БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
НАЦИОНАЛЕН ИНСТИТУТ ПО МЕТЕОРОЛОГИЯ И ХИДРОЛОГИЯ

# БЪЛГАРСКА СИСТЕМА ЗА РАННО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЗА ВЪЗМОЖЕН ТРАНСГРАНИЧЕН ПРЕНОС НА РАДИОАКТИВНО ЗАМЪРСЯВАНЕ В СЛУЧАЙ НА ЯДРЕНА АВАРИЯ

## Система за Ранно Предупреждение - НИМХ

*ОПЕРАТИВНА ЧАСТ* (стартира се автоматично)

*АКСИДЕНТАЛНА ЧАСТ* (стартира се от оператор)

Метеорологична информация

Архив

Данни за източника (от потребителя)
База данни за сценарии

Траекторен модел
35 Европейски АЕЦ

Дисперсионен модел EMAP
(3-мерен, Ойлеров)

**ВИЗУАЛИЗАЦИЯ**
Карти на траекториите
http://www.meteo.bg/bnsa

**ВИЗУАЛИЗАЦИЯ**
Карти на концентрациите, депозициите и дозите
ftp://ftp.meteo.bg/hidden/bnsa

### Meteorological pre-processing (input to the built in PBL model)

Two sources of met-data: from UK Met.Office, Bracknell (2.5°, GRID)
from DWD, Offenbach (1.5°, GRID)

Type of meteo-data: $U_{850}$, $V_{850}$, $T_{850}$, $T_{gl}$, Prec ($\Delta t$=12 h)

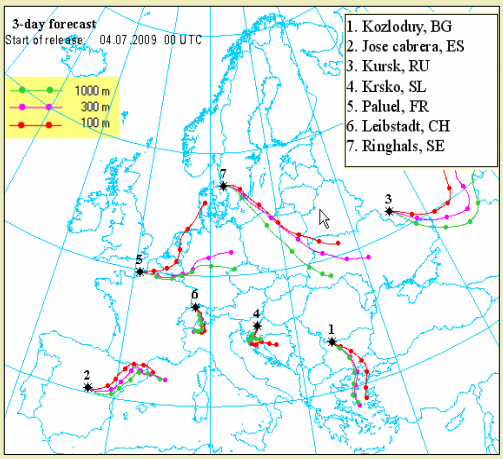
Operational data base (Ts - current synoptic term)

-72 -60 -48 -36 -24 -12 Ts 12 24 36 48 60 72
analyzed data | forecast data

Archive data base

### Trajectory calculations

$$X(t+\Delta t) = X(t) + V(t).\Delta t$$




### Dispersion model EMAP (Eulerian Model for Air Pollution)

Time splitting approach.
Cartesian coordinate system in horizontal (Arakawa's C type).
Log-linear terrain-following staggered Z-coordinate system.
Processes involved:

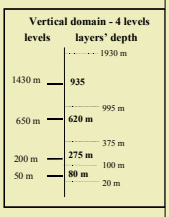
**Advection**
TRAP scheme
Bott's type
explicit
positively definite
conservative
limited numerical viscosity
very fast

**Horizontal diffusion:**
the simplest **explicit** scheme

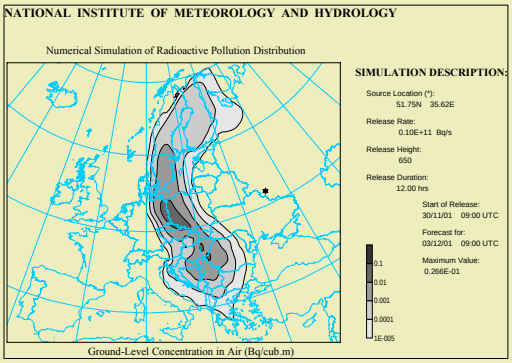
**Vertical difusion**
the simplest **implicit** scheme
variable steps
variable diffusion coefficient

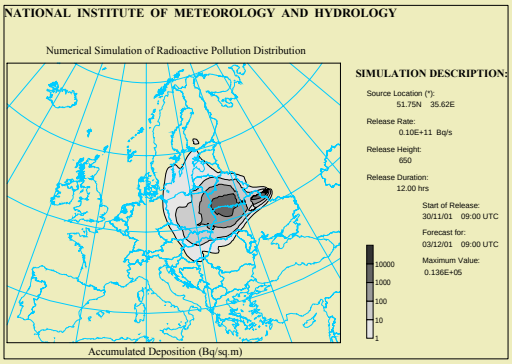
**Dry deposition:** bottom boundary condition to vertical diffusion equation

**Wet removal:** simple decay rate




**EMAP Validation:** in the frame of EU Projects
**ETEX, RTMOD, ENSEMBLE** (JRC-Ispra, Italy)




## Какви са нуждите?

Управляващите на кризисната ситуация имат нужда не от концентрации и депозиции, а от обобщени индикатори, които отразяват вредата от радиоактивността върху населението и околната среда. Тези индикатори трябва да са общопризнати и да имат установени норми, отразени в местното и международно законодателство.

Такива индикатори са: Радиоактивните ДОЗИ

## Избор на ДОЗИ

**Критерии:** Насочени към хората (децата);
Късопериодична значимост (3-5 дни);
Добре дефинирани нива и съответни мерки
(съществува голям брой статии, закони и др.)

**Избрани ДОЗИ:**
1. Погълнатата доза на щитовидната жлеза от инхалация Dt;
2. Дози от инхалация Di (excluding RNG): Di;
3. Дози от външно облъчване (от радиоактивния облак Da и от отложената на земната повърхонст радиоактивност Dg);
4. Сумарна доза Ds = Da + Dg + Di

## Отчетени радионуклиди:

За изчисляване на дозите, целият коктейл от радиоактивни нуклиди трябва да бъде отчитан, което не е реалистично. Тук са избрани 31 радионуклиди, за които се счита, че са най-важни и като изхвърлени количества и като биологичен ефект. Те са разпределени в 8 групи:

*1. Дългоживущи благородни газове* (Kr-85, Xe-133, Xe-133m)
*2. Средноживущи благородни газове* (Xe-135, Kr-85m, Kr-88)
*3. Късоживущи благородни газове* (Kr-87, Xe-135m, Xe-138)
*4. Газообразен радиоактивен йод* (I-131, I2)
*5. Радиоактивен водород и тритий* (H-3, C-14)
*6. Дългоживущи аерозоли* (Cs-137, Sr-90, Pu-239 and others)
*7. Средноживущи аерозоли* (Zr-95, Sr-89 and others)
*8. Късоживущи аерозоли* (Te-132, I-133, I-135, I-132, Cs-138)

Групирането е на базата на близостта на радиохимичните и дисперсионните характеристики на различните радионуклиди.

## Изчисляване на дозите

На всяка стъпка по времето и се акумулират

- Доза на щитовидната жлеза Dt:

$$Dt(T + \Delta T) = Dt(T) + K_{Iod}C_{Iod}\,\Delta T\,,\quad K_{Iod} = 1{,}4.10^{-10}$$

- Доза от външното облъчване (Da и Dg) и инхалация Di:

$$Dk(T+\Delta T) = Dk(T) + \sum_{j=1}^{31} K_j^k C_j \Delta T\,,\ K_j - \text{коеф.}.,\ C_j - \text{концентр.}$$

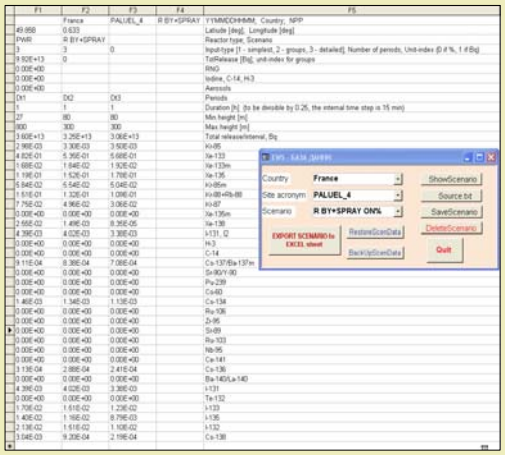
## Основни принципи на работа на СРП

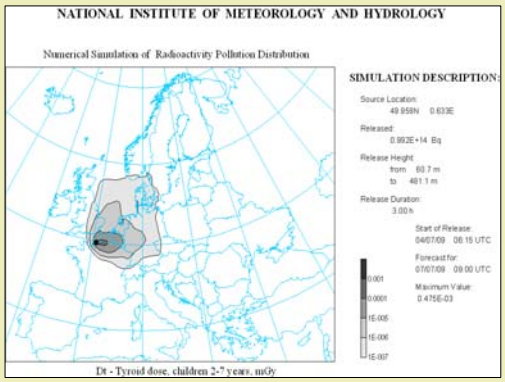
- Всички 31 радионуклиди се въвеждат (ИЗТОЧНИК).
- Изчислява се общ за групата коефициент на радиоактивен разпад.
- Запазва се процента на всеки нуклид в групата.
- Симулира се еволюцията на всяка група - транспорт, дифузия, депозиция, утаяване, разпад.
- На всяка стъпка времето по запазените проценти се възстановяват индивидуалните концентрации и се изчисляват дозите.
- На определени моменти се извеждат текущите стойности на концентрациите и дозите.

ИЗТОЧНИК + "База данни за сценарии"

Изисквания: да бъде гъвкава и да отчита:
- Различните варианти на налична входна информация;
- Изменението на сложността наличната информация;
- Изменчивостта на параметрите на изхвърлянето;
- Бързо приготвяне на данните за източника (оперативност).

Създаден е софтуер на базата на *MS Access*, съдържащ 2000 сценария на типични аварии - ~10 сценария на реактор в Европа.




## Заключение

- Вече са изчислени множество ситуации.
- Направена е детайлна интерпретация от опитни специалисти по радиология, взимайки предвид различни комбинации от изотопи, нива на радиоактивност, метеорологични условия.
- Резултатите са твърде обещаващи.

## Благодарности

работата е извършена по Договор I-110/09.05.2007, финансиран от Постоянната правителствена комисия за защита на населението при бедствия, аварии и катастрофи.

## Внедряване

Национален институт по метеорология и хидрология - БАН
Агенция за ядрено регулиране