Studentská konference Fakulty mechatroniky, informatiky a mezioborových studií
7. červen 2012, Liberec, Česká republika

Vytvoření softwaru pro stanovení radiační dávky jako nadstavba softwaru Flow123D

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií

Bc. Jan Macháček
Ing. Josef Chudoba, Ph.D.
FM, ústav NTI

ABSTRAKT

Content of this thesis is creating algorithm for calculating radiation dose to humans and creating of software that implements the algorithm and verify the functionality on the numerical model. In the calculation we use the results of simulations from the software Flow123D. We describe developed algorithm to obtain the radiation dose from the concentrations of numerical model. Also there is section which is related to software that we created. This software implements the created algorithm and then we show examples of radiation doses to humans on the functional numerical model.

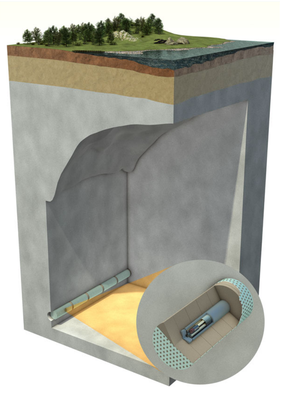
CÍL

Cílem práce bylo vytvoření algoritmu na výpočet radiační dávky, kterou obdrží člověk žijící v okolí trvalého hlubinného úložiště jaderného odpadu. K výpočtům využíváme výsledků simulací softwaru Flow123D, který simuluje transport látek horninou.
Následně také vytvoření softwaru implementujícího tento algoritmus a ověření jeho funkčnosti na funkčním numerickém modelu.

VSTUP DO PROBLEMATIKY

V dnešní době se kvůli bezpečnosti začíná řešit problematika trvalých hlubinných úložišť jaderného odpadu. Pro nás je nutné zjistit, jaké to způsobí následky a jaká opatření budou muset z naší strany nastat pro minimalizaci rizik s úložišti spojených.

Proto:
- Provádíme simulace transportu látek horninou (Flow123D).
- Z výsledků simulací zjišťujeme možnou interakci člověka s radioaktivitou.
- Počítáme velikost radiační dávky, kterou je možné obdržet na místech výskytu radiace.



Obrázek 1 - hlubinné úložiště

METODIKA

Stručný popis algoritmu pro výpočet radiační dávky:

- Načítání výstupních dat softwaru Flow123D a uživatelsky definovaných lokalit (obytné plochy, vodní plochy, pastviny a zemědělsky obdělávané plochy).
- Zpracování načtených dat a získání povrchových elementů na definovaných lokalitách.
  Povrchové elementy získáváme pomocí okrajových podmínek proudění modelu. Využíváme toho, že horní plocha modelu má nastevenou okrajovou podmínku Dirichletova typu.
- Výpočet a hodnocení obdržené radiační dávky člověkem v dané lokalitě (případně přenos aktivity na chované ryby v místní vodě, dobytek chovaný na místních pastvinách nebo na pěstovanou zeleninu).
  Pro výpočet efektivní dávky můžeme zadat větší počet radionuklidů ze simulací Flow123D. Efektivní dávku E z ingesce (požití) vody kontaminované radionuklidy, kterou obdrží referenční osoba, určíme ze vztahu (1):

$$E = \sum_r (p \cdot U \cdot C_r \cdot h_{ing,r}) \quad (1)$$

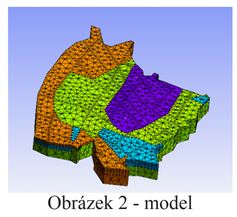
E je efektivní dávka [Sv], *p* je podíl příjmu vody nebo potravin z lokálního zdroje na ročním příjmu, *U* je roční příjem vody [l] nebo potraviny [kg] referenční osobou, C_r je objemová aktivita radionuklidu *r* ve vodě [Bq · l^{-1}] nebo hmotnostní aktivita radionuklidu *r* v jednotlivém druhu potraviny [Bq · kg^{-1}] a $h_{ing,r}$ je konverzní faktor pro přepočet příjmu radionuklidu požitím na efektivní dávku pro referenční osobu [Sv · q^{-1}].

Při tvorbě softwaru bylo použito moderních programovacích metod dostupných v jazyce WPF:
- Programování grafické části pomocí XAML.
- Binding dat s použitím convertorů hodnot pro oddělení grafické a programové části.
- Paralelní dotazy LINQ pro zpracování dat.
- Zobrazování 3D dat bez nutnosti použití DirectX aj.

VÝSLEDKY

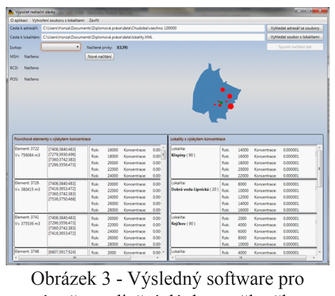
Jako funkční numerický model pro výpočet dat byl použit model testovací oblasti Melechovského masivu (viz obrázek 2).

Výsledkem práce byl software (viz obrázek 3) implementující algoritmus na výpočet radiační dávky na člověka z výsledků simulací transportu látek softwaru Flow123D.



Obrázek 2 - model Melechovského masivu

Software nám po zpracování dat zobrazí lokality s nenulovou koncentrací nebezpečné látky a vypočítá jednotlivé radiační dávky.



Obrázek 3 - Výsledný software pro výpočet radiační dávky na člověka.

Například lokalita Rejčkov pro izotop jódu I-129 (koncentrace látky je 9 nSv · m^{-3}):
- radiační dávka při požití 1 m^3 = 6,47 nSv
- radiační dávka při inhalaci 1 m^3 = 2,12 nSv
- radiační dávka při externím vystavení se blíží nule.

DISKUSE, ZÁVĚRY

Závěry:
- Hodnoty radiační dávky pro námi spočítané radionuklidy jsou v takové míře, že ani při dlouhodobém pobytu nebude obyvatelstvo ohroženo (povolený roční limit obdržené dávky z umělých zdrojů je 1 mSv).
- I při řešení skupinového ohrožení jsme nedospěli k závěru, že by radiační dávka byla pro obyvatele možným rizikem.

Diskuse:
- způsob hledání povrchových elementů
(pomocí okrajových podmínek proudění X přidání oblastí přímo do geometrického modelu sítě)

REFERENCE

[1] KARLSSON, S. a U. BERGSTRÖM. Nuclide documentation: Element specific parameter values used in the biospheric models of the … [online]. Stockholm: Svensk kärnbränslehan tering AB, 2002 [cit. 2012-02-20]. ISSN 1402-3091. Dostupné z: http://www.skb.se/upload/publications/pdf/R-02-28.pdf

[2] ULLMANN, V. Biologické účinky ionizujícího záření: Radiační ochrana. Jaderná fyzika a fyzika ionizujícího záření [online]. 2005 [cit. 2011-12-03]. Dostupné z: http://astronuklfyzika.cz/RadiacniOchrana.htm

[3] MACDONALD, M. Pro WPF in C♯ 2010: Windows presentation foundation with.NET 4.0 [online]. 3. vyd. Berkeley, Calif: Apress, 2009, 1216 s. [cit. 2011-12-10]. ISBN 978-143-0272-045. Dostupné z: http://books.google.cz/books?id=nYl7J7z3KssC&hl=cs

KONTAKT

Bc. Jan Macháček
E-mail: machacek.jan@gmail.com

Prezentace této práce byla podpořena z projektu SGS 2012.