

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZDRAVOTNĚ SOCIÁLNÍ FAKULTA

**Ověření korektnosti vstupních dat systému modelujícího důsledky
havárie s únikem radioaktivních látek do životního prostředí**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor: Martin Vávra

Vedoucí práce: Mgr. Josef Kaňkovský

V Českých Budějovicích, 7. května 2010

Abstract

The Verification of the Correctness of Data Entering into the System that Simulates Consequences of Radiation Accident with an Outflow to the Environment

The thesis is aimed to verify the correctness of the data entering the system that is able to simulated consequences following radiation accident with a release of radiation into the atmosphere. The object of testing the correctness were the data used in the program RTARC, which has been used in the nuclear power plant Temelin, for the case all security barriers fail and radioactive substances get into the environment. This program works with real orographic data that were obtained from existing maps.

The aim of this work was to carry out complete analysis of current orographic system that has been used by the program RTARC; to get through alternative methods supplementary or more specific orographic data; to verify the correctness of the orographic data that enter system RTARC; to analyze consequences of possible abnormalities.

To verify the correctness of entry data, we used the program Google Earth. The object of my investigation was to examine altitude data within the net with zones, found in sectors determining possible directions of radionuclide spreading through the atmosphere into the environment surrounding the nuclear power plant Temelin. We found that there were differences between altitude data in some zones.

To assess the consequences of these found differences, we tested influence of the terrain on the development of the atmospheric turbulent diffusion. The goal of this test was to find out if the program RTARC which uses Gaussian dispersion model is accurate. We found that the program RTARC is applicable for the area ETE and the differences in original data and new data concerning the altitudes are negligible from this point of view.

The Thesis will be used as a background for updating orographic data used in RTARC program.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Ověření korektnosti vstupních dat systému modelujícího důsledky havárie s únikem radioaktivních látek do životního prostředí“ vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zdravotně sociální fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 7. 5. 2010

.....
Martin Vávra

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce Mgr. Josefu Kaňkovskému a odborným garantům práce Ing. Jřímu Pospíchalovi a RNDr. Juraji Ďúranovi, CSc. za odborný dohled a pomoc při zpracování.

OBSAH

Úvod	7
1. Současný stav	8
1.1 <i>Jaderné havárie a nehody</i>	8
1.2 <i>Program RTARC</i>	8
1.2.1 <i>Popis funkce programu a řešeného problému</i>	8
1.2.2 <i>Způsob řešení a potřebné údaje k výpočtu radiační situace</i>	9
1.2.3 <i>Omezení komplexnosti řešeného problému</i>	10
1.3 <i>Orografický systém používaný programem RTARC, orografická data</i>	11
1.4 <i>Šíření radionuklidů atmosférou a ovlivňující faktory</i>	12
1.5 <i>Vliv členitosti terénu na vznik atmosférické turbulentní difuze</i>	14
1.6 <i>Lokalita a její popis v okolí ETE</i>	15
1.6.1 <i>Popis širšího území kolem ETE</i>	15
1.6.2 <i>Specifikace lokality ETE</i>	16
1.7 <i>Bezpečnost jaderné elektrárny</i>	17
2. Cíle práce a hypotézy	18
2.1 <i>Cíle práce</i>	18
2.2 <i>Hypotézy</i>	18
3. Metodika	19
3.1 <i>Analýza stávajícího orografického systému</i>	19
3.2 <i>Alternativní metody získání doplňujících či zpřesňujících dat</i>	21
3.2.1 <i>Získání nových dat z programu Google Earth</i>	22
3.3 <i>Ověření polohové a výškové přesnosti programu Google Earth</i>	25
3.3.1 <i>Získání dat přístrojem GARMIN GPS map 176</i>	25
3.3.2 <i>Získání dat z databáze bodových polí (DATAZ)</i>	26
3.4 <i>Ověření správnosti použití programu RTARC pro okolí ETE</i>	26

4.	Výsledky	28
4.1	<i>Porovnání stávajících orografických dat s daty programu Google Earth</i>	28
4.2	<i>Výpočet absolutního sklonu kopce v jednotlivých zónách</i>	31
5.	Diskuze	35
6.	Závěr	40
7.	Klíčová slova	42
8.	Seznam použitých zdrojů	43
9.	Přílohy	44

Úvod

Jaderné elektrárny v současné době patří díky neustále se zdokonalující technické realizaci a mnohačetným bezpečnostním opatřením k nejbezpečnějším technickým zařízením. I přes všechna opatření však nelze vyloučit vznik radiační havárie.

Proto byla pro tento případ vyvinuta celá řada matematických programů, které slouží k predikci a modelování vývoje pohavarijní radiační situace v případě porušení všech ochranných bariér a úniku radioaktivních látek do životního prostředí.

Na jaderné elektrárně Temelín je za tímto účelem používán program RTARC. Tento program pracuje s reálnými orografickými daty, která byla získána z existujících mapových podkladů. Korelace těchto dat se skutečností je velmi důležitým aspektem celého procesu modelování a prognózy důsledků havárie jaderně energetického zařízení.

Cílem této práce je provést analýzu stávajícího orografického systému používaného programem RTARC; pomocí alternativních metod získat doplňující či zpřesňující orografická data; ověřit správnost orografických dat, která vstupují do programu RTARC a zhodnotit důsledky možných odchylek.

Práce bude sloužit jako podklad pro aktualizaci orografických dat používaných systémem RTARC.

Bakalářskou práci na téma Ověření korektnosti vstupních dat systému modelujícího důsledky havárie s únikem radioaktivních látek do životního prostředí jsem si vybral z důvodu společenské důležitosti tohoto tématu, které má přímou souvislost se zajištěním radiační ochrany obyvatelstva v okolí jaderné elektrárny Temelín, kde se mimo jiné nachází i mé bydliště.

1. Současný stav

1.1 Jaderné havárie a nehody

Jako každá lidská činnost i používání zdrojů ionizujícího záření je spojeno s možností vzniku nehod i havárií. Je jen málo oblastí lidské činnosti, kde byla zároveň s rozvojem aplikací věnována taková pozornost zajištění jejich bezpečnosti z hlediska ochrany zdraví, jako je používání zdrojů ionizujícího záření. Přesto však nelze absolutně vyloučit, že k neplánovanému ozáření lidí dojde. Likvidace radiačních nehod i havárií vyžaduje velmi rychlé operativní rozhodování vedoucí k realizaci opatření na ochranu zdraví pracovníků a obyvatel a opatření na ochranu majetku (1).

Neplánované ozáření či rozptyl radioaktivních látek mimo ochranné bariéry je mimořádnou situací, vznikající najednou překvapivými a nepředpokládanými mechanismy a končící velmi různorodými následky. Základní rozdělení mimořádných situací je rozdělení na radiační nehody a radiační havárie. (1)

- Radiační nehodou rozumíme událost, která má za následek nepřipustné uvolnění radioaktivních látek nebo ionizujícího záření nebo nepřístupné ozáření osob (6).
- Jako radiační havárii označujeme radiační nehodu, která vyžaduje opatření na ochranu obyvatelstva a životního prostředí (6).

1.2 Program RTARC

1.2.1 Popis funkce programu a řešeného problému

RTARC slouží k vyhodnocení radiační situace v první fázi havárie, tj. v době mezi okamžikem poznání potenciálního ozáření obyvatelstva a únikem podstatné části radioaktivity do okolí. Skládá se z balíku programů s označením RTARC 4.5 GIS a z bází vstupních údajů. Program vychází z metodiky INTERATOMENERGO - "Metody výpočtu šíření radioaktivních látek z jaderné elektrárny a ozáření okolního obyvatelstva", Bezpečnosti jaderných zařízení, Požadavků a navedů, č.5/1984, ČSKAE, doporučení ICRP a Vyhlášky SÚJB č. 307/2002 Sb. (2).

Program RTARC 4.5 GIS umožňuje:

- aktualizaci a zobrazení vývoje radiační situace, tj. výpočet a zobrazení trajektorií, respektive stopy radioaktivního oblaku na základě údajů z TDS o měnících se meteorologických podmínkách a únicích RAL do okolí jaderných elektráren,
- určení a zobrazení zón ohrožení, vyžadující provedení opatření,
- určení a zobrazení zón ohrožení po přijetí ochranných opatření,
- prognózu koncentrací, dávkových příkonů a efektivních dávek,
- automatické načtení dat z TDS,
- interaktivní vkládání vstupů,
- grafické znázornění výsledků,
- znázornění výsledků ve formě tabulek,
- výpis výsledků na tiskárnu.

Z hlediska rozptylu radioaktivních látek jsou programy RTARC 4.5 GIS 2.0 C/S určeny pro přenos do 30-40 km. Využívají gaussovský model rozptylu příměsí v atmosféře se zahrnutím suchého spadu a vymývání atmosférickými srážkami pro aerosoly a jednotlivé formy jódu, jakož i se zahrnutím vlivu komplexnosti terénu na šíření radioaktivních látek z jaderně energetického zařízení (jaderných elektráren) v atmosféře. Rozumí se tím vliv převýšení a drsnosti povrchu (rovinný terén, města, kopce) na šíření radioaktivních látek v okolí jaderných elektráren. V závislosti na charakteristikách zdroje se uvažuje tepelný vznos a stínící efekt budovy (2).

1.2.2 Způsob řešení a potřebné údaje k výpočtu radiační situace

Okolí jaderné elektrárny je rozděleno na zóny vymezené hranicemi sektorů a soustřednými kružnicemi se středem v jaderně energetickém zařízení (viz obrázek č. 1). K výpočtu radiační situace jsou nutné:

- předem vypočtené charakteristiky úniku radioaktivních látek pro daný typ havárie, případně odhadnuté charakteristiky úniku vzácných plynů a jódu,
- aktuální meteorologické údaje dodávané každých 10 minut,
- aktuální měřené dávkové příkony dodávané každých 10 minut,

- předpovídané meteorologické údaje dodané ČHMÚ na nejbližších 1, 3, 6, 9, 12 a 24 hodin,
- údaje charakterizující vzniklou situaci z hlediska přijímání ochranných opatření.

V programech se uvažují tyto cesty expozice, které jsou nejvýznamnější v první fázi havárie, a to:

- vnější ozáření gama z oblaku a depozitu,
- vnitřní ozáření z inhalace z oblaku a nesuspendované aktivity z povrchu země.

Program pracuje vždy v jednom ze dvou režimů, který si musí uživatel zvolit na začátku:

- On – line s použitím dat z TDS (využívá všechny návazné a pomocné programy),
- Off – line bez požití dat z TDS (nevyužívá programy SOURCE, METTDS1 a TRAJ-TDS).

Standardně je možné počítat efektivní dávky a ekvivalentní dávky na štítnou žlázu a na kostní dřeň pro dvě věkové skupiny: dospělých a kojenců, tj. dětí do jednoho roku.

V případě, kdy je to z hlediska účelu programu nutné, je možné modelovat zavedení ochranných opatření typu ukrytí a jódová profylaxe.

Program počítá i očekávaný počet předčasných úmrtí na chorobu z ozáření kostní dřeně pro zóny 1-5 km, 5-10 km, 10-20 km a 20-40 km.

Podrobný popis metody řešení, použitých vztahů a hodnot parametrů je uveden v Správě VÚJE Trnava a.s. č. 124/99: „RTARC – popis modelu šíření RAL v atmosféře a metodika výpočtu dávek při havarijním úniku RAL z JEZ“. Samotný program, používané vstupní údaje a příklad výstupů, je popsán ve Správě VÚJE Trnava a.s. č. 27/2000: „Uživatelský návod k SAPV 1.0 – RTARC 4.5 GIS 2.0 C/C“ (2).

1.2.3 Omezení komplexnosti řešeného problému

- Okolí může být rozděleno maximálně na 48 zón (16 sektorů x 3 mezikruží).

- Počet počítaných nuklidů a inventář v aktivní zóně, anebo inventář chladiva pro příslušný počet nuklidů (19, 22, 56 anebo 79 nuklidů).
- Výpočet ekvivalentních dávek je omezen pouze na dva orgány (kostní dřev a štítnou žlázu) (2).

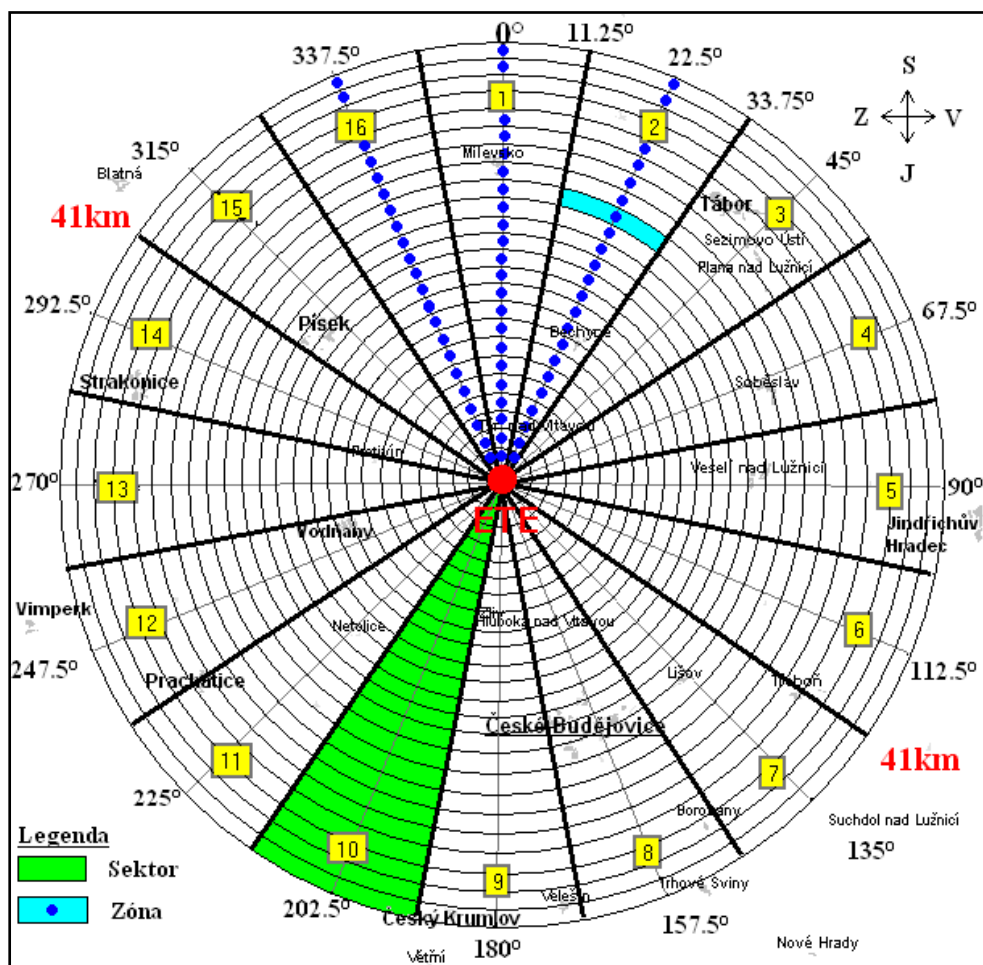
1.3 Orografický systém používaný programem RTARC, orografická data

Z hlediska rozptylu radioaktivních látek je program RTARC používaný jadernou elektrárnou Temelín určen pro přenos znečištění v atmosféře v okolí čtyřiceti kilometrů.

V různých směrech od zdroje jsou různé podmínky šíření dané vlastnostmi terénu. Rovněž demografické údaje pro výpočet kolektivních efektivních dávek se v jednotlivých směrech liší. Z tohoto důvodu bylo okolí jaderné elektrárny rozděleno do více úhlových výsečí určujících sektory, které jsou identické se směry větru. Sektorů bylo zvoleno šestnáct, z nichž každý sektor byl vymezen úhlem $22,5^\circ$. První sektor byl definován na sever od prvního bloku reaktoru jaderné elektrárny Temelín. Další sektory byly postupně přiřazovány k prvnímu sektoru po směru hodinových ručiček.

V každém z těchto sektorů bylo nadefinováno 26 zón, které jsou určeny vzdáleností od středu pomyslné čtyřicetikilometrové kružnice. Středem máme na mysli patu prvního bloku jaderné elektrárny Temelín (viz obrázek č. 1). Vzdálenost samotných zón, respektive vzdálenost jejich středů od reaktoru byla nadefinována v závislosti na vlastnostech chování vtečky při radiační havárii (viz příloha č. 8).

Program RTARC používá orografická data, která byla získána v devadesátých letech z existujících mapových podkladů, používajících ke stanovení nadmořské výšky systém vrstevnic. U tohoto způsobu výpočtu nadmořských výšek existuje reálná možnost jejich chybného či nepřesného určení. Jedná se o data vyjadřující střední hodnotu převýšení terénu v jednotlivých zónách. Hodnoty těchto dat jsou kladné nebo záporné. Kladná hodnota nám vyjadřuje převýšení nad terénem (kopce, hory), naopak záporná hodnota nám určuje výšku pod úrovní terénu (nížiny) (viz příloha č. 8). Tato práce je zaměřena na ověřování korektnosti těchto dat. Korelace těchto dat se skutečností je velmi důležitým aspektem celého procesu modelování a prognózy důsledků havárie jaderně energetického zařízení.



Obrázek č. 1: Mapa okolí ETE s vyznačenými příklady sektorů a zón

Zdroj: vlastní

1.4 Šíření radionuklidů atmosférou a ovlivňující faktory

Za normálního provozu je zdrojem vzdušných výpustí ventilační komín jaderné elektrárny. V průběhu anomálních a havarijních stavů je ventilační komín uzavřen a vzdušné výpusti unikají do okolí netěsnostmi ochranné obálky (kontejnmentu) nebo jiných izolačních zařízení elektrárny. V obou uvedených případech je uniklá vzdušina unášena větrem a postupně rozptylována v ostatní okolní atmosféře. Současně dochází k relativně pomalému vypadávání radioaktivních látek na povrch země (suchý spad) nebo v případě srážek k jejich rychlému vymývání ze vzduchu. Důsledkem obou procesů je kontaminace povrchu země radionuklidy a tím vstup radionuklidů do potravinových řetězců. Jedinec

nacházející se na povrchu země tak může být vystaven vnějšímu ozáření z postupujícího kontaminovaného vzduchu (tzv. ozáření z mraku) a od radionuklidů deponovaných na zemi (tzv. ozáření z depa) (1).

Šíření atmosférou je nejvýznamněji ovlivněno jejím stavem, který je popsán především kategorií stability počasí, rychlostí přízemního i výškového větru a množstvím srážek. Kategorie stability počasí jsou (podle Pasquilla) definovány v závislosti na výškovém teplotním zvrstvení vzduchu a označují se jako extrémně nestabilní (A), středně nestabilní (B), mírně nestabilní (C), neutrální (D), slabě nestabilní (E) a středně stabilní (F). Větší stabilita počasí (E, F) má za následek menší ředění výpustí ve vzduchu, neboli pokles objemové aktivity postupujících vzdušných mas je pomalejší než v případě kategorií nestabilních, což představuje větší riziko pro obyvatele nacházející se ve směru postupu mraku. Proto se při predikčních odhadech vlivu havarijních výpustí z jaderné elektrárny konzervativně předpokládá kategorie počasí F. Kategorie stability počasí závisí na konkrétních podmínkách počasí. Čím stabilnější je kategorie stability počasí, tím dále se šíří oblak radionuklidů, neboť je znemožněn jeho rozptyl ve vertikálním směru. Kategorie stability počasí je jeden z nejcitlivějších parametrů při modelování (1).

Na šíření radionuklidů v atmosféře mají dále významný vliv meteorologické parametry atmosféry, mezi které patří:

- rychlost a směr větru - větrem nazýváme horizontální pohyb vzduchu. Jeho charakter je popsán dvěma veličinami: rychlostí a směrem. Také terénní profil ovlivňuje směr větru.
- atmosférická difúze - při šíření látek v atmosféře dochází k molekulárnímu a turbulentnímu proudění (difúzi) částic. Molekulární difúze je důsledkem chaotického pohybu molekul a koeficienty charakterizující tuto difúzi jsou individuální vlastností difundující látky. Turbulentní (atmosférická) difúze je důsledkem víření atmosféry. Vliv molekulární difúze je z hlediska šíření látek ovzduším oproti turbulentní difúzi zanedbatelný. Turbulentní difúze vzniká následkem tření ovzduší o terén, následkem změn rychlosti větru s výškou a v důsledku nadlehčování částic archimedovskými silami. Příčinou působení archimedovských sil jsou rozdíly v hustotě ovzduší způsobené teplotním gradientem (4).

V různých směrech od zdroje jsou různé podmínky šíření dané vlastnostmi terénu (jeho reliéfem a v bezprostřední vzdálenosti od zdroje také přítomností stojících objektů). Rovněž demografické údaje pro výpočet kolektivních efektivních dávek se v jednotlivých směrech liší. Z tohoto důvodu je praktické rozdělit okolí jaderné elektrárny do více úhlových výsečí určujících sektory, obvykle je voleno 16 sektorů po $22,5^\circ$ (stejně je tomu tak i u jaderné elektrárny Temelín) (1).

Většina modelů šíření látek atmosférou je založena na gradientové přenosové teorii, tj. na skutečnosti, že tok kontaminantu v daném místě je úměrný lokálnímu gradientu koncentrace. Existuje řada modelů, které se liší účelem použití. Pro praktické účely ocenění vlivu výpustí z jaderné elektrárny na okolí do cca 100 km se nejčastěji používá model gaussovský. V tomto modelu je rozptyl (turbulentní difuze) kontaminovaného vzduchu v horizontálním i vertikálním směru osy modelován gaussovskou funkcí tak, aby byl symetrický v obou směrech šíření v prostoru, vzhledem vzdálenosti od zdroje i vzhledem k rovině (1).

1.5 Vliv členitosti terénu na vznik atmosférické turbulentní difuze

Turbulentní atmosférická difuze je proces rozptylování se částic v prostoru, vlivem víření atmosféry. Představíme li si terén (zónu) jako kopec, pak toto víření (turbulentní proudění) vzniká za kopcem v případě, že úhel sklonu kopce bude větší než $11,3^\circ$ (5). Když si kopec představíme jako trojúhelník (viz obrázek č. 2) s největší výškou ve středu základny, která má délku (a), potom úhel sklonu převýšení můžeme vyjádřit jako:

$$\alpha = \arctg h / \frac{1}{2}a$$

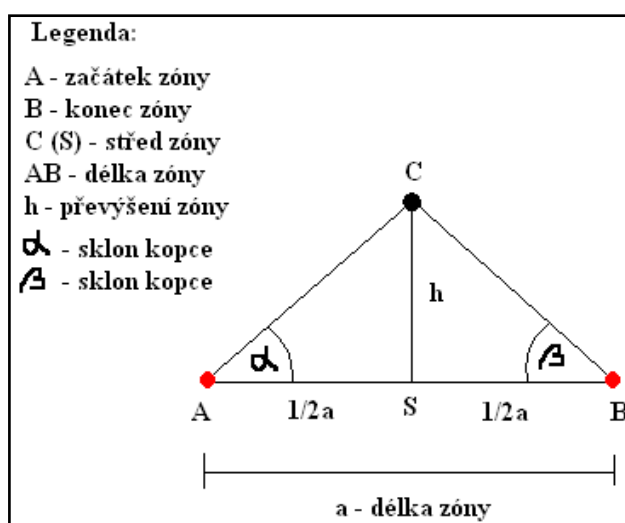
Předpoklad, že hodnota:

$$(\frac{1}{2}a / h) \text{ bude větší než } 5,$$

znamená, že tangens úhlu alfa musí být menší než $0,2$, a to znamená, že úhel alfa by měl být menší než $11,3099$ stupňů. To je úhel sklonu kopce, při kterém nedochází k atmosférické turbulentní difuzi za kopcem. Tento stav je z hlediska modelování radiační situace žádoucí. Podobné úvahy platí pro údolí, kde (h) je hloubka údolí. Při

výpočtu vlivu terénu (kopce) na vznik atmosférické turbulentní difuze zkoumáme pohyb vlečky ve směru proudění a vliv terénu na její pohyb (5).

Při dodržení výše jmenované podmínky lze předpokládat, že při pohybu vlečky ve směru proudění nedojde ke vzniku atmosférické turbulentní difuze a lze uvažovat gaussovský model kapek při výpočtu pohybu vlečky programem RTARC. Tento výpočet bude předmětem zkoumání v kapitole 4.2.



Obrázek č. 2: Idealizovaný matematický model kopce

Zdroj: vlastní

1.6 Lokalita a její popis v okolí ETE

1.6.1 Popis širšího území kolem ETE

Rozloha Jihočeského kraje činí 10 055,6 km², což je 12,8 % rozlohy celé České republiky. Z tohoto území zaujímají lesy jednu třetinu, 4 % pokrývají vodní plochy. Hraniční část tvoří pohoří Šumava a Novohradské hory. V části do vnitrozemí se rozkládá Blanský les s nejvyšší horou Klet', východně zasahuje Českomoravská vrchovina, od Písku výše pak Středočeská pahorkatina.

Převážná část území Jihočeského kraje leží v nadmořské výšce 400 - 600 m n. m., s čímž souvisejí poněkud drsnější klimatické podmínky. Nejvyšším bodem je

šumavský vrchol Plechý (1 378 m n. m.), nacházející se na rozhraní tří států (ČR, Německa a Rakouska), naopak nejnižším místem (330 m n. m.) je hladina Orlické přehrady na okrese Písek. Členitý reliéf území je prostrídán plochými rybníkářskými oblastmi.

Klima souvisí s nadmořskou výškou (severní mírné pásmo). Roční teplotní průměr regionu je 8° C. Převládajícím prouděním jsou severozápadní větry.

Území kraje náleží do povodí horní a střední Vltavy s přítoky Otavou, Lužnicí, Malší, Blanící a mnoha dalšími drobnými toky. V minulosti zde bylo vybudováno více než 7 000 rybníků, jejichž celková výměra dnes představuje více než 30 tis. hektarů. Na území kraje byla vybudována velká vodní díla Lipno (největší vodní plocha v ČR 4 870 ha), Orlík s rozsáhlými rekreačními oblastmi a Římov, který zásobuje pitnou vodou značnou část kraje. V posledních letech byla v souvislosti se zásobováním ETE vodou vybudována vodní nádrž Hněvkovice a v profilu vypouštění odpadních vod z ETE stupeň Kořensko (3).

1.6.2 Specifikace lokality ETE

Lokalita jaderné elektrárny Temelín je umístěna v Jihočeském kraji v severní části bývalého okresu České Budějovice poblíž obce Temelín. Oblast patří ke Středočeské pahorkatině - Jihočeské vysočině s mírně zvlněným reliéfem terénu. Nadmořská výška území prostoru ETE se pohybuje v rozmezí 485 až 511 m n. m. Do vzdálenosti 10 km od lokality se nevyskytují žádné výrazné výškové body. Převažuje zde zemědělská půda s drobnými lesními porosty a soustavou menších rybníků. Větší lesní komplexy se nacházejí severně od obce Temelín (Habří) a ve směru jihovýchodním (Velký les).

ETE je vzdálena 45 – 50 km od státní hranice s Rakouskem a Německem. Nejbližším okolím ETE je území nazývané "Vltavotýnsko" s městem Týn nad Vltavou, ležícím cca 6 km severovýchodně od elektrárny, které je nejbližším střediskem osídlení obvodního významu. Od krajského města České Budějovice ležícího jižně od ETE je lokalita elektrárny vzdálená cca 22 km. Nejbližšími středisky místního významu jsou obce Dříteň (vzdálená cca 4 km), Zliv (cca 12 km) a Hluboká nad Vltavou (cca 14 km

od ETE). Nestředisková sídla trvalého významu jsou v bezprostředním okolí elektrárny obce Temelín, Kočín, Litoradlice a Zvěrkovice. Území je slabě urbanizováno, převažují malá venkovská sídla (3).



Letecký snímek JE Temelín

1.7 Bezpečnost jaderné elektrárny

Základním legislativním požadavkem pro jadernou bezpečnost je schopnost jaderného zařízení a osob obsluhujících jaderné zařízení zabránit nekontrolovatelnému rozvoji štěpné řetězové reakce nebo nedovolenému úniku radioaktivních látek nebo ionizujícího záření do životního prostředí a omezovat následky nehod (6).

Potenciální riziko jaderných elektráren spočívá v možnosti ztráty kontroly nad řízením štěpné řetězové reakce a v množství radioaktivních látek nahromaděných v aktivní zóně reaktoru během jeho provozu, zejména v souvislosti s jejich možnou disperzí do životního prostředí v důsledku nedovoleného úniku (1).

2. Cíle práce a hypotézy

2.1 Cíle práce

1. Provést analýzu stávajícího orografického systému používaného programem RTARC.
2. Pomocí alternativních metod získat doplňující či zpřesňující orografická data.
3. Ověřit správnost orografických dat, která vstupují do systému RTARC.
4. Zhodnotit důsledky možných odchylek.

2.2 Ověřovaná hypotéza

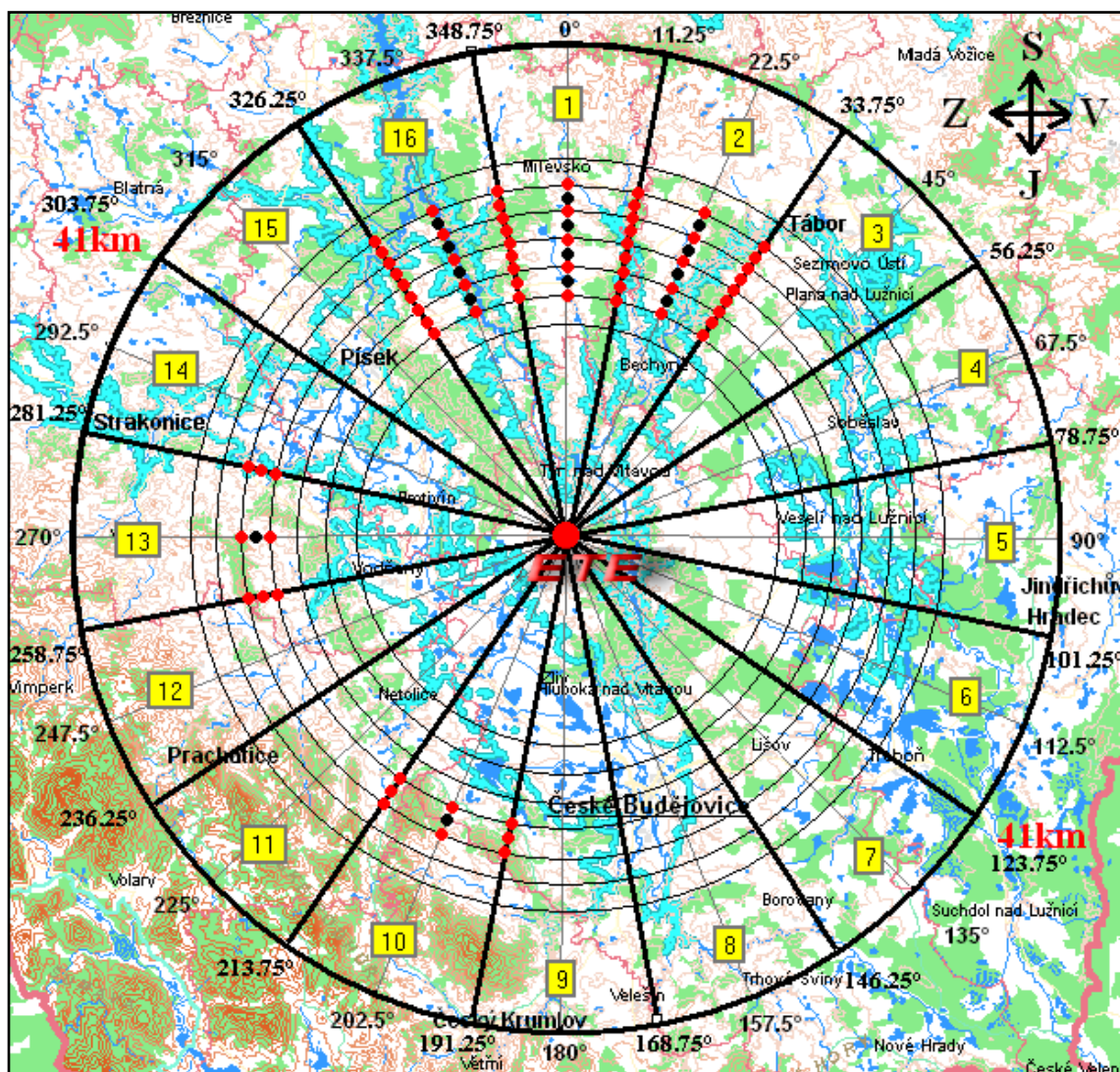
Orografická data použitá v programu RTARC odpovídají zvolené hustotě sítě a členitosti terénu v okolí jaderné elektrárny Temelín.

3. Metodika

3.1 *Analýza stávajícího orografického systému*

Při tvorbě této práce bylo třeba nejprve shromáždit základní dostupnou literaturu a jiné zdroje, řešící danou problematiku. Pro lepší představu o tom, jak byla orografická data získána, bylo nutné vypracovat model okolí jaderné elektrárny Temelín, na kterém byly vyznačeny sektory možných směrů šíření radiace v případě havárie. Dále bylo nutné zjistit rozmístění a velikost zón v jednotlivých sektorech. V metodice RTARC byla nadefinována vzdálenost středů jednotlivých zón (26 zón), která platí pro všechny sektory (viz příloha č. 8). Pro určení středů jednotlivých zón bylo potřeba rozdělit každý sektor na polovinu, čímž došlo k vymezení linie středu zón. Matematicky vyjádřeno, došlo k rozdělení úhlu $22,5^\circ$, vyjadřujícího rozmezí sektoru, na dvě části mající totožný úhel $11,25^\circ$. Nyní bylo potřeba určit délku jednotlivých zón, včetně jejich začátku a konce. Výsledkem bylo rozdělení vzdáleností mezi jednotlivými středy zón na polovinu, a tím došlo k nadefinování délky jednotlivých zón. U první zóny od ETE bylo potřeba určit její začátek. Jelikož byla známá vzdálenost konce první zóny, určená z předchozího rozdělení vzdáleností mezi jednotlivými středy zón, mohla se tato hodnota použít pro určení začátku zóny dosazením před hodnotu vymežující vzdálenost středu první zóny. Obdobný postup byl proveden pro určení konce dvacáté šesté zóny, a to dosazením vzdálenosti vymežující začátek této zóny za hodnotu vzdálenosti středu této zóny. Tím byla určena vzdálenost počátků a konců všech zón, platící pro všechny sektory.

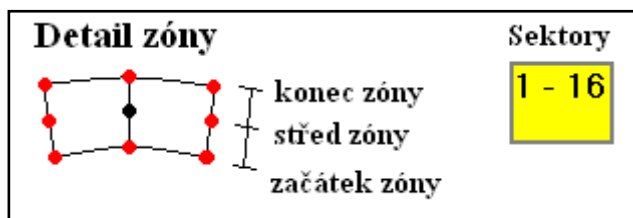
Po konzultaci s pracovníky LRKO bylo zjištěno, že každá zóna je vymezena devíti body. Tyto body leží po stranách zón vymezených úhlem sektoru $22,5^\circ$ a uprostřed zón ležících na linii vymežující střed sektoru (viz obrázek č. 3). Body vymežující zónu leží vždy na začátku, uprostřed a na konci zóny (viz obrázek č. 4).



Obrázek č. 3: Mapa okolí ETE s vyznačenými příklady bodů určujících zónu

Zdroj: vlastní

Legenda: Střed – ETE – Elektrárna Temelín



Obrázek č. 4: Body vymežující zónu (9 bodů) a označení sektorů

Zdroj: vlastní

V každém sektoru je 26 zón po devíti bodech. Celkem se zde nachází 416 zón. Při celkovém zakreslení všech bodů do mapy dojdeme ke konečnému počtu 1 696 bodů. Každý tento bod vymežující zónu představuje ve skutečnosti hodnotu nadmořské výšky.

Program RTARC pracuje se středními hodnotami převýšení terénu jednotlivých zón, nadefinovanými v metodice RTARC (příloha č. 8). K určení nadmořské výšky jednotlivých zón, bylo potřeba zjistit hodnotu nadmořské výšky základny zdroje. Konzultací s tvůrcem programu bylo zjištěno, že hodnota nadmořské výšky základny zdroje (pata první bloku reaktoru ETE) činí 503 metrů. K této hodnotě se vztahují hodnoty převýšení terénu (příloha č. 8), které jsou předmětem zkoumání této práce. Pro další zkoumání těchto orografických dat bylo potřeba převést tyto hodnoty na reálné nadmořské výšky, odečtením nebo přičtením (podle hodnoty převýšení kladné či záporné) k základní výšce zdroje (503 metrů). Výsledné hodnoty byly uloženy do předem připravené tabulky č. 1, která slouží k porovnání těchto původních hodnot s hodnotami nově získanými alternativním měřením.

3.2 *Alternativní metody získání doplňujících či zpřesňujících dat*

Po provedené analýze bylo potřeba určit vhodnou metodu pro získání zpřesňujících dat. Jelikož hodnoty nadmořských výšek bodů jednotlivých zón byly získávány z běžných mapových podkladů využívající k vyjádření nadmořské výšky systému vrstevnic, byla zde reálná možnost, že hodnoty nadmořských výšek nebudou přesné.

Zásadním problémem této práce bylo určit vhodnou metodu sběru orografických dat. Nejvhodnějším řešením tohoto problému by bylo provedení měření v terénu za pomoci GPS přístroje využívajícího systému CZEPOS.

CZEPOS je síť pevných GPS referenčních stanic, jejíž budování v ČR organizuje a financuje Zeměměřický úřad. Tento systém je zpoplatněn (7). Vzhledem k rozlehlosti zkoumaného území (přes 5 000 km²) nebylo možné prověřit všechna tato data pomocí měření GPS v terénu.

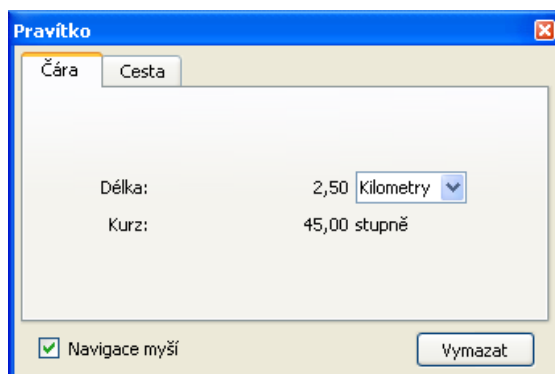
Další alternativní metodou získání dat bylo použití vhodného a relativně přesného programu využívajícího mapové podklady k určování zeměpisné polohy a

nadmořské výšky. K dispozici byly dva mapové programy. První z nich byl program Google Earth verze 5.1.3509.4636 (beta), který je volně přístupný na internetu. Druhý byl program InfoMapa verze 15.0.0, který vlastní laboratoř radiální kontroly v Českých Budějovicích. Po seznámení se s oběma těmito programy bylo nutné vybrat ten, který bude vhodnější pro tuto práci. Po detailním prozkoumání programů bylo zjištěno, že oba vykazují stejné hodnoty výsledků měření (zeměpisné polohy a nadmořských výšek). Jelikož program InfoMapa používá k určení nadmořské výšky systému vrstevnic, bylo vhodnější použít program Google Earth, který zobrazuje hodnoty nadmořských výšek přímo v místě zkoumání automaticky.

3.2.1 Získání nových dat z programu Google Earth

Pro získání nových orografických dat respektive nadmořských výšek byl použit program Google Earth verze 5.1.3509.4636 (beta), který je volně přístupný na internetové adrese: www.earth.google.com.

Pro tuto bakalářskou práci bylo nutné nastavit v programu Google Earth rozpoznávání nadmořské výšky. To se provede označením políčka terén v sekci vrstev. Dále bylo nutné se seznámit s funkcí programu, která umožňuje měření vzdálenosti a azimutu pro přesné určení místa na mapě. K tomuto účelu je program Google Earth vybaven funkcí „pravítko“.



Obrázek č. 5: Funkce pravítko – programu Google Earth

Zdroj: program Google Earth

Legenda: Délka = vzdálenost (km); Kurz = azimut ve stupních

Nyní bylo možné přistoupit k samotnému sběru orografických dat (nadmořských výšek) jednotlivých bodů, které vymezují zóny (viz obrázek č. 3). Nejprve bylo třeba vymezit území, z kterého budou data získávána. Programem RTARC je určeno, že střed pomyslné čtyřicetikilometrové kružnice se nachází u paty prvního výrobního bloku reaktoru jaderné elektrárny Temelín (viz obrázek č. 4).



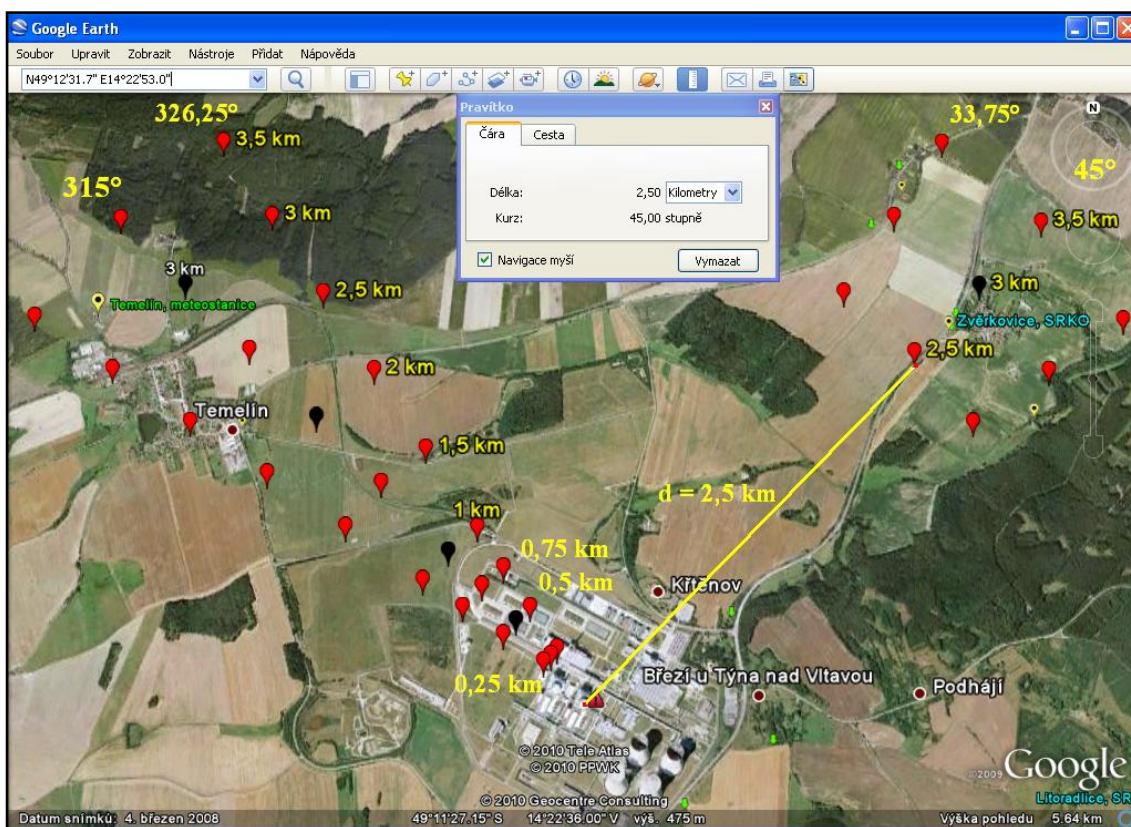
Obrázek č. 4: Areál ETE – pata prvního bloku reaktoru – červená šipka

Zdroj: program Google Earth

Samotné měření probíhalo postupným systematickým odměřováním vzdáleností jednotlivých bodů zón (nadefinovaných v analýze stávajícího orografického systému) od paty prvního bloku reaktoru ETE pod příslušným azimutem, který byl také předem určen v analýze orografického systému (viz obrázek č. 3). Takto byla u každého vyměřeného bodu zjištěna nadmořská výška, která byla programem Google Earth automaticky zobrazena. Příklad měření je vidět na obrázku č. 5. Zde je vidět žlutá úsečka, představující vzdálenost (2,5 km) mezi prvním blokem reaktoru ETE a začátkem středu čtvrté zóny třetího sektoru. Tato zóna je zde vymezena osmi červenými

body a jedním černým uprostřed, představujícím střed zóny. V našem případě se jedná o lokalitu Zvěrkovice. V levé části obrázku č. 5 jsou vidět body vymezení první čtyřl zóny patnáctého sektoru. Tímto způsobem bylo prověřeno 32 úhlových linií (dlouhých 41 kilometrů), z nichž každá obsahovala 53 bodů (celkem 1 696 bodů) vymezení zóny. Úhel mezi dvěma liniemi byl 11,25°. Celkem bylo prověřeno všech 16 sektorů dohromady obsahujících 416 zón.

Hodnoty nadmořských výšek všech bodů byly systematicky ukládány do předem připravené tabulky (viz příloha č. 2). Následně byly tyto hodnoty přepočítány na střední hodnotu nadmořské výšky pro každou zónu. Tento přepočet se provedl jako aritmetický průměr všech devíti bodů vymezení každou zónu. Nová hodnota střední nadmořské výšky byla vložena do tabulky č. 1 k porovnání s původními hodnotami nadmořských výšek. Tato část práce je součástí kapitoly 4.1.



Obrázek č. 5: Mapa okolí ETE – příklad měření nadmořských výšek bodů zón

Zdroj: Google Earth – vlastní měření

Na obrázku č. 5 jsou vidět zóny tvořené osmi červenými body a jedním černým bodem uprostřed, představujícím střed zóny. Dále je zde vidět vzdálenost bodů (vymezuje zóny) od ETE. V horní části obrázku je zobrazena funkce „pravítka“ a dole s ní související žlutá úsečka určující vzdálenost a azimut od paty prvního výrobního bloku reaktoru ETE.

Pro potřebu systému RTARC bylo v závěru práce nutno převést výsledné střední hodnoty nadmořských výšek zón na střední hodnoty převýšení terénu (viz příloha č. 9).

3.3 *Ověření polohové a výškové přesnosti programu Google Earth*

3.3.1 *Získání dat přístrojem GARMIN GPS map 176*

Vzhledem rozsáhlému území přes 5 000 km² a velkému množství orografických dat (1 696 bodů) nebylo v možných silách prověřit všechna tato data pomocí měření GPS. Proto bylo po domluvě s pracovníky laboratoře radiační kontroly provedeno GPS měření (nadmořské výšky a zeměpisné polohy) sítě termoluminiscenčních dozimetrů nacházející se ve vnitřní pěti kilometrové zóně havarijního plánování jaderné elektrárny Temelín.

Tato síť slouží ke kontinuálnímu měření fotonového dávkového ekvivalentu a je povinným nástrojem zajištění monitorování okolí ETE (7).

V pravidelných čtvrtletních intervalech jsou prováděny sběry těchto TLD. Při tomto čtvrtletním sběru bylo prováděno měření nadmořské výšky v lokalitách, kde jsou tyto termoluminiscenční dozimetry umístěny. Toto měření bylo provedeno dvakrát po sobě následujících čtvrtletních intervalech, kdy dochází ke sběru těchto dozimetrů. Současně s nadmořskými výškami byly zaznamenávány i GPS souřadnice TLD. Celkem bylo zaměřeno 35 lokalit. Získané hodnoty nadmořských výšek a GPS souřadnic byly použity k porovnání s programem Google Earth, k určení polohové a výškové přesnosti tohoto programu (viz příloha č. 3). Po zadání souřadnic GPS jednotlivých TLD do programu Google Earth se nám zde zobrazilo místo měření a

nadmořská výška. K měření bylo použito GPS přijímače GARMIN GPS map 176 (viz příloha č. 4), který je součástí terénního vozidla provádějícího sběr těchto dozimetrů.

3.3.2 Získání dat z databáze bodových polí (DATAZ)

Pro ověření správnosti dat (nadmořských výšek), získaných z programu Google Earth a dat získaných GPS měřením v terénu bylo vhodné tato data v podobě nadmořských výšek ověřit. K tomuto účelu se naskytla možnost použít databázi bodových polí ve správě ČÚZK.

DATAZ jako součást Národní geoinformační infrastruktury je vedena v oboru triangulace Zeměměřického úřadu. V DATAZ jsou uloženy všechny trigonometrické a zhušťovací body z území celé České republiky. DATAZ v současné době obsahuje přes 70 000 center trigonometrických a zhušťovacích bodů a přes 58 000 k nim přidružených bodů (8). Obsah je zpřístupněn na adrese: <http://dataz.cuzk.cz>.

Konkrétní nivelační bod viditelný z pozice TLD byl vybrán na základě vlastní úvahy o jeho výškové podobnosti s TLD. Ve většině případů se jednalo o nivelační bod nejbližší místu pozice TLD. Jelikož se TLD dozimetry nacházejí převážně v obcích, kde je hustá síť nivelačních bodů, nebyla vzdálenost mezi TLD a nivelačními body větší než 100 metrů. Hodnoty nadmořských výšek nivelačních bodů byly zaznamenány do tabulky (viz příloha č. 3), kde slouží pro porovnání s hodnotami programu Google Earth a GPS měření.

3.4 Ověření správnosti použití programu RTARC pro okolí ETE

Nakonec bylo provedeno ověření správnosti použití programu RTARC, používajícího gaussovský model šíření, pro okolí ETE. Toto ověření bylo provedeno formou výpočtu týkajícího se vlivu terénu (kopce) na vznik turbulentní atmosférické difuze (viz kapitola 1.5). Při tomto výpočtu byl zkoumán pohyb vlečky ve směru proudění (sektorem) a vliv terénu na její pohyb – tzn., že nás zajímal jen rozdíl nadmořských výšek dvou sousedních bodů v zónách ve směru proudění (středem sektoru). Pro lepší představu jsou na obrázku č. 3 vidět příklady těchto bodů jako

střídající se červené a černé body. Výškové profily těchto směrů jsou vidět v příloze č. 6.

Jako podklad pro výpočet vznikla tabulka č. 3, ve které jsou nadmořské výšky bodů zón procházející středem sektorů jedna až šestnáct. Tyto hodnoty byly získány z měření nadmořských výšek jednotlivých bodů zón programem Google Earth (viz příloha č. 2). Po odečtení hodnot dvou sousedních bodů v jednotlivých sektorech (viz tabulka č. 3) vznikla hodnota převýšení kopce (h) na začátku a na konci zón (viz tabulka č. 4). Tato hodnota převýšení byla potřebná pro určení sklonu kopce, který má vliv na vznik atmosférické turbulentní difuze za kopcem. Na základě výsledků byla ověřena správnost použití programu RTARC pro okolí ETE.

V této práci byla použita metoda kvantitativního výzkumu.

4. Výsledky

4.1 Porovnání stávajících orografických dat s daty programu Google Earth

Tabulka č. 1: Původní a nové hodnoty středních nadmořských výšek zón

sektory →		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
↓ zóny ↓ d (km)		0°	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°
1	0,5	515	515	515	515	510	510	510	510	510	510	510	510	510	510	515	515
nová n.v. [m] →		502	500	501	501	503	504	503	502	501	500	501	503	504	506	508	506
2	1	515	515	515	515	510	510	510	510	510	510	510	510	510	510	515	515
		482	474	472	483	493	494	494	492	489	488	490	487	494	502	498	491
3	2	495	490	490	495	500	500	495	490	495	500	500	500	500	500	500	500
		466	462	449	469	493	491	477	473	479	473	465	464	470	491	490	479
4	3	470	460	460	480	500	490	480	480	465	450	450	450	450	475	500	480
		429	451	448	465	473	475	470	469	487	461	443	440	446	473	489	459
5	4	460	475	475	480	490	490	505	520	485	450	450	450	455	475	500	450
		416	439	440	431	437	448	463	488	498	453	432	429	438	468	499	447
6	5 km	465	450	450	450	450	480	505	530	480	435	435	445	460	520	575	480
		417	403	390	389	397	420	440	478	482	440	424	422	442	500	533	468
7	6	420	380	380	395	410	465	480	495	465	435	435	495	555	575	575	460
		389	377	382	403	416	396	431	473	460	430	415	417	452	528	532	454
8	7	445	440	440	450	460	505	480	450	445	435	435	480	520	550	575	450
		391	394	418	441	463	421	437	477	441	420	407	426	452	498	530	449
9	8	470	465	465	485	505	525	550	470	450	435	435	465	500	550	600	470
		425	401	443	466	486	465	431	456	429	406	405	425	438	466	545	460
10	9	485	482	482	492	502	530	535	485	457	432	432	450	472	537	602	485
		437	415	458	470	464	463	448	457	428	402	404	418	415	438	509	437
11	10 km	500	500	500	500	500	535	520	500	465	430	430	435	445	525	605	500
		432	410	439	450	477	477	457	466	418	399	400	414	418	434	482	428
12	12	470	465	465	515	565	575	520	465	435	410	410	430	450	510	570	475
		423	403	430	462	503	518	483	435	397	394	406	406	402	407	474	436
13	14	495	475	475	505	530	550	500	450	445	440	440	435	430	525	625	510
		436	423	436	467	480	507	504	417	386	397	416	410	403	400	464	426
14	16	490	475	475	480	480	570	500	425	435	445	445	455	465	525	585	505
		455	428	435	442	441	467	490	424	389	409	439	436	414	400	460	436
15	18	492	487	487	480	470	552	492	432	465	500	500	525	552	580	607	497
		469	430	451	438	424	448	491	427	392	428	470	475	413	401	465	457
16	20 km	495	500	500	480	460	535	485	440	495	555	555	595	640	635	630	490
		460	448	476	438	419	444	479	408	397	433	474	489	449	398	466	462
17	22	501	511	511	488	465	550	495	445	535	630	630	636	648	650	668	491
		464	456	494	458	423	436	479	426	406	445	489	476	476	398	427	459
18	24	507	522	522	496	470	565	505	450	575	705	705	677	656	665	706	492
		472	459	486	456	419	430	490	451	432	500	529	489	488	408	427	459
19	26	515	535	535	505	475	580	515	455	615	780	780	720	665	590	515	495
		495	478	463	428	419	429	485	451	477	571	535	510	496	421	442	466
20	28	527	522	522	497	472	570	582	597	700	805	805	740	675	597	532	512
		494	492	451	425	430	433	479	471	498	580	607	536	494	441	440	444
21	30 km	540	510	510	490	470	560	650	740	785	830	830	760	685	605	550	530
		474	483	437	433	440	433	479	488	504	603	690	544	511	443	445	429
22	32	567	545	545	516	488	560	684	791	827	863	863	807	723	628	564	558
		490	493	426	441	449	434	469	478	518	702	716	545	522	441	440	437
23	34	594	580	580	542	506	560	718	842	869	896	896	854	761	651	578	586
		509	508	439	453	450	439	469	496	609	832	801	636	500	440	442	439

24	36	621	615	615	568	524	560	752	893	911	929	929	901	799	674	592	614
		525	516	451	469	431	447	463	488	652	807	832	707	500	441	450	443
25	38	648	650	650	594	542	560	786	944	953	962	962	948	837	697	606	642
		568	570	475	493	483	449	454	469	575	756	829	663	492	462	470	444
26	40 km	675	685	685	620	560	560	820	995	995	995	995	995	875	720	620	670
		589	595	510	539	520	460	454	467	527	772	864	693	500	476	470	450

Zdroj: metodika RTARC, Google Earth – vlastní měření

Legenda tabulky č. 1

Sektory – sloupce 1÷16

Zóny – dvojřádky 1÷26

Původní hodnoty středních nadmořských výšek zón představují bílé řádky.

Nové hodnoty středních nadmořských výšek zón vyjadřují modré řádky.

d (km) – je vzdálenost středu jednotlivých zón od ETE (prvního bloku reaktoru).

Tabulka č. 2: Rozdíl původních a nových hodnot středních nadmořských výšek zón

Legenda tabulky č. 2

Legenda:	rozmezí rozdílu	počet zón	váždřené v %
	0 ÷ 20 m	89	21,4
	20 ÷ 50 m	123	29,6
	50 ÷ 100 m	85	20,5
	100 ÷ 200 m	72	17,3
	200 ÷ 300 m	33	7,9
	300 ÷ 500 m	13	3,1
	nad 500 m	1	0,2

Sektory – sloupce 1÷16

Zóny – řádky 1÷26

d (km) – vzdálenost středů jednotlivých zón od ETE (prvního bloku reaktoru).

Jednotlivé barvy v tabulce představují rozmezí velikosti rozdílu nadefinované v legendě tabulky č. 2. V tabulce jsou hodnoty kladné (tučně zvýrazněny) nebo záporné podle toho, zdali se při novém měření hodnota zvýšila (kladná) nebo snížila (záporná) oproti původní hodnotě průměrné nadmořské výšky zóny.

V legendě tabulky č. 2 je vidět kolik zón odpovídá danému rozmezí rozdílu (počet zón).

Poslední sloupec legendy představuje procentuální zastoupení počtu zón.

Sektory	→	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
↓ zóny	↓ d(km)	0°	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°
1	0,5	-13	-15	-14	-14	-7	-6	-7	-8	-9	-10	-9	-7	-6	-4	-7	-9
2	1	-33	-41	-43	-32	-17	-16	-16	-18	-21	-22	-20	-23	-16	-8	-17	-24
3	2	-29	-28	-41	-26	-7	-9	-15	-17	-16	-27	-35	-36	-30	-9	-10	-21
4	3	-41	-9	-12	-15	-27	-15	-10	-11	22	11	-7	-10	-4	-2	-11	-21
5	4	-44	-36	-35	-49	-53	-42	-42	-32	13	3	-18	-21	-17	-7	-1	-3
6	5 km	-48	-47	-60	-61	-53	-60	-65	-52	2	5	-11	-23	-18	-20	-42	-12
7	6	-31	-3	2	8	6	-69	-49	-22	-5	-5	-20	-78	-103	-47	-43	-6
8	7	-54	-46	-22	-9	3	-84	-43	27	-4	-15	-28	-54	-72	-52	-45	-1
9	8	-45	-64	-22	-19	-19	-60	-119	-14	-21	-29	-27	-40	-62	-84	-55	-10
10	9	-48	-67	-24	-22	-38	-67	-87	-28	-29	-30	-28	-32	-57	-99	-93	-48
11	10 km	-68	-90	-61	-50	-23	-58	-63	-34	-47	-31	-30	-21	-27	-91	-123	-72
12	12	-47	-62	-35	-53	-62	-57	-37	-30	-38	-16	-4	-24	-48	-103	-96	-39
13	14	-59	-52	-39	-38	-50	-43	4	-33	-59	-43	-24	-25	-27	-125	-161	-84
14	16	-35	-47	-40	-38	-39	-103	-10	-1	-46	-36	-6	-19	-51	-125	-125	-69
15	18	-23	-57	-36	-42	-46	-104	-1	-5	-73	-72	-30	-50	-139	-179	-142	-40
16	20 km	-35	-52	-24	-42	-41	-91	-6	-32	-98	-122	-81	-106	-191	-237	-164	-28
17	22	-37	-55	-17	-30	-42	-114	-16	-19	-129	-185	-141	-160	-172	-252	-241	-32
18	24	-35	-63	-36	-40	-51	-135	-15	1	-143	-205	-176	-188	-168	-257	-279	-33
19	26	-20	-57	-72	-77	-56	-151	-30	-4	-138	-209	-245	-210	-169	-169	-73	-29
20	28	-33	-30	-71	-72	-42	-137	-103	-126	-202	-225	-198	-204	-181	-156	-92	-68
21	30 km	-66	-27	-73	-57	-30	-127	-171	-252	-281	-227	-140	-216	-174	-162	-105	-101
22	32	-77	-52	-119	-75	-39	-126	-215	-313	-309	-161	-147	-262	-201	-187	-124	-121
23	34	-85	-72	-141	-89	-56	-121	-249	-346	-260	-64	-95	-218	-261	-211	-136	-147
24	36	-96	-99	-164	-99	-93	-113	-289	-405	-259	-122	-97	-194	-299	-233	-142	-171
25	38	-80	-80	-175	-101	-59	-111	-332	-475	-378	-206	-133	-285	-345	-235	-136	-198
26	40 km	-56	-90	-175	-81	-40	-100	-366	-528	-468	-223	-131	-302	-375	-244	-150	-220

Zdroj: Metodika RTARC, Google Earth – vlastní měření (tabulka č. 1)

4.2 Výpočet absolutního sklonu kopce v jednotlivých zónách

Tabulka č. 3: Nadmořské výšky bodů zón procházející středem sektoru - podklad

sektory (směr větru) →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
↓ zóny ↓ d (km) 348.75°	0°	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°		
1	0,25	517	514	507	508	509	510	509	506	505	506	506	505	512	511	511	516	516
1	0,5	504	501	501	501	505	504	502	504	503	500	500	507	501	504	505	504	504
	0,75	496	491	492	494	488	495	501	498	497	493	494	497	494	499	503	504	499
2	1 km	487	477	469	475	497	494	493	493	490	487	487	498	488	492	501	501	493
	1,5	486	476	459	446	474	484	488	491	491	491	482	487	474	482	504	487	476
3	2	470	464	465	450	469	502	503	470	471	487	475	453	458	455	498	490	472
	2,5	467	445	465	451	476	468	492	460	458	468	463	454	447	449	491	501	490
4	3	427	415	459	458	479	482	497	484	467	498	450	438	431	448	468	487	448
	3,5	413	401	449	444	460	457	455	454	495	523	453	430	427	439	468	500	446
5	4	415	421	464	447	411	438	420	460	507	522	448	428	429	437	456	501	423
	4,5	425	414	434	424	404	404	433	433	479	514	438	432	421	432	455	526	434
6	5 km	430	411	409	377	369	377	458	459	468	478	444	418	416	431	480	526	449
	5,5	424	412	380	362	376	378	438	452	455	476	433	419	416	432	529	514	447
7	6	389	419	362	380	402	452	370	437	486	462	427	416	409	435	530	505	483
	6,5	386	387	436	413	415	431	386	414	486	453	430	403	410	433	481	532	447
8	7	364	435	403	435	445	463	408	406	468	434	420	405	423	436	507	558	491
	7,5	390	468	388	457	458	492	425	374	459	433	416	403	427	447	461	589	504
9	8	402	469	363	460	459	494	466	369	460	425	403	405	423	446	440	628	462
	8,5	412	464	377	468	472	481	484	382	465	430	402	398	434	428	420	624	452
10	9	408	476	374	466	481	473	482	424	467	436	399	397	424	412	416	547	427
	9,5	414	465	362	449	467	481	458	450	469	429	404	402	408	405	413	548	401
11	10 km	411	477	380	442	445	490	479	422	469	418	399	405	410	417	430	546	405
	11	402	460	383	431	446	508	530	435	540	413	385	399	416	421	441	487	441
12	12	403	460	379	446	460	495	484	534	420	390	386	408	397	386	379	569	416
	13	417	458	410	445	486	491	539	541	442	385	393	409	397	398	407	535	411
13	14	390	460	415	441	486	489	505	537	411	379	390	410	415	401	373	512	390
	15	402	447	376	445	467	464	473	513	391	385	402	414	423	411	377	509	411
14	16	417	470	402	444	437	437	463	519	461	389	400	423	439	432	374	509	410
	17	480	449	414	443	422	428	449	528	461	396	406	433	471	431	376	515	409
15	18	518	445	422	486	420	423	439	539	446	390	431	464	486	418	379	486	410
	19	485	455	425	501	440	419	434	516	386	385	431	429	557	422	369	531	412
16	20 km	459	445	429	512	435	419	437	499	387	399	411	429	583	521	371	509	432
	21	488	449	438	494	428	416	424	496	399	393	427	496	488	569	370	514	418
17	22	535	457	439	483	457	407	426	503	398	400	435	446	457	526	372	403	406
	23	503	473	429	475	478	419	422	469	398	408	453	470	453	549	377	379	378
18	24	476	480	447	460	459	408	431	485	398	415	482	539	432	531	370	399	393
	25	543	492	474	453	420	416	430	490	405	445	507	505	438	506	378	409	401
19	26	555	490	471	438	411	426	429	475	417	436	576	523	461	537	376	430	398
	27	532	472	482	429	421	424	422	470	433	475	603	543	526	506	399	418	398
20	28	542	455	489	446	411	436	417	473	491	502	596	663	500	517	392	415	386
	29	488	463	508	447	420	433	435	474	521	513	549	798	493	572	446	429	394
21	30 km	471	436	510	455	446	438	422	499	506	507	568	677	491	613	447	498	366
	31	486	486	516	401	450	451	425	513	443	488	640	774	492	592	420	498	413
22	32	474	486	496	400	444	457	446	466	482	503	755	760	509	588	410	450	440
	33	476	480	510	416	452	448	440	450	500	513	848	832	526	551	427	453	430
23	34	470	526	516	428	457	437	448	478	537	525	878	791	658	494	435	451	416
	35	480	517	523	424	469	450	463	489	502	529	725	947	717	455	455	457	435

24	36	500	550	559	446	466	456	462	476	491	521	777	888	682	483	434	441	425
	37	524	542	571	438	483	464	440	466	474	522	623	793	674	566	432	489	377
25	38	530	557	621	448	467	489	440	460	499	504	582	920	734	512	455	479	360
	39	526	609	636	452	532	516	446	463	441	496	638	874	829	469	476	503	425
26	40 km	526	578	553	473	549	523	441	470	457	532	705	843	806	502	482	418	385
	41	527	520	561	542	563	508	462	454	499	561	803	821	793	524	452	456	355

Zdroj: Google Earth – vlastní měření (příloha č. 2)

Legenda k tabulce č. 3

Sektory (směry větru) – sloupce 1÷16.

Zeleně jsou označeny středy zón; bíle jsou vyznačeny začátky a konce zón.

d (km) - vzdálenost jednotlivých bodů vymezujících zóny od (prvního bloku reaktoru).

Tabulka č. 4: Hodnota převýšení kopce na začátku a na konci zón

sektory →		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
↓ zóny	↓ d (km)	0°	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°
1	0,25 ÷ 0,5	-13	-6	-7	-8	-5	-5	-4	-1	-3	-6	-5	-5	-10	-7	-11	-12
	0,5 ÷ 0,75	-10	-9	-7	-13	-10	-3	-4	-7	-10	-6	-3	-13	-2	-1	-1	-5
2	0,75 ÷ 1,0	-14	-23	-19	9	-1	-8	-5	-7	-6	-7	1	-6	-7	-2	-3	-6
	1 ÷ 1,5	-1	-10	-29	-23	-10	-5	-2	1	4	-5	-11	-14	-10	3	-14	-17
3	1,5 ÷ 2	-8	6	4	-5	18	15	-21	-20	-4	-7	-34	-16	-27	-6	3	-4
	2 ÷ 2,5	-19	0	1	7	-34	-11	-10	-13	-19	-12	1	-11	-6	-7	11	18
4	2,5 ÷ 3	-30	-6	7	3	14	5	24	9	30	-13	-16	-16	-1	-23	-14	-42
	3 ÷ 3,5	-14	-10	-14	-18	-25	-42	-30	28	25	3	-8	-4	-9	0	13	-2
5	3,5 ÷ 4	20	15	3	-49	-19	-35	6	12	-1	-5	-2	2	-2	-12	1	-23
	4 ÷ 4,5	-7	-30	-23	-5	-34	13	-27	-28	-8	-10	4	-8	-5	-1	25	11
6	4,5 ÷ 5	-3	-25	-47	-35	-27	25	26	-11	-36	6	-14	-5	-1	25	0	15
	5 ÷ 5,5	1	-29	-15	7	1	-20	-7	-13	-2	-11	1	0	1	49	-12	-2
7	5,5 ÷ 6	7	-18	18	26	74	-68	-15	31	-14	-6	-3	-7	3	2	-9	36
	6 ÷ 6,5	-34	74	33	13	-21	16	-23	0	-9	3	-13	1	-2	-49	27	-36
8	6,5 ÷ 7	48	-33	22	30	32	22	-8	-18	-19	-10	2	13	3	28	26	44
	7 ÷ 7,5	32	-15	22	13	29	17	-32	-9	-1	-4	-2	4	11	-46	31	13
9	7,5 ÷ 8	1	-25	3	1	2	41	-5	1	-8	-13	2	-4	-1	-21	39	-42
	8 ÷ 8,5	-5	14	8	13	-13	18	13	5	5	-1	-7	11	-18	-20	-4	-10
10	8,5 ÷ 9	12	-3	-2	9	-8	-2	42	2	6	-3	-1	-10	-16	-4	-77	-25
	9 ÷ 9,5	-11	-12	-17	-14	8	-24	26	2	-7	5	5	-16	-7	-3	1	-26
11	9,5 ÷ 10	12	18	-7	-22	9	21	-28	0	-11	-5	3	2	12	17	-2	4
	10 ÷ 11	-17	3	-11	1	18	51	9	71	-5	-14	-6	6	4	11	41	36
12	11 ÷ 12	0	-4	15	14	-13	-46	99	120	-23	1	9	-19	-35	-62	82	-25
	12 ÷ 13	-2	31	-1	26	-4	55	5	22	-5	7	1	0	12	28	-34	-5
13	13 ÷ 14	2	5	-4	0	-2	-34	-4	-31	-6	-3	1	18	3	-34	-23	-21
	14 ÷ 15	-13	-39	4	-19	-25	-32	-24	-20	6	12	4	8	10	4	-3	21

14	15 ÷ 16	23	26	-1	-30	-27	-10	6	70	4	-2	9	16	21	-3	0	-1
	16 ÷ 17	-21	12	-1	-15	-9	-14	9	0	7	6	10	32	-1	2	6	-1
15	17 ÷ 18	-4	8	43	-2	-5	-10	11	-15	-6	25	31	15	-13	3	-29	1
	18 ÷ 19	10	3	15	20	-4	-5	-23	-60	-5	0	-35	71	2	-10	45	2
16	19 ÷ 20	-10	4	11	-5	0	3	-17	1	14	-20	0	26	99	2	-22	20
	20 ÷ 21	4	9	-18	-7	-3	-13	-3	12	-6	16	67	-95	47	-1	5	-14
17	21 ÷ 22	8	1	-11	29	-9	2	7	-1	7	8	-50	-31	-43	2	-111	-12
	22 ÷ 23	16	-10	-8	21	12	-4	-34	0	8	18	24	-4	23	5	-24	-28
18	23 ÷ 24	7	18	-15	-19	-11	9	16	0	7	29	69	-21	-18	-7	20	15
	24 ÷ 25	12	27	-7	-39	8	-1	5	7	30	25	-34	6	-25	8	10	8
19	25 ÷ 26	-2	-3	-15	-9	10	-1	-15	12	-9	69	18	23	31	-2	21	-3
	26 ÷ 27	-18	11	-9	10	-2	-7	-5	16	39	27	20	65	-31	23	-12	0
20	27 ÷ 28	-17	7	17	-10	12	-5	3	58	27	-7	120	-26	11	-7	-3	-12
	28 ÷ 29	8	19	1	9	-3	18	1	30	11	-47	138	-7	55	54	14	8
21	29 ÷ 30	-27	2	8	26	5	-13	25	-15	-6	19	-121	-2	41	1	69	-28
	30 ÷ 31	50	6	-54	4	13	3	14	-63	-19	72	97	1	-21	-27	0	47
22	31 ÷ 32	0	-20	-1	-6	6	21	-47	39	15	115	-10	17	-4	-10	-48	27
	32 ÷ 33	-6	14	16	8	-9	-6	-16	18	10	93	72	17	-37	17	3	-10
23	33 ÷ 34	46	6	12	5	-11	8	28	37	12	30	-41	132	-57	8	-2	-14
	34 ÷ 35	-9	7	-4	12	13	15	11	-35	4	-153	156	59	-39	20	6	19
24	35 ÷ 36	33	36	22	-3	6	-1	-13	-11	-8	52	-59	-35	28	-21	-16	-10
	36 ÷ 37	-8	12	-8	17	8	-22	-10	-17	1	-154	-95	-8	83	-2	48	-48
25	37 ÷ 38	15	50	10	-16	25	0	-6	25	-18	-41	127	60	-54	23	-10	-17
	38 ÷ 39	52	15	4	65	27	6	3	-58	-8	56	-46	95	-43	21	24	65
26	39 ÷ 40	-31	-83	21	17	7	-5	7	16	36	65	-31	-23	33	6	-85	-40
	40 ÷ 41	-58	8	69	17	-15	21	-16	42	29	98	-22	-13	22	-30	38	-30

Zdroj: Google Earth – vlastní měření (tabulka č. 3)

Legenda k tabulce č. 4

Sektory – sloupce 1÷16.

Zóny – dvojřádky 1÷26; první řádka – začátek zóny; druhá řádka – konec zóny.

d (km) – v prvním řádku zóny znamená délku první poloviny zóny; v druhém řádku zóny znamená délku druhé poloviny zóny; také je zde vidět vzdálenost zón od ETE.

Příklad pro první zónu:

sektory	→
↓ zóny	↓ d (km)
1	0,25 ÷ 0,5
	0,5 ÷ 0,75

Délka celé první zóny je **0,25 ÷ 0,75** km (0,5 km) – a

Začátek první zóny (délka = 0,25 km) – $\frac{1}{2}a$

Konec první zóny (délka = 0,25 km) – $\frac{1}{2}a$.

Hodnoty převýšení v tabulce č. 4 jsou buď kladné, v případě stoupání, nebo záporné, pak jde o klesání kopce. Zda-li je hodnota kladná či záporná, není pro výpočet sklonu kopce podstatné a má význam čistě informativního charakteru. Hnědě zvýrazněné zóny v jednotlivých částech tabulky č. 4, představují největší hodnotu převýšení (sklon kopce).

Vhodný sklon kopce (viz kapitola 1.5) je vyjádřen vztahem:

$$\frac{1}{2}a / h > 5$$

V první části tabulky č. 4 (první tři řádky) ve vzdálenosti 0,25 až 1 kilometr se bere pro dosažení do vztahu ($\frac{1}{2}a / h > 5$) hodnota $\frac{1}{2}a = 250$ metrů. Aby platil vztah ($\frac{1}{2}a / h > 5$), nesmí být v této části tabulky hodnota převýšení kopce větší než *50 metrů* (včetně).

V druhé části tabulky č. 4 (vzdálenost 1 až 10 kilometrů) se bere pro dosažení do vztahu ($\frac{1}{2}a / h > 5$) vzdálenost základny $\frac{1}{2}a = 500$ metrů. Aby platil vztah ($\frac{1}{2}a / h > 5$), nesmí být v této části tabulky hodnota převýšení kopce větší než *100 metrů* (včetně).

Ve třetí části tabulky č. 4 (vzdálenost 10 až 40 kilometrů) se bere pro dosažení do vztahu ($\frac{1}{2}a / h > 5$) vzdálenost základny $\frac{1}{2}a = 1\ 000$ metrů. Aby platil vztah ($\frac{1}{2}a / h > 5$), nesmí být v této části tabulky hodnota převýšení kopce větší než *200 metrů* (včetně).

5. Diskuze

Cílem bakalářské práce bylo ověření korektnosti vstupních dat systému modelujícího důsledky havárie s únikem radioaktivních látek do životního prostředí. Při zpracovávání tohoto tématu bylo nejprve nutno shromáždit dostupné informace a původní vstupní data. Úzká specifická tohoto tématu předznamenává omezení dostupné odborné literatury a převážná část informací byla čerpána z Metodiky programu RTARC. Další informace byly získávány formou konzultací s pracovníky Laboratoře radiační kontroly v Českých Budějovicích a pomocí emailových dotazů na tvůrce programu vytvořeného firmou VÚJE Trnava a.s.

Zkoumaným souborem byly stávající hodnoty převýšení terénu jednotlivých zón vstupujících do programu RTARC, respektive střední hodnoty nadmořských výšek zón. Sběr dat byl proveden za pomoci programu Google Earth verze 5.1.3509.4636 (beta), který je volně přístupný na internetu.

Pro ověření jeho polohové a výškové přesnosti bylo použito dat získaných GPS měřeními v terénu a dat získaných z databáze bodových polí. Po zadání GPS polohy jednotlivých TLD do programu Google Earth nám tento program zobrazil polohu v místě měření TLD. Po zadání GPS poloh všech pětatřiceti TLD a porovnání s programem Google Earth jsem dospěl k závěru, že program Google Earth z hlediska polohové přesnosti je přesný v řádu jednotek metrů. Zároveň s tím se u každé pozice TLD zobrazila nadmořská výška. Tato hodnota byla porovnána v tabulce (viz příloha č. 3) s průměrem hodnot nadmořských výšek získaných GPS měřeními (dvě měření). Odchylky zde nejsou větší než deset metrů.

Pro další porovnání hodnot nadmořských výšek byly použity údaje z databáze bodových polí. V této databázi byly vybrány nivelační body, které jsou nejbližší jednotlivým termoluminiscenčním dozimetřům. Tato vzdálenost byla ve většině případů do sta metrů. Někdy byly tyto nivelační body v přímé blízkosti TLD, jako například v případě míst Všemyslice, č. p. 33, Zvěrkovice SRKO nebo obce Litoradlice, č. p. 10

(viz příloha č. 3). Po porovnání hodnot v tabulce (viz příloha č. 3), jsem zjistil, že hodnoty nadmořských výšek nivelačních bodů se neliší od hodnot nadmořských výšek získaných programem Google Earth o více jak 10 metrů, vyjma lokality Červený Vrch, kde není v blízkém okolí žádný nivelační bod.

Nakonec byly vyhledány pozice těchto nivelačních bodů v programu Google Earth a byla u nich prověřena nadmořská výška. Tato výška se opět nelišila o více jak 10 metrů, dokonce v mnoha případech byla totožná s programem Google Earth. Z těchto výsledků lze usuzovat o vhodnosti použití tohoto programu pro hlavní cíl této práce.

Nejprve byla ověřována výchozí hodnota nadmořské výšky ETE, která je brána u paty prvního výrobního bloku reaktoru. Zde byla za pomoci programu Google Earth naměřena hodnota 511 metrů a dále byla ověřena v DATAZ. Zde byl nalezen nivelační bod (PPBP 512) s hodnotou nadmořské výšky 511 metrů, ležící v těsné blízkosti prvního bloku reaktoru. Hodnota používaná programem RTARC je 503 metrů. Hodnoty nově získaných středních nadmořských výšek jednotlivých zón byly porovnány s hodnotami stávajících středních nadmořských výšek zón. Výsledek byl zobrazen v tabulce č. 2. Zde je vidět, že hodnota rozdílu obou zkoumaných hodnot nadmořských výšek pro první zónu (vzdálenost středu první zóny je 0,5 km) v každém sektoru není větší než 15 metrů. Hodnoty v tomto řádku jsou ve všech případech záporné. To znamená, že se zde nadmořská výška oproti původní hodnotě snížila. V druhém řádku tabulky představujícím druhou zónu (vzdálenost středu druhé zóny je jeden kilometr) každého sektoru je vidět, že zde hodnoty rozdílu v některých sektorech dosahují až 43 metrů (třetí sektor). Podobné je tomu i u třetí a čtvrté zóny v každém sektoru. Hodnoty jsou zde také záporné (hodnota nadmořské výšky se snížila), vyjma čtvrté zóny v devátém a desátém sektoru, kde hodnota nadmořské výšky, oproti původní, vzrostla na 22 metrů a 11 metrů. Od páté zóny (vzdálenost středu zóny je 4 km) se začínají vyskytovat hodnoty rozdílu v některých směrech větší než 50 metrů. Na druhou stranu jsou zde i směry, v nichž rozdíl obou hodnot zkoumaných nadmořských výšek je menší než 10 metrů. To je vidět třeba u šesté zóny v devátém sektoru, kde je hodnota rozdílu 2 metry. V zónách do deseti kilometrů od ETE jsou hodnoty rozdílu

nadmořských výšek do sta metrů, vyjma tří zón, které mají hodnotu rozdílu o něco málo větší než 100 metrů. V některých zónách ve vzdálenosti deset až třicet kilometrů od ETE se vyskytují hodnoty rozdílu větší než 200 metrů. Na druhou stranu jsou zde i zóny mající rozdíl pod deset metrů. Příkladem může být zóna 18 v sektoru číslo 8 (157,5°), kde je hodnota rozdílu jeden metr. V této zóně se nachází město České Budějovice. Od třicátého do čtyřicátého kilometru od ETE, jsou zóny s největším rozdílem nadmořských výšek v sedmém, osmém a devátém sektoru. Zde jsou hodnoty rozdílu větší než 300 metrů. Největší hodnota rozdílu je -528 metrů a tato hodnota se nachází ve dvacáté šesté zóně osmého sektoru. Jde o zónu nacházející se mezi městy Borovany, Trhové Sviny a Velešín - vodní nádrž Římov. Zde je nová hodnota střední nadmořské výšky zóny 457 metrů (viz příloha č. 7). Původní hodnota používaná programem RTARC je pro tuto zónu 995 metrů (viz tabulka č. 1). Dále byla tato zóna prozkoumána v databázi bodových polí a hodnoty nadmořských výšek nivelačních bodů se zde shodovaly s hodnotami programu Google Earth.

Téměř v celé tabulce, která obsahuje celkem 416 zón v šestnácti sektorech, převládají záporné hodnoty, z čehož vyplývá, že hodnoty středních nadmořských výšek zón se zde snížily oproti původním hodnotám. V legendě tabulky č. 2 je vidět, že téměř 30 % zón má rozmezí rozdílu výšek od dvaceti do padesáti metrů. Rozmezí rozdílu od nuly do dvaceti metrů je zde zastoupeno hodnotou 21,4 %. Z toho vyplývá, že rozmezí rozdílu od nuly do padesáti metrů se vyskytuje v polovině zón. Hodnoty od padesáti do sta metrů jsou ve dvaceti procentech zón. Dále se toto procentuální vyjádření snižuje v závislosti na vzrůstajícím rozdílu obou nadmořských výšek.

Celkově se dá říci, že hodnoty rozdílu obou zkoumaných hodnot středních nadmořských výšek zón se postupně zvětšují se vzrůstající vzdáleností od ETE. Zóny s největšími rozdíly nadmořských výšek jsou v sektorech 7, 8 a 9 zhruba od třicátého kilometru. Ve větší části zón, vyjádřené hodnotou 71,5 % (297 zón / 460 zón) je hodnota rozdílu původní a nové nadmořské výšky těchto zón do sta metrů. Vyskytují se zde také zóny, jejichž původní a nová hodnota nadmořské výšky je téměř totožná. Jedná se například o osmnáctou zónu osmého sektoru, kde je hodnota rozdílu jeden metr. Tato

zóna se nachází na území města České Budějovice. Na druhou stranu jsou zde také zóny, jejichž hodnota rozdílu původní a nové nadmořské výšky je větší než 100 metrů. V procentuálním vyjádření jde o hodnotu 28,5 % (119 zón / 460 zón). Je zde také zóna, jejíž hodnota rozdílu původní a nové nadmořské výšky je -528 metrů.

K zhodnocení důsledků těchto rozdílů bylo provedeno ověření vlivu terénu na vznik atmosférické turbulentní difuze. Cílem tohoto ověření bylo zjistit, zdali program RTARC používající gaussovský model šíření je vhodný pro okolí ETE.

V tomto ověření jsme zkoumali pohyb vlečky ve směru proudění a vliv terénu na její pohyb. Ověřovali jsme sklon kopce v jednotlivých zónách. Tato hodnota neměla přesáhnout úhel $11,3^\circ$. Proto byl použit vztah: $(\frac{1}{2}a / h > 5)$, který tento požadavek určuje (viz kapitola 1.5). Dále byla vytvořena tabulka č. 4, ve které jsou hodnoty převýšení (h) kopce v jednotlivých zónách.

V první části tabulky č. 4 (první tři řádky) neměla být hodnota převýšení kopce v jednotlivých zónách větší než 50 metrů. Tento parametr byl splněn. Je zde vidět největší hodnota převýšení kopce -23 metrů (sklon $5,25^\circ$) v první polovině druhé zóny druhého sektoru. Jedná se o území u obce Křtěnov, ležící v těsné blízkosti ETE. Záporná hodnota znamená, že jde o klesání kopce pod úhlem $5,25^\circ$. Z toho vyplývá, že největší sklon kopce v jednotlivých zónách první části tabulky č. 4 je $5,25^\circ$. Požadavek, aby kopec měl menší sklon než $11,3^\circ$ je zde splněn.

V druhé části tabulky č. 4 neměla být hodnota převýšení kopce větší než 100 metrů. Největší hodnota převýšení kopce je v sedmé zóně druhého a pátého sektoru. Tato hodnota je zde 74 metrů. Z toho vyplývá, že největší sklon kopce pro zóny vzdálené jeden až deset kilometrů od ETE je $8,4^\circ$. Požadavek, aby kopec měl menší sklon než $11,3^\circ$ je zde také splněn.

Ve třetí části tabulky č. 4 (u zón vzdálených 10 až 40 kilometrů od ETE) je největší hodnota rozdílu 156 metrů. To představuje sklon kopce pod úhlem $8,86^\circ$. Požadavek, aby kopec měl menší sklon než $11,3^\circ$ je zde také splněn.

Z těchto údajů je patrné, že ve všech zónách v okolí ETE je sklon kopce menší než $11,3^\circ$ a tudíž zde nedochází ke vzniku atmosférické turbulentní difuze za kopcem.

Z toho vyplývá, že program RTARC, používající gaussovský model šíření je vhodný pro lokalitu okolí ETE a rozdíly hodnot původních a nových nadmořských výšek sítě zón jsou z tohoto hlediska zanedbatelné.

6. Závěr

Závěrem mohu konstatovat, že cíle práce byly splněny. Hlavním cílem bylo ověřit správnost orografických dat, která vstupují do systému RTARC modelujícího důsledky havárie s únikem radioaktivních látek do životního prostředí. Za pomoci programu Google Earth byly získány hodnoty nadmořských výšek všech bodů vymezujících zóny v okolí ETE. Konečná nová střední hodnota nadmořské výšky zón byla porovnána s původní nadmořskou výškou, používanou programem RTARC. Výsledkem bylo zjištění různých hodnot rozdílů nadmořských výšek sítě zón. Ve většině případů (71,5 % zón) se tyto hodnoty rozdílů pohybovaly od jednoho až do sto metrů. Celých 50 % zón mělo hodnotu rozdílu nadmořských výšek do padesáti metrů.

Stanovená hypotéza, že orografická data použitá v programu RTARC odpovídají zvolené hustotě sítě a členitosti terénu v okolí jaderné elektrárny Temelín byla zčásti potvrzena a zčásti vyvrácena.

Část hypotézy týkající se členitosti terénu byla vyvrácena. Výsledkem je, že orografická data neodpovídají skutečné členitosti terénu. Proto byly za pomoci programu Google Earth získány nové střední hodnoty převýšení terénu, které odpovídají skutečné členitosti terénu.

Část hypotézy týkající se hustoty sítě byla potvrzena. Výsledkem je, že orografická data vstupující do systému RTARC v podobě středních hodnot převýšení terénu odpovídají zvolené hustotě sítě.

Tato hypotéza má přímou souvislost s vlivem terénu na vznik atmosférické turbulentní difuze. Jak je popsáno v kapitole 1.5 je při použití stávajícího programu RTARC z hlediska modelování radiační situace žádoucí, aby úhel sklonu kopce byl menší než 11,3099 stupňů. Při dodržení této podmínky lze předpokládat, že při pohybu vlečky ve směru proudění nedojde ke vzniku atmosférické turbulentní difuze a lze uvažovat gaussovský model při výpočtu pohybu vlečky. Jak bylo v průběhu této práce ověřeno, k porušení této podmínky při použití nových orografických dat nedochází. Z toho vyplývá, že program RTARC je vhodný pro lokalitu v okolí ETE a rozdíly

původních a nových hodnot nadmořských výšek sítě zón jsou z tohoto hlediska zanedbatelné.

Práce by mohla sloužit jako podklad pro aktualizaci orografických dat používaných systémem RTARC.

7. Klíčová slova

RTARC

ETE

Orografická data

Sektor

Zóna

Síť zón

Nadmořská výška základny zdroje

Střední hodnota převýšení terénu

Střední nadmořská výška zóny

Atmosférická turbulentní difuze

Členitost terénu

Vlečka

8. Seznam použitých zdrojů

1. KOLEKTIV AUTORŮ, Editor Klener V., *Principy a praxe radiační ochrany*. Praha: Azin CZ pro SÚJB, 2000, 619 s. ISBN 80-238-3703-6
2. KOLEKTIV AUTORŮ - VÚJE, a.s., DELTAX Systems, a.s., VF a.s., *Dokumentace skutečného provedení ISHS (informační systém havarijních středisek) v lokalitě VHPS (DPS 0.49 D)*. Praha: DELTAX Systems, a.s., 2008, 182s.
3. ČEZ – ETE, PpBZ1,2 revize 0, *Díl 2 – Charakteristiky lokality*, 47 s.
4. Ing. Tomáš Čapoun, CSc., Ing. Jana Krykorková, CSc., *Toxikologické aspekty chemických havárií – teze přednášek*. Ministerstvo vnitra Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč, 2010, 72 s.
5. RNDr. Juraj Ďúran, CSc., VÚJE Trnava 2010 (e-mail)
6. ZÁKON č. 18/1997 Sb., *o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů*. Ve znění zákona č. 223/2009 Sb. Sbírka zákonů České republiky, roč. 1997, částka 5, Praha.
7. NAŘÍZENÍ VLÁDY č. 11/1999 sb., o zóně havarijního plánování.
8. DATAZ - Databáze trigonometrických a zhušťovacích bodů [online]. [cit. 2010-03-21]. Dostupné z:
http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=709&MENUID=163&AKCE=DOC:30-ZU_DATAZ

9. Přílohy

Příloha č. 1: Vymezení pojmů a použité zkratky

Příloha č. 2: Tabulka nadmořských výšek jednotlivých bodů vymezujících zóny

Příloha č. 3: Tabulka nadmořských výšek sítě TLD – porovnání

Příloha č. 4: Přístroj GARMIN GPSMAP 176

Příloha č. 5: Mapa okolí ETE – síť TLD a SRKO

Příloha č. 6: Profily terénu středu sektorů 1 až 16, ve směru prodění (pohybu vlečky)

Příloha č. 7: Mapa - zóna 26 v osmém sektoru, největší rozdíl výšek (-528 m)

Příloha č. 8: Původní střední hodnoty převýšení terénu (503 m) používané v RTARC

Příloha č. 9: Nové střední hodnoty převýšení terénu (511 m) – vlastní měření

Příloha č. 1: Vymezení pojmů a použité zkratky

ETE	Elektrárna Temelín
GPS	Global Positioning System - vojenský polohový družicový systém
TLD	Termoluminiscenční dozimetr
TDS	Teledozimetrický systém
RAL	Radioaktivní látky
Vlečka	Oblak radionuklidů v atmosféře
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
VÚJE	Výzkumný ústav jaderné energetiky Trnava
LRKO	Laboratoř radiační kontroly
SRKO	Stanice radiační kontroly
DATAZ	Databáze bodových polí
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální

Příloha č. 2: Tabulka nadmořských výšek jednotlivých bodů vymežujících zóny

sektory	→		1		2		3		4	
↓ zóny	↓ d (km)	348.75°	0°	11.25°	22.5°	33.75°	45°	56.25°	67.5°	78.75°
	0,25	517	514	509	507	507	508	509	509	510
1	0,5	504	501	499	501	500	501	501	501	503
	0,75	496	491	483	492	501	494	488	488	492
2	1 km	487	477	470	469	475	475	475	497	497
	1,5	486	476	472	459	448	446	448	474	484
3	2	470	464	458	465	470	450	428	469	505
	2,5	467	445	452	465	471	451	426	476	514
4	3	427	415	423	459	474	458	429	479	504
	3,5	413	401	415	449	454	444	425	461	472
5	4	415	421	416	464	465	447	439	409	435
	4,5	425	414	422	434	430	424	432	404	406
6	5 km	430	411	441	409	380	377	378	369	364
	5,5	424	412	376	380	359	362	364	376	405
7	6	389	419	354	362	369	380	398	402	433
	6,5	386	385	357	436	397	413	397	415	440
8	7	364	436	361	403	407	435	410	445	483
	7,5	390	468	374	388	422	457	423	458	500
9	8	402	469	408	363	414	460	450	459	492
	8,5	412	464	436	377	426	468	463	472	479
10	9	408	476	425	374	448	466	489	481	468
	9,5	414	465	435	362	452	449	457	467	452
11	10 km	411	477	420	380	437	442	444	445	445
	11	402	460	404	383	416	431	422	446	475
12	12	403	460	402	379	416	446	440	460	486
	13	417	458	405	410	410	445	448	486	494
13	14	390	460	470	415	417	441	450	486	489
	15	402	447	475	376	431	445	439	467	447
14	16	417	470	490	402	419	444	446	437	434
	17	480	449	464	414	385	443	466	422	423
15	18	518	445	454	422	407	486	472	420	418
	19	485	455	469	425	434	501	462	440	415
16	20 km	459	445	456	429	457	512	471	435	415
	21	488	449	430	438	492	494	458	428	420
17	22	535	457	418	439	506	483	490	457	430
	23	503	473	425	429	524	475	526	478	438
18	24	476	480	429	447	488	460	493	459	408
	25	543	492	428	474	489	453	466	420	418
19	26	555	490	450	471	517	438	440	411	413
	27	532	472	495	482	495	429	443	421	420
20	28	542	455	497	489	499	446	407	411	424
	29	488	463	498	508	467	447	428	420	447
21	30 km	471	436	459	510	457	455	420	446	437
	31	486	486	483	516	450	401	405	450	443
22	32	474	486	510	496	468	400	409	444	462
	33	476	480	529	510	471	416	417	452	485
23	34	470	526	595	516	468	428	428	457	466
	35	480	517	510	523	453	424	444	469	460
24	36	500	550	549	559	461	446	458	466	473
	37	524	542	556	571	461	438	475	483	490
25	38	530	557	606	621	487	448	483	467	500
	39	526	609	660	636	529	452	501	532	504
26	40 km	526	578	687	553	534	473	522	549	546
	41	527	520	669	561	529	542	512	563	626

sektory →			5		6		7		8	
↓ zóny ↓ d (km)		78.75°	90°	101.25°	112.5°	123.75°	135°	146.25°	157.5°	168.75°
	0,25	510	510	509	509	508	506	506	505	506
1	0,5	503	505	506	504	502	502	504	504	502
	0,75	492	495	499	501	499	498	498	497	496
2	1 km	497	494	496	493	492	493	493	490	489
	1,5	484	484	492	488	487	491	492	491	485
3	2	505	502	507	503	491	470	437	471	475
	2,5	514	468	478	492	478	460	459	458	459
4	3	504	482	437	497	490	484	451	467	473
	3,5	472	457	449	455	500	454	451	495	510
5	4	435	438	442	420	475	460	496	507	474
	4,5	406	404	429	433	432	433	468	479	512
6	5 km	364	377	415	458	399	459	467	468	500
	5,5	405	378	398	438	377	452	469	455	487
7	6	433	452	384	370	391	437	430	486	474
	6,5	440	431	424	386	394	414	512	486	461
8	7	483	463	444	408	372	406	530	468	447
	7,5	500	492	489	425	443	374	483	459	448
9	8	492	494	484	466	449	369	453	460	443
	8,5	479	481	463	484	480	382	449	465	445
10	9	468	473	434	482	464	424	454	467	443
	9,5	452	481	445	458	454	450	476	469	444
11	10 km	445	490	472	479	424	422	493	469	428
	11	475	508	529	530	502	431	465	540	409
12	12	486	495	533	484	510	536	399	420	398
	13	494	491	512	539	520	541	441	442	400
13	14	489	489	482	505	546	537	485	411	381
	15	447	464	456	473	532	513	423	391	376
14	16	434	437	442	463	486	519	449	461	381
	17	423	428	435	449	468	528	490	461	381
15	18	418	423	431	439	471	539	467	446	378
	19	415	419	427	434	480	516	432	386	376
16	20 km	415	419	420	437	482	499	450	387	385
	21	420	416	416	424	480	496	449	399	381
17	22	430	407	430	426	457	503	472	398	400
	23	438	419	427	422	444	469	540	398	396
18	24	408	408	416	431	442	485	562	398	415
	25	418	416	422	430	436	490	541	405	400
19	26	413	426	411	429	446	475	537	417	402
	27	420	424	419	422	445	470	528	433	400
20	28	424	436	437	417	451	473	518	491	393
	29	447	433	432	435	441	474	510	521	442
21	30 km	437	438	440	422	433	499	497	506	494
	31	443	451	440	425	433	513	509	443	466
22	32	462	457	431	446	433	466	484	482	474
	33	485	448	426	440	435	450	496	500	449
23	34	466	437	434	448	433	478	509	537	455
	35	460	450	443	463	427	489	500	502	513
24	36	473	456	455	462	430	476	471	491	484
	37	490	464	458	440	446	466	466	474	489
25	38	500	489	462	440	443	460	453	499	482
	39	504	516	462	446	442	463	449	441	470
26	40 km	546	523	486	441	446	470	447	457	468
	41	626	508	505	462	451	454	462	499	513

sektory →			9		10		11		12	
↓ zóny ↓ d (km)		168.75°	180°	191.25°	202.5°	213.75°	225°	236.25°	247.5°	258.75°
	0,25	506	506	506	506	505	505	508	512	512
1	0,5	502	503	501	500	499	500	503	507	504
	0,75	496	493	493	494	496	497	495	494	495
2	1 km	489	487	486	487	493	498	494	488	489
	1,5	485	491	485	482	478	487	472	474	485
3	2	475	487	485	475	462	453	464	458	466
	2,5	459	468	477	463	450	454	461	447	445
4	3	473	498	493	450	439	438	437	431	440
	3,5	510	523	483	453	442	430	432	427	440
5	4	474	522	484	448	439	428	428	429	433
	4,5	512	514	462	438	431	432	425	421	428
6	5 km	500	478	461	444	422	418	425	416	429
	5,5	487	476	447	433	424	419	421	416	421
7	6	474	462	437	427	423	416	412	409	423
	6,5	461	453	439	430	412	403	408	410	436
8	7	447	434	431	420	408	405	417	423	459
	7,5	448	433	420	416	400	403	405	427	452
9	8	443	425	409	403	398	405	418	423	423
	8,5	445	430	408	402	396	398	421	434	418
10	9	443	436	407	399	399	397	422	424	411
	9,5	444	429	411	404	395	402	409	408	416
11	10 km	428	418	404	399	397	405	398	410	425
	11	409	413	402	385	395	399	400	416	440
12	12	398	390	383	386	395	408	404	397	385
	13	400	385	389	393	420	409	426	397	387
13	14	381	379	389	390	397	410	422	415	392
	15	376	385	389	402	408	414	434	423	394
14	16	381	389	397	400	429	423	450	439	395
	17	381	396	403	406	446	433	516	471	401
15	18	378	390	405	431	451	464	498	486	415
	19	376	385	410	431	469	429	527	557	404
16	20 km	385	399	413	411	450	429	528	583	414
	21	381	393	435	427	454	496	486	488	417
17	22	400	400	415	435	463	446	546	457	432
	23	396	408	426	453	500	470	539	453	469
18	24	415	415	474	482	536	539	550	432	521
	25	400	445	510	507	614	505	511	438	489
19	26	402	436	595	576	561	523	493	461	590
	27	400	475	634	603	538	543	528	526	556
20	28	393	502	589	596	584	663	596	500	523
	29	442	513	537	549	592	801	615	493	486
21	30 km	494	507	575	568	684	658	655	491	489
	31	466	488	516	640	768	770	666	492	510
22	32	474	503	545	755	714	760	545	509	546
	33	449	513	705	848	829	832	559	526	551
23	34	455	525	830	878	899	791	634	658	603
	35	513	529	958	725	820	947	900	717	579
24	36	484	521	996	777	749	888	888	682	606
	37	489	522	854	623	760	793	743	674	578
25	38	482	504	759	582	938	920	647	734	504
	39	470	496	600	638	1053	874	737	829	518
26	40 km	468	532	584	703	1017	843	737	806	559
	41	513	561	519	804	1034	821	660	793	601

sektory →			13		14		15		16	
↓ zóny ↓ d (km)		258.75°	270°	281.25°	292.5°	303.75°	315°	326.25°	337.5°	348.75°
	0,25	512	511	511	511	514	516	515	516	517
1	0,5	504	501	503	504	505	505	504	504	504
	0,75	495	499	501	503	505	504	501	499	496
2	1 km	489	492	501	501	506	501	498	493	487
	1,5	485	482	502	504	498	487	482	476	486
3	2	466	455	478	498	496	490	479	472	470
	2,5	445	449	464	491	487	501	488	490	467
4	3	440	448	449	468	487	487	477	448	427
	3,5	440	439	444	468	497	500	477	446	413
5	4	433	437	445	456	496	501	474	423	415
	4,5	428	432	448	455	500	526	519	434	425
6	5 km	429	431	456	480	540	526	548	449	430
	5,5	421	432	499	529	590	514	537	447	424
7	6	423	435	492	531	572	505	509	483	389
	6,5	436	433	499	479	564	532	467	447	386
8	7	459	436	473	507	552	558	488	491	364
	7,5	452	447	434	461	516	589	504	504	390
9	8	423	446	462	440	538	628	518	462	402
	8,5	418	428	431	420	496	624	496	452	412
10	9	411	412	401	416	477	547	474	427	408
	9,5	416	405	416	413	469	548	449	401	414
11	10 km	425	417	413	430	481	546	436	405	411
	11	440	421	407	441	436	487	490	441	402
12	12	385	386	395	379	402	569	469	416	403
	13	387	398	399	407	401	535	476	411	417
13	14	392	401	411	373	385	512	470	390	390
	15	394	411	431	377	416	509	470	411	402
14	16	395	432	426	374	395	509	460	410	417
	17	401	431	401	376	408	515	461	409	480
15	18	415	418	397	379	436	486	462	410	518
	19	404	420	434	369	414	531	475	412	485
16	20 km	414	522	421	371	379	509	528	432	459
	21	417	569	438	370	384	514	459	418	488
17	22	432	526	439	372	377	403	477	406	535
	23	469	549	448	377	381	379	469	378	503
18	24	521	531	434	370	418	399	484	393	476
	25	489	506	447	378	417	409	488	401	543
19	26	590	537	419	376	432	430	456	398	555
	27	556	506	417	399	502	418	422	398	532
20	28	523	517	435	392	492	415	418	386	542
	29	486	572	436	446	448	429	419	394	488
21	30 km	489	613	448	447	444	498	421	366	471
	31	510	592	453	420	448	498	404	413	486
22	32	546	588	460	410	453	450	395	440	474
	33	551	551	445	427	449	453	412	430	476
23	34	603	494	428	435	460	451	409	416	470
	35	579	455	398	455	465	457	426	435	480
24	36	606	483	411	434	473	441	403	425	500
	37	578	566	423	432	476	489	416	377	524
25	38	504	512	437	455	498	479	415	360	530
	39	518	469	424	476	537	503	419	425	526
26	40 km	559	502	443	482	505	418	431	385	526
	41	601	524	457	452	507	456	452	355	527

Zdroj: Google Earth - vlastní měření

Příloha č. 3: Tabulka nadmořských výšek sítě TLD – porovnání (GPS, Google, DATAZ)

Měřicí bod - TLD	GPS souřadnice	GPS 1. měření [m]	GPS 2. měření [m]	GPS průměr [m]	Google Earth [m]	DATAZ Niveláč. bod v okolí [m]
Neznašov, č. p. 71	N49°13'53" E14°22'41"	415 - 422	425 - 432	424	421	Mb1-8 424
Bohunice, SRKO	N49°12'31.7" E14°22'53.0"	400 - 408	400 - 404	403	404	PPBP 220 405
Červený Vrch	N49°12'47.7" E14°24'21.7"	432 - 436	434 - 440	436	434	PPBP 221 458
Týn nad Vltavou, úpravna vody	N49°13'43.5 E14°24'15.6"	366 - 378	366 - 372	371	366	Mb1-3.2 366
Záluží, U Válků	N49°12'13.6" E14°24' 3.3 "	469 - 471	470 - 474	471	468	Mbg-24 465
Týn nad Vltavou, mateřská školka	N49°13'31.2" E14°25'17.6"	374 - 380	382 - 386	381	379	Mbc-32.5 376
Zvěrkovice, SRKO	N49°11'49.1" E14°24'15.0"	458 - 462	455 - 460	459	457	Mg2-5.1 458
Hněvkovice, SOU	N49°11'36.0" E14°26'58.7"	380 - 384	376 - 384	381	380	Mg1-37 386
U Palečků	N49°11'34.1" E14°24'37.5"	420 - 422	418 - 422	421	422	PPBP 515 421
Přehrada Hněvkovice Povodí Vltavy	N49°10'59.0" E14°26'49.2"	368 - 376	372 - 376	373	374	Mg046-15 376
Litoradlice, č. p. 10	N49°10'28.3" E14°25'25.2"	458 - 462	459 - 463	461	458	Mg041-8 459
Litoradlice, SRKO	N49°10'26.9" E14°25'7.50"	440 - 442	441 - 445	442	436	Mg041-11 431
Hůrka, Asanace půd	N49°9'59.60" E14°24'10.6"	462 - 466	468 - 474	468	467	PPBP 502 474
Býšov, areál ČEZ	N49°9'25.40" E14°23'45.6"	446 - 452	448 - 452	450	444	PPBP 520 447
Býšov – hájenka Strouha	N49°9'20.00" E14°24'7.40"	442 - 446	445 - 448	446	443	PPBP 416 448

Coufalka - hájenka	N49° 9'3.30" E14°23'39.3"	492 - 496	493 - 495	494	491	PPBP 523 500
Coufalka	N49° 9'1.20" E14°23'38.4"	495 - 498	493 - 498	496	494	PPBP 523 500
Nová Ves, SRKO	N49°8'19.90" E14°23'2.00"	517 - 522	514 - 519	518	516	Mg3-32 515
Nová Ves, č. p. 2	N49°8'13.70" E14°23'6.70"	512 - 518	515 - 519	516	514	Mg3-30 515
Kočín, č. p. 8	N49°9'39.90" E14°21'57.8"	463 - 480	468 - 472	471	470	Mg2-17 467
Dříteň, č. p. 116	N49°8'44.00" E14°21'0.10"	444 - 447	445 - 448	446	443	Mg2-22 447
Strachovice, transformační stanice	N49°9'25.90" E14°20'57.0"	436 - 440	435 - 439	438	435	PPBP 632 438
Malešice, č. p. 36	N49°9'35.10" E14°19'49.0"	424 - 428	425 - 427	426	427	ZPBP 17 433
Malešice, statek	N49°9'50.70" E14°19'10.5"	418 - 424	419 - 422	421	421	Mg023-1 419
Sedlec, SRKO	N49°10'24.8" E14°19'43.3"	432 - 437	442 - 445	440	439	Mbg-15.1 439
Lhota Pod Horami, č. p. 27	N49°10'59.2" E14°19'1.80"	439 - 444	440 - 443	442	438	Mb017-6 439
Lhota Pod Horami RWE Transgas	N49°10'42.1" E14°18'46.4"	432 - 436	433 - 436	434	431	PPBP 502 436
Lhota Pod Horami, kravín	N49°11'13.7" E14°19'26.7"	438 - 442	449 - 451	450	449	ZPBP 7 448
Planovy, č. p. 38	N49°11'30.0" E14°19'41.6"	460 - 462	459 - 463	461	460	Mb022-7 460
Temelín, poliklinika	N49°11'32.2" E14°21'9.10"	492 - 498	495 - 497	496	494	Mg039-1 493
Temelín, meteostanice	N49°11'51.7" E14°20'30.5"	496 - 505	498 - 504	501	502	ZPBP 6.2 498
Předhájek – Všemyslice, č. p. 36	N49°12'35.8" E14°21'18.2"	432 - 440	444 - 448	441	442	PPBP 205 452

Všemyslice, č. p. 33	N49°12'58.1" E14°21'32.3"	421 – 423	424 - 427	424	422	PPBP 569 422
areál ČEZ – JETE, SRKO	N49°10'45.5" E14°22'41.3"	-	-	-	513	PPBP 512 511
České Budějovice, LRKO	N48°59'20.6" E14°27'25.5"	370 - 386	382 - 400	385	384	PPBP 897 384

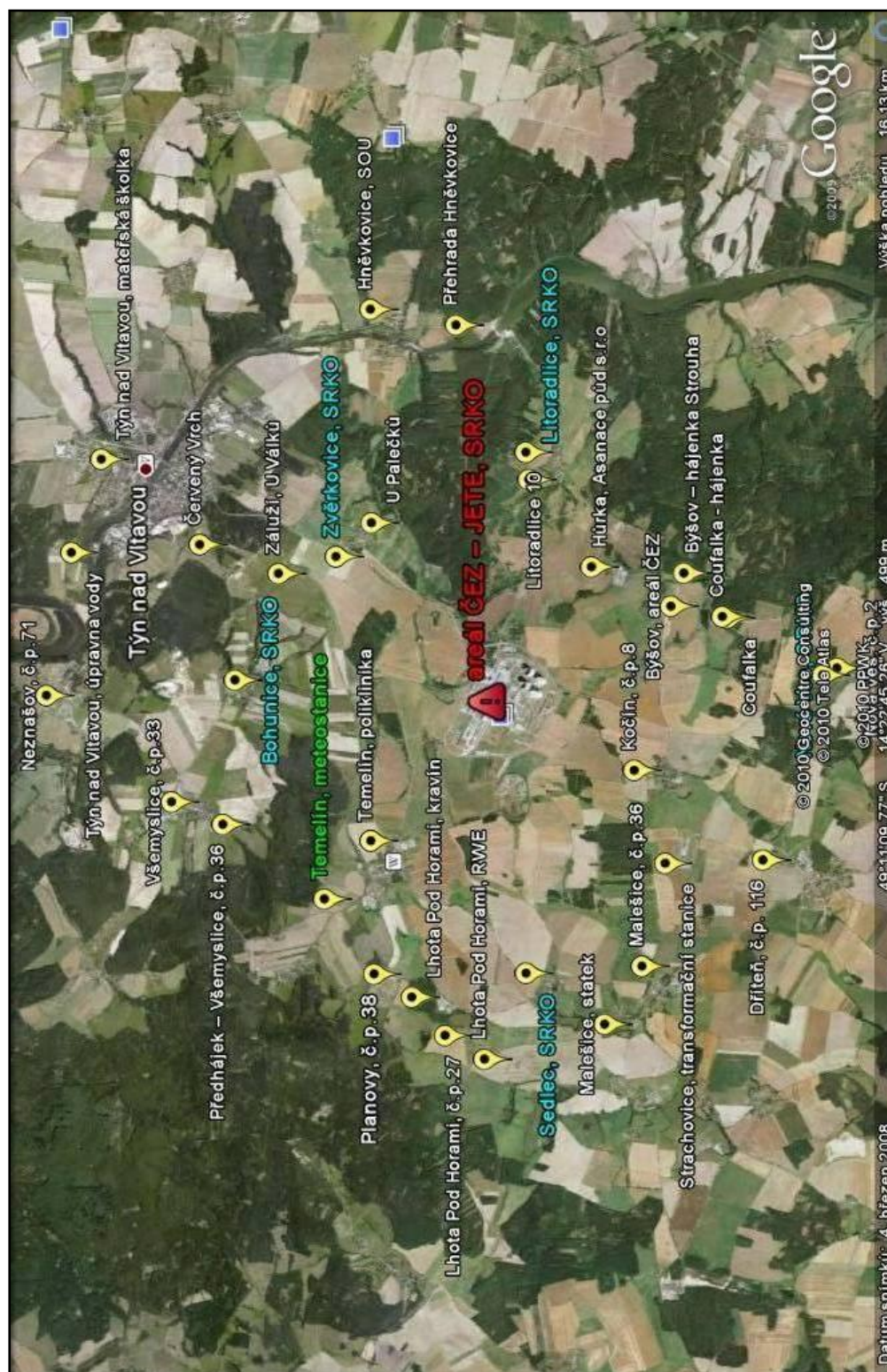
Zdroj: GPS, DATAZ, Google Earth - vlastní měření

Příloha č. 4: Přístroj GARMIN GPSMAP 176



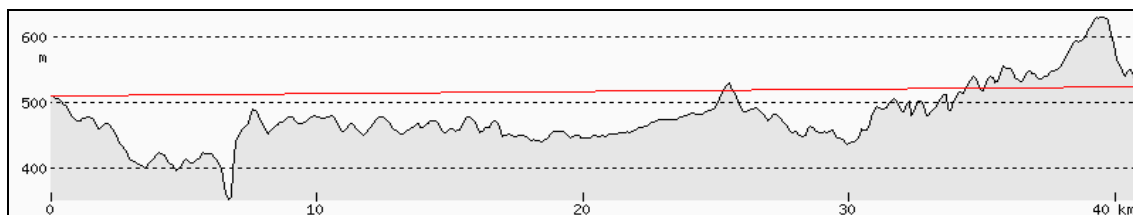
Zdroj: <http://www.gpscity.com/garmin-gpsmap-176.html>

Priloha č. 5: Mapa okolí ETE – síť TLD a SRKO



Zdroj: Google Earth – vlastní měření

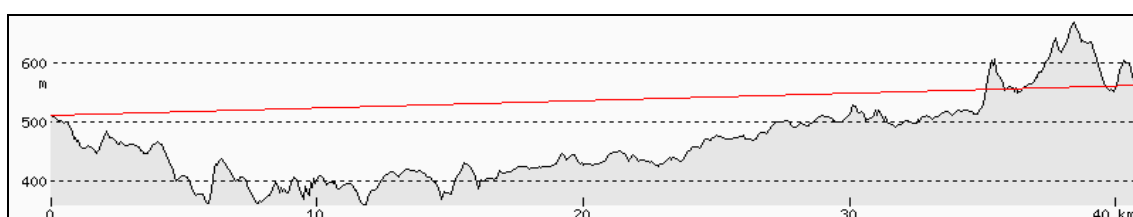
Příloha č. 6: Profily terénu středu sektorů 1 až 16, ve směru proděni (pohybu vlečky)



49° 10' 47,77" N 14° 22' 41,97" E ETE - 511 m n. m.

Sektor č. 1 0°/360° ETE → 41 km

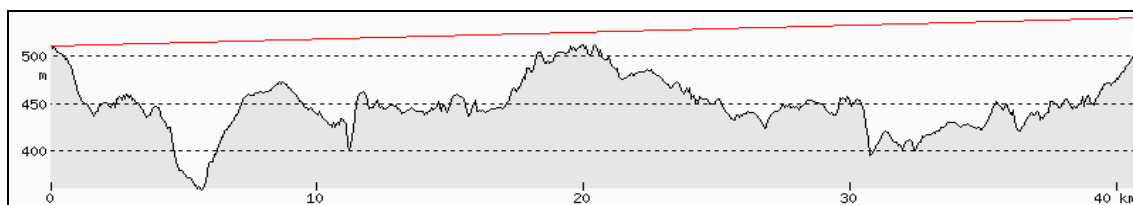
49° 32' 55,06" N 14° 22' 38,34" E 41 km - 524 m n. m.



49° 10' 47,77" N 14° 22' 41,97" E ETE - 511 m n. m.

Sektor č. 2 22,5° ETE → 41 km

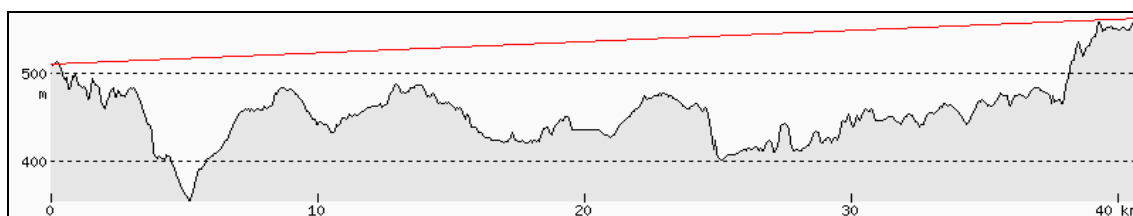
49° 31' 12,69" N 14° 35' 40,97" E 41 km - 562 m n. m.



49° 10' 47,77" N 14° 22' 41,97" E ETE - 511 m n. m.

Sektor č. 3 45° ETE → 41 km

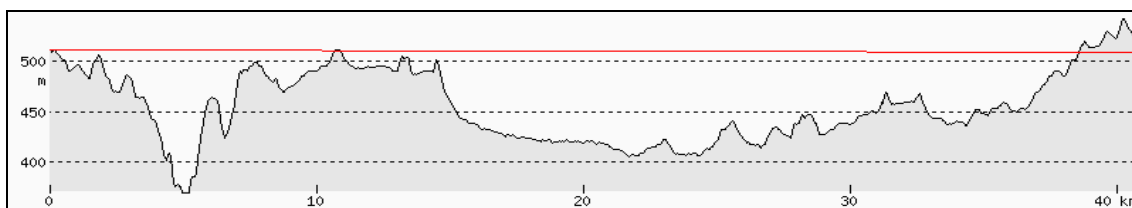
49° 26' 21,97" N 14° 46' 40,9" E 41 km - 542 m n. m.



49° 10' 47,77" N 14° 22' 41,97" E ETE - 511 m n. m.

Sektor č. 4 67,5° ETE → 41 km

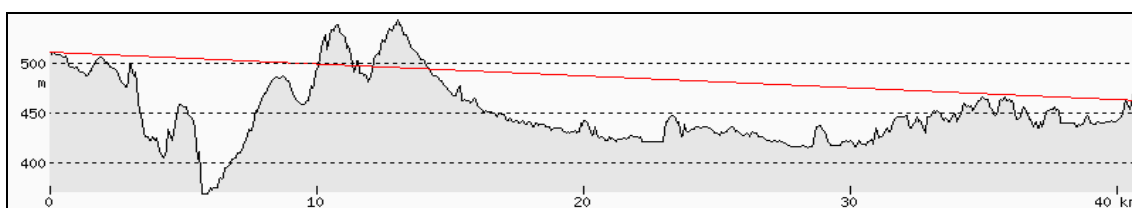
49° 19' 9,03" N 14° 53' 56,74" E 41 km - 563 m n. m.



49° 10' 47,77" N 14° 22' 41,97" E ETE - 511 m n. m.

Sektor č. 5 90° ETE → 41 km

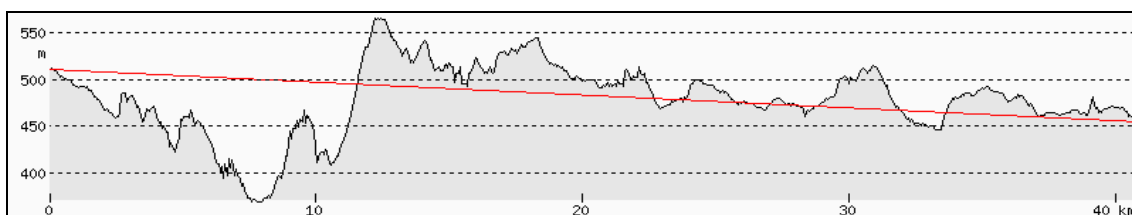
49° 10' 41,27" N 14° 56' 24,63" E 41 km - 509 m n. m.



49° 10' 47,77" N 14° 22' 41,97" E ETE - 511 m n. m.

Sektor č. 6 112,5° ETE → 41 km

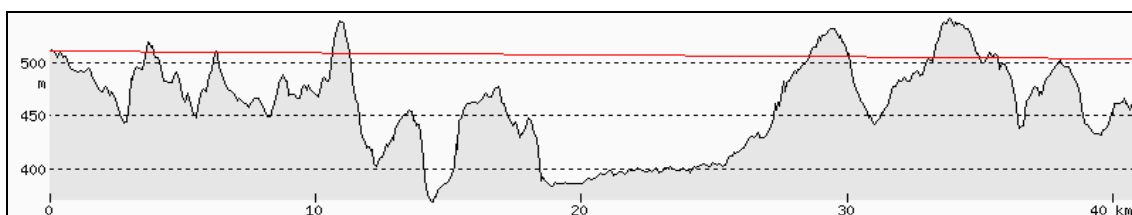
49° 2' 15,13" N 14° 53' 46,6" E 41 km - 462 m n. m.



49° 10' 47,77" N 14° 22' 41,97" E ETE - 511 m n. m.

Sektor č. 7 135° ETE → 41 km

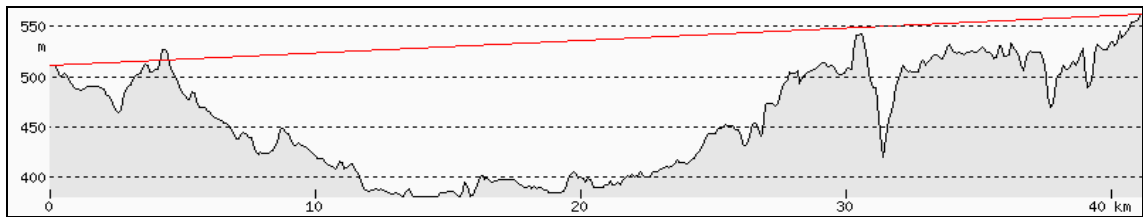
48° 55' 6,11" N 14° 46' 25,48" E 41 km - 455 m n. m.



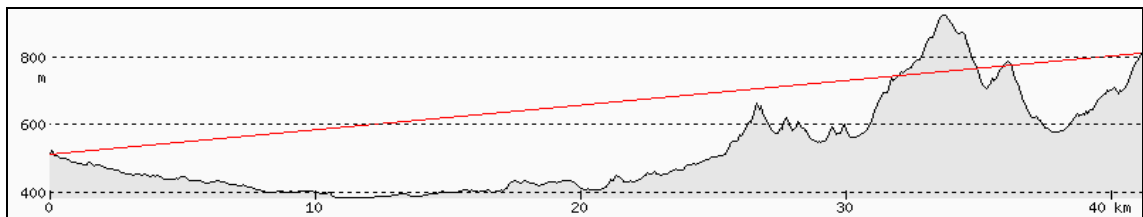
49° 10' 47,77" N 14° 22' 41,97" E ETE - 511 m n. m.

Sektor č. 8 157,5° ETE → 41 km

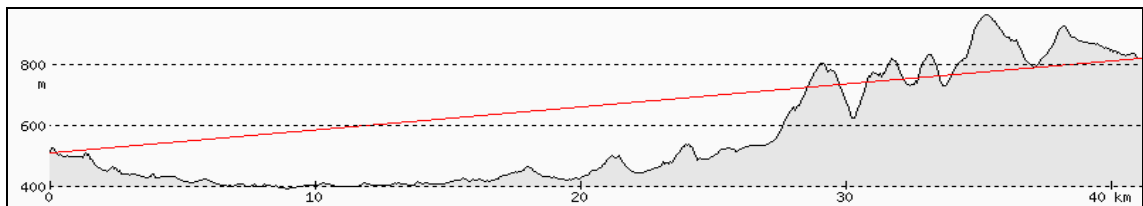
48° 50' 18,63" N 14° 35' 30,37" E 41 km - 503 m n. m.



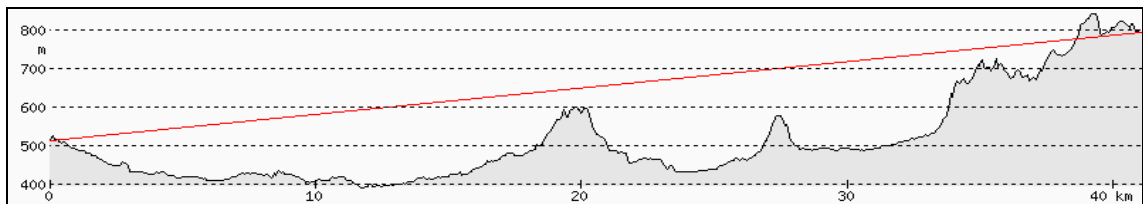
49° 10' 47,77" N 14° 22' 41,97" E ETE - 511 m n. m.
 Sektor č. 9 180° ETE → 41 km
 48° 48' 37,46" N 14° 22' 37,98" E 41 km - 563 m n. m.



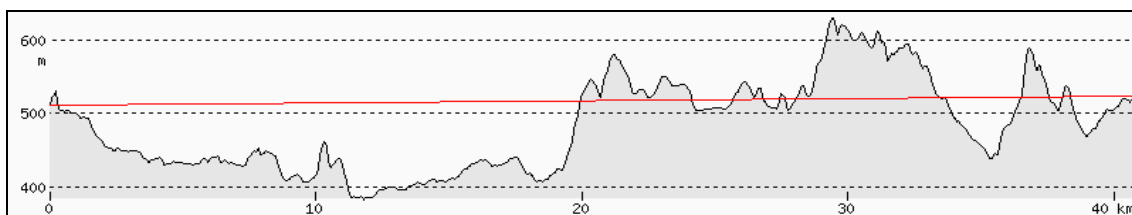
49° 10' 47,77" N 14° 22' 41,97" E ETE - 511 m n. m.
 Sektor č. 10 202,5° ETE → 41 km
 48° 50' 18,39" N 14° 9' 46,04" E 41 km - 809 m n. m.



49° 10' 47,77" N 14° 22' 41,97" E ETE - 511 m n. m.
 Sektor č. 11 225° ETE → 41 km
 48° 55' 5,75" N 13° 58' 50,68" E 41 km - 821 m n. m.



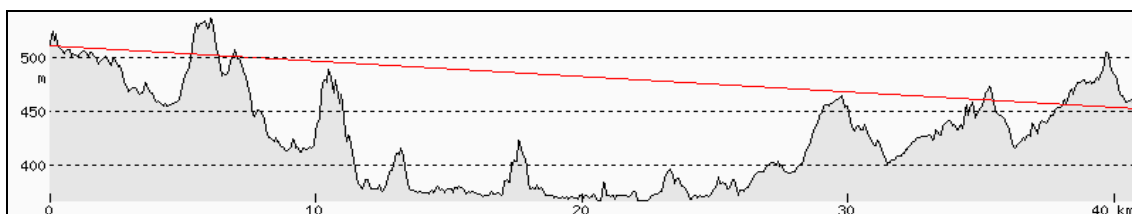
49° 10' 47,77" N 14° 22' 41,97" E ETE - 511 m n. m.
 Sektor č. 12 247,5° ETE → 41 km
 49° 2' 14,84" N 13° 51' 30,41" E 41 km - 794 m n. m.



49° 10' 47,77" N 14° 22' 41,97" E ETE - 511 m n. m.

Sektor č. 13 270° ETE → 41 km

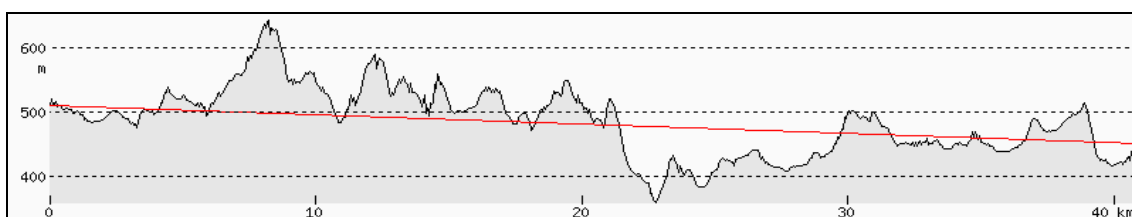
49° 10' 41,27" N 13° 48' 51,47" E 41 km - 524 m n. m.



49° 10' 47,77" N 14° 22' 41,97" E ETE - 511 m n. m.

Sektor č. 14 292,5° ETE → 41 km

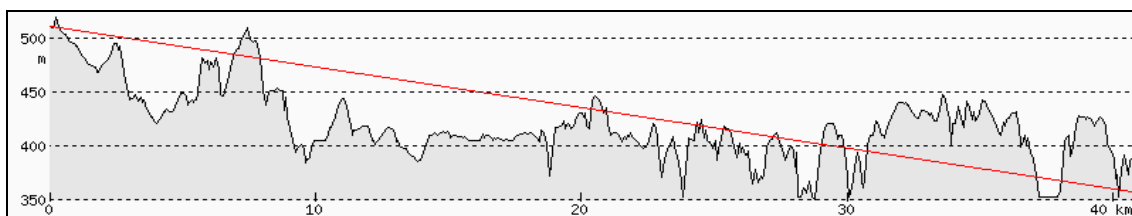
49° 19' 9,15" N 13° 51' 19,65" E 41 km - 452 m n. m.



49° 10' 47,77" N 14° 22' 41,97" E ETE - 511 m n. m.

Sektor č. 15 315° ETE → 41 km

49° 26' 21,91" N 13° 58' 35,54" E 41 km - 452 m n. m.



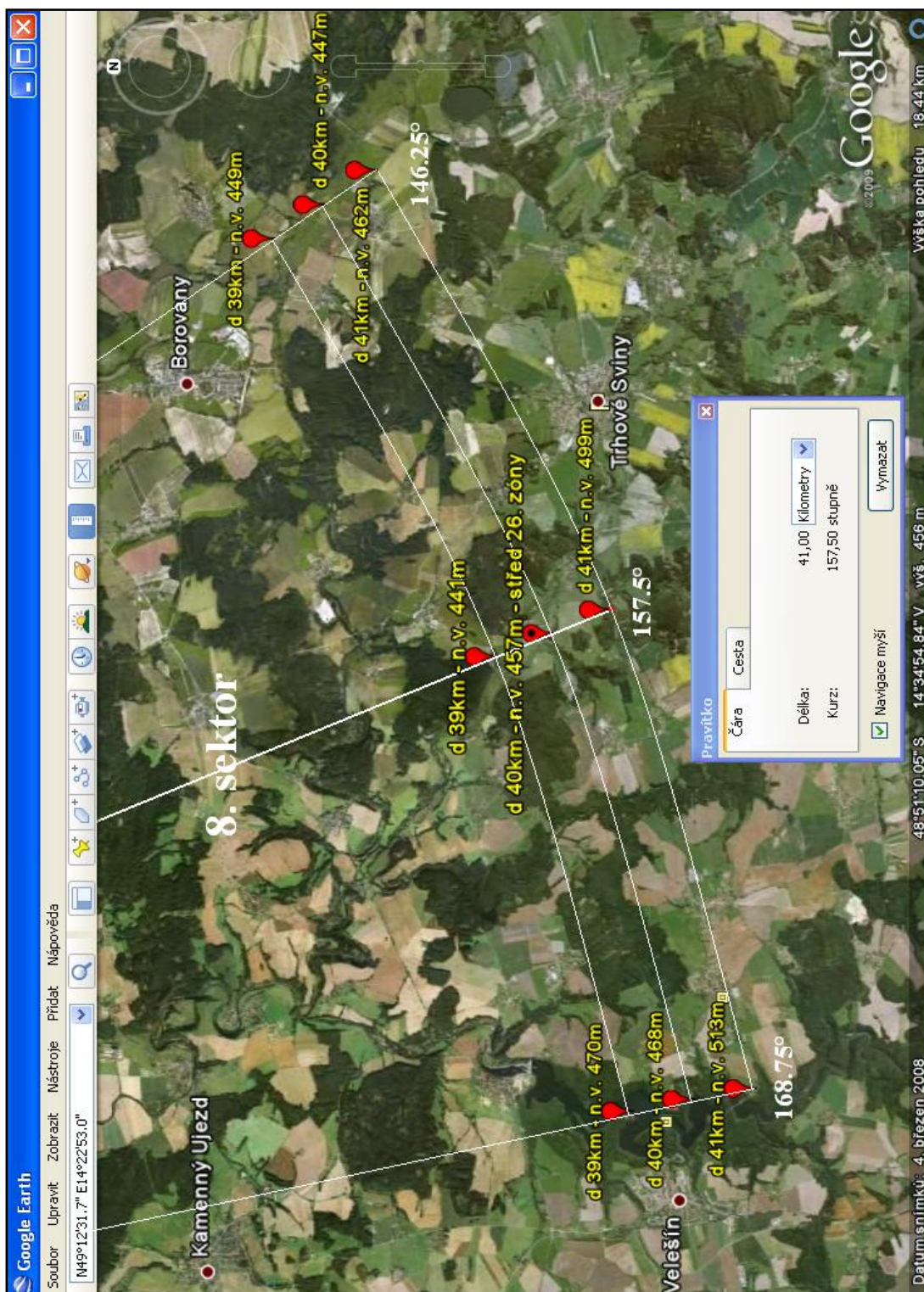
49° 10' 47,77" N 14° 22' 41,97" E ETE - 511 m n. m.

Sektor č. 16 337,5° ETE → 41 km

49° 31' 12,38" N 14° 9' 35,34" E 41 km - 356 m n. m.

Zdroj: <http://maps.google.cz/maps?ct=reset> – vlastní měření

Príloha č. 7: Mapa - zóna 26 v osmém sektoru, rozdíl nadmořských výšek (-528m)



Zdroj: Google Earth – vlastní měření

Příloha č. 8 Původní střední hodnoty převýšení terénu (503 m) používané v RTARC

Sektor	→	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
↓zóny	↓d (km)	0°	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°
1	0,5	12	12	12	12	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	12	12
2	1	12	12	12	12	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	12	12
3	2	-8	-13	-13	-8	-3	-3	-8	-13	-8	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
4	3	-33	-43	-43	-23	-3	-13	-23	-23	-38	-53	-53	-53	-53	-28	-3	-23
5	4	-43	-28	-28	-23	-13	-13	2	17	-18	-53	-53	-53	-48	-28	-3	-53
6	5 km	-38	-53	-53	-53	-53	-23	2	27	-23	-68	-68	-58	-43	17	72	-23
7	6	-83	-123	-123	-108	-93	-38	-23	-8	-38	-68	-68	-8	52	72	72	-43
8	7	-58	-63	-63	-53	-43	2	-23	-53	-58	-68	-68	-23	17	47	72	-53
9	8	-33	-38	-38	-18	2	22	47	-33	-53	-68	-68	-38	-3	47	97	-33
10	9	-18	-21	-21	-11	-1	27	32	-18	-46	-71	-71	-53	-31	34	99	-18
11	10 km	-3	-3	-3	-3	-3	32	17	-3	-38	-73	-73	-68	-58	22	102	-3
12	12	-33	-38	-38	12	62	72	17	-38	-68	-93	-93	-73	-53	7	67	-28
13	14	-8	-28	-28	2	27	47	-3	-53	-58	-63	-63	-68	-73	22	122	7
14	16	-13	-28	-28	-23	-23	67	-3	-78	-68	-58	-58	-48	-38	22	82	2
15	18	-11	-16	-16	-23	-33	49	-11	-71	-38	-3	-3	22	49	77	104	-6
16	20 km	-8	-3	-3	-23	-43	32	-18	-63	-8	52	52	92	137	132	127	-13
17	22	-2	8	8	-15	-38	47	-8	-58	32	127	127	133	145	147	165	-12
18	24	4	19	19	-7	-33	62	2	-53	72	202	202	174	153	162	203	-11
19	26	12	32	32	2	-28	77	12	-48	112	277	277	217	162	87	12	-8
20	28	24	19	19	-6	-31	67	79	94	197	302	302	237	172	94	29	9
21	30 km	37	7	7	-13	-33	57	147	237	282	327	327	257	182	102	47	27
22	32	64	42	42	13	-15	57	181	288	324	360	360	304	220	125	61	55
23	34	91	77	77	39	3	57	215	339	366	393	393	351	258	148	75	83
24	36	118	112	112	65	21	57	249	390	408	426	426	398	296	171	89	111
25	38	145	147	147	91	39	57	283	441	450	459	459	445	334	194	103	139
26	40 km	172	182	182	117	57	57	317	492	492	492	492	492	372	217	117	167

Zdroj: metodika RTARC – soubor Teren.inp

Legenda:

d – vzdálenost středů zón od prvního výrobního bloku reaktoru ETE

Hodnoty převýšení terénu (503m – první blok reaktoru ETE) kladné (červené) znamenají převýšení nad terénem.

Hodnoty převýšení terénu (503m – první blok reaktoru ETE) záporné (černé) znamenají převýšení pod terénem.

Příloha č. 9 Nové střední hodnoty převýšení terénu (511 m) – vlastní měření

Sektor	→	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
↓zóny	↓d (km)	0°	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°
1	0,5	-9	-11	-10	-10	-8	-7	-8	-9	-10	-11	-10	-8	-7	-5	-3	-5
2	1	-29	-37	-39	-28	-18	-17	-17	-19	-22	-23	-21	-24	-17	-9	-13	-20
3	2	-45	-49	-62	-42	-18	-20	-43	-38	-32	-38	-46	-47	-41	-20	-21	-32
4	3	-82	-60	-63	-46	-38	-36	-41	-42	-24	-50	-68	-71	-65	-38	-22	-52
5	4	-95	-72	-71	-80	-74	-63	-48	-23	-13	-58	-79	-82	-73	-43	-12	-64
6	5 km	-94	-108	-121	-122	-114	-91	-71	-33	-29	-71	-87	-89	-69	-11	22	-43
7	6	-122	-134	-29	-108	-95	-115	-80	-38	-51	-81	-96	-94	-59	17	21	-57
8	7	-120	-117	-93	-70	-48	-90	-74	-34	-70	-91	-104	-85	-59	-13	19	-62
9	8	-86	-110	-68	-45	-25	-46	-79	-55	-82	-105	-106	-86	-73	-45	34	-51
10	9	-74	-96	-53	-41	-47	-48	-63	-54	-83	-109	-107	-93	-96	-73	-2	-74
11	10 km	-79	-101	-72	-61	-34	-34	-54	-45	-93	-112	-111	-97	-93	-77	-29	-83
12	12	-88	-108	-81	-49	-11	7	-28	-76	-114	-117	-105	-105	-109	-104	-37	-75
13	14	-75	-88	-75	-44	-31	-4	-7	-94	-125	-114	-95	-101	-108	-111	-47	-85
14	16	-56	-83	-76	-69	-70	-44	-21	-87	-122	-102	-72	-75	-97	-111	-51	-75
15	18	-42	-81	-60	-73	-87	-63	-20	-84	-119	-83	-41	-36	-98	-110	-46	-54
16	20 km	-51	-63	-35	-73	-92	-67	-32	-103	-114	-78	-37	-22	-62	-113	-45	-49
17	22	-47	-55	-17	-53	-88	-75	-32	-85	-105	-66	-22	-35	-35	-113	-84	-52
18	24	-39	-52	-25	-55	-92	-81	-21	-60	-79	-11	18	-22	-23	-103	-84	-52
19	26	-16	-33	-48	-83	-92	-82	-26	-60	-34	60	24	-1	-15	-90	-69	-45
20	28	-17	-19	-60	-86	-81	-78	-32	-40	-13	69	96	25	-17	-70	-71	-67
21	30 km	-37	-28	-74	-78	-71	-78	-32	-23	-7	92	179	33	0	-68	-66	-82
22	32	-22	-18	-85	-70	-62	-77	-42	-33	7	191	205	34	11	-70	-71	-74
23	34	-2	-3	-72	-58	-61	-72	-42	-15	98	321	290	125	-11	-71	-69	-72
24	36	14	5	-60	-42	-80	-64	-48	-23	141	296	321	196	-11	-70	-61	-68
25	38	57	59	-36	-18	-28	-62	-57	-42	64	245	318	152	-19	-49	-41	-67
26	40 km	78	84	-1	28	9	-51	-57	-44	16	261	353	182	-11	-35	-41	-61

Zdroj: Google Earth - vlastní měření

Legenda:

d – vzdálenost středů zón od prvního výrobního bloku reaktoru ETE

Hodnoty převýšení terénu (511m – první blok reaktoru ETE) kladné (červené) znamenají převýšení nad terénem.

Hodnoty převýšení terénu (511m – první blok reaktoru ETE) záporné (černé) znamenají převýšení pod terénem.

