

APLIKACE SYSTÉMU HAVAR-RP V OBLASTI RADIAČNÍ OCHRANY

Srovnávací úlohy a analýzy některých scénářů úniku

Vypracovali: Ing. Emilie Pechová
Ing. Petr Pecha, CSc.
Mgr. Róbert Kelemen

Stav k únoru 2006

Anotace

Průběžná validace a srovnávací výpočty jsou nedílnou součástí vývoje každého kódu. V případě produktu HAVAR-RP lze jmenovat jako první studii [5], která příslušela dokladování způsobilosti první verze kódu nazvaného HAVAR, z něhož vycházel vývoj nové verze HAVAR-RP. Pokračováním studie [5] pro nový kód je tato práce, která provádí ověřování kompatibility nové verze HAVAR-RP s původní verzí produktu HAVAR, srovnávání vlivu neurčitosti při parametrizaci dílčích submodelů (nedokonalost fyzikálního popisu skutečných dějů), srovnávání výsledků referenčních variant s příbuznými kódy používanými v oboru (COSYMA, RODOS PV 5, v jednom případě RTARC) a výpočty speciálních scénářů (scénáře definované pro společné česko-rakouské cvičení v rámci procesu z Melku, šíření exhalací při extrémně nízkých rychlostech větru, analýza dlouhodobých úniků). Zde shromážděné údaje je nutno chápat jako výsledky podrobných analýz, jejichž metodika je popsána v dílčích metodických zprávách a zde na tyto odkazujeme příslušnými citacemi. Tvoří nedílnou součást k výsledům presentovaným v této práci.

OBSAH

1	<i>Ověření funkčnosti nového algoritmu gaussovského modelu vlečky segmentovaného podle hodinových meteorologických sekvencí.....</i>	3
2	<i>Srovnávací studie dílčích scénářů úniku aktivity s mezinárodními kódy COSYMA resp. RODOS</i>	16
2.1	Srovnání výsledků s kódy COSYMA/MACCS prováděná v rámci účasti autorů na IMUG User Group	16
2.2	Vážná havárie se scénářem ETE 1A.....	17
2.3	Testování efektu významného zastoupení vzácného plynu Xe-133 ve scénáři SKODA-Plzen_Xe133	19
3	<i>Užití HAVAR-RP pro scénář česko-rakouského cvičení STEP-II b.....</i>	24
3.1	Stručný popis scénáře havárie	24
3.2	Zdrojový člen	25
3.3	Výběr meteorologických sekvencí.....	28
3.4	Spotřební koše	31
3.5	Výsledky výpočtů.....	35
3.6	Porovnání výsledků výpočtů STEP II b provedených programy HAVAR a HAVAR-RP.....	47
4	<i>Návrh atlasu výsledků ingesčního modelu.....</i>	51
5	<i>K nestandardním únikům aktivity při abnormálních meteorologických podmínkách. 67</i>	67
5.1	Šíření radioaktivního znečištění při nízkých rychlostech větru až bezvětří.....	67
5.2	Odhady radiačního zatížení při dlouhodobých únicích radioaktivity do životního prostředí	70
6	<i>Reference</i>	74

1 Ověření funkčnosti nového algoritmu gaussovského modelu vlečky segmentovaného podle hodinových meteorologických sekvencí

Jedním ze základních cílů vývoje produktu HAVAR-RP bylo vypracování a implementace modelu šíření exhalací, který by byl schopen dostatečně přesně respektovat dynamiku úniku škodlivin a současně na určitém stupni zahrnout proměnnou meteorologii (zatím na úrovni hodinových meteosekvencí). Vzhledem k tomu, že nový kód je určen nejen pro deterministické výpočty, ale i pro pravděpodobnostní odhady, musí být takový algoritmus vyhovující i po stránce rychlosti výpočtu.

Je třeba mít na paměti, co je míněno pod pojmem „proměnné meteorologické podmínky“. Lze se setkat se scénáři:

- i. Neměnné meteorologické podmínky během celého šíření úniku nad terénem – v tomto případě je šíření exhalací popsáno Gaussovou rovnicí přímočarého šíření.
- ii. Použije se technika dekompozice celého úniku do několika ekvivalentních segmentů úniku (dále použijeme zkratku SM – Segmentovaný Model). Šetří se nezávisle každý segment za předpokladu, že daný segment úniku se celou další dobu šíří v jeho neměnném původním směru. Šíření exhalací v každém segmentu je popsáno Gaussovou rovnicí přímočarého šíření. Výsledné hodnoty se získají superpozicí dílčích veličin z jednotlivých segmentů.
- iii. Použije se struktura SM, přičemž se respektuje realističtější předpoklad o charakteru meteorologických změn podle schématu „konstantní v prostoru – proměnné (skokově) s časem“ (jedná se o skokové časové změny meteorologie od segmentu k segmentu, které se aplikují bezprostředně v celém prostoru kolem zdroje úniku). Každý segment úniku se tedy postupně vyšetřuje v každé jeho následující fázi pohybu, pro kterou jsou předepsány nové změny meteorologie. Výsledky jsou pak dány superpozicí výstupů všech segmentů ze všech jejich fází.
- iv. Pro analýzu šíření je k dispozici podrobnější časový i prostorový popis meteorologické situace. Pro schéma SM to znamená, že dílčí fáze jednotlivých segmentů se šíří podle aktuální meteosituaace, která se tedy obecně mění jak v čase tak prostoru.

Respektování proměnné meteorologie je inherentním rysem PTM modelů (Puff Trajectory Model), kdy únik je rozdělen na velké množství ekvivalentních elementárních obláček a pro každý obláček (ekvivalentní několikaminutovému úniku) se při jeho unášení nad terénem modeluje disperze škodlivin v atmosféře a jejich depozice na terénu. Na druhé straně hlavní nevýhodou je nutnost generovat a sledovat velký počet takových obláček, což vede k dlouhým dobám výpočtů.

Původní verze programu HAVAR uvažovala model přímočarého šíření gaussovské vlečky, kdy se předpokládá, že daný segment úniku se celou další dobu šíří v neměnném původním směru. Bylo možno zahrnout shora citované scénáře i) a ii). Zvláště druhý scénář ii) je důležitý pro konzervativní odhady radiologického rizika (kumulace úniku do jediného směru pro nejhorší rozptylové podmínky a atmosférické srážky). Na druhé straně je zřejmé, že pro konkrétní meteorologickou situaci je nezbytné přejít minimálně ke scénářům iii). To bylo také u nového kódu HAVAR-RP provedeno, přičemž jsou respektovány zvyklosti poskytování předpovědí české meteorologické služby. Konkrétně je využit fakt, že na meteověžích v JE Temelín a JE Dukovany jsou jednak měřeny a zaznamenávány meteorologické údaje a dále

pro obě lokality jsou generovány hodinové předpovědi meteositace (časové řady „*směr větru, rychlost větru, kategorie stability, srážky*“).

Jinými slovy řečeno, jsou k dispozici meteodata pro realizaci scénáře iii) a tato strategie je v novém kódu HAVAR-RP plně implementována. V příslušných kapitolách popisu nového algoritmu SM jsou popsány jeho detaily. Zde se omezíme na konstatování, že první (základní) fáze pohybu každého segmentu je modelována jako konečná hodinová „gaussovská kapka“, kdy pro popis jejího „rozpliznutí“ v horizontálních směrech je využito výsledků časového integrálu fiktivních dílčích 3-D obláčků. Je to tedy určitá hybridní „Plume-Puff“ metodika, která je použita též v systému RODOS (atmosférický model ATSTEP [14]). Tento první krok se děje na základě výpočtů krátkodobé kinetiky s parametrem $KRK=1$ pro dobu pohybu 1. fáze rovnou 1 hodině (popsáno v metodickém manuálu systému HAVAR [15]).

Tento princip byl využit i v novém kódu HAVAR-RP, nicméně další postup je vlastní (nehledě na to, že detailní popis na příklad algoritmu ATSTEP nebyl autorovi znám a není doposud k dispozici). Hodnoty koncentrací a jejich časových integrálů jsou počítány na základě poměrně komplikované geometricko-fyzikální procedury elementárních driftů gaussovské kapky s postupnou superpozicí hodnot ve všech bodech polární výpočtové sítě. K ochuzování koncentrace aktivity v kapce dochází v důsledku disperze, radioaktivního rozpadu, suchého vypařování a vymývání srážkami.

Pokud je takto zaváděn algoritmus pro popis šíření radionuklidů atmosférou s novou možností zahrnutí hodinových změn meteorologické situace, pak je nezbytné odladit kód a doložit jeho korektní výsledky. Pro tuto proceduru byly využity jako referenční kódy:

- HAVAR – původní standardizovaná verze kódu pro varianty přímočarého šíření exhalací, která byla v minulosti srovnávána s ostatními kódy (COSYMA, RODOS, HERALD, ESTE), přičemž výsledky srovnání jsou zdokumentovány.
- Speciální využití kódu COSYMA pro srovnávací analýzy, které byly publikovány v roce 2002 na konferenci v Monaco [6] a jejichž některé výsledky jsou zaneseny do následujících grafů.

Srovnávací analýza vychází z předpokládaného faktu, že nový SM algoritmus musí ve speciálním případě simulovat přímočaré šíření vlečky. A to konkrétně v případě, kdy budeme například definovat následující scénář úniku:

- 1) Celý únik je reprezentován jediným hodinovým unikem
- 2) Tento jediný segment postupuje ve všech svých dalších hodinových fázích v tomtéž původním směru a se stejnými dalšími vstupními parametry
- 3) Po odeznění úniku (kdy poslední hodinová fáze dosáhne vzdálenosti 100 km od zdroje (neboli „vystoupí“ z obrazovky) musí být základní výsledné veličiny (které jsou základními řídicími veličinami pro výpočty všech dalších následných radiologických důsledků) souměřitelné. Jedná se o časové integrály přízemní objemové aktivity ve vzduchu, depozici aktivity na povrchu a její časový integrál.

Při volbě vstupních parametrů pro testovací varianty se vycházelo (též z důvodu kontinuity komparativní procedury) z variant, jejichž výsledky již byly publikovány na mezinárodní úrovni (Melkský proces v Praze v září 2002 [3, 4], konference v Monaco [6] - 4-th Int.

MACCS UG Meeting, Sept. 6, 2002, Principality of Monaco). Byl zvolen scénář Large Break Loss Of Coolant Accident (LB-LOCA) definovaný pro PWR např. v Safety Report Series No.30 (Accident Analysis for Nuclear Power Plants with Pressurized Water Reactors). Základní parametry jsou patrné z následujícího vstupního souboru HIN00.DAT (jeho struktura popsána v uživatelském manuálu):

```
25 skoku, Monaco: prsi 5mm>, 1 puf, 3 nuklidy,KRK=1
9.8..2005, model=2 45M, KFK, kat D(5 m/s), unik 1 hod
  2
  1
35 35
  0 0 1
  1 0
D 0
    45.0 8
    86400. 180.0 365.0
    1.0
    1.0000
  1
  5.0000
D
  1.0000
    0.0
    0.0
    45.0
100.
507.
200.0
F
T 1
    0.0
    1.6
    0.0
1.0 2.0 2.0 5.0 2.0 1.0
50. 75. 25. 75. 10. 35. 175. 190. 60. 20. 75. 65. 60. 35. 35. 15.
44. 23. 23. 41. 66. 66. 154. 154. 45. 45. 13. 45. 45. 66. 66. 46.
6
0
1
    0.00070    0.00150    0.00200    0.00750    0.00050
    0.00080    0.00250    0.00300    0.00850    0.00080
    0.00100    0.01500    0.02000    0.07300    0.00500
    0.00050    0.00015    0.00020    0.00075    0.00050

SEGMENT      : srazky a uniky:
  5.00    5.00    5.00    5.00    5.00    5.00    5.00    5.00    5.00    5.00
  5.00    5.00    5.00    5.00    5.00    5.00    5.00    5.00    5.00    5.00
  5.00    5.00    5.00    5.00    5.00    5.00    5.00    5.00    5.00    5.00
  5.00    5.00    5.00    5.00    5.00
I131      1.28E+11
XE133     4.0900E+12
CS137     1.85E+10
```

Během variantních výpočtů se nemění následující hlavní vstupy:

Trvání úniku: 3600 sec

Celkový únik aktivity: I131 1.28E+11 Bq
 (uvažovány 3 nuklidy) Xe133 4.09E+12 Bq
 Cs137 1.85E+10 Bq

Směr úniku 180 DEG - směr 1 - únik na sever (úhel, odkud fouká vítr)

Výška úniku 45 m
 Blízkostojící objekt výška=50m
 šířka=45m

Vytékající vzdušiny:

Tepelná vydatnost QH=0 kW

Vertikální rychlost VS=0 m/s

..... atd

Pro účely jednoznačnějšího srovnání s jinými kódy jsou všechny výpočty prováděny pro plochý a hladký terén (typ zemského povrchu = grass). Rychlosti suchého vypadávání nuklidů $v_g = 0.015$ m/s pro elementární jód a 0.0015 m/s pro aerosolovou formu. Pro vymývání radionuklidů atmosférickými srážkami je použita mocninová závislost (v korespondenci s programy COSYMA nebo RODOS):

$$\Lambda = a \cdot g^b$$

kde:

frakce	a	b
elementární jód	8,0E-5	0,6
organický jód	8,0E-7	0,6
aerosoly	8,0E-5	0,8

Během variantních výpočtů se mění následující vstupní proměnné:

- Kategorie stability atmosféry (A, D, F)
- Střední rychlost advekčního pohybu vlečky nad terénem (doporučované hodnoty podle kategorií stability)
- Model atmosférické disperze (KFK pro drsný terén, SCK/CEN pro hladký terén střeoevropského typu)
- Intenzita atmosférických srážek (0 až 5 mm/hod)

Meteorologický soubor pro segmentovaný model má název METEO.WEA (viz následující výpis) a v něm jsou zadány směry a rychlosti postupu (3. a 4. sloupec) v jednotlivých fázích (hodinách od úniku – 2. sloupec), kategorie stability atmosférického zvrstvení (5. sloupec) a srážková intenzita v mm/hod (6. sloupec).

METEOSEKVENCE

1.00	0.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	1.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	2.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	3.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	4.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	5.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	6.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	7.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	8.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	9.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	10.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	11.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	12.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	13.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	14.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	15.00	180.00	1.00	F	0.00

1.00	16.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	17.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	18.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	19.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	20.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	21.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	22.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	23.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	24.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	25.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	26.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	27.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	28.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	29.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	30.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	31.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	32.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	33.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	34.00	180.00	1.00	F	0.00
1.00	35.00	180.00	1.00	F	0.00

K zobrazovaným veličinám zdůrazňujeme, že jde o **hodnoty pod osou postupujícího mraku**, v našem případě konkrétně ve zvoleném směru sever. Dále je třeba mít na paměti, že se nejedná o kompletní analýzu všech možných variant. Zde jsou vybrány hodnoty vstupů s ohledem na srovnávací proces. Nulový vzhnos vytékajících vzdušín a efekt blízko stojících objektů (ty strhnou vlečku z původní výšky zdroje 45 m asi na hodnotu H_{ef} kolem 25 metrů) způsobí posunutí maxim hodnot až k nejbližšímu okolí zdroje, což je pro srovnávání záměrem.

Programem HAVAR-RP byly provedeny výpočty časového integrálu přízemní objemové aktivity (TIC - time integrated concentration) a aktivity usazené na zemském povrchu (DEPO) pro kategorie počasí podle Pasquillova třídění A, D a F a kategorii D se srážkami. Výsledky výpočtů byly porovnány s výpočty prováděnými v rámci srovnávacích úloh pro melkský proces a publikovanými v září r.2002 na workshopu v Praze.

Obrázky 1 – 9 znázorňují časový integrál přízemní objemové aktivity ve výše uvedených kategoriích počasí a pro různé modely výpočtu disperzních parametrů (KFK – drsný terén a SCK/CEN – hladký terén). Označení „Gauss přímočarý“ znamená přímočaré šíření gaussovské vlečky, kdy se předpokládá, že daný segment úniku se celou další dobu šíří v neměnném původním směru. Stejným způsobem byly prováděny výpočty v původním programu HAVAR. Označení „segmentovaný“ znamená vypuštění jednoho hodinového úniku, jak bylo popsáno výše pod body 1 – 3.

V obrázku 7 je pro kategorii F a model výpočtu disperzních parametrů KFK provedeno srovnání s výsledky výpočtů původním programem HAVAR a programem COSYMA, jak byly prezentovány na konferenci v Monaku a při výpočtech v rámci melkského procesu.

Obrázek 9 provádí srovnání výpočtů časového integrálu přízemní objemové aktivity pro model KFK a kategorie počasí A, D, D se srážkami 5 mm/h a F.

Obrázky 10 – 13 se zabývají aktivitou deponovanou na zemském povrchu, přičemž obrázek 10 porovnává výsledky jednotlivých modelů výpočtu disperzních parametrů KFK a SCK/CEN a přímočarého a segmentového šíření vlečky úniků při kategorii počasí D.

Obrázky 11 a 12 zahrnují i porovnání s výpočty programem HAVAR a COSYMA pro kategorii počasí D se srážkami 5 mm/h a pro kategorii F. Obrázek 13 porovnává výpočty segmentovaným programem HAVAR-RP (model výpočtu disperzních parametrů KFK) pro kategorie počasí D, D se srážkami 5 mm/h a F pro radionuklidy I-131 a Cs-137.

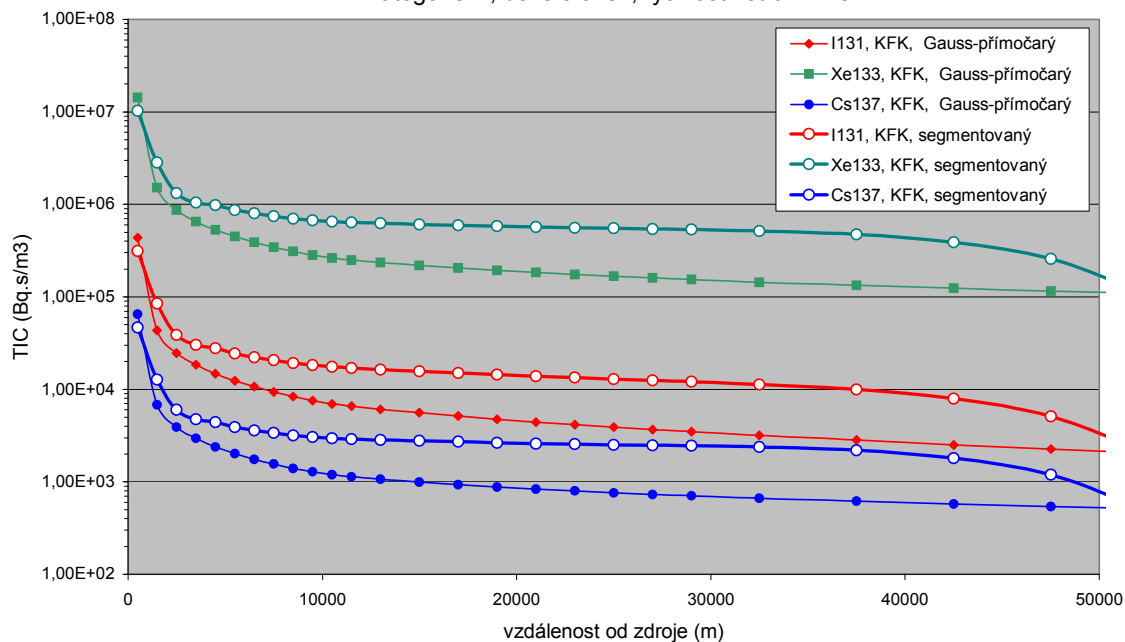
Obrázek 14 znázorňuje porovnání 2-denních efektivních dávek počítaných programy HAVAR, COSYMA a segmentovaným modelem programu HAVAR-RP pro kategorii počasí F a rychlost větru 1 m/s.

Obrázek 15 porovnává roční efektivní dávku bez ingesce, počítanou programy HAVAR, COSYMA a segmentovaným modelem programu HAVAR-RP pro kategorii počasí F a rychlost větru 1 m/s a roční efektivní dávku včetně ingesce (resp. úvazek efektivní dávky z ročního příjmu), počítanou programy HAVAR a HAVAR-RP.

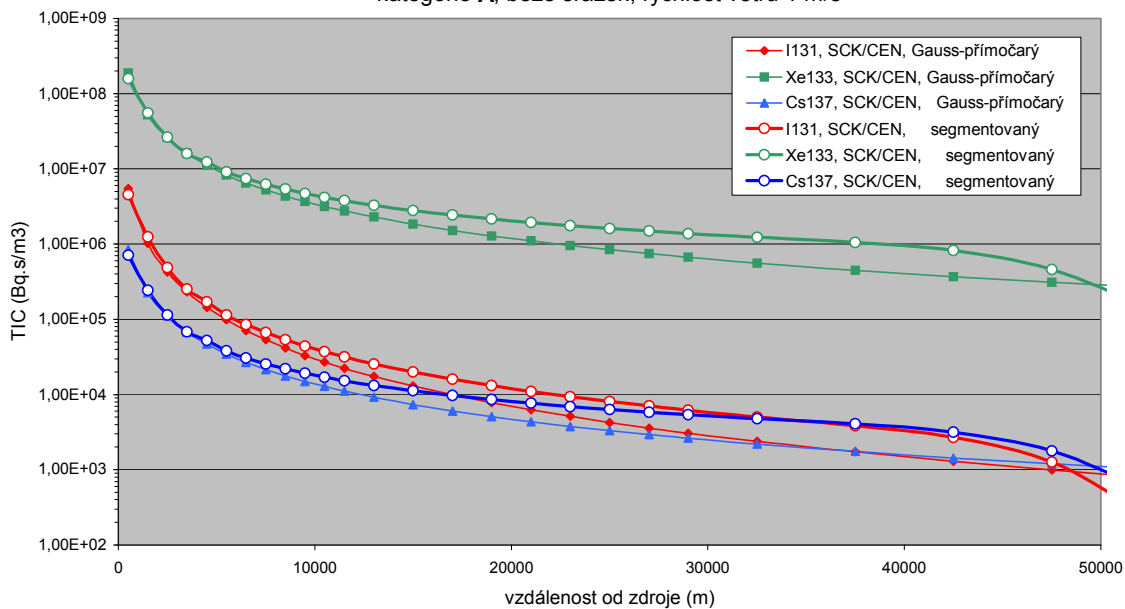
Obrázek 16 porovnává úvazek efektivní dávky z ročního příjmu, počítaný segmentovaným modelem programu HAVAR-RP pro kategorii počasí F, rychlost větru 1 m/s a s rozptylovými koeficienty podle KFK nebo SCK/CEN s úvazkem efektivní dávky z 50-letého příjmu, počítaným programy HAVAR, COSYMA a HAVAR-RP. V případě HAVAR a HAVAR-RP je uvažován spád 1.7., při výpočtu programem COSYMA letní spád.

Ve všech výpočtech dávek resp. dávkových úvazků se jedná o dávky pro dospělé.

Obr.1: Časový integrál přízemní objemové aktivity pod osou mraku - TIC (Bq.s/m³)
 HAVAR-RP, model KFK (urban)
 kategorie A, beze srážek, rychlost větru 1 m/s

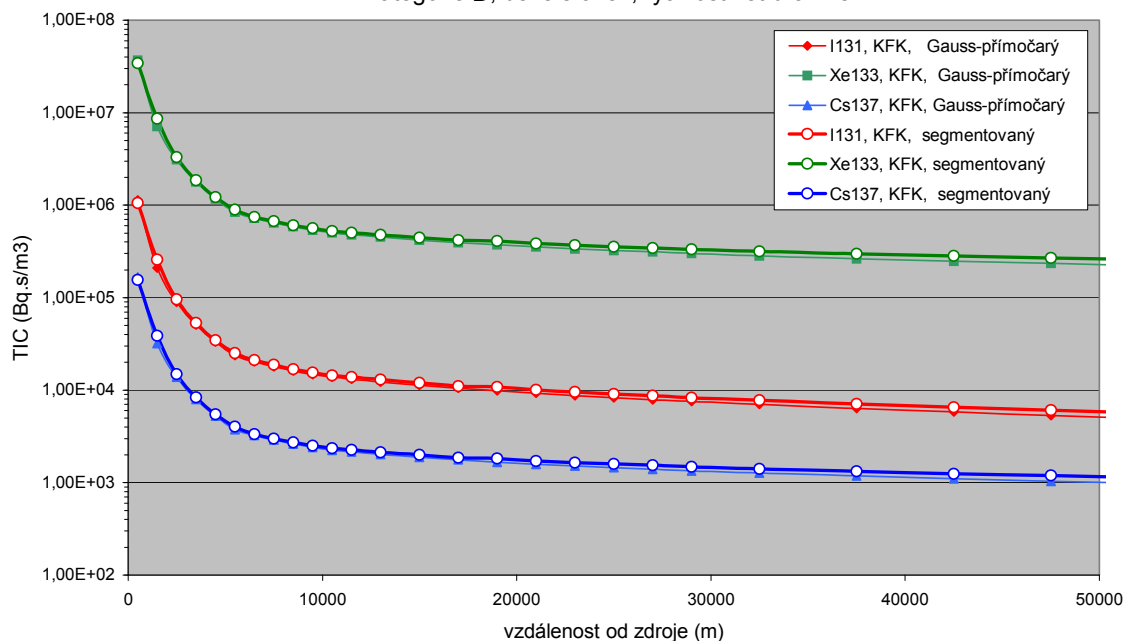


Obr.2: Časový integrál přízemní objemové aktivity pod osou mraku - TIC (Bq.s/m³)
 HAVAR-RP, model SCK/CEN
 kategorie A, beze srážek, rychlost větru 1 m/s



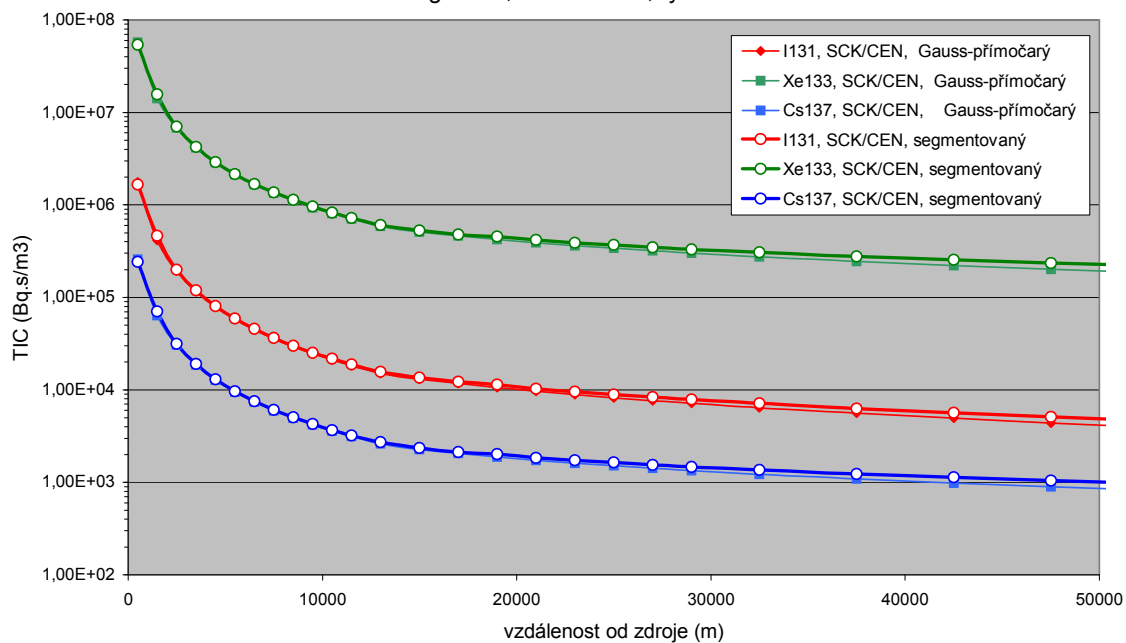
Obr.3: Časový integrál přízemní objemové aktivity pod osou mraku- TIC (Bq.s/m³)

HAVAR-RP, model KFK (urban)
kategorie D, beze srážek, rychlost větru 5 m/s



Obr.4: Časový integrál přízemní objemové aktivity pod osou mraku - TIC (Bq.s/m³)

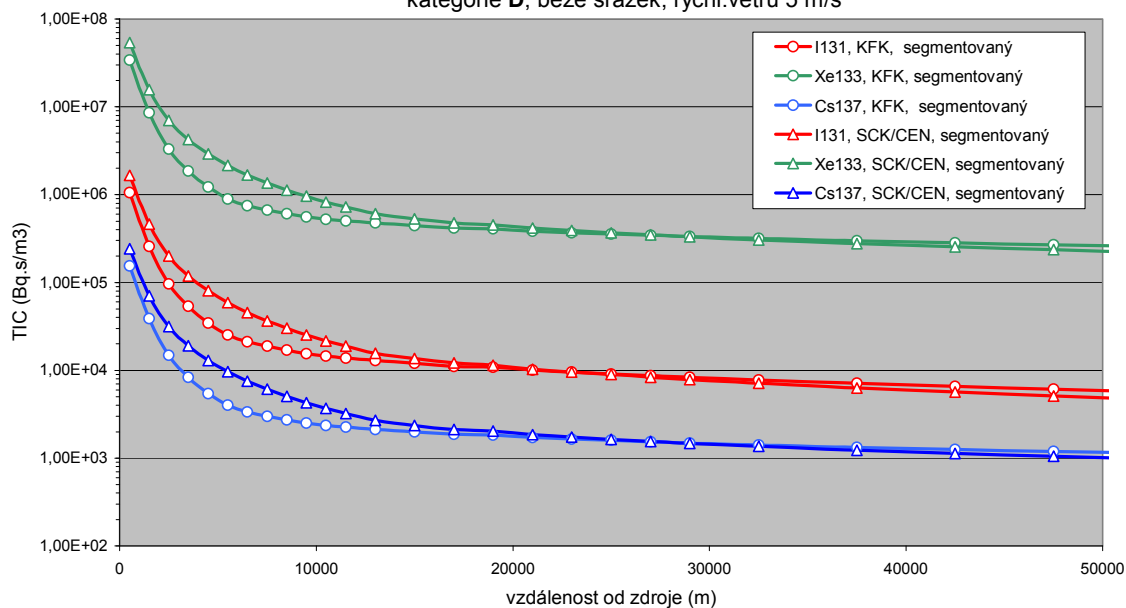
HAVAR-RP, model SCK/CEN
kategorie D, beze srážek, rychl.větru 5 m/s



Obr.5: Časový integrál přízemní objemové aktivity pod osou mraku - TIC (Bq.s/m³)

HAVAR-RP, srovnání modelů KFK (urban) a SCK/CEN

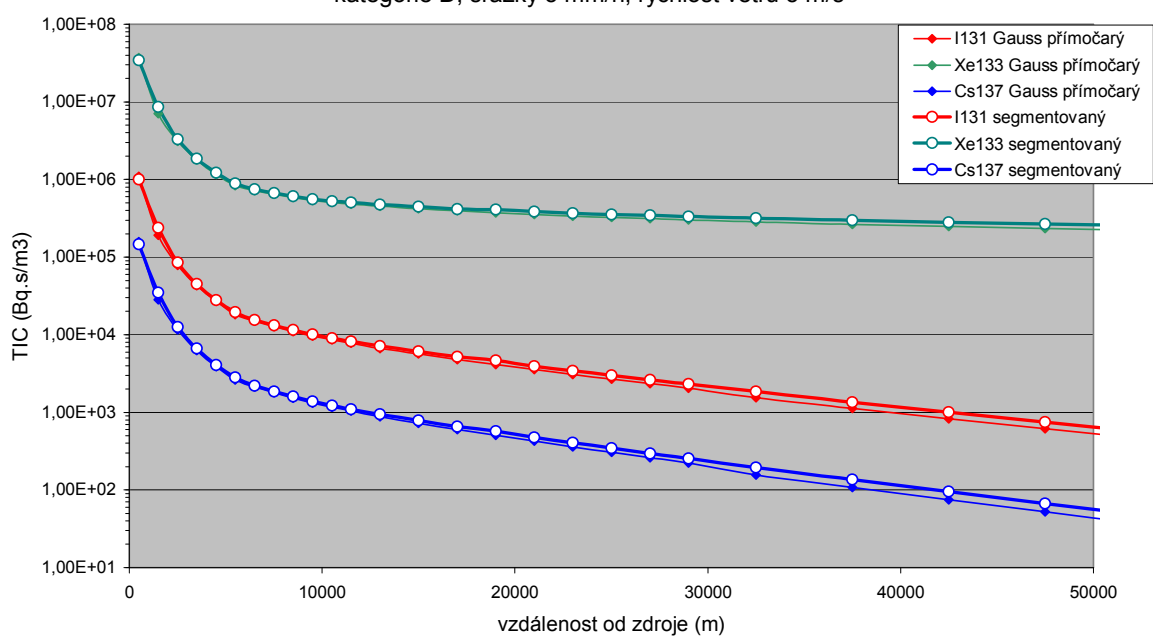
kategorie D, beze srážek, rychl. větru 5 m/s



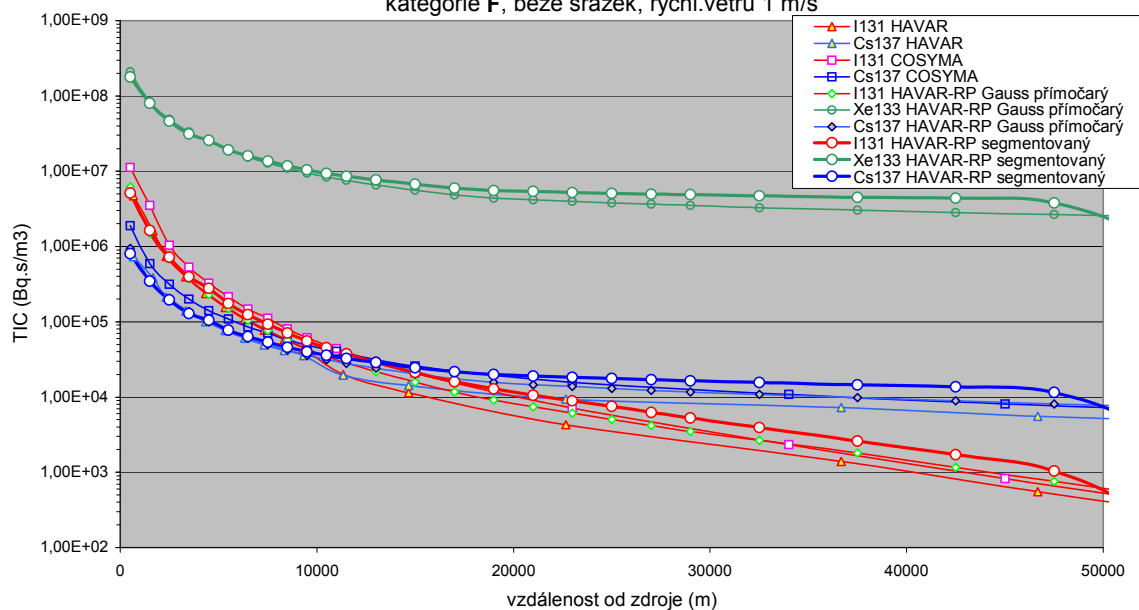
Obr.6: Časový integrál přízemní objemové aktivity pod osou mraku - TIC (Bq.s/m³)

HAVAR-RP, model KFK (urban)

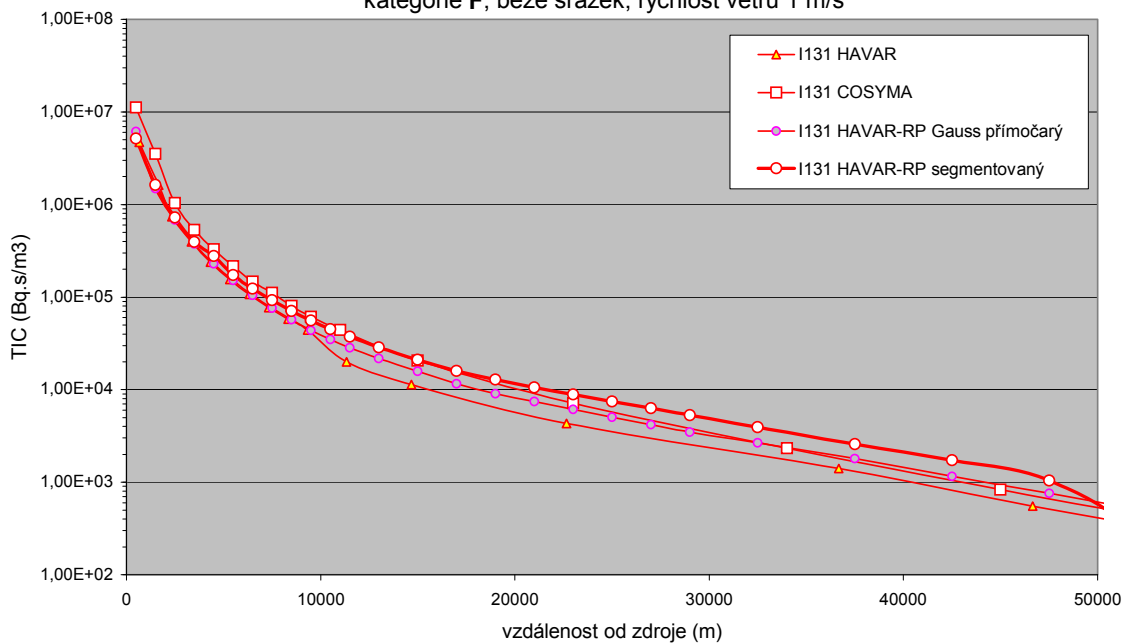
kategorie D, srážky 5 mm/h, rychlost větru 5 m/s



Obr.7: Časový integrál přízemní objemové aktivity ve vzduchu - TIC (Bq.s/m³)
srovnání HAVAR, HAVAR-RP a COSYMA, model KFK
kategorie F, beze srážek, rychl. větru 1 m/s

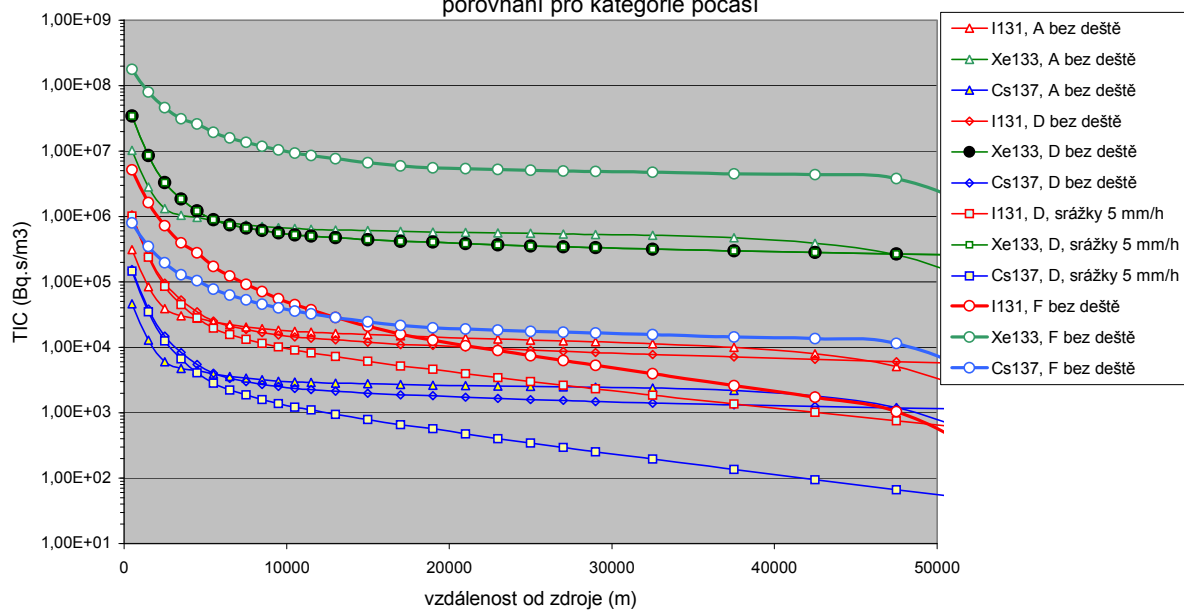


Obr.8: Časový integrál přízemní objemové aktivity ve vzduchu - TIC (Bq.s/m³)
srovnání HAVAR, HAVAR-RP a COSYMA pro I131, model KFK
kategorie F, beze srážek, rychlost větru 1 m/s



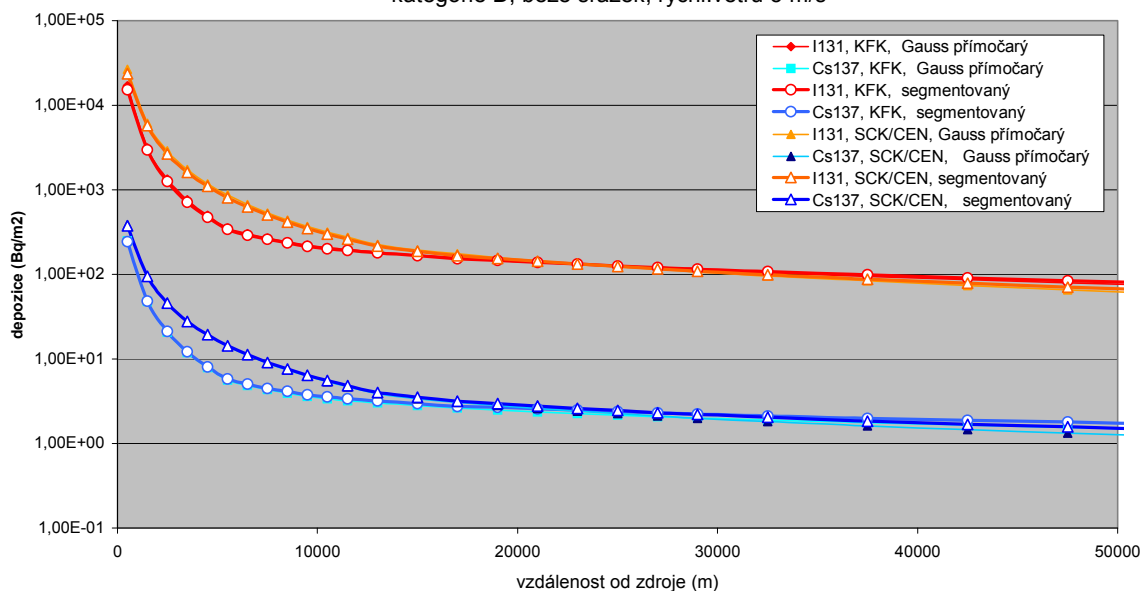
Obr.9: Časový integrál přízemní objemové aktivity ve vzduchu - TIC (Bq.s/m³)

HAVAR-RP segmentovaný, model KFK
porovnání pro kategorie počasí

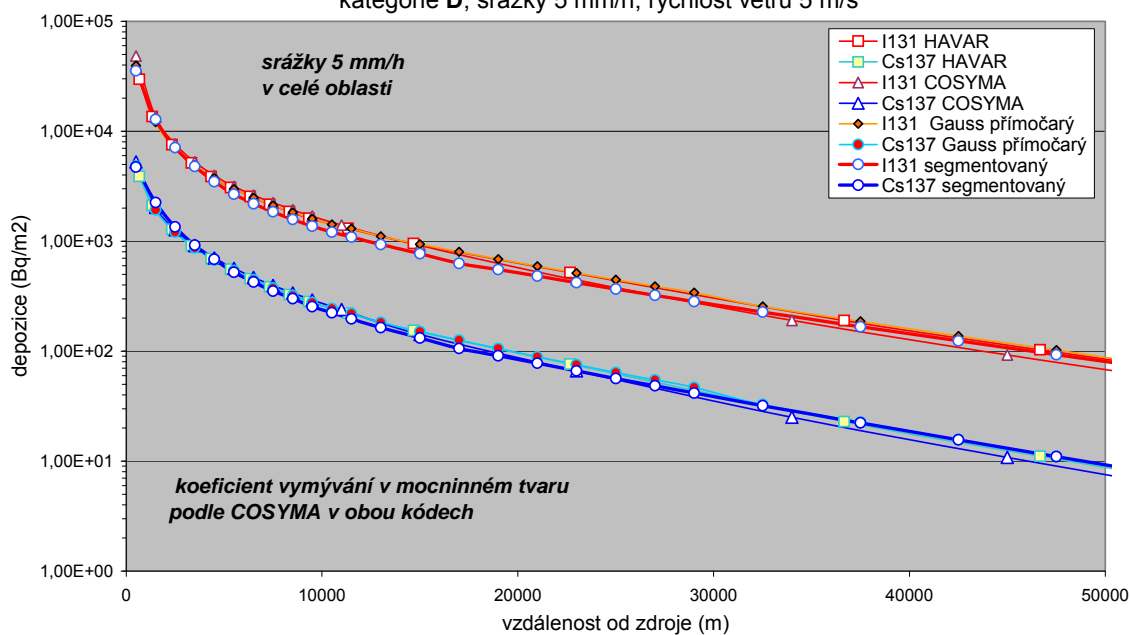


Obr.10: Aktivita usazená na zemském povrchu (Bq/m²)

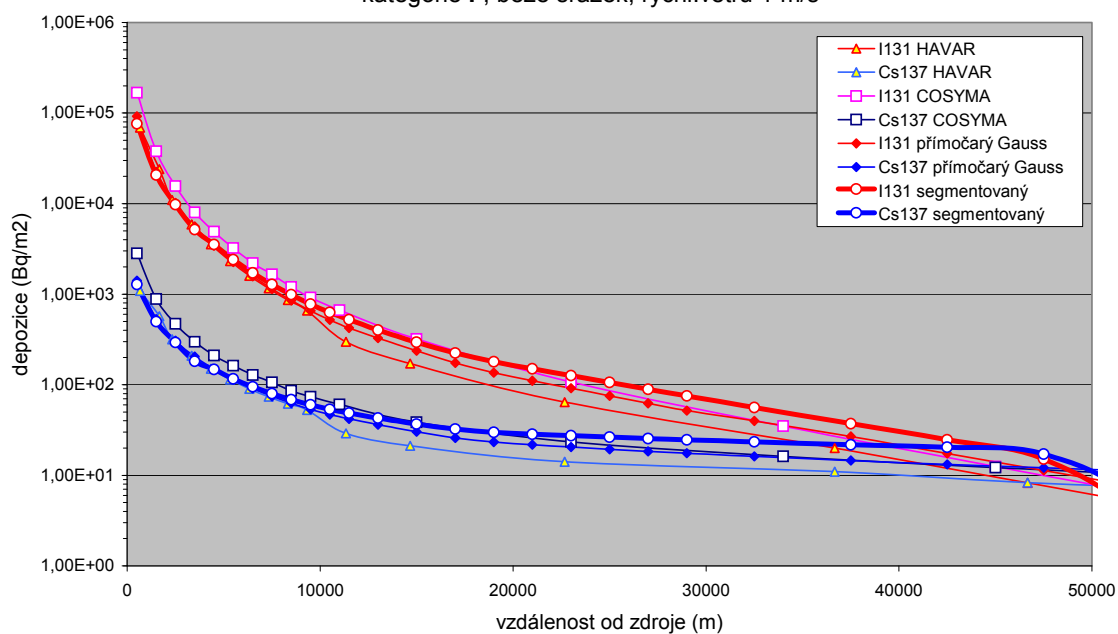
HAVAR-RP, srovnání modelů KFK (urban) a SCK/CEN,
kategorie D, beze srážek, rychl. větru 5 m/s



Obr.11: Aktivita usazená na zemském povrchu - DEPO (Bq/m²)
srovnání HAVAR, HAVAR-RP and COSYMA, model KFK (urban)
kategorie D, srážky 5 mm/h, rychlost větru 5 m/s

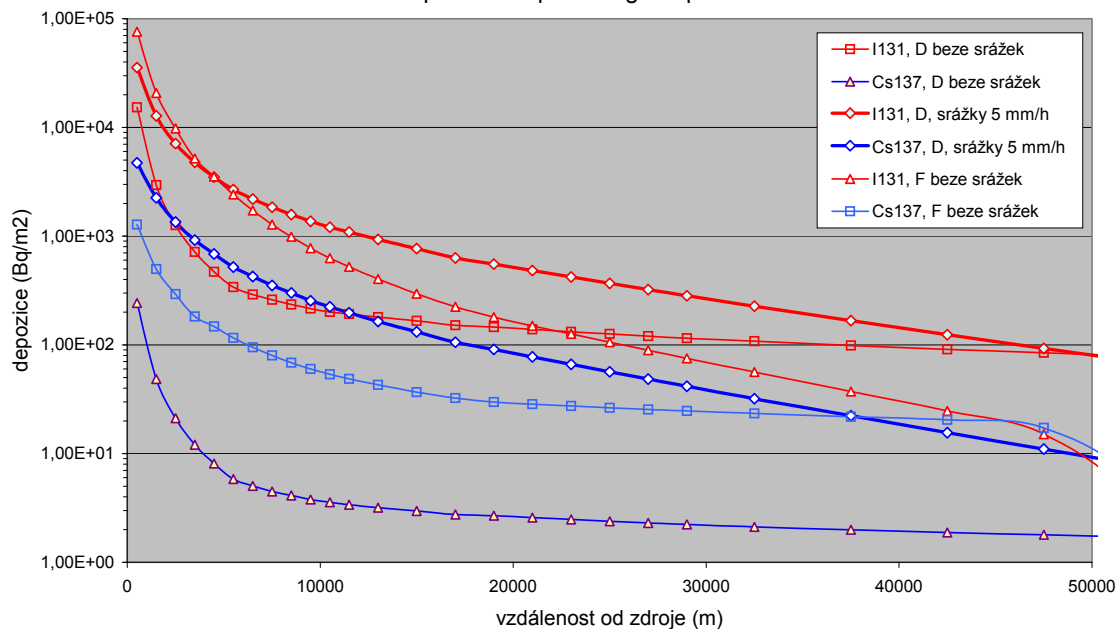


Obr.12: Aktivita usazená na zemském povrchu - DEPO (Bq/m²)
srovnání HAVAR, COSYMA a HAVAR-RP, model KFK
kategorie F, beze srážek, rychl. větru 1 m/s

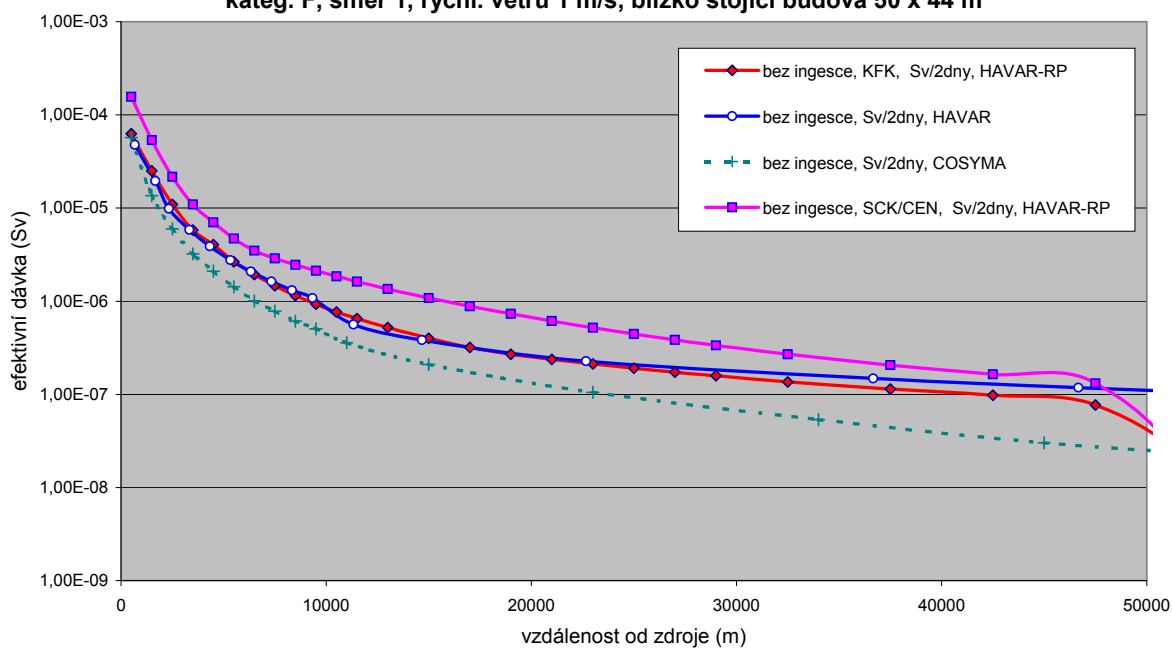


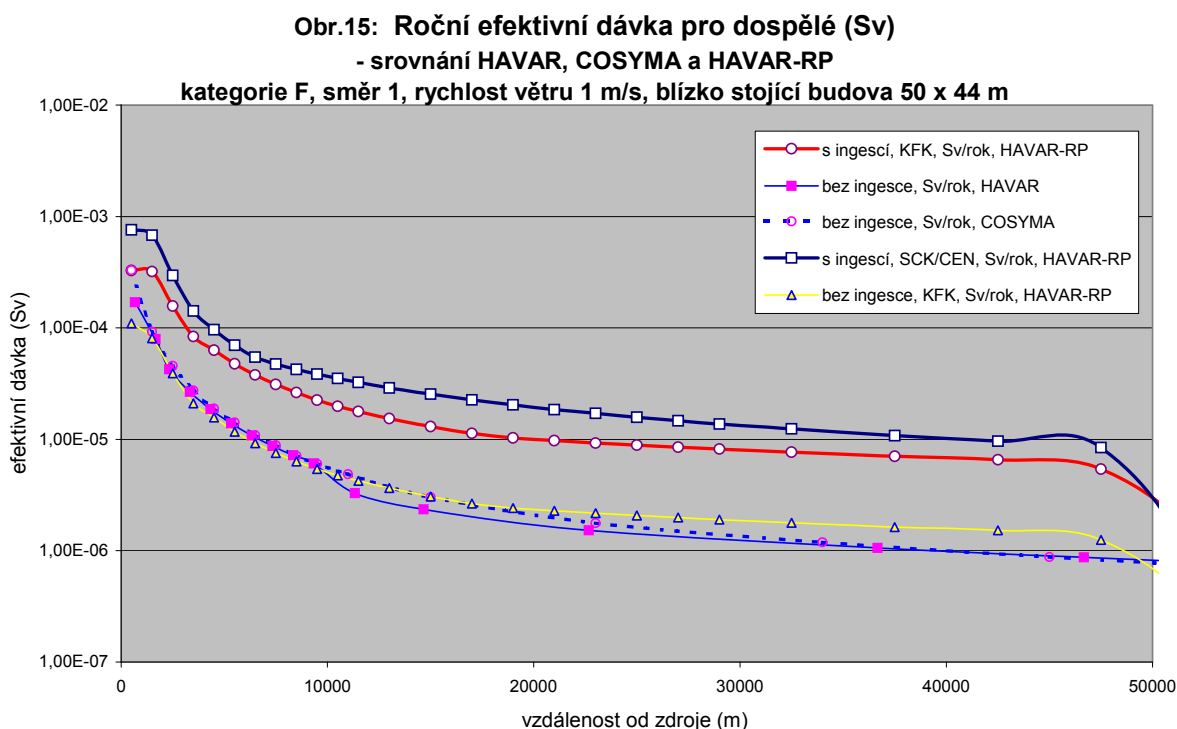
Obr.13: Aktivita usazená na zemském povrchu - DEPO (Bq/m²)

HAVAR-RP segmentovaný, model KFK
porovnání pro kategorie počasí



**Obr.14: 2-denní efektivní dávka pro dospělé (Sv/2dny) -
srovnání HAVAR, COSYMA a HAVAR-RP,
kateg. F, směr 1, rychl. větru 1 m/s, blízko stojící budova 50 x 44 m**





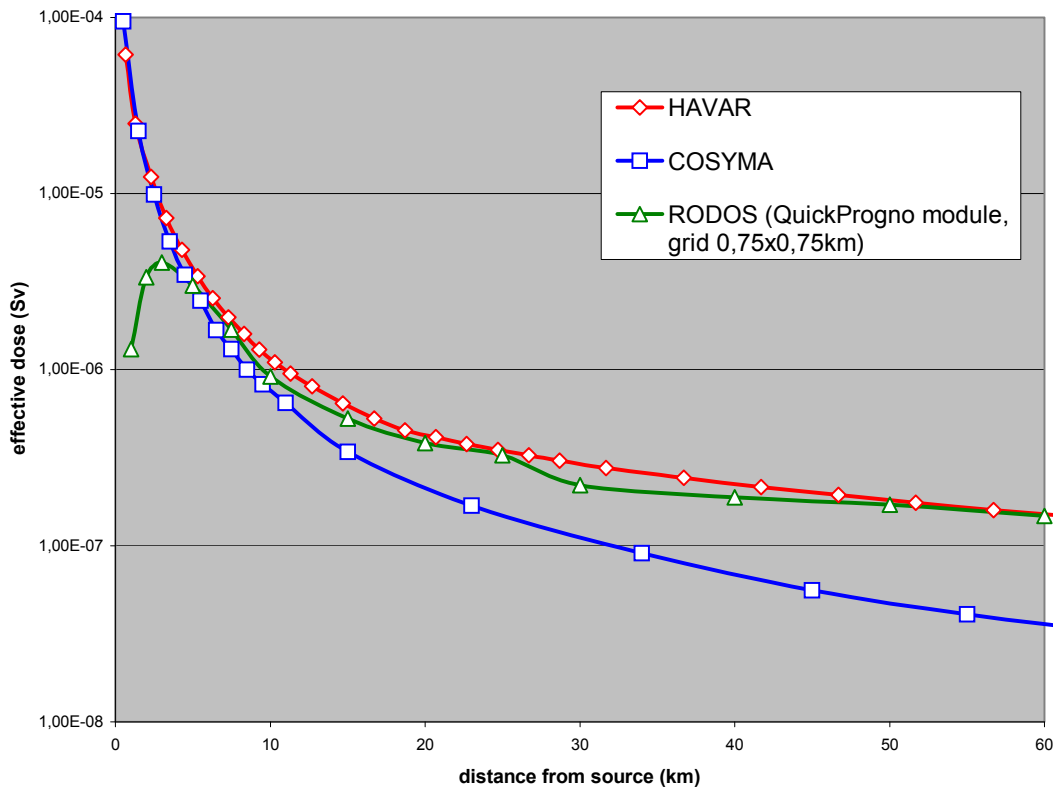
2 Srovnávací studie dílčích scénářů úniku aktivity s mezinárodními kódy COSYMA resp. RODOS

Až do počátku roku 2006 měli autoři této zprávy možnost oficiálně spolupracovat na lokalizaci evropského systému RODOS (Real-time Online Decision Support systém) verze PV 5.0 na podmínky jaderných zařízení v České republice. Přitom bylo této možnosti využito též ke srovnávacím běhům s HAVAR-RP. Pokud se týká kódu COSYMA, oficiální licence byla zakoupena pro ÚJV Řež, divize ENERGOPROJEKT. Srovnání s důležitým scénářem úniku definovaným pro Melkský proces je uveden v následující kapitole 3. V této kapitole 2 stručně zmíníme srovnání kódů pro 3 další dílčí scénáře úniku, na které během vývoje přišly požadavky.

2.1 Srovnání výsledků s kódy COSYMA/MACCS prováděná v rámci účasti autorů na IMUG User Group

Podrobné srovnání je popsáno v referenci [6]. Zde uvádíme pouze jeden obrázek dokumentující srovnání výsledků COSYMA × HAVAR × RODOS. Tyto výsledky srovnání jsou publikovány se souhlasem tehdejšího manažera vývoje RODOS projektu.

Fig.5 : 7-days effective dose for adults (Sv)
no ingestion, uniform terrain, dispersion: rough terrain



Detailní popis scénáře je uveden v [6]. Nízké hodnoty podle RODOS v blízkých vzdálenostech od zdroje jsou způsobeny tím, že hodnoty výstupů generuje tento systém jako střední hodnoty na dlaždicích (zde byla zadána velikost základní mříže 1 km × 1 km), zatímco pro druhé dva kódy byly odečítány hodnoty přímo pod osou postupujícího radioaktivního mraku.

2.2 Vážná havárie se scénářem ETE 1A

Výpočty byly provedeny na základě formulace se strany SÚJB, kompletní dokumentace je uložena v projektu ETE 1A v FORTRAN POWER STATION development studio. Vstupní data ze souboru HAV00.DAT jsou následující:

```
Pozadavek ze SÚJB: 1 rovnomerny puf, nebud., flat, zdroj: z STM-ETE I
21.2.2001: smer 3(Tyn), bez ing, KRK=1,TC=2hod
1 model,
3 KPS
35 35 IX,IX1
0 IBET
1 0 KRK, NVYP, TB=0+KRK=1=> depo za cl.
F KV
45.0 8 SUHEL, NUHEL
7200.0 180.0 365.0 TB=TC, TSPD=1.7. TING=31.12.
1.0 OPR
68000.0 THAV
777 0 0 0 0 KPSSQ(5) - posled nenulovy=>NSEQ
X D D D KVSQ(5) sekv. pocasi
00.0 2.0 2.0 2.0 2.0 DOBASQ v hod.
0.0000 0.200 0.200 0.2000 0.2000 RELAT. UNIKY
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
```

Aplikace systému HAVAR-RP

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0000	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					

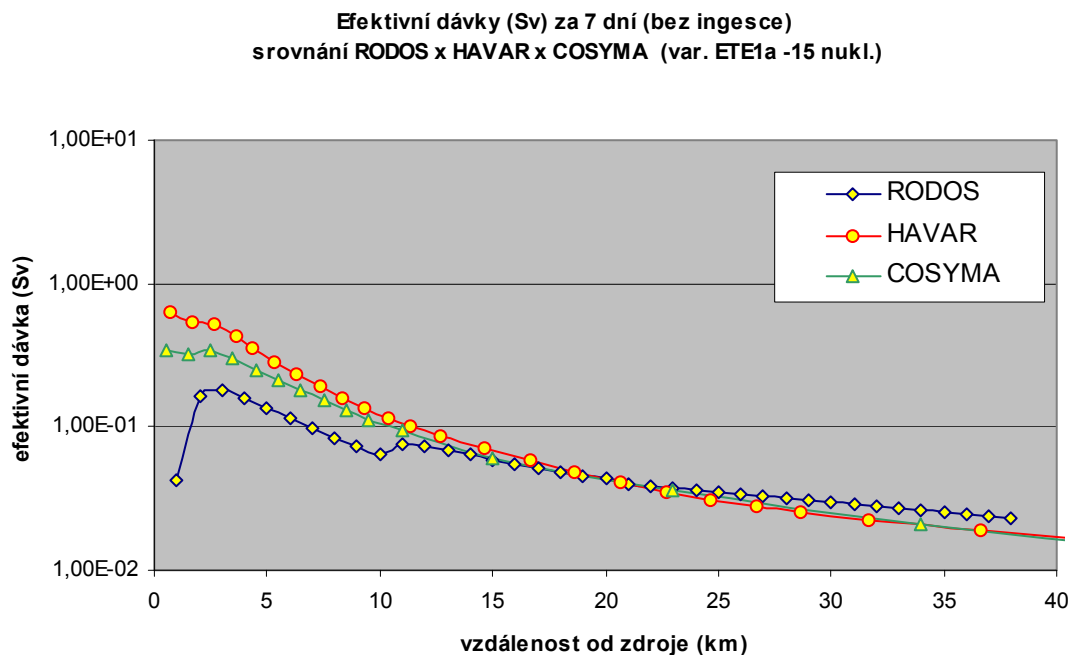
65. H
507. HNV
200.0 HS = vyska inverze
F KI = F => bez inverze
F 0 T = ingesce + ING1=1=> SURO
0000. QH
1.6 D
00.0 VS

1.0 2.0 2.0 2.0 2.0 1.0 UK
50. 75. 00. 75. 10. 35.000. 0. 60. 20. 00. 65. 60. 00. 35. 15.
44. 23. 00. 41. 66. 66.000. 0. 45. 45. 00. 45. 45. 00. 66. 46.
5 1 IVEK, MORG

KR85M 2.5917E+17
KR85 1.2124E+16
KR87 2.3446E+17
KR88 5.6810E+17
KR89 2.6236E+14
RB88 1.3151E+14
RB89 1.7607E+14
SR89 2.8000E+14
SR90 1.9567E+13
Y90 1.0378E+12
SR91 2.5660E+14
Y91M 1.9794E+14
Y91 5.1467E+11
ZR95 5.3611E+12
NB95 4.2243E+10
ZR97 3.6888E+12
NB97 5.4410E+11
MO99 6.6200E+08
TC99M 6.1930E+08
TC99 1.3990E+00
RU103 2.6465E+11
RU105 8.6130E+10
RH105 1.0675E+11
RU106 9.6780E+10
RH106 9.6781E+10
TE127M 1.9601E+14
TE127 1.1517E+15
TE129M 1.1145E+15
TE129 1.9545E+15
TE131M 1.2624E+15
TE131 2.1184E+14
TE132 1.7433E+16
I132A 7.1028E+15
I1310 1.4182E+15
I131 1.2807E+16
I1320 1.2264E+15
I132 1.1079E+16
I1330 2.7189E+15
I133 2.4503E+16
I1340 9.1232E+14
I134 8.2133E+15
I1350 2.4183E+15
I135 2.1743E+16
XE133 2.8162E+18
XE135 7.8241E+17
XE138 3.1636E+16
CS134 2.6564E+15
CS136 1.3529E+15
CS137 1.3586E+15
CS138 3.4934E+15
BA140 5.2374E+14
LA140 4.3283E+13

CE144 3.5297E+12
PR144 3.4875E+12
KONEC

Syntaxe tohoto souboru je popsána v [7]. Následující obrázek ukazuje sedmidenní efektivní dávku generovanou všemi třemi programy, přičemž bylo vybráno nejvýznamnějších 15 nuklidů.



2.3 Testování efektu významného zastoupení vzácného plynu Xe-133 ve scénáři SKODA-Plzen_Xe133

Počátkem roku 2006 byla vedena diskuse k ujasnění efektu Xe-133 majícího převažující zastoupení v jednom partikulárním scénáři úniku definovaného na základě podkladů generovaných v Plzni. Uvádíme stručný popis procesu archivovaného v prostředí FORTRAN POWER STATION systému HAVAR-RP. Bylo prováděno srovnání prostorového rozložení časových integrálů objemové aktivity nuklid Xe-133 v přízemní vrstvě vzduchu a dávky z externího ozáření od postupujícího radioaktivního mraku tvořeného Xe-133.

Srovnání TIC a cloudshine pro jediný nuklid Xe-133

Srovnávané programové systémy:

HARP x **RODOS PV 5.0** x **COSYMA**

Převzaty některé údaje z výpočtů Škoda-JE, leden 2006:

Únik Xe133: 1.44E+15 (Xe133 tvoří 92 % cloudshine ze směsi noble plynů ze Škoda zadání – viz koláče HARP)

Model rozptylu: KFK (drsný terén, v RODOS =2 (lesy + zástavba))

Trvání úniku : 2 hodiny

Vertikální rychlost : 0 m/s

Vydatnost QH=0 kW

Výška úniku: 36.9 m

$U_{10} = 2$ m/s (viz meteofile : meteo.wea)

.... více: viz příložený vstup do Baliky: hin00.dat (vytvořen v panelech Havin)

Některé výsledky z výpočtů RODOS PV 5.0 (kompletní výsledky na pracovní stanici MLOK v UTIA).

Dále uveden opis textových výsledků a grafů z grafického prostředí UNIX.

GraphicsId: XeKFK.old/QuickProgn_222

Layer: XeKFK.old/Rad&Doses/CloudDoseSum

Name: At time 2006/01/26_13:14:00\npot. cloud gamma organ dose

SubLayers: {Lung ;Bonemarw;Thyroid ;Uterus ;effectiv}

Selected: effectiv

Description:

RunID: XeKFK

Blockname : TEMELIN

Run performed by : rodos

Run performed at : 25.01.2006 13:14 | 1

Operation mode : normal (Exercise)

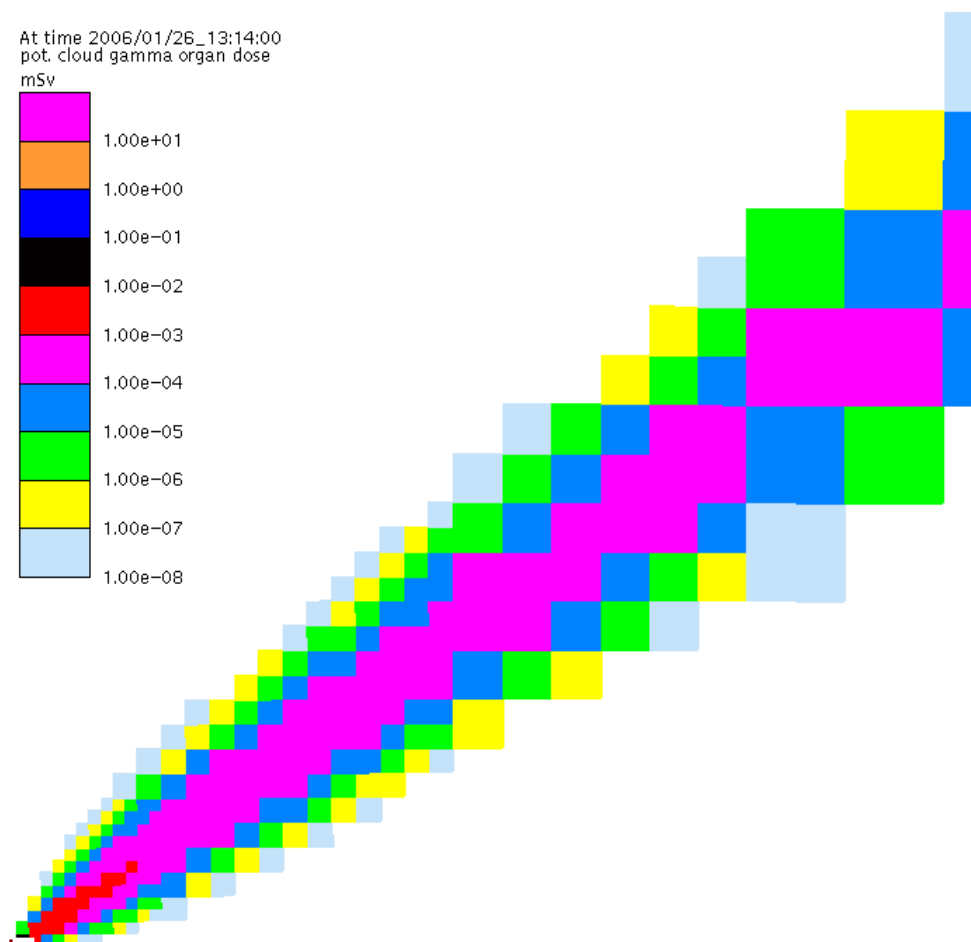
Running state : interactive <Prognosis>

Time of reactor shutdown : no event

Release time : 25.1.06 13:14

Prognosis period : 25.1.06 13:14 - 26.1.06 13:14

Na následujícím obrázku je uvedeno hard-copy výsledků běhu RODOS z grafického prostředí UNIX.



Zadání vstupních dat pro výpočty pomocí HAVAR-RP:

A. HIN00.DAT (popis struktury je v [7]):

```
Skoda Plzeň - 1 noble nukl Xe133; 1 seg 2 hod, H=36.9
25. ledna 2006, meteo = konst, 25.1. : KFK; budovy ano
2
3
35 35
0 0 1
1 0
F 0
45.0 8
86400. 180.0 180.0
1.0
2.0000
3
2.0000
F
2.0000
0.0
0.0
36.9
100.
507.
200.0
F
```

Aplikace systému HAVAR-RP

```

T      1
      0.0
      1.6
      0.0
1.0 2.0 2.0 2.0 2.0 1.0
50. 75. 25. 75. 10. 35. 175. 190. 60. 20. 75. 65. 60. 35. 35. 15.
44. 23. 23. 41. 66. 66. 154. 154. 45. 45. 13. 45. 45. 66. 66. 46.
6
0
0
      0.00070      0.00150      0.00200      0.00750      0.00050
      0.00080      0.00250      0.00300      0.00850      0.00080
      0.00100      0.01500      0.02000      0.07300      0.00500
      0.00050      0.00015      0.00020      0.00075      0.00050

SEGMENT 1 : srazky a uniky:
      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
XE133      1.44E+15
KONEC

```

B) Soubor hodinových předpovědí počasí METEO.WEA:

```

METEOSEKVENCE - Skoda Plzeň, 25. leden 2006
1.00      0.00      247.50      2.00      F      0.00      76.00
1.00      1.00      247.50      2.00      F      0.00      109.00
1.00      2.00      247.50      2.00      F      0.00      143.00
1.00      3.00      247.50      2.00      F      0.00      176.00
1.00      4.00      247.50      2.00      F      0.00      210.00
1.00      5.00      247.50      2.00      F      0.00      243.00
1.00      6.00      247.50      2.00      F      0.00      277.00
1.00      7.00      247.50      2.00      F      0.00      440.00
1.00      8.00      247.50      2.00      F      0.00      604.00
1.00      9.00      247.50      2.00      F      0.00      768.00
1.00      10.00      247.50      2.00      F      0.00      931.00
1.00      11.00      247.50      2.00      F      0.00      1095.00
1.00      12.00      247.50      2.00      F      0.00      1259.00
1.00      13.00      247.50      2.00      F      0.00      1156.00
1.00      14.00      247.50      2.00      F      0.00      1054.00
1.00      15.00      247.50      2.00      F      0.00      951.00
1.00      16.00      247.50      2.00      F      0.00      849.00
1.00      17.00      247.50      2.00      F      0.00      746.00
1.00      18.00      247.50      2.00      F      0.00      644.00
1.00      19.00      247.50      2.00      F      0.00      638.00
1.00      20.00      247.50      2.00      F      0.00      633.00
1.00      21.00      247.50      2.00      F      0.00      628.00
1.00      22.00      247.50      2.00      F      0.00      623.00
1.00      23.00      247.50      2.00      F      0.00      618.00
1.00      24.00      247.50      2.00      F      0.00      613.00
1.00      25.00      247.50      2.00      F      0.00      665.00
1.00      26.00      247.50      2.00      F      0.00      718.00
1.00      27.00      247.50      2.00      F      0.00      771.00
1.00      28.00      247.50      2.00      F      0.00      824.00
1.00      29.00      247.50      2.00      F      0.00      877.00
1.00      30.00      247.50      2.00      F      0.00      930.00
1.00      31.00      247.50      2.00      F      0.00      977.00
1.00      32.00      247.50      2.00      F      0.00      1025.00
1.00      33.00      247.50      2.00      F      0.00      1073.00
1.00      34.00      247.50      2.00      F      0.00      1120.00
1.00      35.00      247.50      2.00      F      0.00      1168.00

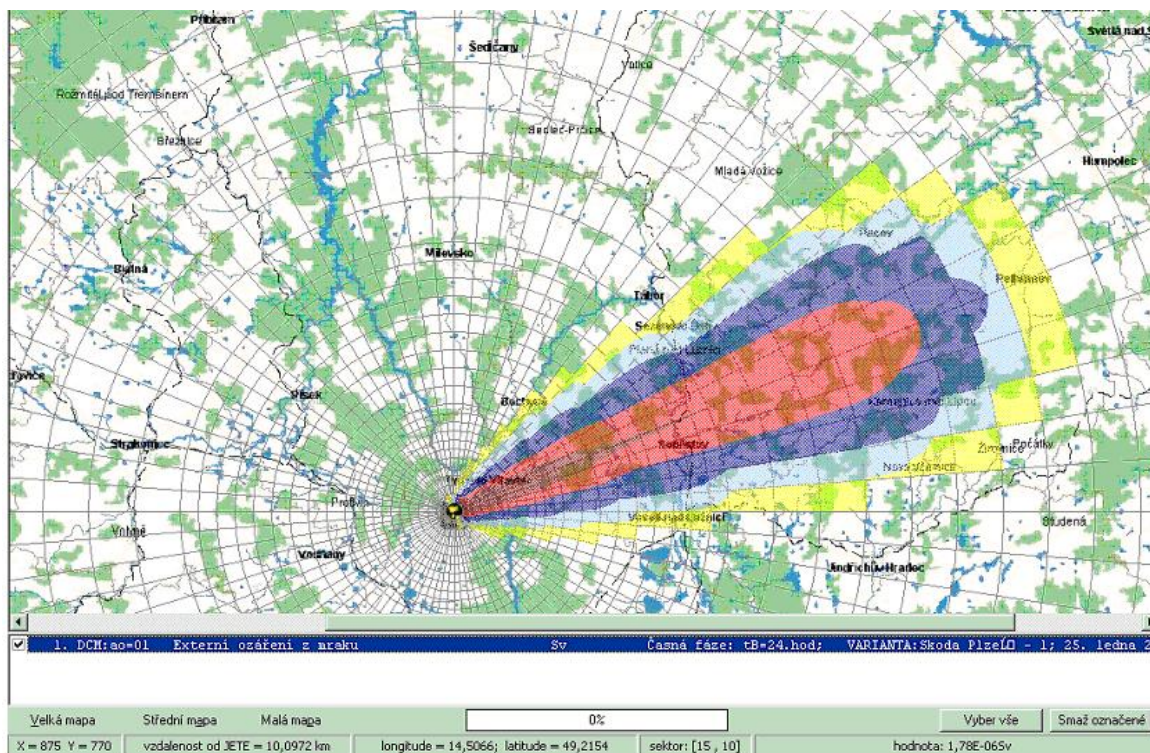
```

Následující tabulka uvádí některé hlavní výsledky:

Veličina	km 5	km 10	km 20	km 50
RODOS: CloudDoseEffective [mSv]	3.69E-3	1.22E-3	5.17E-4	2.94E-4
COSYMA: (org=EN) [Sv]	3.22E-6 (km=4.5)	1.49E-6 (km=9.5)	7.62E-7 (km=23)	4.08E-7 (km=55)
HARP : γ -ozáření z mraku [Sv]	4.40E-6	1.82E-6	9.46E-7	4.66E-7
RODOS: TIC Xe133 [Bq.s/m ³]	1.88E+9	8.42E+8	4.05E+8	2.30E+8
COSYMA: TIC Xe133 [Bq.s/m ³]	4.37+E9 (km=4.5)	1.61+E9 (km=9.5)	5.57E+8 (km=23)	2.98E+8 (km=55)
HARP : TIC Xe133 [Bq.s/m ³]	2.79E+9	1.20E+9	4.90E+8	2.96E+8

Pozn.: hodnoty v tabulkách jsou získány odečtem z polohy kurzoru na izopletách; možná chyba je určitě < 10 %); numerické hodnoty jsou archivovány (pro RODOS výpočty je to běh XeKFK na pracovní stanici MLOK v UTIA). Výsledky COSYMA jsou odečteny z LPT souboru z podrobných numerických růžic.

Následující obrázek ukazuje distribuci externího ozáření z mraku v okamžiku přesně 8 hodin od počátku šíření radioaktivity Xe133.



3 Užití HAVAR-RP pro scénář česko-rakouského cvičení STEP-II b

Na základě bodu 7a „Cestovní mapy“ Bruselských dohod v rámci bilaterálních dohod mezi vládami Rakouska a České Republiky (dohody z Melku) byly v několika etapách provedeny srovnávací výpočty šíření radionuklidů po nehodách v JE, a to českými, slovenskými, rakouskými programy a evropským programem COSYMA.

V rámci společného česko-rakouského cvičení STEP-II b „Realistic Case Studies“, jehož výsledky byly prezentovány na jednání ve Vídni v dubnu 2003, byly provedeny srovnávací výpočty šíření radionuklidů v hypotetickém případě těžké havárie v JE Temelín se zdrojovým členem ST2 z knihovny programu RODOS pro JE typu VVER1000 a pro 2 reálné meteorologické situace. Podrobné výpočty byly v té době provedeny i původním programem HAVAR umožňujícím jen částečně a neúplně simulovat zadané proměnné meteorologické podmínky.

V této kapitole jsou publikovány výsledky výpočtů novým programem HAVAR-RP pro vstupní data podle zadání pro výše uvedené společné česko-rakouské cvičení STEP-II b. Dále je zde zdokumentováno ověření funkčnosti nového algoritmu gaussovského modelu vlečky segmentovaného podle hodinových meteorologických sekvencí.

3.1 Stručný popis scénáře havárie

Hypotetická těžká havárie je iniciována následující kombinací událostí:

- Ztráta chladiva z chladné větve primárního okruhu způsobená prasknutím potrubí s maximálním průměrem 850 mm

- Ztráta napájení vlastní spotřeby
- Výpadek dieselgenerátorů systému zajištěného napájení
- Výpadek 2 hydroakumulátorů

Tato kombinace událostí předpokládá ztrátu chladiva, tavení paliva a parní explozi, která zapříčiní ztrátu těsnosti kontejnmentu velkého rozsahu.

3.2 Zdrojový člen

Bylo doporučeno počítat 3 nebo 6 zdrojových členů:

- Před explozí (0 – 1 hod)
- Při parní explozi (1 – 2 hod)
- Po explozi (2 – 6 hod, po této době již neuniká žádná radioaktivita)

Únik radioaktivity do atmosféry jako frakce aktivity v aktivní zóně VVER1000

Nuclide group	Time 0 - 1 h (before steam explosion)	Time 1 - 2 h (steam explosion)	Time 2 - 3 h	Time 3 - 4 h	Time 4 - 5 h	Time 5 - 6 h	Total (0 – 6 h)
Xe, Kr	5.0E-05	7.0E-01	4.0E-02	4.0E-02	4.0E-02	4.0E-02	0.86
I, Br	5.0E-05	7.0E-01	4.0E-02	4.0E-02	4.0E-02	4.0E-02	0.86
Cs, Rb	4.0E-06	4.5E-01	2.5E-03	2.5E-03	2.5E-03	2.5E-03	0.46
Te, Sb	4.0E-06	2.9E-01	1.0E-02	1.0E-02	1.0E-02	1.0E-02	0.33
Sr, Ba	2.0E-06	6.0E-02	2.5E-04	2.5E-04	2.5E-04	2.5E-04	0.06
Ru, Mo	0.00E+00	3.7E-01	2.0E-03	2.0E-03	2.0E-03	2.0E-03	0.38
La, Zr, Y, Ce	0.00E+00	2.0E-03	7.5E-05	7.5E-05	7.5E-05	7.5E-05	2.3E-03

Předpokládá se efektivní výška úniku 100 m.

Rakouská strana navrhla vytvoření tabulky unikající radioaktivity pro 27 radionuklidů, aby nedošlo k nedorozumění ohledně skupin nuklidů.

Zdrojový člen ST2 z knihovny RODOS

No.	Radio-nuclide	Half-life	Core inventory (VVER-1000) (Bq)	Release fraction	Activity released between 0-1 h (Bq)	Release fraction	Activity released between 1-2 h (Bq)	Release fraction	Activity released between 2-6 h (Bq)
				0-1 h		1-2 h		2-6 h	
1	Kr-85m	4,4 h	6,66E+17	5,00E-05	3,33E+13	7,00E-01	4,66E+17	1,60E-01	1,07E+17
2	Kr-87	76 min	1,41E+18	5,00E-05	7,03E+13	7,00E-01	9,84E+17	1,60E-01	2,25E+17
3	Kr-88	2,8 h	2,07E+18	5,00E-05	1,04E+14	7,00E-01	1,45E+18	1,60E-01	3,32E+17
4	Sr-89	52,7 day	2,25E+18	2,00E-06	4,49E+12	6,00E-02	1,35E+17	1,00E-03	2,25E+15
5	Sr-90	27,7 day	2,41E+17	2,00E-06	4,82E+11	6,00E-02	1,45E+16	1,00E-03	2,41E+14
6	Y-91	64 day	3,25E+19	0,00E+00	0,00E+00	2,00E-03	6,50E+16	3,00E-04	9,75E+15
7	Zr-95	65,5 day	4,44E+18	0,00E+00	0,00E+00	2,00E-03	8,88E+15	3,00E-04	1,33E+15
8	Mo-99	66,7 h	5,67E+18	0,00E+00	0,00E+00	3,70E-01	2,10E+18	8,00E-03	4,54E+16

9	Ru-103	39,5 day	4,85E+18	0,00E+00	0,00E+00	3,70E-01	1,80E+18	8,00E-03	3,88E+16
10	Ru-106	368 day	1,62E+18	0,00E+00	0,00E+00	3,70E-01	6,01E+17	8,00E-03	1,30E+16
11	Sb-127	92 h	2,66E+17	4,00E-06	1,06E+12	2,90E-01	7,71E+16	4,00E-02	1,06E+16
12	Sb-129	4,34 h	1,02E+18	4,00E-06	4,06E+12	2,90E-01	2,94E+17	4,00E-02	4,06E+16
13	I-131	8,06 day	3,14E+18	5,00E-05	1,57E+14	7,00E-01	2,20E+18	1,60E-01	5,03E+17
14	Te-131m	30 h	6,16E+17	4,00E-06	2,46E+12	2,90E-01	1,79E+17	4,00E-02	2,46E+16
15	I-132	2,26 h	4,55E+18	5,00E-05	2,28E+14	7,00E-01	3,19E+18	1,60E-01	7,28E+17
16	Te-132	77,7 h	4,49E+18	4,00E-06	1,80E+13	2,90E-01	1,30E+18	4,00E-02	1,80E+17
17	I-133	20,9 h	6,39E+18	5,00E-05	3,20E+14	7,00E-01	4,47E+18	1,60E-01	1,02E+18
18	Xe-133	5,29 day	6,42E+18	5,00E-05	3,21E+14	7,00E-01	4,49E+18	1,60E-01	1,03E+18
19	I-134	52 min	7,02E+18	5,00E-05	3,51E+14	7,00E-01	4,92E+18	1,60E-01	1,12E+18
20	Cs-134	2,2 y	5,25E+17	4,00E-06	2,10E+12	4,50E-06	2,36E+17	1,00E-02	5,25E+15
21	I-135	6,7 h	6,01E+18	5,00E-05	3,00E+14	7,00E-01	4,20E+18	1,60E-01	9,61E+17
22	Xe-135	9,2 h	1,37E+18	5,00E-05	6,83E+13	7,00E-01	9,56E+17	1,60E-01	2,18E+17
23	Cs-136	13 day	1,26E+17	4,00E-06	5,04E+11	4,50E-01	5,67E+16	1,00E-02	1,26E+15
24	Cs-137	30 y	3,29E+17	4,00E-06	1,32E+12	4,50E-01	1,48E+17	1,00E-02	3,29E+15
25	Ba-140	12,8 day	5,46E+18	2,00E-06	1,09E+13	6,00E-02	3,28E+17	1,00E-03	5,46E+15
26	La-140	40,27 h	4,99E+18	0,00E+00	0,00E+00	2,00E-03	9,97E+15	3,00E-04	1,50E+15
27	Ce-144	284 day	3,31E+18	0,00E+00	0,00E+00	2,00E-03	6,62E+15	3,00E-04	9,93E+14

Pro výpočty původním programem HAVAR s omezením na maximální počet 5 segmentů úniku byl původní počet segmentů redukován na 5, jak je znázorněno v následující tabulce.

Upravený zdrojový člen pro výpočty programem HAVAR

Nuclide	0-1 hod	1-2 hod	2-3 hod	3-5 hod	5-6 hod
Kr-85m	3,33E+13	4,66E+17	2,68E+16	5,35E+16	2,68E+16
Kr-87	7,03E+13	9,84E+17	5,63E+16	1,13E+17	5,63E+16
Kr-88	1,04E+14	1,45E+18	8,30E+16	1,66E+17	8,30E+16
Sr-89	4,49E+12	1,35E+17	5,63E+14	1,13E+15	5,63E+14
Sr-90	4,82E+11	1,45E+16	6,03E+13	1,21E+14	6,03E+13
Y-91	0,00E+00	6,50E+16	2,44E+15	4,88E+15	2,44E+15
Zr-95	0,00E+00	8,88E+15	3,33E+14	6,65E+14	3,33E+14
Mo-99	0,00E+00	2,10E+18	1,14E+16	2,27E+16	1,14E+16
Ru-103	0,00E+00	1,80E+18	9,70E+15	1,94E+16	9,70E+15
Ru-106	0,00E+00	6,01E+17	3,25E+15	6,50E+15	3,25E+15
Sb-127	1,06E+12	7,71E+16	2,65E+15	5,30E+15	2,65E+15
Sb-129	4,06E+12	2,94E+17	1,02E+16	2,03E+16	1,02E+16
Te-131m	2,46E+12	1,79E+17	6,15E+15	1,23E+16	6,15E+15
I-131A	8,00E+12	1,10E+17	6,50E+15	1,30E+16	6,50E+15
I-131O	8,00E+12	1,10E+17	6,50E+15	1,30E+16	6,50E+15
I-131	1,41E+14	1,98E+18	1,13E+17	2,26E+17	1,13E+17
Te-132	1,80E+13	1,30E+18	4,50E+16	9,00E+16	4,50E+16
I-132A	1,15E+13	1,60E+17	9,00E+15	1,80E+16	9,00E+15
I-132O	1,15E+13	1,60E+17	9,00E+15	1,80E+16	9,00E+15
I-132	2,05E+14	2,87E+18	1,64E+17	3,28E+17	1,64E+17
I-133A	1,60E+13	2,25E+17	1,25E+16	2,50E+16	1,25E+16
I-133O	1,60E+13	2,25E+17	1,25E+16	2,50E+16	1,25E+16
I-133	2,88E+14	4,02E+18	2,30E+17	4,60E+17	2,30E+17
Xe-133	3,21E+14	4,49E+18	2,58E+17	5,15E+17	2,58E+17
I-134A	1,75E+13	2,45E+17	1,40E+16	2,80E+16	1,40E+16

I-134O	1,75E+13	2,45E+17	1,40E+16	2,80E+16	1,40E+16
I-134	3,16E+14	4,43E+18	2,52E+17	5,04E+17	2,52E+17
Cs-134	2,10E+12	2,36E+17	1,31E+15	2,63E+15	1,31E+15
I-135A	1,50E+13	2,10E+17	1,20E+16	2,40E+16	1,20E+16
I-135O	1,50E+13	2,10E+17	1,20E+16	2,40E+16	1,20E+16
I-135	2,70E+14	3,78E+18	2,16E+17	4,32E+17	2,16E+17
Xe-135	6,83E+13	9,56E+17	5,45E+16	1,09E+17	5,45E+16
Cs-136	5,04E+11	5,67E+16	3,15E+14	6,30E+14	3,15E+14
Cs-137	1,32E+12	1,48E+17	8,23E+14	1,65E+15	8,23E+14
Ba-140	1,09E+13	3,28E+17	1,37E+15	2,73E+15	1,37E+15
La-140	0,00E+00	9,97E+15	3,75E+14	7,50E+14	3,75E+14
Ce-144	0,00E+00	6,62E+15	2,48E+14	4,97E+14	2,48E+14

Po výpočtu této úlohy původním programem HAVAR bylo provedeno vyhodnocení příspěvku jednotlivých radionuklidů k roční efektivní dávce (dávka od externího ozáření a její úvazek od ročního vnitřního příjmu aktivity). Do výpočtu programem HAVAR-RP bylo vybráno 12 radionuklidů, jejichž příspěvek byl větší než 1 %. Tyto radionuklidy a jejich aktivity v jednotlivých časových intervalech uvádí následující soubor *ST2_RODOS_cut.syn*, který vznikl po výběru 12 radionuklidů a vložení hodnot jejich aktivit do příslušného panelu vstupního subsystému *havar.exe*:

Zdrojový člen ST2 z RODOS, výběr nuklidů s eff. příspěvkem >1%,

11. června 2005; 5 segmentů úniku

Trvání fáze úniku (hodiny):

1.0000 1.0000 1.0000 2.0000 1.0000

Energie úniku ve fázích (kW):

0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

Vertikální rychlost výtoku (m/s):

0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

Výška úniku ve fázích (m):

99.0 99.0 99.0 99.0 99.0

Nuklidy a uniklé aktivity [Bq]:

KR88	1.04E+14	1.45E+18	8.30E+16	1.66E+17	8.30E+16
SR90	4.82E+11	1.45E+16	6.03E+13	1.21E+14	6.03E+13
MO99	0.00E+00	2.10E+18	1.14E+16	2.27E+16	1.14E+16
RU103	0.00E+00	1.80E+18	9.70E+15	1.94E+16	9.70E+15
RU106	0.00E+00	6.01E+17	3.25E+15	6.50E+15	3.25E+15
TE132	1.80E+13	1.30E+18	4.50E+16	9.00E+16	4.50E+16
I131	1.41E+14	1.98E+18	1.13E+17	2.27E+17	1.13E+17
I133	2.88E+14	4.02E+18	2.30E+17	4.60E+17	2.30E+17
I135	2.70E+14	3.78E+18	2.16E+17	4.32E+17	2.16E+17
CS134	2.10E+12	2.36E+17	1.31E+15	2.63E+15	1.31E+15
CS137	1.32E+12	1.48E+17	8.23E+14	1.65E+15	8.23E+14
BA140	1.09E+13	3.28E+17	1.37E+15	2.73E+15	1.37E+15

3.3 Výběr meteorologických sekvencí

Pro srovnávací výpočty byly zvoleny 2 reálné meteorologické situace:

1. Case 1 - release 29.07.2001

V tomto případě začíná meteosekvence o 9 hodin dříve než únik.

Start of the release = 21:00, 29.07.01

Data from forecasted wind field (Czech Hydro-Meteorological Institut).

Values since 12:00 29.07.01 (=1.line) up to 12:00 31.07.01 (= the last line)

1.column = wind direction in degrees

2. column = stability category according to Pasquill (1= A, 2 = B, 3= C, 4 = D, 5 = E, 6 = F)

3. column = rain rate in mm/h x 100, i.e. 62 means 0.62mm/h, etc.

4. column = wind rate in m/s x 100, i.e. 56 means 0.56 m/s

5. column = height of the mixing layer in m, i.e. 88 means 88 m

Data:

53	1	62	56	88	time = 12:00 29.07.01
76	2	62	98	110	time = 13:00 29.07.01
99	3	62	141	132	time = etc.
122	4	62	184	155	
144	4	62	227	177	
167	5	62	270	199	
190	4	75	312	222	
185	5	75	285	201	
180	5	75	257	180	
176	5	75	230	159	
171	5	75	202	138	
166	6	5	175	117	
161	6	1	148	97	
161	6	1	160	116	
160	6	1	172	136	
160	6	1	184	155	
160	6	1	196	175	
159	4	1	208	195	
159	4	0	220	215	
156	4	0	223	302	
154	4	0	226	390	
151	4	0	228	477	
148	3	0	231	565	
146	2	0	234	653	
143	1	0	236	741	
137	2	0	229	645	
130	3	0	221	550	
124	4	0	214	454	
118	4	0	206	359	
111	4	0	199	263	
105	6	0	191	168	
101	6	0	181	153	
96	6	0	172	139	
92	6	0	162	125	
87	6	0	153	110	
83	6	0	143	96	
78	6	0	134	82	
80	6	0	140	99	
81	6	0	147	116	
83	6	0	154	134	

```

84 6 0 160 151
86 6 0 167 168
87 6 0 173 186
88 6 0 175 305
90 6 0 177 425
91 4 0 180 545
92 3 0 182 665
93 2 0 184 785
95 1 0 186 905

```

2. Case 2 - release 28.06.2002

Start of the release = 00:00, 28.06.02

Data from forecasted wind field (Czech Meteorological Inst.).

Values since 00:00 28.06.02 (=1.line) up to 00:00 30.06.02 (= the last line)

1.column = wind direction in degrees

2. column = stability category according to Pasquill (1= A, 2= B, etc.)

3. column = rain rate in mm/h x 100, i.e. 3 means 0.03 mm/h, etc.

4. column = wind rate in m/s x 100, i.e. 131 means 1.31 m/s

5. column = height of the mixing layer in m, i.e. 76 means 76 m

Data:

```

54 6 3 131 76 time = 00:00, 28.06.02
70 6 3 148 109 time = 01:00, 28.06.02
87 6 3 165 143 time = 02:00, 28.06.02
103 6 3 182 176 time = etc.
120 6 3 199 210
136 4 3 216 243
153 4 7 233 277
145 3 7 231 440
137 3 7 228 604
129 3 7 225 768
121 2 7 223 931
113 2 7 220 1095
105 2 7 218 1259
104 2 7 242 1156
102 3 7 266 1054
100 3 7 289 951
98 4 7 313 849
96 4 7 337 746
94 4 1 361 644
95 4 1 363 638
95 4 1 365 633
96 4 1 366 628
96 4 1 368 623
96 4 1 370 618
97 4 0 372 613
97 4 0 374 665
97 4 0 377 718
97 4 0 379 771
97 4 0 382 824
96 3 0 385 877
96 3 10 387 930
95 2 10 385 977
94 2 10 383 1025
92 2 10 380 1073

```

91	2	10	378	1120
89	2	10	376	1168
88	2	3	373	1216
86	2	3	354	1111
84	2	3	335	1006
82	2	3	316	901
80	3	3	297	796
78	4	3	278	691
76	4	0	259	587
75	5	0	231	496
74	5	0	204	406
73	6	0	177	316
72	6	0	149	226
70	6	0	122	136
69	6	0	95	46

Vzhledem k tomu, že meteorologické údaje uvádějí vždy směr **odkud** vane vítr, je nutno pro výpočet dávek tyto údaje přetransponovat do příslušných sektorů. Tzn., fouká-li vítr od severu, provádí se výpočet objemových aktivit, depozic a dávek v jižním sektoru. Po vložení příslušných údajů do záložky *Meteorologické sekvence* vstupního subsystému *havar* (podrobně v [8] a uložením do archivu meteosekvencí získáme soubory *Melk_case1.wea* a *Melk_case2.wea*.

Soubor *Melk_case1.wea*:

METEOSEKVENCE: Melk_case1

1.00	0.00	356.00	2.30	E	0.75	159.00
1.00	1.00	351.00	2.02	E	0.75	138.00
1.00	2.00	346.00	1.75	F	0.75	117.00
1.00	3.00	341.00	1.48	F	0.01	97.00
1.00	4.00	341.00	1.60	F	0.01	116.00
1.00	5.00	340.00	1.72	F	0.01	136.00
1.00	6.00	340.00	1.84	F	0.01	155.00
1.00	7.00	340.00	1.96	F	0.01	175.00
1.00	8.00	339.00	2.08	D	0.01	195.00
1.00	9.00	339.00	2.20	D	0.00	215.00
1.00	10.00	336.00	2.23	D	0.00	302.00
1.00	11.00	334.00	2.26	D	0.00	390.00
1.00	12.00	331.00	2.28	D	0.00	477.00
1.00	13.00	328.00	2.31	C	0.00	565.00
1.00	14.00	326.00	2.34	B	0.00	653.00
1.00	15.00	323.00	2.36	A	0.00	741.00
1.00	16.00	317.00	2.29	B	0.00	645.00
1.00	17.00	310.00	2.21	C	0.00	550.00
1.00	18.00	304.00	2.14	D	0.00	454.00
1.00	19.00	298.00	2.06	D	0.00	359.00
1.00	20.00	291.00	1.99	D	0.00	263.00
1.00	21.00	285.00	1.91	F	0.00	168.00
1.00	22.00	281.00	1.81	F	0.00	153.00
1.00	23.00	276.00	1.72	F	0.00	139.00
1.00	24.00	272.00	1.62	F	0.00	125.00
1.00	25.00	267.00	1.53	F	0.00	110.00
1.00	26.00	263.00	1.43	F	0.00	96.00
1.00	27.00	258.00	1.34	F	0.00	82.00
1.00	28.00	260.00	1.40	F	0.00	99.00
1.00	29.00	261.00	1.47	F	0.00	116.00
1.00	30.00	263.00	1.54	F	0.00	134.00
1.00	31.00	264.00	1.60	F	0.00	151.00
1.00	32.00	266.00	1.67	F	0.00	168.00

1.00	33.00	267.00	1.73	F	0.00	186.00
1.00	34.00	268.00	1.75	F	0.00	305.00
1.00	35.00	270.00	1.77	F	0.00	425.00

Soubor *Melk_case2.wea*:

METEOTSEKVENCE

1.00	0.00	234.00	1.31	F	0.03	76.00
1.00	1.00	250.00	1.48	F	0.03	109.00
1.00	2.00	267.00	1.65	F	0.03	143.00
1.00	3.00	283.00	1.82	F	0.03	176.00
1.00	4.00	300.00	1.99	F	0.03	210.00
1.00	5.00	316.00	2.16	D	0.03	243.00
1.00	6.00	333.00	2.33	D	0.07	277.00
1.00	7.00	325.00	2.31	C	0.07	440.00
1.00	8.00	317.00	2.28	C	0.07	604.00
1.00	9.00	309.00	2.25	C	0.07	768.00
1.00	10.00	301.00	2.23	B	0.07	931.00
1.00	11.00	293.00	2.20	B	0.07	1095.00
1.00	12.00	285.00	2.18	B	0.07	1259.00
1.00	13.00	284.00	2.42	B	0.07	1156.00
1.00	14.00	280.00	2.66	C	0.07	1054.00
1.00	15.00	278.00	2.89	C	0.07	951.00
1.00	16.00	276.00	3.13	D	0.07	849.00
1.00	17.00	274.00	3.37	D	0.07	746.00
1.00	18.00	275.00	3.61	D	0.01	644.00
1.00	19.00	275.00	3.63	D	0.01	638.00
1.00	20.00	274.00	3.65	D	0.01	633.00
1.00	21.00	276.00	3.66	D	0.01	628.00
1.00	22.00	276.00	3.68	D	0.01	623.00
1.00	23.00	276.00	3.70	D	0.01	618.00
1.00	24.00	277.00	3.72	D	0.00	613.00
1.00	25.00	277.00	3.74	D	0.00	665.00
1.00	26.00	277.00	3.77	D	0.00	718.00
1.00	27.00	277.00	3.79	D	0.00	771.00
1.00	28.00	277.00	3.82	D	0.00	824.00
1.00	29.00	276.00	3.85	C	0.00	877.00
1.00	30.00	276.00	3.87	C	0.10	930.00
1.00	31.00	275.00	3.85	B	0.10	977.00
1.00	32.00	274.00	3.83	B	0.10	1025.00
1.00	33.00	272.00	3.80	B	0.10	1073.00
1.00	34.00	271.00	3.78	B	0.10	1120.00
1.00	35.00	269.00	3.76	B	0.10	1168.00

3.4 Spotřební koše

Dále byly do výpočtu zadány spotřební koše pro ČR a pro Rakousko.

Consumption values in the Czech Republic, in 1996,
in kg/(person*year)

Product	Consumption rate
[kg, l / y]	[kg/yr] or [l/yr]
cow milk	58,5
other milk products	144,0

Beef	18,5
Pork	49,2
Poultry	13,6
raw meats, others	4,0
white bread	43,0
other bread	58,4
Potatoes	77,2
other vegetables	79,5
mushrooms	0,2
Fruits	59,0
Eggs	14,4
Sugar	39,5

The fraction of consumption of individual food production (% of total consumption)

	meat %	cow milk %	other dairy products %	vegetables %	fruits %
general population average	23	1,5	0,02	29	32
farmers	59	13,6	0,28	51	42

Austrian average consumption rates

Austrian average	consumption rate (kg/year)				
	age (years)				
	1	5	10	15	20
summer wheat, wholemeal	0	0,4	0,6	0,6	0,7
summer wheat, flour	0,4	2,2	3,1	3,5	4
summer wheat, pollard	0	0	0	0	0
winter wheat, wholemeal	1,8	3,7	4,8	5,5	6,6
winter wheat, flour	8,4	21,2	28,5	32,1	36,9
winter wheat, pollard	0	0	0	0	0
rye, wholemeal	0	1,8	2,6	2,9	3,3
rye, flour	0	7,7	10,2	11,7	13,5
rye, pollard	0	0	0	0	0
oat	0,4	0,3	0,4	0,5	0,6
potatoes	1,4	12,4	23,7	31	61,3
leafy vegetables	13,5	16,1	19,7	35,8	37,2
root crop	14,6	5,31	7,3	12,8	13,1
fruit vegetables	14,6	8	9,9	17,9	18,3
fruit	46,4	32,9	37,2	43,8	63,9
berries	0	3,7	4,4	4,8	4,8
cow milk for drinking	175,9	76,7	99,7	116,4	130,3
evaporated milk	0	1,5	1,8	2,2	2,4
cream	0	2,9	3,8	4	4,7
butter	0	2,6	4	4,4	5,1
cheese, type #1	3,7	2,9	4,4	4,8	6,6
cheese, type #2	0	2,4	3,3	4,4	2,9
goat's milk	0	0	0	0	0,2

ewe's milk	0	0	0	0	0
beef, type #3	1,1	5,1	6,6	6,2	6,6
beef, type #4	2,2	10,9	13,5	12,8	13,5
veal	1,8	1,8	1,8	1,8	2,3
pork	9,5	32,9	36,5	42	52,2
lamb	0	0	0,4	0,7	0,7
chicken	2,2	7,3	7,3	9,1	12,1
venison	0	0,4	0,4	0,5	0,6
eggs	1,8	6,6	7,3	11	14,2
beer	0	0	0	25,2	117,9

Do vstupních dat programu HAVAR-RP byly prostřednictvím panelu *Spotřební koš* vstupního subsystému *ingmodel.exe* vloženy 3 spotřební koše:

1. základní spotřební koš – představuje variantu *lokální produkce - lokální spotřeba*
2. spotřební koš pro farmáře
3. globální spotřební koš

1. spotřební koš pro lokální produkci – lokální spotřebu (zpracováno s použitím spotřebního koše ENCONAN), v němž jsou uloženy původní hodnoty:

Potravina	0 - 1 rok	1 - 2 roky	2 - 7 let	7 - 12 let	12 - 17 let	dospělí
zelenina listová jarní	1.6	2.6	3.4	4	5	5.4
zelenina listová podzimní	6.6	10	14	16	20	22
zelenina kořenová	6.4	10	13	15	19	21
zelenina plodová	10	16	21	25	31	34
pšenice ozimá	12	33	54	80	111	123
brambory pozdní	3.4	18	32	39	60	62
ovoce	9.8	24	37	45	55	44
vejce	2.0	5.6	9	12	14	15
kuřecí (drůbež)	0.62	11	17	17	30	25
vepřové	1.3	5.9	10	19	23	47
hovězí (celkem)	2.0	5.6	8.9	11	12	12
mléko + smetana + máslo	74	95	115	116	101	75
sýr (rennet)	8	10	13	13	11	8.2
mléko suš. + kondenz.	2.0	2.6	3.1	3.1	2.7	2
tvářoh + ostatní	17	22	26	27	23	17
žito	1.7	4.9	7.9	12	16	18
pšenice jarní	0.54	1.6	2.5	3.7	5.2	5.7
brambory rané	1.1	5.6	10	12	18	19
skopové a jehněčí	0.013	0.058	0.1	0.19	0.23	0.46
králíci	0.078	1.4	2.1	2.2	3.7	3.1

Extra konzumace

Potravina	0 - 1	1 - 2	2 - 7	7 - 12	12 - 17	dospělí
-----------	-------	-------	-------	--------	---------	---------

	rok	roky	let	let	let	
lesní plody	0.33	0.81	1.2	1.5	1.9	1.5
houby	0	1.1	1.8	2.2	2.3	2.5
ryby	0	0	0	0	0	0
zvěřina	0.009	0.04	0.07	0.13	0.16	0.32
mléko ovčí	0.055	0.071	0.085	0.086	0.075	0.056
sýr ovčí	0.0053	0.0069	0.0083	0.0084	0.0073	0.0054

2. Spotřební koš pro farmáře

Potravina	0 - 1 rok	1 - 2 roky	2 - 7 let	7 - 12 let	12 - 17 let	dospělí
zelenina listová jarní	0.84	1.3	1.7	2.0	2.5	2.7
zelenina listová podzimní	3.4	5.3	6.9	8.1	10.2	11.0
zelenina kořenová	3.2	5.1	6.7	7.8	9.8	10.6
zelenina plodová	5.3	8.2	10.8	12.7	15.9	17.2
pšenice ozimá	1.2	3.4	5.4	8.0	11.1	12.3
brambory pozdní	1.7	9.3	16.5	20.0	30.5	31.6
ovoce	4.1	10.1	15.5	18.9	23.2	18.7
vejce	2.0	5.6	9.0	12.0	14.0	15.0
kuřecí (drůbež)	0.37	6.5	9.9	10.1	17.5	14.6
vepřové	0.77	3.5	6.0	11.4	13.7	27.5
hovězí (celkem)	1.2	3.3	5.3	6.6	7.4	6.8
mléko + smetana	7.6	9.9	11.9	12.1	10.5	7.8
sýr (rennet)	0.022	0.029	0.035	0.036	0.031	0.023
mléko suš. + kondenz.	0.0056	0.0072	0.0087	0.0088	0.0076	0.0057
tvaroh + ostatní	0.047	0.061	0.074	0.075	0.065	0.048
žito	0.17	0.49	0.79	1.2	1.6	1.8
pšenice jarní	0.05	0.16	0.25	0.37	0.52	0.57
brambory rané	0.54	2.86	5.11	6.19	9.42	9.77
skopové a jehněčí	0.013	0.058	0.10	0.19	0.23	0.46
králíci	0.078	1.1	2.2	2.2	3.7	3.1

3. Spotřební koš globální (průměrná populace)

Potravina	0 - 1 rok	1 - 2 roky	2 - 7 let	7 - 12 let	12 - 17 let	dospělí
zelenina listová jarní	0.48	0.74	1.0	1.1	1.4	1.6
zelenina listová podzimní	1.9	3.0	3.9	4.6	5.8	6.3
zelenina kořenová	1.8	2.9	3.8	4.4	5.6	6.0
zelenina plodová	3.0	4.7	6.1	7.2	9.0	9.8
pšenice ozimá	1.2	3.3	5.4	8.0	11.1	12.3

brambory pozdní	1.0	5.3	9.4	11.4	17.3	18.0
ovoce	3.1	7.7	11.8	14.4	17.7	14.2
vejce	0.20	0.56	0.90	1.2	1.4	1.5
kuřecí (drůbež)	0.14	2.5	3.8	3.9	6.8	5.7
vepřové	0.30	1.4	2.3	4.4	5.4	10.7
hovězí (celkem)	0.47	1.3	2.1	2.6	2.9	2.7
mléko + smetana + máslo	0.84	1.1	1.3	1.3	1.2	0.86
sýr (rennet)	0.0016	0.0021	0.0025	0.0025	0.0022	0.0016
mléko suš. + kondenz.	0.00040	0.00051	0.00062	0.00063	0.00055	0.00041
tvářoh + ostatní	0.0034	0.0044	0.0053	0.0053	0.0046	0.0034
žito	0.17	0.49	0.79	1.2	1.6	1.8
pšenice jarní	0.05	0.16	0.25	0.37	0.52	0.57
brambory rané	0.31	1.6	2.9	3.5	5.4	5.6
skopové a jehněčí	0.0029	0.013	0.023	0.043	0.052	0.10
králíci	0.018	0.32	0.48	0.50	0.85	0.72

3.5 Výsledky výpočtů

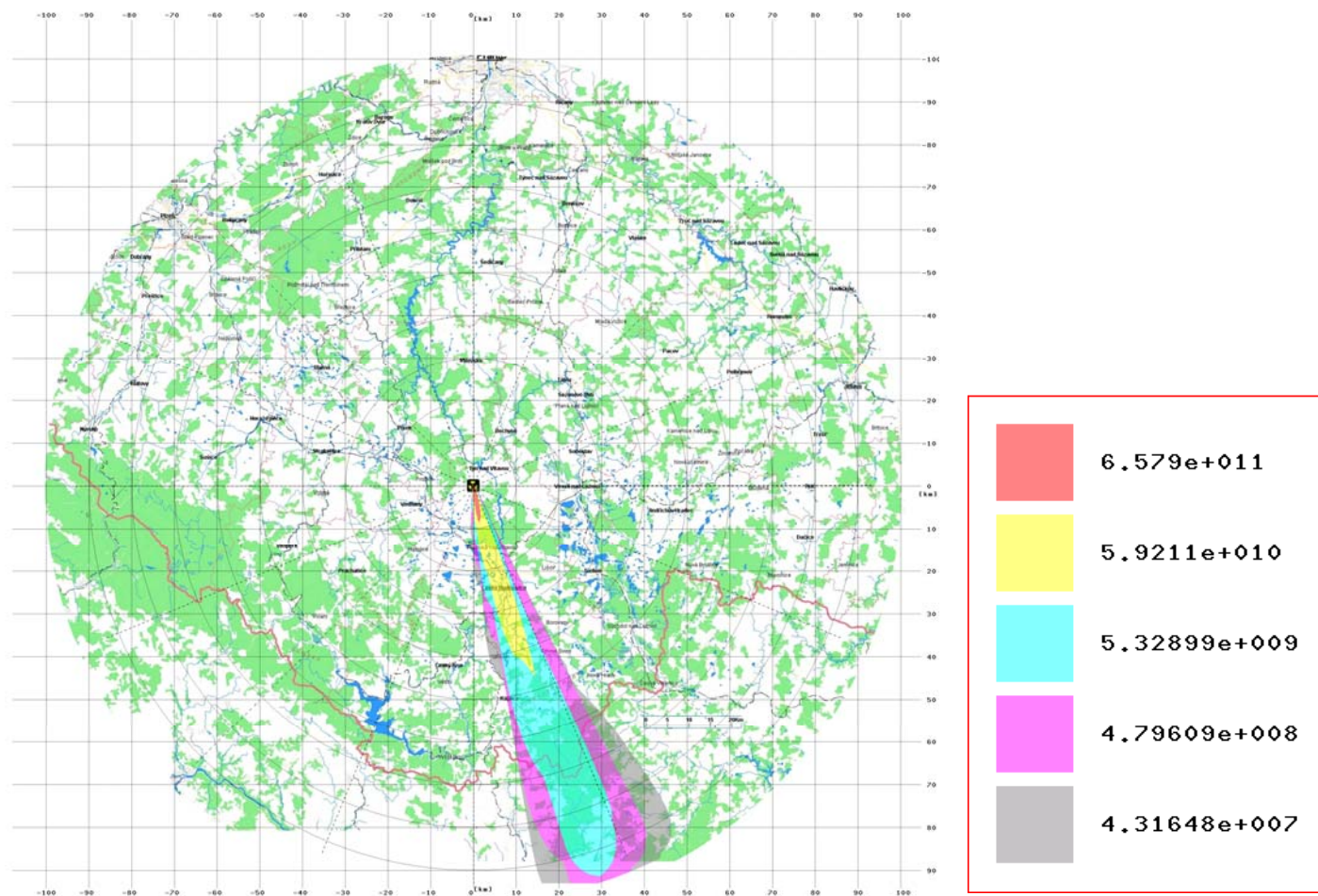
Následujících prvních 5 obrázků představuje ukázkou grafického znázornění výsledků výpočtů časového integrálu přízemní objemové aktivity I-131 při výpočtu rozptylových koeficientů σ podle SCK/CEN modelu pro hladký terén a podle KFK modelu pro drsný terén a depozice Cs-137 variantně pro drsný a hladký terén v okamžiku odeznění a pro hladký terén v situaci přesně po 6 hodinách pro variantu počasí Melk Case 1.

Obrázek č.3.6 ukazuje zobrazení hodnoty depozice I-131 pro Melk Case 1 kliknutím na příslušné místo na mapě podle zadaných souřadnic (v tomto případě Borovany, které byly jedním ze 4 srovnávaných míst v Melkském procesu v r.2003 – workshop ve Vídni).

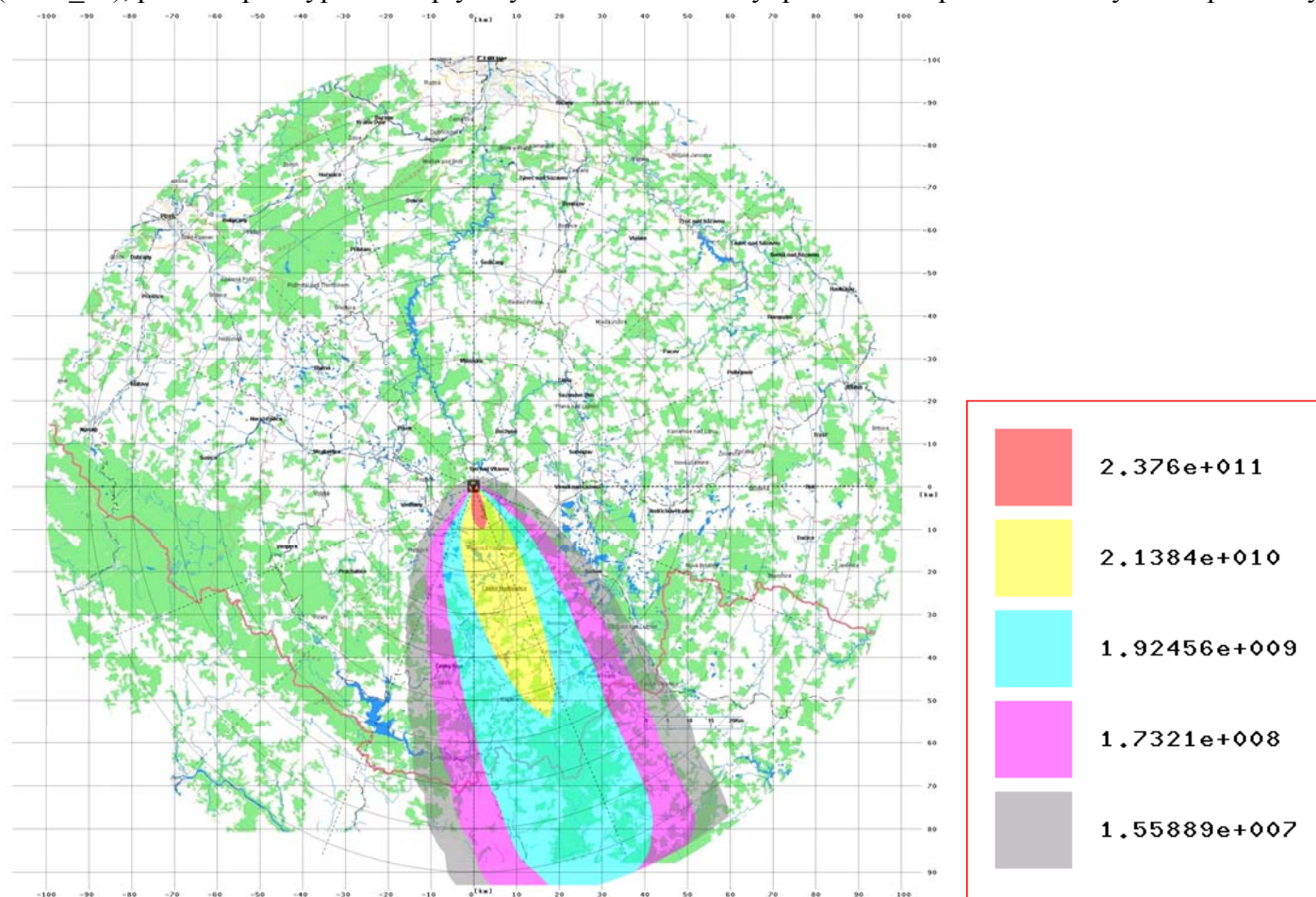
Další 2 obrázky (č.3.7 – 3.8) představují integrální přízemní objemovou aktivitu I-131 pro variantu Melk Case 2 pro hladký a drsný terén a poslední 3 obrázky (č.3.9 – 3.11) depozici Cs-137 variantně pro drsný a hladký terén v okamžiku odeznění a pro hladký terén v situaci přesně po 6 hodinách.

Zobrazení výsledků výpočtů

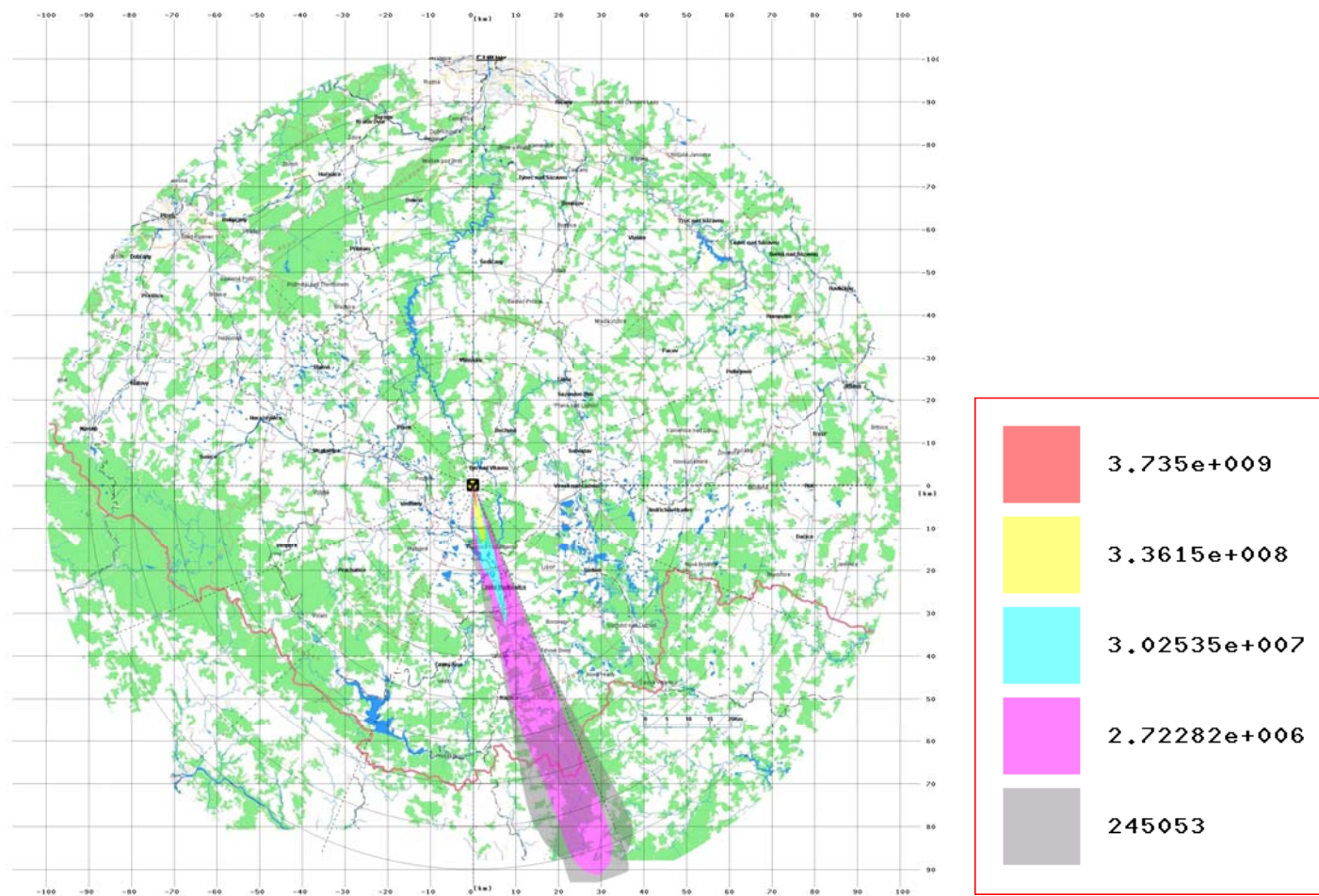
Následující obrázek č.3-1 představuje **integrální přízemní objemovou aktivitu radionuklidu I-131 [Bq.s.m³]** pro variantu počasí Case 1 (Melk_c1), bez ingesce, 1 den, přičemž pro výpočet rozptylových koeficientů σ byl použit vztah podle metodiky SCK/CEN pro hladký terén:



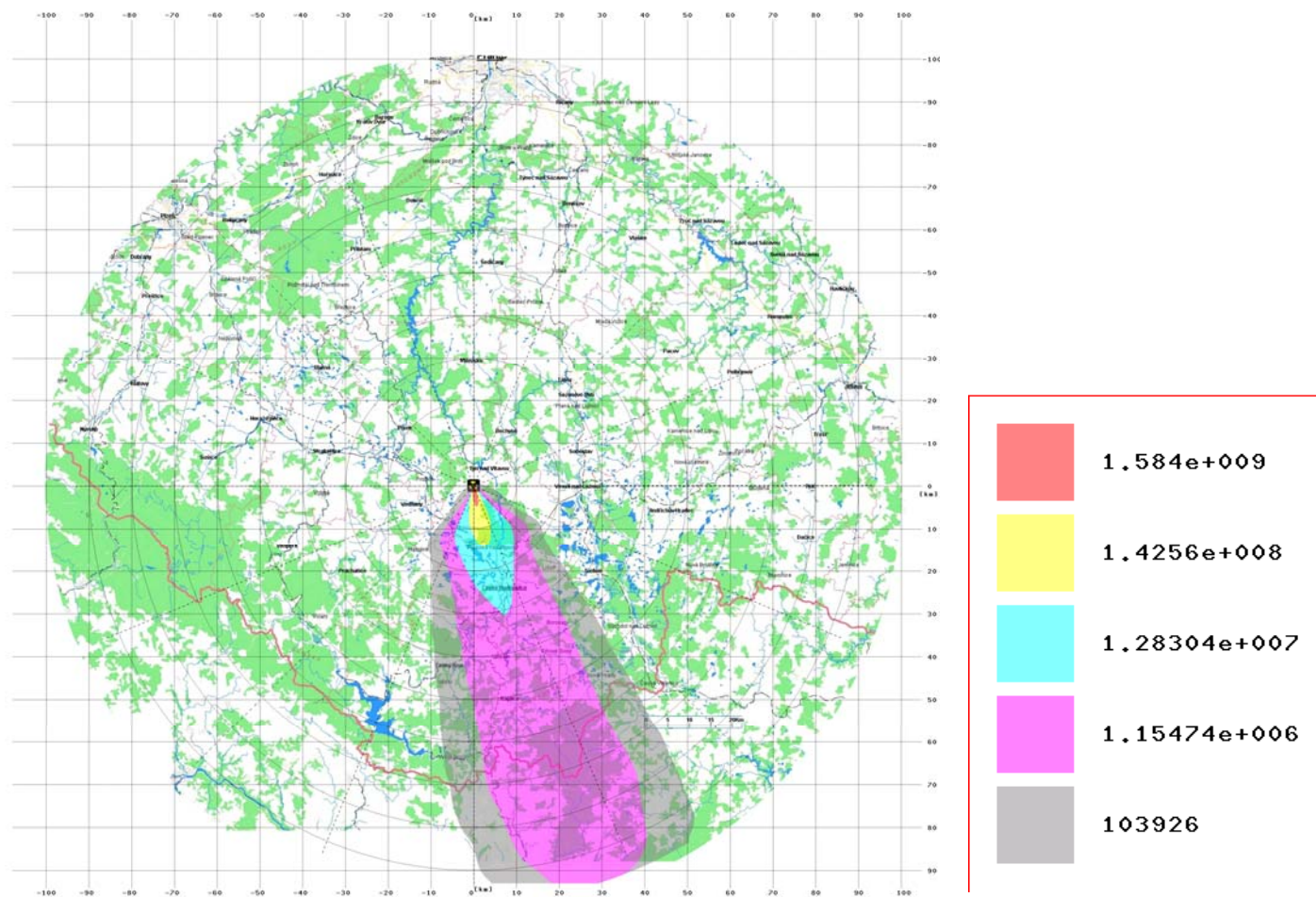
Následující obrázek č.3-2 představuje **integrální přízemní objemovou aktivitu radionuklidu I-131 [Bq.s.m⁻³]** pro variantu počasí Case 1 (Melk_c1), přičemž pro výpočet rozptylových koeficientů σ byl použit vztah podle metodiky **KFK** pro drsný terén:



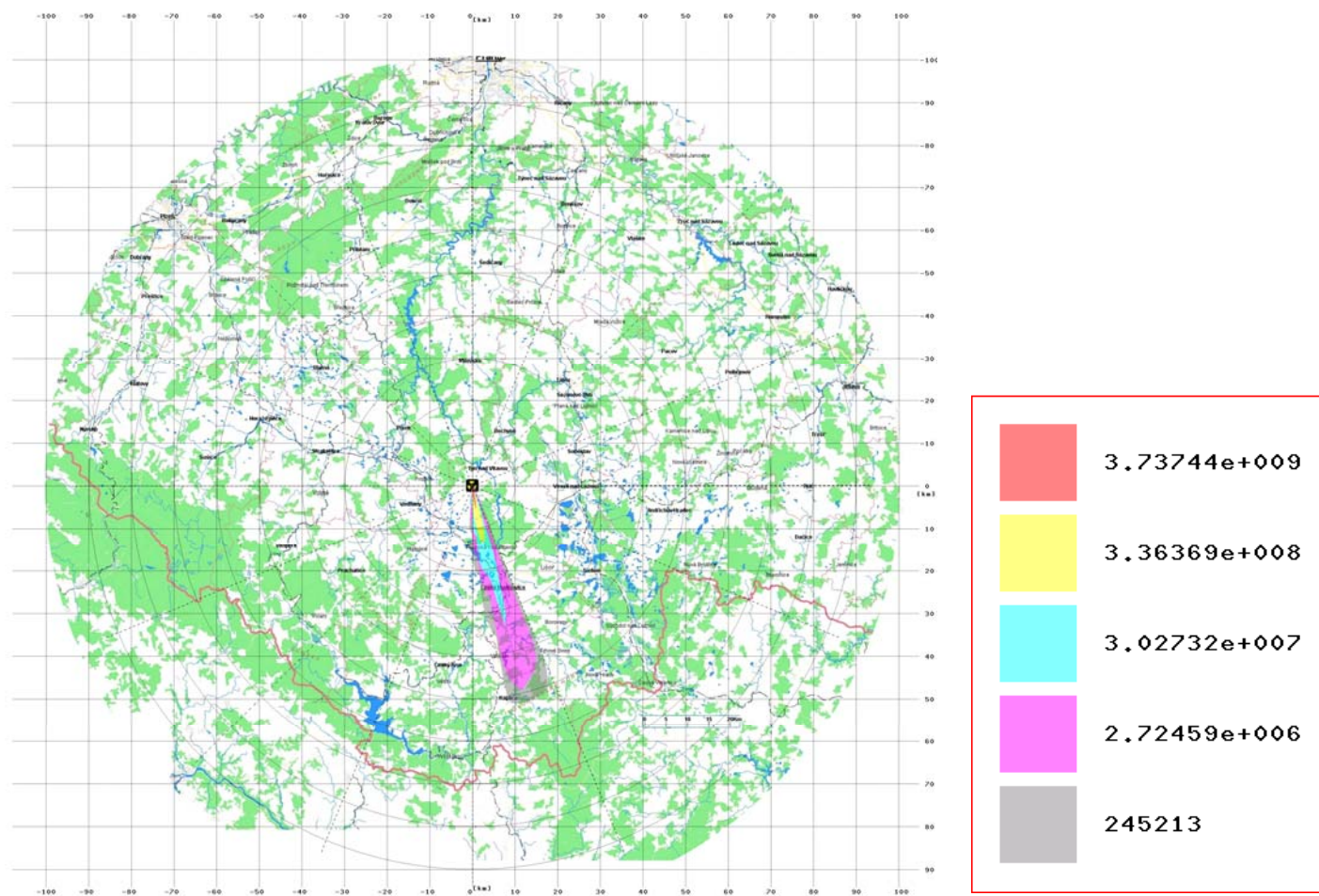
Obrázek č.3-3: MelkC1, SCK/CEN, bez ingesce, 1 den
 Depozice nuklidu Cs137 [Bq.m⁻²] (v okamžiku odeznění)



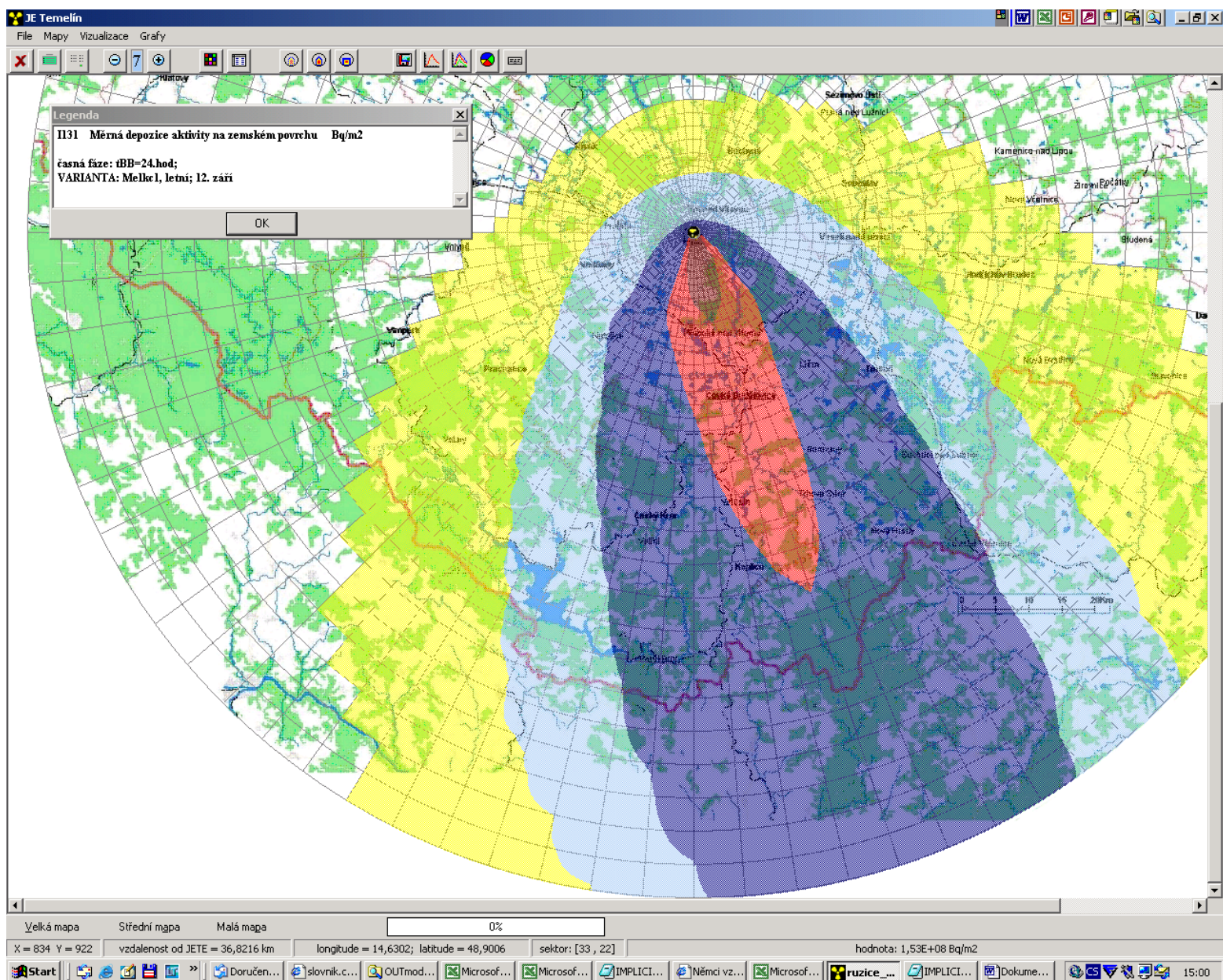
Obrázek č.3-4: MelkC1, KFK, bez ingesce, 1 den
Depozice nuklidu Cs137 [Bq.m⁻²] (v okamžiku odeznění)



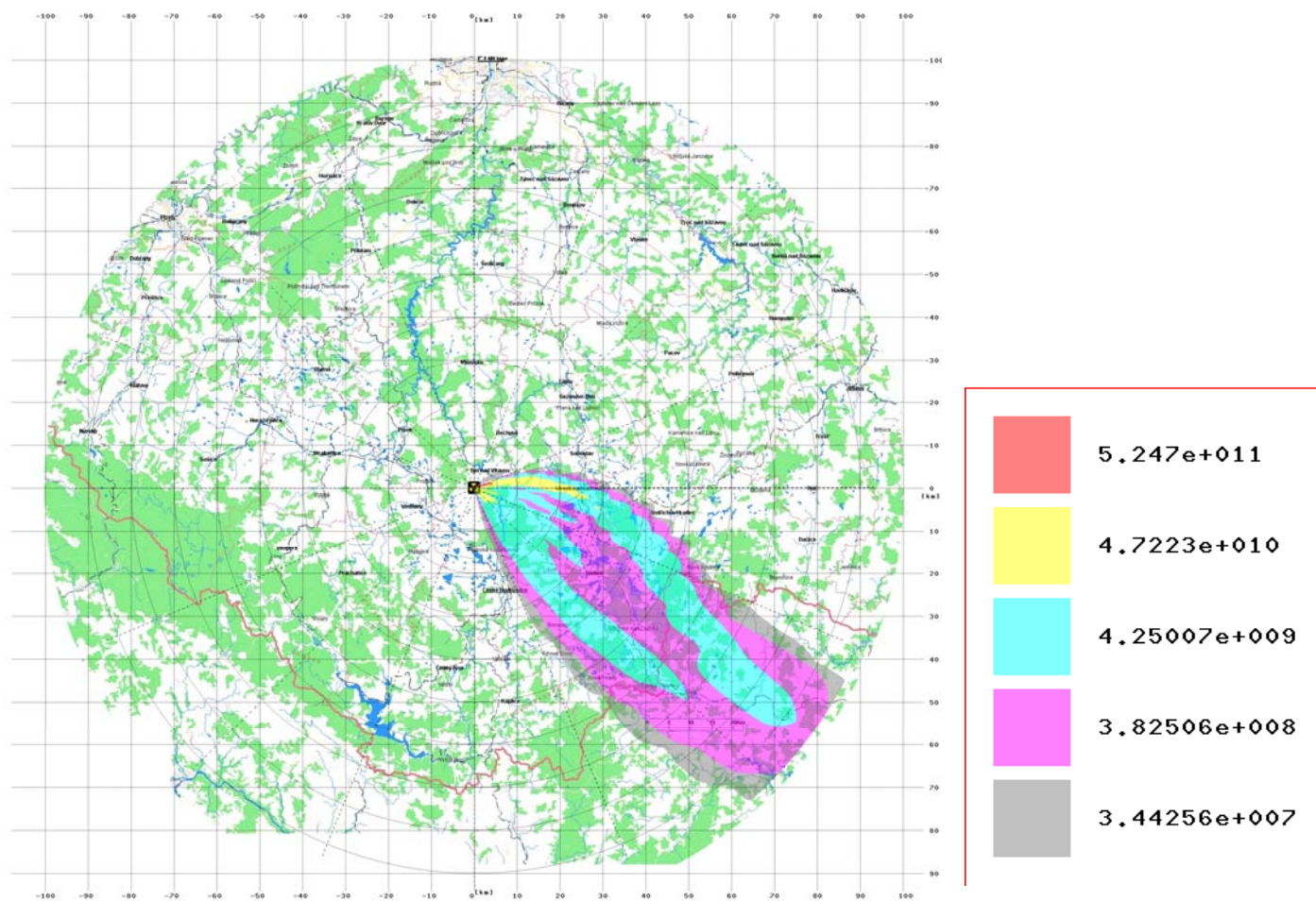
Obrázek č.3-5: MelkC1, SCK/CEN, bez ingesce, 1 den
 Depozice nuklidu Cs137 [Bq.m⁻²] (v okamžiku odeznění) – situace přesně po 6 hodinách



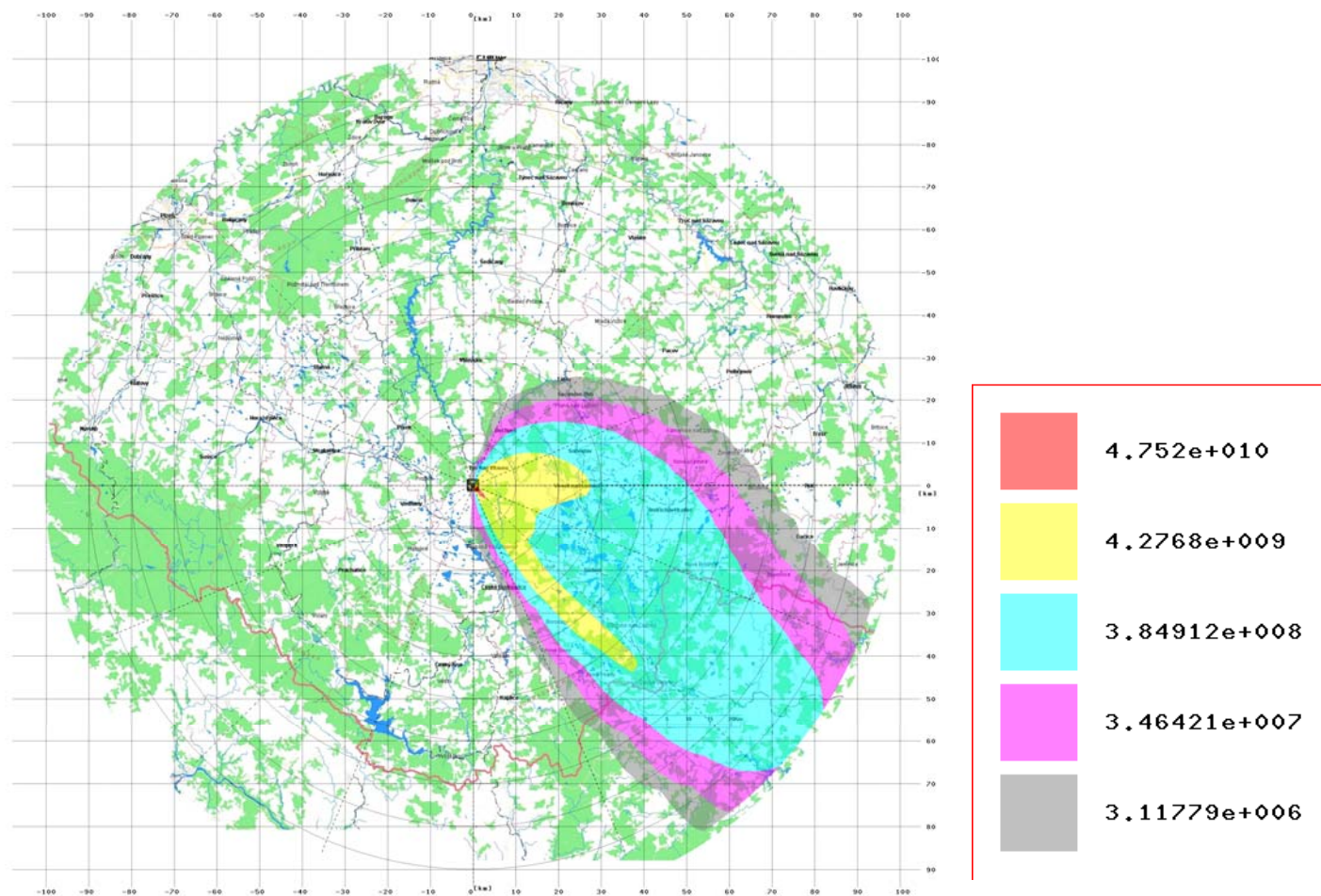
Obrázek č.3-6: MelkC1, KFK, Měrná depozice aktivity na zemském povrchu [Bq/m²] pro I131 v místě Borovany



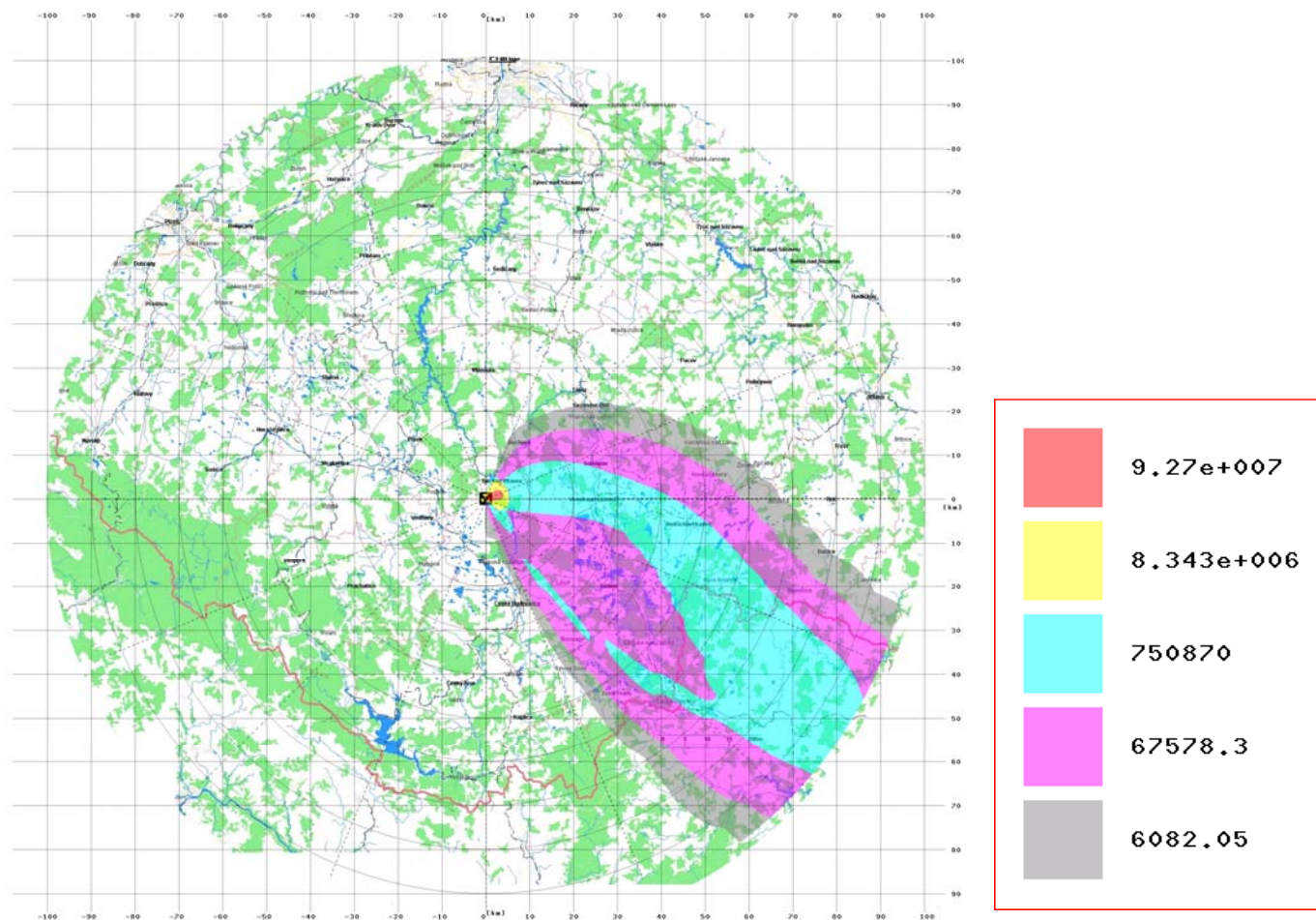
Následující obrázek č.3-7 představuje **integrální přízemní objemovou aktivitu radionuklidu I-131 [Bq.s.m⁻³]** pro variantu počasí Case 2 (Melk_c2), bez ingesce, 1 den, přičemž pro výpočet rozptylových koeficientů σ byl použit vztah podle metodiky SCK/CEN pro hladký terén:



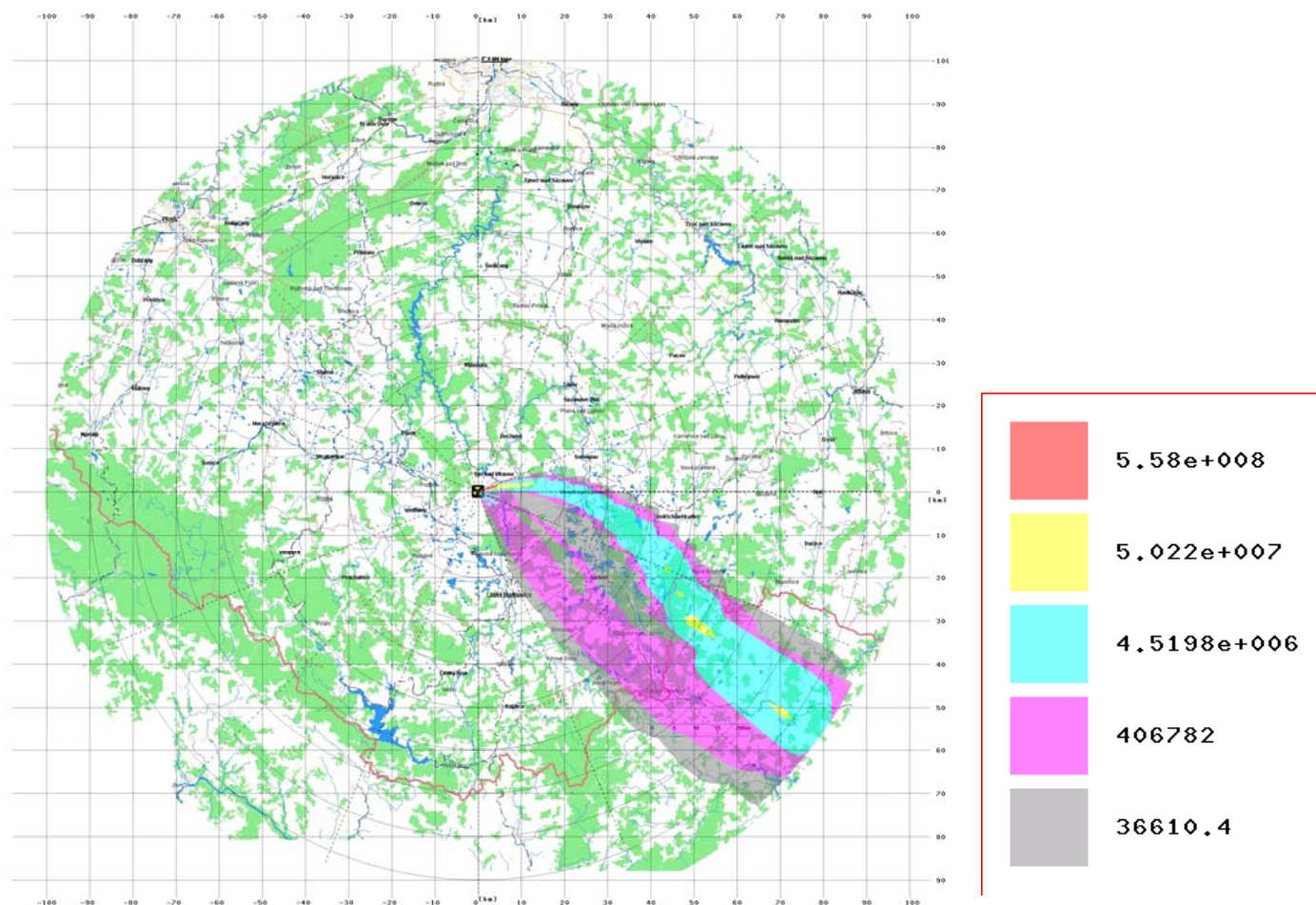
Následující obrázek č.3-8 představuje **integrální přízemní objemovou aktivitu radionuklidu I-131 [Bq.s.m⁻³]** pro variantu počasí Case 2 (Melk_c2), přičemž pro výpočet rozptylových koeficientů σ byl použit vztah podle metodiky KFK pro drsný terén:



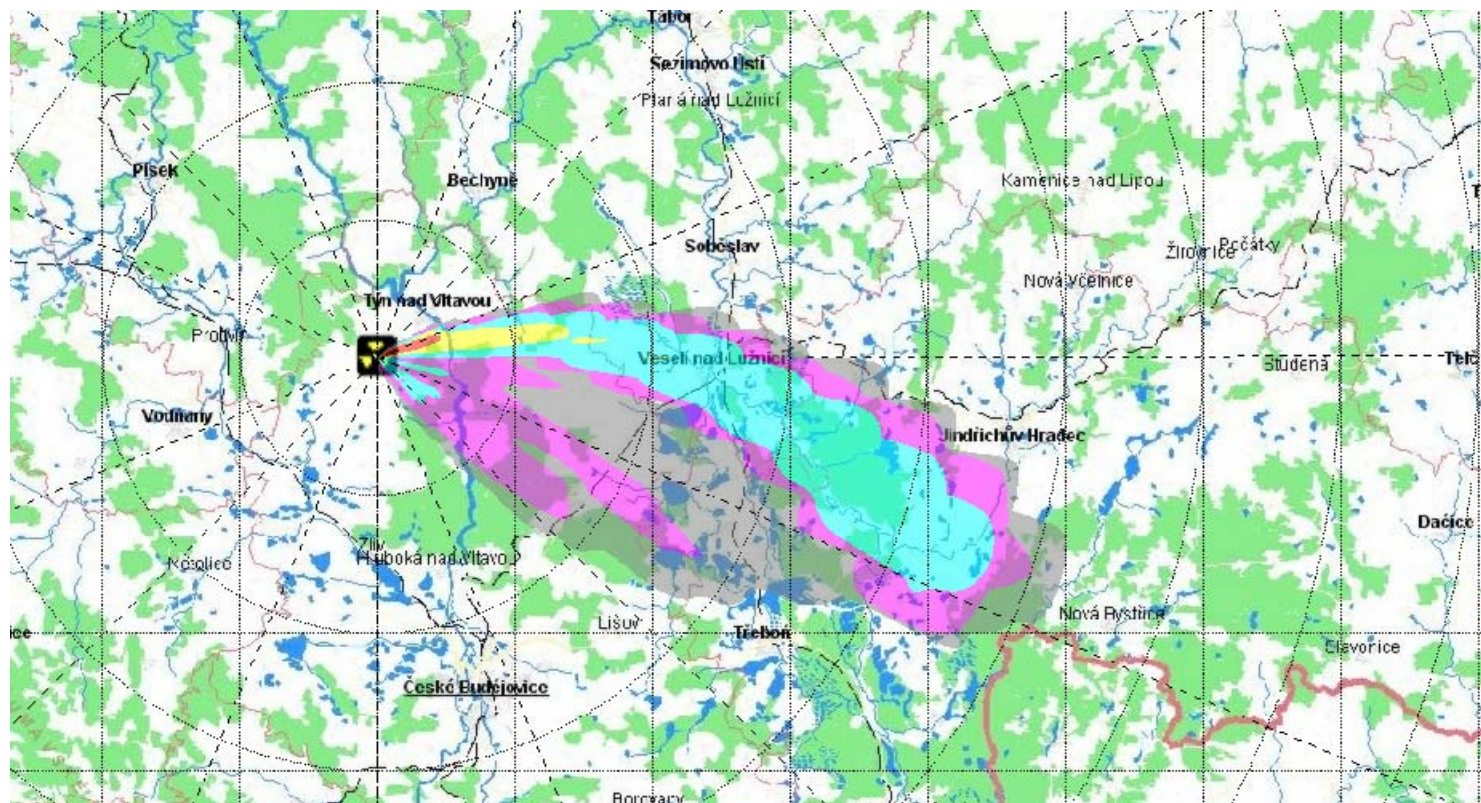
Obrázek č.3-9 představuje **depozici radionuklidu Cs-137 [Bq.m⁻²]** pro variantu počasí Case 2 (Melk_c2), přičemž pro výpočet rozptylových koeficientů σ byl použit vztah podle metodiky **KFK** pro drsný terén.



Obrázek č.3-10 představuje **depozici radionuklidu Cs-137 [Bq.m⁻²]** pro variantu počasí Case 2 (Melk_c2), přičemž pro výpočet rozptylových koeficientů σ byl použit vztah podle metodiky **SCKCEN** pro hladký terén.



Obrázek č.3-11 představuje **depozici radionuklidu Cs-137 – situaci přesně po 6 hodinách** pro variantu počasí Case 2 (Melk_c2), přičemž pro výpočet rozptylových koeficientů σ byl použit vztah podle metodiky SCKCEN pro hladký terén.



3.6 Porovnání výsledků výpočtů STEP II b provedených programy HAVAR a HAVAR-RP

V této části srovnávání jsou rovněž uvedeny výsledky srovnávacích výpočtů provedených v rámci společného česko-rakouského cvičení STEP II b “Realistic Case Studies”, které byly prezentovány na workshopu ve Vídni 28. a 29. dubna 2003 a jsou uvedeny ve zprávě EGP [4]. K těmto výsledkům byly přidány i hodnoty z nového výpočtu programem HAVAR-RP.

Výpočty programem HAVAR-RP byly provedeny pouze pro 2 vybraná místa v ČR:

Cz1 – Borovany (14°38'29.7'' E, 48°54'0.64'' N)

Cz2 – Jindřichův Hradec (15°00'13.05'' E, 49°08'37.98'' N)

1. Case 1 (29-July-2001/21:00)

Zvolený model pro výpočet rozptylových koeficientů σ : KFK

Pro HAVAR-RP jsou hodnoty po výpočtu odečteny z mapy kliknutím na příslušné místo podle souřadnic (viz obr.č.3-6).

Místo na území ČR	Časový integrál objemové aktivity vzduchu [Bq.s/m ³]					
	Sr-90	Ru-106	I-131	Te-132	Cs-134	Cs-137
Cz1 (HAVAR)	7,0E+06	3,77E+08	3,6E+09	5,01E+09	1,52E+08	1,97E+08
Cz1 (HAVAR-RP)	1,39E+08	5,11E+09	1,02E+10	1,11E+10	2,30E+09	1,26E+09
Cz1 (RTARC)	5,02E+07	2,09E+09	4,22E+09	5,10E+09	8,27E+08	5,18E+08
Cz1 (TAMOS)	6,5E+06	2,7E+08	1,2E+09	6,5E+08	1,1E+08	6,7E+07
Cz2 (HAVAR)	-	-	-	-	-	-
Cz2 (HAVAR-RP)	1,96	8,48E+01	1,03E+02	1,76E+02	3,33E+01	2,08E+01
Cz2 (RTARC)	1,89E+05	7,84E+06	6,73E+06	1,63E+07	3,09E+06	1,94E+06
Cz2 (TAMOS)	1,6E+06	6,5E+07	2,7E+08	1,5E+08	2,6E+07	1,6E+07

Pozn:

I-131 v programu HAVAR: superpozice 90% elementární, 5% aerosol and 5% organický, v programu HAVAR-RP a RTARC/PTM pouze elementární, v TAMOS není známo

RTARC – jedná se o slovenský program RTARC/PTM

TAMOS – rakouský program

Místo na území ČR	Usazená aktivita [Bq/m ²]					
	Sr-90	Ru-106	I-131	Te-132	Cs-134	Cs-137
Cz1 (HAVAR)	2,95E+04	1,59E+06	4,58E+07	2,05E+07	6,41E+05	4,00E+05
Cz1 (HAVAR-RP)	2,32E+05	9,75E+06	1,53E+08	2,29E+07	3,84E+06	2,41E+06
Cz1 (RTARC)	6,93E+05	2,89E+07	2,15E+08	7,00E+07	1,14E+07	7,15E+06
Cz1 (TAMOS)	1,1E+06	4,8E+07	2,0E+08	1,0E+08	1,9E+07	1,2E+07

Cz2 (HAVAR)	-	-	-	-	-	-
Cz2 (HAVAR-RP)	3,92E-03	1,62E-01	1,55E+00	2,88E-01	6,37E-02	4,01E-02
Cz2 (RTARC)	5,38E+03	2,23E+05	9,12E+05	4,63E+05	9,12E+05	8,79E+04
Cz2 (TAMOS)	6,4E+04	2,6E+06	1,1E+07	5,6E+06	1,0E+06	6,5E+05

Srovnání dávek je zde provedeno pouze pro programy HAVAR a HAVAR-RP

Místo na území ČR	Město	Úvazek efektivní dávky [mSv]		
		Roční příjem ^{x)} (včetně ingesce)	30 dní	7 dní
Cz1 (HAVAR)	Borovany	536	55,5	41,6
Cz1 (HAVAR-RP)		1899	212,9	171,1
Cz2 (HAVAR)	Jindřichův Hradec	-	-	-
Cz2 (HAVAR-RP)		2,69E-05	2,50E-06	1,93E-06

^{x)} pro defaultový spotřební koš v HAVAR
pro spotřební koš “lokální produkce – lokální spotřeba” v HAVAR-RP

Příspěvek cest ozáření

Místo na území ČR	Efektivní dávka z inhalace H_{inhal} [mSv]	Efektivní dávka z mraku H_{cloud} [mSv]	Efektivní dávka z depa H_{ground} [mSv]		
			$T_B=1\text{rok}$	$T_B=30\text{ dní}$	$T_B=7\text{ dní}$
Cz1 (HAVAR)	22	1,6	81	31,8	18,0
Cz1 (HAVAR-RP)	109	3,9	217	100	58,2
Cz2 (HAVAR)	-	-	-	-	-
Cz2 (HAVAR-RP)	1,27E-06	3,99E-08	3,00E-06	1,19E-06	6,22E-07

Efektivní dávky z ingesce jsou počítány za konzervativního předpokladu lokální produkce – lokální spotřeba. Dále je proveden výpočet dávky z ingesce pro spotřební koš upravený pro farmáře.

Efektivní dávka z ingesce z ročního příjmu pro různé spotřební koše

Výpočty programem HAVAR byly provedeny pro 6 radionuklidů (vstupní hodnota depozice do výpočtu ingesce programem HAVAR, vypočtená původně programem HAVAR)

Výpočty programem HAVAR-RP jsou provedeny pro 13 radionuklidů, jejichž příspěvek k výslednému úvazku efektivní dávky je větší než 1%.

Spotřební koš je přepracován oproti původnímu spotřebnímu koši v programu HAVAR.

Místo na území ČR	Město	Efektivní dávka z ingesce z ročního příjmu [mSv]			
		ENCONAN modif. *) na českou spotřebu	Programem HAVAR-RP lokální koš	ENCONAN farmáři (HAVAR)	Programem HAVAR-RP farmáři
Cz1	Borovany	354	1570	170	90,2
Cz2	Jindř. Hradec	-	2,26E-05	-	1,17E-06

*) modifikace podle tabulky B1 v [1] (Ing. Hůlka)

2. Case 2 (28-June-2002/0:00)

Zvolený model pro σ : KFK

Pro HAVAR-RP jsou hodnoty po výpočtu odečteny z mapy kliknutím na příslušné místo podle souřadnic.

Místo na území ČR	Časový integrál objemové aktivity vzduchu [Bq.s/m ³]					
	Sr-90	Ru-106	I-131	Te-132	Cs-134	Cs-137
Cz1 (HAVAR)	3,82E+06	2,06E+08	3,72E+09	2,77E+09	8,30E+07	5,21E+07
Cz1 (HAVAR-RP)	2,65E+06	1,42E+08	2,95E+09	1,92E+09	5,74E+07	3,61E+07
Cz1 (RTARC)	-	-	-	-	-	-
Cz1 (TAMOS)	9,8E+07	4,1E+09	1,7E+10	9,3E+09	1,6E+09	1,0E+09
Cz2 (HAVAR)	1,15E+08	4,87E+09	6,64E+09	1,42E+10	1,91E+09	1,20E+09
Cz2 (HAVAR-RP)	2,87E+07	1,19E+09	1,71E+09	2,50E+09	4,67E+08	2,93E+08
Cz2 (RTARC)	3,94E+07	1,64E+09	4,78E+09	3,77E+09	6,47E+08	4,06E+08
Cz2 (TAMOS)	1,7E+07	6,9E+08	2,6E+09	1,5E+09	2,7E+08	1,7E+08

Pozn:

I-131: superpozice 90% elementární, 5% aerosol and 5% organický

Místo na území ČR	Usazená aktivita [Bq/m ²]					
	Sr-90	Ru-106	I-131	Te-132	Cs-134	Cs-137
Cz1 (HAVAR)	2,87E+04	1,55E+06	1,06E+08	2,07E+07	6,25E+05	3,91E+05
Cz1 (HAVAR-RP)	2,37E+04	1,27E+06	7,71E+07	1,49E+07	5,13E+05	3,23E+05
Cz1 (RTARC)	-	-	-	-	-	-
Cz1 (TAMOS)	8,0E+05	3,3E+07	1,4E+08	7,2E+07	1,3E+08	8,2E+06
Cz2 (HAVAR)	3,50E+05	1,49E+07	7,16E+07	4,38E+07	5,86E+06	3,66E+06

Cz2 (HAVAR-RP)	1,26E+05	5,20E+06	3,23E+07	9,29E+06	2,04E+06	1,28E+06
Cz2 (RTARC)	3,51E+05	1,46E+07	1,33E+08	3,39E+07	5,77E+06	3,62E+06
Cz2 (TAMOS)	8,0E+05	3,3E+07	1,4E+08	7,2E+07	4,1E+06	2,6E+06

Místo na území ČR	Město	Úvazek efektivní dávky [mSv]		
		Roční příjem ^{x)} (včetně ingesce)	30-days	7-days
Cz1 (HAVAR)	Borovany	867	83	40,6
Cz1 (HAVAR-RP)		484	64,3	51,1
Cz2 (HAVAR)	Jindřichův Hradec	3650	264	200
Cz2 (HAVAR-RP)		778	51,8	36

^{x)} pro defaultový spotřební koš v HAVAR
pro spotřební koš “lokální produkce – lokální spotřeba” v HAVAR-RP

Příspěvek jednotlivých cest ozáření

Místo na území ČR	Efektivní dávka z inhalace H_{inhal} [mSv]	Efektivní dávka z mraku H_{cloud} [mSv]	Efektivní dávka z depa H_{ground} [mSv]		
			$T_B=1\text{rok}$	$T_B=30\text{ dní}$	$T_B=7\text{ dní}$
Cz1 (HAVAR)	-	-	-	-	-
Cz1 (HAVAR-RP)	24,6	0,816	55,6	38,9	25,7
Cz2 (HAVAR)	65,0	7,0	558	192	128
Cz2 (HAVAR-RP)	20,0	0,629	92,5	31,2	15,4

Vzhledem k tomu, že program HAVAR stanovoval příspěvky jednotlivých cest ozáření k celkové dávce pouze pod osou mraku a místo Cz1 neleží pod osou mraku, nebylo možné přesně stanovit dávku od jednotlivých cest ozáření, proto není v tabulce uváděna žádná hodnota. Sumární dávku pak program počítal i v jiných místech než pod osou mraku.

Efektivní dávky z ingesce jsou počítány za konzervativního předpokladu lokální produkce – lokální spotřeba. Dále je proveden výpočet dávky z ingesce pro spotřební koš upravený pro farmáře.

Efektivní dávka z ingesce z ročního příjmu pro různé spotřební koše

Místo na území ČR	Město	Efektivní dávka z ingesce z ročního příjmu [mSv]			
		ENCONAN modif. *) na českou spotřebu	Programem HAVAR-RP lokální koš	ENCONAN farmáři (HAVAR)	Programem HAVAR-RP farmáři
Cz1	Borovany	519	403	205	30,6
Cz2	Jindř. Hradec	2600	665	982	31,8

*) modifikace podle tabulky B1 v [3] (Ing. Hůlka)

4 Návrh atlasu výsledků ingesčního modelu

Do atlasu výsledků ingesčního modelu navrhujeme uvádět:

1. normalizované aktivity jednotlivých radionuklidů v rostlinných a živočišných produktech
2. normalizované roční příjmy aktivity (Bq/rok)/(Bq/m²)

Důvodem k návrhu atlasu pro ingesční model je ten fakt, že normalizované příjmy aktivity (roční, apod.) jsou závislé na vlastních parametrech ingesčního modelu, kterými jsou:

- den spadu v roce
- realizace spotřeby potravin (spotřební koš s rozdělením na lokální, farmáři, globální)
- krmné dávky (volná pastva versus stájový výkrm skotu)
- posuny vegetačních period (nížiny, vysočina)
- sezónní realizace versus celoroční spotřeba
- dodatečná konzumace kritickými skupinami, atd.

Následující numerické hodnoty zahrnují první 2 body. Jsou uvažovány 2 extrémní dny spadu, a to 1.1. a 1.7. v roce. Význam zaváděných atlasů je v tom, že:

1. Vynásobením normalizovaných aktivit určitého radionuklidu v jednotlivých potravních produktech skutečným prostorovým rozložením depozice radionuklidu na terénu lze získat kritické izočary pro skutečnou měrnou aktivitu v produktech – viz vztah (A16) pro první rok vztahu resp. (A17) pro další léta po spadu (ref. [1]).
2. V další tabulce jsou celkové normalizované roční příjmy jednotlivých radionuklidů jako součet od všech konzumovaných produktů (konzumace určeny spotřebními koši) – viz vztah (A20). Prostorové rozložení absolutní hodnoty ročního příjmu aktivity radionuklidů je dáno vynásobením zmíněných normalizovaných vnitřních ročních příjmů rozdělením počáteční depozice radionuklidů na terénu podle vztahů (V14a) pro první rok a (V14b) pro další roky (ref. [2]). Pak víceletý vnitřní příjem je počítán podle vztahu (V15) jako součet ve všech uvažovaných letech. Výsledný úvazek dávky od ingesce se vypočte přenásobením konverzním dávkovým faktorem pro ingesci podle vztahu (V16).

Rostlinné produkty $p = 1$ až $p = 16$ se počítají podle vztahu (A1), přičemž pícniny jsou podle (A2) a (A3) - ref. [1]

Živočišné produkty $p = 17$ až $p = 30$ se počítají podle vztahů (A4) až (A15), přičemž pícniny jsou podle (A2) a (A3)

Jmenovitý seznam produktů p viz úvod souboru *Aktivita_produkty.doc* (ref. [1])

LOKální koš, stájový výkrm, letní a zimní spad:

Normalizované merne aktivity v produktech: zimní spad

[illegible]

Aplikace systému HAVAR-RP

```

zivocisne: 2.36E-08 2.34E-09 1.23E-04 0.00E+00 3.24E-10 2.34E-05 1.76E-08 1.18E-08 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
TE132 rostlinne: 1.32E-18 1.01E-27 2.26E-28 1.01E-27 1.01E-23 1.01E-27 4.08E-29 2.02E-22 2.26E-28 1.64E-30
8.08E-12 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 5.66E-14 1.14E-31 8.89E-12 0.00E+00 5.66E-14 4.21E-22 5.09E-24 3.82E-25 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
I132A rostlinne: 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
I131 rostlinne: 1.81E-10 3.90E-14 3.31E-15 1.03E-14 8.33E-13 5.44E-15 1.72E-15 6.29E-11 2.54E-13 3.50E-14
1.16E-06 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 4.05E-07 7.21E-15 6.36E-07 0.00E+00 9.11E-08 2.94E-11 1.53E-14 3.06E-13 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
I133 rostlinne: 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
4.35E-40 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 1.52E-40 0.00E+00 2.39E-40 0.00E+00 3.42E-41 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
I135 rostlinne: 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
CS134 rostlinne: 1.22E-03 1.09E-03 7.83E-04 1.13E-04 2.37E-04 5.64E-04 4.43E-03 1.19E-03 1.11E-03 1.08E-03
1.36E-03 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 1.43E-04 1.64E-05 1.49E-03 0.00E+00 1.79E-04 2.79E-03 3.43E-05 2.57E-06 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
CS137 rostlinne: 1.41E-03 1.36E-03 9.80E-04 1.40E-04 2.85E-04 7.02E-04 5.58E-03 1.43E-03 1.40E-03 1.39E-03
1.48E-03 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 1.56E-04 2.09E-05 1.63E-03 0.00E+00 1.99E-04 3.34E-03 4.11E-05 3.08E-06 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
BA140 rostlinne: 2.47E-08 1.22E-10 4.17E-11 1.22E-10 3.14E-10 6.10E-11 5.41E-11 1.74E-09 5.41E-11 1.56E-11
8.37E-07 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 5.86E-10 3.48E-15 9.21E-08 0.00E+00 7.32E-12 4.51E-11 7.38E-14 1.23E-14 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
LA140 rostlinne: 5.28E-37 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 5.32E-44 0.00E+00 0.00E+00
1.62E-23 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 1.13E-26 0.00E+00 1.78E-24 0.00E+00 5.66E-29 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00

```

Normalizovane rocni prijmy aktivity(koren,TSPD=1.0) - hodnoty RIA(n,a,TSPD = 1.1.) podle (V14b)

n - nuklid

a - věková skupina

	vek=1	vek=2	vek=3	vek=4	vek=5	vek=6
KR88	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
RB88	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
SR90	6.63E-02	3.39E-01	4.44E-01	4.98E-01	5.17E-01	4.79E-01
Y90	5.26E-09	5.25E-08	6.29E-08	6.44E-08	5.53E-08	4.10E-08
MO99	3.87E-05	3.90E-04	4.66E-04	4.77E-04	4.09E-04	3.03E-04
TC99M	1.52E-09	1.52E-08	1.82E-08	1.87E-08	1.58E-08	1.17E-08
TC99	1.73E+00	2.92E+00	4.09E+00	4.82E+00	6.02E+00	6.46E+00
RU103	3.09E-05	8.42E-05	1.34E-04	1.69E-04	1.92E-04	1.81E-04
RU106	7.78E-04	2.13E-03	3.35E-03	4.42E-03	5.64E-03	5.87E-03
TE132	5.87E-05	5.58E-04	6.73E-04	6.93E-04	6.01E-04	4.50E-04
I132A	3.40E-12	3.40E-11	4.05E-11	4.18E-11	3.53E-11	2.61E-11
I131	1.57E-03	1.55E-02	1.86E-02	1.91E-02	1.65E-02	1.22E-02
I133	1.32E-05	1.32E-04	1.58E-04	1.62E-04	1.38E-04	1.02E-04
I135	1.28E-07	1.28E-06	1.53E-06	1.58E-06	1.33E-06	9.87E-07
CS134	2.66E-02	1.19E-01	1.76E-01	2.15E-01	2.55E-01	2.46E-01
CS137	3.56E-02	1.58E-01	2.35E-01	2.87E-01	3.43E-01	3.31E-01
BA140	7.80E-07	2.97E-06	4.28E-06	5.04E-06	5.26E-06	4.65E-06
LA140	7.50E-09	7.55E-08	9.02E-08	9.25E-08	7.91E-08	5.86E-08

Normalizovane merne aktivity v produktech:

RB88	rostlinne:	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		3.17E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
	zivocisne:	1.33E-01	0.00E+00	1.75E-01	0.00E+00	3.33E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00							
SR90	rostlinne:	0.00E+00	6.55E-03	2.50E-03	4.82E-03	1.49E-01	1.78E-03	3.03E-04	1.95E-01	2.12E-02	2.43E-02	
		3.32E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
	zivocisne:	1.16E-02	1.14E-04	1.10E-02	0.00E+00	2.35E-04	8.12E-03	1.86E-05	4.13E-04	0.00E+00	0.00E+00	
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00							
Y90	rostlinne:	0.00E+00	1.20E-13	5.79E-15	2.27E-13	5.71E-07	6.37E-14	9.98E-18	3.45E-06	8.97E-15	3.35E-18	
		3.05E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
	zivocisne:	2.14E-04	4.48E-19	1.68E-02	0.00E+00	5.34E-07	1.79E-08	2.41E-09	4.83E-10	0.00E+00	0.00E+00	
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00							
MO99	rostlinne:	0.00E+00	4.84E-13	6.94E-14	7.55E-13	1.00E-06	5.63E-13	2.75E-15	5.70E-06	5.24E-14	1.45E-16	
		3.16E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					

Aplikace systému HAVAR-RP

	zivocisne:	1.88E-02	2.23E-16	1.74E-02	0.00E+00	4.70E-05	2.97E-08	4.03E-07	3.62E-07	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TC99M	rostlinne:	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		4.14E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	3.33E-04	0.00E+00	2.28E-05	0.00E+00	1.25E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TC99	rostlinne:	0.00E+00	2.26E-01	1.91E-01	7.73E-03	1.50E-01	1.89E-03	3.98E-03	2.15E-01	6.71E-02	1.08E-01
		4.14E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	3.33E-04	1.01E-05	2.28E-05	0.00E+00	1.29E-07	1.67E-04	6.57E-04	6.57E-02	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
RU103	rostlinne:	0.00E+00	4.64E-04	1.17E-04	8.66E-04	6.45E-02	2.41E-04	7.19E-06	9.11E-02	1.38E-03	2.38E-04
		3.06E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	6.43E-06	2.43E-09	3.37E-02	0.00E+00	8.05E-08	2.37E-03	2.80E-06	1.87E-06	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
RU106	rostlinne:	0.00E+00	1.92E-03	5.41E-04	3.58E-03	1.36E-01	9.96E-04	3.76E-05	1.76E-01	7.23E-03	1.78E-03
		3.06E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	6.43E-06	1.35E-08	3.37E-02	0.00E+00	8.06E-08	4.57E-03	5.62E-06	3.74E-06	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TE132	rostlinne:	0.00E+00	7.05E-11	1.52E-11	7.51E-11	5.20E-06	6.95E-11	2.77E-12	2.64E-05	8.43E-12	9.76E-14
		4.02E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	2.81E-03	4.27E-15	4.42E-01	0.00E+00	2.81E-03	5.48E-05	7.57E-07	5.68E-08	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I132A	rostlinne:	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		3.17E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	1.11E-01	0.00E+00	1.75E-01	0.00E+00	2.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I131	rostlinne:	0.00E+00	1.09E-06	1.58E-07	1.73E-06	2.40E-03	4.88E-07	1.02E-08	5.18E-03	1.60E-06	1.95E-07
		3.17E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	1.11E-01	4.49E-08	1.75E-01	0.00E+00	2.50E-02	2.42E-03	1.82E-06	3.63E-05	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I133	rostlinne:	0.00E+00	1.36E-34	1.40E-37	2.15E-34	4.57E-18	6.07E-35	3.17E-41	6.83E-16	5.00E-39	0.00E+00
		3.17E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	1.11E-01	1.25E-40	1.75E-01	0.00E+00	2.50E-02	3.20E-16	1.65E-19	3.30E-18	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I135	rostlinne:	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		3.17E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	1.11E-01	0.00E+00	1.75E-01	0.00E+00	2.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
CS134	rostlinne:	0.00E+00	3.29E-03	1.51E-03	4.03E-03	1.43E-01	1.73E-03	5.45E-03	1.83E-01	8.11E-03	2.12E-03
		3.07E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

Aplikace systému HAVAR-RP

```

zivocisne: 3.22E-02 7.67E-05 3.37E-01 0.00E+00 3.63E-02 4.29E-01 7.84E-03 5.88E-04 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
CS137 rostlinne: 0.00E+00 3.54E-03 1.64E-03 4.34E-03 1.49E-01 1.86E-03 5.94E-03 1.90E-01 8.83E-03 2.35E-03
3.07E-01 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 3.22E-02 8.39E-05 3.37E-01 0.00E+00 3.63E-02 4.44E-01 8.13E-03 6.09E-04 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
BA140 rostlinne: 0.00E+00 1.82E-05 3.92E-06 3.26E-05 1.11E-02 9.44E-06 9.85E-07 1.95E-02 2.68E-05 1.25E-06
3.05E-01 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 2.14E-04 1.40E-09 3.36E-02 0.00E+00 2.67E-06 5.08E-04 1.10E-06 1.84E-07 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
LA140 rostlinne: 0.00E+00 1.01E-19 1.61E-21 1.91E-19 3.57E-10 5.23E-20 3.49E-26 5.43E-09 7.73E-22 1.09E-26
3.06E-01 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 2.14E-04 3.86E-26 3.36E-02 0.00E+00 1.07E-06 5.64E-11 3.47E-11 3.12E-12 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00

```

Normalizovane rocni prijmy aktivity(skutecne TSPD): - hodnoty TIA(n,a,TSPD = 1.7.) podle (V14a)

	vek=1	vek=2	vek=3	vek=4	vek=5	vek=6
KR88	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
RB88	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
SR90	7.08E-01	2.05E+00	3.24E+00	4.63E+00	6.26E+00	6.84E+00
Y90	7.89E-06	7.87E-05	9.42E-05	9.66E-05	8.29E-05	6.15E-05
MO99	7.51E-04	7.57E-03	9.05E-03	9.26E-03	7.94E-03	5.88E-03
TC99M	4.77E-09	4.77E-08	5.68E-08	5.87E-08	4.95E-08	3.67E-08
TC99	2.14E+00	4.16E+00	6.16E+00	8.04E+00	1.07E+01	1.17E+01
RU103	3.83E-02	1.04E-01	1.69E-01	2.48E-01	3.42E-01	3.77E-01
RU106	4.58E-01	1.24E+00	2.02E+00	2.97E+00	4.10E+00	4.54E+00
TE132	1.68E-04	1.60E-03	1.93E-03	1.99E-03	1.72E-03	1.29E-03
I132A	7.23E-11	7.23E-10	8.62E-10	8.90E-10	7.51E-10	5.56E-10
I131	2.00E-02	1.99E-01	2.38E-01	2.44E-01	2.10E-01	1.57E-01
I133	2.65E-04	2.66E-03	3.18E-03	3.27E-03	2.78E-03	2.06E-03
I135	2.72E-06	2.72E-05	3.24E-05	3.34E-05	2.82E-05	2.09E-05
CS134	6.35E-01	1.92E+00	3.03E+00	4.27E+00	5.69E+00	6.17E+00
CS137	7.42E-01	2.23E+00	3.52E+00	4.98E+00	6.66E+00	7.22E+00
BA140	1.02E-03	3.13E-03	4.87E-03	6.64E-03	8.48E-03	8.89E-03
LA140	3.05E-06	3.07E-05	3.66E-05	3.75E-05	3.21E-05	2.38E-05

%%%

FARmarsky koš, stájový výkrm, letní a zimní spad:

Normalizovane merne aktivity v produktech:

RB88	rostlinne:	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
SR90	rostlinne:	4.35E-04	3.93E-03	1.60E-03	5.77E-04	3.62E-03	5.43E-04	2.50E-04	2.43E-02	2.27E-02	2.22E-02	2.74E-02
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	9.60E-04	1.12E-04	9.05E-04	0.00E+00	2.14E-05	1.01E-03	1.51E-06	3.35E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Y90	rostlinne:	4.21E-25	2.43E-36	7.87E-37	1.82E-36	1.87E-30	6.37E-36	3.69E-38	1.03E-29	6.15E-37	1.56E-39	7.63E-17
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	5.34E-20	3.08E-41	4.20E-18	0.00E+00	1.34E-22	5.36E-32	7.31E-33	1.46E-33	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
MO99	rostlinne:	2.56E-22	4.64E-33	1.66E-33	3.48E-33	2.16E-27	1.23E-32	8.39E-35	1.11E-26	1.40E-33	4.63E-36	2.18E-14
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	1.30E-15	5.96E-36	1.20E-15	0.00E+00	3.24E-18	5.78E-29	7.97E-28	7.18E-28	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TC99M	rostlinne:	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TC99	rostlinne:	2.14E-02	2.44E-01	1.98E-01	3.96E-03	9.61E-03	7.61E-04	3.96E-03	1.24E-01	1.23E-01	1.23E-01	1.24E-01
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	9.99E-05	1.42E-05	6.83E-06	0.00E+00	4.28E-08	9.64E-05	2.40E-04	2.40E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
RU103	rostlinne:	2.54E-06	4.56E-07	5.65E-08	2.61E-07	2.22E-06	2.21E-07	3.00E-07	2.77E-05	9.01E-06	6.02E-06	2.05E-04
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	4.30E-09	2.25E-11	2.25E-05	0.00E+00	5.40E-11	7.20E-07	5.38E-10	3.59E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
RU106	rostlinne:	3.85E-05	3.19E-05	4.40E-06	1.82E-05	7.92E-05	1.55E-05	2.65E-05	9.01E-04	7.96E-04	7.62E-04	1.12E-03
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	2.36E-08	2.34E-09	1.23E-04	0.00E+00	3.24E-10	2.34E-05	1.76E-08	1.18E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TE132	rostlinne:	1.32E-18	1.01E-27	2.26E-28	1.01E-27	1.01E-23	1.01E-27	4.08E-29	2.02E-22	2.26E-28	1.64E-30	8.08E-12
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	5.66E-14	1.14E-31	8.89E-12	0.00E+00	5.66E-14	4.21E-22	5.09E-24	3.82E-25	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

Aplikace systému HAVAR-RP

```

I132A  rostlinne:  0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
      zivocisne:  0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
I131   rostlinne:  1.81E-10 3.90E-14 3.31E-15 1.03E-14 8.33E-13 5.44E-15 1.72E-15 6.29E-11 2.54E-13 3.50E-14
1.16E-06 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
      zivocisne:  4.05E-07 7.21E-15 6.36E-07 0.00E+00 9.11E-08 2.94E-11 1.53E-14 3.06E-13 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
I133   rostlinne:  0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
4.35E-40 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
      zivocisne:  1.52E-40 0.00E+00 2.39E-40 0.00E+00 3.42E-41 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
I135   rostlinne:  0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
      zivocisne:  0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
CS134  rostlinne:  1.22E-03 1.09E-03 7.83E-04 1.13E-04 2.37E-04 5.64E-04 4.43E-03 1.19E-03 1.11E-03 1.08E-03
1.36E-03 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
      zivocisne:  1.43E-04 1.64E-05 1.49E-03 0.00E+00 1.79E-04 2.79E-03 3.43E-05 2.57E-06 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
CS137  rostlinne:  1.41E-03 1.36E-03 9.80E-04 1.40E-04 2.85E-04 7.02E-04 5.58E-03 1.43E-03 1.40E-03 1.39E-03
1.48E-03 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
      zivocisne:  1.56E-04 2.09E-05 1.63E-03 0.00E+00 1.99E-04 3.34E-03 4.11E-05 3.08E-06 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
BA140  rostlinne:  2.47E-08 1.22E-10 4.17E-11 1.22E-10 3.14E-10 6.10E-11 5.41E-11 1.74E-09 5.41E-11 1.56E-11
8.37E-07 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
      zivocisne:  5.86E-10 3.48E-15 9.21E-08 0.00E+00 7.32E-12 4.51E-11 7.38E-14 1.23E-14 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
LA140  rostlinne:  5.28E-37 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 5.32E-44 0.00E+00 0.00E+00
1.62E-23 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
      zivocisne:  1.13E-26 0.00E+00 1.78E-24 0.00E+00 5.66E-29 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00

```

Normalizovane rocni prijmy aktivity(koren,TSPD=1.0)

	vek=1	vek=2	vek=3	vek=4	vek=5	vek=6
KR88	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
RB88	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
SR90	1.58E-02	4.30E-02	5.85E-02	6.75E-02	7.74E-02	8.07E-02

Aplikace systému HAVAR-RP

Y90	4.85E-10	4.70E-09	5.66E-09	5.80E-09	5.08E-09	3.82E-09
MO99	3.36E-06	3.45E-05	4.12E-05	4.20E-05	3.64E-05	2.70E-05
TC99M	3.72E-13	6.22E-11	6.30E-11	6.31E-11	6.25E-11	6.14E-11
TC99	9.23E-01	1.58E+00	2.23E+00	2.63E+00	3.23E+00	3.41E+00
RU103	1.76E-05	4.74E-05	7.57E-05	9.46E-05	1.06E-04	9.93E-05
RU106	3.16E-04	7.58E-04	1.17E-03	1.46E-03	1.76E-03	1.76E-03
TE132	7.53E-06	5.68E-05	7.08E-05	7.49E-05	6.86E-05	5.41E-05
I132A	3.20E-21	1.31E-13	1.31E-13	1.31E-13	1.31E-13	1.31E-13
I131	1.50E-04	1.37E-03	1.67E-03	1.72E-03	1.52E-03	1.17E-03
I133	5.64E-07	6.07E-06	7.19E-06	7.32E-06	6.38E-06	4.81E-06
I135	7.17E-11	5.64E-09	5.79E-09	5.80E-09	5.68E-09	5.48E-09
CS134	1.76E-02	4.49E-02	6.87E-02	8.66E-02	1.06E-01	1.08E-01
CS137	2.38E-02	6.05E-02	9.27E-02	1.17E-01	1.43E-01	1.46E-01
BA140	4.05E-07	1.19E-06	1.85E-06	2.29E-06	2.52E-06	2.32E-06
LA140	5.61E-10	5.80E-09	6.93E-09	7.06E-09	6.12E-09	4.56E-09

Normalizovane merne aktivity v produktech:

RB88	rostlinne:	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		3.17E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
	zivocisne:	1.33E-01	0.00E+00	1.75E-01	0.00E+00	3.33E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00						
SR90	rostlinne:	0.00E+00	6.55E-03	2.50E-03	4.82E-03	1.49E-01	1.78E-03	3.03E-04	1.95E-01	2.12E-02	2.43E-02
		3.32E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
	zivocisne:	1.16E-02	1.14E-04	1.10E-02	0.00E+00	2.35E-04	8.12E-03	1.86E-05	4.13E-04	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00						
Y90	rostlinne:	0.00E+00	1.20E-13	5.79E-15	2.27E-13	5.71E-07	6.37E-14	9.98E-18	3.45E-06	8.97E-15	3.35E-18
		3.05E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
	zivocisne:	2.14E-04	4.48E-19	1.68E-02	0.00E+00	5.34E-07	1.79E-08	2.41E-09	4.83E-10	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00						
MO99	rostlinne:	0.00E+00	4.84E-13	6.94E-14	7.55E-13	1.00E-06	5.63E-13	2.75E-15	5.70E-06	5.24E-14	1.45E-16
		3.16E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
	zivocisne:	1.88E-02	2.23E-16	1.74E-02	0.00E+00	4.70E-05	2.97E-08	4.03E-07	3.62E-07	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00						
TC99M	rostlinne:	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		4.14E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00				
	zivocisne:	3.33E-04	0.00E+00	2.28E-05	0.00E+00	1.25E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00						

Aplikace systému HAVAR-RP

```

TC99   rostlinne:  0.00E+00 2.26E-01 1.91E-01 7.73E-03 1.50E-01 1.89E-03 3.98E-03 2.15E-01 6.71E-02 1.08E-01
4.14E-01 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
      zivocisne:  3.33E-04 1.01E-05 2.28E-05 0.00E+00 1.29E-07 1.67E-04 6.57E-04 6.57E-02 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
RU103  rostlinne:  0.00E+00 4.64E-04 1.17E-04 8.66E-04 6.45E-02 2.41E-04 7.19E-06 9.11E-02 1.38E-03 2.38E-04
3.06E-01 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
      zivocisne:  6.43E-06 2.43E-09 3.37E-02 0.00E+00 8.05E-08 2.37E-03 2.80E-06 1.87E-06 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
RU106  rostlinne:  0.00E+00 1.92E-03 5.41E-04 3.58E-03 1.36E-01 9.96E-04 3.76E-05 1.76E-01 7.23E-03 1.78E-03
3.06E-01 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
      zivocisne:  6.43E-06 1.35E-08 3.37E-02 0.00E+00 8.06E-08 4.57E-03 5.62E-06 3.74E-06 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
TE132  rostlinne:  0.00E+00 7.05E-11 1.52E-11 7.51E-11 5.20E-06 6.95E-11 2.77E-12 2.64E-05 8.43E-12 9.76E-14
4.02E-01 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
      zivocisne:  2.81E-03 4.27E-15 4.42E-01 0.00E+00 2.81E-03 5.48E-05 7.57E-07 5.68E-08 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
I132A  rostlinne:  0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
3.17E-01 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
      zivocisne:  1.11E-01 0.00E+00 1.75E-01 0.00E+00 2.50E-02 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
I131   rostlinne:  0.00E+00 1.09E-06 1.58E-07 1.73E-06 2.40E-03 4.88E-07 1.02E-08 5.18E-03 1.60E-06 1.95E-07
3.17E-01 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
      zivocisne:  1.11E-01 4.49E-08 1.75E-01 0.00E+00 2.50E-02 2.42E-03 1.82E-06 3.63E-05 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
I133   rostlinne:  0.00E+00 1.36E-34 1.40E-37 2.15E-34 4.57E-18 6.07E-35 3.17E-41 6.83E-16 5.00E-39 0.00E+00
3.17E-01 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
      zivocisne:  1.11E-01 1.25E-40 1.75E-01 0.00E+00 2.50E-02 3.20E-16 1.65E-19 3.30E-18 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
I135   rostlinne:  0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
3.17E-01 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
      zivocisne:  1.11E-01 0.00E+00 1.75E-01 0.00E+00 2.50E-02 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
CS134  rostlinne:  0.00E+00 3.29E-03 1.51E-03 4.03E-03 1.43E-01 1.73E-03 5.45E-03 1.83E-01 8.11E-03 2.12E-03
3.07E-01 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
      zivocisne:  3.22E-02 7.67E-05 3.37E-01 0.00E+00 3.63E-02 4.29E-01 7.84E-03 5.88E-04 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
CS137  rostlinne:  0.00E+00 3.54E-03 1.64E-03 4.34E-03 1.49E-01 1.86E-03 5.94E-03 1.90E-01 8.83E-03 2.35E-03
3.07E-01 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
      zivocisne:  3.22E-02 8.39E-05 3.37E-01 0.00E+00 3.63E-02 4.44E-01 8.13E-03 6.09E-04 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00

```

Aplikace systému HAVAR-RP

```
BA140   rostlinne:  0.00E+00 1.82E-05 3.92E-06 3.26E-05 1.11E-02 9.44E-06 9.85E-07 1.95E-02 2.68E-05 1.25E-06
3.05E-01 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
      zivocisne:  2.14E-04 1.40E-09 3.36E-02 0.00E+00 2.67E-06 5.08E-04 1.10E-06 1.84E-07 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
LA140   rostlinne:  0.00E+00 1.01E-19 1.61E-21 1.91E-19 3.57E-10 5.23E-20 3.49E-26 5.43E-09 7.73E-22 1.09E-26
3.06E-01 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
      zivocisne:  2.14E-04 3.86E-26 3.36E-02 0.00E+00 1.07E-06 5.64E-11 3.47E-11 3.12E-12 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
```

Normalizovane rocni prijmy aktivity(skutecne TSPD) :

	vek=1	vek=2	vek=3	vek=4	vek=5	vek=6
KR88	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
RB88	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
SR90	3.38E-02	7.33E-02	1.02E-01	1.18E-01	1.45E-01	1.50E-01
Y90	7.28E-07	7.05E-06	8.48E-06	8.70E-06	7.61E-06	5.72E-06
MO99	6.52E-05	6.70E-04	8.00E-04	8.15E-04	7.06E-04	5.25E-04
TC99M	1.17E-12	1.95E-10	1.97E-10	1.97E-10	1.95E-10	1.92E-10
TC99	7.85E-01	1.25E+00	1.72E+00	2.00E+00	2.50E+00	2.71E+00
RU103	1.58E-03	3.56E-03	5.42E-03	6.65E-03	7.92E-03	7.88E-03
RU106	1.38E-02	2.65E-02	3.84E-02	4.60E-02	5.86E-02	6.17E-02
TE132	2.16E-05	1.63E-04	2.03E-04	2.15E-04	1.97E-04	1.55E-04
I132A	6.80E-20	2.78E-12	2.78E-12	2.78E-12	2.78E-12	2.78E-12
I131	1.92E-03	1.76E-02	2.13E-02	2.20E-02	1.95E-02	1.49E-02
I133	1.14E-05	1.22E-04	1.45E-04	1.48E-04	1.29E-04	9.70E-05
I135	1.52E-09	1.19E-07	1.22E-07	1.23E-07	1.20E-07	1.16E-07
CS134	5.35E-02	1.45E-01	2.16E-01	2.66E-01	3.12E-01	3.16E-01
CS137	6.09E-02	1.62E-01	2.42E-01	2.98E-01	3.51E-01	3.55E-01
BA140	1.83E-04	5.26E-04	8.20E-04	1.01E-03	1.12E-03	1.04E-03
LA140	2.28E-07	2.36E-06	2.81E-06	2.86E-06	2.49E-06	1.85E-06

%%%

GLObální koš, stájový výkrm, letní a zimní spad:

Normalizovane merne aktivity v produktech:

RB88	rostlinne:	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
SR90	rostlinne:	4.35E-04	3.93E-03	1.60E-03	5.77E-04	3.62E-03	5.43E-04	2.50E-04	2.43E-02	2.27E-02	2.22E-02	2.74E-02	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	9.60E-04	1.12E-04	9.05E-04	0.00E+00	2.14E-05	1.01E-03	1.51E-06	3.35E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Y90	rostlinne:	4.21E-25	2.43E-36	7.87E-37	1.82E-36	1.87E-30	6.37E-36	3.69E-38	1.03E-29	6.15E-37	1.56E-39	7.63E-17	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	5.34E-20	3.08E-41	4.20E-18	0.00E+00	1.34E-22	5.36E-32	7.31E-33	1.46E-33	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
MO99	rostlinne:	2.56E-22	4.64E-33	1.66E-33	3.48E-33	2.16E-27	1.23E-32	8.39E-35	1.11E-26	1.40E-33	4.63E-36	2.18E-14	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	1.30E-15	5.96E-36	1.20E-15	0.00E+00	3.24E-18	5.78E-29	7.97E-28	7.18E-28	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TC99M	rostlinne:	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TC99	rostlinne:	2.14E-02	2.44E-01	1.98E-01	3.96E-03	9.61E-03	7.61E-04	3.96E-03	1.24E-01	1.23E-01	1.23E-01	1.24E-01	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	9.99E-05	1.42E-05	6.83E-06	0.00E+00	4.28E-08	9.64E-05	2.40E-04	2.40E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
RU103	rostlinne:	2.54E-06	4.56E-07	5.65E-08	2.61E-07	2.22E-06	2.21E-07	3.00E-07	2.77E-05	9.01E-06	6.02E-06	2.05E-04	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	4.30E-09	2.25E-11	2.25E-05	0.00E+00	5.40E-11	7.20E-07	5.38E-10	3.59E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
RU106	rostlinne:	3.85E-05	3.19E-05	4.40E-06	1.82E-05	7.92E-05	1.55E-05	2.65E-05	9.01E-04	7.96E-04	7.62E-04	1.12E-03	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	zivocisne:	2.36E-08	2.34E-09	1.23E-04	0.00E+00	3.24E-10	2.34E-05	1.76E-08	1.18E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TE132	rostlinne:	1.32E-18	1.01E-27	2.26E-28	1.01E-27	1.01E-23	1.01E-27	4.08E-29	2.02E-22	2.26E-28	1.64E-30	8.08E-12	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

Aplikace systému HAVAR-RP

```

zivocisne: 5.66E-14 1.14E-31 8.89E-12 0.00E+00 5.66E-14 4.21E-22 5.09E-24 3.82E-25 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
I132A rostlinne: 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
I131 rostlinne: 1.81E-10 3.90E-14 3.31E-15 1.03E-14 8.33E-13 5.44E-15 1.72E-15 6.29E-11 2.54E-13 3.50E-14
1.16E-06 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 4.05E-07 7.21E-15 6.36E-07 0.00E+00 9.11E-08 2.94E-11 1.53E-14 3.06E-13 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
I133 rostlinne: 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
4.35E-40 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 1.52E-40 0.00E+00 2.39E-40 0.00E+00 3.42E-41 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
I135 rostlinne: 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
CS134 rostlinne: 1.22E-03 1.09E-03 7.83E-04 1.13E-04 2.37E-04 5.64E-04 4.43E-03 1.19E-03 1.11E-03 1.08E-03
1.36E-03 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 1.43E-04 1.64E-05 1.49E-03 0.00E+00 1.79E-04 2.79E-03 3.43E-05 2.57E-06 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
CS137 rostlinne: 1.41E-03 1.36E-03 9.80E-04 1.40E-04 2.85E-04 7.02E-04 5.58E-03 1.43E-03 1.40E-03 1.39E-03
1.48E-03 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 1.56E-04 2.09E-05 1.63E-03 0.00E+00 1.99E-04 3.34E-03 4.11E-05 3.08E-06 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
BA140 rostlinne: 2.47E-08 1.22E-10 4.17E-11 1.22E-10 3.14E-10 6.10E-11 5.41E-11 1.74E-09 5.41E-11 1.56E-11
8.37E-07 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 5.86E-10 3.48E-15 9.21E-08 0.00E+00 7.32E-12 4.51E-11 7.38E-14 1.23E-14 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
LA140 rostlinne: 5.28E-37 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 5.32E-44 0.00E+00 0.00E+00
1.62E-23 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 1.13E-26 0.00E+00 1.78E-24 0.00E+00 5.66E-29 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00

```

Normalizovane rocni prijmy aktivity(koren,TSPD=1.0

	vek=1	vek=2	vek=3	vek=4	vek=5	vek=6
KR88	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

Aplikace systému HAVAR-RP

RB88	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
SR90	8.20E-03	1.67E-02	2.38E-02	2.84E-02	3.51E-02	3.80E-02	
Y90	6.63E-11	5.43E-10	6.66E-10	6.93E-10	6.19E-10	4.76E-10	
MO99	3.86E-07	3.77E-06	4.51E-06	4.60E-06	3.97E-06	2.95E-06	
TC99M	4.27E-14	4.18E-13	5.00E-13	5.10E-13	4.39E-13	3.26E-13	
TC99	5.77E-01	1.04E+00	1.50E+00	1.78E+00	2.18E+00	2.25E+00	
RU103	7.08E-06	1.89E-05	3.00E-05	3.75E-05	4.22E-05	3.96E-05	
RU106	1.66E-04	3.88E-04	5.96E-04	7.36E-04	8.97E-04	8.84E-04	
TE132	1.62E-06	8.30E-06	1.11E-05	1.24E-05	1.21E-05	1.02E-05	
I132A	3.67E-22	3.59E-21	4.30E-21	4.37E-21	3.77E-21	2.80E-21	
I131	2.31E-05	1.68E-04	2.10E-04	2.23E-04	2.05E-04	1.66E-04	
I133	6.47E-08	6.34E-07	7.58E-07	7.72E-07	6.66E-07	4.94E-07	
I135	8.22E-12	8.05E-11	9.63E-11	9.81E-11	8.46E-11	6.28E-11	
CS134	1.14E-02	2.79E-02	4.29E-02	5.34E-02	6.59E-02	6.28E-02	
CS137	1.56E-02	3.80E-02	5.84E-02	7.27E-02	8.99E-02	8.54E-02	
BA140	1.56E-07	4.33E-07	6.85E-07	8.53E-07	9.49E-07	8.80E-07	
LA140	6.48E-11	6.30E-10	7.55E-10	7.70E-10	6.65E-10	4.94E-10	

Normalizovane merne aktivity v produktech:

RB88	rostlinne:	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		3.17E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
	zivocisne:	1.33E-01	0.00E+00	1.75E-01	0.00E+00	3.33E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00							
SR90	rostlinne:	0.00E+00	6.55E-03	2.50E-03	4.82E-03	1.49E-01	1.78E-03	3.03E-04	1.95E-01	2.12E-02	2.43E-02	
		3.32E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
	zivocisne:	1.16E-02	1.14E-04	1.10E-02	0.00E+00	2.35E-04	8.12E-03	1.86E-05	4.13E-04	0.00E+00	0.00E+00	
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00							
Y90	rostlinne:	0.00E+00	1.20E-13	5.79E-15	2.27E-13	5.71E-07	6.37E-14	9.98E-18	3.45E-06	8.97E-15	3.35E-18	
		3.05E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
	zivocisne:	2.14E-04	4.48E-19	1.68E-02	0.00E+00	5.34E-07	1.79E-08	2.41E-09	4.83E-10	0.00E+00	0.00E+00	
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00							
MO99	rostlinne:	0.00E+00	4.84E-13	6.94E-14	7.55E-13	1.00E-06	5.63E-13	2.75E-15	5.70E-06	5.24E-14	1.45E-16	
		3.16E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
	zivocisne:	1.88E-02	2.23E-16	1.74E-02	0.00E+00	4.70E-05	2.97E-08	4.03E-07	3.62E-07	0.00E+00	0.00E+00	
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00							
TC99M	rostlinne:	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
		4.14E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					

Aplikace systému HAVAR-RP

	zivocisne:	3.33E-04	0.00E+00	2.28E-05	0.00E+00	1.25E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00							
TC99	rostlinne:	0.00E+00	2.26E-01	1.91E-01	7.73E-03	1.50E-01	1.89E-03	3.98E-03	2.15E-01	6.71E-02	1.08E-01	
		4.14E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
	zivocisne:	3.33E-04	1.01E-05	2.28E-05	0.00E+00	1.29E-07	1.67E-04	6.57E-04	6.57E-02	0.00E+00	0.00E+00	
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00							
RU103	rostlinne:	0.00E+00	4.64E-04	1.17E-04	8.66E-04	6.45E-02	2.41E-04	7.19E-06	9.11E-02	1.38E-03	2.38E-04	
		3.06E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
	zivocisne:	6.43E-06	2.43E-09	3.37E-02	0.00E+00	8.05E-08	2.37E-03	2.80E-06	1.87E-06	0.00E+00	0.00E+00	
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00							
RU106	rostlinne:	0.00E+00	1.92E-03	5.41E-04	3.58E-03	1.36E-01	9.96E-04	3.76E-05	1.76E-01	7.23E-03	1.78E-03	
		3.06E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
	zivocisne:	6.43E-06	1.35E-08	3.37E-02	0.00E+00	8.06E-08	4.57E-03	5.62E-06	3.74E-06	0.00E+00	0.00E+00	
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00							
TE132	rostlinne:	0.00E+00	7.05E-11	1.52E-11	7.51E-11	5.20E-06	6.95E-11	2.77E-12	2.64E-05	8.43E-12	9.76E-14	
		4.02E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
	zivocisne:	2.81E-03	4.27E-15	4.42E-01	0.00E+00	2.81E-03	5.48E-05	7.57E-07	5.68E-08	0.00E+00	0.00E+00	
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00							
I132A	rostlinne:	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
		3.17E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
	zivocisne:	1.11E-01	0.00E+00	1.75E-01	0.00E+00	2.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00							
I131	rostlinne:	0.00E+00	1.09E-06	1.58E-07	1.73E-06	2.40E-03	4.88E-07	1.02E-08	5.18E-03	1.60E-06	1.95E-07	
		3.17E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
	zivocisne:	1.11E-01	4.49E-08	1.75E-01	0.00E+00	2.50E-02	2.42E-03	1.82E-06	3.63E-05	0.00E+00	0.00E+00	
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00							
I133	rostlinne:	0.00E+00	1.36E-34	1.40E-37	2.15E-34	4.57E-18	6.07E-35	3.17E-41	6.83E-16	5.00E-39	0.00E+00	
		3.17E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
	zivocisne:	1.11E-01	1.25E-40	1.75E-01	0.00E+00	2.50E-02	3.20E-16	1.65E-19	3.30E-18	0.00E+00	0.00E+00	
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00							
I135	rostlinne:	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
		3.17E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
	zivocisne:	1.11E-01	0.00E+00	1.75E-01	0.00E+00	2.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00							
CS134	rostlinne:	0.00E+00	3.29E-03	1.51E-03	4.03E-03	1.43E-01	1.73E-03	5.45E-03	1.83E-01	8.11E-03	2.12E-03	
		3.07E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					
	zivocisne:	3.22E-02	7.67E-05	3.37E-01	0.00E+00	3.63E-02	4.29E-01	7.84E-03	5.88E-04	0.00E+00	0.00E+00	
		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00							
CS137	rostlinne:	0.00E+00	3.54E-03	1.64E-03	4.34E-03	1.49E-01	1.86E-03	5.94E-03	1.90E-01	8.83E-03	2.35E-03	
		3.07E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00					

Aplikace systému HAVAR-RP

```

zivocisne: 3.22E-02 8.39E-05 3.37E-01 0.00E+00 3.63E-02 4.44E-01 8.13E-03 6.09E-04 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
BA140 rostlinne: 0.00E+00 1.82E-05 3.92E-06 3.26E-05 1.11E-02 9.44E-06 9.85E-07 1.95E-02 2.68E-05 1.25E-06
3.05E-01 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 2.14E-04 1.40E-09 3.36E-02 0.00E+00 2.67E-06 5.08E-04 1.10E-06 1.84E-07 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
LA140 rostlinne: 0.00E+00 1.01E-19 1.61E-21 1.91E-19 3.57E-10 5.23E-20 3.49E-26 5.43E-09 7.73E-22 1.09E-26
3.06E-01 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00
zivocisne: 2.14E-04 3.86E-26 3.36E-02 0.00E+00 1.07E-06 5.64E-11 3.47E-11 3.12E-12 0.00E+00 0.00E+00
0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00 0.00E+00

```

Normalizovane rocni prijmy aktivity(skutecne TSPD) :

	vek=1	vek=2	vek=3	vek=4	vek=5	vek=6
KR88	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
RB88	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
SR90	1.85E-02	3.49E-02	4.94E-02	5.83E-02	7.47E-02	7.95E-02
Y90	9.93E-08	8.14E-07	9.98E-07	1.04E-06	9.27E-07	7.14E-07
MO99	7.49E-06	7.32E-05	8.77E-05	8.93E-05	7.71E-05	5.72E-05
TC99M	1.34E-13	1.31E-12	1.57E-12	1.59E-12	1.38E-12	1.02E-12
TC99	4.59E-01	7.46E-01	1.03E+00	1.20E+00	1.50E+00	1.61E+00
RU103	7.66E-04	1.66E-03	2.49E-03	3.04E-03	3.68E-03	3.71E-03
RU106	7.56E-03	1.43E-02	2.05E-02	2.46E-02	3.15E-02	3.34E-02
TE132	4.64E-06	2.38E-05	3.18E-05	3.55E-05	3.48E-05	2.94E-05
I132A	7.81E-21	7.64E-20	9.14E-20	9.31E-20	8.03E-20	5.97E-20
I131	2.95E-04	2.14E-03	2.68E-03	2.86E-03	2.63E-03	2.12E-03
I133	1.30E-06	1.28E-05	1.53E-05	1.56E-05	1.34E-05	9.97E-06
I135	1.74E-10	1.70E-09	2.04E-09	2.08E-09	1.79E-09	1.33E-09
CS134	2.85E-02	6.83E-02	1.04E-01	1.29E-01	1.56E-01	1.55E-01
CS137	3.29E-02	7.82E-02	1.19E-01	1.47E-01	1.78E-01	1.77E-01
BA140	7.23E-05	1.96E-04	3.08E-04	3.83E-04	4.30E-04	4.03E-04
LA140	2.63E-08	2.56E-07	3.07E-07	3.12E-07	2.70E-07	2.01E-07

5 K nestandardním únikům aktivity při abnormálních meteorologických podmínkách

Pro některé speciální případy je kód programu HAVAR-RP modifikován tak, aby jeho kopie byla schopna analyzovat důležité scénáře úniku, které mohou v některých situacích nezanedbatelně přispívat ke zvýšení radiologického zatížení populace. Byly provedeny podrobné analýzy pro dva speciální případy:

- Model šíření radioaktivního znečištění při nízkých rychlostech větru až bezvětrí
- Odhady radiačního zatížení při dlouhodobých únicích radioaktivity

Oba případy jsou komentovány v následujících kapitolách.

5.1 Šíření radioaktivního znečištění při nízkých rychlostech větru až bezvětrí

Fyzikálním aspektům a modelové parametrizaci je věnována zpráva [9]. Výsledky analýz při výskytu calm podmínek jsou publikovány na konferenci HARMO9, a to jak v článku [10] tak v posteru [11]. Byly testovány dva možné přístupy:

- Superpozice 3-D gaussovských obláčků při bezvětrí s využitím poloempirických formulí pro časovou závislost horizontálních a vertikálních parametrů disperze pro bezvětrí podle [13]
- Simulace nízkých rychlostí větru pomocí hypotetického cyklického pohybu segmentů úniku nad terénem, kdy je užit základní algoritmus atmosférické disperze založený na segmentovaném Gaussově modelu

První metoda je ilustrována v [9, 10, 11]. Ke druhé metodě opět popisované detailněji v [9, 10, 11] uvádíme v dalším textu některé vybrané informace.

Simulace úniku radionuklidů při nízkých rychlostech větru pomocí segmentovaného Gaussova modelu vychází z definice scénáře blízkého výskytu podmínkám nízkých rychlostí proudění při silně stabilním zvrstvení v atmosféře. Jedná se úniky z výšky 45 metrů, při kategorii stability D nebo alternativně F a nízké rychlosti 1 m/s. Opět se jedná o jediný segment úniku v trvání jedné hodiny a uniklé aktivitě odpovídající scénáři LB-LOCA dokumentovaný v [6]. První základní fáze úniku probíhá ve směru 55 DEG (téměř JV). Pak únik končí a modelují se další fáze tohoto prvního základního segmentu tak, že tyto se periodicky po hodině vracejí nad místo úniku (zpětný směr 235 DEG). Příslušný meteosoubor je následující:

1.sl=doba trvání v hod., 2. sl=zacatek MRA od pocatku. 3, sl=smer foukani
4.=KPS podle HAVAR; 5.sl=U10, 6.=kat. 7.=srazky, 8. HMIX(neuvazuji)

Prvnich 5 pufu musi odpovidat predchozimu 5-ti seg. vypoctu

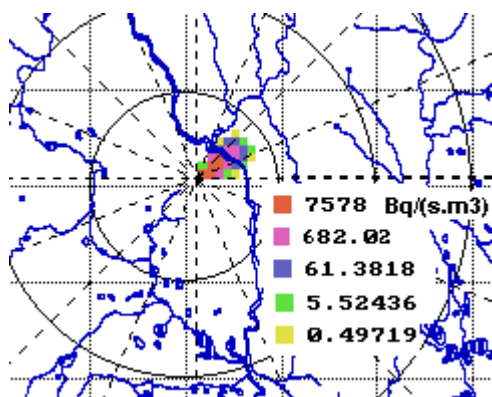
1	0	055	1	1.00	F	0.00	76
1	1	235	1	1.00	F	0.00	109
1	2	055	1	1.00	F	0.00	143
1	3	235	1	1.00	F	0.00	176
1	4	055	1	1.00	F	0.00	243
1	5	235	1	1.00	F	0.00	277
1	6	055	1	1.00	F	0.00	440
1	7	235	1	1.00	F	0.00	604

1	8	000	1	1.00	F	0.00	604
1	9	000	1	1.00	F	0.00	761

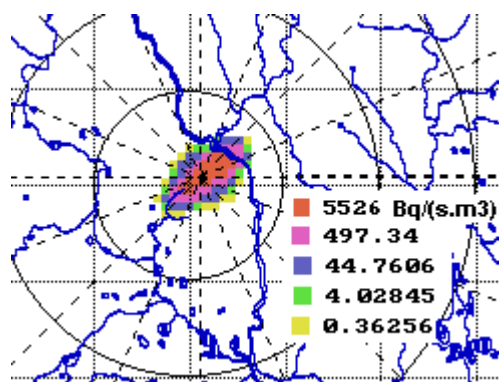
.....

Byly prováděny výpočty se dvěma alternativními modely disperzních formulí, a to KFK pro drsný terén a SCK/CEN pro nižší drsnost. Byla prokázána velká závislost výsledků na použitém modelu disperze. Současně byly testovány varianty s alternativními kategoriemi stability atmosféry F a D.

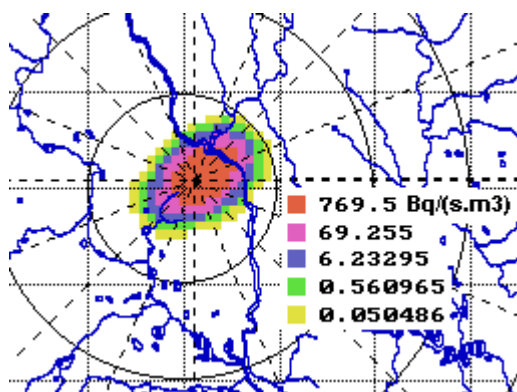
Ilustrativní časový vývoj mraku nad místem úniku je na obrázku 5-1. Detailnější kumulaci škodlivin pod osou cyklického pohybu nad místem úniku ve směrech zhruba SV<—>JZ znázorňuje obrázek 5-2.



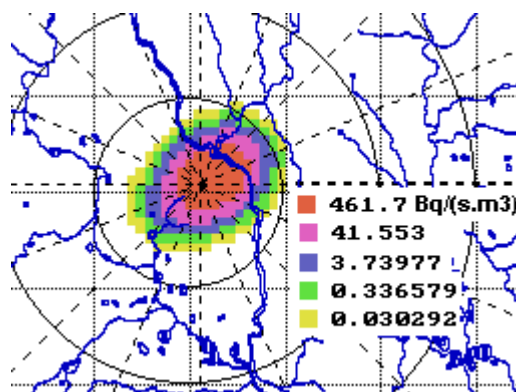
Ve fázi 1



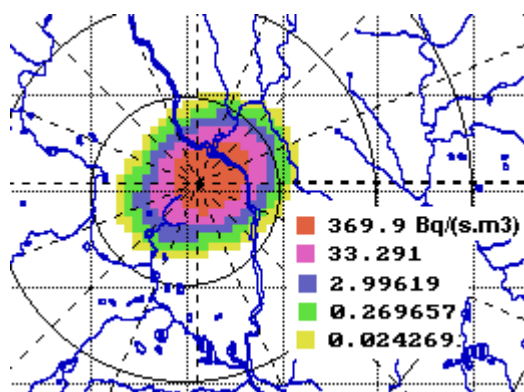
Ve fázi 2



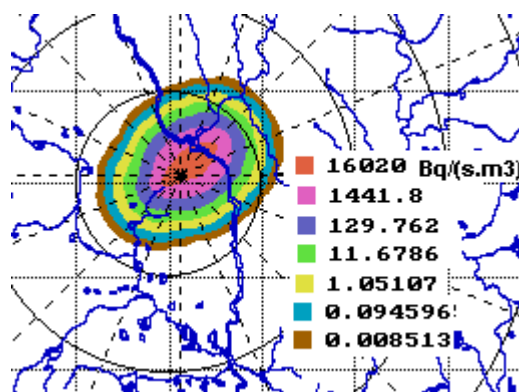
Ve fázi 4



Ve fázi 6

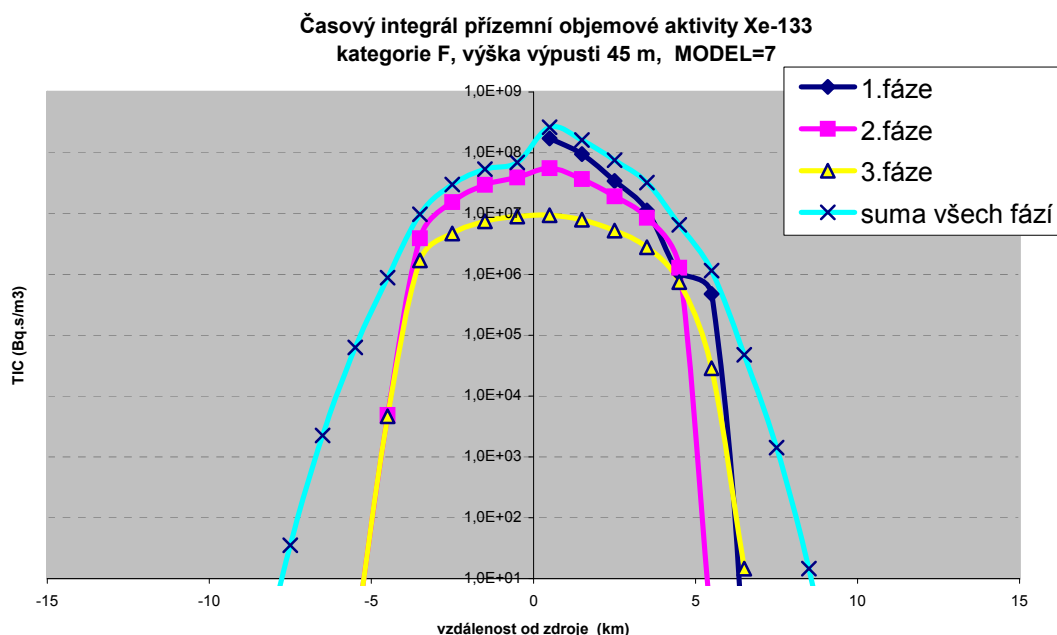


Ve fázi 8



Suma integrální koncentrace (všechny fáze)

Obrázek 5-1: Únik Cs137: $1.85E+10$ Bq v 1. hodině. Výška úniku 45 m, kategorie počasí F, Model disperze KFK (drsňý terén). Únik trvá 1 hod, rychlost větru v 10 m je 1 m/s, směr 55 DEG. Sledováno 8 fází střídavého přechodu mraku nad místem úniku (55 DEG \leftrightarrow 235 DEG), každá fáze trvá hodinu, meteorologické podmínky se nemění. Zobrazeny integrální přízemní aktivity Cs-137, vždy za příslušnou fází přechodu mraku, poslední obrázek znázorňuje sumární efekt.



Obrázek 5-2: Narůstání časového integrálu objemové aktivity Xe-133 v přízemní vrstvě vzduchu v jednotlivých hodinových fázích cyklického pohybu prvotního mraku radioaktivity nad místem zdroje úniku. Model disperze = 7 (SCK/CEN – hladký terén). Vykreslovány hodnoty pod osou cyklického pohybu (ve směrech zhruba SV \longleftrightarrow JZ). Scénář úniku: unikla celková aktivita Xe-133 $4.09E+12$ Bq, únik trval 1 hodinu.

5.2 Odhady radiačního zatížení při dlouhodobých únicích radioaktivity do životního prostředí

Podrobný popis zjednodušeného metodického přístupu je uváděn v [12]. Jednou z méně zpracovaných oblastí radiační bezpečnosti je analýza následků dlouhodobých úniků radioaktivity do atmosféry s rozsahem několika týdnů či měsíců. Takové scénáře jsou sice méně pravděpodobné, ale lze si je představit například v případě některých nadprojektových havárií nebo při mimořádných událostech ve skladech vyhořelého paliva spojených s poruchami v odvodu zbytkového tepla nebo při teroristickém napadení.

Pomocí nového projektu HAVLONG kódu HAVAR jsou zpracovávány mnohonásobné sekvence úniku radioaktivity do atmosféry. Jsou použity hodinové meteosekvence samostatně generované na meteověžích ČHMÚ v každé z lokalit JE Temelín a JE Dukovany. V této práci bylo použito celkem 3000 skutečných kontinuálních hodinových meteosekvencí pokrývajících spojitou časovou periodu 1. 3. 2004 až 3. 7. 2004. Principem algoritmu je provádění mnohonásobné superpozice výsledků jednotlivých dílčích hodinových úniků, přičemž jednotlivé úniky jsou počítány kódem HAVAR-RP pro případ přímočarého šíření gaussovské vlečky. Pro použití tohoto modelu mluví jemné časové dělení na velký počet krátkodobých úniků, přičemž argumenty pro tento postup jsou obdobné jako v případě použití stejného modelu u kódů PC CREAM nebo NORMAL používaných k hodnocení dopadů normálního rutinního provozu.

Při postupném výpočtu lze přibližně respektovat dynamiku úniku (volbou předpisu pro časový průběh intenzity úniku a tepelného výkonu uvolňovaných vzdušin) a postupné změny dalších časově proměnných veličin. Z posledně jmenovaných je nejdůležitější juliánský den spadu v roce odpovídající danému konkrétnímu datumu, na kterém silně závisí hodnoty úvazků dávek v důsledku příjmu kontaminované potravy.

Uvedeme několik faktů z podrobné práce [12]. Byla ověřována možnost postihnout úniky trvající až několik měsíců při zachování co nejjemnějšího časového rozdělení vzhledem k podrobnosti sekvencí meteorologických podmínek, které jsou k dispozici. Je zřejmé, že se bude jednat o velký objem výpočtů, a proto je třeba nejdříve ověřit proveditelnost takové úlohy. Je tedy zvolen nejrychlejší algoritmus přímočarého šíření gaussovské vlečky, kdy vlečka odpovídající hodinovému úniku se celou další fází šíří s konstantními meteoparametry (směr a rychlost šíření, kategorie stability atmosféry, atmosférické srážky) odpovídajícími základní hodině. Jemné časové dělení na velký počet krátkodobých úniků spolu s omezením na modelování v bližším okolí zdroje podporuje zvolený přístup i z hlediska metodologického. Výsledky konečné superpozice hodnot z velkého množství dílčích hodinových úniků, z nichž každý byl vyšetřován podle schématu šíření „*časově konstantní - prostorově konstantní*“, by tedy měly být rozumně použitelné.

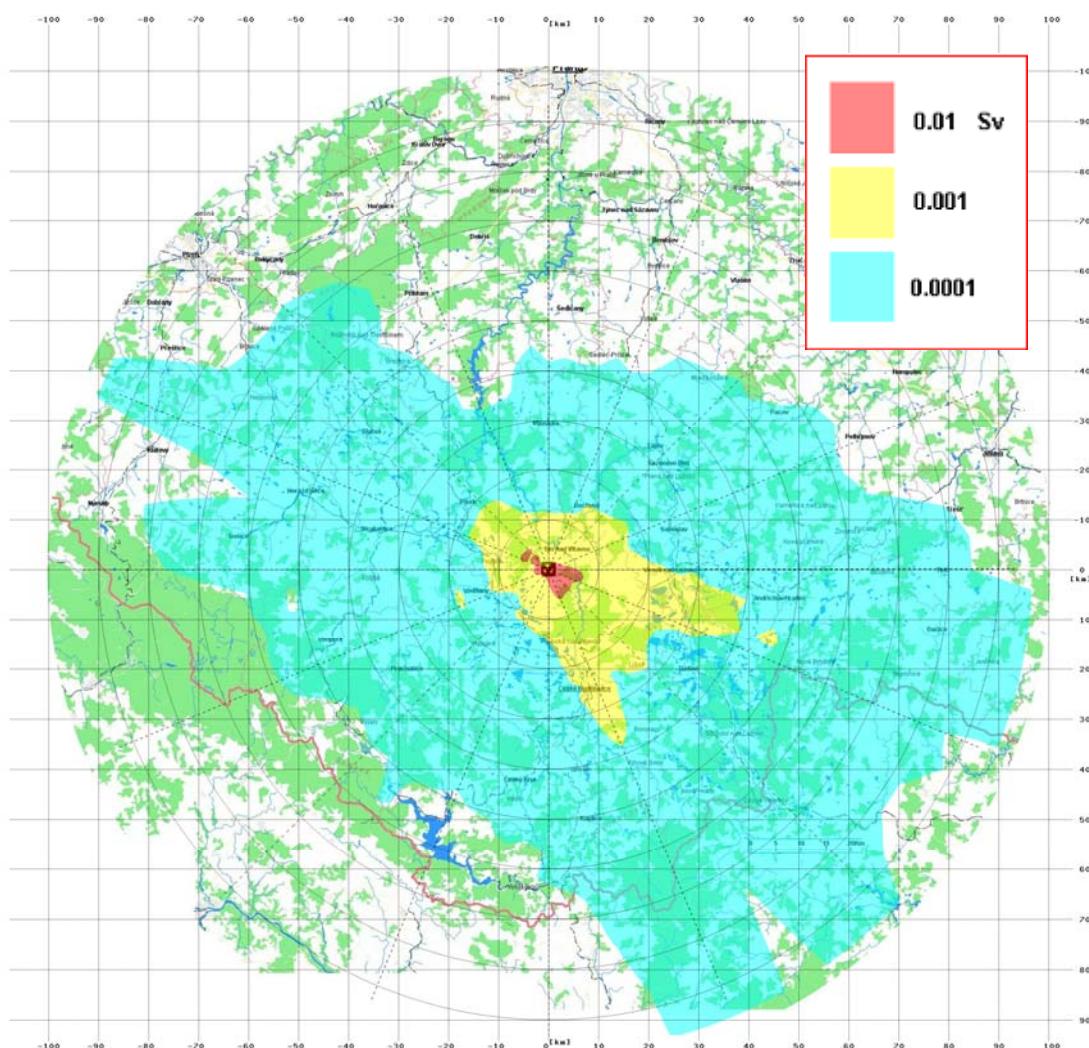
Bodové předpovědi z meteorologické věže v místě konkrétního jaderného zařízení jsou pro obě lokality JE Temelín a Dukovany automaticky přenášeny komunikačními linkami ČHMÚ do databázového systému ORACLE na KKC-SÚJB. Uložená data byla primárně určena pro systém RODOS, nicméně se předpokládá jejich využití i pro jiné programy používané na KKC pro oblast jaderné bezpečnosti. Pro lokality ETE a EDU jsou modelem ALADIN prováděny každých 12 hodin (0.00 hod a 12.00 hod.) analýzy meteosituační. V okamžiku meteorologické analýzy je současně provedena předpověď na dalších 48 hodin. Historická data se takto postupně skladují v databázi ORACLE a lze je vyvolávat.

Jako zdrojový člen se do programu zadává odhadnutý inventář celkového úniku jednotlivých nuklidů do okolí (jeho konstrukcí se zde blíže nezabýváme). Vychází se z praktického přístupu, kdy jedna z možností je zadat únik jako určitou frakci (třeba navíc specifickou pro jednotlivé grupy nuklidů) celkového inventáře aktivity v zařízení. Byly zvoleny hypotetické

celkové úniky aktivity Q_{TOT}^n (Bq) během dlouhodobé periody 3000 hodin podle následující tabulky:

nuklid	Q_{TOT}^n (Bq)
SR90	3.77E+15
I131	3.77E+15
CS137	3.77E+15

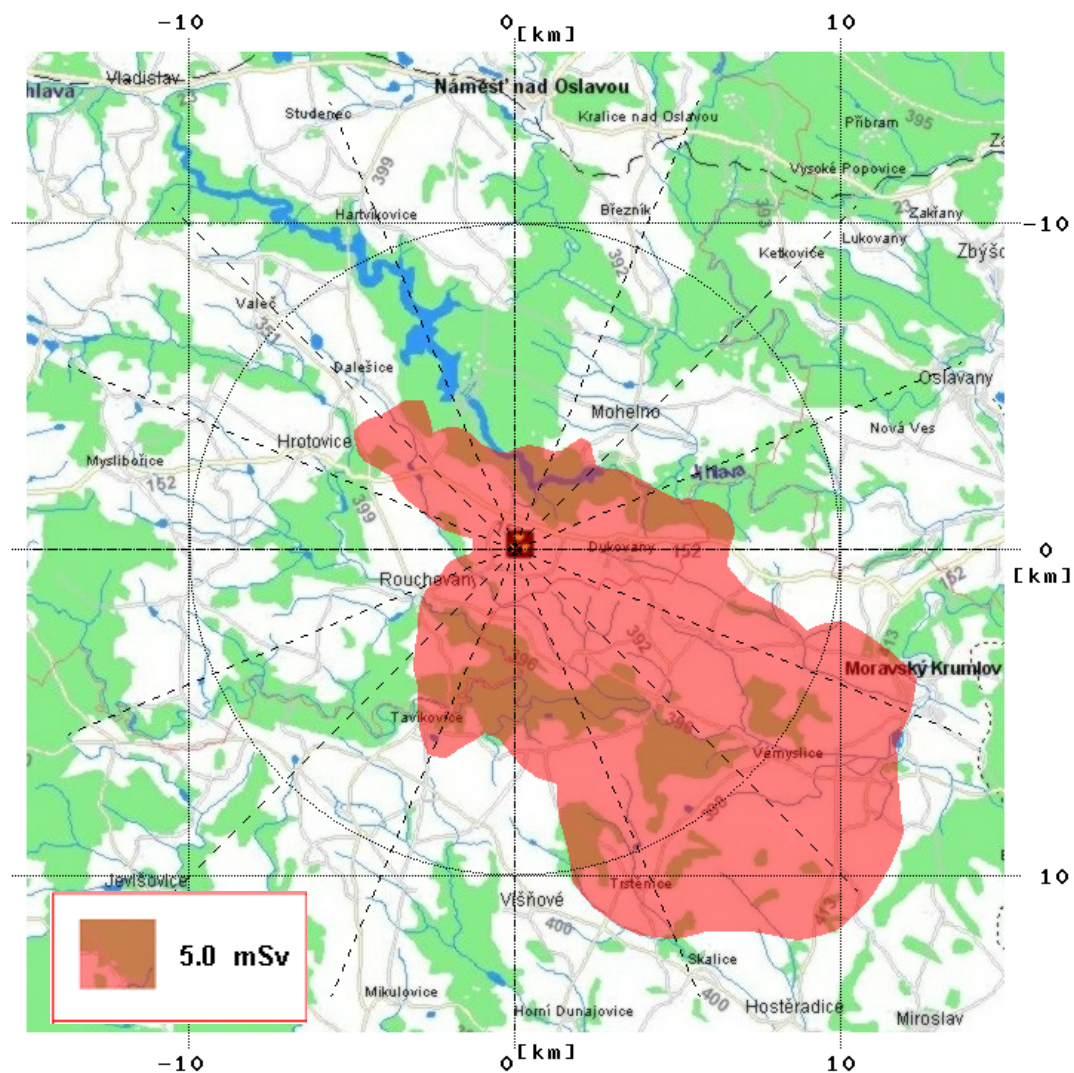
Hodinová intenzita úniku Q_{hod}^n v (Bq/hod) radionuklidu n se počítá podle zvoleného předpokládaného časového průběhu popsaného podrobně v [12]. Na obrázku 5-3 je znázorněn úvazek ekvivalentní dávky (Sv) na štítnou žlázu pro kojence kolem JE Temelín od ročního příjmu aktivity při hypotetickém dlouhodobém úniku.



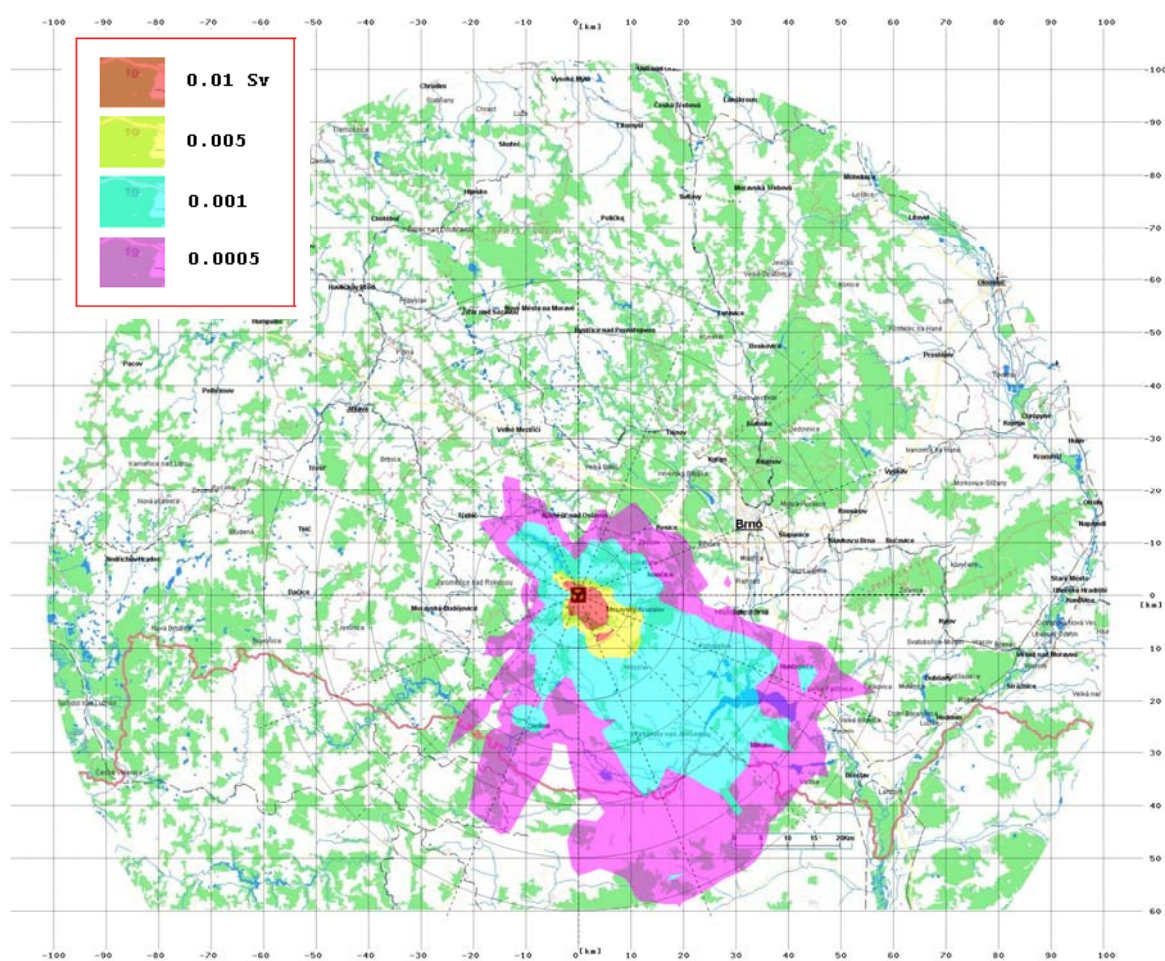
Obr. 5-3 : Úvazek ekvivalentní dávky na štítnou žlázu (Sv) pro kojence kolem JE Temelín při hypotetickém dlouhodobém úniku.

($H=100m$, s vlivem budov, dynamika vznosu QH , 3000 hodinových meteosekvencí - reálné předpovědi z ČHMÚ pro období 1.3. až 4.7. 2004)

Obrázek 5-4 ukazuje možnosti zobrazení zvolené kritické izodózy.



Obr.5-4: Dukovany, izodóza roční ingesční dávky 5 mSv pro dospělé pro aplikaci následných ochranných opatření, výška úniku 20 m, bez vlivu blízkostojících objektů, 3000 hodinových meteosekvencí pro Dukovany (1.3. 2004 až 4.7.2004).



Obr. 5-5 Distribuce roční efektivní dávky od všech cest ozáření kolem JE Dukovany.
(superpozice 3000 hodinových meteo-sekvencí od 1. 3. 2004 do 4.7. 2004, únik ve 20 m, bez
budov, proměnná doba spadu)

6 Reference

- [1] P. Pecha: Výstupy normalizovaných měrných aktivit rostlinných a živočišných produktů, kapitola z manuálu systému HAVAR-RP, část II – rozšíření metodiky, Závěrečná zpráva k projektu VaV6/2003 SÚJB, Praha, říjen 2005.
- [2] P. Pecha: Subsystem pro zobrazování výsledků, kapitola z manuálu systému HAVAR-RP, část II – rozšíření metodiky, Závěrečná zpráva k projektu VaV6/2003 SÚJB, Praha, říjen 2005.
- [3] Assumptions and conditions for exercise STEP II b, zadání SÚJB pro společné česko-rakouské cvičení, Praha, 2002
- [4] E. Pechová: Výpočty šíření radionuklidů pro společné česko-rakouské cvičení STEP II b „Realistic Case Studies“, zpráva EGP arch.č. 5014-L-030152, Praha, březen 2003
- [5] HAVAR: Interaktivní programový systém pro hodnocení radiační zátěže obyvatelstva při havarijních únicích z jaderného zařízení do atmosféry.
ČÁST III : Srovnávací analýza a studie senzitivity, 2000.
- [6] P. Pecha, E. Pechova: Application of the COSYMA code for comparative analysis of a certain accidental releases of radioactivity. In: Proceedings of 4th International conference IMUG2002, held in Monaco. BNL, Upton 2002, pages 5-15.
- [7] HAVAR: Interaktivní programový systém pro hodnocení radiační zátěže obyvatelstva při havarijních únicích z jaderného zařízení do atmosféry.
ČÁST II : Uživatelský manuál, 2000.
- [8] Manuál systému HAVAR-RP, část I – Uživatelský manuál, Závěrečná zpráva k projektu VaV6/2003 SÚJB, Praha, říjen 2005.
- [9] Pecha P.: Návrh metodiky pro popis šíření radioaktivních úniků při extrémně nízkých rychlostech větru až bezvětrí – Návrh metodiky. Závěrečná zpráva etapy E01 d) projektu 6/2003. 2004.
- [10] Pecha P., Pechová E.: Risk Assessment of Radionuclide Releases during Extreme Low-Wind Atmospheric Conditions. In: Proceedings of the 9th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. (Suppan P. ed.). Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe 2004, pp. 320-324.
- [11] Pecha P., Pechová E.: Risk Assessment of Radionuclide Releases during Extreme Low-Wind Atmospheric Conditions. In: Proceedings of the 9th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling Poster presentation.
- [12] Pecha P.: Odhady radiologických důsledků při dlouhodobých atmosférických únicích radioaktivity do životního prostředí.. Závěrečná zpráva etapy E02 h) projektu 6/2003. 2004.
- [13] Okamoto S., Onishi H., Yamada T., ...: A Model for Simulating Atmospheric Dispersion in a Low-Wind Condition. In: Proceedings of the Sixth International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Université de Rouen, Rouen 1999.

- [14] J. Päsler-Sauer : Description of the Atmospheric Dispersion Model ATSTEP. RODOS(WG2)-TN(99)-11, Aug. 2000.
- [15] HAVAR: Interaktivní programový systém pro hodnocení radiační zátěže obyvatelstva při havarijních únicích z jaderného zařízení do atmosféry.
ČÁST I : Metodika, 2000.