informační systém pro podporu procesů. GIS pracuje s daty uloženými v databázích, graficky data prezentuje v kartografickém zobrazení a využívá možností DPZ [17]. Analýza dat v GIS je také proces, do kterého vstupují výstupy z předcházejících procesů a jehož výstup je vstupem do navazujících procesů. A stejně jako každý proces se skládá postupných kroků a stavů.

Analýzy dat jsou důležité pro získávání znalostí z databáze údajů o objektech v daném informačním systému. Stejně jako v jiných procesech, i v procesu analýzy dat je třeba při popisu procesu věnovat pozornost těmto otázkám [31]:

- Jaké je poslání procesu?
- Jaké produkty proces vytváří?
- Komu jsou tyto produkty určeny (kdo je externím nebo interním zákazníkem)?
- Kde a čím proces začíná a končí?
- Jaké procesy na sebe navazují, jak jsou vzájemně propojeny?
- Jaké základní podprocesy v procesu probíhají?
- Z jakých činností jsou tyto podprocesy složeny?
- Kterými odděleními procesy probíhají?
- Jaké vstupy proces spotřebovává (včetně informační technologie)?
- Co je vstupem a výstupem pro každou z činností?
- Kdo je zodpovědný za činnosti, podprocesy, procesy?

## **4. 2. Procesní přístup ve společnostech skupiny RWE**

Procesní řízení je v současné době nejmodernější manažerskou metodou, která vede k lepšímu fungování podniku. Management je schopen díky procesnímu řízení pružněji reagovat na změny, které jsou synonymem dnešní doby.

Velké mezinárodní společnosti, jako jsou společnosti skupiny RWE, vlastní rozsáhlé procesní databáze, obsahující struktury procesů, přiřazení odpovědností a detailní průběhy procesů. Všechny podnikové procesy ve společnostech skupiny RWE jsou integrovány do Master Modelu, což je centrální procesní a organizační databáze pro všechny podnikatelské procesy a modely prováděné v rámci RWE CZ.

Master Model je v současnosti zkompleťován z 2733 procesů, respektive EPC diagramů. Příloha 4 zobrazuje rozčlenění modelu do pěti úrovní. Master Model poskytuje [26]:

- kompletní procesní strukturu - průběh tvorby přidané hodnoty,
- modely procesů,
- procesní dokumentaci.

Cílem procesů v RWE je podporovat 8 typů zákazníků. Příloha 5 zobrazuje tyto zákazníky. Procesy jim umožňují realizovat řadu přínosů a poskytují množství výstupů, které jsou přístupné všem zaměstnancům na intranetu společností RWE. Jedná se o následující výstupy [26]:

- Procesní modely - jsou zpřístupněny na intranetu v nástroji ARIS Business Publisher.
- Organizační modely - jsou zpřístupněny na intranetu v nástroji ARIS Business Publisher.
- Interní legislativa (řízené dokumenty) - řady, směrnice, metodické pokyny.
- IBZED matice - Klasická matice IBZED umožňuje přehledné zobrazení struktury procesů a odpovědností v rámci jednotlivých společností skupiny RWE CZ.

Zdrojová IBZED matice umožňuje rychlé vyhledávání a filtrování (s použitím nástroje MS Excel) odpovědností organizačních jednotek, procesů nebo typů vazeb.

- Popisy pracovních míst - z procesních a organizačních modelů jsou generovány přílohy k popisům pracovních míst, které přesně vyjadřují náplň jednotlivých pracovních míst.
- Vyhledávání, reporty a přehledy - některé výstupy je možno generovat přímo z publikovaných modelů na intranetu společnosti (generovaných nástrojem ARIS Business Publisher).

V současné době se útvar procesů v RWE snaží přiblížit procesní uvažování a nástroj ARIS všem zaměstnancům (nejen procesním expertům a vlastníkům) a zvýšit tak procesní inteligenci. Příloha 3 (článek v zaměstnaneckém časopise) dokládá tuto snahu. Každý člověk je denně součástí mnoha procesů, i když si to třeba neuvědomuje. Každodenní vypravování se do práce je proces, který začíná zazvoněním budíku, pokračuje oblékáním, jídlom, cestou do práce a sleduje svůj cíl – vydělat si na živobytí. Vstupem do tohoto procesu jsou výstupy z jiných procesů. Bezproblémový průběh našeho hlavního procesu závisí na předcházejícím procesu. Třeba na tom, jak zakončíme předešlý den – zda ponocováním nebo půjdeme brzy spát. Naš hlavní proces je také závislý na podpůrných procesech např. na tom, zda jsme v nějakém podpůrném procesu vyprali prádlo, abychom se ráno mohli obléknout, nebo tom, zda jsme v jiném podpůrném procesu nakoupili, abychom se mohli nasnídat. Toto sice nejsou

podnikové procesy, ale princip je stejný. Akorát místo sebe si můžeme představit podnik, dá se říci, že oba sledujeme stejný strategický cíl – efektivně si zajistit zisk. Zmapování a poznání jednotlivých činností v procesu, hledání způsobů jejich zjednodušení, nám tento cíl umožňuje. Ať už jsme podnik nebo jedinec. [2]

Procesní inteligence (Process Intelligence) pomáhá upravovat a aplikovat procesy k uskutečnění konkurenční výhody. Je to schopnost využít procesů a procesního modelování ke zlepšení kvality výrobků a služeb. Procesní inteligence je v dnešní době základním kamenem podnikání, umožňuje lépe využívat metody řízení, informační systémy a technologie pro zlepšení výkonnosti podniku na každé úrovni a přesněji provádět strategický záměr. [2]

### **4. 3. ARIS - použitá metoda a nástroj modelování**

Pro modely v této práci byl vybrán nástroj ARIS Express, protože je využíván ve společnostech skupiny RWE k modelování podnikových procesů. Z toho vyplývá i použití stejnojmenné metody procesního modelování. ARIS je jednak metodika a jednak nástroj pro modelování a analýzu procesů společnosti. Metodika (co, kde, kdo, kdy) je doporučený souhrn etap, přístupů, zásad, postupů, pravidel, dokumentů, řízení, metod, technik a nástrojů. Nástroj (čím) určuje, čím je realizována technika, je prostředkem k uskutečnění určité činnosti. [30]

Metoda ARIS vyvinutá prof. Dr. Augustem-Wilhelmem Scheerem je založena na tvorbě vzájemně provázaných modelů, které zachycují různé úhly pohledu. Byla vyvinuta jako referenční architektura informačního systému, skládá se z podnikového pohledu (organizace), pohledu na podnik očima informačního systému a technologií (funkcionalita) a datového pohledu na podnik (informace a řízení) [21]. Nástrojová řada ARIS Design Platform od firmy IDS Scheer obsahuje nástroje pro práci s podnikovými procesy.

Jsou to následující nástroje [13]:

- ARIS Express
- ARIS Business Architect
- ARIS Business Designer
- ARIS Business Simulator
- ARIS Business Publisher
- ARIS Process Governance
- ARIS Defense Solution
- ARIS IT Inventory
- ARIS IT Architect



- ARIS ArchiMate Modeler

ARIS Express je bezplatný nástroj pro ty, kteří chtějí proniknout do světa ARIS, ideálně připravený i pro potřeby těch, co s řízením procesů teprve začínají. ARIS Business Architect nebo ARIS Business Designer jsou profesionální produkty z rodiny ARIS. ARIS Business Publisher zajišťuje neustálou dostupnost informací o procesech organizace prostřednictvím webového portálu organizace. [13]

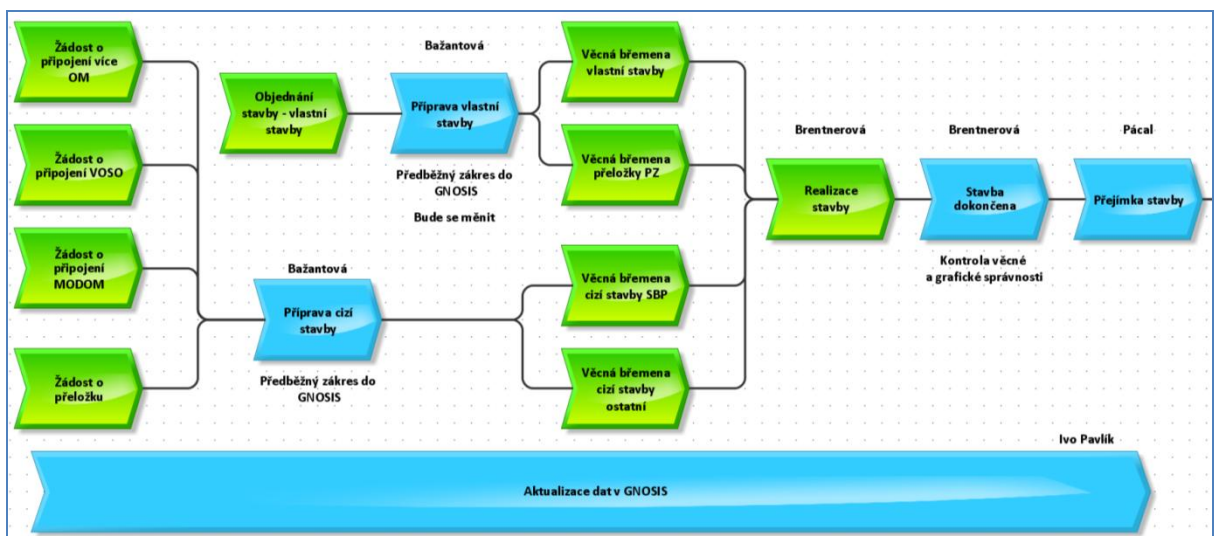
Při modelování různých úrovní procesů se uplatňují čtyři typy diagramů [29]:

- funkční strom,
- model tvorby přidané hodnoty (VAC),
- model přiřazení funkcí (FAD),
- model procesního řetězce řízeného událostmi (EPC).

#### 4. 4. Diagramy nástroje ARIS

V této podkapitole jsou popsány typy diagramů nástroje ARIS, které jsou použity pro modelování v této práci. Příloha 2 obsahuje legendu k vytvořeným modelům.

**VAC (Value Added Chain) – diagram přidané hodnoty** – je používán pro popis procesů na nejvyšším stupni agregace, zobrazuje tok přidané hodnoty. Na této úrovni nejsou obecně zachyceny všechny interprocesní vazby. Každý proces, dále popsáný EPC nebo FAD diagramem (nebo oběma), je reprezentován šipkou. Jednotlivé procesy jsou za sebou řazeny v logické a časové souslednosti (zachycení např., paralelního a sekvenčního běhu procesů). Obrázek 11 - ukázka VAC diagramu. [14]

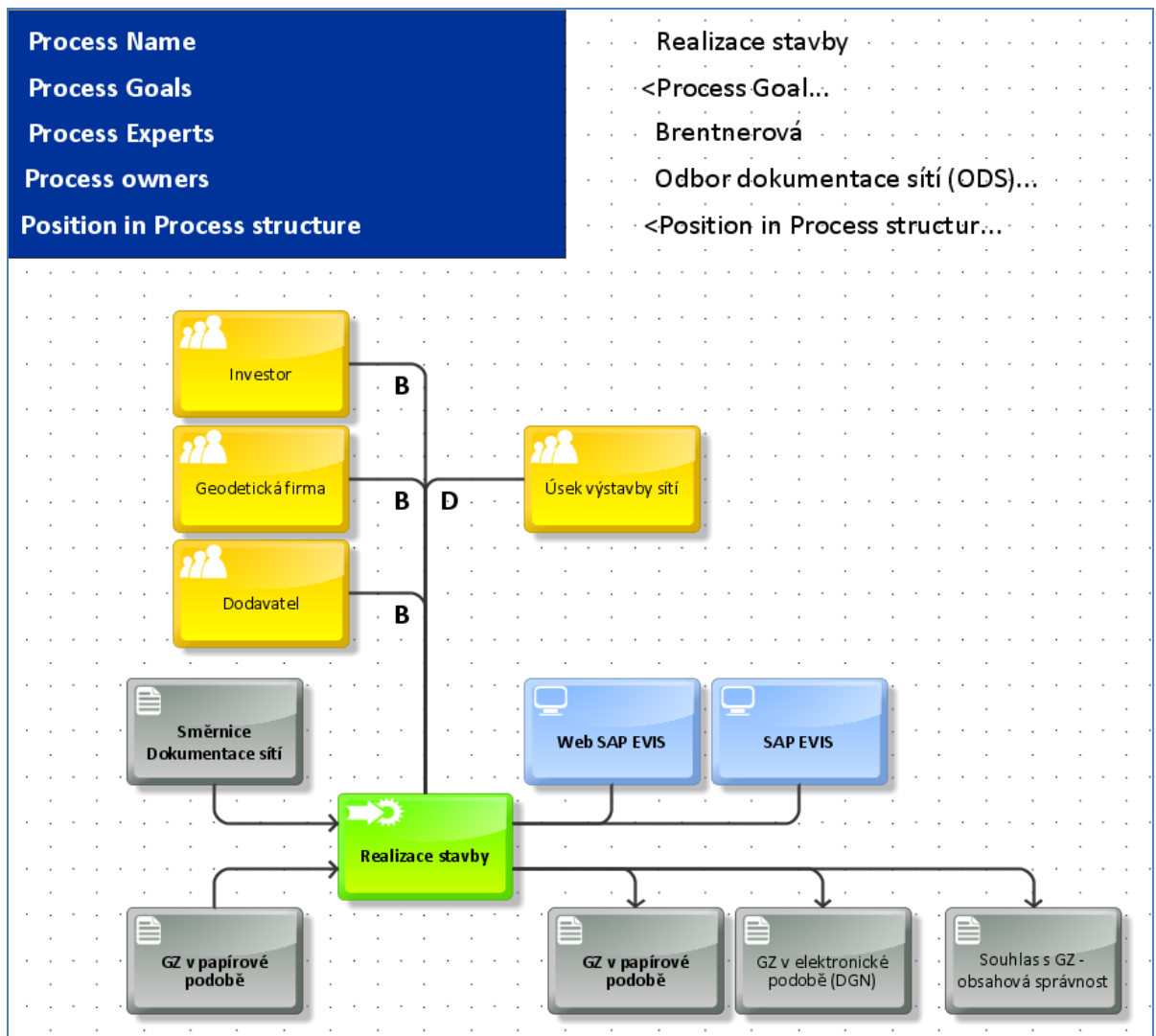


Obrázek 11 VAC diagram. Zdroj: intranet RWE.

**FAD (Function Allocation Diagram)** – diagram přiřazení funkcí je přehledový diagram, kdy je na proces nahlíženo jako na černou skříňku a jsou modelovány pouze jeho vstupy (dokumenty), výstupy (dokumenty), používané IT systémy a Organizační jednotky / role, u kterých jsou písmenkem odlišeny tyto zodpovědnosti [14]:

- B – Beratung – spolupracuje, poradenství = nevytváří „jádro“ procesu,
- D – Durchführung – provádí, vykonává.

Obrázek 12 - ukázka FAD diagramu.



Obrázek 12 FAD diagram. Zdroj: intranet RWE.

**EPC (Event-driven process chain) – diagram procesu řízeného událostmi** je používán pro popis procesů na nižších stupních agregace. Tok procesu je zobrazen činnostmi a událostmi s větvením pomocí standardních logických operátorů (AND, OR, XOR). Událost vyvolává činnost a naopak. Takto utvořená posloupnost tvoří řetězec řízený událostmi. Diagram EPC zachycuje kromě činností a událostí také odpovědné role, vstupy, výstupy (dokumenty apod.) a použité informační systémy. Každý EPC vždy začíná a končí událostmi, které definují stav nebo podmínku, při níž je proces zahájen a stav, ve kterém skončí. Jednotlivá událost může spustit současně několik činností, činnost se také může spustit několik různých událostí. Směr modelování je ze shora dolů a zleva doprava. Existují dva způsoby grafického záznamu diagramů EPC [14]:

- Klasický EPC – role zodpovědná za vykonání dané činnosti je připojena přímo k této činnosti.
- EPC s plaveckými drahami EPCC (swimm lanes) - jsou zakresleny plavecké dráhy pro každou roli. V nich jsou zobrazeny pouze ty činnosti, za které je daná role zodpovědná. Tento diagram je někdy označován zkratkou EPCC = Event - driven Process Chain Column Display).

Obrázek 13 - ukázka EPC diagramu s plaveckými drahami.

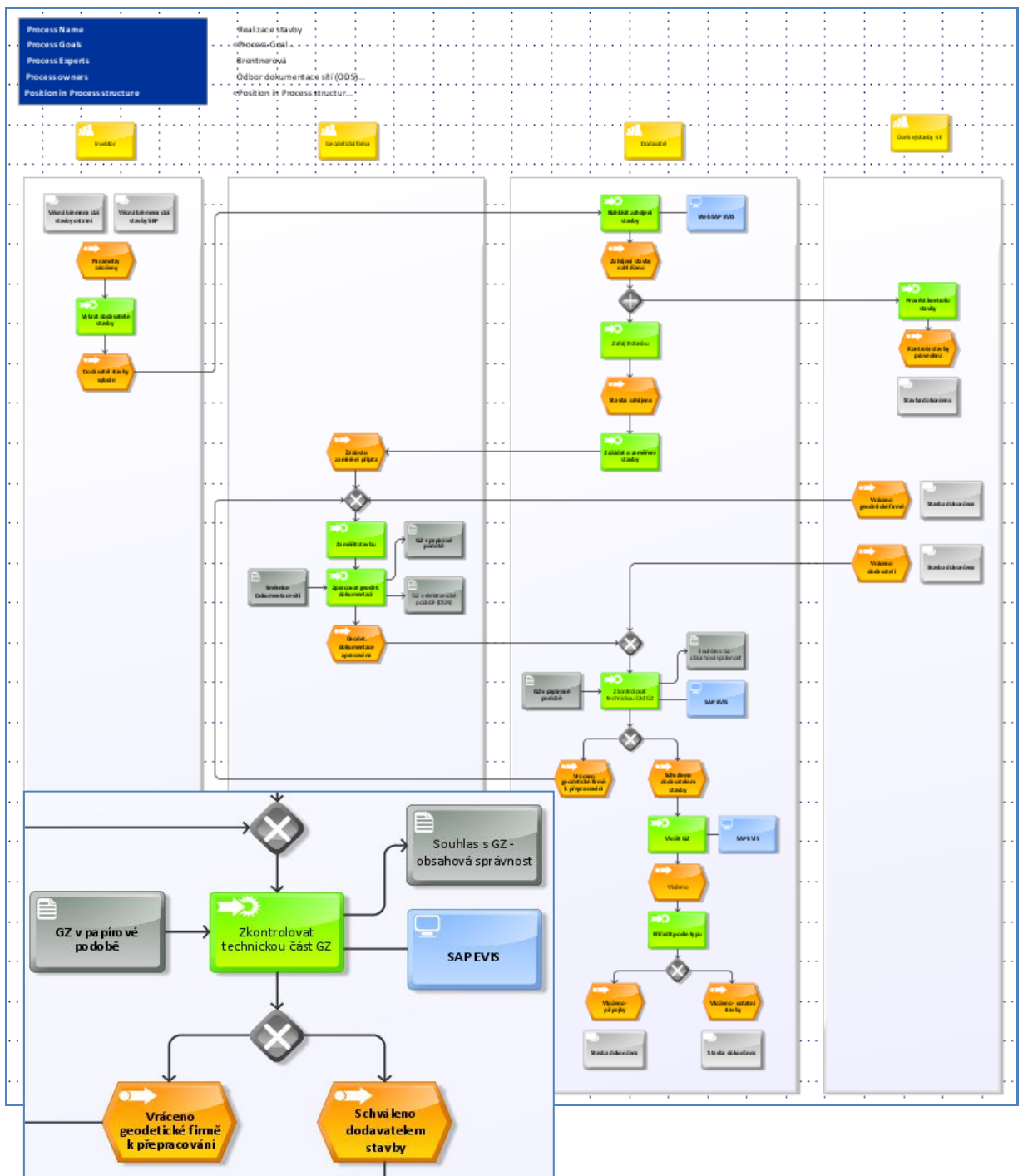
Mnohdy stojí procesní vlastník nebo procesní expert před otázkou, jaký diagram pro modelování použít. Je nutné rozhodnout, zda použít EPC diagram či FAD.

Důvody pro tvorbu detailního procesního (EPC) modelu [14]:

- potřeba mapovat procesy z důvodu formulace IT změnových požadavků,
- potřeba optimalizovat spolupráci, resp. rozhraní mezi více organizačními jednotkami,
- potřeba stanovit či standardizovat, jakým způsobem mají organizační jednotky či pracovní místa proces provádět.

Důvody pro tvorbu „hrubého“ procesního modelu (FAD) [14]:

- průběh procesu je dostatečně popsán pomocí zákona nebo jiného standardu a detailní model by tuto dokumentaci pouze duplikoval.



Obrázek 13 EPC diagram s plavečnými drahami. Zdroj: intranet RWE.

## 4. 5. Kritéria pro analýzu a vstupní data

Účelem analýzy dat je získání seznamu úseků VTL plynovodů (včetně jejich délky a zobrazení na mapovém podkladu) splňujících následující kritéria:

- jsou na území MSO Dvůr Králové n. L.,
- jsou v provozu,
- jsou starší než 1. 1. 1990,
- přesnost jejich zákresu je orientačně nebo GZ po záhozu,
- typ úseku je buď plynovod (jakékoli délky a dimenze), nebo přípojka, a to buď delší než 100 m, nebo s dimenzí větší než 100 mm.

Pro analýzu dat, která je cílem této práce, je nutné mít databázi s objekty VTL plynovod, které mají své atributy a hodnoty, kterých mohou nabývat. Potřebné atributy a hodnoty, které jsou nutné pro provedení analýzy, jsou uvedeny v následujícím přehledu:

- Atribut *etapa života* nabývá minimálně těchto hodnot:
  - výstavba,
  - provoz,
  - zrušeno.
- Atribut *typ vedení* nabývá minimálně těchto hodnot:
  - přípojka,
  - plynovod.
- Atribut *datum uvedení do provozu* nabývá hodnoty data.
- Atribut *dimenze* nabývá hodnoty celého čísla (např. 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 90, 100, 110, 150, 160, 200, 225, 250, 300, ...).
- Atribut *délka* nabývá hodnoty kladného čísla s max. dvěma desetinnými místy.
- Atribut *přesnost zákresu* nabývá minimálně těchto hodnot:
  - geodeticky zaměřeno před záhozem,
  - geodeticky zaměřeno o záhozu,
  - orientačně.

Uvedené objekty mohou mít množství dalších atributů, v přehledu jsou pouze ty atributy, které musí objekty nutně mít, aby mohly být naplněny stanovené cíle analýzy. Tyto objekty - plynovody VTL jsou znázorněny vektorovou reprezentací a mají potřebnou kvalitu pro provedení analýzy – např. že objekty nemají prázdnou hodnotu v žádném atributu.

Kromě objektů VTL plynovod je pro analýzu dat nutný také objekt MSO, což je plocha reprezentující zájmové území ve vektorové reprezentaci. Je podstatná pro provedení analýzy související s prostorovým umístěním objektů.

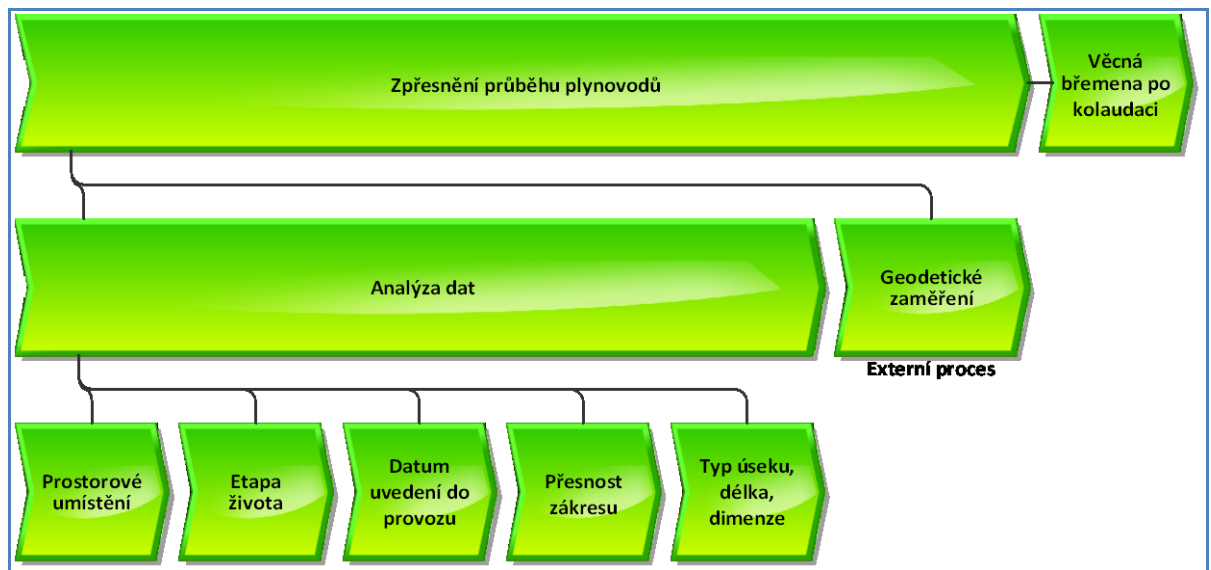
Pro potřeby výstupu – přehledové mapy, je nutná také mapa v rastrové reprezentaci. Tato slouží jako topografický podklad.

#### **4. 6. Model navrženého postupu analýzy dat pro prostředí GNOSis Smallworld**

Modely analýzy dat vytvořené v této kapitole tedy zohledňují specifika prostředí GIS GNOSis Smallworld. GNOSis Smallworld od firmy Tieto Enator je GIS založený na technologii GE Energy – Smallworld (vytvořen koncem 80. let 20. století v Cambridge) a je určený pro správu plynárenských distribučních systémů. Je integrovatelný s jinými produkty včetně systémů pro řízení vztahů se zákazníky [28] [20]. Jednou z jeho nevýhod je nemožnost vyžití topologických vztahů polygonů (ploch) v analýzách, tak jak je to možné třeba v prostředí ArcGIS. Vztah plynovodu k určité ploše (polygonu) je v prostředí GNOSis vyjádřen pouze atributovou vazbou na daný správní celek. Dotazy na databázi jsou prováděny standardním způsobem v nástrojích GIS. Prostorové vymezení lze v dotazech zkonstruovat pomocí umístění objektu (uvnitř, dotýká se, atd.) ve vztahu k pomocné čáře – tedy výběru sestavenému pomocí uzavřené linie. Výsledek dotazu je zobrazen v *Průzkumníku*, kde je s ním možné dále pracovat a zvolit si formu výstupu – např. export do aplikace MS Office či XML report. Aplikace *Barevná klasifikace objektů* umožňuje barevné vykreslení objektů na základě formulovaného dotazu [22]. Výstupem tedy může být mapa MSO s barevně zvýrazněnými plynovody určenými pro zpřesnění a seznam plynovodů s jejich délkami a součtem celkové délky v MS Excel.

Proces analýzy dat pro účel zpřesnění plynovodů se skládá z dílčích procesů – jednotlivých výběrů dat. Jeho rozčlenění do dílčích procesů je z důvodu větší flexibility - nabízí možnost vylepšovat celý proces analýzy dat řazením jednotlivých podprocesů (pořadím, jak jdou za sebou) a může pomoci najít časově úspornější průběh celého procesu. Model lze opakovaně použít pro jiná území.

Proces analýzy dat je také vstupem do jiných procesů. Obrázek 14 znázorňuje prostřednictvím VAC diagramu proces analýzy dat, jeho podprocesy (jednotlivé analýzy) a navazující procesy.

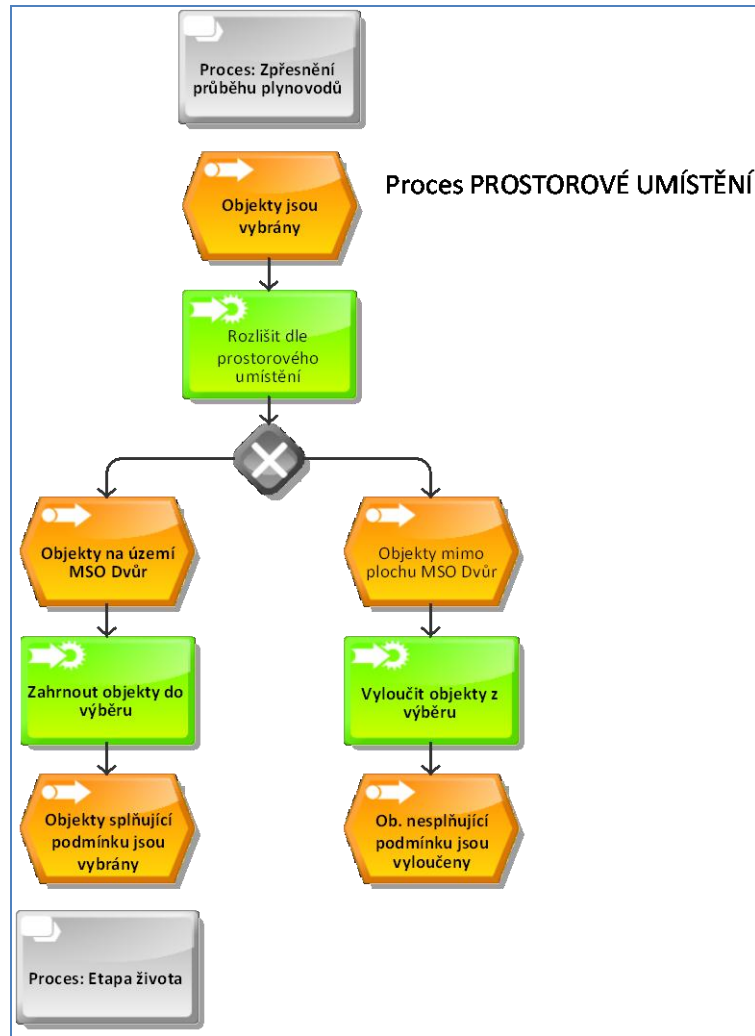


Obrázek 14 VAC diagram procesu analýzy dat. Zdroj: vlastní.

Z obrázku je zřejmé, že proces analýzy dat je složen z dílčích výběrů dle stanovených kritérií. Velký vliv na průběh procesu má skutečnost, jak jsou jednotlivé dílčí výběry řazeny za sebou, proto jsou jednotlivé výběry znázorněny jako podprocesy. Je to tedy zejména z důvodu možnosti vylepšení průběhu procesu a možnosti využití různého řazení jednotlivých analýz za sebou. Celý proces analýzy dat je tedy v této práci rozčleněn do pěti následujících podprocesů:

- výběr dle prostorového umístění,
- výběr dle etapy života,
- výběr dle data uvedení do provozu,
- výběr dle přesnosti zákresu,
- výběr dle typu objektu, dimenze a délky.

Každý z těchto dílčích podprocesů je ukončen dvěma událostmi. Událost „*objekty nesplňující podmínku jsou vyloučeny*“ vyjímá z procesu analýzy dat ty objekty, které nemají požadovanou hodnotu v daném atributu. Událost „*objekty splňující podmínku jsou vybrány*“ je zároveň vstupní událostí „*objekty jsou vybrány*“ dalšího podprocesu. Tato místa jsou označeny rozhraním, které říká, ze kterého procesu se přechází a kterým procesem se dál pokračuje.

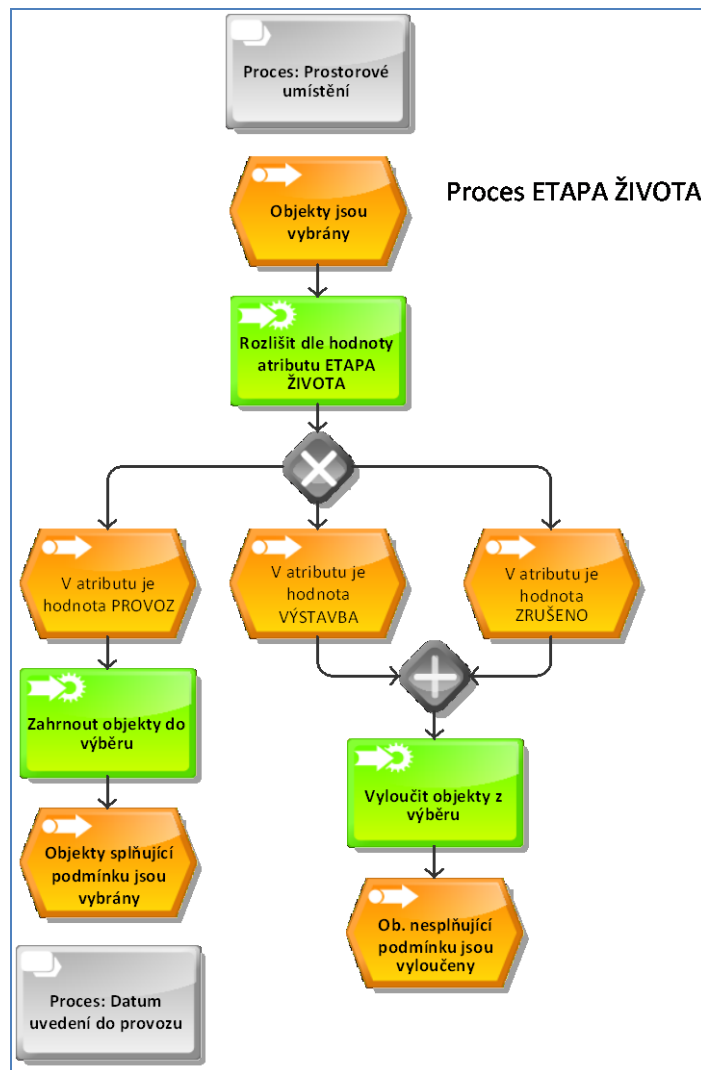


Obrázek 15 Podproces výběru dle prostorového umístění. Zdroj: vlastní.

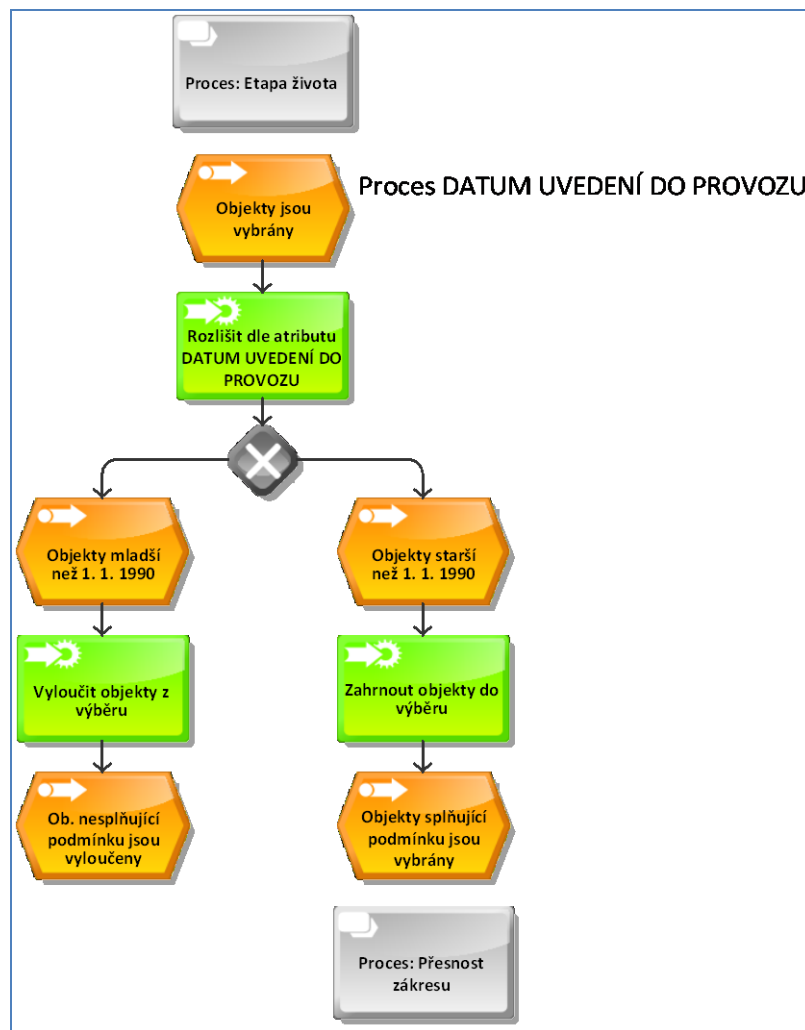
Obrázek 15 znázorňuje první podproces *Prostorové umístění*, na který se rozhraním přechází z procesu *Zpřesnění průběhu plynovodů*. Objekty vybrané v procesu *Prostorové umístění* přes rozhraní vstupují dále do procesu *Etapa života*.



Obrázek 16 znázorňuje proces *Etapa života*. Do dalšího procesu *Datum uvedení do provozu* vstupují pouze objekty splňující podmínku ve výběru dle hodnoty atributu *Etapa života*.

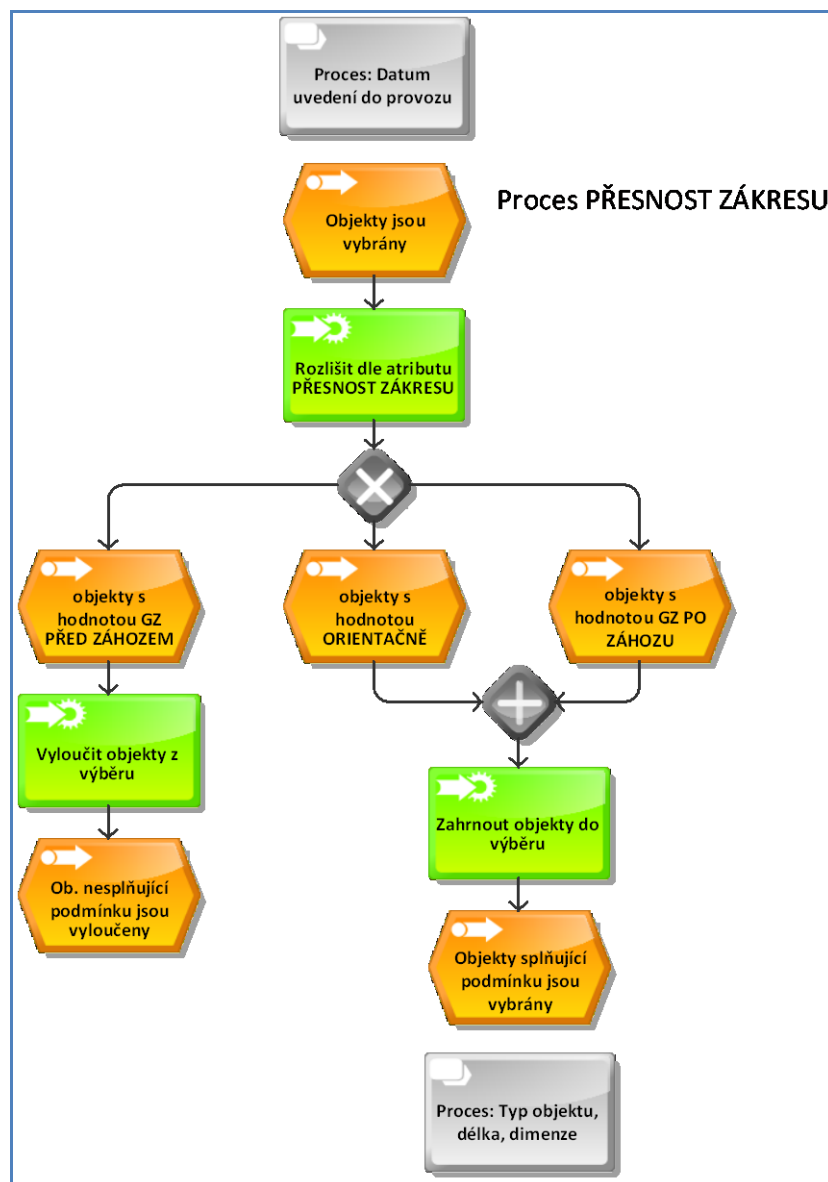


Obrázek 16 Podproces výběru dle etapy života. Zdroj: vlastní.



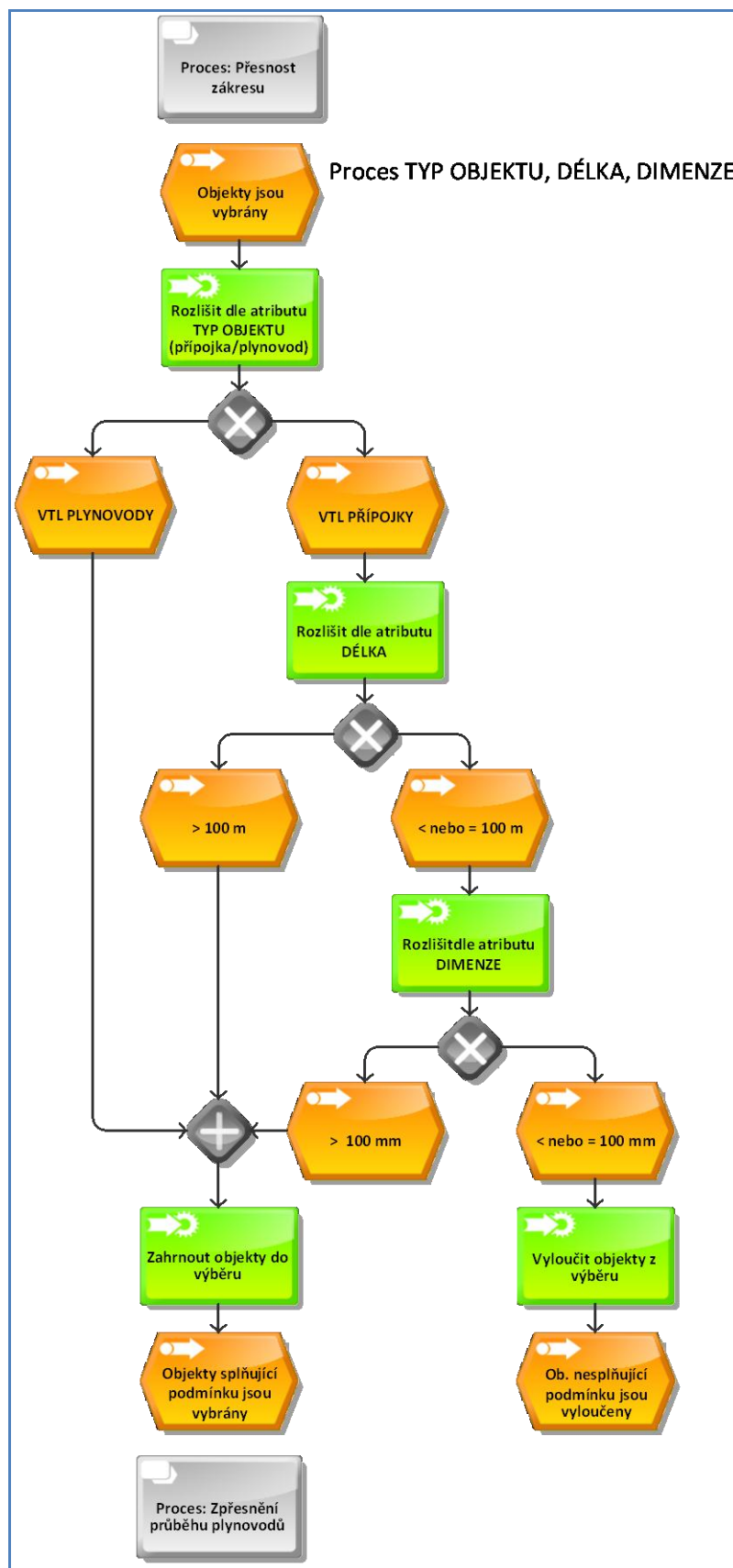
Obrázek 17 Podproces výběru dle data uvedení do provozu. Zdroj: vlastní.

Obrázek 17 znázorňuje podproces *Datum uvedení do provozu*. Vstupem do něj je výsledek z procesu *Etapa života* a výstup pokračuje dál do procesu *Přesnost zákresu*.



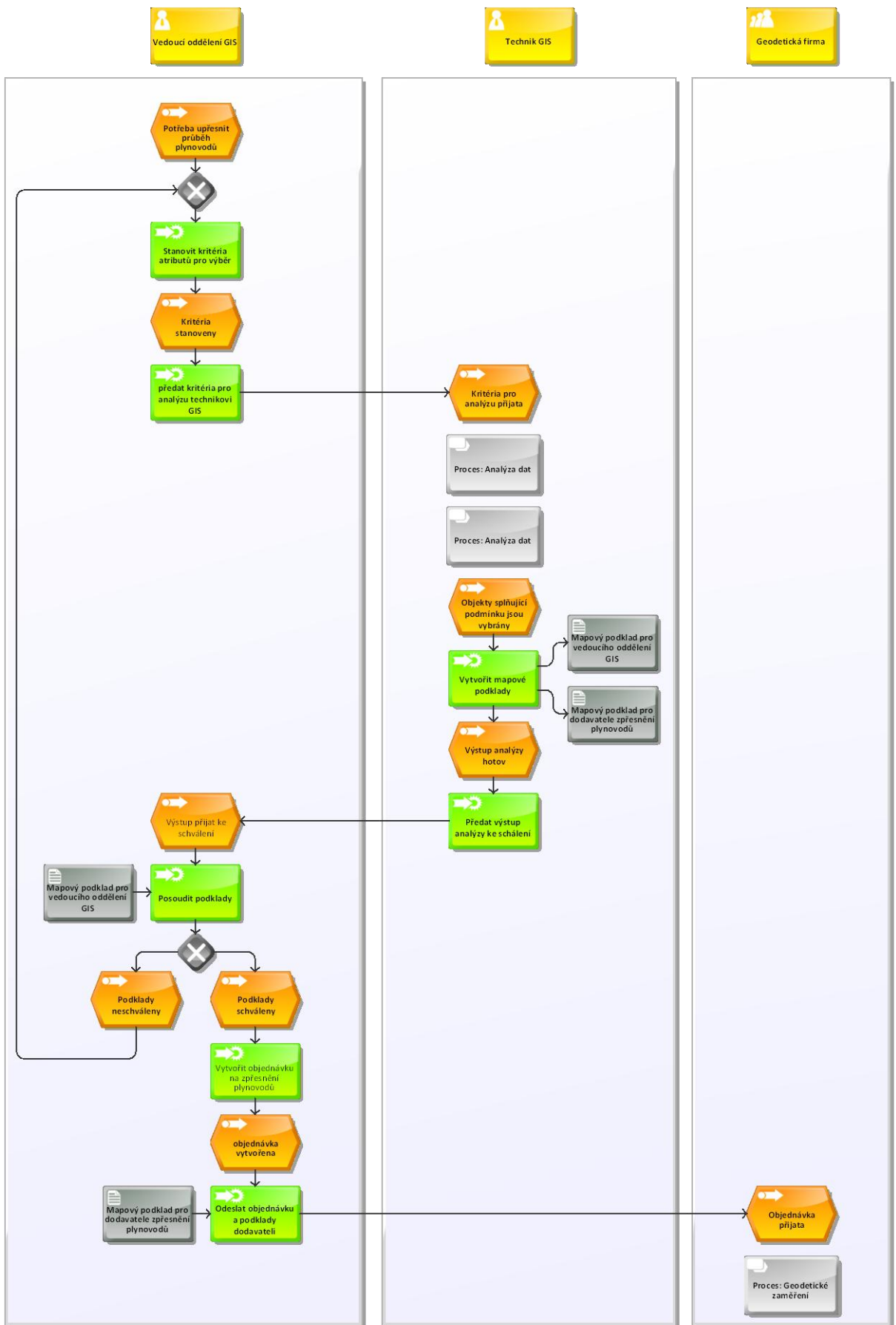
Obrázek 18 Podproces výběru přesnosti zákresu. Zdroj: vlastní.

Obrázek 18 znázorňuje podproces *Přesnost zákresu*. Každý z těchto podprocesů představuje jeden atributový dotaz na databázi, který může být jednoduchým dotazem, či složeným z několika podmínek. Všechny pět podprocesů probíhá od začátku až do konce v informačním systému GIS, role zodpovědná za těchto pět podprocesů je technik GIS.

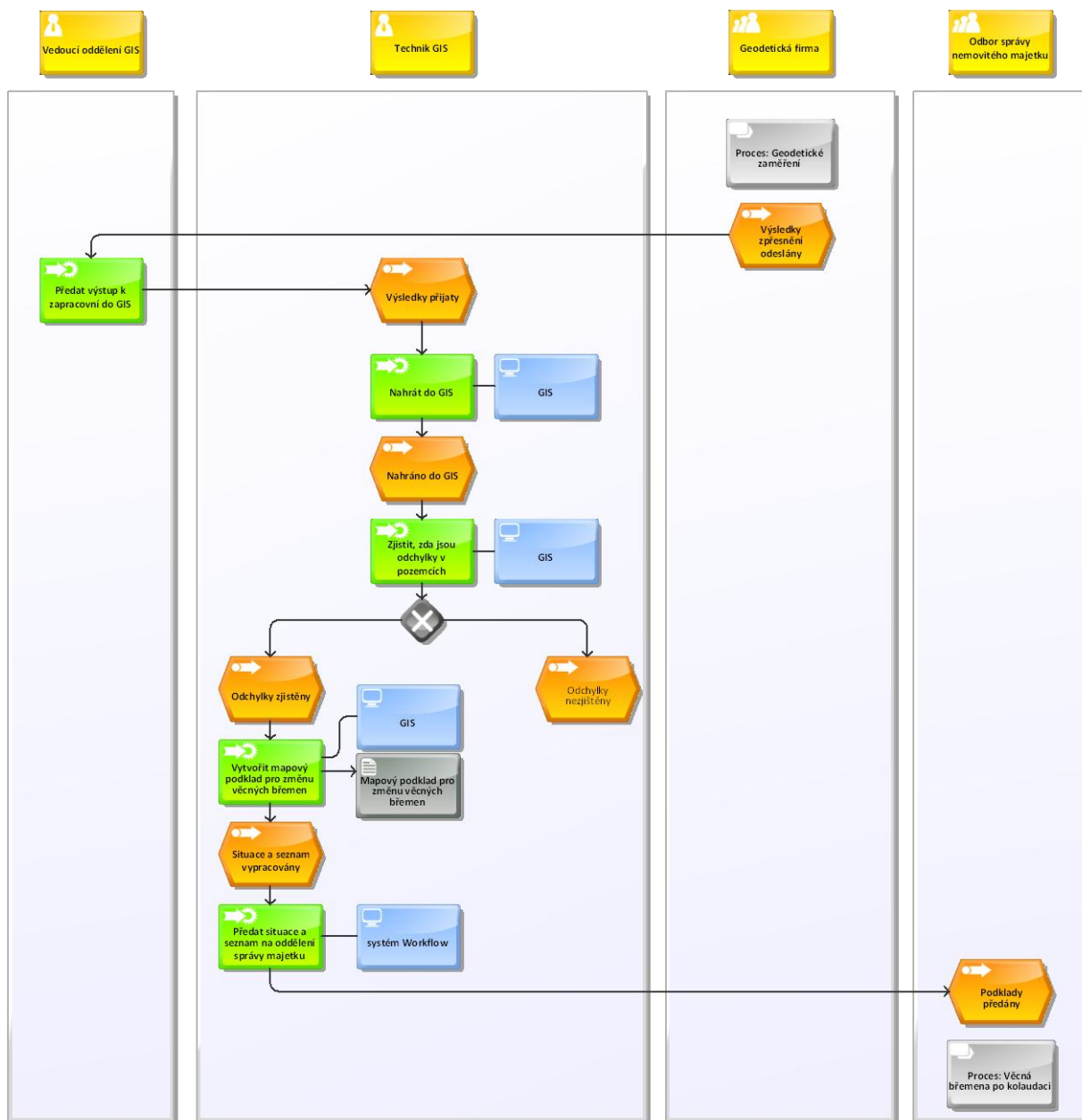


Obrázek 19 Podproces výběru dle typu objektu, délky a dimenze. Zdroj: vlastní.

Obrázek 19 znázorňuje podproces *Typ objektu, délka, dimenze*. Proces analýzy dat je tedy složen z pěti podprocesů, které mohou být libovolně poskládány za sebou.



Obrázek 20 Model procesu Zpřesnění průběhu plynovodů – 1. část. Zdroj: vlastní.



Obrázek 21 Model procesu Zpřesnění průběhu plynovodů – 2. část. Zdroj: vlastní.

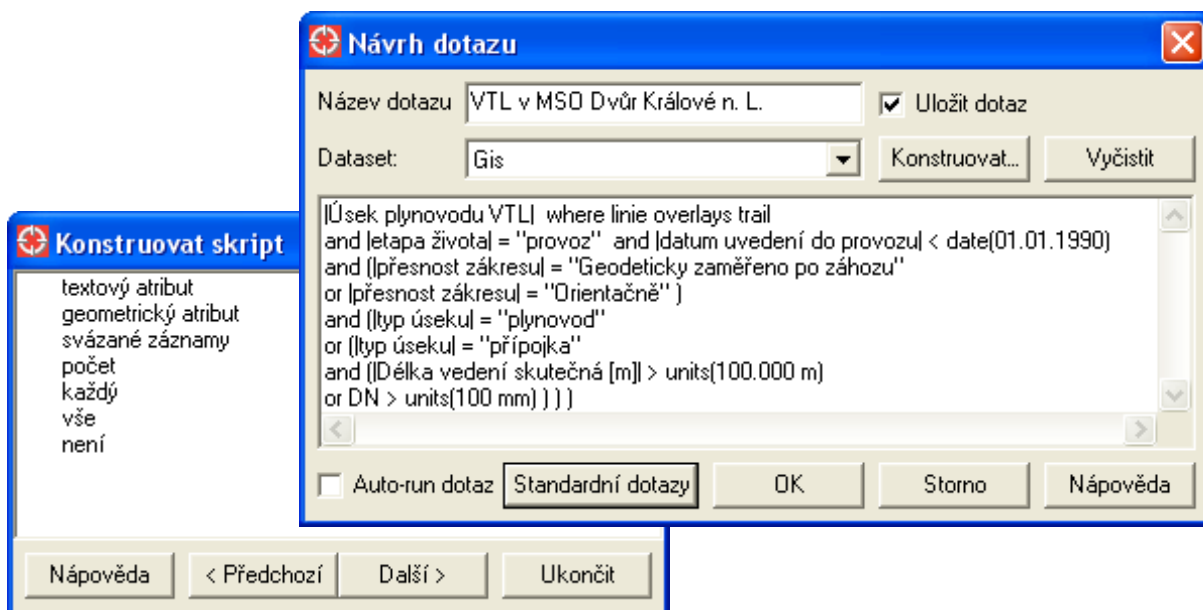
Obrázek 20 znázorňuje první část EPC diagramu procesu Zpřesnění průběhu plynovodů. Obrázek 21 znázorňuje druhou část. Příloha 6 zobrazuje FAD digram procesu Zpřesnění průběhu plynovodů. Všechny vytvořené modely, které jsou součástí této práce, jsou ve volně vložené příloze 13 (CD-ROM).

#### 4. 7. Ukázka realizace analýzy dat v prostředí GIS GNOSis Smallworld

Procesní model analýzy dat z předchozí kapitoly byl vytvořen pro prostředí GIS GNOSis Smallworld. V databázi tohoto GIS jsou plynárenské objekty z téměř celé republiky, proto je jednoznačně nejvýhodnější jako první použít prostorový dotaz a další atributové dotazy již budou probíhat pouze na objektech umístěných v MSO Dvůr Králové n. L. Kdyby byl jako první použit jiný výběr, probíhal by dotaz na území celé republiky a tím by došlo k výraznému prodloužení doby zpracování dotazu. Vhodným řazením jednotlivých podprocesů byla zkrácena doba trvání celého procesu.

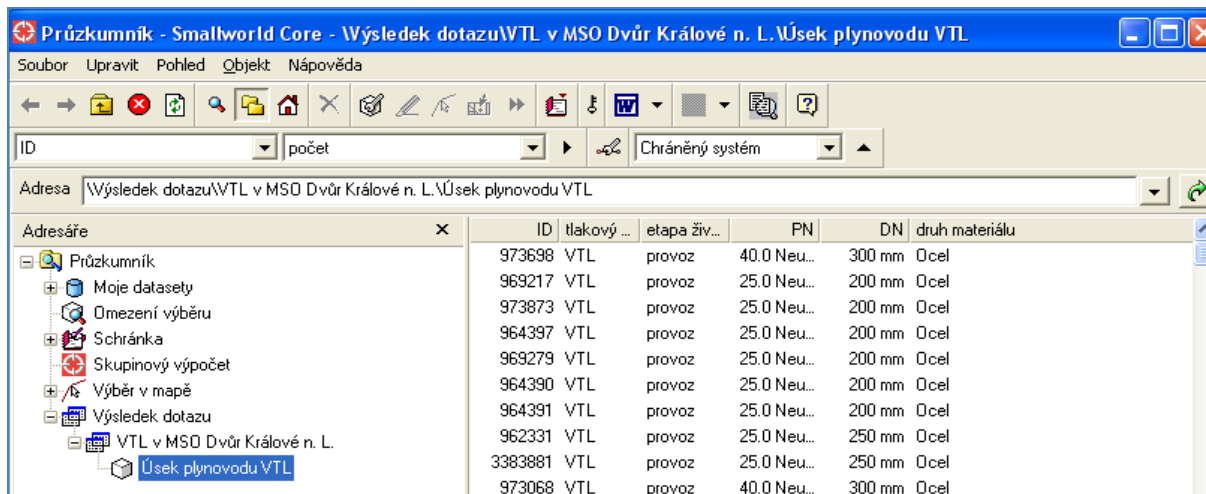
V prostředí GNOSis je pro analýzu využito dvou nástrojů je to nástroj *Dotaz* a nástroj *Průzkumník*. Zobrazovací tělo *Průzkumníka* je rozděleno do dvou částí. V levé části je stromová struktura zobrazující elementy, které lze prohlížet. V této části se vyskytují pouze skupinové elementy. To jsou elementy, které mohou obsahovat databázové záznamy či jiné skupinové elementy (struktura je obdobná jako u adresářů a souborů). V pravé části je klasický zobrazovací seznam, jehož obsah odpovídá vybranému elementu v levé části. Tento seznam může obsahovat jak další skupinové elementy, tak hlavně jednoduché elementy - databázové záznamy. Zobrazený seznam se překresluje po každém kliknutí na odpovídající skupinový element. Při inicializaci průzkumníka je již dána určitá struktura určená k prohlížení. V levé části můžeme najít skupinové elementy jako nabídka datasetů, schránka či výběr v mapě. Dále se mohou v průzkumníku objevit skupinové elementy dovytvářené dynamicky až jako následek určité akce. Například *Dotazy*, výsledky prozkoumání objektu či kolekce anebo výsledky fulltextového hledání. Nástroj *Dotaz* umožňuje konstruovat, ukládat, editovat, mazat a spouštět dotazy. [22]

Procesní model analýzy dat navržený v předešlé podkapitole (v posloupnosti tak jak je sestaven) byl vytvořen pro prostředí GNOSis. Pomocí nástroje *Dotaz* lze zkonstruovat návrh dotazu přesně podle navrženého modelu. Obrázek 22 znázorňuje konstrukci dotazu. První řádek dotazu představuje první podproces výběru dle prostorového umístění, které je vyznačeno pomocnou čarou. Druhý řádek představuje další dva podprocesy - výběr dle etapy života a dle data uvedení do provozu. Třetí a čtvrtý řádek představuje výběr dle přesnosti zákresu. Zbýlé čtyři řádky představují poslední výběr dle typu, délky a dimenze.



Obrázek 22 Konstrukce dotazu v GNOSis. Zdroj: vlastní.

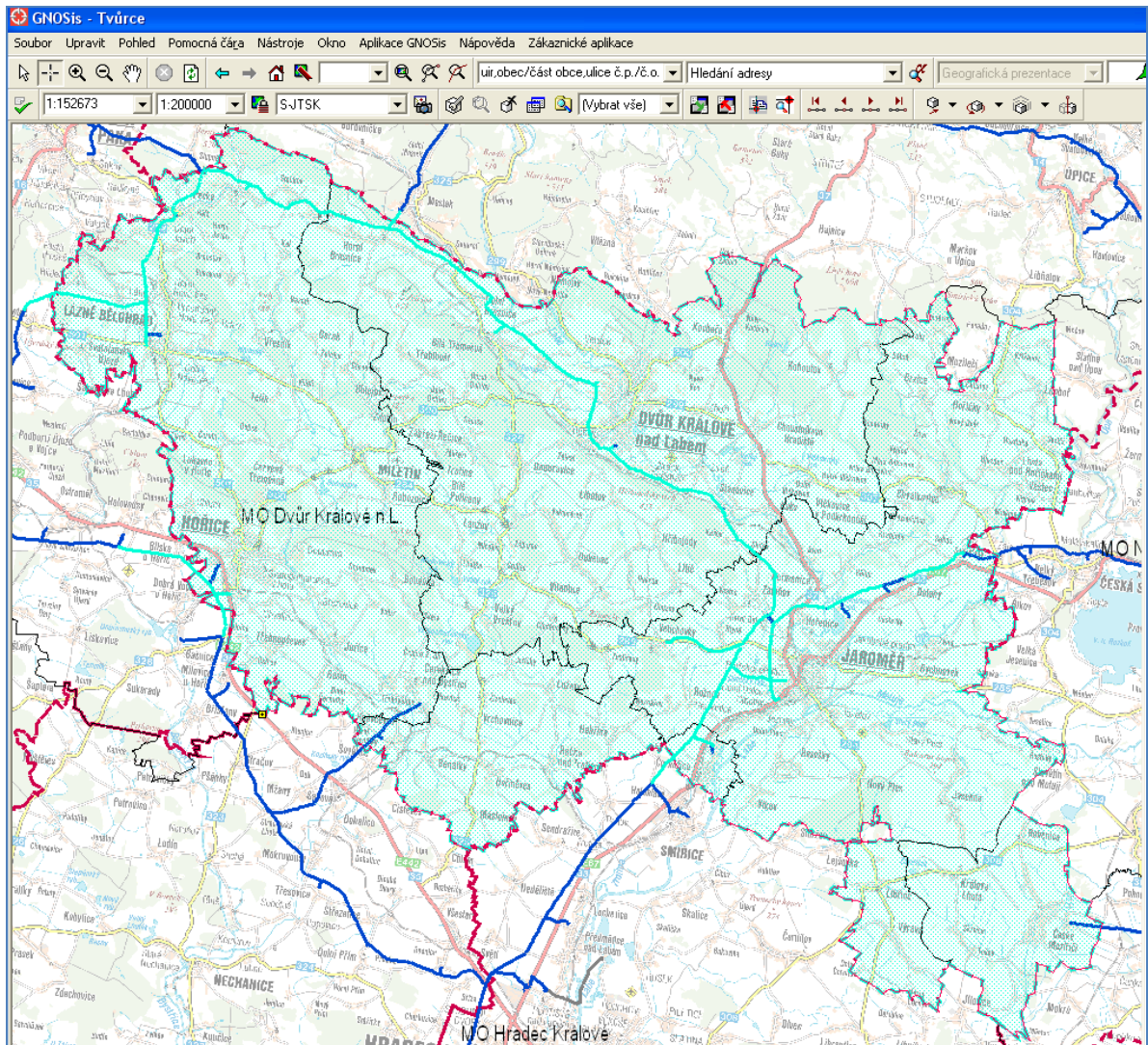
Obrázek 23 zobrazuje *Průzkumník*, což je dialogové okno systému GNOSis, ve kterém se zobrazují výsledky dotazů. Nástroj *Průzkumník* zobrazí výsledek vytvořeného dotazu.



Obrázek 23 Průzkumník GNOSis. Zdroj: vlastní.



Obrázek 24 zobrazuje hlavní okno GNOSis, ve kterém je možné výsledek dotazu okamžitě zvýraznit na mapě.



Obrázek 24 Výstup dotazu v GNOSis - mapa. Zdroj: vlastní.

Průzkumník umožňuje také výsledky dotazů vyexportovat do různých formátů (MS Excel, Word, Access, XML). Obrázek 25 znázorňuje výsledek vytvořeného dotazu (199 objektů *VTL plynovod* o celkové délce 82 225,4 m), který byl vyexportován do MS Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	ID	tlakový stupeň	etapa života	PN	DN (mm)	druh materiálu	typ úseku	Délka vedení skutečná [m]	Délka vedení GIS [m]	datum uvedení do provozu
173	969093	VTL	provoz	25	350	Ocel	plynovod	2,80	2,79	31.12.1973
174	964200	VTL	provoz	25	350	Ocel	plynovod	2,00	1,96	31.12.1973
175	964201	VTL	provoz	25	350	Ocel	plynovod	0,60	0,62	31.12.1973
176	969271	VTL	provoz	25	350	Ocel	plynovod	0,60	0,57	31.12.1973
177	964198	VTL	provoz	25	350	Ocel	plynovod	0,40	0,39	31.12.1973
178	964199	VTL	provoz	25	350	Ocel	plynovod	0,60	0,60	31.12.1973
179	964202	VTL	provoz	25	350	Ocel	plynovod	0,90	0,86	31.12.1973
180	964195	VTL	provoz	25	350	Ocel	plynovod	2,80	2,80	31.12.1973
181	964197	VTL	provoz	25	350	Ocel	plynovod	2,00	2,02	31.12.1973
182	964196	VTL	provoz	25	350	Ocel	plynovod	0,90	0,87	31.12.1973
183	965295	VTL	provoz	25	100	Ocel	plynovod	11,30	11,24	31.12.1974
184	965373	VTL	provoz	25	350	Ocel	plynovod	2210,50	2203,76	31.12.1973
185	965296	VTL	provoz	25	100	Ocel	plynovod	702,30	700,02	31.12.1974

Obrázek 25 Výsledek dotazu exportovaný do Excelu. Zdroj: vlastní.

Na základě výsledku dotazu (zobrazení v mapě a tabulka) byly vytvořeny dva mapové podklady. Prostředí GNOSis Smallworld neumožňuje vytvářet kartografické reporty. Příloha 7 a 8 obsahuje mapové podklady, které byly vytvořeny ručně pomocí sejmutí obrazovky se zvýrazněnými plynovody (barvu zvýraznění plynovodů nelze změnit), ručně byla vytvořena legenda a byly vloženy tabulky s přehledy plynovodů a graf. Příloha 7 zobrazuje vytvořený mapový poklad, který slouží pro vedoucího oddělení GIS. Obsahuje mapu s vyznačením MSO Dvůr Králové n. L., VTL plynovodů a VTL plynovodů určených ke zpřesnění. Kromě toho obsahuje přehled délek plynovodů podle jejich dat výstavby. Tento mapový podklad slouží pro rozhodnutí vedoucího GIS, který s přihlédnutím k možnostem finančních zdrojů rozhodne, zda budou zpřesněny všechny plynovody, které jsou výsledkem analýzy, nebo bude provedena nová analýza a vybrány starší plynovody než v původní analýze. Příloha 8 znázorňuje mapový podklad určený pro dodavatelskou firmu, která bude provádět zpřesnění plynovodů (termosnímkování či geodetické zaměření). Obsahuje mapu s názvy obcí, s vyznačenými VTL plynovody a tabulku s přehledem délek plynovodů dle jejich dimenzí.

## 5. Možnosti zjištění přesného uložení stávajících plynovodů

Pro účely zpřesňování polohy plynovodů lze s přihlédnutím k možnostem dodavatelů těchto služeb využít klasické geodetické zaměření nebo metody DPZ – konkrétně termosnímkování (fa GEODIS) a metodu kombinující snímky ve viditelném spektru, termosnímky a infrasnímky (fa Air Vision Technology). Podrobný popis jednotlivých možností, jejich výhody a nevýhody jsou popsány v následujících podkapitolách.

### 5.1. Geodetické zaměření

Klasickou metodou, jak zjistit stávající uložení plynovodů, je geodetické zaměření. Do doby, než přišly další možnosti v podobě DPZ, to byl jediný možný způsob, jak zjistit skutečné uložení plynovodu. Geodetické zaměření spočívá ve vytyčení trasy plynovodů pracovníkem plynárenské společnosti, který má k dispozici dokumentaci s údajem, kde by měl být vytyčovaný plynovod uložen. Pracovník vyhledá (detekuje) plynovod s pomocí přístroje na vyhledávání signálu z vodičů uložených v zemi zároveň s plynovodem. U polyetylenového plynovodního potrubí bývá zpravidla položen signalizační vodič, který umožňuje plynovod detekovat. V případě ocelového potrubí je signál vysílán přímo do potrubí. Vyhledanou trasu vyznačí výraznou barvou na zem. Následně je kontaktována geodetická firma, která provede zaměření takto vytyčených plynovodů a zpracuje požadovaný výstup v požadovaném souřadnicovém systému.

**Výhody** (zpracováno s využitím [7] [36]):

- běžně využívaná metoda,
- velký výběr dodavatelů,
- lze zaměřovat prakticky celý rok.

**Nevýhody** (zpracováno s využitím [7] [36]):

- Nepřesnost - pracovník, který vyhledává signál, si nemůže být jistý, zda se napojil na plynovod nebo na jiné sítě. Vytyčení plynovodu je ve velké míře subjektivní záležitost – různí pracovníci mohou stejný plynovod vytyčit každý trochu jinak,
- Nutná součinnost pracovníků plynárenské firmy a geodetické firmy.
- Problematické vyznačování vytyčených plynovodů v terénech, kde jsou převážně vedeny VTL plynovody – pole, louky apod.
- Finančně náročná metoda (velký počet pracovníků, dlouhá doba strávená v terénu i zdlouhavé zpracovávání výstupu) – není vhodná pro tak dlouhé úseky, jako v případě VTL plynovodů.

- V případě porušeného nebo chybějícího signalizačního vodiče nelze plynovod vůbec detekovat.
- Signál se může při velké vzdálenosti ztrácet nebo tzv. „zabloudit“.

## 5. 2.      **Letecké termosnímkování**

Termovizní kamera, umístěná v letadle nebo vrtulníku, umí změřit elektromagnetické záření, které vydává sledovaný objekt. Objekt se může skrývat pod zemí a teplotu povrchu jen ovlivňovat. Detektor termovizní kamery měří objektem vyzařovanou elektromagnetickou radiaci tepelného záření v infračervené oblasti spektra [9]. Termovizní snímkování je poměrně přísné na povětrnostní podmínky, ve kterých se měření provádí. Snímkování je proveditelné v měsících říjen až březen, ideální je suchý mráz. Optimální podmínky pro snímkování jsou následující [38]:

- 48 hodin před termovizním snímkováním nesmí na snímaný terén pršet,
- v době snímkování se nesmí vyskytovat žádné přízemní mlhy a opary,
- terén nesmí být pokryt sněhovou pokrývkou,
- rychlost větru nesmí překročit 2,5 m/s,
- teplota povrchu terénu by měla být v rozmezí -10 až +6 °C,
- snímkování by mělo proběhnout mezi 2 až 7 hodinou ránní,
- vzdálenost mezi kamerou a objektem by neměla překročit 1000 m,
- teplotní rozdíl mezi prostředím kamery a teplotou nad terénem by neměl překročit 2 °C.

**Výhody** (zpracováno s využitím [7] [38]):

- vysoká přesnost - GBCam 1 má přesnost 35 cm,
- časově nenáročné – zkrácení doby práce v terénu i velmi rychlé zpracování požadovaného výstupu,
- personálně nenáročné,
- levnější než klasické geodetické zaměření – vyplývá to z předešlých dvou bodů.

**Nevýhody** (zpracováno s využitím [7] [38]):

- lze snímat pouze za určitých klimatických podmínek, tedy jen málo dní v roce,
- snímkování plynovodů není ještě v praxi běžné,
- pouze jeden dodavatel - firma GEODIS,
- zatím neuspokojivé výsledky termosnímkování se současným technickým vybavením – v prvním pokusu termosnímkování plynovodů se většinu plynovodů

nepodařilo najít a další pokus má smysl uskutečnit až po nákupu jiného snímacího zařízení (GEODIS plánuje nákup hyperspektrálního skeneru).

### Výsledky termosnímkování

V březnu 2010 bylo provedeno první zkušební termosnímkování firmou GEODIS, před plánovaným druhým zkušebním termosnímkováním v roce 2011 bylo firmou GEODIS oznámeno, že se současným vybavením není schopna poskytnout lepší výsledky než v prvním snímkování. Výsledky termosnímkování jsou prezentovány v následujících odstavcích.

Firma Geodis pro snímání používá digitální kameru GBTermo. Konstrukce digitální kamery GBTermo, kterou vyvinuli specialisté jejich divize fotogrammetrie, umožňuje pořizovat svislé nebo šikmé digitální letecké snímky pro speciální oblasti obrazových aplikací, ve kterých není možné využití velkoformátové měřické filmové kamery nebo není ekonomicky proveditelné [9]. Pro první termosnímkování byly definovány následující parametry [38]:

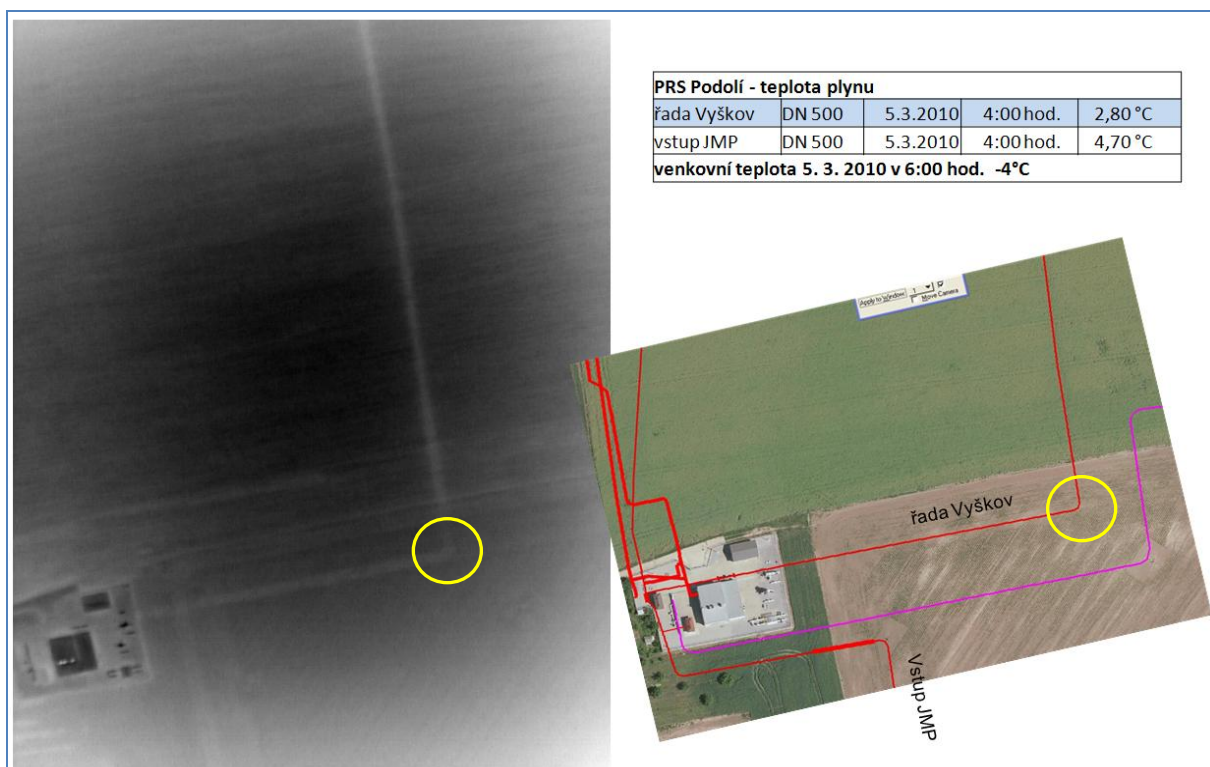
- bylo vybráno území v blízkosti letiště Brno Tuřany,
- byly provedeny 3 snímkové letecké mise (5., 18., a 19. března 2010 v nočních hodinách – cca kolem 4. hod. ráno),
- pro skenování byl použit mikrobolometr se spektrální citlivostí v rozsahu vlnových délek  $\lambda = 7,5 \mu\text{m} - 14 \mu\text{m}$ , nejmenší možný tepelný krok, který mikrobolometr rozliší je  $0,03 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Faktory ovlivňující výsledek snímkování [5] [36] [38]:

- Fyzikální vlastnosti snímaného objektu:
  - teplota plynu (různá dle tlaku, předehřívání),
  - proudění plynu (malé odběry v nočních hodinách),
  - emisivita plynu (zemní plyn obsahuje min. 85% metanu, který pohlcuje a emituje tepelné infračervené záření určitých vlnových délek).Fyzikální vlastnosti zemního plynu jsou podrobně popsány v literatuře [37].
- Použitý skener a vlnové délky:
  - vlnová délka skeneru (dva objekty se mohou chovat v jedné vlnové délce úplně stejně a druhé odlišně).
- Meteorologické podmínky:
  - teplota, vlhkost vzduchu (vodní páry pohlcují infračervené záření).

## Interpretace výsledků termosnímkování – porovnání s provozní dokumentací RWE:

Obrázek 26 zobrazuje detail předávací regulační stanice (PRS) Podolí. Na termosnímku v odstínech šedé je situace zachycená termokamerou. Na ortofotosnímku je vyznačen červenou čarou plynovod evidovaný v provozní dokumentaci RWE. Žlutý kroužek označuje stejné místo odbočení plynovodu na obou snímcích. V tabulce jsou uvedeny záznamy o dimenzi plynovodu, teplotě vzduchu a teplotě plynu. Teplota plynu na regulačních stanicích je dohledatelná, protože je ve stanovených intervalech zaznamenávána. V zimním období bývá na předávacích regulačních stanicích (PRS) plyn předehříván. Z tabulky je zřejmé, že v době měření měl plyn vyšší teplotu, než byla venkovní teplota vzduchu. Plynovod řada Vyškov, který měl v době měření teplotu plynu 2,8 °C, je na termosnímku dobře zřetelný. Plynovod vstup JMP s teplotou 4,7 °C však termokamera nerozeznala, přestože byla venkovní teplota -4 °C. Dimenze obou plynovodů je stejná – 500 mm. Měření tedy muselo být ovlivněno ještě jiným faktorem. Vliv může mít i skutečnost, že v každém potrubí mohlo být rozdílné proudění plynu. Snímkování probíhá v brzkých ranních hodinách, kdy jsou odběry plynu malé a plyn proudí pomaleji. Také snížení tlaku v plynovodu ovlivňuje snížení teploty plynu.



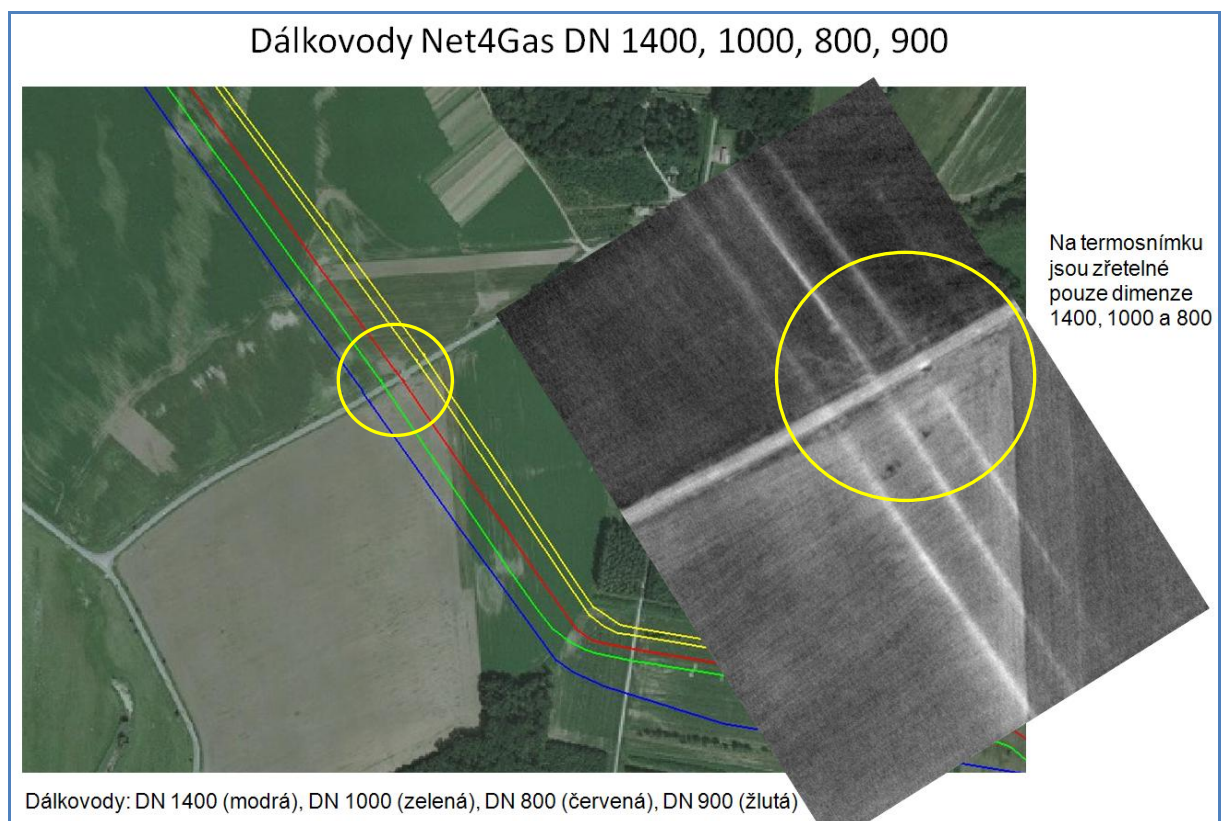
Obrázek 26 Detail a termosnímek PRS Podolí. Zdroj: [38].

Příloha 9 zobrazuje termosnímek horní části nad PRS Podolí, kde pokračuje plynovod řada Vyškov. Odbočka vlevo označená žlutým kroužkem již není rozpoznatelná. Odbočující plynovod má na rozdíl od řady Vyškov dimenzi 300 mm.



Příloha 10 zobrazuje termosnímek PRS Velké Němčice, na kterém nebyl nalezen žádný z plynovodů, pravděpodobným důvodem je stejná teplota plynu a venkovní teplota. Na termosnímku jsou po porovnání s ortofotomapou a provozní dokumentací zřetelné pouze budovy a drobné stavby, cesty a potok. Na spektrálně zvýrazněném termosnímku (vpravo) jsou žlutou a červenou čarou vyznačeny plynovody uložené v dané oblasti. Na termosnímku v odstínech šedi (vlevo) žádný z těchto vyznačených plynovodů není patrný.

Obrázek 27 zobrazuje termosnímek s rozeznatelnými plynovody – teplota plynu v jednotlivých potrubích na této situaci není známa.



Obrázek 27 Dálkovody. Zdroj: [38].

### 5. 3. Letecké snímkování kombinací metod (termo, infra, viditelné)

Pro účely zpřesnění průběhu plynovodů nelze využít samostatně pouze snímkování ve viditelné části spektra či pouze snímky v blízkém infračerveném spektru. Tyto metody samy o sobě nejsou schopny poskytnout všechna potřebná data – nejsou schopny identifikovat všechny požadované plynovody. Je však žádoucí využít je doplňkově k jiným metodám. Firma Air Vision Technology s. r. o., se zabývá leteckým snímkováním Země pomocí systému MULTISPEK 4000. Tato metoda je založena na současném použití termokamery, infrakamery a kamery zaznamenávající viditelné spektrum při jednom přeletu. Výstupy z kamer jsou následně zpracovány a interpretovány pomocí speciálního softwaru [39]. Tato metoda byla poprvé využita pro získání informací o uložení plynovodů během v únoru 2011.

Tuto metodu je možné použít prakticky celoročně, vyjma dní, kdy leží na zemi sněhová pokrývka. V období bez vegetace poskytují většinu informací výstupy z termokamery a částečně také z kamery snímající viditelné spektrum (tak tomu bylo také během prvního testování v únoru 2011). Ve vegetačním období je tepelný projev snímaného objektu utlumen vzrostlou vegetací, tato vegetace však podává informace o uloženém plynovodu svým spektrálním projevem zachyceným na infrakameře. Ve vegetačním období tedy převažuje využití infrakamery a kamery zachycující viditelné spektrum. Snímkování ve vegetačním období však nabízí ještě jednu možnost využití. Z vyhodnocení spektrálního projevu vegetace je možné označit místa, kde změny vegetace mohou být důsledkem úniku plynu. Pro snímkovací lety je nejhodnější doba ráno nebo večer, kdy se teplota vzduchu a zemského povrchu mění rychleji než teplota plynovodů. [6] [39]

Výsledky leteckého snímkování systémem MULTISPEK 4000 však nepodávají na první pohled tak jednoznačně viditelnou informaci o poloze plynovodu, jako na termosnímčích od firmy GEODIS. Nedůležitější částí systému MULTISPEK 4000 je následné digitální zpracování obrazu speciálně vytvořeným softwarem, kterým disponuje pouze firma Air Vision, a který je celým know-how této metody. Některé průběhy plynovodů jsou zřetelné až po zpracování softwarem, pro výslednou interpretaci je důležité také pro tento účel kalibrované zobrazovací zařízení. Obrázek 28 znázorňuje situaci, kde byl plynovod nejzřetelnější z celého snímaného úseku, a to ve všech třech zaznamenaných pásmech. Část obrázku s označením 1 znázorňuje viditelné spektrum, část obrázku s označením 2 infračervené spektrum a část obrázku s označením 3 termospektrum. [39]





Obrázek 28 Ukázka detekce podzemních průmyslových rozvodů použitím tří spekter. Zdroj: [39].

**Výhody** (zpracováno s využitím [7] [39]):

- Použití tří pásem zvyšuje pravděpodobnost plynovody detekovat.
- Není tak náročné na meteorologické podmínky jako samostatné termosnímkování – snímkování probíhá večer nebo ráno téměř celoročně, není možné pouze při sněhové pokrývce.
- Firma Air Vision je schopna zaručit přesnost 50 cm u detekovaných plynovodů.
- V rámci jedné zakázky je možné provést zpřesnění průběhu plynovodů a zároveň označit místa možných úniků plynu.

**Nevýhody** (zpracováno s využitím [7] [39]):

- Průběh detekovaného plynovodu není tak jednoznačný jako u metody termosnímkování od firmy GEODIS.
- Pouze jeden dodavatel - firma Air Vision Technology s. r. o.
- Personálně náročnější než samostatné termosnímkování, ale na tak náročné jako geodetické zaměření.

- Časově náročnější než samostatné termosnímkování, ale na tak náročné jako geodetické zaměření.
- Cenově stejně nákladné jako geodetické zaměření. Pro malé zakázky není cenově konkurenceschopné. v úvahu přichází pouze pro účel cíle této práce - zpřesnění většího množství VTL plynovodů.

#### 5. 4. Porovnání metod zpřesnění VTL plynovodů

V předchozích podkapitolách byly popsány jednotlivé metody zpřesnění a na tomto základě byly u každé metody shrnuty podstatné výhody a nevýhody každé metody. Z nich vyplynula určitá kritéria, podle nichž jsou v této podkapitole jednotlivé metody zpřesnění porovnány.

Tabulka 2 zveřejněná na stránkách firmy GEODIS porovnává klasické geodetické zaměření, fotogrammetrii a laserscanning. Z tohoto porovnání vyplývá snížení nákladů až na 1/3 při použití laserscanningu ve srovnání s klasickým geodetickým zaměřením. [7]

Tabulka 2 Porovnání metod dle Geodisu. Zdroj: [7].

Porovnání termosnímkování s fotogrammetrií a s klasickým způsobem zaměření dle MENSÍ			
Parametr/Metoda	geodetické zaměření	fotogrammetrie	laserscanning
Počet osob v terénu	4	2	2
Trvání prací v terénu [dny]	10	5	2
Počet člověkohodin	500	120	50
Modelování [týdny]	15	6	4
Přesnost [mm]	10	10	5
Náklady [%]	100	43	35

Porovnání termosnímkování s ostatními metodami není k dispozici. Proto byla stanovena následující kritéria a také oblasti kritérií, dle kterých bylo provedeno rozhodování mezi jednotlivými metodami:

- Oblast kvality:
  - **Přesnost** – vyjadřuje, jak přesné výsledky metoda poskytuje. Přesnost pořízených dat má vliv na jejich celkovou kvalitu. Čím větší přesnost dat, tím jsou data kvalitnější. Požadovaná přesnost také závisí na konkrétním účelu pořizování dat. *Pro účely zpřesnění polohy VTL plynovodů (jejich dimenze je převážně 300 až 500 mm,*

*u tranzitního plynovodu 900 až 1400) je dostačující přesnost 500 mm (fa GEODIS je schopna zaručit přesnost 350 mm u plynovodů detekovaných termosnímkováním).*

- **Spolehlivost** – vyjadřuje odchylku od reality, jak spolehlivé výsledky metoda poskytuje a jak je metoda schopna eliminovat chyby. Toto kritérium také ovlivňuje kvalitu dat, čím větší spolehlivost, tím lepší (kvalitnější) data.  
*Při vytyčování plynovodů pro geodetické zaměření mohou být výsledná data přesná, ale nemusí být spolehlivá. Vytyčení může být provedeno přesně – v souladu se skutečnou polohou vedení, které bylo detekováno, není však spolehnutí na to, že detekované vedení je plynovod nebo jiné potrubí.*
- Oblast realizace:
  - **Proveditelnost** – vyjadřuje schopnost metody být použita pro daný účel (schopnost metody realizovat požadovaný výstup).  
*Výsledky termosnímkování prozatím poukazují na neschopnost využití metody pro daný účel.*
  - **Dostupnost** – vyjadřuje množství dodavatelů, kteří službu nabízejí a možnosti jejich výběru.  
*Termosnímkování i snímkování s využitím kombinace více spekter poskytuje v ČR pouze jeden dodavatel, naopak geodetickým zaměřováním se zabývají desítky firem.*
  - **Ověřenost** – vyjadřuje, jak dlouho již je metoda v praxi využívána.  
*Termosnímkování i snímkování s využitím kombinace více spekter nebylo ještě pro účel zpřesnění polohy plynovodů využito, proběhlo pouze jedno zkušební snímkování každou z těchto metod. Geodetické zaměřováním je v plynárenství využíváno již více než dvacet let.*
- Oblast nákladů:
  - **Časová náročnost** – vyjadřuje, kolik je třeba času k pořízení dat a k vytvoření požadovaného výstupu.
  - **Personální náročnost** – vyjadřuje, kolik pracovníků je třeba k získání požadovaného výstupu.
  - **Cena** – vyplývá z dvou předchozích kritérií.
- Oblast závislosti na vnějších vlivech:
  - **Závislost na počasí** – vyjadřuje, do jaké míry je uskutečnění prací závislé na meteorologických podmínkách, ročním období nebo denní době.  
*Termosnímkování je nejvíce závislé na tomto kritériu - nelze jej realizovat např. za deště, při mlze nebo sněhové pokrývce, ale také ve dne nebo v létě při vzrostlé vegetaci.*
  - **Závislost na terénu** – vyjadřuje, do jaké míry je uskutečnění prací závislé na terénu, ve kterém jsou plynovody uloženy.

VTL plynovody jsou převážně uloženy v polích a lukách, v takovém terénu je snadnější detekovat plynovody pomocí metod DPZ, než vytyčovat a následně geodeticky zaměřovat plynovod. V případě použití metod DPZ navíc skutečnou polohu plynovodů může naznačit i stav vegetace nad plynovodem.

- **Kontaktnost měření** – vyjadřuje, zda je nutné provádět měření z bezprostřední blízkosti.

Vzhledem k tomu, že zpřesnění uložení plynovodů je chápáno jako služba od externího dodavatele, není v kritériích zohledněna náročnost technického vybavení – skenery, letadla apod.

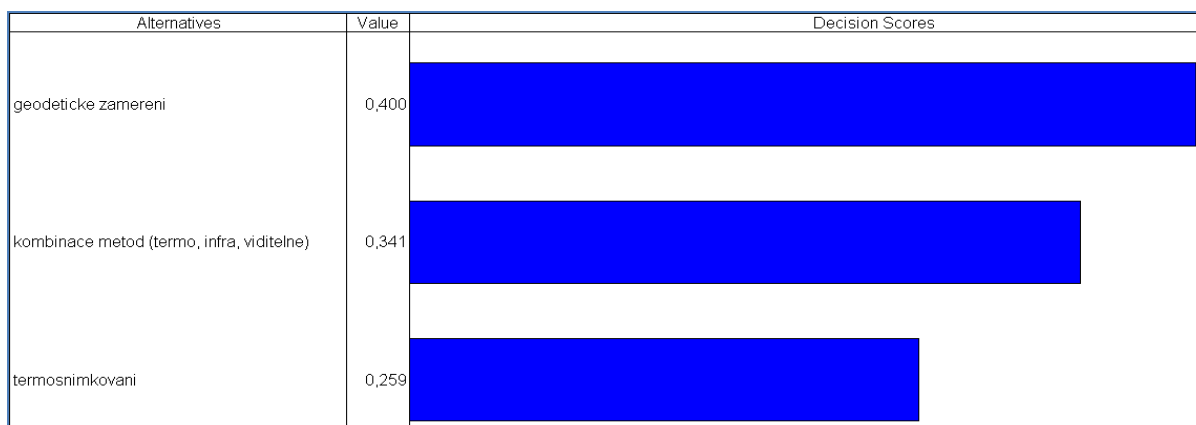
Rozhodovací problém – výběr nejvhodnější metody, byl řešen s využitím softwaru CDP (Criterion DecisionPlus), pro řešení byl použit model AHP (analytický hierarchický proces). Vstupem do rozhodovacího procesu byly všechny výše uvedené oblasti kritérií a jednotlivá kritéria. Příloha 11 znázorňuje hierarchii oblastí kritérií a jednotlivých kritérií. Ohodnocení jednotlivých kritérií vahami bylo provedeno metodou párového porovnávání všech kritérií (Saatyho matice). Tato metoda je vhodná pro rozhodovací proces s kvalitativními kritérii. Rozhodovací proces není tolik závislý na subjektivním hodnocení kritérií expertem, proto by měl poskytnout kvalitnější výstup než např. metoda přímého ohodnocení. Jednotlivé dvojice kritérií jsou ohodnoceny vahami podle jejich preference (každé s každým), pro ohodnocení je využita stupnice 1, 3, 5, 7, 9. V prostředí CDP probíhá „kontrola“ ohodnocení pomocí indexu konzistence, který by měl být menší než 0,1. Index konzistence hlídá, zda si nějaké dva údaje vzájemně neodporují nebo se nevylučují. (Pokud je index konzistence větší než 0,1 – údaj zčervená a upozorní tak uživatele na možnost chybně vyplněného preferenčního ohodnocení). Obrázek 29 zobrazuje příklad ohodnocení vahami a hodnotu indexu konzistence.

Subcriterion	Weight	Subcriterion
oblast kvality	3	oblast nakladu
oblast realizace	5	oblast kvality
oblast kvality	1	oblast zavislosti na
oblast realizace	5	oblast nakladu
oblast nakladu	1	oblast zavislosti na

Consist. Ratio: 0,057

Obrázek 29 Ohodnocení kritérií a index konzistence v CDP. Zdroj: vlastní.

Výsledek procesu je možné zobrazit jako skóre nebo tabulku nebo v podobě grafu – přehled přírůstků kritérií. Obrázek 30 zobrazuje výsledné skóre rozhodovacího procesu. Lze zobrazit také citlivost na váhy jednotlivých kritérií. Okno citlivosti na váhy zobrazuje citlivost modelu na změnu váhy každého kritéria vzhledem k výběru metody. Seznam pod grafem (Criticality) obsahuje váhy seřazené podle jejich citlivosti od nejkritičtější. Pokud je hodnota menší než 5%, je příliš citlivá (při tak malé změně může dojít ke změně výsledné alternativy) a doporučuje se přehodnocení vah [18]. V rozhodovacím procesu řešeném v této práci je nejnižší hodnota citlivosti 14,2 %. Příloha 12 zobrazuje dialogové okno citlivosti s hodnotami citlivosti. Řešení rozhodovacího problému v prostředí CDP je přiloženo ve volně vložené příloze 13 (CD-ROM).



**Obrázek 30 Skóre rozhodovacího procesu v CDP. Zdroj: vlastní.**

Obrázek 30 znázorňuje výsledky rozhodovacího procesu. Metody jsou seřazené podle skóre, výsledek rozhodovacího procesu ukazuje, že nejvhodnější metodou je geodetické zaměření.

## Závěr

Hlavním cílem této práce bylo vytvoření návrhu postupu analýzy dat v GIS a vytvoření jeho modelu. Účelem analýzy byla identifikace plynovodů, pro které by bylo vhodné zpřesnit jejich polohu. Dílčím cílem bylo zmapování metod využitelných pro zpřesnění polohy plynovodů.

V první části práce jsem popsala metody DPZ, které se buďto již využívají nebo jsou potencionálně využitelné v oblasti plynárenství obecně, tedy nejen pro zpřesňování polohy plynovodů. U každé metody jsem uvedla konkrétní příklady možného využití. Na závěr této části jsem popsala současný stav využívání těchto metod ve světě. Metody DPZ nabízejí v plynárenství poměrně široké spektrum využití, jejich největší přínos je zejména v oblasti bezpečnosti provozu plynovodů při detekci úniků.

V další části práce jsem se zabývala modelováním procesu analýz dat. Nejprve jsem vysvětlila základní pojmy z oblasti modelování procesů a procesního řízení a popsala prostředky a nástroje použité pro modelování. Vytvořila jsem pět EPC diagramů, které představují dílčí podprocesy procesu analýzy dat. Celý proces analýzy dat jsem rozložila do těchto podprocesů z důvodu přehlednosti a logičnosti jejich uspořádání. Definovala jsem rozhraní na navazující procesy a vytvořila jsem diagram toku přidané hodnoty všech vytvořených procesů. Modely jsem vytvořila pro prostředí GIS GNOSis Smallworld, ve kterém jsem je následně také zrealizovala na ukázkovém území MSO Dvůr Králové n. L. Sestavila jsem na jejich základě dotaz na databázi a zpracovala výstup tohoto dotazu. Tím je seznam plynovodů a dva mapové podklady včetně informací o plynovodech, které byly tímto modelem určeny jako žádoucí pro zpřesnění jejich polohy. Mapové podklady jsem vytvořila ručně, protože prostředí použitého GIS neumožňuje tvorbu kartografických reportů.

V závěrečné části jsem popsala metody, které jsou v současnosti v ČR dostupné pro účel zpřesnění polohy plynovodů uložených v zemi. Jsou to metody DPZ a metoda pozemního geodetického zaměření. U metod DPZ – letecké termosnímkování a letecké multispektrální (viditelné, infra a termo) snímkování bylo dodavatelskými firmami provedeno zkušební snímkování, aby byla ověřena možnost využití těchto metod v praxi. Dodavatelské firmy zpracovaly pořízené snímky a předaly své výstupy. Na základě těchto výstupů jsem popsala výhody a nevýhody jednotlivých metod. Definovala jsem kritéria potřebná pro rozhodnutí, která z těchto tří metod, by byla pro zpřesnění plynovodů nejvhodnější. Pro ohodnocení kritérií jsem použila párové porovnání všech kritérií (Saatyho matice) a metodou AHP. K řešení rozhodovacího problému jsem využila software pro podporu rozhodování CDP a rozhodla jsem se pro variantu geodetického zaměření.

Hlavním přínosem této práce je mnou vytvořený model analýzy dat (v oblasti plynárenství) využitelný pro jakékoli zájmové území. Funkčnost modelu jsem úspěšně ověřila na vybraném ukázkovém území v dostupném GIS včetně požadovaných výstupů. Dalším významným přínosem této práce je přehled nových možností spojených s využíváním DPZ v plynárenství. Některé z metod a technologií DPZ, které jsem v této práci popsala (včetně příkladů využití v plynárenství), nejsou ještě v ČR, ani v zahraničí běžně využívány. V budoucnosti však budou nacházet čím dál větší uplatnění a poskytovat nová data, která přinesou další přidanou hodnotu do podnikových procesů. Pro mě bylo důležitým přínosem využití nástroje pro vícekriteriální rozhodování, který mi sloužil jako podpora pro mé rozhodnutí. Tato práce ve výsledku integruje více přínosů – v oblasti analýzy dat v GIS, procesního modelování, dálkového průzkumu Země a využití systémů pro podporu rozhodování. Jsem velice ráda, že jsem ve své práci mohla využít znalostí z více oblastí mého dosavadního studia.

## Použitá literatura

1. BABÁČEK, Michal. *Geodis Brno snímkoval a prováděl laserové skenování pro projekt NABUCCO* [online]. [cit. 2010-07-25]. Dostupný z WWW: <[http://www.geodis.cz/uploads/dokumenty/pdf\\_casopis/GN\\_cesky\\_2010\\_03\\_05\\_komplet.pdf](http://www.geodis.cz/uploads/dokumenty/pdf_casopis/GN_cesky_2010_03_05_komplet.pdf)>.
2. BLICKLE, Tobias; HESS, Helge; KLUECKMANN, Joerg; LEES, Mike; WILLIAMS, Bruce. *Process Intelligence for Dummies*. 1st ed. Hoboken: Wiley Publishing, 2010. 88 s. ISBN 978-0-470-87620-6.
3. *Datové modely & manipulace* [online]. [cit. 2010-10-16]. Dostupný z WWW: <[http://www.ibot.cas.cz/personal/wild/data/gis\\_lect/gis\\_02\\_datovemodely&manipulace.ppt](http://www.ibot.cas.cz/personal/wild/data/gis_lect/gis_02_datovemodely&manipulace.ppt)>.
4. *Detecting gas releases* [online]. [cit. 2010-07-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.pipelineandgastechology.com/pgtnews/20081120/story.html>>.
5. DOBROVOLNÝ, Petr. *Dálkový průzkum Země. Digitální zpracování obrazu*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 1998. 210 s. ISBN 80-210-1812-7.
6. DOBROVOLNÝ, Petr. *Spektrální chování objektů* [online]. [cit. 2010-11-03]. Dostupný z WWW: <[http://www.geogr.muni.cz/archiv/vyuka/DPZ\\_CVICENI/Texty/DPZ\\_03\\_spektralni\\_chovani.pdf](http://www.geogr.muni.cz/archiv/vyuka/DPZ_CVICENI/Texty/DPZ_03_spektralni_chovani.pdf)>.
7. *Ekonomické přínosy metody laserového skenování* [online]. [cit. 2010-10-17]. Dostupný z WWW: <<http://www.geodis.cz/sluzby/ekonomicke-prinosy-metody-laserscanningu>>.
8. *Gazomat's Spectra Laser Detects Gas Leakage Effectively* [online]. [cit. 2010-11-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.azosensors.com/Details.asp?newsID=1186>>.
9. Geodis [online]. [cit. 2010-07-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.geodis.cz>>.
10. Guardian Angel Watches Over Pipelines [online]. [cit. 2011-01-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.gpsworld.com/gis/gis-and-mapping/guardian-angel-watches-over-pipelines-7476>>.
11. HORÁK, Jiří. *Prostorová analýza dat* [online]. [cit. 2010-10-12]. Dostupný z WWW: <<http://gis.vsb.cz/pad/index.htm>>.
12. *Hyperspectral touted for pipeline inspection* [online]. [cit. 2011-01-29]. Dostupný z WWW: <<http://optics.org/news/1/4/24>>.
13. *IDS Scheer* [online]. [cit. 2010-09-11]. Dostupný z WWW: <[http://www.ids-scheer.cz/cz/ARIS/ARIS\\_ARIS\\_Platform/84388.html](http://www.ids-scheer.cz/cz/ARIS/ARIS_ARIS_Platform/84388.html)>.
14. *Jak číst ARIS diagramy – interní příručka RWE, Poweregia*.
15. KANISOVÁ, Hana; MÜLLER, Miroslav. *UML srozumitelně*. 2. vyd. Brno: Computer Press, 2006. 176 s. ISBN 80-251-1083-4.
16. KOMÁRKOVÁ, Jitka; KOPÁČKOVÁ, Hana. *Geografické informační systémy*. 2. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2008. 55 s. ISBN 978-80-7395-120-7.
17. KONECNY, Gottfried. *Geoinformation : remote sensing, photogrammetry and geographic information systems*. 1st ed. London: Taylor & Francis, 2003. 248 s. ISBN 0-415-23795-5.



18. KOUDELKOVÁ, Anna. *Podpora strategického rozhodnutí*. [online]. [cit. 2010-11-27]. Dostupný z WWW: <<http://dspace.upce.cz/handle/10195/35007>>.
19. *Kvalita dat – předpoklad správného fungování IS* [online]. [cit. 2010-10-16]. Dostupný z WWW: <<http://www.tieto.cz/odvetvi/energetika-distribucni-site/rizeni-datove-kvality/data-quality/highlights/vice-informaci-zde/kvalita-dat/Datasheet%20DQ%20Tieto.pdf>>.
20. LONGLEY, Paul A. *Geographic information systems and science*. 1st ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2001. 454 s. ISBN 0-471-89275-0.
21. *Metody a techniky modelování procesů* [online]. [cit. 2010-10-16]. Dostupný z WWW: <[http://kplab.tuke.sk/mz/Sk2009\\_23#Met.C3.B3dy\\_\\_a\\_techniky\\_modelovania\\_procesov](http://kplab.tuke.sk/mz/Sk2009_23#Met.C3.B3dy__a_techniky_modelovania_procesov)>.
22. *Náповěda GNOSis – interní dokumentace RWE* [online]. [cit. 2010-10-22]. Dostupný z WWW: <[\\czdvkspc-i001\gnosis\gnosis534p\gnosis\doc\ptis\\_user\\_html\\_doc\aplikace\contents.html](http://czdvkspc-i001\gnosis\gnosis534p\gnosis\doc\ptis_user_html_doc\aplikace\contents.html)>.
23. *Pipeline remote sensing* [online]. [cit. 2011-01-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.presense.net/>>.
24. PIRKL, David. *Kvalita dat* [online]. [cit. 2010-10-16]. Dostupný z WWW: <[http://keg.vse.cz/\\_slides/pirkl.ppt](http://keg.vse.cz/_slides/pirkl.ppt)>.
25. *Применение методов дистанционного зондирования Земли для мониторинга магистральных нефте- и газопроводов* [online]. [cit. 2011-01-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.magnolia.com.ru/articles/pipeline-monitoring/>>.
26. *Procesy a metodika jejich tvorby – interní dokumentace RWE* [online]. [cit. 2010-09-20]. Dostupný z WWW: <<http://intranet.rwe.cz/cs/prirucky-pro-modelujici/>>.
27. *Remote Detection of Methane by Infrared Spectrometry for Airborne Pipeline Surveillance: First Results of Ground-Based Measurements* [online]. [cit. 2011-01-28]. Dostupný z WWW: <[http://www.tu-harburg.de/mt/ftir/lib/SIGIS\\_Methane.pdf](http://www.tu-harburg.de/mt/ftir/lib/SIGIS_Methane.pdf)>.
28. *Řízení sítí/GIS* [online]. [cit. 2010-10-24]. Dostupný z WWW: <<http://tieto.cz/co-nabizime/it-sluzby/ostatni-specializovane-kompetence/rizeni-sitigis>>.
29. ŠIMONOVÁ, Stanislava. *Modelování procesů a dat pro zvyšování kvality*. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2009. 195 s. ISBN 978-7395-205-1.
30. ŠIMONOVÁ, Stanislava; MYŠKOVÁ, Renáta; JIRAVA Pavel. *Projektování informačních systémů – UML, procesní řízení*. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2006. 113 s. ISBN 80-7194-895-0.
31. ŠMÍDA, Filip. *Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě*. 1. Vyd. Praha: Grada Publishing. 2007. 300 s. ISBN 978-80-247-1679-4.
32. *Technologie 3D laserového skenování* [online]. [cit. 2010-07-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.gefos.cz/cz/gefos/sluzby/1711/technologie-3d-laseroveho-skenovani>>.
33. *Teorie termovizního měření* [online]. [cit. 2010-07-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.termovize.com/princip-termovize/>>.
34. *Termosnímky* [online]. [cit. 2010-08-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.setrimenergii.cz/stavim-rodinny-dum/termosnimky.html>>.

35. *Testing of an Advanced Airborne Natural Gas Leak Detection System* [online]. [cit. 2010-12-02]. Dostupný z WWW: <[http://www.netl.doe.gov/technologies/oil-gas/NaturalGas/Projects\\_n/TDS/TD/T%26D\\_A\\_41877AdvAirborne.html](http://www.netl.doe.gov/technologies/oil-gas/NaturalGas/Projects_n/TDS/TD/T%26D_A_41877AdvAirborne.html)>.
36. *Zaměření plynárenského zařízení a vyhotovení digitální technické mapy v jeho okolí.* [online]. [cit. 2011-01-25]. Dostupný z WWW: <[www.rwe.cz/cs/media-ds/ds/DSO\\_SM\\_B02\\_01\\_P1.doc](http://www.rwe.cz/cs/media-ds/ds/DSO_SM_B02_01_P1.doc)>.
37. *Základní fyzikální vlastnosti ZP* [online]. [cit. 2010-11-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/1921-zakladni-fyzikalni-vlastnosti-zp-i>>.
38. *Zpráva k zakázce lokalizace plynovodních potrubí.* Interní dokumentace RWE k zakázce provedené dodavatelskou firmou GEODIS.
39. *Zpráva k objednávce multispektrální detekce.* Interní dokumentace RWE k objednávce prací u dodavatelské firmy Air Vision Technology s.r.o.

## Seznam zkratek

ARIS	Architecture of Integrated Information Systems
CDP	Criterion DecisionPlus (software pro rozhodovací procesy)
DPZ	Dálkový průzkum Země
EPC	Event-driven process chain
FAD	Function Allocation Diagram
GIS	Geografický informační systém
GZ	Geodetické zaměření
IS	Informační systém
IBZED	Initialisierung, Beratung, Zustimmung, Entscheidung, Durchführung
MSO	Mistrovský okrsek
PRS	Předávací regulační stanice
VAC	Value Added Chain
VTL	Vysokotlaký (plynovod)

## Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 PŘÍKLADY INTENZITY VYZAŘOVÁNÍ (M) ABSOLUTNĚ ČERNÉHO TĚLESA. ZDROJ: [5].	11
OBRÁZEK 2 PROTOKOL TERMODIAGNOSTICKÉHO MĚŘENÍ. ZDROJ: [34].	13
OBRÁZEK 3 DETEKCE ÚNIKU METANU. ZDROJ: [4].	13
OBRÁZEK 4 SPEKTRÁLNÍ CHOVÁNÍ POVRCHŮ. ZDROJ:[6].	14
OBRÁZEK 5 PLYNOVOD NABUCCO - LASEROVÉ SKENOVÁNÍ. ZDROJ: [1].	16
OBRÁZEK 6 MODEL POTRUBNÍCH SYSTÉMŮ VÍTKOVICE. ZDROJ: [9].	17
OBRÁZEK 7 ORTOFOTOMAPA SE ZAKRESLENÝM PRŮBĚHEM PLYNOVODŮ Z DOKUMENTACE. ZDROJ: [38].	19
OBRÁZEK 8 ORTOFOTOMAPA S ROZEZNATELNÝMI ZMĚNAMI V OBILÍ NAD PLYNOVODEM. ZDROJ: [38].	19
OBRÁZEK 9 ORTOFOTOMAPA ZACHYCUJÍCÍ NARUŠENÍ OCHRANNÉHO PÁSMA. ZDROJ: GIS RWE.	20
OBRÁZEK 10 MODEL PROCESU. ZDROJ: [29].	29
OBRÁZEK 11 VAC DIAGRAM. ZDROJ: INTRANET RWE.	33
OBRÁZEK 12 FAD DIAGRAM. ZDROJ: INTRANET RWE.	34
OBRÁZEK 13 EPC DIAGRAM S PLAVECKÝMI DRAHAMÍ. ZDROJ: INTRANET RWE.	36
OBRÁZEK 14 VAC DIAGRAM PROCESU ANALÝZY DAT. ZDROJ: VLASTNÍ.	39
OBRÁZEK 15 PODPROCES VÝBĚRU DLE PROSTOROVÉHO UMÍSTĚNÍ. ZDROJ: VLASTNÍ.	40
OBRÁZEK 16 PODPROCES VÝBĚRU DLE ETAPY ŽIVOTA. ZDROJ: VLASTNÍ.	41
OBRÁZEK 17 PODPROCES VÝBĚRU DLE DATA UVEDENÍ DO PROVOZU. ZDROJ: VLASTNÍ.	42
OBRÁZEK 18 PODPROCES VÝBĚRU PŘESNOSTI ZÁKRESU. ZDROJ: VLASTNÍ.	43
OBRÁZEK 19 PODPROCES VÝBĚRU DLE TYPU OBJEKTU, DÉLKY A DIMENZE. ZDROJ: VLASTNÍ.	44
OBRÁZEK 20 MODEL PROCESU ZPŘESNĚNÍ PRŮBĚHU PLYNOVODŮ – 1. ČÁST. ZDROJ: VLASTNÍ.	45
OBRÁZEK 21 MODEL PROCESU ZPŘESNĚNÍ PRŮBĚHU PLYNOVODŮ – 2. ČÁST. ZDROJ: VLASTNÍ.	46
OBRÁZEK 22 KONSTRUKCE DOTAZU V GNOSIS. ZDROJ: VLASTNÍ.	48
OBRÁZEK 23 PRŮZKUMNÍK GNOSIS. ZDROJ: VLASTNÍ.	48
OBRÁZEK 24 VÝSTUP DOTAZU V GNOSIS - MAPA. ZDROJ: VLASTNÍ.	49
OBRÁZEK 25 VÝSLEDEK DOTAZU EXPORTOVANÝ DO EXCELU. ZDROJ: VLASTNÍ.	49
OBRÁZEK 26 DETAIL A TERMOŠNÍMEK PRS PODOLÍ. ZDROJ: [38].	54
OBRÁZEK 27 DÁLKOVODY. ZDROJ: [38].	55
OBRÁZEK 28 UKÁZKA DETEKCE PODZEMNÍCH PRŮMYŠLOVÝCH ROZVODŮ POUŽITÍM TŘÍ SPEKTER. ZDROJ: [39].	57
OBRÁZEK 29 OHODNOCENÍ KRITÉRIÍ A INDEX KONZISTENCE V CDP. ZDROJ: VLASTNÍ.	60
OBRÁZEK 30 SKÓRE ROZHODOVACÍHO PROCESU V CDP. ZDROJ: VLASTNÍ.	61

## Seznam tabulek

TABULKA 1 HODNOTY EMISIVITY VYBRANÝCH MATERIÁLŮ. ZDROJ: [5].	12
TABULKA 2 POROVNÁNÍ METOD DLE GEODISU. ZDROJ: [7].	58

## Seznam příloh

PŘÍLOHA 1 ROZDÍL MEZI LETECKÝM SNÍMKEM A KATASTRÁLNÍ MAPOU. ZDROJ: GIS RWE GNOSIS SMALLWORLD

PŘÍLOHA 2 LEGENDA K DIAGRAMŮM EPC, VAC A FAD. ZDROJ: VLASTNÍ S VYUŽITÍM [26]

PŘÍLOHA 3 ČLÁNEK ZE ZAMĚSTNANECKÉHO ČASOPISU TEAM. ZDROJ: INTRANET RWE

PŘÍLOHA 4 ÚROVNĚ MASTER MODELU. ZDROJ: INTRANET RWE

PŘÍLOHA 5 ZÁKAZNÍCI PROCESŮ V RWE A JEJICH POTŘEBY. ZDROJ: INTRANET RWE

PŘÍLOHA 6 FAD DIAGRAM PROCESU ZPŘESNĚNÍ PRŮBĚHU PLYNOVODŮ. ZDROJ: VLASTNÍ

PŘÍLOHA 7 VÝSTUP PRO VEDOUCÍHO GIS. ZDROJ: VLASTNÍ

PŘÍLOHA 8 VÝSTUP PRO GEODETICKOU FIRMU. ZDROJ: VLASTNÍ

PŘÍLOHA 9 PRS PODOLÍ HORNÍ ČÁST SITUACE. ZDROJ: [38]

PŘÍLOHA 10 PRS VELKÉ NĚMČICE. ZDROJ: [38]

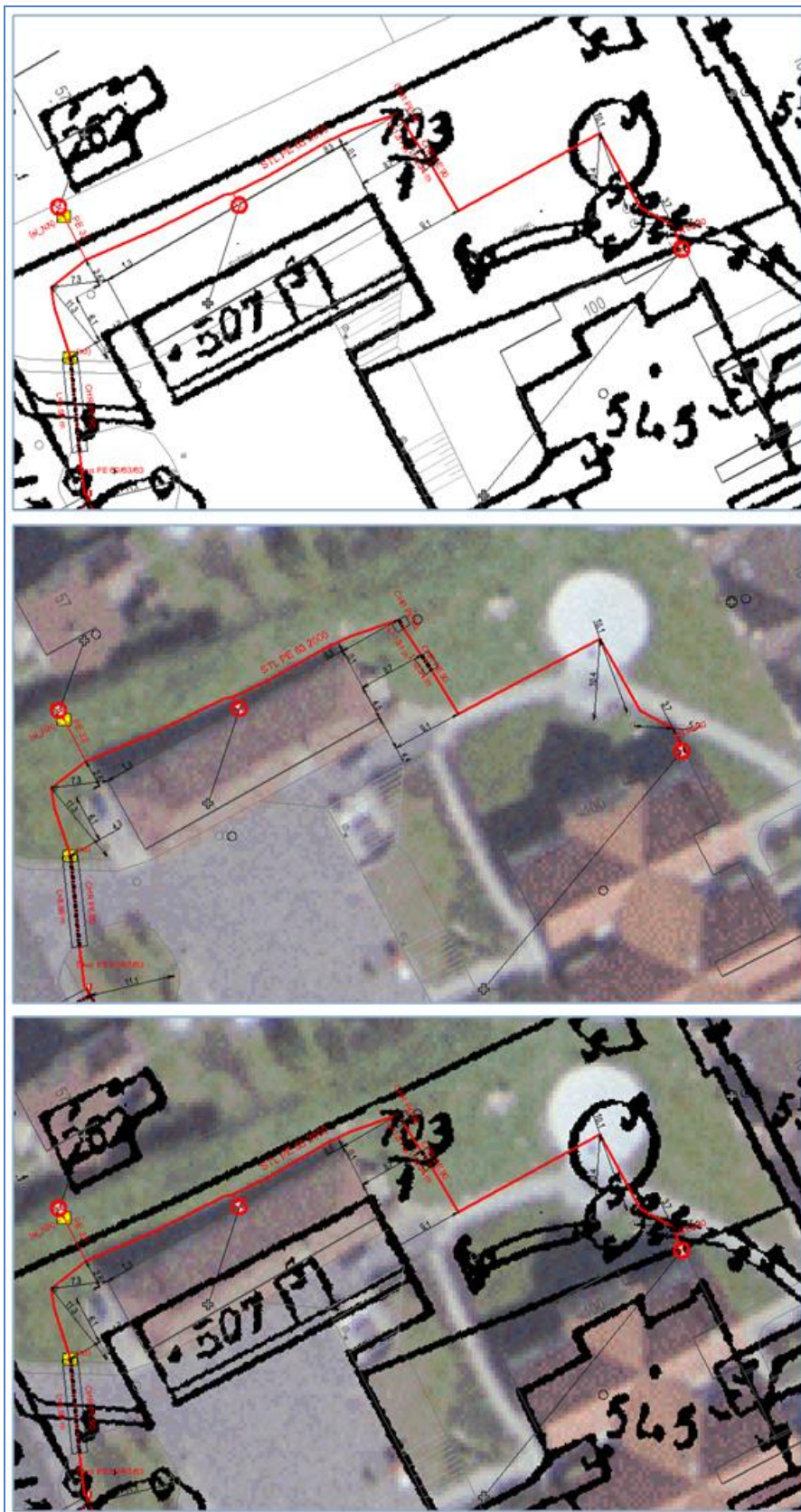
PŘÍLOHA 11 HIERARCHIE KRITÉRIÍ V CDP. ZDROJ: VLASTNÍ

PŘÍLOHA 12 OKNO CITLIVOSTI NA VÁHY V CDP. ZDROJ: VLASTNÍ






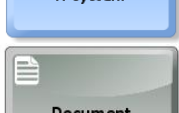
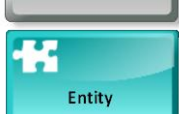





PŘÍLOHA 13 (VOLNĚ VLOŽENÁ) CD-ROM S TEXTEM DIPLOMOVÉ PRÁCE, VYTVOŘENÝM MODELEM - DIAGRAMY (ARIS) A ROZHODOVACÍM PROCESEM (CDP)

## **Přílohy**

Příloha 1 Rozdíl mezi leteckým snímkem a katastrální mapou. Zdroj: GIS RWE GNOSis Smallworld.



Příloha 2 Legenda k diagramům EPC, VAC a FAD. Zdroj: vlastní s využitím [26].

Symbol	Název	Význam
	<b>proces</b>	znázorňuje proces v diagramu VAC, zobrazují se toky, vazby mezi procesy, nikoliv jejich obsah
	<b>organizační jednotka</b>	znázorňuje odpovědnost org. jednotky za určitou oblast činností
	<b>pracovní místo</b>	znázorňuje odpovědnost osoby na určitém pracovním místě
	<b>událost, stav</b>	jedná se o specifický okamžik v čase - je příčinou nebo výsledkem činnosti v rámci toku procesu
	<b>činnost, aktivita</b>	znázorňuje dílčí vykonávanou činnost v průběhu procesu, využívá vstupy a produkuje výstupy, za realizaci činnosti jsou odpovědné org. jednotky nebo osoby
	<b>IT systém, aplikace</b>	IT Systém nebo aplikace automatizovaně podporující činnost procesu, software s jehož pomocí je aktivita vykonávána
	<b>dokument, vstup, výstup</b>	dokument - vstup / výstup činnosti procesu
	<b>výstup procesu</b>	znázorňuje výstup celého procesu pro zákazníka procesu v diagramu FAD
	<b>cíl procesu</b>	znázorňuje cíl procesu v diagramu FAD, popisuje objektivně měřitelný cíl celého procesu
	<b>rozhraní procesů</b>	objekt Rozhraní je vždy u objektu Stav / Událost a nahrazuje vazbu (šipku) mezi oddělenými procesy pořadí: Rozhraní – Stav: Jedná se o vstup do procesu, jehož název je uveden na objektu Rozhraní a Stav uvádí z jakého místa procesu je odkazováno pořadí: Stav – Rozhraní: Jedná se o výstup z procesu do jiného procesu a Stav uvádí z jakého místa procesu je odkazováno
	<b>AND rule</b>	<b>a zároveň</b>
		logický operátor, který definuje typ větvení procesního toku, rozpojuje a spojuje cesty v procesu a říká, že všechny následné cesty pokračují současně
	<b>OR rule</b>	<b>nebo</b>
		logický operátor, který definuje typ větvení procesního toku, rozpojuje a spojuje cesty v procesu a říká, že pokračující cesty nastávají v proměnlivém počtu (jedna až všechny)
	<b>XOR rule</b>	<b>výlučně nebo</b>
		logický operátor, který definuje typ větvení procesního toku, rozpojuje a spojuje cesty procesu a říká, že z možných cest nastane vždy pouze jedna



## Modelování procesů: Jaké novinky jsme pro vás připravili

Průběžně informovat o modelování procesů ve firmě a upozorňovat na novinky související s nástrojem Master Model, používaným k této činnosti, se stalo naprostou samozřejmostí již dávno. Doposud jsme popsali účel modelu a tým, který se zabývá jeho zlepšováním.

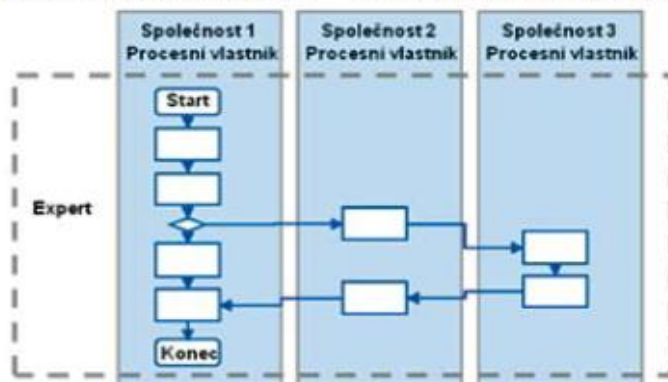
Uvedli jsme, že naším hlavním cílem je příjemný uživatelský komfort, a v minulém díle jsme již ukázali konkrétní opatření, která náš tým realizoval. Byl to nový přístup z modré lišty na intranetu, zprovoznění ARIS Publisheru jako okna do modelu, usnadnění orientace v řízené dokumentaci, aktualizace modelu a také významné zjednodušení modelu. Nyní vám chceme předvést další opatření, která vám mají modelování a využívání informací

o našich procesech maximálně zpříjemnit.

### Pracujeme s procesními vlastníky a experty

Na procesech je nejzajímavější to, že popisují průběh navazujících činností bez ohledu na to, jakými útvary procházejí. Čas-

to se dokonce stává, že jeden proces je prováděn více různými společnostmi. Proto jsme začali aktivně pracovat s procesními vlastníky, kteří působí v jednotlivých společnostech, a zároveň s procesními experty, kteří zajišťují plynulé rozhraní jak mezi procesy samot-



nými, tak mezi částmi procesů v jednotlivých společnostech. Společnou odpovědností procesního vlastníka a procesního experta je vylepšovat procesy.

### ARIS Express – příjemné malování

Nebojte se vyzkoušet malování procesů v tomto nástroji! Opravdu, nic jednoduššího už se vymyslet nedá. Pouze přetahujete myšičku barevná políčka. Pro zábavu si to vyzkoušejte na činnosti, kterou děláte každý den – třeba na ranním vstávání nebo vaření kávy. Oranžová je událost, zelená činnost a šedá křížovka pro více možností. Až se budete chtít pustit do pracovního procesu, kontaktujte nás, rádi poradíme, jak dál. O nástroj lze požádat na Help Desku.

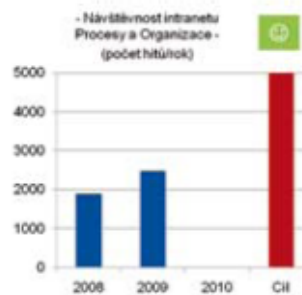
### Proces změnových požadavků

Abychom zjednodušili a zpřehlednili proces změnových požadavků, zavedli jsme pro něj registr. Jedná se o centrální soubor, který je umístěn na sdíleném disku. A tady pozor! Registr obsahuje změnové požadavky týkající se nejen procesů, ale i řízených dokumentů. Mohou do něj přistupovat všichni pracovníci zapojení do procesů i organizace a své požadavky sledovat.

### Sledujeme návštěvnost našeho intranetu

Děláme to proto, abychom lépe reagovali na vaše potřeby a ověřili si, nakolik jsme pro vás zajímaví. Naše vylepšení spočívá v tom, že k cílům, které hledáte, se dostanete do třetího kliknutí

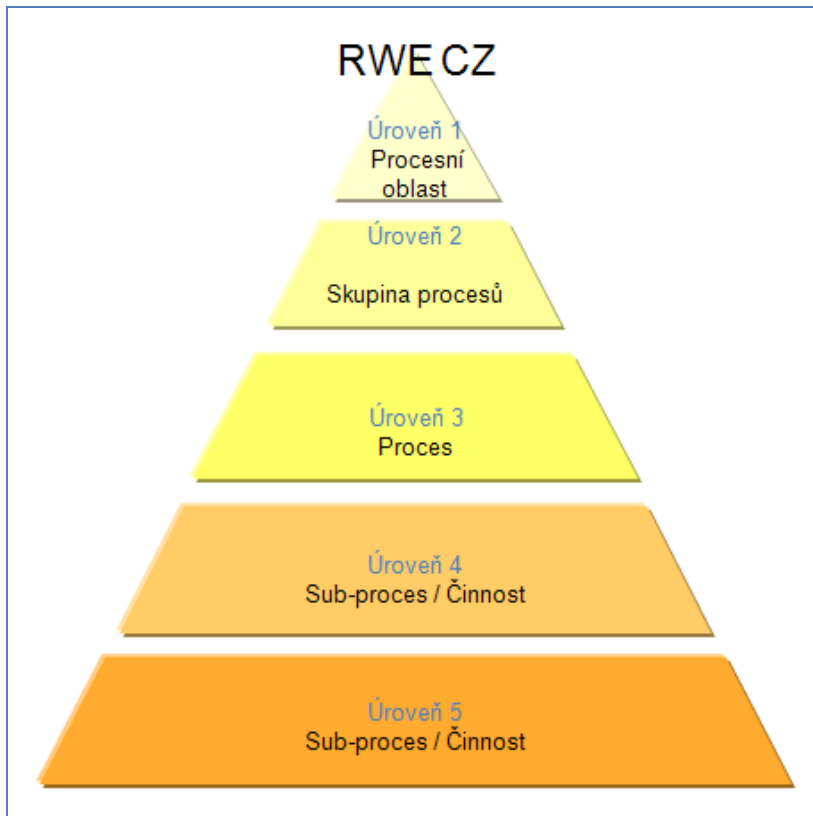
z úvodní stránky našeho intranetu. V současné době můžete vybírat z nabídky Master Model, Dokumentace, Organizace, Portfolio projektů, Trvalé zlepšování, Help Desk P&O a Business Process Management. Najdete nás na adrese [http://intranet.rwe.cz/cs/Procesy\\_a\\_Organizace/](http://intranet.rwe.cz/cs/Procesy_a_Organizace/).



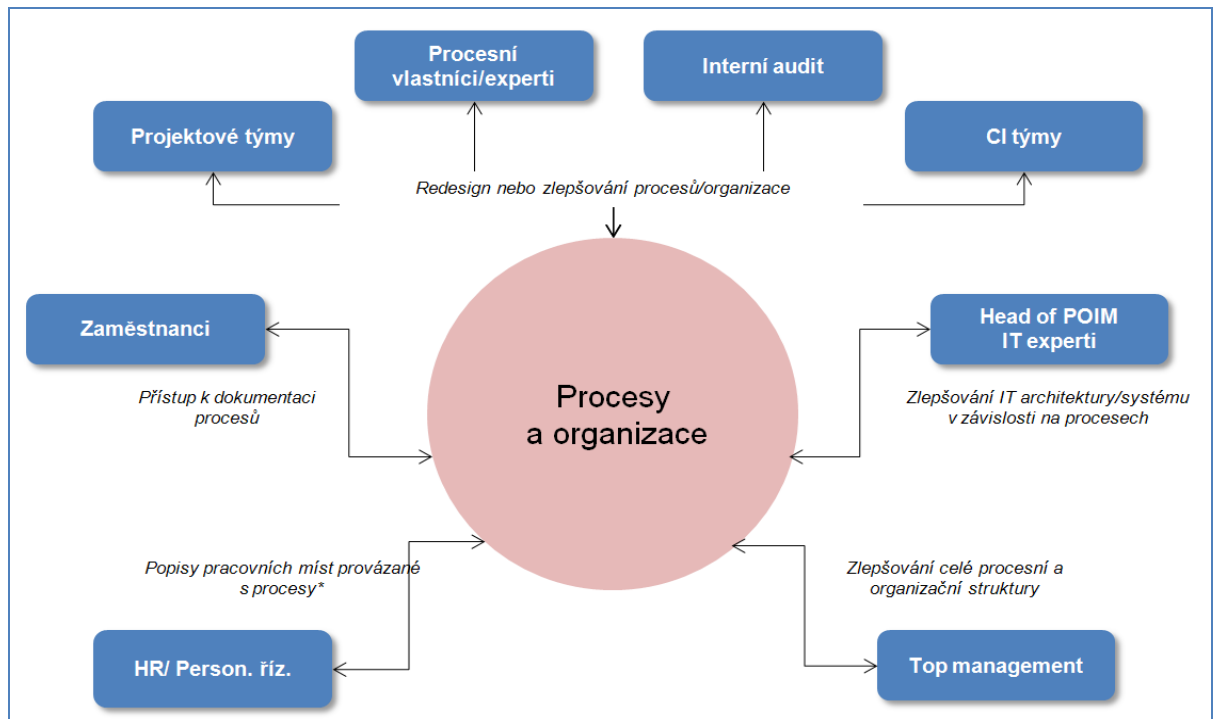
Těšíme se na vaši návštěvu.

Franck Clowez  
Zdeněk Navrátil  
Jaromír Caihaml

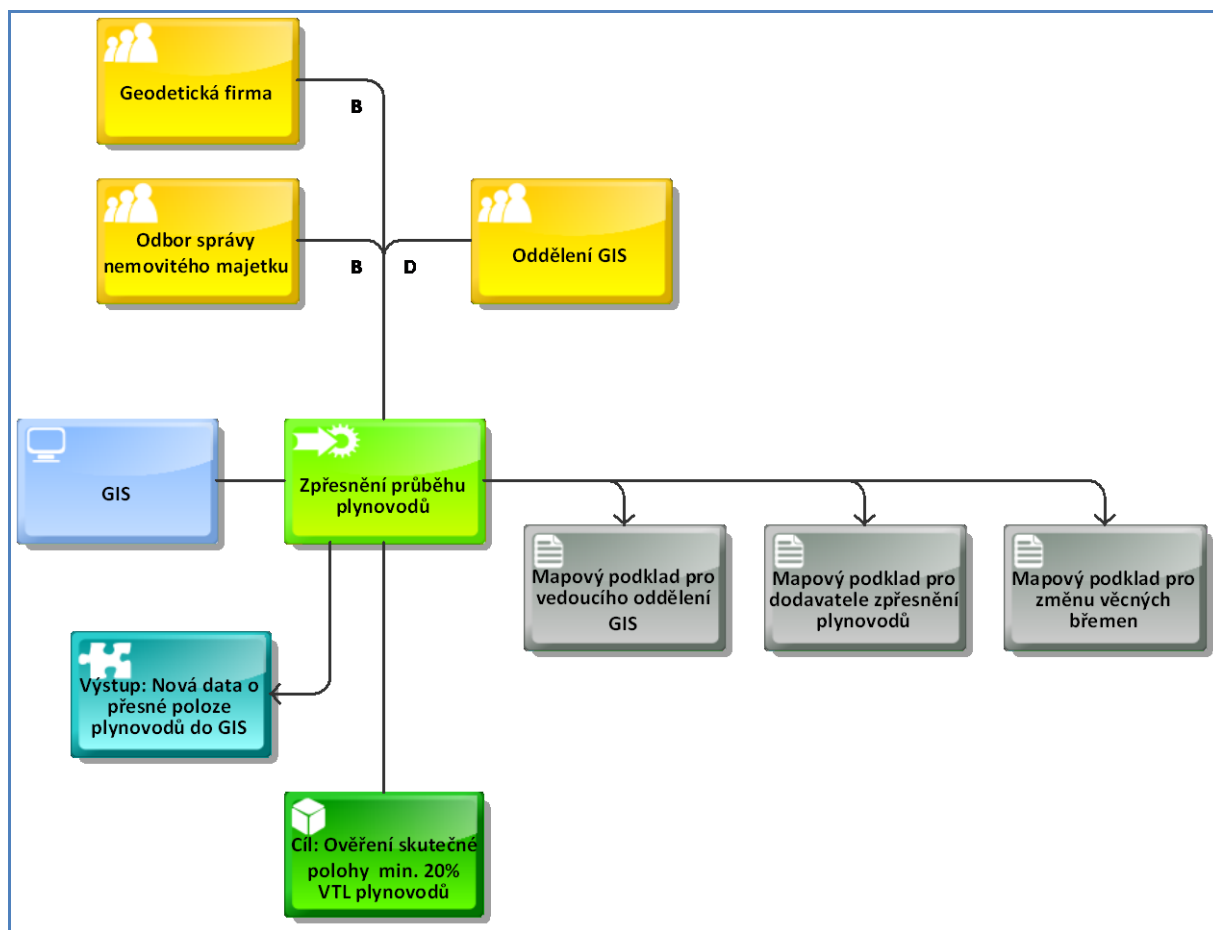
Příloha 4 Úrovně Master Modelu. Zdroj: intranet RWE.



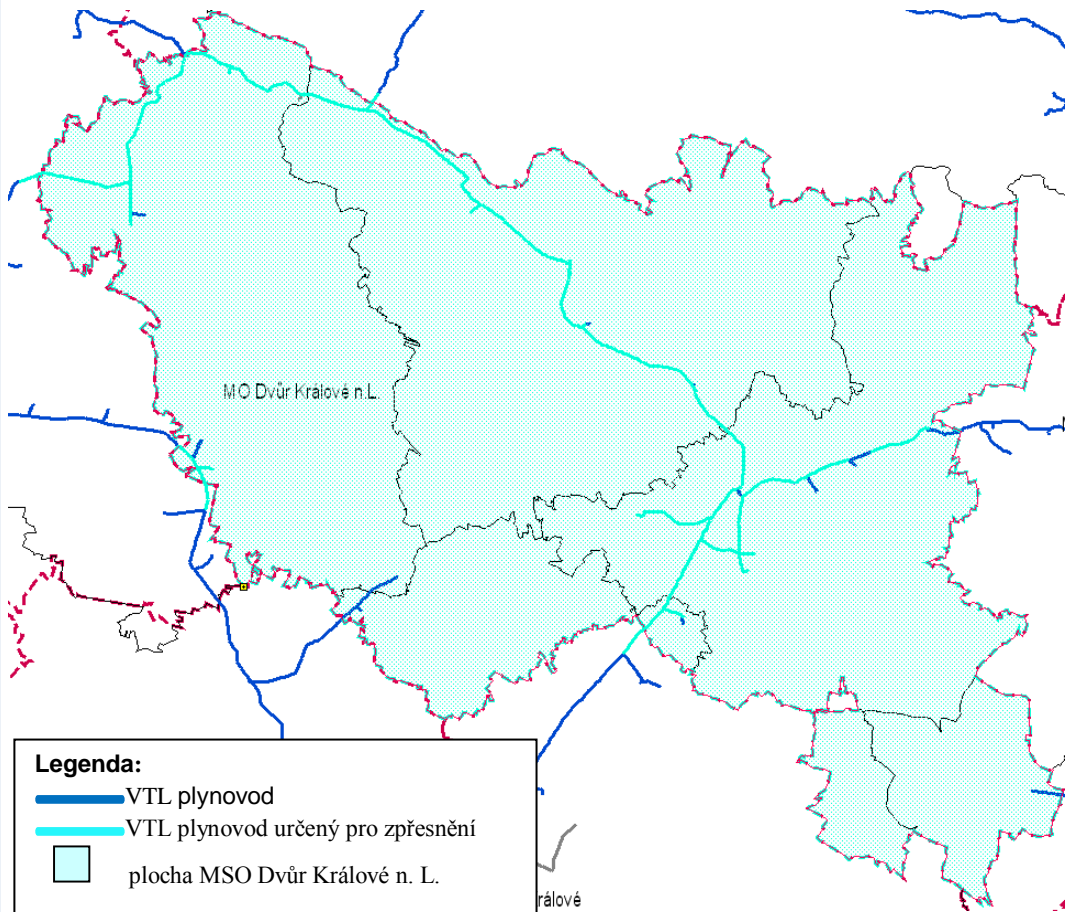
Příloha 5 Zákazníci procesů v RWE a jejich potřeby. Zdroj: intranet RWE.



Příloha 6 FAD diagram procesu Zpřesnění průběhu plynovodů. Zdroj: vlastní.

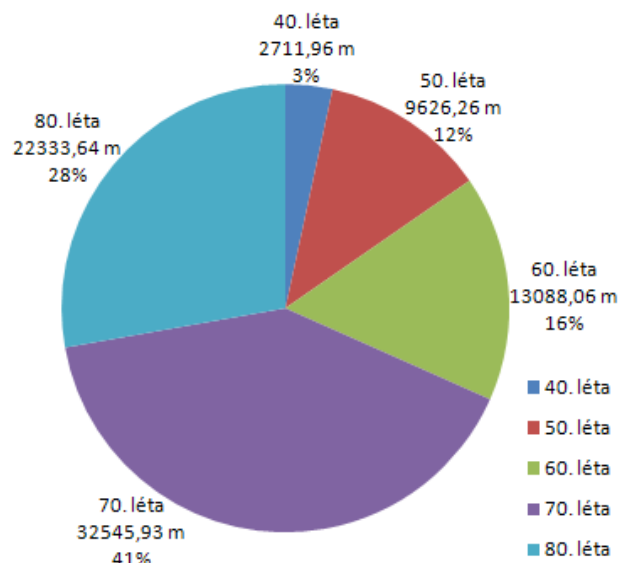


## VTL plynovody na území MSO Dvůr Králové n. L. určené pro zpřesnění



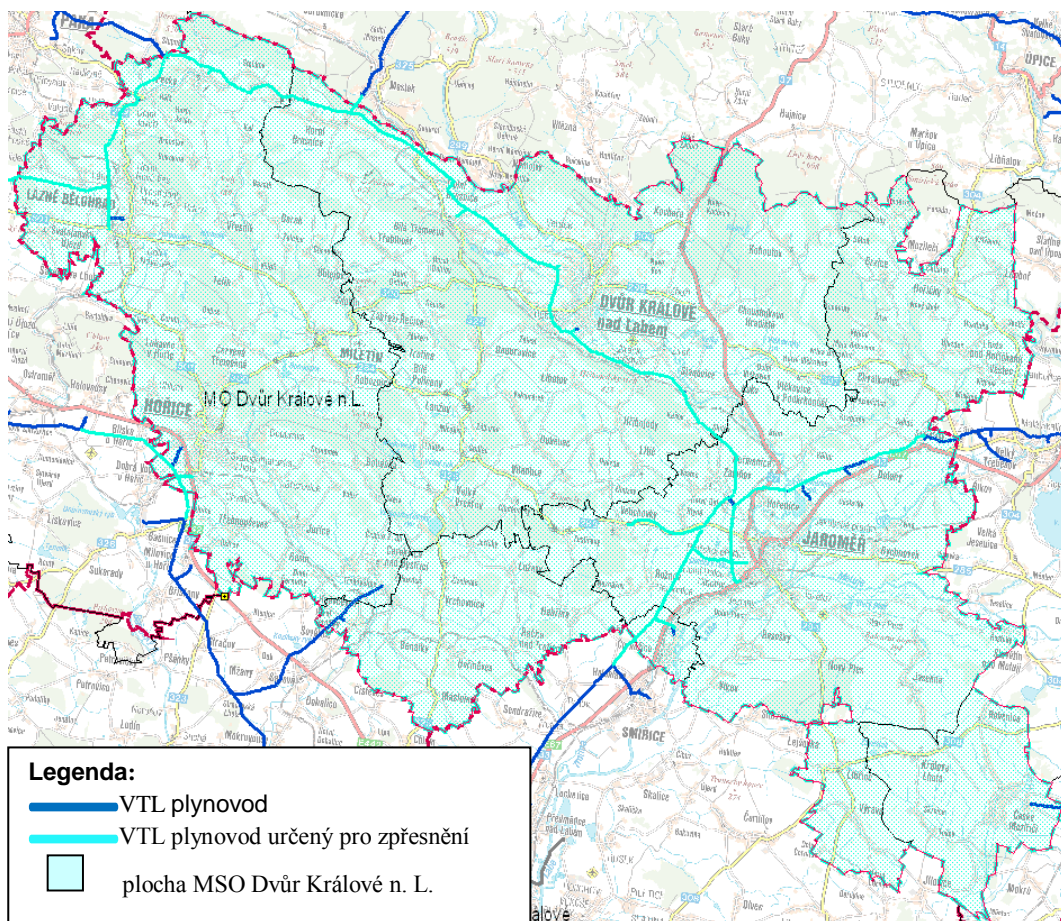
### Podíl let výstavby na celkové délce

	délka (m)	%
<b>40. léta</b>	2711,96	3,38
<b>50. léta</b>	9626,26	11,99
<b>60. léta</b>	13088,06	16,30
<b>70. léta</b>	32545,93	40,53
<b>80. léta</b>	22333,64	27,81
<b>CELKEM</b>	<b>80305,85</b>	<b>100,00</b>





## VTL plynovody na území MSO Dvůr Králové n. L. určené pro zpřesnění



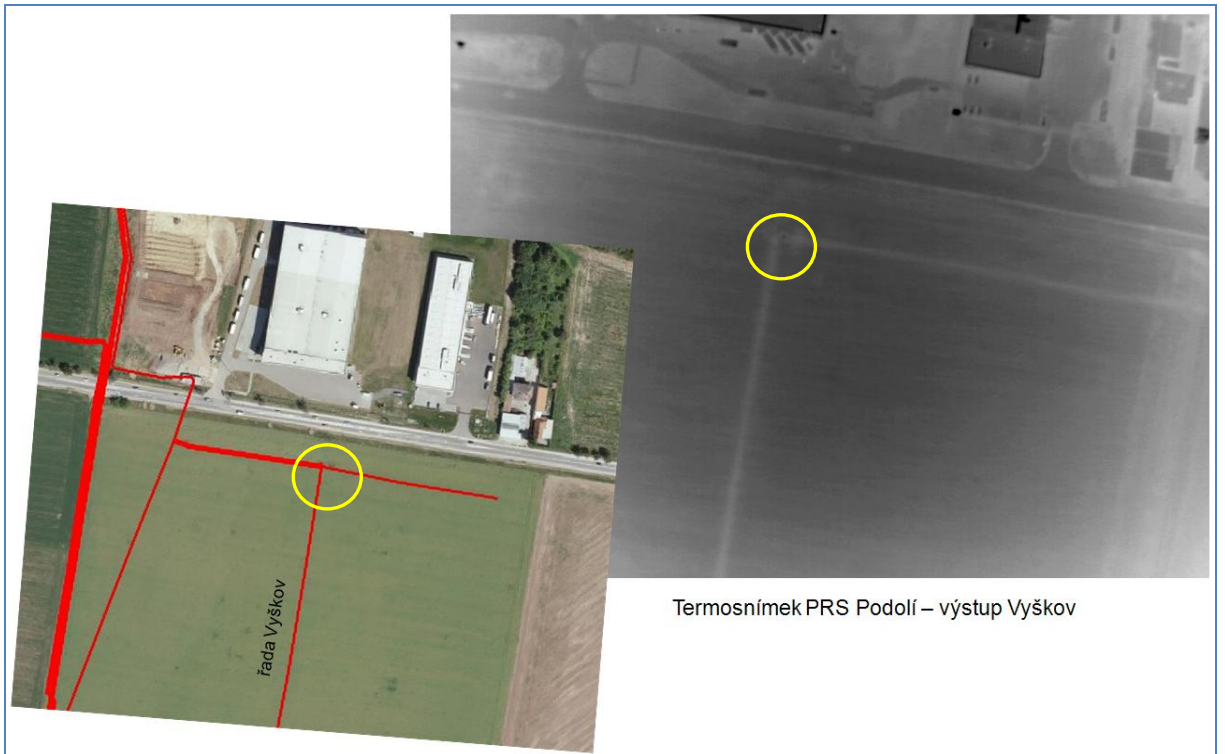
### Rozdělení celkové délky plynovodů dle dimenzí

dimenze (mm)	délka (m)
80	15,82
100	4076,04
150	4327,36
200	18379,64
250	9206,73
300	31382,90
350	7297,63
500	5619,74
<b>CELKEM</b>	<b>80305,85</b>

Vypracovala Markéta Brentnerová

Dne 4. 1. 2011

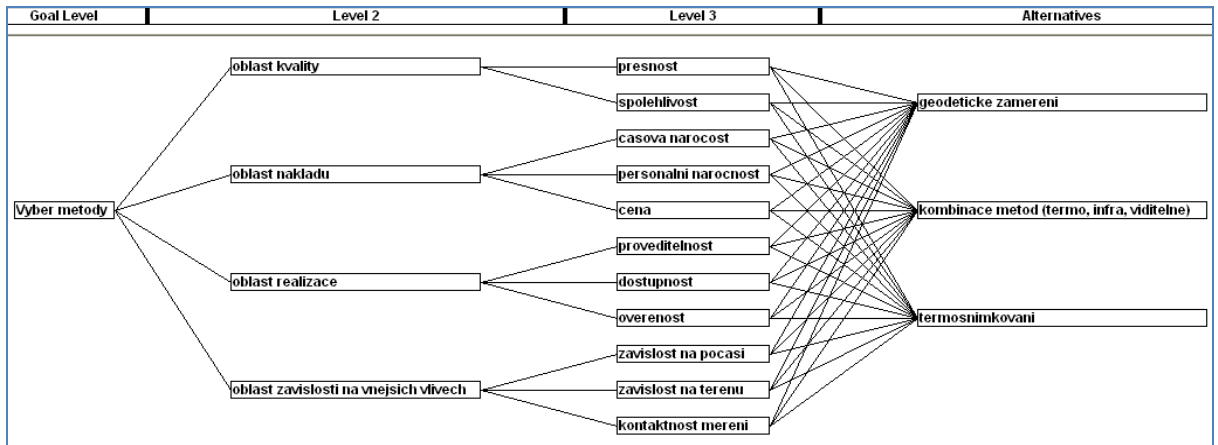
Příloha 9 PRS Podolí horní část situace. Zdroj: [38].



Příloha 10 PRS Velké Němčice. Zdroj: [38].



Příloha 11 Hierarchie kritérií v CDP. Zdroj: vlastní.



Příloha 12 Okno citlivosti na váhy v CDP. Zdroj: vlastní.

