

**Program výzkumu a vývoje Státního úřadu pro jadernou bezpečnost  
Výzkum jaderné bezpečnosti a radiální ochrany pro potřeby dozorného orgánu**

**Projekt č. 6/2003**

**VÝVOJ PROGRAMOVÉHO VYBAVENÍ  
PRO HODNOCENÍ RADIOLOGICKÝCH DŮSLEDKŮ  
VÁŽNÝCH HAVÁRIÍ**

**Úkol E01 j**

**Rozšíření vstupní grupy ingesčního modelu  
programu HAVAR**

**ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA**

Vypracovala: Ing. Hana Hušťáková

**Prosinec 2004**

## Obsah

<b>1. ANOTACE</b> .....	<b>5</b>
<b>2. PŮVODNÍ VSTUPNÍ GRUPA PRODUKTŮ INGESČNÍHO MODELU PROGRAMU HAVAR</b> .....	<b>6</b>
2.1. Produkty rostlinného původu .....	6
2.2. Hospodářská zvířata .....	7
2.3. Produkty živočišného původu .....	7
<b>3. ROZŠÍŘENÍ GRUPY PRODUKTŮ</b> .....	<b>8</b>
3.1. Produkty rostlinného původu .....	8
3.2. Hospodářská zvířata .....	9
3.3. Produkty živočišného původu .....	9
3.4. Extra konzumace.....	10
<b>4. ROZŠÍŘENÁ VSTUPNÍ GRUPA PRODUKTŮ</b> .....	<b>11</b>
4.1. Produkty rostlinného původu .....	11
4.2. Hospodářská zvířata .....	12
4.3. Produkty živočišného původu .....	12
4.4. Extra konzumace.....	13
<b>5. ZÁVĚR – POUŽITÍ V PROGRAMU HAVAR</b> .....	<b>13</b>
<b>6. LITERATURA</b> .....	<b>14</b>



## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Seznam rostlinných produktů a krmiv dříve uvažovaných programem HAVAR ..	6
Tabulka 2: Seznam hospodářských zvířat dříve uvažovaných programem HAVAR.....	7
Tabulka 3: Seznam živočišných produktů a krmiv dříve uvažovaných programem HAVAR .	7
Tabulka 4: Seznam rostlinných produktů a krmiv zařazených do rozšířené vstupní grupy ingesčního modelu programu HAVAR .....	11
Tabulka 5: Seznam hospodářských zvířat zařazených do rozšířené vstupní grupy ingesčního modelu programu HAVAR .....	12
Tabulka 6 : Seznam živočišných produktů a krmiv zařazených do rozšířené vstupní grupy ingesčního modelu programu HAVAR.....	12
Tabulka 7: Seznam produktů významně přispívajících k dávce z ingesce zařazených do rozšířené vstupní grupy ingesčního modelu programu HAVAR .....	13

# 1. Anotace

Prvotním rozhodnutím, které bylo nutno učinit na počátku procesu úprav ingesčního modelu programu HAVAR, bylo rozhodnutí o rozšíření skupiny uvažovaných zemědělských plodin, hospodářských zvířat a potravin rostlinného i živočišného původu (**vstupní grupa ingesčního modelu**). Toto rozhodnutí bylo učiněno na základě dostupnosti matematických modelů (pro transport radionuklidů prostřednictvím jednotlivých zemědělských produktů a hospodářských zvířat a z nich vyrobených potravin do organismu člověka), fenologických dat, údajů o spotřebě potravin a také na základě doporučení SÚRO (jejich znalosti reálných údajů o kontaminaci potravin).

Tato zpráva shrnuje dosud uvažované zemědělské produkty, hospodářská zvířata, krmiva a potraviny rostlinného i živočišného původu. Dále je uveden seznam produktů, hospodářských zvířat a potravin z nich vyrobených, které byly posuzovány v průběhu diskuse o rozšíření ingesčního modelu a také zdůvodnění rozhodnutí o jejich zahrnutí nebo nezahrnutí do vstupní grupy ingesčního modelu.

V závěru je uvedena vstupní grupa ingesčního modelu programu HAVAR po rozšíření. Všechny potraviny, které tvoří rozšířenou vstupní grupu byly zahrnuty do nového **spotřebního koše** pro program HAVAR. Pro všechny nové položky byla vyhledána fenologická data a příslušné matematické modely. Pro ostatní (původní) položky proběhla aktualizace údajů.

## 2. Původní vstupní grupa produktů ingesčního modelu programu HAVAR

V této kapitole je uveden přehled již dříve uvažovaných zemědělských produktů a krmiv, hospodářských zvířat a potravin rostlinného i živočišného původu, které tvoří původní vstupní grupu produktů programu HAVAR. Pro ně již existovaly matematické modely, fenologická data i údaje o spotřebě či scénáře výkrmu hospodářských zvířat. Tyto údaje bylo nutno aktualizovat případně přizpůsobit novým poznatkům v oboru.

### 2.1. Produkty rostlinného původu

V Tabulka 1 je u každého původně uvažovaného rostlinného produktu uvedeno, jestli jde o potravinu či krmivo pro hospodářská zvířata respektive o obojí.

Rostlinné produkty	Potravina	Krmivo
zelenina listová jarní	vše	ne
zelenina listová podzimní	vše	ne
zelenina kořenová	vše	ne
zelenina plodová	vše	ne
ovoce	vše	ne
pšenice ozimá	část	část
ječmen jarní	část	část
brambory	část	část
kukuřice na siláž	ne	vše
chrást z cukrové řepy	ne	vše
pícniny - 1. seč	ne	vše
pícniny - 2. seč	ne	vše
pícniny - 3. seč	ne	vše
seno	ne	vše
senáž	ne	vše
sláma	ne	vše
otruby	ne	vše
pivovarské zbytky	ne	vše

*Tabulka 1: Seznam rostlinných produktů a krmiv dříve uvažovaných programem HAVAR*

## 2.2. Hospodářská zvířata

V Tabulka 2 je seznam hospodářských zvířat, jejichž matematické modely byly součástí původního ingesčního modelu programu HAVAR.

Hospodářská zvířata
dojnice
jalovice (telata)
býci
prasata
kuřata (drůbež)

Tabulka 2: Seznam hospodářských zvířat dříve uvažovaných programem HAVAR

## 2.3. Produkty živočišného původu

V Tabulka 3 je u každého původně uvažovaného živočišného produktu uvedeno, jestli jde o potravinu či krmivo pro hospodářská zvířata respektive o obojí.

Živočišné produkty	Potravina	Krmivo
mléko kravské	vše	ne
máslo	vše	ne
smetana	vše	ne
sýry (rennit)	vše	ne
sýry (acid)	vše	ne
kondenzované mléko	vše	ne
sušené mléko	vše	ne
hovězí (z dojnic)	vše	ne
hovězí (z býka)	vše	ne
hovězí (z jalovice) + telecí	vše	ne
vepřové	vše	ne
kuřecí (drůbeží)	vše	ne
vejce	vše	ne
syrovátka	ne	vše
mléčné náhražky	část	část

Tabulka 3: Seznam živočišných produktů a krmiv dříve uvažovaných programem HAVAR

## 3. Rozšíření grupy produktů

V této kapitole je uvedeno, které zemědělské plodiny a z nich vyrobené potraviny a která hospodářská zvířata a jejich produkty a z nich vyrobené potraviny byly vytipovány pro případné rozšíření ingesčního modelu programu HAVAR.

U všech je zdůvodněno rozhodnutí o jejich zahrnutí nebo nezahrnutí do rozšířené **vstupní grupy ingesčního modelu**.

Toto rozhodnutí bylo učiněno na základě dostupnosti matematických modelů (pro transport radionuklidů prostřednictvím jednotlivých zemědělských produktů a hospodářských zvířat a z nich vyrobených potravin do organismu člověka), fenologických dat, údajů o spotřebě potravin a také na základě doporučení SÚRO (jejich znalosti reálných údajů o kontaminaci potravin).

### 3.1. Produkty rostlinného původu

Mezi zemědělské plodiny, u kterých bylo rozhodnuto o zařazení do rozšířené vstupní grupy ingesčního modelu programu HAVAR, patří:

- **pšenice jarní,**
- **ječmen ozimý,**
- **brambory rané,**
- **žito.**

Pro ně existují matematické modely a lze najít i příslušná fenologická data a údaje o jejich spotřebě.

Mezi krmiva pro skot musí být zařazena také **volná pastva** jako další varianta výkrmu.

Dále bylo posuzováno zahrnutí následujících rostlinných produktů do rozšířené vstupní grupy ingesčního modelu:

- kukuřice na zrno,
- řepka,
- slunečnice,
- cukrová řepa (na výrobu cukru),
- pivo.

**Kukuřice na zrno** se podle údajů Českého statistického úřadu (ČSÚ) v České republice vyprodukuje 616 234 tun za rok (2002), ale spotřebuje jako potraviny pro lidi pouze 10 203 tun za rok, což jsou necelá 2%. Její spotřeba 1 kg/os./rok je podstatně nižší než u pšenice (120 kg/os./rok) nebo u žita (16,9 kg/os./rok). Proto bylo rozhodnuto kukuřici na zrno do vstupní grupy nezahrnout.

(RODOS ji uvažuje, tzn. že matematický model je vyvinut, a v budoucnu je možné ji případně do ingesčního modelu doplnit např. pokud dojde ke zvýšení spotřeby.)

U **řepky** a **slunečnice** je hlavním problémem neexistence matematického modelu popisujícího listový a kořenový příjem radionuklidů a jejich translokaci do zrn a následně při zpracování frakci radionuklidů přecházející do finálních produktů – např. stolního oleje, pokrmových tuků, majonéz atd. Navíc se část oleje používá při přípravě potravin tepelným způsobem (smažení, pečení atd.) místo přímé konzumace (pokrmové tuky, salátové zálivky,



majonézy atd.), a při tom jen část oleje přechází přímo do konzumované potraviny. Toto vše by bylo nutno uvážit a změřit.

ČSÚ uvádí navíc pouze celkovou spotřebu „jedlých rostlinných tuků a olejů“ a to pro rok 2002 16 kg/os./rok.

Proto jsme řepku a slunečnici do vstupní grupy ingesčního modelu nezařadili.

**Cukrovou řepu** použitou k výrobě **cukru** jsme také nezařadili do této vstupní grupy po konzultaci se SÚRO. Ti nám potvrdili, že v dosud nebyla pozorována u cukru žádná významná kontaminace ani v souvislosti s havárií v Černobylu.

**Pivo** nebylo zahrnuto do vstupní grupy ingesčního modelu, protože ječmen na slad pro výrobu piva se ve sledovaném okolí JE nepěstuje (pouze v Polabí a na Hané viz údaje České zemědělské univerzity v Praze).

## 3.2. Hospodářská zvířata

Skupina uvažovaných hospodářských zvířat v ingesčním modelu programu HAVAR byla rozšířena o:

- **králíky,**
- **ovce.**

**Ryby** nebudou uvažovány pro ingesční model na doporučení SÚRO (nízká kontaminace v proudící vodě).

Dále bylo rozhodnuto neuvažovat **kozy**. Počet koz (33 900) oproti počtu ovcí (86 047) je asi 40% v roce 2000 v České republice a počty obou se stále snižují [1]. Spotřeba ovčího a koziho masa, mléka a sýrů je ČSÚ publikována pouze jako celek, tj. 0,4 kg/os./rok masa. Také produkce ovčího a koziho mléka a sýra je uvedena pouze souhrnně, tj. 600 000 l/rok mléka a 60 tun/rok sýrů (odhad pro rok 2000) [1]. Naproti tomu rovnovážné transfer faktory krmivo-mléko a krmivo-ostatní živočišné produkty pro ovce a kozy jsou podobné (TF krmivo-mléko je 0.111 Bq/l pro ovce a 0.099 Bq/l pro kozy a TF krmivo-ostatní živočišné produkty je u obou druhů zvířat 0.45 Bq/kg pro Cs-137) [2].

## 3.3. Produkty živočišného původu

Skupina produktů živočišného původu, které jsou součástí vstupní grupy ingesčního modelu, byla rozšířena o:

- **skopové a jehněčí maso,**
- **králíčí maso.**

**Ovčí mléko a sýry** byly zařazeny do tzv. extra konzumace viz následující kapitola.

### 3.4. Extra konzumace

Na základě doporučení 2000/473/EURATOM z 8.června 2000 o produktech přírodních a semi-přírodních ekosystémů (z důvodu dlouhodobé retence radionuklidů v organické vrstvě lesní půdy a lesní vegetace) byla do vstupní grupy ingesčního modelu programu HAVAR zařazena také skupina produktů pocházející z těchto ekosystémů (lesy a pastviny):

- **houby**,
- **lesní plody**,
- **zvěřina** (divoká prasata, srnci a jeleni).

Tyto lesní produkty jsou modelovány také většinou současných světových modelů pro predikci následků havárií s únikem aktivity do životního prostředí (viz příloha J5 přiložená k průběžné zprávě z června 2004). Jejich kontaminace významně přispívá k dávce z ingesce (může být i dominantní) a jejich konzumace není v populaci stejnoměrně rozložena.

K nim byly dále přiřazeny **ovčí mléko a ovčí sýr**, které také nejsou konzumovány celou populací, ale pouze její částí a jejich kontaminace je významná (20-tinásobně vyšší transfer faktor krmivo-mléko pro ovčí a kozí mléko než pro kravské mléko).

Tak vznikla skupina tzv. **extra konzumace**, kam byly soustředěny produkty významným způsobem přispívající k dávce z ingesce. Takto může být lépe sledován vliv těchto produktů na celkovou dávku z ingesce.

## 4. Rozšířená vstupní grupa produktů

V této kapitole jsou v tabulkách uvedeny přehledy zemědělských produktů a krmiv, hospodářských zvířat a potravin rostlinného i živočišného původu, které tvoří **rozšířenou vstupní grupu produktů ingesčního modelu programu HAVAR**.

Pro ně byly nalezeny nebo přizpůsobeny matematické modely, fenologická data i údaje o spotřebě či scénáře výkrmu hospodářských zvířat.

### 4.1. Produkty rostlinného původu

Rostlinné produkty	Potravina	Krmivo
zelenina listová jarní	vše	ne
zelenina listová podzimní	vše	ne
zelenina kořenová	vše	ne
zelenina plodová	vše	ne
ovoce	vše	ne
pšenice ozimá	část	část
<b>pšenice jarní</b>	část	část
<b>ječmen ozimý</b>	ne	část
ječmen jarní	část	část
<b>žito</b>	část	část
brambory	část	část
<b>brambory rané</b>	část	část
kukuřice na siláž	ne	vše
chrást z cukrové řepy	ne	vše
pícniny - 1. seč	ne	vše
pícniny - 2. seč	ne	vše
pícniny - 3. seč	ne	vše
<b>tráva (extenzivní) = pastva</b>	ne	vše
seno	ne	vše
senáž	ne	vše
sláma	ne	vše
otruby	ne	vše
pivovarské zbytky	ne	vše

*Tabulka 4: Seznam rostlinných produktů a krmiv zařazených do rozšířené vstupní grupy ingesčního modelu programu HAVAR*

## 4.2. Hospodářská zvířata

Hospodářská zvířata
dojnice
jalovice (telata)
býci
prasata
kuřata (drůbež)
ovce
králíci

Tabulka 5: Seznam hospodářských zvířat zařazených do rozšířené vstupní grupy ingesčního modelu programu HAVAR

## 4.3. Produkty živočišného původu

Živočišné produkty	Potravina	Krmivo
mléko kravské	vše	ne
máslo	vše	ne
smetana	vše	ne
sýry (rennit)	vše	ne
sýry (acid)	vše	ne
kondenzované mléko	vše	ne
sušené mléko	vše	ne
hovězí (z dojnic)	vše	ne
hovězí (z býka)	vše	ne
hovězí (z jalovice) + telecí	vše	ne
vepřové	vše	ne
kuřecí (drůbeží)	vše	ne
vejce	vše	ne
syrovátka	ne	vše
mléčné náhražky	část	část
skopové a jehněčí	vše	ne
králíčí	vše	ne

Tabulka 6 : Seznam živočišných produktů a krmiv zařazených do rozšířené vstupní grupy ingesčního modelu programu HAVAR

## 4.4. Extra konzumace

Extra konzumace
houby
lesní plody
zvěřina
ovčí mléko
ovčí sýry

*Tabulka 7: Seznam produktů významně přispívajících k dávce z ingesce zařazených do rozšířené vstupní grupy ingesčního modelu programu HAVAR*

## 5. Závěr – použití v programu HAVAR

V této zprávě je přehledně uveden seznam produktů, hospodářských zvířat, krmiv a potravin (rostlinného i živočišného původu), které tvořily původní vstupní grupu ingesčního modelu programu HAVAR.

Dále je diskutováno rozšíření této skupiny produktů, zvířat a potravin a zdůvodněno jejich zařazení nebo nezařazení do rozšířené vstupní grupy ingesčního modelu.

V kapitole 4 je uvedena v tabulkách rozšířená grupa ingesčního modelu programu HAVAR.

Všechny její položky (označené jako potraviny) byly zahrnuty do nového spotřebního koše vyvíjeného pro HAVAR.

Pro všechny nové rostlinné produkty byla vyhledána fenologická data. Dále pro ně a pro nově uvažovaná hospodářská zvířata byly nalezeny příslušné matematické modely transportu radionuklidů. Pro původní položky vstupní grupy ingesčního modelu proběhla aktualizace údajů.

Navíc byla shromážděna dostupná data také pro další zemědělské produkty, hospodářská zvířata a potraviny pro možné použití v budoucnosti.

## 6. Literatura

- [1] Analýza dat pro výpočet dávky z ingesce pro českou populaci, SÚRO
- [2] N. Green, R.F.M. Woodman: Recommended Transfer Factors from Feed to Animal products, NRPB-W40, April 2003