

**HAVAR: Interaktivní programový systém pro hodnocení  
radiační zátěže obyvatelstva při havarijních  
únicích z jaderného zařízení do atmosféry**

**ČÁST II : Uživatelský manuál**

Zpracovatelé:

**Ing. P. Pecha, CSc  
Ing. E. Pechová - 41200**

**leden 2000**



## Obsah

1	Struktura systému HAVAR.....	3
2	Vstupní data do hlavního modulu programu HAVAR.....	3
2.1	Popis vstupního souboru HAVIN.DAT .....	4
2.2	Popis vstupního souboru HAVLOK.DAT .....	7
2.3	Popis databanky HAVDB.DAT .....	7
2.4	Popis databanky lokálních ingesčních dat SUROING.DAT .....	9
3	Postup výpočtu .....	10
3.1	Interaktivní zadávání vstupních dat.....	10
3.2	Běh úlohy .....	11
3.3	Výstupy z programu a grafická prezentace výsledků na obrazovce .....	12
4	Tok zpracování v případech modelování pomocí segmentovaného Gaussova modelu ...	18
4.1	Editování segmentovaného vstupu.....	18
4.2	Rozšířené možnosti bezprostřední grafické prezentace segmentovaného výpočtu na obrazovce .....	21
5	Programy systému HAVAR spolupracující s hlavním modulem.....	31
5.1	Modul SEGHAV .....	31
5.2	Alternativní atmosférický model ATSTEP .....	31
5.2.1	Jednotlivé kroky procedury ATSTEP .....	31
5.2.2	Prezentace výsledků podle modelu ATSTEP .....	33
5.3	Programový subsystém pro automatické generování a aktualizaci vstupů do systémů HAVAR a NORMAL.....	35
	Přílohy .....	39



## **1 Struktura systému HAVAR**

Programový systém HAVAR byl vyvinut pro hodnocení radiační zátěže populace v důsledku nenominálních neplánovaných úniků radionuklidů z jaderného zařízení do atmosféry. Systém je postupně rozšiřován o nové poznatky v oboru a při jeho vývoji je kladen důraz na uživatelsky přátelské prostředí se snadnou ovladatelností a automatickou kontrolou chyb. Do systému je vtělena řada alternativních fyzikálních modelů, které umožňují si učinit představu o systematických odchylkách při modelování a poskytují možnost analyzovat situace s nestandardními parametry prostředí. Široká škála vstupních údajů s možností jejich rychlé interaktivní editace pomocí vstupních obrazovkových panelů spolu s automatickým ukládáním zadávaných variant výpočtu s možností rychlého zpětného vyvolání předurčuje systém HAVAR pro efektivní analýzu neurčitostí vstupních dat a k provádění studií sensitivity.

Systém HAVAR je vyvýjen v PC prostředí Microsoft FORTRAN Power Station. Po jeho odladění a otestování je výkonný EXE modul přenesen spolu se všemi vstupními datovými soubory do MS DOS prostředí do pod adresáře, ve kterém je obsažen software pro komplexní interaktivní podporu. V této fázi je systém HAVAR předán uživateli, který se již nemusí zatěžovat názvy a syntaxí vstupních a výstupních souborů. Uživatel aktivuje systém jediným povelom a dále je úlohou veden pomocí vstupních panelů, verifikačního panelu pro automatické spuštění běhu úlohy a konečně širokou nabídkou na grafickou prezentaci získaných výsledků bezprostředně na obrazovce spolu s možností tisku zvolených výstupů.

Struktura systému HAVAR včetně jeho interaktivní části je pojmuta tak, aby bylo dosaženo co největší kompatibility s analogickým systémem NORMAL analyzující běžné rutinní úniky radionuklidů z jaderného zařízení při normálním provozu - viz [3]. Tento uživatelský manuál navazuje na detailní popis metodiky [1]. Spolu se srovnávací studií [2] tvoří tyto tři části kompletní dokumentaci systému HAVAR.

## **2 Vstupní data do hlavního modulu programu HAVAR**

Logika vstupních souborů systému HAVAR byla přepracována tak, aby po odladění a předání uživateli k interaktivní práci bylo zcela zautomatizováno interaktivní zadávání dat z obrazovkových panelů. Vstupní údaje jsou logicky členěny do čtyř skupin vytvářející tak čtyři oddělené vstupní soubory:

HAVIN.DAT  
HAVLOK.DAT  
HAVDB.DAT  
SUROING.DAT

První soubor obsahuje „horká“ data, o kterých se předpokládá, že budou běžně měněna při variantních výpočtech či studiích senzitivity . Jedná se například o volbu povětrnostních poměrů, parametry zdroje exhalací, tepelně-hydraulické charakteristiky vypouštěných vzdušnin, spektrum a úrovně vypouštěných aktivit, přepínače pro volbu alternativních výpočtových modelů a pod. Všechna tato data lze po odladění a předání uživateli zadávat interaktivně z obrazovky ze vstupních panelů. Ve spojení s následující možností spuštění běhu úlohy a bezprostředním prohlížením základních výstupů v grafické formě, řízeným výstupními obrazovkovými panely, je tak dán uživateli k dispozici efektivní interaktivní prostředek.

Soubor HAVLOK.DAT obsahuje lokální data charakteristická pro danou lokalitu, jako na příklad pole nadmořských výšek, drsností zemského povrchu, hustotu osídlení kolem jaderného zařízení a pod. Jedná se o údaje, které se nebudou frekventně měnit a poměrně zřídka budou zpřesňovány (např. demografické údaje po dalším sčítání lidu ). Tato data byla nejdříve připravena pro lokalitu JE Temelín. V současné době jsou do systému NORMAL zapracovávána i data pro lokalitu Dukovany. Základní varianty pro Dukovany (zatím s ne zcela kompletními oficiálními datovými údaji) jsou uloženy v archivu variant, který je uživateli automaticky dostupný při spuštění vstupních panelů pomocí editoru vstupních variant. Uživatel pak může interaktivním způsobem rychle zvolit jednu ze dvou lokalit.

Databáze HAVDB.DAT obsahuje obecně platné či přijaté fyzikální či fyzikálně-chemické konstanty, případně dávkové faktory poloempirických formulí pro určení vlivu záření na lidský organismus. Na konci tohoto souboru jsou definovány nové dávkové faktory pro cesty vnitřního ozáření definované vyhláškou č. 184 SÚJB [4]. Soubor HAVDB obsahuje rovněž databanku nuklidů. Jsou to data společná pro všechny lokality.

Konečně SUROING.DAT obsahuje vstupní data pro aplikaci dynamického modelu ENCONAN. Tato data jsou původně převzata z práce [5]. Jejich aktualizace se provádí v současné době paralelně s postupem prací na lokalizaci projektu RODOS, kde pro Českou republiku byly shromážděny v [6] nové zpřesněné údaje týkající se transportu radionuklidů potravinovými řetězci.

## 2.1 Popis vstupního souboru HAVIN.DAT

Uživatel systému HAVAR se nemusí zabývat strukturou tohoto souboru, protože tento se vytváří zcela automaticky na základě vstupních panelů (viz ukázka výpisu panelů dále). Navíc lze ovlivnit v panelech automaticky nabízené default hodnoty tak, že lze volit z několika možných předpřipravených kompletních vstupů, mezi nimiž je zařazena i bezprostředně předcházející spočtená varianta. Při zadávání se provádí automatická kontrola formátu a je zde možnost vytvořit detailní HELPy pro každou zadávanou položku. V nejnovější verzi systému je sjednocena struktura HELPů, které si pak uživatel může jednoduše a efektivně dotvářet podle svých představ.

Následující popis má význam pro toho, kdo si chce předem připravit další svoje speciální vstupní varianty, které pak má možnost zadat k okamžitému zpracování, resp. provádět vlastní

výpočty v jiném prostředí (na př. FORTRAN POWER STATION a pod.) . V dalším je uváděn popis vstupu pro každou proměnnou či pole přesně podle zadávací sekvence tak, že je uveden identifikátor proměnné ve FORTRANSkém programu, zadávací formát a konečně stručná charakteristika. Fortanské referenční číslo souboru HAVIN.DAT má v programu hodnotu 19.

NAZ(20)	20A4	Řetěz 80-ti znaků, které se opíší na výstupu jako titulní řádka
DATUM(20)	20A4	Druhá titulní 80-ti znaková řádka ( text začíná datumem) pozn.: obě předchozí proměnné jsou v panelech nazývány 'HLAVIČKA' a prvních 16 znaků obou se zřetězí a jsou použity jako identifikace typu varianty v grafických výstupech na obrazovce
MODEL	I3	Identifikace modelu pro výpočet disperzních parametrů (MODEL= 1 ... podle HOSKER, MODEL=2 ... podle KFK, MODEL=3 ... BOX model, MODEL=4 ... HOSKER s odrazy na směš. vrstvě $H_{mix}$ , MODEL=5 ... KFK s odrazy na směš. vrstvě $H_{mix}$ )
KPS	I3	konkrétní zvolený sektor směru větru (osa sektoru KPS je totožná s osou x)
IX, IX1	2 I3	IX - počet radiálních mezikruhových pásem, na které je rozdelen prostor do max. vzdálenosti 100 km od zdroje; standardně: IX=20 nebo 35 pro segmentovanou verzi; IX1 - výpočet probíhá od zdroje až do pásma IX1 ( pro IX1<IX => zkrácený výpočet)
IBET	I3	IBET= 1 => zohledněna korekce disperzních parametrů na efektivní výšku výstupí pro MODEL=1 ( MODEL=2 korekci zohledňuje vždy)
KRK,NVYP	2I3	KRK=1 => detailní modelování časového vývoje KRK=0 => časové závislosti depozice a dávek podle popisu v kapitole 3.3.3 resp. 4.4 v [1] NVYP - typ výpočtu - zatím vždy zadej NVYP=0 (pod osou mraku), 1 (střední ve výseči), 2 (na okraji výseče)
KV	A2	Kategorie počasí dle Pasquilla: jeden ze znaků A,B,C,D,E,F
SUHEL,NUHEL	F10.0,I3	1/2 úhlu zvolené výpočtové výseče ve stupních (viz. kap. o def. diskrétní prostorové sítě pro numerický výpočet; úhel od osy zvolené výseče k jejímu okraji je rozdělen na NUHEL+1 dílů (pro potřeby grafického znázornění izoplet dávek) SUHEL pro BOX: 1/2 celkové fluktuační složky $\phi_f$ viz vztah (3.11) z [1]
TB (resp. $T_C$ ),TSPD,TING (3.26b)	3F10.2	zde TB [s]: Pro KRK=0: ekvivalentní době $T_K$ ve vztahu a dalších následujících vztazích pro přibližnou časovou závislost Pro KRK=1: V tomto případě podrobného modelování časového vývoje jde o veličinu $T_C$ - viz vztahy (3.27a) až (3.29) a (4.33a) až (4.35c) TSPD: den spadu v roce (Juliánský den 1.0 – 365.0) TING: ingesce od TSPD do TING (TING=365.0 pro

		konec roku, kdy došlo ke spadu)
T <sub>hav</sub>	F10.2	Doba trvání havarijního úniku [ s ] (resp. 1. segmentu úniku);
KPSSQ(5)	5I3	Směry větru v dalších generovaných segmentech (segmentovaný model vlečky)
KVSQ(5)	5A2	Kategorie počasí v dalších segmentech
DOBASQ(5)	8F10.0	Doba trvání jednotlivých dalších segmentů [hod]
RELSRC(5)	8F10.0	Relativní úniky v jednotlivých segmentech vztažené k celkovému úniku
TH(i)	10F8.0	Srážky v [mm/hod] v jednotlivých radiálních pásmech sektoru $k$ ; $i=1, IX1$
OPR	F10.0	Opravný koeficient na pobyt osob v zamořené oblasti ( $\leq 1.0$ )
H	F10.2	Výška výpustí (od paty zdroje) [ m ]
HNV	F10.2	Nadmořská výška paty zdroje [ m ]
HS	F10.2	Výška inverzní vrstvy [m]
KI	L1	KI='T' => výpočet s inverzí; KI='F' => bez inverze
ING	L1	ING='T' => výpočet s ingescí; KI='F' => bez ingesce
QH	F10.2	Tepelná vydatnost vypouštěných vzdušnin [ kW ]
D	F10.2	Průměr výstupního otvoru komína [ m ]
VS	F10.2	Výstupní rychlosť vzdušnin [ m/s ]
UK(j)	6F4.0	Char. ryhlosti větru v 10 metrech pro kat. počasí $j$
BZ(k)	20F4.0	Šířka blízkostojících objektů (budov) ve směrech $k$ ; $k = 1, IPS$
HZ(k)	20F4.0	Výška blízkostojících objektů (budov) ve směrech $k$ ; $k = 1, IPS$
FCLOUD, FDEPO, FINH	5F5.2	Lokační faktory pro výpočet očekávaných hodnot dávek z potenciálních hodnot - přirozené bariéry (stínění, filtrační efekty, ochuzení usazením v kombinaci s faktorem setrvání) pro ozáření z mraku, depozice a při inhalaci
IVEK,MORG	2I3	IVEK - počet věkových skupin (možno zadat 2 nebo 5) MORG =7 pro $\varrho=1,7$ ; MORG=1 pro efektivní dávku podle nových koef. z [4] A8,2X, 2E10.4
NUK(n), AI(n),TCEZ(n)		Název radionuklidu NUK , jeho celkovou integrální havarijní výpust aktivity AI [ Bq ] a poločas zdržení nuklidu na zemském povrchu TCEZ(n) [s] (odtud určení $\lambda_{pov}$ podle vztahu (3.24) z [1]) Tento řádek se opakuje pro všechny monitorované vypouštěné nuklidy. Syntaxe názvu NUK odpovídá syntaxi ANUK z databanky (viz dále popis HAVDB.DAT)
‘KONEC’		Identifikace konce načítání množiny vypouštěných nuklidů

Poznámka k zadávání segmentovaného úniku: první segment je vždy zadáván samostatnými proměnnými KPS, KV, THAV. Hodnoty pro další segmenty pak od 2. prvku v polích KPSSQ, KVSQ, DOBASQ, RELSRC. Segmentovaný výpočet končí výpočtem pro 5. segment nebo dříve, pokud hodnota v poli KPSSQ(IS) je nulová. Takto lze tedy zadat segmentovaný výpočet o IS-1 segmentech. Např. výpočet o jednom základním segmentu se zadá tak, že KPSSQ(2)=0.

Poznámka k dlouhodobým únikům (KRK=0): Při zadání KRK=0 je hodnota dávky od depozice a od resuspenze počítána za dobu TB. Jinak dávka od ozáření z mraku a inhalace je samozřejmě za dobu  $T_{hav}$ . Ingesce je vždy vztažena k roční dálce. Hodnoty depozice TPR tištěné ve výstupu HAV20.OUT a dále pro grafický vstup GRAFHS.OUT (viz popis dále) jsou vztaženy k okamžiku po odeznění havárie nad příslušným místem.

## 2.2 Popis vstupního souboru HAVLOK.DAT

Do tohoto souboru jsou soustředěny lokální geografické a demografické charakteristiky, které se pro danou lokalitu nemění (maximálně se jednou za čas provedou dílčí změny novými zpřesněnými hodnotami). Fortranské referenční číslo tohoto souboru je 18.

IPS	I3	Celkový počet úhlových sektorů větrné růžice (o úhlu $2\pi / IPS$ radiánů), na které je rozdělen prostor okolo zdroje (směr č. 1 směruje na sever, další číslování ve směru hodin); standardně: IPS=16
HSMES(j) X(i) km)	6F6.1 F10.2	Horní hranice směsovací vrstvy $H_{mix}$ pro jednotlivé kat. počasí Pole radiálních vzdáleností od zdroje [ m ]; i=1,IX (0 až 100
ZX(i,k)	20F4.0	Nadmořské výšky na kružnici o poloměru X(i) pro všechny sektory $k$ (k = 1, IPS) - celkem IPS hodnot na řádku
Předchozí dva řádky se opakují IX-krát pro všechny radiální uzly i, i= 1, IX		
ZDRS(i,k)	(16F5.2)	Střední lokální drsnost terénu v segmentech (i,k) [ m ]; (( k= 1, IPS), i = 1,IX) - tedy IX řádků (IPS-tice čísel)
OBYV(k,a,i)	(10F8.0)	Počet obyvatel věkové skupiny $a$ v segmentech (i,k); ((( i = 1,IX), a = 1,IVEK), k = 1,IPS)

## 2.3 Popis databanky HAVDB.DAT

Soubor obsahuje údaje mající charakter fyzikálních či fyzikálně-chemických konstant resp. konstant poloempirických formulí pro určení vlivu záření na lidský organismus. Obsahuje databanku nuklidů a dále vazby na zahrnutí rozpadových řetězců. Dále je uveden identifikátor proměnných, jejich formát a stručný popis. Fortranské referenční číslo souboru HAVDB.DAT je v programu 21.

IPLUS, IMINUS, IPLU, KAT(I)	9A2	Znakové proměnné pro identifikaci dceřinných rozpadových řad (zadává se sekvence + - *); KAT (j) - 6 kateg. počasí podle Pasquilla : A B C D E F
-----------------------------	-----	--

BETA(j)	6F5.2	Korekce disperzních parametrů na efektivní výšku výpustí - hodnoty pro jednotlivé kategorie počasí $j$ ; $j=1,6$
EP(j)	6F5.2	Koeficienty poloempirické formule pro výpočet rychlosti větru po výšce závislé na kategorii počasí $j$ ; $j=1,6$ ; viz vztahy (3.9) a (3.10)
ZO(d)	6F5.2	Šest diskrétních kategorií drsnosti podle modelu HOSKER [ m ]
C3(j)	6F5.2	Konstanty ve vzorci pro výpočet disperzního koeficientu $\sigma_y$ - viz vztah (2.14) závislé na kategoriích počasí $j$
A(j)	6F5.2	Konstanty ve vzorci pro výpočet převýšení vlečky z komína (viz koef. D ve vztahu (2.6) ) pro kategorie počasí $j$
IVP(n)	(20I2)	Zadány všude nuly - připraveno pro budoucí zpřesnění
IIP(n)	(20I2)	Zohlednění dceřinných izotopů : IIP(n) dává pozici dceřinného prvku v databance ANUK, který vzniká rozpadem mateřského prvku majícího zde pozici $n$ a s výtěžkem BET1(n). Pro složitější schéma izomerních rozpadů je v IIP(n) pozice izomerního dceřinného prvku s výtěžkem BET1(n), v IIP2(n) je pozice dceřinného prvku vznikajícího přímo v základním stavu s výtěžkem BET2(n); platí: BET1(n) + BET2(n) = 1
ANUK(n)	(6A8)	Databanka nuklidů - název ve znakové proměnné ANUK(n) představuje zřetězení značky nuklidu a jeho hmotového čísla a případně ještě znaku M (izomer); O (v případě , že odpovídající výpust' je ve formě organické sloučeniny) ; A pro aerosol; $n=1,120$ ; podrobněji viz kap. 2.8 v [1]
ALAM(n)	(6E10.0)	Rozpadové konstanty příslušné ANUK(n); $n=1,120$ ; rozměr [1/s]
VG(n)	(6E10.0)	Efektivní rychlosti usazování při suchém spadu [ m/s ] podle uvažované fyzikálně-chemické formy výpustě (elementární, organická forma, aerosol); $n=1,120$
CR(n)	(6F9.0)	Konstanty atmosférického vymývání pro jednotlivé radionuklidy; $n=1,120$ - viz vztah (3.5)
U4(a, $l$ )	5F10.5	Průměrná roční spotřeba produktu $l$ jedincem z věkové kategorie $a$ [ kg ]; $((l=1,5), a=1,5)$ ; je totožná s proměnnou $P_l^a$ použitou ve vztahu (5.2) v [1] při kvantitativním popisu vnitřního ozáření z ingesce kontaminovanými produkty
U3(a)	(5F10.0)	Rychlosť dýchání jedince z kat. $a$ [ $m^3/s$ ]
RA(o,n)	(7E9.0)	Dávkový faktor ozáření z oblaku od radionuklidu $n$ na orgán (tkáň) $\varrho$ [ $Sv \cdot m^3 \cdot Bq^{-1} \cdot s^{-1}$ ] ; $((o=1,7), n=1,120)$ ; viz koef. R ve vztahu (4.7) v [1]
RS(o,n)	(7E9.0)	Dávkový faktor ozáření od kontaminovaného

		zemského povrchu od radionuklidu $n$ na orgán (tkáň) o $[Sv \cdot m^2 \cdot Bq^{-1} \cdot s^{-1}]$ ; $((o=1,7), n=1,120)$ ; viz. koef. R ve vztahu (4.11) v [1]
RIN(o,n)	(6E9.0)	Dávkový faktor vnitřního ozáření při inhalaci pro nuklid $n$ na orgán (tkáň) $\varrho$ $[Sv \cdot Bq^{-1}]$ ; $((o=1,6), n=1,120)$ ; pro vnitřní ozáření se neuvažuje kůže; viz koef. R ve vztahu (4.17) z [1]
RIG(o,n)	(6E9.0)	Dávkový faktor vnitřního ozáření při ingesci pro nuklid $n$ na orgán (tkáň) $\varrho$ $[Sv \cdot Bq^{-1}]$ ; $((o=1,6), n=1,120)$ ; pro vnitřní ozáření se neuvažuje kůže; viz koef. R ve vztahu (4.24) v [1]
KN1(l,n)	(6E9.0)	tabelovaný koeficient hromadění nuklidu $n$ v procesu 'spad - potravinový produkt' normovaný na výnos produktu $l$ - viz vztah (5.3) v [1]
KN2(l,n)	(6E9.0)	tabelovaný koeficient hromadění nuklidu $n$ v procesu 'půda - potravinový produkt' normovaný na výnos produktu $l$ - viz vztah (5.3) v [1]
GIN(a,n)	(5E8.1)	Dávkový faktor při inhalaci podle nových doporučení SÚJB z [4] - viz vztah (4.27) v [1]; $((a=1,5), n=1,120)$ ;
GIG(a,n)	(5E8.1)	Dávkový faktor při ingesci podle nových doporučení SÚJB z [4] - viz vztah (4.30) v [1]; $((a=1,5), n=1,120)$ ;
DCF pro depozici a kůži		.....

Pokud se týká analogické databanky DATABANK.DAT pro hodnocení normálního provozu prováděném v [3], je třeba mít na paměti, že tyto dva soubory nejsou totožné.

## 2.4 Popis databanky lokálních ingesčních dat SUROING.DAT

XMI,PHUST,RLAMW 2F7.1,F9.6		XMI: míra depozice částic na listech -viz vztah (5.6) v [1] PHUST: efektivní povrchová hustota pro kořenovou zónu - viz vztah (5.13) základ. manuálu [1] RLAMW: rychlostní konstanta migrace radionuklidů do vrstev půdy - vztah (5.13) základ. manuálu [1]
hlubších TFCM(30,10) 15X,10F7.2		Charakteristiky vegetačních období a produkce zemědělských plodin - tabulka 5.1 základního manuálu [1]
SPOTR(30,5) 15X,5F7.2		Roční spotřeba hlavních druhů potravin podle věkových kategorií - tab. 5.2 v [1]
BRV(120,10)	8X,9E8.2	Koncentrační faktory pro transport radionuklidů do rostlin kořenovou cestou - tab. 5.3 v [1]
FRX(120,6)	8X,5E8.2	Přenosové koeficienty pro přenos nuklidů do produktů živočišné výroby ( frakce denního příjmu radionuklidu zvířetem, která se objeví v každém litru nebo kilogramu živočišného produktu $b$ viz. tab. 5.3 v metodice [1]

### 3 Postup výpočtu

#### 3.1 Interaktivní zadávání vstupních dat

Současná verze programu HAVAR se spouští povelem *jet* z podadresáře \ havjet . Automaticky se spustí prostředí vstupních panelů a objeví se na obrazovce PANEL 1 a dále je již celá souslednost zcela instruktivní. Jedna z možných sekvencí vstupních panelů je přiložena ve formě opisu vstupních panelů z obrazovky v příloze 1, k čemuž poznamenejme:

- PANEL 1: Blížší specifikace typu úniku (komín | budovy) : umožní bližší výběr z předpřipravených datových variant (upravuje se méně default hodnot)
- PANEL 2: Zvolila-li se v PANEL 1 volba 2, pak je zde bližší specifikace předpřipravených vstupních variant. Volba 1 značí vyvolání bezprostředně předchozí varianty, volba 3 obsahuje určitou důležitou standardní variantu (na příklad max. projektová nehoda pro účely bezpečnostních zpráv). Volba 2 (výběr varianty z nabídky) se týká archivu předpřipravených variant a vlastního editoru variant zabudovaného nově do verze V2. Příslušný panel volby 2 - viz PANEL 2-2 opsaný zde v příloze.
- PANEL 3: Hlavní rozhodovací panel pro předem zvolenou předpřipravenou variantu dat (tato se objeví jako default hodnoty při další interaktivní modifikaci). Volba 1 umožní další modifikaci vstupních dat z následujících panelů. Volba 3 umožňuje změnit hlavičku varianty (první dva 80-ti znakové rekordy s možností zadat libovolný identifikační text) - viz popis PANEL 17 dále. Volba 4 volitelně realizuje možnost po modifikaci dat (a před vlastním spuštěním) permanentně uložit tuto variantu do archivu (kromě toho se pochopitelně ukládá přechodně jako „bezprostředně předchozí“ varianty). Dále nechť je zvolena volba 1: modifikace vstupních dat. Pak se dále objeví:
- PANEL 4: Rozhodovací panel pro interaktivní modifikaci vstupních dat , která jsou v nabídce rozdělena na 12 logických skupin:
- PANEL 5 až PANEL 16A:  
Postupné interaktivní editování všech jedenácti skupin vstupních dat . Je zřejmé, že v konkrétním případě cím lépe jsou zvolena předpřipravená data, tím menší objem editací je nutný. Na příklad při studiích sensitivity volíme z PANEL 2 volbu 2 (bezprostředně předcházející data) a měníme pouze jeden sledovaný parametr.

Po skončení editování je užitečné se vrátit k hlavnímu rozhodovacímu PANEL 3.

**!!!! POZOR !!!!** - v tomto okamžiku se doporučuje zvolit v PANELu 3 volbu 3: změna hlavičky (tuto akci možno udělat už i při prvním

vyvolání panelu 3), kdy se objeví PANEL 17.

PANEL 17: Tento panel umožňuje změnit 80-ti bytové znakové proměnné NAZ a DATUM - viz popis vstupního souboru HAVI N. DAT v kap. 5. Obě tyto proměnné se tisknou v hlavičkách tiskových výstupních sestav jako identifikace varianty.

!!!! Navíc prvních 16 znaků každé z nich se zřetězí v jedinou 32-ti znakovou konstantu, která se užívá ve výstupních grafech na obrazovce jako další dodatečná identifikace !!!!

### 3.2 Běh úlohy

Po editování nových hlaviček identifikujících novou variantu je třeba se vrátit do panelu 3 a provést volbu 2: *běh úlohy*.

Na tomto místě poznamenejme, že podadresář \havjet obsahuje též přeložený a slinkovaný modul *Havar .EXE*, provádějící vlastní hodnocení havarijních úniků. Jeho zdrojová verze v jazyce FORTRAN byla odladěna a testována v prostředí FORTRAN Power Station a příslušný EXE modul pak překopírován do zmíněného podadresáře. Znamená to tedy, že systém Havar byl vyvinut tak, aby potřeboval co nejméně systémových zdrojů. Jediný nutný produkt je DOS.

Po volbě 2 z PANEL 3 je automaticky spuštěn běh úlohy s nově vytvořenou variantou vstupních dat. Po načtení vstupů se opíše na obrazovku identifikace varianty a čeká se na potvrzení (ENTER). Po skončení výpočtu se na obrazovce objeví text:

VYPOCET SKONCIL NORMALNE  
\*\*\*\*\*

Celá situace je vidět na následujícím opisu obrazovky, který se zobrazí v okamžiku skončení výpočtu:

HAVARIJNI EXHALACE RADIONUKLIDU

Zahajen vypocet varianty:

..... opis textove hlavicky NAZ .....

..... opis textove hlavicky DATUM

!!! Zkontroluj variantu !!!

Pokracovani vypoctu : ano (ENTER) | ne (N)

----- PRVNI SEKVENCE POCASI :  
SMER = 7 POCASI : D THAV = 7777.0 REL. UNIK : .200

Zahajen vypocet rozptylu v atmosfere  
Zahajen vypocet dawkovych ekvivalentu

----- DALSI SEKVENCE POCASI :  
SMER = 1 POCASI : D THAV = 7200.0 REL. UNIK : .200  
Zahajen vypocet rozptylu v atmosfere  
Zahajen vypocet dawkovych ekvivalentu

----- DALSI SEKVENCE POCASI :  
SMER = 13 POCASI : D THAV = 7200.0 REL. UNIK : .200  
Zahajen vypocet rozptylu v atmosfere  
Zahajen vypocet dawkovych ekvivalentu

----- DALSI SEKVENCE POCASI :  
SMER = 9 POCASI : D THAV = 7200.0 REL. UNIK : .200  
Zahajen vypocet rozptylu v atmosfere  
Zahajen vypocet dawkovych ekvivalentu

----- DALSI SEKVENCE POCASI :  
SMER = 6 POCASI : D THAV = 7200.0 REL. UNIK : .200  
Zahajen vypocet rozptylu v atmosfere  
Zahajen vypocet dawkovych ekvivalentu

VYPOCET SKONCIL NORMALNE

\*\*\*\*\*

Stop – Program terminated .

### 3.3 Výstupy z programu a grafická prezentace výsledků na obrazovce

Program HAVAR produkuje obecně čtyři typy výstupů:

- a) Základní podrobné výstupy do souborů. Tyto výsledky se objeví po skončení výpočtu jako soubory:
  - HAV20.OUT v podadresáři \ havjet . Jde o hlavní výsledkový textový soubor, který obsahuje krátkodobé koeficienty zředění v atmosféře, koncentrace radionuklidů v přízemní vrstvě vzduch a integrální přízemní koncentrace. Dále jsou zde výsledky pro radiologické hodnocení ozáření populace včetně dávek resp. úvazků dávek na jednotlivé věkové kategorie s rozlišením podle různých uvažovaných cest ozáření.
  - GRAFHS.OUT je výsledkový soubor s detailními výsledky převedenými do formy diskrétní polární sítě 80 x 35 bodů. Soubor je interně předáván do výstupní automatické prezentační sekce a dále do modulu ATSTEP pro další podrobnější výpočet časově proměnného segmentovaného modelu.
- b) Volitelně lze získat výstupy pro off-line vykreslování izoplet na systémové tiskárně sálového počítače. Příslušný program IZOPLETY je v prostředí počítače VAX. Celkově však je třeba říci, že tato metoda je považována za zastaralou a těžkopádnou. V nové verzi systému

HAVAR je nahrazena alternativní možností realizovanou zcela v prostředí PC, kterou popíšeme ve čtvrtém odstavci.

c) Nová PC verze je rozšířena o interaktivní podporu pro prezentaci výsledků. Jestliže se bezprostředně po skončení výpočtu zmáčkne libovolná klávesa, potom se automaticky objeví nabídka výstupních panelů (viz PANEL V1 v příloze 2), která je zcela instruktivní. Je možno volit jak jednorozměrné grafy (závislosti maximálních, středních či marginálních hodnot na vzdálenosti od zdroje exhalaci) tak plošné znázornění izoplet nejdůležitějších veličin, kterými jsou přízemní objemová aktivita jednotlivých radionuklidů, jejich aktivita usazená na zemském povrchu a efektivní a individuální dávky. Kromě toho lze znázornit pole kolektivních dávek resp. jejich úvazků a relativní příspěvky jednotlivých nuklidů ke kolektivní dávce ve formě sloupcových grafů. Od nové verze je implementována též speciální grafika automaticky rozlišující případy BOX-modelu či detailního modelování časového vývoje pohybu mraku nad terénem.

Dále bude stručně komentována jedna z možných seancí prezentace výstupů, která je ve formě opisů obrazovky uvedena v příloze 2:

PANEL V1: Základní nabídka možných okamžitých grafických zobrazení na obrazovce

PANEL V1A: Pokud zmáčkneme v předchozím volbu 1, objeví se tato nabídka nuklidů - nutno označit (kursor + ENTER) nejméně jeden nuklid

PANEL V1A\*: Byly vybrány dva nuklidы

PANEL V1AB: Panel volby typu zobrazení : jednorozměrně (postupně ; do jednoho grafu - viz GRAF 2 ; vedle sebe - viz GRAF 3) nebo plošné zobrazení izoplet - viz GRAF 1

PANEL V1AB4: Možnost změny nastavení - po zmáčknutí volby 4 v předchozím panelu

PANEL V1AB5: Možnost změnit měřítka os grafů - po zmáčknutí volby 5 v panelu PANEL V1AB

Necht' v PANEL V1AB bylo zvoleno zobrazení izoplet, potom se objeví:

PANEL V1I: Zobrazení izoplet s alternativní volbou nastavení

PANEL V1I2: Objeví se po volbě 2 - úrovně izoplet- v předchozím panelu

PANEL V1I3: Objeví se po volbě 3 - výsek ... - v PANEL V1I

PANEL V1I3\*: Volba výseku prostoru po zmáčknutí volby 1 nebo 2 v předchozím panelu; příklad tohoto výstupu je znázorněn v GRAF 4 (celý prostor) ve srovnání s GRAF 5 (výsek jen od 2 do 8 km)

PANEL V2A: Analogie PANEL V1A\* pro depozici

*Pokračování pro dávky záření - zvolena volba 3 ze základní nabídky PANEL V1:*

PANEL V3A\*: Volba věkových kategorií a orgánů, pro něž chceme zobrazovat průběhy dávek záření; následují panely zcela analogické pro přízemní objemové koncentrace nebo depozici

*Pokračování pro kolektivní dávky záření - zvolena volba 4 ze základní nabídky PANEL V1:*

Objeví se přímo grafický výstup dávek ve formě GRAF 6

*Pokračování pro relativní příspěvky nuklidů ke kolektivním dávkám záření - zvolena volba 5 ze základní nabídky PANEL VI.*

Objeví se:

PANEL V4A: Volba věkových kategorií a orgánů pro následující znázornění rel. příspěvků nuklidů ke kolektivním dávkám záření ve formě postupně zobrazovaných sloupcových grafů

Poznámky ke grafům:

*Poznámka 1:* Izoplety pro přízemní objemovou aktivitu a depozici mají ‘pěkný’ průběh v důsledku analytické závislosti po  $y$  dané funkci  $g(x,y)$  podle (3.34) z metodické části. Průběh dávek záření po  $y$  podle (3.38) a (3.39) je možno získat jen numerickým výpočtem (v důsledku složité funkce pro korekci na ozáření z mraku konečného rozměru) v diskrétních bodech určených parametrem NUHEL - viz vztah (3.42) a popis vstupního souboru HAVIN.DAT v kap. 2.1. Potom výsledný graf izoplet je závislý na jemnosti dělení a pro zde použitou hodnotu NUHEL=8 se v některých případech může zdát poněkud ‘kostrbatý’. V toto případě je třeba rozdělení zjemnit a dále využít možnosti dané panelem PANEL V1I2, kdy je možno zadat vhodné úrovně izoplet po pečlivé úvaze.

*Poznámka 2:* Úrovně izoplet v grafech je třeba chápát tak, že se vztahují k maximu příslušné veličiny v celém prostoru. Tedy na příklad u GRAF 4 je vpravo nahoře udána maximální usazené aktivity SR89 jako  $2.28 \text{ E}+05$  v [ $Bq/m^2$  ]. Pak izopleta identifikovaná znakem ‘+’ má absolutní hodnotu  $2.28 \text{ E}+05 * 1.0 \text{ E}-005$ .

Dále poznamenejme, že grafy jsou barevné, což při jejich grafickém opisu na monicolor tiskárně snižuje jejich názornost.

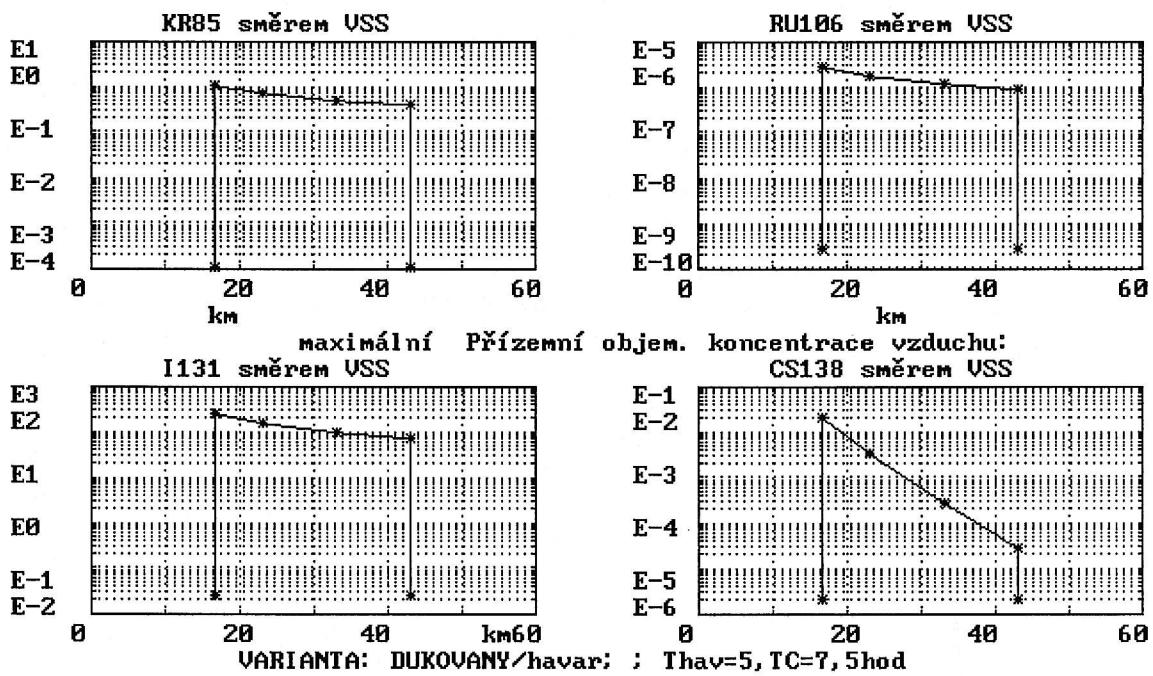
---

Poznamenejme ještě, že ke grafům pro již spočtenou variantu je možno se dostat přímo z podadresáře `\ havgraf`, jestliže se napíše povel `run`. V podadresáři `\ havgraf` je veškerý grafický software a dále data pro grafy spočtená bezprostředně předchozím výpočtem.

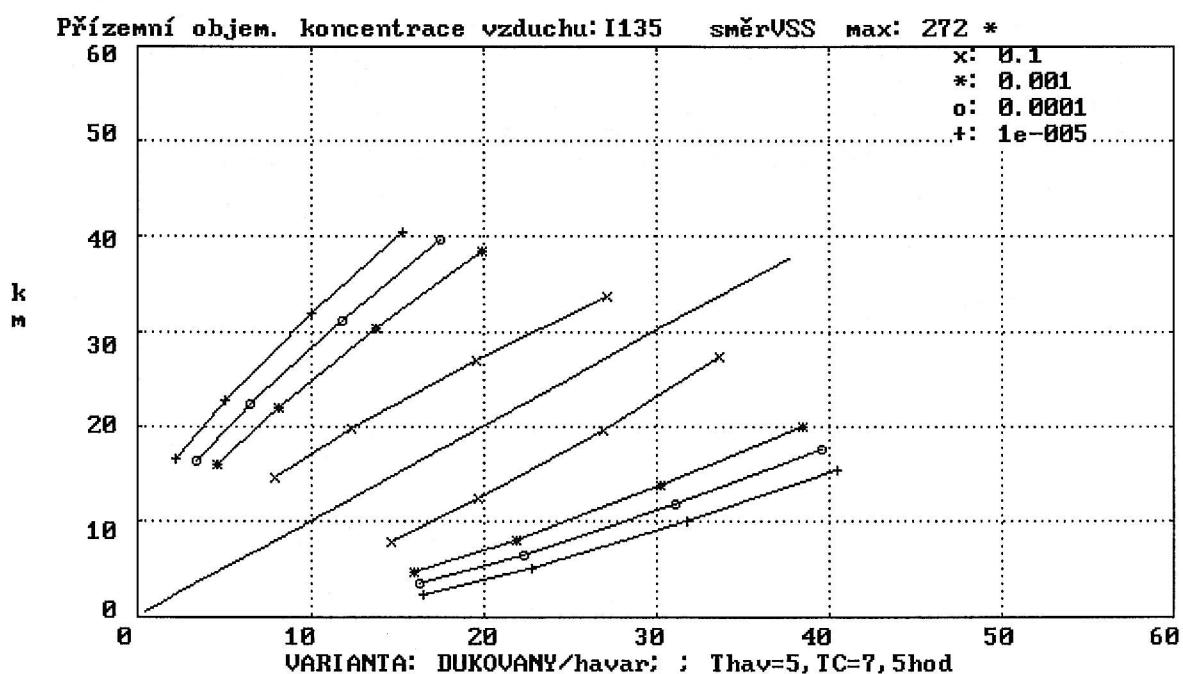
d) K dispozici je možnost tisku kteréhokoliv zvoleného výstupního panelu na tiskárnu. Spočívá v užití DOS produktu PCX pro sejmutí grafu z obrazovky do DOS souboru s následující možností jeho přímého vložení do WORD dokumentu. Produkt PCX byl vyzkoušen v rámci jeho bezplatné testovací periody a k rutinnímu použití jej firma EGP zakoupí. Poznamenejme, že pokud program běží v DOS okně pod WINDOWS 95 a více, lze obsah okna sejmout stisknutím tlačítka PRINT SCREEN. Pak ho lze importovat do nějakého produktu pro kreslení a dále jako BMP rastr importovat do WORD.

Na závěr tohoto odstavce budeme demonstrovat přenos z obrazovky do tohoto WORD dokumentu. Současně ukážeme rozdíl mezi nově zabudovaným modelováním časového průběhu mraku nad terénem (ve vstupních datech se zadává  $KRK=1$  a  $T_C$ , což je čas „okamžitého“ snímku situace) oproti dřívějšímu zjednodušenému postupu ( $KRK=0$ ,  $T_C$  se formálně nahradí dobou TB), kdy se jedná o sumární expozici za dobu TB.

Na následujícím obrázku je modelován časový průběh (KRK=1) havárie trvající celkem 5 hodin a je znázorněna situace po 7,5 hodinách od vzniku havárie. Jsou vybrány 4 nuklidы pro znázornění maximálních (osových) hodnot jejich přízemní objemové aktivity:



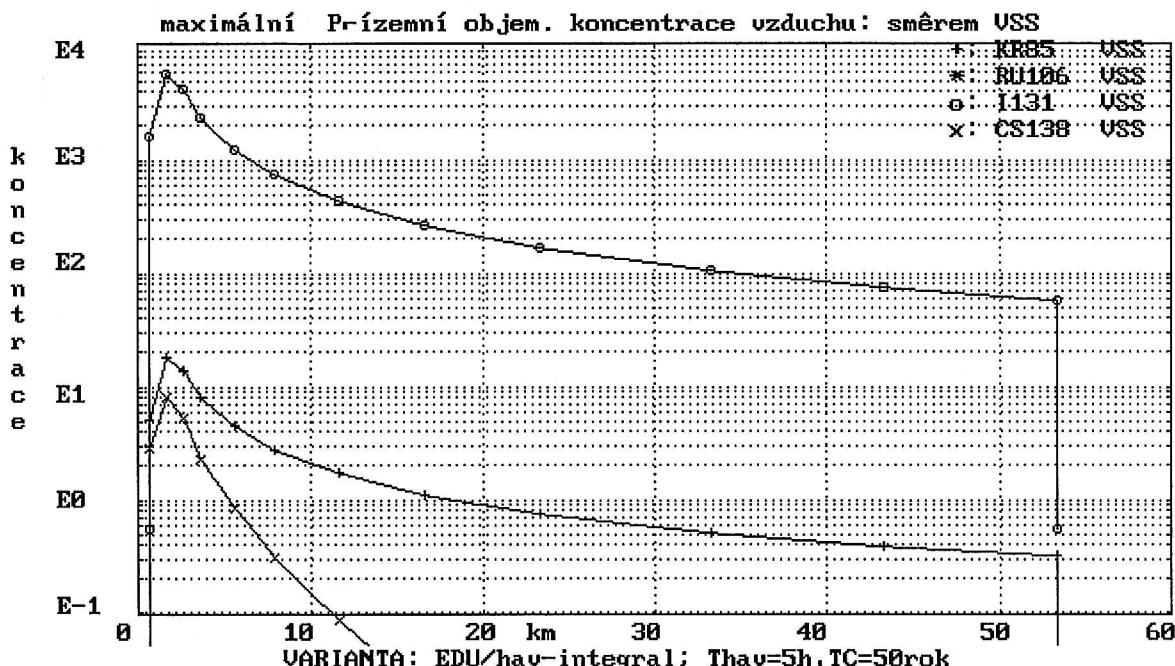
Další obrázek znázorňuje izoplety přízemní objemové aktivity zvoleného nuklidu I135 pro tutéž variantu modelování časového vývoje (KRK=1,  $T_C=7,5$  hod.,  $T_{hav}=5$  hod.) :



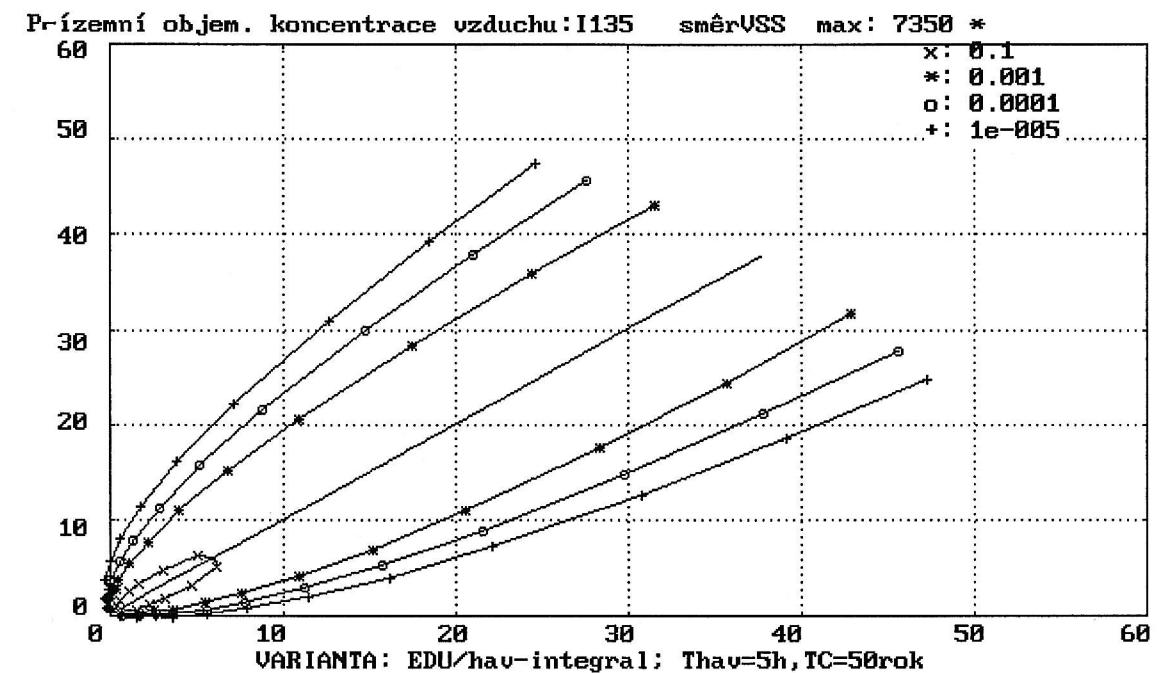
Z obou obrázků je zřejmé, jak postupuje mrak nad terénem (s konstantní rychlostí závislou na kategorii počasí).

Znázorněme druhou možnost (  $KRK=0$  ) vyjadřující hodnoty nad terénem při průchodu mraku nad jednotlivými místy. Pro srovnání s předchozími dvěma obrázky zobrazíme hodnoty přízemních objemových aktivit, u kterých ovšem na velikosti  $T_C$  nezáleží. Jedná se o hodnoty přízemní objemové aktivity nad terénem, které jsou po celou dobu průchodu mraku nad konkrétním místem vždy konstantní (pro daný segment). Je zřejmé, že vynásobením časovým úsekem, během něhož je mrak nad místem (je zřejmé, že tento čas je roven  $T_{hav}$  ) dostaneme integrální koncentrace aktivity směrodatné pro výpočet dávek od ozáření z mraku a inhalace.

Přízemní objemové aktivity v ose oblaku postupujícího ve směru VSS při kategorii počasí A pro čtyři zvolené nuklidu (analogie s prvním obrázkem, nyní volíme zobrazení do jednoho grafu) mají průběhy:



Izoplety přízemní objemové aktivity zvoleného nuklidu I135 za týchž podmínek mají tvar:



Poznamenejme, že v nové verzi presentace výstupů se předchozí obrázek může zobrazit v názornější alternativní verzi barevných izoplet pro superpozici segmentovaných úniků (viz na příklad dále PANEL OUT4 a příslušné ukázky na obrázcích 4.1 až 4.5), kdy předchozí únik je tvořen jediným segmentem.



## **4 Tok zpracování v případech modelování pomocí segmentovaného Gaussova modelu**

Gaussový přímočaré trajektorie jsou odvozeny za předpokladu neměnných meteorologických podmínek a dále intenzita unikajících radionuklidů je časově konstantní. Na základě odhadů zdrojových členů pro různé možné mimořádné úniky radionuklidů do atmosféry se však ukazuje, že tyto jevy jsou obecně charakterizovány výraznou časovou dynamikou. Do systému HAVAR je proto zabudován segmentovaný Gaussův model, kdy celá doba úniku je rozdělena do několika fází, ve kterých se předpokládá konstantní intenzita výpustí a neměnné povětrnostní podmínky charakterizované směrem a rychlostí větru a kategorií počasí podle Pasquilla. Zadání lze provést interaktivně ze vstupního panelu (zde označeného nyní jako PANEL F), který se objeví při volbě „0“ v PANEL D (viz dále).

I pro případ segmentovaného modelu je uživatel instruktivně veden fázemi zadávání vstupních hodnot, řízením toku úlohy a zobrazováním výsledků. Postup je analogický jednosegmentovému schématu, přičemž v dalším uvedeme jen hlavní rozšíření. Při zahájení zadání se opět objeví nabídka dříve počítaných variant, které jsou uloženy v archivu variant. Z hlediska rychlého výběru je archiv logicky rozdělen na dvě části podle toho, zda jde o variantu úniku z ventilačních komínů nebo z provozních budov. Kromě archivu variant lze zvolit variantu bezprostředně předcházející, což se s výhodou využívá při studiích senzitivity a analýze neurčitosti.

### **4.1 Editování segmentovaného vstupu**

Po výběru varianty se objeví rozhodovací PANEL V1.

PANEL V1: Řízení toku úlohy (HAVAR)

```
=====
| JE Temelín - analýza havarijných úniků
| -----
| 1 modifikace vstupních dat
| 2 běh úlohy
| 3 změna hlavičky
| 4 uložení varianty
| -----
| 5 návrat do DOS      h help
| √ návrat k výběru variant
=====
```

Volba „1“ umožňuje další úpravu dat, kdy se objeví datový PANEL D. Vstupní údaje jsou zde klasifikovány do 13ti logických skupin, každou skupinou je uživatel veden konkrétní sekvencí subpanelů.



## PANEL D: Modifikace vstupů podle skupin dat

```
=====
JE Temelín - analýza havarijních úniků
-----
1 modifikace vstupních dat
=====
0 zadání dalších sekvencí počasí
1 kinetika vývoje oblaku
- 2 povětrnostní situace
3 model rozptylu
4 redukce prostorové sítě
= 5 časové konstanty
6 parametry zdroje exhalací
7 blízkostojící objekty
8 kategorie srážek
9 inverzní situace
a věkové kategorie
b integrální výpustě radionuklidů
c zátěž cestou ingesce
d očekávané dávky
-----
✓ návrat do hlavního menu
=====
```

Pokračujme volbou „**0 zadání dalších sekvencí počasí**“. Je demonstrována skutečně zadaná mimořádná situace, kdy v důsledku poruchy filtrace aerosolů unikají po dobu 40 hodin nepřefiltrované zplodiny. Nechť během této doby dojde vždy po deseti hodinách ke změně povětrnostních podmínek. Celá situace se řeší segmentováním do čtyř fází, každá charakterizovaná kategorií počasí podle Pasquilla (zde postupně F, C, B, D) a směrem větru podle zvolené větrné růžice (zde směry 8, 10, 16, 3). Relativní únik škodlivin během fáze vzhledem k celkovému zadanému úniku byl zvolen rovnoměrně 0.25 pro každou fazu. Tyto čtyři fáze charakterizujeme hodnotami vyplňenými v objevivším se PANEL F.

#### PANEL F: Zadávání dílčích fází úniku

```
=====
| JE Temelín - analýza havarijních úniků |
|-----|
| 1 modifikace vstupních dat |
|-----|
| 0 zadání dalších sekvencí počasí | |
|-----|
|-| Definice dalších sekvencí počasí |
|-----|
|=| směr větru (1-16) : 8 10 16 3
|=| kategorie počasí (A-F) : F C B D
|=| doba trvání (v hod.) : 10 10
|=| 10 10
|=| relativní integrální 0.25 0.25
|=| únik <0, 1> : 0.25 0.25
|-----|
|_ hotovo x zrušit |
|-----|
|-| návrat do hlavního menu |
|-----|
```

Poznamenejme, že pro model rozptylu je pro všechny tři fáze použita volba „3“ v PANEL M (model disperze KFK).

#### PANEL M: Alternativní modely rozptylu

```
=====
| JE Temelín - analýza havarijních úniků |
|-----|
| 1 modifikace vstupních dat |
|-----|
| 0 zadání dalších sekvencí počasí |
| 1 kinetika vývoje oblaku |
| 2 povětrnostní situace |
| 3 model rozptylu |
|-----|
|=| 1 HOSKER s korekcí na výšku výpustí
|=| 2 HOSKER bez korekce
|=| 3 KFK/JULICH
|=| 4 BOXový model
|=| 5 HOSKER s odrazy na směšovací výšce
|=| 6 KFK s odrazy na směšovací výšce
|-----|
|_ návrat do výběrového menu h help |
|-----|
|-| návrat do hlavního menu |
|-----|
```

Obecně řečeno, při vyplňování vstupních panelů na obrazovce (resp. přepisování již existujících implicitních hodnot v těchto panelech) je zajištěna automatická kontrola správnosti formátu zadávaných hodnot. Současně jsou k dispozici online nápovědy, které

blíže vysvětlují detailly o specifikaci jednotlivých položek. Navíc systém HELP souborů je natolik jednoduchý, že si ho uživatel sám může dotvářet podle svých představ.

Po skončení editování vstupních dat se opět objeví základní rozhodovací panel V1 a je možno ještě před spuštěním tuto novou variantu uložit do online archivu vstupních variant. Vlastní běh úlohy je monitorován průběžnými informacemi na obrazovce. Je dále vhodné zapsat novou identifikační hlavičku varianty (dva textové řádky).

#### **4.2 Rozšířené možnosti bezprostřední grafické presentace segmentovaného výpočtu na obrazovce**

Bezprostředně po skončení výpočtu je řízení automaticky předáno do prezentační sekce umožňující interaktivní přístup k získaným výsledkům. Uživatel si volí ze základního nabídkového panelu a má dále k dispozici další prostředky k efektivnímu zobrazení výsledků na obrazovce. Pokud určité výsledky mají permanentní důležitost, může uživatel uchovat bezprostřední opis obrazovky a uložit jej na disk s pozdější možností ho vytisknout resp. přímo vložit do dokumentu (na př. do WORDu).

Vlastní algoritmus zobrazování izoplet byl zcela přepracován na základě inspirace metodikou systému RODOS. Plocha obrazovky se dělí na určitý počet čtverečků (lze zjemňovat pro hladší průběhy výsledků – viz dále), přičemž každému čtverečku je možno přiřadit barvu (podle hodnot zobrazované výsledné veličiny). Takto lze obdržet mnohem lepší prostorovou informaci o situaci nad terénem a navíc je možno tyto izoplety zobrazovat na mapové pozadí dané lokality (vektorové mapy s vrstvami silnic, vodních toků, lesů, sídel) jaderného zařízení (implementovány mapy pro JE Dukovany i Temelín).

Ve výsledkové prezentační části je pak možno zobrazovat buď výsledky pro jednotlivé fáze úniku nebo výsledný stav daný superpozicí všech fází. Po skončení výpočtu se objeví PANEL OUT1. Pokud se zde zvolí „superpozice sekvencí“ a objeví se PANEL OUT2.

Panel OUT1: Volba výstupu pro případ segmentace podmínek

```
=====
| JE Temelín - havárie
| grafické výstupy
| -----
|   ✓ superpozice sekvencí
|     jednotlivé sekvence :
|       1 počasí: F thav=36000 směr=8 rel. únik=0.25
|       2 počasí: C thav=36000 směr=10 rel. únik=0.25
|       2 počasí: B thav=36000 směr=16 rel. únik=0.25
|       3 počasí: D thav=36000 směr=3 rel. únik=0.25
| -----
|   x konec práce
=====
```

## PANEL OUT2: Výsledky pro základní proměnné

```
=====
| JE Temelín - havárie
| VARIANTA: Porucha filtru ; 2.7.97 - 4 faze
| -----
|   1 integrální přízemní koncentrace nuklidu
|   2 depozice radionuklidu na povrchu
|   3 efektivní resp. ekvivalentní dávky
| -----
|   √ konec
=====
```

Zvolíme-li např. volbu 2- „depozice ...“, na obrazovce se objeví tabulka možných uvažovaných nuklidů, zde zvolíme Cs137. Pak následuje nabídka PANEL OUT3, kde je možno volit buď jednorozměrné zobrazení superponovaných hodnot z jednotlivých fází počasí (ve všech 16ti směrech větrné růžice) nebo plošné zobrazení pomocí čtverečků, jejichž barva odpovídá příslušné střední hodnotě zobrazované veličiny.

## PANEL OUT3: Volba způsobu zobrazení výsledků na obrazovce

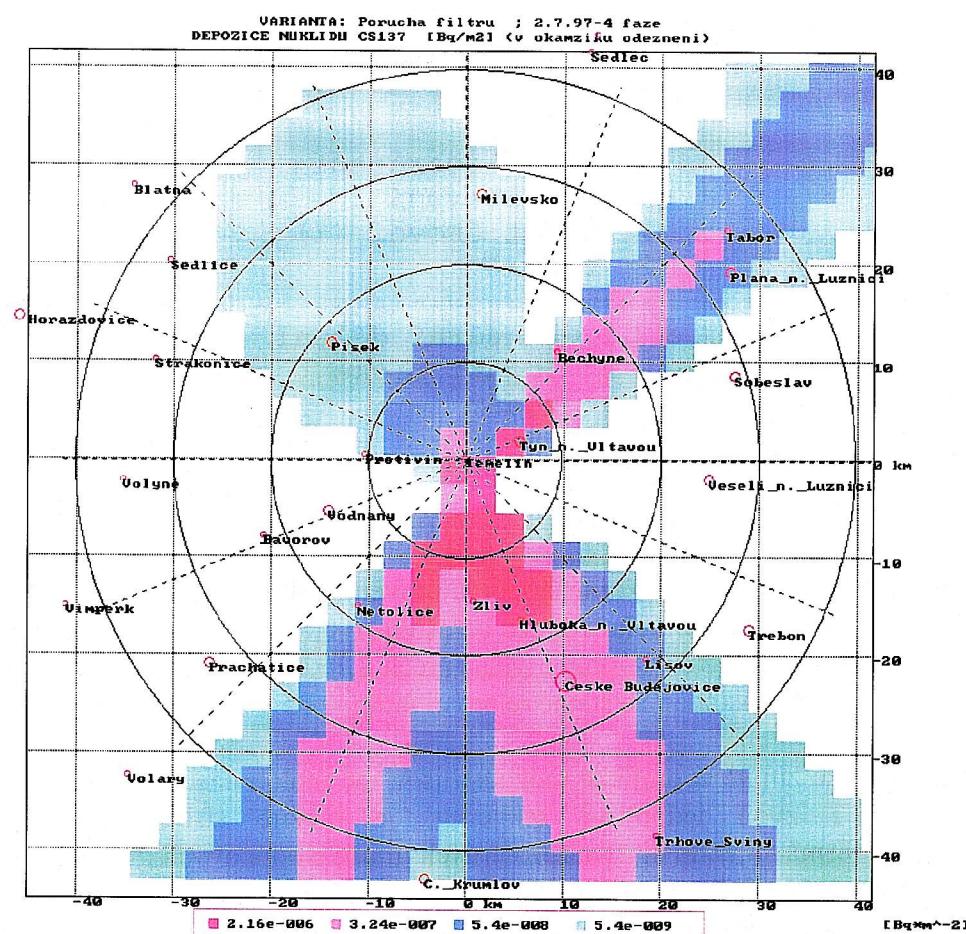
```
=====
| VARIANTA:      Porucha filtru ; 2.7.97 - 4 faze
| DEPOZICE NUKLIDU CS137 [Bq/m2] (v okamžiku odeslání)
| -----
| způsob zobrazení
|   √ po směrech
|   1 plošně
| -----
|   x konec
=====
```

Nechť je zvoleno „*1 plošně*“. Potom se objeví panel OUT4, který umožňuje blíže specifikovat požadavky na konkrétní zobrazení.

## PANEL OUT4 : Volba parametrů plošného zobrazení

```
=====
|   plošné zobrazení
| -----
|   √ zobraz
|   x konec zobrazení
| změny nastavení :
|   1 počet úrovní (4)
|   2 úrovně
|   3 počet bodů (400)
|   4 tisk
=====
```

Počet čtverečků, na něž je obrazovka rozdělena, se zadává v PANEL OUT4 volbou „*3 počet bodů*“. Tento počet udává rozdělení obrazovky po výšce i po šířce. Pro případ obrázku 6.1 ze základního metodického manuálu systému HAVAR byly odtud zvoleny 4 úrovně barev a pracovní plocha obrázku je rozdělena na 400 x 400 bodů. Stejný obrázek při zde zadaném hrubším rozdělení na 30 x 30 bodů dává pak horsí rozlišení a je zde znázorněn na obr. 4. 1 .



*Obr. 4.1: Zobrazení superpozice výsledků ze 4 fází podle předchozího zadání na panelu F pro případ hrubého rozdělení obrazovky na 30x30 plošek*

Kombinací počtu úrovní izoplet, jemnosti rozdělení dané počtem bodů a zadáváním úrovní izoplet individuálně (volba „zadám“ v PANEL OUT5) lze získat široký rozsah zobrazení.

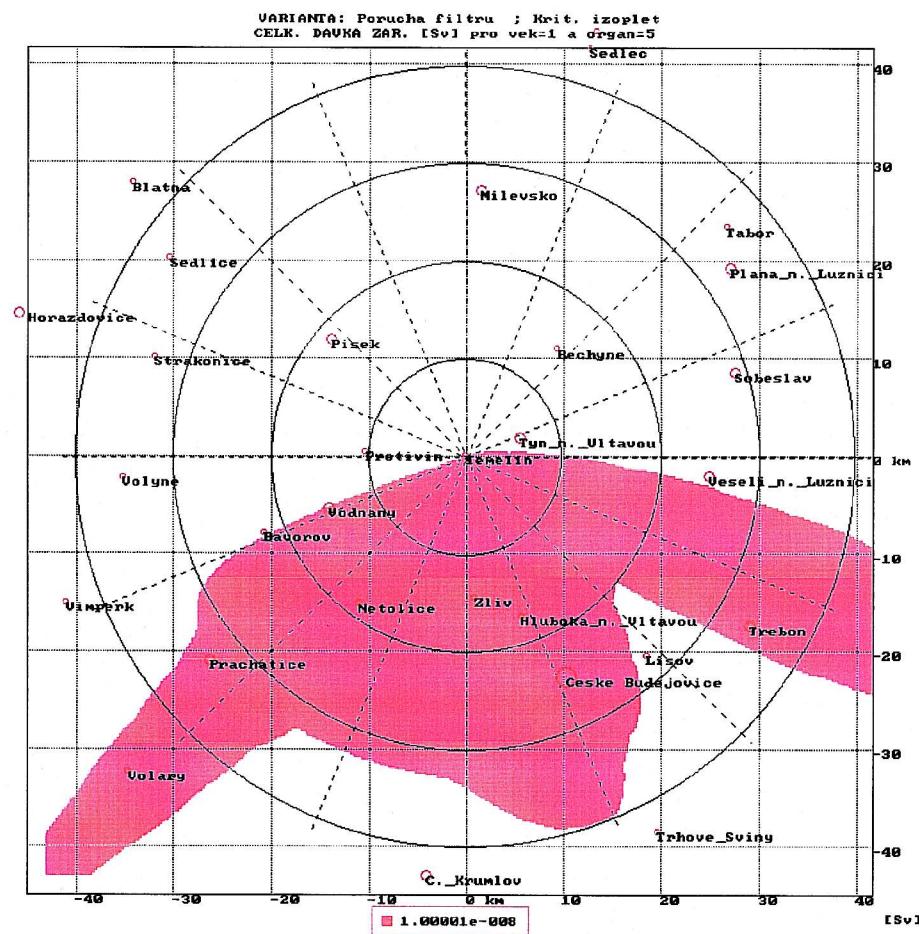
### PANEL OUT5 : volba úrovní zobrazovaných hodnot

```
=====
| plošné zobrazení
| -----
|   ✓ zobraz
|   x konec zobrazení
| změny nastavení :
|   1 počet úrovní (1)
|   2 úrovně
| -----
|   1 lineární dělení
|   2 logaritmické
|   3 zadám
| -----
|   ✓ ok
=====
```

Tak například na obr. 4.2 je znázorněna jediná úroveň ( řekněme kritická izodóza) při počtu bodů 400. Jedná se opět o poruchu filtrace aerosolů trvající 40 hodin. Předpokládají se opět desetihodinové fluktuace větru, tentokrát ve směrech 8,10,11,6 při odpovídajících kategoriích počasí F, F, D, E. Předpokládají se stejné relativní úniky 0.25 v každé ze čtyř fází.

Poznamenejme, že zmíněné grafické možnosti jsou jen malou částí celkové škály. Pokud se v PANEL OUT1 zvolí jednotlivá sekvence, je možné získat zobrazení výsledků v nejrůznějších formách jedno či dvourozměrných grafů, sloupcových grafů nebo výsečových diagramů (významnost jednotlivých cest ozáření). Obdobnou strukturu grafické presentační části má také systém NORMAL a oba systémy fakticky sdílí určité části interaktivního software.

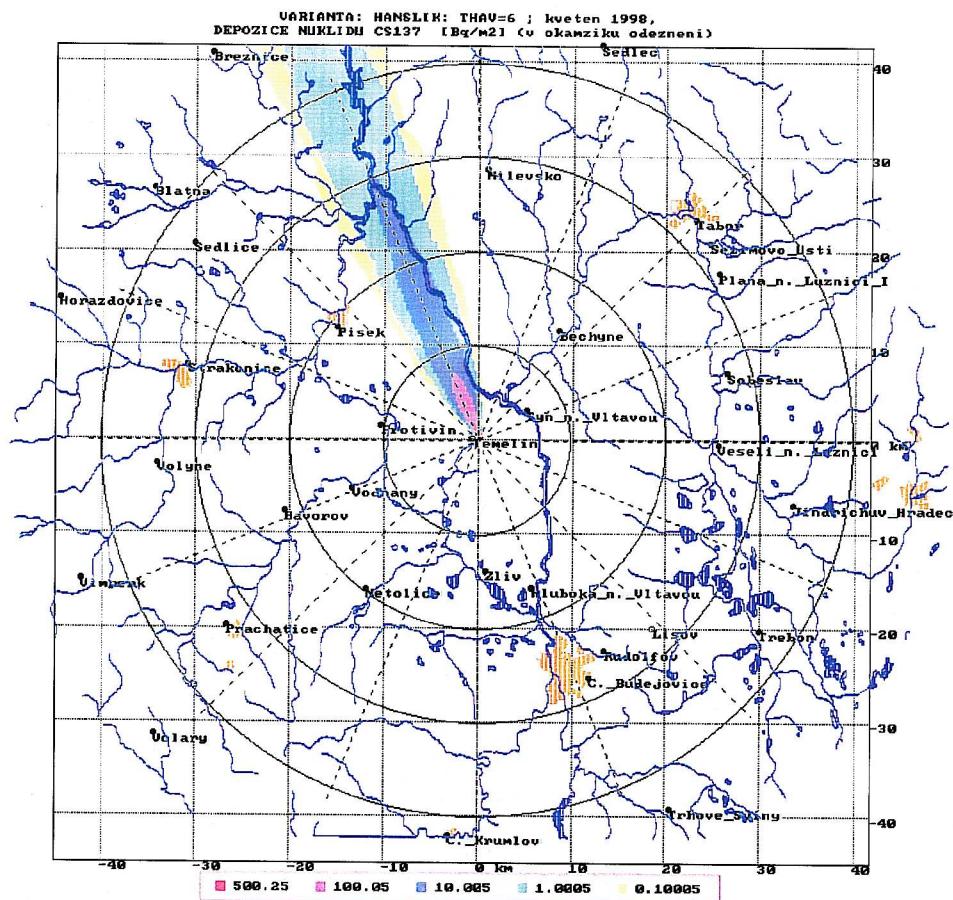
Systém HAVAR byl použit v celé řadě dalších případů při návrhu jaderného zařízení nebo analýzy hypotetických úniků. Výsledky jsou uvedeny v příslušných bezpečnostních zprávách nebo ve studiích pro jiné organizace. Na obrázcích 4.3 až 4.5 jsou pro zajímavost znázorněny výsledky získané v rámci studie pro Výzkumný ústav vodohospodářský TGM. Poněkud nestandardní požadavky si vynutily úpravy základního algoritmu, což ale na druhé straně dokazuje flexibilitu a adaptabilitu udržovaného systému HAVAR. Obrázek 4.6 ukazuje další grafické možnosti znázornění výsledků pomocí výsečových grafů.



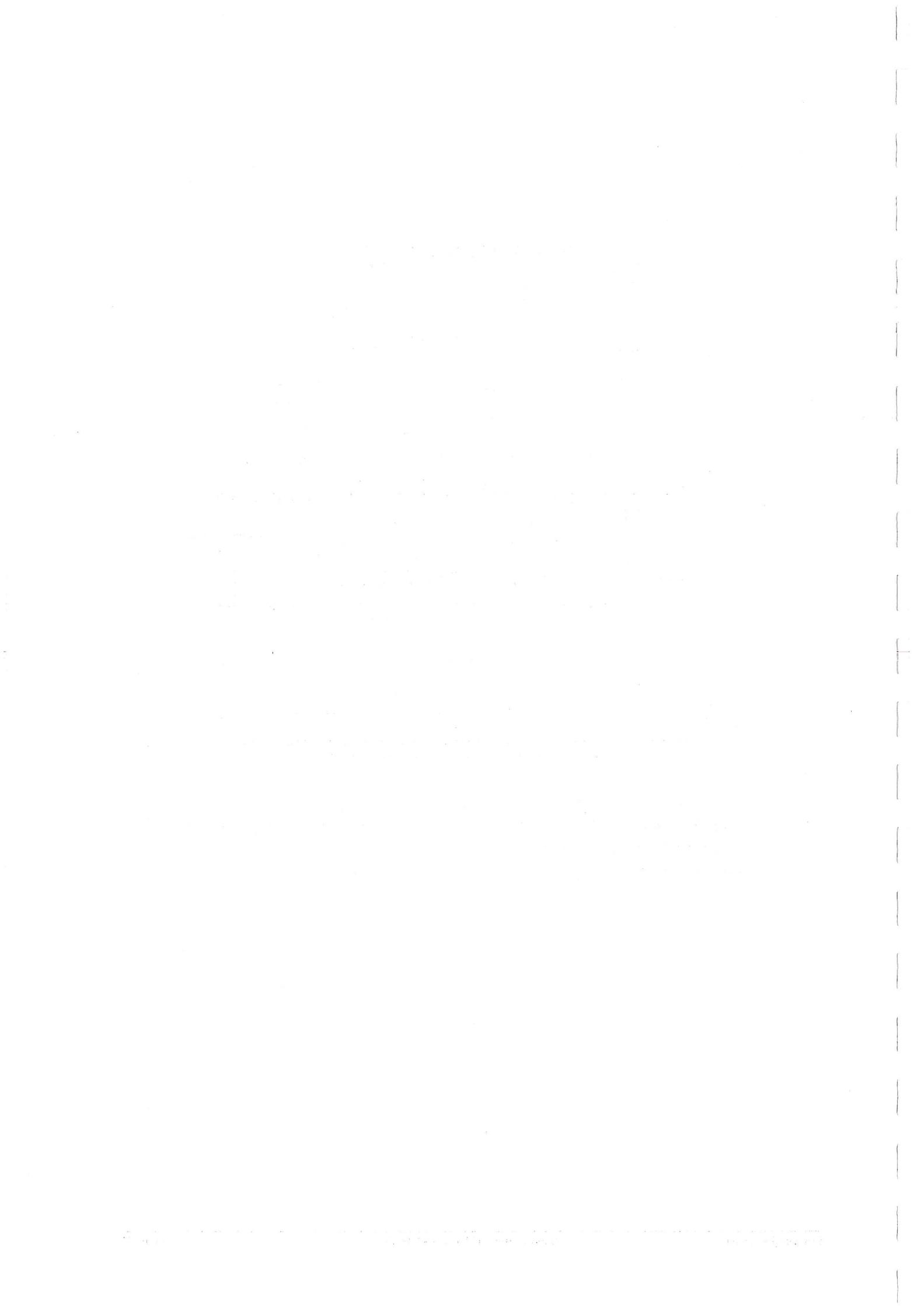
*Obr. 4.2: Příklad zobrazení oblasti ohraničené konkrétní izodózou (uživatel může zvolit např. předpisy definovanou limitní hodnotu izodózy).*

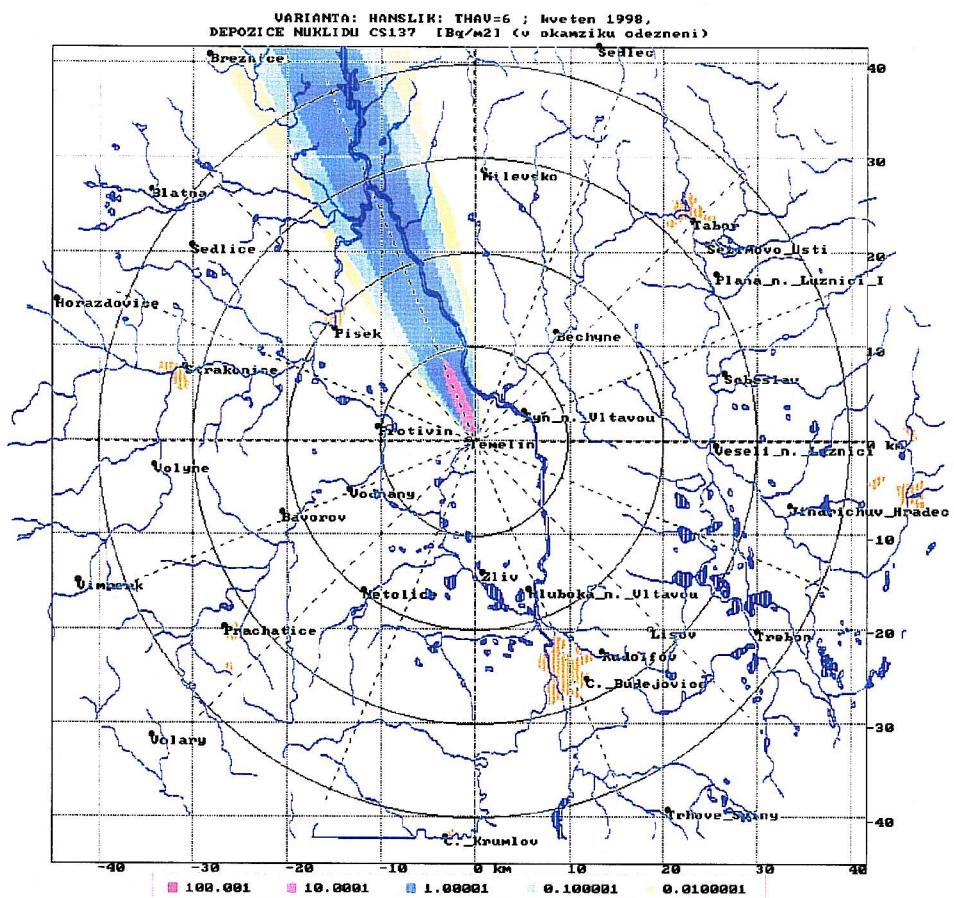
*Konkrétní hodnoty zde představují ekvivalentní dávku na štítnou žlázu pro kojence od všech uvažovaných cest expozice (včetně 70-ti letého úvazku ekvivalentní dávky od vnitřního ozáření způsobeného příjemem radionuklidů do organismu během prvního roku po úniku). Ingesce modelována dynamicky modelem ENCONAN.*





**Obr.4.3:** *Plošné aktivity Cs137 [Bq/m<sup>2</sup>] ve směru 16 (na Orlík) počítané pro případ MPN v JE Temelín  
(výška úniku 50 m ,kategorie počasí F, beze srážek, výpočet podle modelu KfK s upraveným  $\sigma$ )*

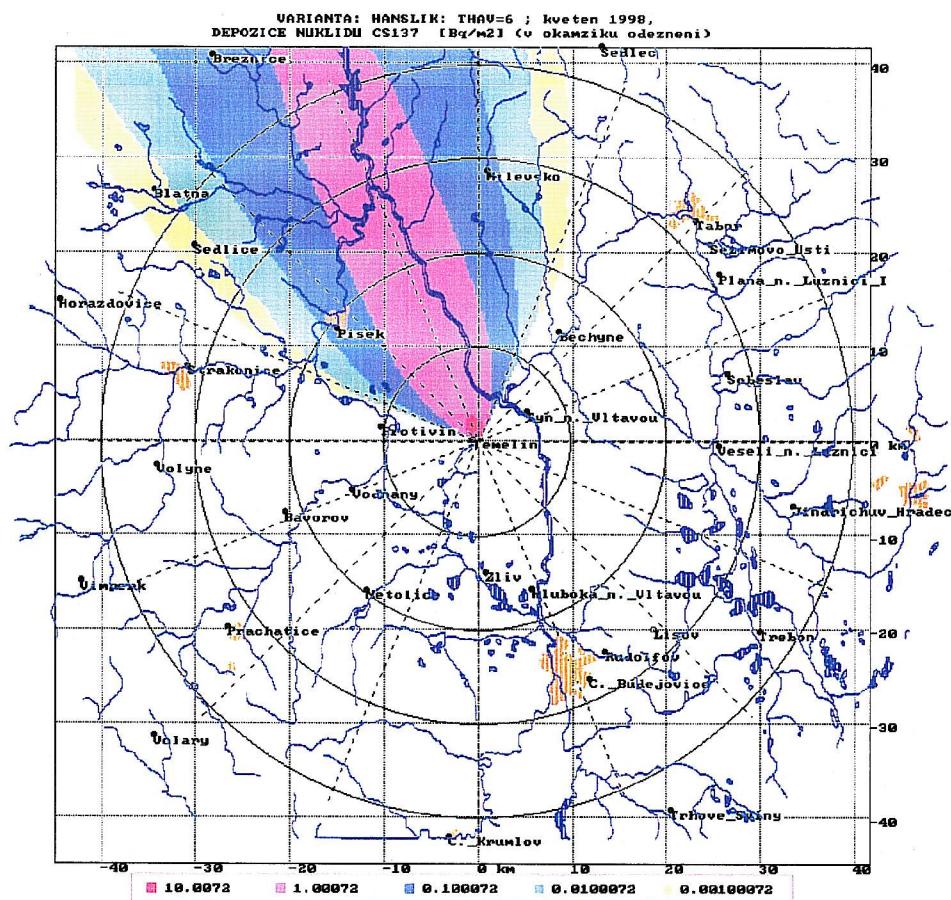




**Obr.4.4: Plošné aktivity Cs137 [Bq/m<sup>2</sup>] ve směru 16 (na Orlík) počítané pro případ MPN v JE Temelín**

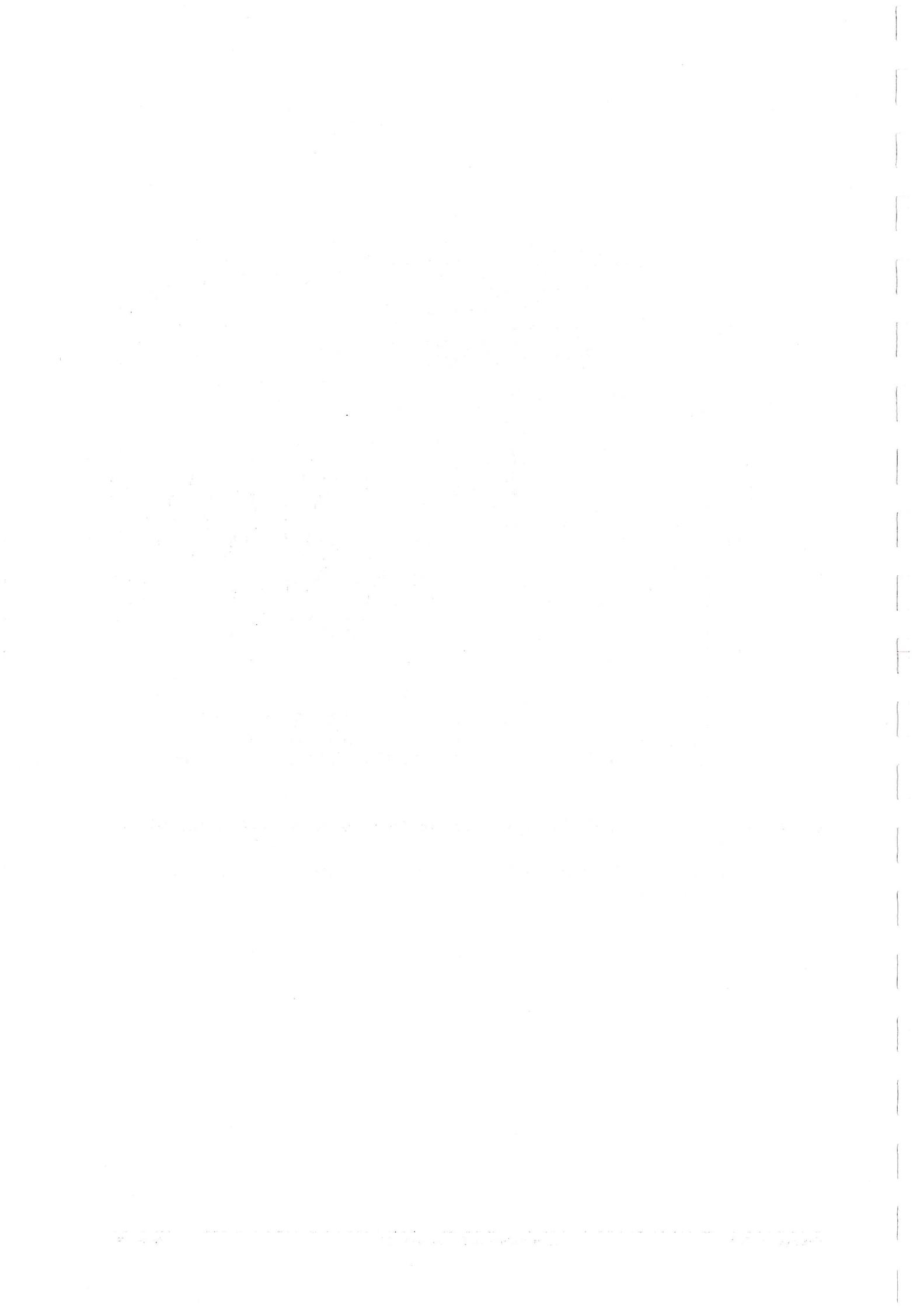
(výška úniku 50 m, kategorie počasí C, beze srážek, výpočet podle modelu KfK s upraveným  $\sigma$ )

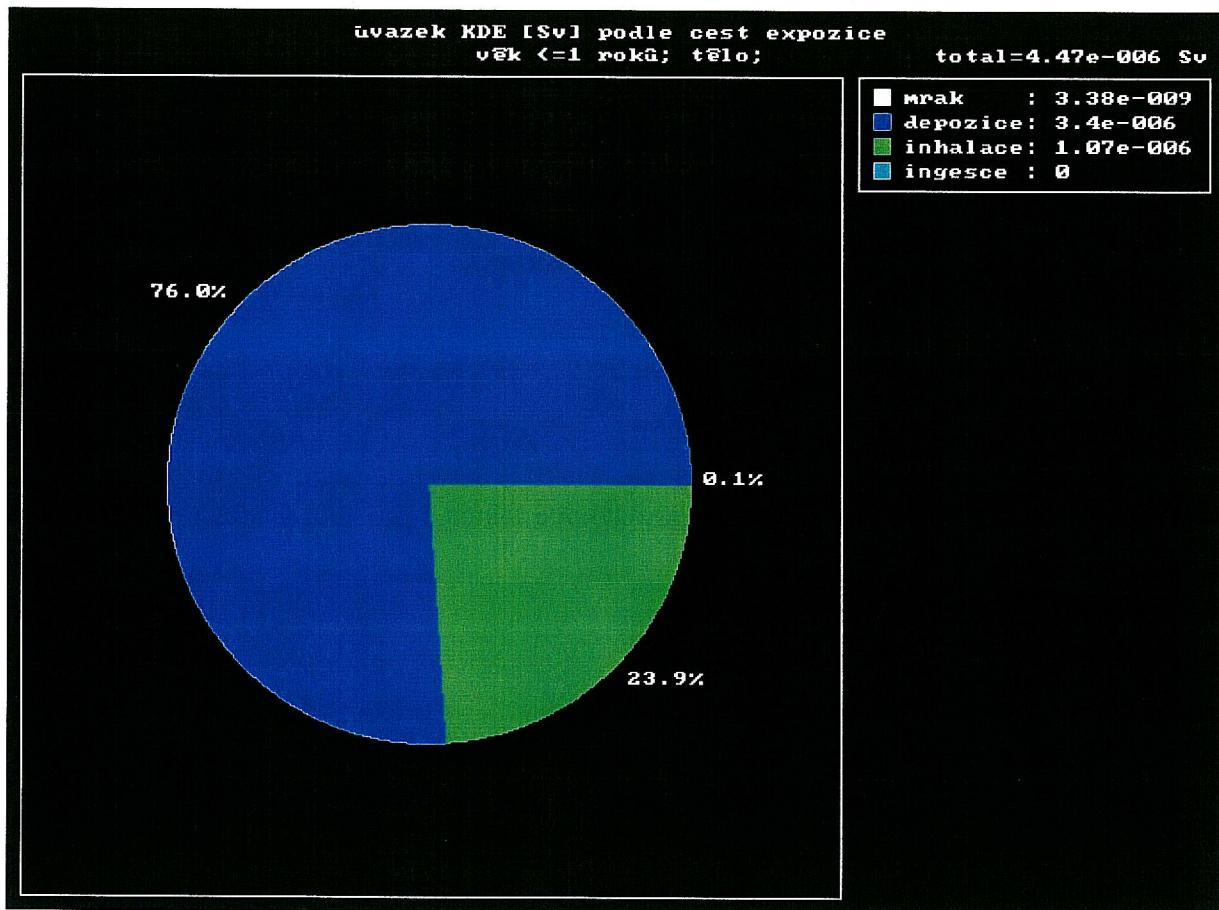




**Obr. 4.5: Plošné aktivity Cs137 [Bq/m<sup>2</sup>] ve směru 16 (na Orlík) počítané pro případ MPN v JE Temelín**

(výška úniku 50 m, kategorie počasí A, beze srážek, výpočet podle modelu KfK s upraveným  $\sigma$ )





*Obr. 4.6: Příklad znázornění relativního příspěvku jednotlivých cest ozáření k celkové dávce ve formě výsečového (koláčového) grafu*

Závěrem se dotkneme další větší nové úpravy v zadávání vstupních hodnot souvisejícím s implementací dynamického modelování transportu radionuklidů v potravinových řetězcích. Volbou „c“ ve vstupním PANEL D se objeví dílčí PANEL I:

PANEL I: Varianty modelování ingesce

a	věkové kategorie
b	integrální výpustě radionuklidů
c	zátež cestou ingesce
<hr/>	
---	Model ingesce:
---	1 model INTERATOMENERGO
---	2 dynamický ENCONAN
<hr/>	

Volba „2“ navíc zahrnuje zpřesněné hodnoty 50/70-ti letých úvazků efektivní dávky na jednotkový příjem aktivity (t. zn. konverzní dávkové faktory) pro cesty inhalace a ingesce podle nové vyhlášky SÚJB č. 184 [4].

## 5 Programy systému HAVAR spolupracující s hlavním modulem

K nejdůležitějším dalším modulům patří:

### 5.1 Modul SEGHAV

Provádí transformaci hodnot na lokální kartézské síti (to znamená hodnot z jedné fáze segmentovaného oblaku , který se šíří v obecném směru KPS, se kterým je ztotožněna osa x) do invariantní polární sítě 35 x 80 (35 radiálních kružnic až do 100 km, 80 úhlových paprsků kolem zdroje).

Vstupy: soubor SELECT.DAT , vytvořený po výběru typu výstupů (koncentrace, depozice, dávky, ...) a grupy nuklidů z nabídky prezentačního výstupního panelu.

Výstup: Pole hodnot C80(35,80) – hodnoty zvolené výstupní veličiny přepočítané na hlavní polární síť.

Pozn.: *Při běžné interaktivní práci uživatel o tomto modulu nic nemusí vědět. Vstupní soubor, vyvolání SEGHAV i předání výstupního pole C80 se děje automaticky. Při více segmentech modul dělá superpozici hodnot z více (všech) fází, vztažených k zadávanému času (na př. u depozice je to čas bezprostředně po odeznění poslední fáze).*

### 5.2 Alternativní atmosférický model ATSTEP

Vychází se z metodiky publikované v [7], která tvoří základ atmosférického modelu ATSTEP použitého v systému RODOS. Algoritmus modulu je naznačen v kapitole 6.2 v [1] a umožňuje v rámci segmentování vlečky přibližně zahrnout časově proměnné meteorologické pole a nestacionární charakter výpustí. Celé modelování, které umožňuje po skocích respektovat křivočarý pohyb konkrétního segmentu nad terénem, je popsáno v kapitole 6.2 základního metodického manuálu systému HAVAR [1].

#### 5.2.1 Jednotlivé kroky procedury ATSTEP

Procedura je rozdělena na několik kroků.

##### 1. krok:

Celý únik se rozdělí na několik segmentů podle předpokládaných povětrnostních změn a charakteru dynamiky výpustí tak, že v rámci jednoho segmentu se všechny tyto hodnoty nemění. Jako příklad uvedeme tabulku 6.1 z metodické 1. části manuálu systému HAVAR [1], kdy čtyřhodinový únik se modeluje čtyřmi segmenty (každý o stejně délce trvání 1 hodina), vypouštěnými postupně ve směrech JJV (kat. počasí F), JJZ (kat. C), SSZ (kat. B a

SV (kat. D). V každém segmentu se předpokládal relativní únik rovný jedné čtvrtině celkového úniku škodlivin.

Následuje výpočet každého segmentu zvlášť podle základního postupu popsaného v předchozím textu v kap. 2 týkající se interaktivního zadávání výpočtu segmentované vlečky. Uživatel musí přitom zvolit typ disperzního modelu pomocí vstupního panelu PANEL M (popsán výše).

Takto je spočten případ nezávislého pohybu jednotlivých segmentů. Znamená to, že pro každý segment je použit Gaussův model přímočáreho šíření a jsou získány výsledky až do vzdálenosti 100 km od zdroje. Segment se tedy šíří ve svém původním směru až do této maximální výpočtové vzdálenosti a při jediné zadané povětrnostní situaci. Další segment se šíří opět jen ve svém směru a při jeho konkrétně definovaných charakteristikách, aniž by byl jakkoliv ovlivněn jinými segmenty či naopak je ovlivňoval v jejich exkluzivním šíření.

Pro lepší představu lze použít výsledky shora zmíněného rozdělení na 4 segmenty znázorněné na obrázku 6.1 v 1. metodické části manuálu HAVAR [1] nebo zde na předchozím obrázku 4.1 v hrubším grafickém provedení. Tento případ, kdy daný segment se pohybuje až do konce s neměnnými charakteristikami, je zřejmě méně reálný než ten, ke kterému směřujeme. To znamená zahrnutí vlivu na předchozí segmenty v okamžiku generování segmentu nového, kdy se tedy jedná o aplikaci skokové změny charakteristik (podle nového segmentu) v celém uvažovaném prostoru naráz.

Nicméně pro další pokračování jsou důležité výsledky tohoto prvního zjednodušeného kroku proto, že ve výsledkovém souboru GRAFHS.OUT jsou obsaženy detailní výsledky jednotlivých přímočárych fází, které jsou předávány do dalších kroků a slouží například k lineární interpolaci disperzních koeficientů na lomené čáře při jejich určování diferenciální metodou.

1. krok je počítán samostatně základním atmosférickým modulem systému HAVAR a jeho výsledek ve formě souboru GRAFHS.OUT vstupuje do dalších kroků, které se již realizují v nově vyvinutém modulu ATSTEP.

#### **2. krok:**

Na základě skutečné doby šíření je modelována 1. fáze příslušného segmentu s následujícím zahrnutím axiální disperze vlečky ve směru šíření – viz kapitola 6.2 par. a) a b) v 1. části metodiky HAVAR [1].

#### **3. krok:**

Generování dalších segmentů vlečka a modelování dalších fází segmentů se provádí podle popisu v kapitole 6.2 par. c) v 1. části metodiky HAVAR [1].

#### **4. krok:**

Provádění transformace výsledků jednotlivých fází všech segmentů a jejich superpozice na zvolenou polární síť 80 x 35, kdy celý prostor je rozdělen na 80 úhlových sektorů a 35 radiálních vzdáleností až do vzdálenosti 100 km od zdroje znečištění. Výstup je obsažen

radiálních vzdáleností až do vzdálenosti 100 km od zdroje znečištění. Výstup je obsažen v poli C80(35,80), které vstupuje do závěrečné prezentační fáze zobrazování výsledků na obrazovce.

Je třeba podotknout, že výpočet rozptylových charakteristik se provádí zvlášť pro všechny 4 možné fyzikálně-chemické formy vypouštěných nuklidů. Vlastní modelování nad terénem se opakuje opět zvlášť pro každý nuklid z vypouštěného spektra.

### 5.2.2 Prezentace výsledků podle modelu ATSTEP

Výsledné pole C80 je automaticky přeneseno do prezentační části a pak lze již zmíněným standardním způsobem vyplňovat volby v základním prezentačním panelu OUT1 .

Jak je patrné z předchozího textu, je napočtena celá řada výsledků pro jednotlivé fáze všech segmentů. Je otázkou, co a jak chceme dále zobrazit. Uživatel určitě bude chtít znázornit konečný stav daný superpozicí všech fází daného segmentu. Nicméně svůj význam má i zobrazování výsledku po určité fázi nebo dokonce vizualizace jen určité skupiny vybraných fází. Uživatel může svoje výběry realizovat editací zobrazovací tabulky *zobraz.m* existující v podadresáři s prezentačním software.

Tento soubor má následující obsah v případě vykreslování šesti obrázků 6.3 až 6.8 uvedených v závěru kapitoly 6 v metodické části manuálu HAVAR [1]:

```
% Vyberova tabulka zobraz.m
%
% Poradi kodovani: o s f
%   o = cislo obrazku
%   s = cislo segmentu
%   f = cislo faze
nobr = 6;    (= celkovy pocet obrazku v sekvenci na displeji)
obr = [ ...
1 1 1
1 1 2
1 1 3
1 1 4
1 1 5
2 2 1
2 2 2
2 2 3
2 2 4
3 3 1
3 3 2
3 3 3
4 4 1
4 4 2
5 5 1
6 1 1
6 1 2
6 1 3
6 1 4
6 1 5
6 2 1
6 2 2
6 2 3
6 2 4
6 3 1
```

```

6 3 2
6 3 3
6 4 1
6 4 2
6 5 1];

```

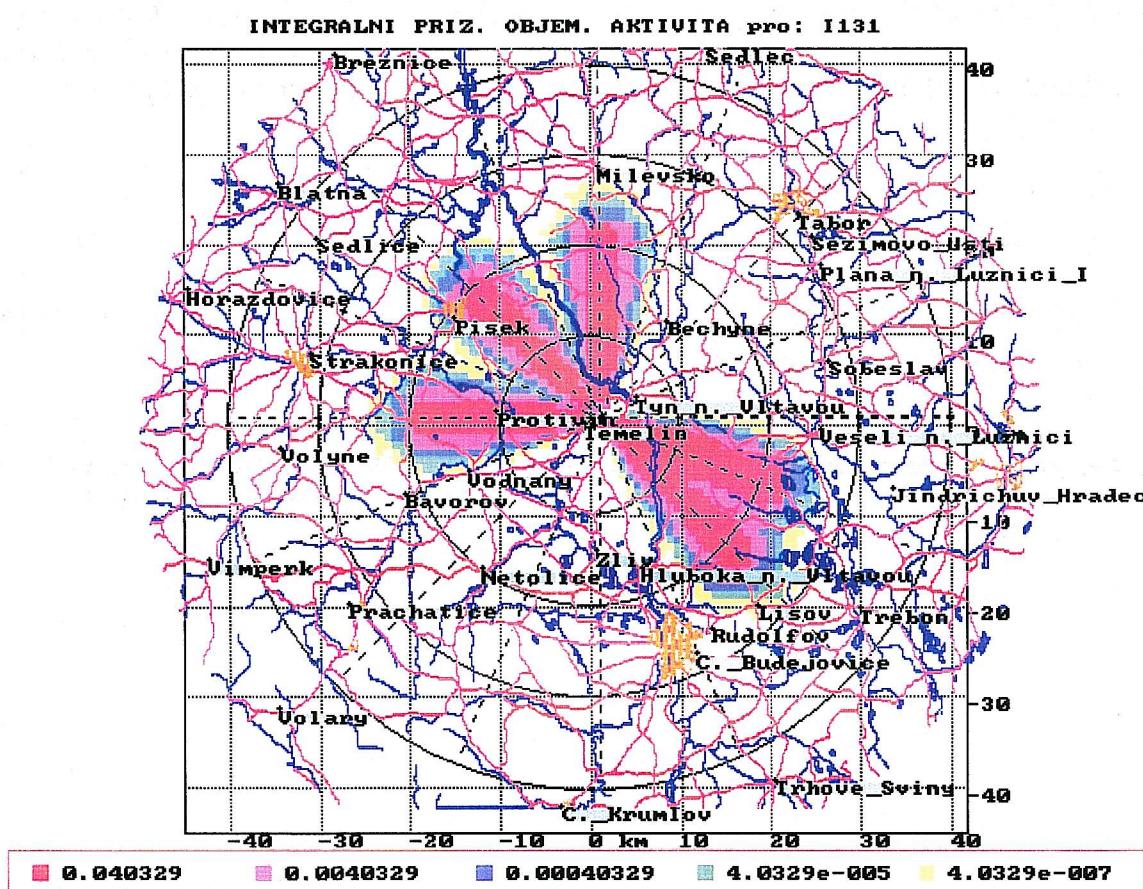
Modifikujme tuto zobrazovací tabulkou tak, abychom dostali jen jediný obrázek zobrazující první fázi všech segmentů :

```

% Poradi kodovani : o s f
nbr = 1;
obr = [ ...
1 1 1
1 2 1
1 3 1
1 4 1
1 5 1
1 5 1];

```

Objeví se obrázek 5.1 znázorňující první fáze jednotlivých úniků ze zdroje tak jak jsou postupně vypouštěny ze zdroje.



**Obr. 5.1 : Dílčí výsledky segmentovaného výpočtu podle ATSTEP.**  
 Znázorněna koncentrace nuklidu I131 v přízemní vrstvě vzduchu [ $Bq \cdot m^{-3}$ ] pro první fáze všech 5ti segment (segmentace úniku podle tabulky 6.2 v 1. části metodického manuálu HAVAR [1])

### **5.3 Programový substitut pro automatické generování a aktualizaci vstupů do systémů HAVAR a NORMAL**

Programové systémy HAVAR i NORMAL používají obdobnou prostorovou polární výpočtovou síť. Znamená to tedy, že některé ze vstupních údajů mají charakter mřížových dat na jednotlivých kruhových výsečích ve smyslu diskrétní prostorové sítě pro numerický výpočet (viz kap. 3.1 z [1]). Jsou to především údaje o nadmořských výškách, drsnosti terénu a počtu obyvatel podle jednotlivých věkových kategorií. Dále pro odhad očekávaných dávek na základě konzervativních potenciálních hodnot je třeba zadat příslušné lokační faktory (stínící koeficienty a faktory setrvání). Je zřejmé, že i tyto faktory by též měly mít mřížový formát podle typu zástavby a charakteru terénu (použito v systému RODOS). Konečně pro přesnější model ingesce „lokální produkce – globální spotřeba“ je třeba vědět skutečné množství potravin vyprodukované v tom kterém místě a tedy i produkční data by měla být zadávána na diskrétní lokální mříži (podrobněji v [6]).

Základním problémem je fakt, že nejsou k dispozici příslušná data ve formátu bezprostředně importovatelném do systému HAVAR. Tato data jsou obsažena v různých primárních databázích vnějších vlastníků dat, obvykle v nekompatibilních souřadnicových systémech, v mnoha případech jsou neúplná a hodnoty je třeba nějakým způsobem rekonstruovat. Situaci v oblasti poskytování dat v České republice podrobně analyzují práce [6, 8]. Poznamenejme, že se neustále rozšiřují možnosti získávat některé údaje z celoevropské či světová databáze na internetu (převýšení a charakter terénu s poměrně vysokou rozlišovací přesností).

Jiné údaje jsou ale čistě lokálního charakteru a navíc časově proměnné. Tak je tomu například s údaji o zemědělské produkci, kdy navíc Český statistický úřad poskytuje pouze roční bilance ve formě středních hodnot pro jednotlivé okresy ČR. Tato poměrně hrubá data bude nutno rekonstruovat na jemnější prostorovou mříž na základě korelací s dalšími charakteristikami daného místa (typ zemského povrchu, případně známé procento orné půdy na uvažované dlaždici mříže). Tímto problémem se podrobněji zabývají práce [6, 8], ve kterých jsou navrženy příslušné postupy.

Programový systém HAVAR má svůj vlastní substitut pro přípravu a aktualizaci prostorově závislých síťových dat. Postupně jsou do něho přidávány další moduly s cílem kompletního řešení automatického generování a aktualizace zmíněných druhů dat. Předpokládá se zde využití znalostí při řešení obdobného úkolu pro systém RODOS. V konečné fázi se předpokládá konzistence dat v obou systémech s aplikací závěrečné transformace mezi mřížovými daty v geografických souřadnicích a relativní (vzhledem ke zdroji výpustí) polární sítě.

Požadavek zjemnění prostorové sítě při přechodu od klasického Gaussova segmentovaného modelu k ATSTEP algoritmu si vyžádal vypracování obecného algoritmu pro generování dat v závislosti na zvolené jemnosti sítě. Dále naznačíme postup použitý pro generování hustoty populace podle jednotlivých věkových kategorií, který je důležitý pro korektní odhadu kolektivních dávek na obyvatelstvo.

Pokud se týká demografických údajů, tak v databance systému HAVAR i NORMAL byly původně jen aktualizované údaje o obyvatelstvu podle věkových skupin pro fixní hrubší polární mříž dvacet radiálních pásem (přibližné empirické odhadu pomocí mapy) pro obě lokality (do 100 km okolí) JE elektráren v ČR. Rekonstrukce těchto dat se provádí pomocí

servisních programů tak, že roční bilance stavu obyvatelstva podle věkových kategorií pro všechn 6242 obcí ČR (pro rok 1996 zakoupeno od ČSÚ) je konfrontována s odpovídajícím Územně – identifikačním registrem ČR. Kolem referenčního bodu každé obce je opsán čtyřúhelník s obsahem dávajícím hustotu obyvatel  $2000/km^2$  pro města a s poloviční hustotou pro menší obce (myšlenka převzata ze systému RODOS). Pak se řeší průnik těchto čtyřúhelníků s elementy polární sítě. V současné době je rozpracována přesnější rekonstrukce založená na průniku polygonů skutečné zastavěné plochy obcí s polární mříží. Takové zautomatizování umožňuje snadnou aktualizaci demografických dat na základě ročních bilancí oficiálně vydávaných ČSÚ. Určitým přetrvávajícím problémem je nalézt korektní vektorovou vrstvu zastavěných ploch ve vhodném systému souřadnic pro kompletní soubor obcí ČR.

Konverzní program pro konstrukci demografických mřížových dat potřebuje pro své spuštění minimálně soubor „datain.txt“, ve kterém jsou uloženy informace o rozložení obcí v ploše, jejich velikosti, počtu obyvatel a věkové struktuře. Podařilo se získat informace o obcích pro celou republiku (jádro tvoří již zmíněná bilanční data zakoupená od ČSÚ) a tyto údaje mají na vstupu do konverzního programu tvar:

**Definice souboru „datain.txt“** - ASCII soubor SDF s následující strukturou:

poč. pozic

CISOBCE	6	// číslo obce
POCOB	7	// počet obyvatel obce
SXOB	7	// x-souřadnice středu obce
SYOB	7	// y-souřadnice středu obce
PLT	11	// „teoretická“ plocha obce podle hustoty obyvatel
PLP	11	// „polygonová hustota obce
CELKEM	8	// celkový počet obyvatel obce
VEK0	8	// počet obyvatel obce ve věkové kategorii <0-1)
VEK1	8	// počet obyvatel obce ve věkové kategorii <1-2)
VEK2	8	// počet obyvatel obce ve věkové kategorii <2-8)
VEK8	8	// počet obyvatel obce ve věkové kategorii <8-13)
VEK13	8	// počet obyvatel obce ve věkové kategorii <13-20)
VEK20	8	// počet obyvatel obce ve věkové kategorii <20-...)

Dále se zadávají souřadnice středu „růžice“, počtu paprsků a poloměry kružnic ve vstupním textovém „ini“ souboru, například:

#### Parametry pro Dukovany

```
3583367.25 // x-souřadnice JE Dukovany v S42
5440196.50 // y-souřadnice JE Dukovany v S42
16 // pocet smeru ruzice (max. 35)
20 // pocet soustrednych kruhu (max. 40)
```

0,1000,2000,3000,4000,5000,6000,7000,8000,10000,12000,14000,160  
00,20000,25000,30000,40000,50000,60000,80000,100000 //  
polomery soustrednych kruhu

V příloze 5 jsou uvedeny výsledky výpočtů pro stokilometrové okolí Temelína pro případ jemného rozdělení na 35 radiálních pásem. Při výpočtu je prováděna kontrola bilance obyvatelstva a výsledné hodnoty jsou přímo ve formátu pole obyvatelstva OBYV(k,a,i) zadávané do HAVAR ve vstupním souboru HAVLOK.DAT (podrobněji kapitola 2.2).

Celkově lze shrnout, že subsystém programu HAVAR pro automatické generování a aktualizaci vstupních dat zahrnuje oblasti:

- generování demografických údajů s dalším rozlišením podle věkových kategorií
- možnost importu detailnějších výškopisných údajů z internetové databáze s následující konverzí do polární sítě (před dokončením)
- získání mřížových dat týkajících se drsnosti zemského povrchu na základě podrobných údajů o typu zemského povrchu existujících na internetu (rozpracováno)
- rekonstrukce podrobných dat o zemědělské produkci na polární mříži s proměnnou velikostí z průměrných hodnot vztažených k okresům ČR vydávaných každoročně ČSÚ (viz odstavec shora a podrobněji pak popis v [6, 8]) (bude řešeno v souvislosti s možností dalšího pokračování na zpřesnění ingesčního modelu systémů HAVAR a NORMAL)
- rozšíření koncepce výpočtu očekávaných dávek záření pomocí prostorově závislých mřížových hodnot lokálních faktorů a koeficientů setrvání (uvažuje se o zahájení prací s využitím již předchozích hotových výsledků o prostorové distribuci zastavěných ploch a typu zemského povrchu).

## Literatura

- [1] Pecha P., Pechová E.: **Havar**: Interaktivní programový systém pro hodnocení radiační zátěže obyvatelstva při havarijních únicích z jaderného zařízení do atmosféry. **ČÁST I : Metodika**. EGP Praha, Arch.č.4104-6-990057, prosinec 1999.
- [2] Pecha P., Pechová E.: **Havar**: Interaktivní programový systém pro hodnocení radiační zátěže obyvatelstva při havarijních únicích z jaderného zařízení do atmosféry. **ČÁST III : Srovnávací analýza a studie sensitivity**. EGP Praha, Arch.č.4104-6-990058, prosinec 1999.
- [3] Programový systém NORMAL: PC verze na ocenění radiační zátěže obyvatelstva v okolí jaderných zařízení při normálním provozu.  
I. část: Metodika výpočtu  
II. část: Uživatelský manuál  
III. část: Srovnávací výpočty a studie sensitivity  
EGP Praha, rev. verze říjen/99
- [4] Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 184/1997 Sb. zák.  
o požadavcích na zajištění radiační ochrany.
- [5] Kliment V.: Modelling of Radiocesium Foodchain Transport after Chernobyl Accident. Jaderná energie 38, 1992, č. 5 (str. 177 – 183)
- [6] Pecha P., Nedoma P., Karny M., Kuca P.: Terrestrial Food Chain and Dose Modul of RODOS: Customization for its Use in the Czech Republic.  
RODOS (WG3) - TN(98) – 14, final version July,1999.
- [7] Jürgen Pasler-Sauer : Description of the Atmospheric Dispersion Model ATSTEP.  
RODOS report WG3 – TN(97) – 01

## **PŘÍLOHA 1**

Ukázka interaktivního zadávání vstupních  
dat z obrazovky pomocí panelů



## Havarijní úniky do atmosféry

ANALÝZA HAVARIJNÍ SITUACE - JE v ČR

- 1 Únik z úrovně ventilačních komínů
- 2 Úniky z provozních budov

✓ návrat do DOS h help

## Vstupní PANEL 1

## Havarijní úniky do atmosféry

ANALÝZA HAVARIJNÍ SITUACE - JE v ČR

- 1 Únik z úrovně ventilačních komínů
- 2 Úniky z provozních budov

- 1 Předchozí varianta
- 2 Vyber variantu z nabídky
- 3 Základní varianta- MPN

✓ zpet h help

## Vstupní PANEL 2

## Havarijní úniky do atmosféry

ANALÝZA HAVARIJNÍ SITUACE - JE v ČR

- 1 Únik z úrovně ventilačních komínů
- 2 Úniky z provozních budov

- 1 DUKOVANY/havar; 3.srpna 1996; model HOSKER; kinetika  
Thav=5, TC=7,5hod., pocasi A, komín
- 2 HAVARIE- KRK=0, kat. F, HOSKER s kor., TB=20hod., Thav=10 hod.  
31.5. 96 / pro EGP - specialni
- 3 JETE-havar., kat. A, kinet., TB=10, THAV=5hod., model KFK

## Havarijní úniky do atmosféry

### ANALÝZA HAVARIJNÍ SITUACE - JE v ČR

- 
- 1 Únik z úrovně ventilačních komínů
- 2 Úniky z provozních budov

- 1 DUKOVANY/havar; 3.srpna 1996; model HOSKER; kinetika  
Thav=5, TC=7,5hod., pocasi A, komín
- 2 HAVARIE- KRK=0, kat. F, HOSKER s kor., TB=20hod., Thav=10 hod.  
31.5. 96 / pro EGP - specialni
- 3 JETE-havar., kat. A, kinet., TB=10, THAV=5hod., model KFK  
14.8.96 -uhel sekce: 45 st.
- 4 JETE-havar., kat. C, kinet., TB=10, THAV=5hod., model KFK  
14.7.96 - grupa nuklidu: restr. COSYMA
- 5 havar, kat. B, kinet., TB=10, THAV=5hod.  
16.6.96 / box, SUHEL=31.5, ulozit1
- 6 havar, kat. A, kinet., TB=10, THAV=5hod.  
9.6.96 - testy editoru variant
- 7 HAVARIE- KRK=0, kat. F, HOSKER s kor., TB=20hod., Thav=10 hod.  
31.5. 96 / pro EGP - specialni

x cancel

### Vstupní PANEL 2-2

JETE-havar., kat. A, kinet., TB=10, THAV=5hod., model KFK

#### JE Temelin - analýza havarijních úniků

- 1 modifikace vstupních dat
- 2 běh úlohy
- 3 změna hlavičky
- 4 uložení varianty
- 5 návrat do DOS h help
- návrat k výběru variant

### Vstupní PANEL 3

14.8.96 -uhel sekce: 45 st.

JETE-havar., kat. A, kinet., TB=10, THAV=5hod., model KFK

JE Temelín - analýza havarijních úniků

1 modifikace vstupních dat

- 1 kinetika vývoje oblaku
- 2 povětrnostní situace
- 3 model rozptylu
- 4 redukce prostorové sítě
- 5 časové konstanty
- 6 parametry zdroje exhalací
- 7 blízkostojící objekty
- 8 kategorie srážek
- 9 inverzní situace
- a věkové kategorie
- b integrální výpustě radionuklidů
- c zátež cestou ingesce

návrat do hlavního menu

Vstupní PANEL 4

14.8.96 -uhel sekce: 45 st.

JETE-havar., kat. A, kinet., TB=10, THAV=5hod., model KFK

JE Temelín - analýza havarijních úniků

1 modifikace vstupních dat

- 1 kinetika vývoje oblaku
- Krátkodobá kinetika:

  - integrální průběhy
  - uvažovat kinetiku
- čí

- 8 kategorie srážek
- 9 inverzní situace
- a věkové kategorie
- b integrální výpustě radionuklidů
- c zátež cestou ingesce

návrat do hlavního menu

Vstupní PANEL 5

14.8.96 -uhel sekce: 45 st.

JETE-havar., kat. A, kinet., TB=10,THAV=5hod., model KFK

JE Temelín - analýza havarijních úniků	
1 modifikace vstupních dat	
1 kinetika vývoje oblaku 2 povětrnostní situace	
Kategorie počasí podle Pasquilla: (závislost na intenzitě atmos. turbulence)	
-----	
1 A - vysoce nestabilní (intenziv. turbul.) 2 B - středně nestabilní 3 C - mírně nestabilní 4 D - neutrální 5 E - mírně stabilní 6 F - středně stabilní	
<input checked="" type="checkbox"/> exit	

Vstupní PANEL 6

14.8.96 -uhel sekce: 45 st.

JETE-havar., kat. A, kinet., TB=10,THAV=5hod., model KFK

JE Temelín - analýza havarijních úniků	
1 modifikace vstupních dat	
1 kinetika vývoje oblaku 2 povětrnostní situace 3 model rozptylu	
<input checked="" type="checkbox"/> HOSKER s korekcí na výšku výpusti 2 HOSKER bez korekce 3 KFK/JULICH 4 BOXový model 5 HOSKER s odrazy na směšovací výšce 6 KFK s odrazy na směšovací výšce	
<input checked="" type="checkbox"/> návrat do výběrového menu      h help	
<input checked="" type="checkbox"/> návrat do hlavního menu	

Vstupní PANEL 7

14.8.96 -uhel sekce: 45 st.

JETE-havar., kat. A, kinet., TB=10, THAV=5 hod., model KFK

JE Temelín - analýza havarijních úniků	
1 modifikace vstupních dat	
1 kinetika vývoje oblaku 2 povětrnostní situace 3 model rozptylu	
4 HOSKER s korekcí na výšku výpusti 2 HOSKER bez korekce 3 KFK/JULICH 4 BOXový model	
fluktuační složka větru h help	45      ýšce e help
✓ návrat do hlavního menu	

Vstupní PANEL 7A

14.8.96 -uhel sekce: 45 st.

JETE-havar., k

J	Praha 88 km	
	S ✓	
	SSZ      SSV	
1	Písek 21 km SZ	SV Týn n. Vlt. 5 km
	Strakonice 33 km ZSZ	VSV Soběslav 26 km
	Z	V Veselí n. Luž. 23 km
	Vodnany 15 km ZJJZ	VJV
	hranice BRD 60 km JZ	JV hranice Rakouska 55 km
	JJZ	JJV C. Budějovice 22 km
	J	
	x síť radiálních vzdáleností do 100 km	
	uvažovaná úhlová výšeč SUHEL: 45 stupňů	
	rozdělení 1/2 úhlové výseče NUHEL: 8	
	✓ návrat do výběrového menu      h help	
C	zátež cestou ingesce	
	✓ návrat do hlavního menu	

Vstupní PANEL 8

14.8.96 -uhel sekce: 45 st.

JETE-havar., kat. A, kinet., TB=10, THAV=5hod., model KFK

JE Temelín - analýza havarijních úniků

1 modifikace vstupních dat

- 1 kinetika vývoje oblaku
- 2 povětrnostní situace
- 3 model rozptylu
- 4 redukce prostorové sítě
- 5 časové konstanty

doba zdržení nuklidů na povrchu	36000 (sec)
doba trvání havarijního úniku	18000 (sec)

✓ návrat do výběrového menu h help

c zátež cestou ingesce

✓ návrat do hlavního menu

Vstupní PANEL 9

14.8.96 -uhel sekce: 45 st.

JETE-havar., kat. A, kinet., TB=10, THAV=5hod., model KFK

JE Temelín - analýza havarijních úniků

1 modifikace vstupních dat

- 1 kinetika vývoje oblaku
- 2 povětrnostní situace
- 3 model rozptylu
- 4 redukce prostorové sítě
- 5 časové konstanty
- 6 parametry zdroje exhalací

nadmořská výška paty zdroje	507 (m)
výška zdroje	46 (m)
ekvivalentní průměr výstupu	0.15 (m)
vertikální rychlosť vzdušník na výstupu	1.5 (m/sec)
tepelná vydatnosť vzdušník na výstupu	0 (kW)

✓ návrat do výběrového menu h help

Vstupní PANEL 10

14.8.96 -uhel sekce: 45 st.

JETE-havar., kat. A, kinet., TB=10, THAV=5hod., model KFK

JE Temelín - analýza havarijních úniků

1 modifikace vstupních dat

- 1 kinetika vývoje oblaku
- 2 povětrnostní situace
- 3 model rozptylu
- 4 redukce prostorové sítě
- 5 časové konstanty

smer S : provozní budovy - výška 44,5 m S  
 uvažovat  neuvažovat

- a věkové kategorie
- b integrální výpustě radionuklidů
- c zátěž cestou ingesce

návrat do hlavního menu

Vstupní PANEL 11

14.8.96 -uhel sekce: 45 st.

Zadej srážky v jednotlivých radiálních pásmech

=====

vzdálenosti v km:

1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16	20	25	30	40	50	60	80	100	
srážky [mm/hod]:					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ovladání editoru:

ARRAY EDIT FINISH Esc EDIT Enter|data MOVE arrs,Home,End,(Ctrl+)PgDn,PgUp

Vstupní PANEL 12

JETE-havar., kat. A, kinet., TB=10, THAV=5hod., model KFK

JE Temelín - analýza havarijních úniků

1 modifikace vstupních dat

- 1 kinetika vývoje oblaku
- 2 povětrnostní situace
- 3 model rozptylu
- 4 redukce prostorové sítě
- 5 časové konstanty
- 6 parametry zdroje exhalací
- 7 blízkostojící objekty
- 8 kategorie srážek
- 9 inverzní situace

Atmosférická stratifikace : lidů

- ✓ homogenní (bez inverze)
- 1 výskyt inverze

Vstupní PANEL 13

14.8.96 -uhel sekce: 45 st.

JETE-havar., kat. A, kinet., TB=10, THAV=5hod., model KFK

JE Temelín - analýza havarijních úniků

1 modifikace vstupních dat

- 1 kinetika vývoje oblaku
- 2 povětrnostní situace
- 3 model rozptylu
- 4 redukce prostorové sítě
- 5 časové konstanty
- 6 parametry zdroje exhalací
- 7 blízkostojící objekty
- 8 kategorie srážek
- 9 inverzní situace
- a věkové kategorie

1 do 1 roku | ostatní  
- 2✓ do 1 | 1-7 | 8-12 | 13-18 | dospělí

✓ návrat do výběrového menu h help

Vstupní PANEL 14

14.8.96 -uhel sekce: 45 st.

JETE-havar., kat. A, kinet., TB=10, THAV=5hod., model KFK

JE Temelín - analýza havarijních úniků

1 modifikace vstupních dat

- 1 kinetika vývoje oblaku
- 2 povětrnostní situace
- 3 model rozptylu
- 4 redukce prostorové sítě
- 5 časové konstanty
- 6 parametry zdroje exhalaci
- 7 blízkostojící objekty
- 8 kategorie srážek
- 9 inverzní situace
- a věkové kategorie
- b integrální výpustě radionuklidů

- 1 výběr radionuklidů a integrál. aktivit
- 2 zobrazení současného výběru

/ návrat do výběrového menu h help

14.8.96 -uhel sekce: 45 st.

Vstupní PANEL 15

JETE-havar., kat. A, kinet., TB=10, THAV=5hod., model KFK

JE Temelín - analýza havarijních úniků

1 modifikace vstupních dat

- 1 kinetika vývoje oblaku
- 2 povětrnostní situace
- 3 model rozptylu
- 4 redukce prostorové sítě
- 5 časové konstanty

parametry zdroje exhalaci  
blízkostojící objekty  
kategorie srážek  
inverzní situace  
věkové kategorie  
integrální výpustě radionuklidů

CR51	318
MN54	1740
FE59	78
CO58	6600
CO60	13800
NB95	78
AG110M	2100
SB124	7200
I131	77700
XE133	888000
CS134	13800
CS137	33600

- 1 výběr radionuklidů a integrál. aktivit
- 2 zobrazení současného výběru

/ návrat do výběrového menu h help

ce: 45 st.

Vstupní PANEL 15A

Přítomnost a integrál. aktivity radionuklidů  
přítomnost      integ. aktiv.

	row 1	col 1
H3		0
C14		0
F18		0
NA22		0
NA24		0
AR41		0
K47		0
CR51	1	318
MN54	1	1740
MN56	0	0
FE55	0	0
FE59	1	78
CO58	1	6600
CO60	1	13800
NI63	0	0
CU64	0	0
ZN65	0	0
KR85M	0	0
KR85	0	0
KR87	0	0
KR88	0	0

Přítomnost a integrál. aktivity radionuklidů  
přítomnost      integ. aktiv.

	row 21	col 1
KR88		0
KR89		0
KR90		0
RB88		0
RB89		0
SR89		0
SR90		0
SR91		0
SR92		0
Y90		0
Y91M		0
Y91		0
ZR95		0
ZR97		0
NB95	1	78
NB97	0	0
MO99	0	0
TC99M	0	0
TC99	0	0
RU103	0	0
RU105	0	0

Přítomnost a integrál. aktivity radionuklidů  
přítomnost integ. aktiv.

row 41 col 1

RU105	0	0
RU106	0	0
RH105	0	0
RH106	0	0
AG110M	1	2100
SB124	1	7200
SB125	0	0
TE125M	0	0
TE127M	0	0
TE127	0	0
TE129M	0	0
TE129	0	0
TE131M	0	0
TE131	0	0
TE132	0	0
I1290	0	0
I129	0	0
I1310	0	0
I131	1	77700
I1320	0	0
I132	0	0

Přítomnost a integrál. aktivity radionuklidů  
přítomnost integ. aktiv.

row 61 col 1

I132	0	0
I1330	0	0
I133	0	0
I1340	0	0
I134	0	0
I1350	0	0
I135	0	0
XE131M	0	0
XE133M	0	0
XE133	1	888000
XE135M	0	0
XE135	0	0
XE137	0	0
XE138	0	0
CS134	1	13800
CS136	0	0
CS137	1	33600
CS138	0	0
BA140	0	0
LA140	0	0
CE141	0	0

Vstupní PANEL 15B  
pokračování

Přítomnost a integrál. aktivity radionuklidů  
přítomnost integ. aktiv.

	row 81	col 1
CE141	0	0
CE143	0	0
CE144	0	0
PR143	0	0
PR144	0	0
ND147	0	0
PM147	0	0
SM153	0	0
EU154	0	0
W187	0	0
NP239	0	0
U235	0	0
U238	0	0
PU238	0	0
PU239	0	0
I129A	0	0
I131A	0	0
I132A	0	0
I133A	0	0
I134A	0	0
I135A	0	0

Vstupní PANEL 15B

- dokončení

JETE-havar., kat. A, kinet., TB=10, THAV=5hod., model KFK

JE Temelín - analýza havarijních úniků

1 modifikace vstupních dat

- 1 kinetika vývoje oblaku
- 2 povětrnostní situace
- 3 model rozptylu
- 4 redukce prostorové sítě
- 5 časové konstanty
- 6 parametry zdroje exhalací
- 7 blízkostojící objekty
- 8 kategorie srážek
- 9 inverzní situace
- a věkové kategorie
- b integrální výpustě radionuklidů
- c zátež cestou ingesce

Zahrnutí cesty ingesce:

- ne
- 1 ano

14.8.96 -uhel

Vstupní PANEL 16

JETE-havar., kat. A, kinet., TB=10,THAV=5hod., model KFK

JE Temelín - analýza havarijních úniků	
1 modifikace vstupních dat	
1 kinetika vývoje oblaku 2 povětrnostní situace 3 model rozptylu 4 redukce prostorové sítě 5 časové konstanty 6 parametry zdroje exhalaci 7 blízkostojící objekty 8 kategorie srážek 9 inverzní situace a věkové kategorie b integrální výpustě radionuklidů c zátež cestou ingesce	
Model ingesce: <input checked="" type="checkbox"/> model INTERATOMENERGO 1 doporučení IAEA (1994)	

14.8.96 -uhel

Vstupní PANEL 16A

Název se bude tisknout na výstupních sestavách.

Zadejte:

JETE-havar., kat. A, kinet., TB=10,THAV=5hod., model KFK  
14.8.96 -uhel sekce: 45 st.

Ovládání editoru

oprava textu	Enter
nový text	začněte psát
ukončení textu	Enter
konec okna	Esc

ARRAY EDIT FINISH Esc EDIT Enter;data MOVE arrs,Home,End,(Ctrl+)PgDn,Pg

Vstupní PANEL 17



## **PŘÍLOHA 2**

Ukázka vstupních panelů pro interaktivní grafickou prezentaci výsledků



**JE Temelín - havarie  
grafické výstupy**

- 1 přízemní objemová aktivita**
- 2 depozice na povrchu**
- 3 indiv. dávkové ekviv.**
- 4 kolektivní dávkové ekvivalenty**
- 5 relativní přispěvky jednotlivých nuklidů ke KDE**

**konec práce**

**Výstupní PANEL V1**

**přízemní objemová aktivita**

**pro nuklid(y):**

<b>CR51</b>	<b>MN54</b>	<b>FE59</b>	<b>CO58</b>	<b>CO60</b>	<b>NB95</b>	<b>AG110</b>
<b>SB124</b>	<b>CS134</b>	<b>CS137</b>				

**zobraz     konec**

**Výstupní PANEL V1A**

přízemní objemová aktivita

pro nuklid(y):

CR51	✓	MN54	FE59	C058	C060	NB95	AG110
SB124		CS134	CS137	✓			

✓ zobraz      x konec

Výstupní PANEL V1A\*

✓ zobraz izoplety

zobraz koncentrace:

1 maximální (pod osou mraku)  
2 střední

3 okrajová

změny nastavení:

4 způsob (postupně)  
5 osy (lin x - log y )  
6 tisk (ne)

x návrat k výběru

Výstupní PANEL V1AB

Výstupní PANEL V1AB4

✓ zobraz izoplety

zobraz koncentrace:

1 maximální (pod osou mraku)

2 střední

3 okrajová

zm

4	1	postupně
5	2	do jednoho grafu
6	3	vedle sebe

**zobrazení izoplet**

zobraz  
 konec zobrazení izoplet  
změny nastavení :  
1 počet izoplet (4)  
2 úrovně izoplet  
3 výsek (0.667,86.667)  
4 tisk (ne)

**Výstupní PANEL V1I**

**zobrazení izoplet**

zobraz  
 konec zobrazení izoplet  
změny nastavení :  
1 počet izoplet (4)  
2 úrovně izoplet

- 1 lineární dělení  
2 logaritmické  
3 zadám )

ok

**Výstupní PANEL V1I2**

### zobrazení izoplet

zobraz

x konec zobrazení izoplet

### **změny nastavení :**

1 počet izoplet (4)

2 úrovně izoplet

3 výsek (0.667, 86.667)

1 od (0.667)

2 do (86.667)

4 ok

### Výstupní PANEL V1I3

zo	1	0.667	
	2	1.333	
z	3	2.333	
x	4	3.333	izoplet
zm	5	4.333	
1	6	5.333	)
2	7	6.333	
3	8	7.333	667)
	9	8.667	
	a	10.667	
	b	12.667	
	c	14.667	
	d	17.333	
	e	21.667	
	f	26.667	
	g	33.333	
	h	43.333	
	i	53.333	
	j	66.667	
	k	86.667	
<hr/>			
/	exit		

### Výstupní PANEL V1I3+

zobraz izoplety

zobraz koncentrace:

- 1 maximální (pod osou mraku)
- 2 střední
- 3 okrajová

změny nastavení:

4

- |   |   |               |     |
|---|---|---------------|-----|
| 5 | 1 | lin x - log y | y ) |
| 6 | 2 | log x - log y |     |
| X | 3 | lin x - lin y |     |
| X | 4 | log x - lin y |     |

exit

### Výstupní PANEL V1AB5

### Výstupní PANEL V2A

depozice na povrchu

pro nuklid(y):

CR51	MN54	FE59	C058	<input checked="" type="checkbox"/>	C060	<input checked="" type="checkbox"/>	NB95	AG110
SB124	CS134	CS137						

zobraz    x    konec

### Výstupní PANEL V2AB

zobraz izoplety

zobraz koncentrace:

- 1 maximální (pod osou mraku)
- 2 střední
- 3 okrajová

změny nastavení:

- 4 způsob (postupně)
- 5 osy ( lin x - log y )
- 6 tisk (ne)

individuální dávkové ekvivalenty

věkové kategorie

1	2	3	4	5
do 1	1-8	8-12	12-18	>18 roků

orgány

a	b	c	d	e	f	g
tělo	gonády	kosti	plice	žlázy	střevo	kůže

zobraz     konec

Výstupní PANEL V3A

individuální dávkové ekvivalenty

věkové kategorie

1	2	3	4	5
do 1	1-8	8-12	12-18	>18 roků

orgány

a	b	c	d	e	f	g
tělo	gonády	kosti	plice	žlázy	střevo	kůže

zobraz     konec

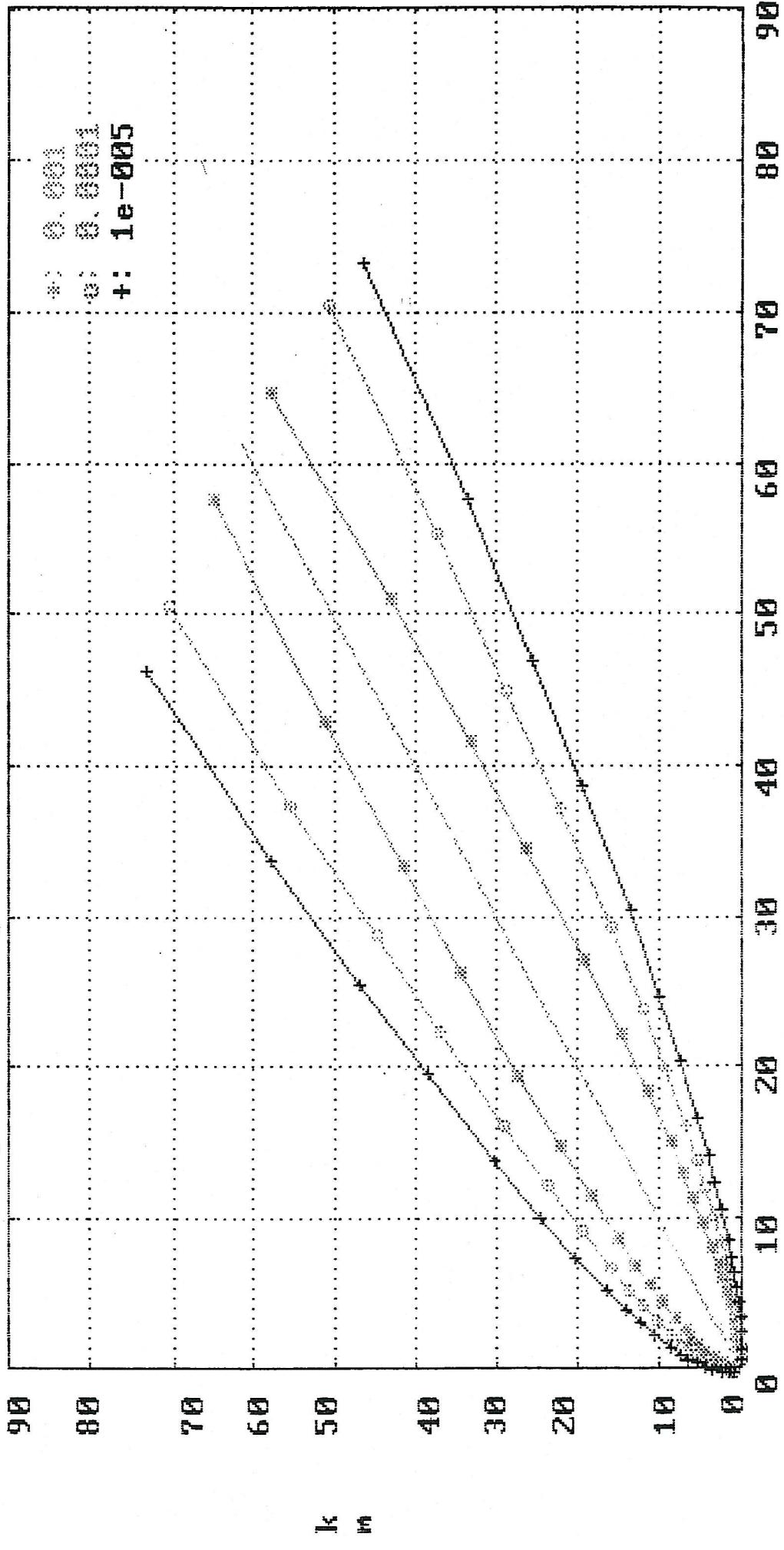
Výstupní PANEL V3A\*

## **PŘÍLOHA 3**

Další ukázky grafických možností při interaktivním prohlížení výsledků na obrazovce

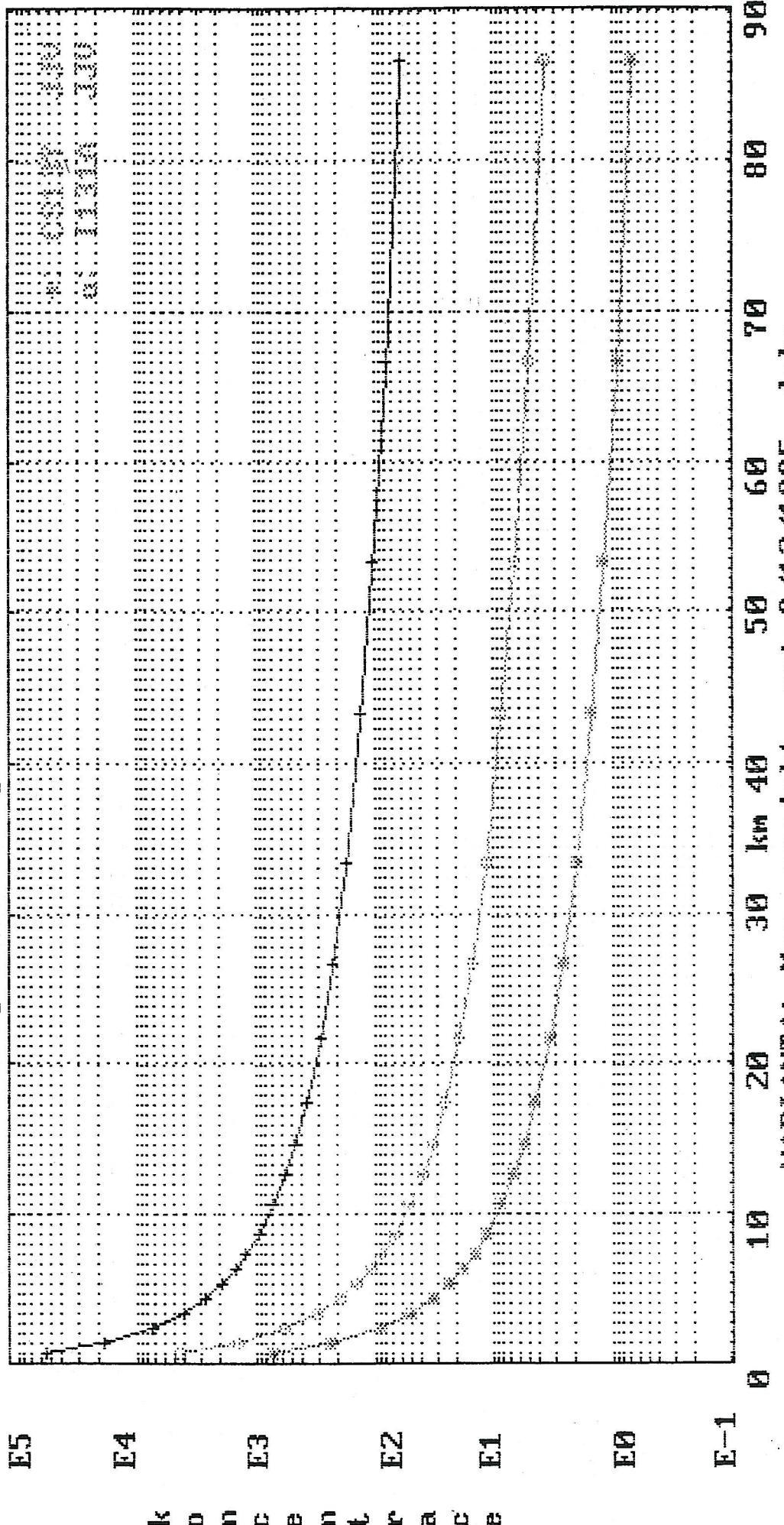


## přízemní objemová aktivity KR85M směr JU 267 \*



Varianty: Max. projektl. ne; 9/12/1995, doba

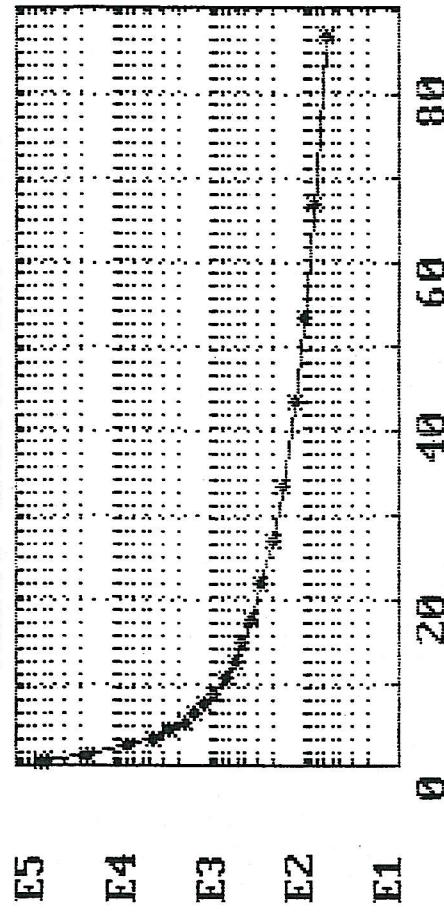
### maximální přízemní objemová aktivita směrem JJu



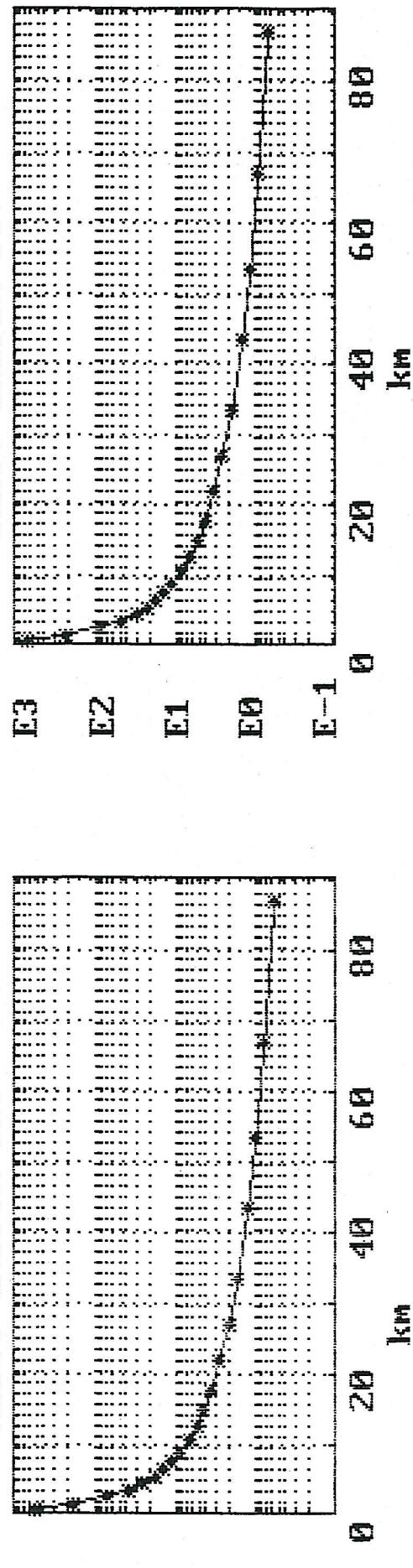
VERIÁNĚ: Max. projekt. ne; 9/12/1995, doba

GRAF 2

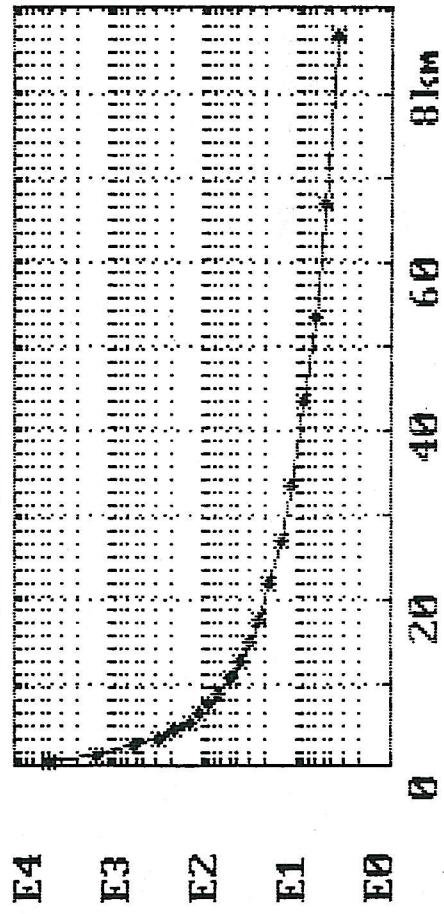
### XE133 směrem JJJ



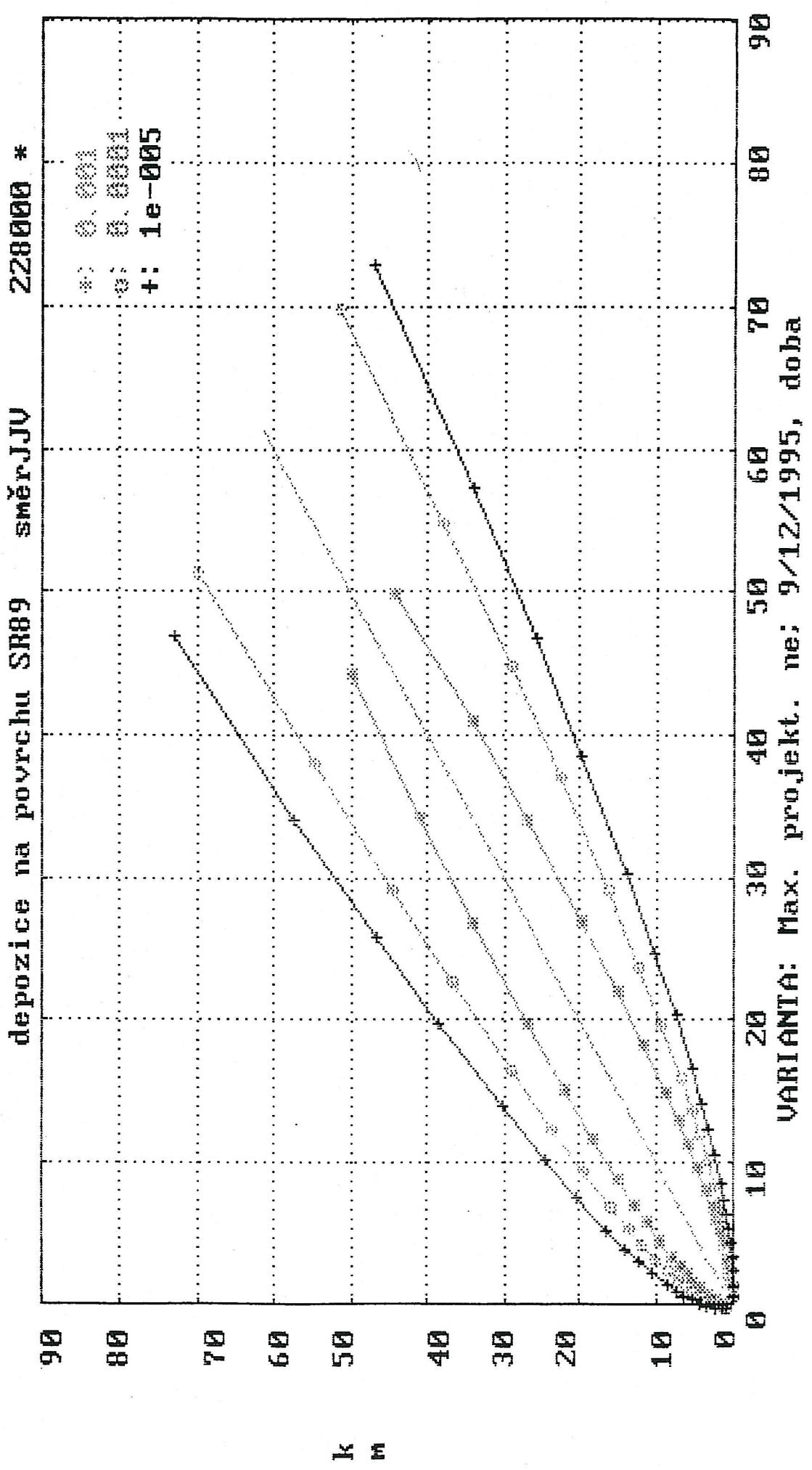
### CS137 směrem JJJ



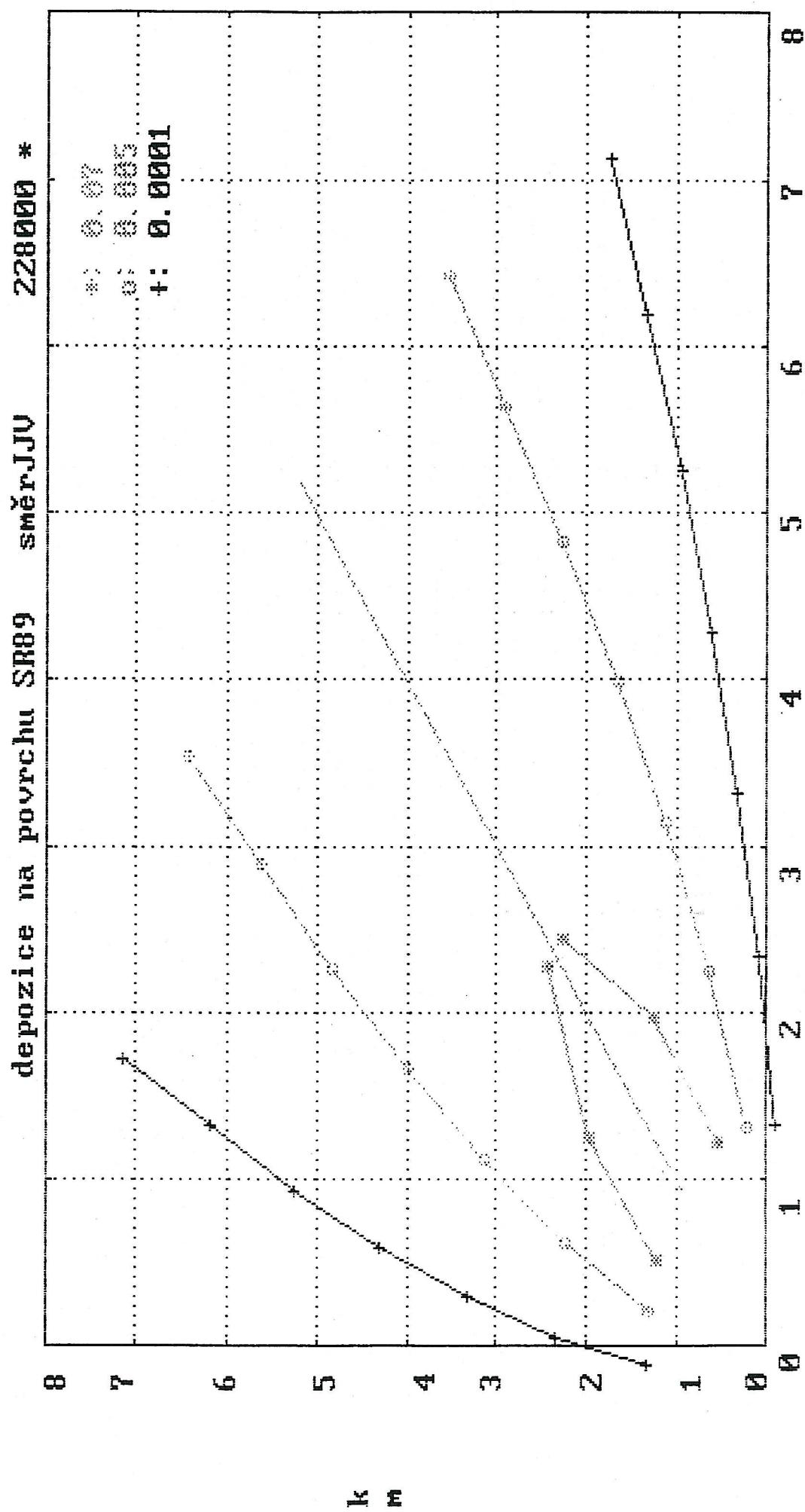
maximální přízemní objemová aktivita  
I1310 směrem JJJ



Veličina: Max. projek. na: 9/12/1995, doba



VARIANTA: Max. projekč. ne; 9/12/1995, doba



Maximální kolektivní dávkové ekvivalenty (pod osou mraku)

věk	tělo	gonády	kosti	plíce	žlázy	střevo	kůže
<=1	9.27E-09	9.53E-09	1.05E-08	9.23E-09	2.36E-09	8.60E-09	1.19E-08
1-8	6.30E-08	6.48E-08	7.16E-08	6.28E-08	1.61E-08	5.85E-08	8.11E-08
8-12	3.58E-08	3.68E-08	4.07E-08	3.56E-08	9.12E-09	3.32E-08	4.60E-08
12-18	5.36E-08	5.51E-08	6.09E-08	5.33E-08	1.37E-08	4.97E-08	6.89E-08
>18	6.28E-07	6.46E-07	7.14E-07	6.26E-07	1.60E-07	5.83E-07	8.08E-07

Střední KDE ve výseči 360/16 stupňů

věk	tělo	gonády	kosti	plíce	žlázy	střevo	kůže
<=1	7.29E-09	7.49E-09	8.28E-09	7.26E-09	1.86E-09	6.76E-09	9.37E-09
1-8	4.97E-08	5.11E-08	5.64E-08	4.95E-08	1.27E-08	4.61E-08	6.39E-08
8-12	2.84E-08	2.92E-08	3.22E-08	2.82E-08	7.23E-09	2.63E-08	3.65E-08
12-18	4.26E-08	4.38E-08	4.84E-08	4.24E-08	1.09E-08	3.95E-08	5.48E-08
>18	4.98E-07	5.12E-07	5.66E-07	4.96E-07	1.27E-07	4.62E-07	6.41E-07

✓ ok x vytiskni

Graf 6

## **PŘÍLOHA 4:**

Opis vstupních dat pro případ validační úlohy č. 2:

HAVIN.DAT  
HAVLOK.DAT  
HAVDB.DAT  
SUROING.DAT

Příloha 4 je archivována elektronicky v **C:\havdoc\UZI2000\Priloha4.doc**

## **PŘÍLOHA 5**

Příklad automatického generování demografických  
mřížových dat pro 35 radiálních pásem lokality 100 km  
kolem JE Temelín

Příloha 5 je archivována elektronicky v **C:\havdoc\UZI2000\Priloha5.doc**

