

ABSTRAKT VÝPOČTOVÉHO PROGRAMU ASIM-HARP

1a) Název programu

ASIM-HARP – korekce radiologické situace předpovídané environmentálním modelem HARP pro šíření radioaktivity plyných výpustí z JE za havarijních podmínek na základě asimilace s měřeními z terénu prováděnými návazným asimilačním systémem ASIM .

1b) Autoři programu

Programový systém byl vyvinut v rámci projektu MV ČR č. VG20102013018 pracovníky příjemce ÚTIA. Autoři: Petr Pecha, Václav Šmídl, Radek Hofman

1c) Poskytovatel programu

Ústav teorie informace a automatizace AV ČR, v.v.i. Produkt bude poskytnut na základě uzavřené Smlouvy o využití projektu mezi ÚTIA a uživateli, kteří explicitně prokáží svou odbornost a deklarují oblasti použití pro jejich vlastní práci.

1d) Předmět hodnocení

K úplné proceduře hodnocení se předkládá asimilační systém ASIM. Tento systém vyžaduje spojení s modelem šíření radioaktivního znečištění, který musí být natolik efektivní, že umožní mnohonásobné modelování pravděpodobnostních trajektorií nezbytné pro účely asimilačních technik. Pro tento účel je tedy dále předkládána ke zkrácené proceduře hodnocení pravděpodobnostní verze systému HARP (HAzardous Radioactivity Propagation) s deterministickým jádrem HAVAR-DET. Deterministické jádro HAVAR-DET bylo hodnoceno v roce 2011, jeho aktuální verze byla pro účely použití v ASIM poněkud rozšířena. Rozšíření jsou popsána spolu s pravděpodobnostními vstupy a výstupy v předkládané dokumentaci.

1e) Uživatel programu

Dosud byla uzavřena smlouva s uživateli: ÚJV Řež, a.s. - divize Energoprojekt Praha; SÚRO – Státní ústav radiální ochrany.

2. Počítač, pro který je program sestaven

Systém je provozován pod operačním systémem Windows 7 - Professional, v běžné HW konfiguraci, doporučeno 8 GB RAM.

3. Popis řešeného problému

Modelové odhady radiologické situace jsou zatíženy chybami v důsledku neurčitostí stochastického charakteru, nedostatečné parametrizace skutečných fyzikálních procesů, neúplného popisu scénáře úniku a celé řady dalších nepřesností. Realistické posouzení dopadu

radiačních nehod musí brát v úvahu všechny dostupné informace, které lze použít ke zpřesnění odhadů následků nehod. Takové zpřesnění výsledných odhadů může poskytnout asimilace modelových predikcí s měřeními přicházejícími z terénu. Pokročilé statistické metody jsou schopny brát v úvahu jak chyby modelu tak chyby měření. Výsledkem asimilace není pouze nejlepší možný odhad, ale plná hustota pravděpodobnosti, ze které je možné určit například nejpravděpodobnější interval, ve kterém se skutečné řešení nachází. Metoda asimilace bere v úvahu pozitivní rysy modelování i měření. Tam, kde je měření dostatek, upraví numerický model podle těchto hodnot. V případě, že kvalitní pozorování chybějí, spolehne se na numerický model. Při asimilaci je současně respektována fyzikální znalost neboli apriorní informace obsažená v modelu. Obecně mohou do procesu asimilace vstoupit další informace, jako například expertní znalosti problematiky a zkušenosti nebo stupeň havarijní připravenosti.

Pokročilé asimilační techniky jsou založeny na sekvenčních Monte Carlo procedurách, které mnohonásobně vyvolávají implementovaný environmentální model šíření škodlivin pro jednotlivé konkrétní realizace náhodných vstupů do modelu. Je zřejmé, že základní podmínkou je přístup k pravděpodobnostní variantě modelu šíření škodlivin. Bylo by však bezpředmětné přistupovat k takovým výpočetně náročným asimilačním procedurám, pokud by nebyl k dispozici vhodný, efektivní (rychlý) a dostatečně ověřený model transportu znečištění. Na základě několikaletého vývoje předkládáme řešení tohoto problému ve formě spojení systému ASIM s pravděpodobnostním modelem transportu radioaktivity HARP, jehož principem je možnost mnohonásobného opakovaného volání jádra modelu reprezentovaného schématem HAVAR-DET. Deterministické jádro HAVAR-DET prošlo v roce 2011 hodnotící procedurou a je dokumentováno příslušnými reporty popisujícími metodiku výpočtu [M2011], uživatelské postupy [UG2011] a validační a aplikační studii [APL2011]. Toto deterministické jádro je s určitými rozšířeními zachováno v předkládaném systému HARP. Již validovaná dokumentace [M2011, UG2011] jádra HAVAR-DET je nyní doplněna popisem zmíněných aktuálně provedených rozšíření [Roz2013], kde je zdokumentováno i pravděpodobnostní rozšíření systému HARP. Kompatibilitu aktuální verze deterministického systému HARP s předchozím několikaletým vývojem dokládá nyní nově aktualizovaná a předkládaná Validační a aplikační studie [APL2013], která nahrazuje původní [APL2011].

Metodika použitých asimilačních technik je předkládána v reportu [ASIM2013]. Systém ASIM-HARP byl použit například na problém sekvenční M-C minimalizace, bayesovské rekurze a testy monitorovací způsobilosti radiační sítě.

4. Metoda řešení

4.1 Deterministické jádro systému HARP

Deterministické jádro HAVAR-DET systému HARP popisuje šíření znečištění řetězem atmosférického, depozičního a ingesčního modelu. Nyní jako doplněk předkládáme aktuální rozšíření jádra popsaného v manuálu změn [Roz2013]. Jedná se o změny, které bylo potřeba zavést pro aplikaci asimilačních procedur.

Skutečná dynamika úniku je nahrazena rozdělením do $IINT$ segmentů úniku. $IINT = 1$ až $NINT$, původně s omezením $NINT \leq 12$, celková doba trvání úniku MHOD (suma času trvání segmentů) je maximálně 72 hodin. V každém segmentu $IINT$ je provedena homogenizace (s konstantní intenzitou úniku pro celou dobu trvání segmentu) a v každém z nich jsou určeny po částech konstantní charakteristiky unikajících vzdušin. Proveďte se synchronizace úniku s počasím spočívající ve schématu, kdy ekvivalentní úniky jsou přepočítány na fiktivní

hodinové segmenty. Každý takový hodinový segment je modelován pro každý nuklid ve všech jeho následujících hodinových fázích jako gaussovská hodinová kapka. Pro každou hodinu od počátku úniku jsou k dispozici hodinové změny povětrnostních podmínek. ČHMÚ každých 12 hodin (nověji 6 hodin) poskytuje krátkodobé lokální předpovědi na 48 hodin (hodinové hodnoty pro směr větru, rychlost větru, kategorii stability atmosféry, srážky a výšku směšovací vrstvy). Nová verze HAVAR-DET může na základě volby používat pro rozšířenou polární výpočetní síť gridové meteorologické předpovědi v oblasti 160 x 160 kolem ETE nebo EDU s rozlišením 9 x 9 km. V roce 2013 byl získán alternativní dodavatel povětrnostních dat (povoluje stahovat data vždy na specifickou žádost, nikoliv rutinně) s rozlišením 3 x 3 km (systém MEDARD z ÚI AVČR).

Modelování nyní probíhá s respektováním předpovídané 2-D meteorologie (diskrétní pro výpočetní dlaždici s přepočtem střední rychlosti vlečky v efektivní výšce pomocí mocninového výrazu). Každý hodinový segment („gaussovská kapka“) je modelován samostatně. V dalších hodinách je určováno jeho unášení novou meteorologií, přičemž je zahrnuto ochuzování mraku a depozice aktivity na zemském povrchu v důsledku suché a mokré depozice a radioaktivního rozpadu. Jsou samostatně napočítány dopady pohybu každého segmentu v každé jeho hodinové fázi (přízemní objemová aktivita po každé hodině, její časový integrál za každou hodinu, depozice na povrchu a časový integrál depozice). Procedura se opakuje pro každý nuklid a nakonec se vše sumuje. Zdánlivě jde o těžkopádný postup, kdy se uchovává velké množství mezivýsledků ve formě matic (42 radiálních vzdáleností x 80 úhlových směrů). Tyto výsledky však interaktivně zpracovává nový zobrazovací subsystém, který umožňuje zadat „plovoucí“ referenční hodnotu času T_{ref} v hodinách pro zobrazení. Lze zvolit, zda budou pro zvolenou hodinu od počátku úniku T_{ref} vykresleny prostorové průběhy výstupů nebo pro daný bod v prostoru se ukáže časový průběh od počátku úniku do T_{ref} . Tato funkce má zásadní význam pro použité sekvenční asimilační techniky pro generování „umělých“ měření při TWIN experimentech, kdy výstupní veličinou se volí dávkový příkon (MRAK + DEPO).

Deterministické jádro HAVAR-DET lze použít samostatně pro plnohodnotnou analýzu šíření radioaktivního znečištění různých hypotetických scénářů úniku radioaktivity, například pro účely BZ, EIA studie, studie citlivosti na fluktuace vstupních parametrů, úniky při nejhorších meteorologických podmínkách apod. Výsledky průběžné validace modelu dokumentuje předkládaná studie [APL2013].

4.2 Pravděpodobnostní rozšíření systému HARP

Rozlišují se pojmy variabilita a neurčitosti vstupních veličin, z nichž každý typ vede k různému přístupu. Fluktuace vstupních parametrů majících charakter variability zpracováváme pseudonáhodným přístupem, který jsme použili na příklad na zpracování variability počasí. Byla zahrnuta variabilita charakteristik denní a noční atmosféry a změny v ročních obdobích metodikou WVA (Weather Variability Assessment) používanou v některých EIA studiích v rámci PSA-LEVEL 3 analýz. Jeden zvolený typ úniku se opakuje v následujících hodinách pro celé období roků 2008 až 2009. Těchto 17520 scénářů se pak hodnotí statistickým aparátem.

Pravděpodobnostní verze HARP se zaměřuje na neurčitosti vstupů majících stochastický charakter. Pravděpodobnostní modelování spočívá v mnohonásobném vyvolávání deterministického jádra HAVAR-DET pro jednotlivé konkrétní realizace z množiny náhodných vstupů, čímž jsou generovány jednotlivé náhodné výstupní trajektorie (matice výsledků na polární síti zvolené z celé škály nabízených radiologických výstupů). Lze volit prakticky libovolnou výstupní charakteristiku a z jejích realizací pomocí statistického aparátu

generovat náhodné charakteristiky (modelovat distribuční funkci, počítat kumulativní distribuční funkci CDF, komplementární CCDF, kvantily apod.). Takto lze provádět analýzu neurčitosti a citlivostní studie. Podrobnější popis uvádíme v [Roz2013], kde jsou uvedeny příklady hodnocení následků nehod na pravděpodobnostním základě poskytující uživateli komplexnější informace beroucí v úvahu neurčitosti modelu i případnou špatně podmíněnou definici scénáře úniku. Do pravděpodobnostní verze vstupují konkrétní předem připravené soubory velkého počtu náhodných realizací (řádově několik tisíc) vytvořené interaktivním generátorem LHS z implicitních grup náhodných parametrů submodelů disperze, depozice, ingesce a dozimetrie. K lepší orientaci uživatele v objemných výstupech slouží uživatelsky snadné zobrazovací rozhraní, které na žádost vybírá výstupní trajektorie zadaného typu a nabízí výpočet výběrových charakteristik (výběrové průměry, distribuce atd.). Bližší popis je v předkládané dokumentaci [Roz2013].

4.3 Asimilační modul ASIM pro zpřesňování modelových predikcí radiologických následků nehod na základě optimální fúze s měřeními přicházejícími z terénu.

Klíčovým prvkem systému ASIM je model (operátor) pozorování, který definuje pravděpodobnostní rozložení měřených hodnot pro známou skutečnou hodnotu stavu. V případě gausovského modelu chyb měření je neurčitost definována kovarianční maticí. Krok objektivní analýzy asimilačního cyklu hledá optimální hodnoty vektoru analýzy na základě znalosti struktury chyb modelu a chyb měření.

Za účelem testování byly vypracovány moduly na aplikaci statisticky konstantní metody optimální interpolace a metod Kalmanova filtru na predikci v pozdější fázi nehody. V předkládaném metodickém reportu [ASIM2013] je popsán řetěz používaných asimilačních technik. Při vývoji pak byla až do aplikační fáze dopracována pokročilá asimilační technika částicového filtru (PF). Pro rychlé odhady distribuce znečištění je vypracována jednodušší robustní metoda sekvenční minimalizace, která navíc zlepšuje startovací počáteční podmínky složitějších metod PF. Metoda PF založená na sekvenčním Monte Carlo schématu je adaptována na odhady posteriorní hustoty pravděpodobnosti stavu spojené s tak zvaným převzorkováním (resampling), kdy „částice“ (náhodné trajektorie) s malou věrohodností vzhledem k došlým měřením jsou postupně eliminovány.

Pokročilé statistické asimilační procedury založené na bayesovské filtraci umožňují zlepšit předpovědi prostorového a časového vývoje výsledných radiologických hodnot. Ve druhé části reportu [ASIM2013] jsou ilustrovány příklady použití asimilačních technik. Podstatným rysem uživatelsky snadného prostředí je interaktivní editor měřících čidel na mapovém pozadí spojený s automatickou konstrukcí umělých (simulovaných) měření ze zadané „matice měření“ při tzv. TWIN experimentech. Tato umělá měření simulují chybějící reálná pozorování z terénu. Matice měření i matice modelu jsou v první fázi definovány na prostoru výpočtových uzlů s 42 x 80 hodnotami. Po interaktivním vyeditování sítě čidel se automaticky provede redukce obou matic do prostoru pozorování (má dimenzi rovnou počtu senzorů nově vyeditované radiační sítě) se současnou bilineární interpolací (senzory obecně neleží v bodech výpočetní sítě). Další podpůrnou presentační funkcí systému je možnost postupně zobrazovat výsledky sekvenční asimilace buď po každém časovém kroku nebo sumární hodnoty od počátku úniku.

4.4 Desktopová a webová varianta uživatelského přístupu.

Kromě standardní desktopové verze je produkt vypracován též ve formě uživatelsky snadné webové aplikace. Základní desktopový přístup umožňuje spouštět úlohy a zobrazovat výstupy z prostředí WINDOWS, tak jak je popsáno ve shora zmíněných reportech a průvodcích. Zvláště pak pro účely výcviku a výuky je nabízen alternativní přístup přes web. Aplikace umožňuje provádět základní běhy deterministické jádra systému HARP v běžném webovém prohlížeči

<https://dss.utia.cas.cz>

Systém je implementován jako klient-server aplikace. Uživatel k aplikaci přistupuje přes internet pomocí svého uživatelského účtu. Simulační běhy modelu konfiguruje z webových stránek k tomu určených. Po odeslání zadání na server zajistí služba plánování úkolů (task manager) provedení výpočtu v distribuovaném prostředí. Po jeho skončení si uživatel může výsledky opět prohlédnout ve svém účtu, třeba jako průhledné vrstvy na pozadí Google Maps. Dostatečný výkon pro tyto výpočty zajišťuje distribuované výpočetní prostředí vyvinuté na míru. Jeho hlavními komponentami jsou:

- Webový server poskytující uživatelské rozhraní (webové stránky - zadávání výpočtů a prohlížení výstupů),
- Databáze pro ukládání dat (uživatelské účty, výpočetní data atd.),
- Plánovač úloh - systém zajišťující distribuci úloh mezi výpočetní počítače a sběr výsledků.

Výpočty jsou prováděny distribuovaně na běžných PC registrovaných do systému, tzv. "workerech". Aby nějaké PC mohlo být součástí systému, musí splňovat pouze tu podmínku, že je připojeno na internet. Workery s plánovačem úloh komunikují pomocí běžného HTTP protokolu (request-response, kdy složitější objekty ve formátu JSON jsou serializovány a komprimovány pro přenos). Jako workera lze použít i PC bez vlastní IP adresy, např. PC v lokální síti za firewallem, protože centrální server je pasivní a veškerá komunikace je iniciována ze strany workera. To znamená, že jako worker může být použito PC připojené k internetu kdekoliv na světě. Toto řešení je robustní, při výpadku části workerů se úkoly rozdělí mezi ostatní. Dále získáváme dobrou škálovatelnost. Při požadavku na práci mnoha uživatelů zároveň, např. výuka studentů v učebně, se jednoduše pustí více workerů pro daný úkol.

Při vývoji uživatelského rozhraní je kladen důraz na uživatelskou přívětivost, jako např. plná validace správnosti vstupů (viz obrázky a detailní popis na <https://dss.utia.cas.cz/contact/>). Aplikace je optimalizována také pro použití na tabletech a podobných zařízeních.

5. Omezení komplexnosti řešeného problému

Pro popis transportu znečištění je použit klasický Gaussovský přístup v segmentované verzi SGPM s parametrizací stability atmosféry podle Pasquilla. Segmentovaná verze umožňuje po částech synchronizovat dynamiku úniku s hodinovými změnami meteorologických podmínek. Je možno analyzovat scénář úniku rozdělený na maximálně 12 homogenizovaných různě dlouhých segmentů úniku, jejich délka nesmí přesáhnout 72 hodin. Interaktivní prohlížení výsledků takového maximálního scénáře vyžaduje paměť minimálně 8 GB RAM.

Asimilace byla testována v podstatě pro zónu havarijního plánování, ve které byly voleny různé okruhy měřících čidel. Z existujících skutečných senzorů jsou realisticky zahrnuty teledozimetrické systémy ETE i EDU a dále několik málo existujících monitorovacích míst prvních okruhů SVZ. Byly testovány menší scénáře úniku s několika reprezentativními nuklidy, přičemž je třeba mít na paměti, že není možné extrahovat více informací, než mohou

poskytnout terénní měření sumárního dávkového příkonu (nedostupnost spektrálních měření). Pokročilé statistické metody sekvenční MC asimilace vyžadují mimořádně časově náročné výpočty, které se složitostí scénáře ještě prudce narůstají. Důležitým faktorem musejí být další dodatečné informace (aplikace znalostí z případné předhavarijní přípravy, online meteorologická měření z lokality). Přesto byly provedeny reálné aplikace ASIM v oblasti rekonstrukce zdrojového členu hodinového mimořádného úniku s využitím TDS a při posuzování monitorovací způsobilosti radiační sítě.

6. Typická doba výpočtu

Cílem SGPM algoritmu jako vnitřní procedury uvnitř ASIM je maximální rychlost v jednom asimilačním časovém kroku. V optimalizované verzi HARP pro ASIM trvá prolongace jedné náhodné trajektorie dávkového příkonu v této časové rekurzi jedné hodiny několik sekund (pro zhruba 3 – 5 nuklidů).

Pro účely analýzy neurčitosti záleží na volbě výstupní radiologické veličiny. Řádově několik tisíc realizací pro zhruba 10 nuklidů pro progresi řízenou mřížovými meteorologickými předpověďmi na celé oblasti do 100 km od zdroje úniku trvá zhruba 90 minut.

Deterministický výpočet modulem HAVAR-DET pro velmi rozsáhlý scénář (48 nuklidů, únik trvá 64 hodin – viz popis v [APL2013]) počítá asi 25 minut. V tomto případě lze bezprostředně potom nastartovat interaktivní zobrazovací systém a prakticky jakoukoliv zvolenou výstupní veličinu lze zobrazovat s odezvou několika málo sekund.

7. Méně obvyklé znaky programu

Produkt nemá žádné mimořádné požadavky na HW a SW a pracuje na běžné konfiguraci PC, nejlépe s operačním systémem WINDOWS 7 PRO.

8. Návazné a pomocné programy

Jak v desktopové tak ve webové verzi je uživatel při definici vstupů veden pomocí obrazovkových panelů dvěma oblastmi frekventně měněných vstupů disperzního a ingesčního modelu. Jedná se o přepracování původního postupu z [UG2011] do jednotné uživatelsky logičtější obrazovkové struktury, kterou nově popisujeme v [Roz2013]. Jedná se opět o dvě komponenty:

1. HAVIN – základní často měněná vstupní data rozdělená do sekcí : *Základní parametry (včetně volby poloempirické disperzní formule), Parametry ochuzování vlečky, Blízkostojící objekty, Segmenty úniku a grupy nuklidů, Meteorologické sekvence.*
2. INGMODEL – zadávání základních vstupních dat dynamického ingesčního modelu rozdělené do sekcí: *Časové charakteristiky (včetně dne spadu), Půdní transport, Dlouhodobá depozice/resuspenze, Listový/kořenový transport, Fenologie, Spotřební koše, Krmné dávky skotu (včetně alternativ pro stájový výkrm a volnou pastvu), Krmné dávky (ostatní hospodářská zvířata).*

Předností interaktivního přístupu je rovněž automatická archivace vstupních variant s možností vyvolat též bezprostředně předchozí běh, což podstatně usnadňuje provádění analýzy neurčitostí a studií senzitivity na variace hodnot vstupních parametrů. Na vlastní

výpočtovou část bezprostředně navazuje interaktivní grafická prezentace výsledků na obrazovce. Inicializaci zobrazování popisujeme v [Roz2013], uživatel je potom veden nabídkou voleb v panelech.

Uživatel může použít editor meteorologických dat a vytvářet vlastní sekvence. Pokud ale chce pracovat s realistickými meteorologickými předpověďmi, ty si musí u poskytovatele dat zajistit sám. Nicméně systém HARP mu nabízí příslušné konverzní rutiny jak pro jednodušší bodovou předpověď (měření) pro místo úniku, tak pro detailnější předpověď na prostorové síti 160 x 160 km kolem místa JE. Jedná se o konverzní rutiny pro model ALADIN (poskytovatel ČHMÚ) tak s určitými formálními omezeními model MEDARD (provozovatel ÚIAV ČR).

9. Stav programu

Program HAVAR je lokalizován pro jaderné elektrárny Temelín a Dukovany pro oblasti základní konfigurace jaderného zařízení, mapových podkladů, geografických a demografických údajů, lokálně specifických ingesčních dat a vnitřní databáze významných zdrojových členů s rozlišením pro VVER-440 a VVER-1000 s možností ukládání modifikací do archivu zdrojových členů uvnitř produktu.

V systému ASIM v konfiguraci monitorovacích sítí jsou všechna v současnosti existující čidla včetně TDS. Pro školící účely je k dispozici grafický editor čidel, který současně umožňuje konstruovat "simulovaná" měření pro TWIN experimenty.

10. Reference

Veškerá dokumentace a publikace vypracované autory k asimilační problematice v rámci projektu VG20102013018 za období 2010 – 2013 jsou přístupné online na webu projektu:

asim.utia.cas.cz

V tomto abstraktu se dále konkrétně odkazujeme na:

- [M2011] – HAVAR-DET: Metodický manuál, 2011.
- [UG2011] – Uživatelský průvodce systému HAVAR-DET, 2011.
- [APL2011] – Aplikace deterministické verze HAVAR-DET v oblasti hodnocení následků radiační nehody, 2011.
- [ASIM2013] – Systém ASIM: Metodika asimilačních technik pro zpřesnění modelové predikce pomocí měření v terénu, 2013.
- [Roz2013] – Pravděpodobnostní rozšíření deterministické verze HAVAR-DET, 2013.
- [APL2013] – Validace a aplikace modelu HARP v oblasti hodnocení následků radiačních nehod, 2013.
- [COS] - PC COSYMA - National Radiological Protection Board, Kernforschungszentrum Karlsruhe, EUR 14 917 EN (NRPB -SR259).
- [ROD] - RODOS: Decision Support System for Nuclear Emergencies. RODOS report R-3-98, FZK 6069.
- [MAC] - MACCS - MELCOR Accident Consequence Code System. NUREG/CR-4691, SAND86-1562.

11. Požadavky na počítač

Program nemá žádné nadstandardní požadavky na HW a je provozovatelný na běžné konfiguraci PC. Běžný uživatel v interaktivním módu nepotřebuje ani produkt FORTRAN Station.

12. Použitý programovací jazyk

Program je napsán v jazyce Visual FORTRAN, grafický interface v jazyce C a PYTHON. Pro uživatele tato informace není podstatná, používá přeložené výkonné moduly.

13. Operační systém použitý pro výpočet

Programy jsou provozovány pod systémem MS-WINDOWS, vývojové prostředí ve FORTRAN Power Station.

14. Další informace o programu a jeho využití

Program je v EGP Praha využíván pro výpočty do bezpečnostních zpráv a dále pro analýzu speciálních deklarovaných situací (hoření bitumenu, intenzivní lokální srážky, speciální scénář umělého zavlažování, atd.). Byly analyzovány i scénáře definované při procesech z Melku mezi českou a rakouskou stranou, nyní byly tyto scénáře přepočítány pro proměnnou meteorologii pomocí HAVAR-DET [APL2013]. Ve Státním ústavu radiační ochrany se předpokládá i použití produktu ASIM pro jejich vlastní výzkum při hodnocení monitorovacích schopností radiační sítě.

15. Popis zajištění jakosti vývoje a údržby programu

Program je podroben testování v rámci systému zajištění jakosti (SZJ), který je zaveden v EGP. Předpokládá se možnost realizace požadavků uživatele na základě vzájemné dohody s poskytovatelem.

16. Popis testovacího procesu

Byla provedena celá řada srovnávacích analýz s výsledky programů používaných ve světě (produkty COSYMA, RODOS, MACCS). Srovnávání je dokumentováno v rozsáhlé studii [APL2013]. Vlastní asimilační procedury jsou testovány v rámci jednotlivých dílčích publikací, které lze online zobrazit na serveru *asim.utia.cas.cz*.

17. Popis zajištění jakosti vstupních údajů a popis výstupních údajů

a) Data pořízená (zakoupená) od externích dodavatelů: při převjímce jsou aplikovány postupy Systému zajištění jakosti platné v EGP.

- b) Mapové podklady: zvoleny a zakoupeny rastrové podklady MAP11 od firmy PJSOFT, použity i varianty ze systému GOOGLE.
- c) Parametry modelu (fyzikální, fyz.-chemické, konverzní, atd.) jsou sladěny s vyhláškou SÚJB č.307/2002 Sb. ve znění pozdějších předpisů.
- d) Meteorologická data jsou čerpána z validovaných systémů ALADIN nebo MEDARD.

18. Předpokládané další úpravy

Předpokládá se možnost realizace požadavků uživatele na základě vzájemné dohody s poskytovatelem – viz bod 15.