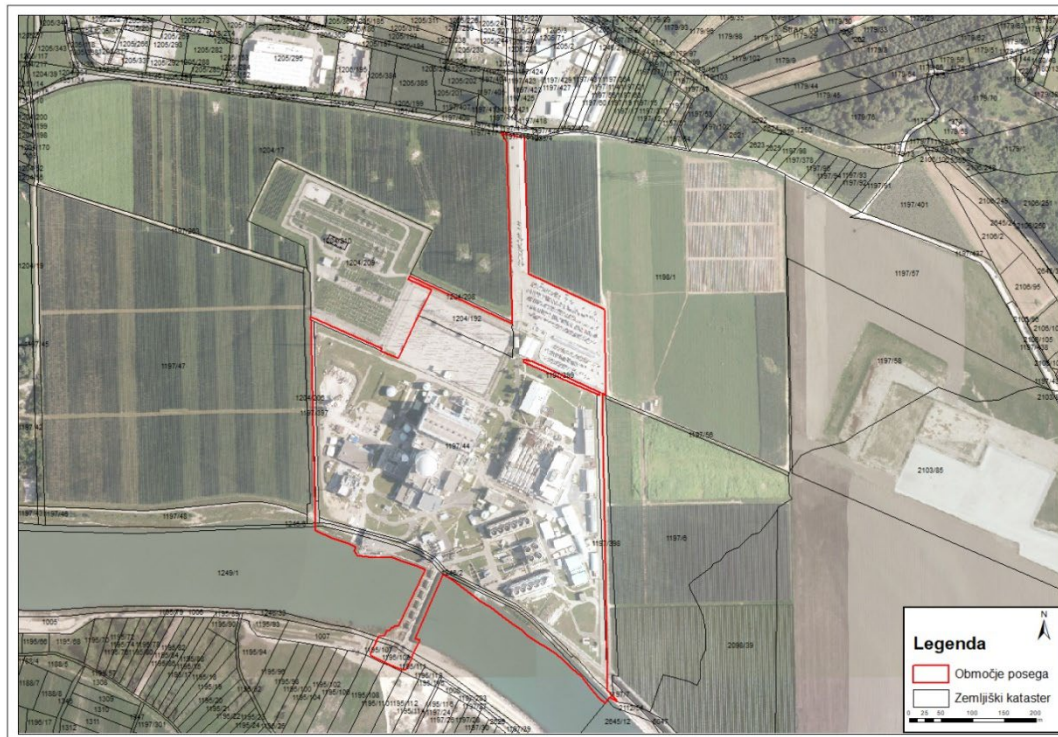


Dugoročni pogon NEK (2023-2043)

Long-term NEK operation (2023-2043)



UNIVERZITETA U ZAGREBU
Fakultet
elektrotehnike i
računarstva



IBE, d.d., svetovanje, projektiranje in inženiring

Hajdrihova ulica 4, 1001 Ljubljana, Slovenija • tel.: +386 1 477 61 00, faks: +386 1 251 05 27 • www.ibe.si

Sadržaj

Koraci potrebni za ocjenu radiološkog utjecaja NE:

- Sadržaj i distribucija radioaktivnog materijala u NEK
- Normalni i akcidentni ispušt radioaktivnog materijala
- Izbor reprezentativne nuklearne nesreće
- Izotopski sadržaj ispuštene radioaktivnosti (source term)
- Ocjena uloge vremenske prognoze na atmosferski transport
- Analiza transporta i disperzije ispuštenog materijala u zraku
- Prostorna raspodjela izračunatih doza zračenja i koncentracija radioaktivnih izotopa
- Kriteriji prihvatljivosti i zaključak o radiološkom utjecaju
- Uloga nadzora radioaktivnog zračenja u okolišu za vrijeme normalnog pogona i nuklearne nesreće

Nuklearna elektrana Krško

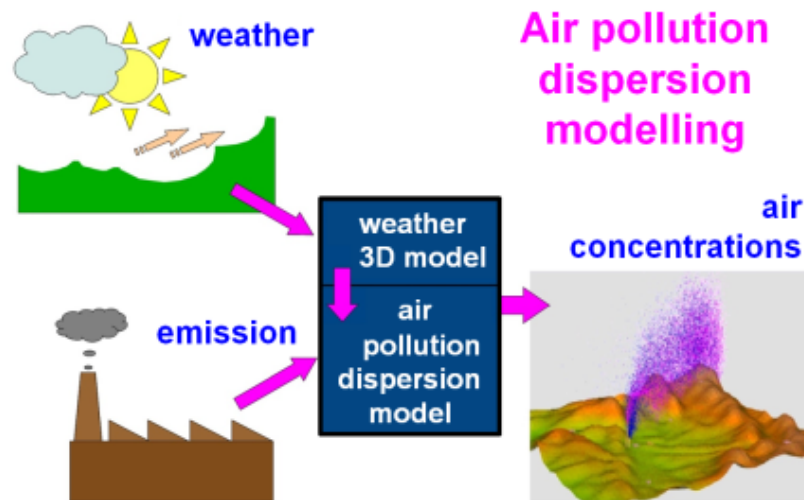


Prekogranični utjecaj u slučaju izvanrednog događaja – nesreće u NEK

Foto: Arne Hodalič

Prekogranični utjecaj u slučaju nuklearne nesreće

- Izbor vrste nuklearne nesreće
- Ispust radioaktivnih izotopa (aktivnosti)
- Vremenska prognoza
- Atmosferska disperzija
- Relativne koncentracije
- Doze zračenja
- **BEZ ZAŠTITNIH MJERA**
- Statistička analiza



Radiološki utjecaj NE na okoliš

Normalni i ispust za vrijeme nuklearne nesreće

Mala ispuštanja radioaktivnog materijala za vrijeme normalnog pogona i moguća ispuštanja za vrijeme nuklearnih nesreća predstavljaju najvažniji utjecaj koji nuklearna elektrana (NE) može imati na okoliš.

Plinovita i tekuća ispuštanja za vrijeme normalnog pogona NE su pod striktnom administrativnom kontrolom. U slučaju NE Krško sve radioaktivne emisije u dosadašnjem pogonu su bile daleko ispod dopuštenih regulatornih ograničenja. Tipični plinoviti ispusti su bili oko 1% dopuštene vrijednosti. Tipični tekućinski ispusti su bili manji od 0.1% dopuštenih (ispuštena aktivnost tricija je bila 10% dopuštene).

Bilo kakvo neplanirano, dodatno oslobađanje radioaktivnosti posljedica je neke radiološke ili nuklearne nesreće.

Najveće količine radioaktivnog materijala su prisutne u istrošenom nuklearnom gorivu u jezgri reaktora ili u bazenu za istrošeno gorivo (Spent Fuel Pool SFP). Nakon početka rada suhog skladišta (Independent Spent Fuel Storage Installation ISFSI) gorivo će biti u SFDS (Spent Fuel Dry Storage) spremnicima.

Uzimajući u obzir **vrlo malu** frekvenciju pojave značajnijeg oštećenja goriva u SFP bazenu i raspoložive mjere za smanjivanje posljedica, veće oslobađanje radioaktivnosti iz SFP bazena je vrlo malo vjerojatno. Oslobađanje radioaktivnosti iz suhih spremnika je praktično nemoguće.

Radiološki utjecaj NE na okoliš

Oštećenje jezgre tijekom nuklearne nesreće

Ispuštanje radioaktivnog materijala iz goriva u jezgri reaktora može biti posljedica projektnih (Design Basis Accident DBA) ili van projektnih (teških) nuklearnih nesreća (Design Extension Conditions DEC-B ili Beyond Design Basis Accidents BDBA).

Projektne nesreće su vrlo malo vjerojatni događaji a teške nesreće su obično bar za red veličine manje vjerojatne.

Frekvencija oštećenja jezgre (Core damage frequency CDF) zbog internih inicijalnih događaja u NEK je oko $2,2E-6$ po reaktor-godini a ukupni CDF (uključeni vanjski inicijalni događaji) je oko $1,41E-5$ po reaktor-godini.

Moguća ispuštanja radioaktivnosti i odgovarajuće posljedice i zbog projektnih i zbog teških nesreća eksplicitno su adresirani u provedenoj ocjeni utjecaja na okoliš.

Granični (najgori) projektni akcident, sa stajališta ispuštanja radioaktivnosti u okoliš (u skladu sa sigurnosnim izvještajem, SAR), je gubitak hladioca kao posljedica velikog loma primarnog kruga (Large Break LOCA, LBLOCA ili Design Basis LOCA, DBLOCA).

Ne postoji druga projektna nesreća koja bi oslobodila više radioaktivnosti u okoliš. To uključuje i klasu akcidenata sa zaobilaženjem kontejnmenta, recimo akcident loma U-cijevi parogeneratora (Steam Generator Tube Rupture, SGTR).

Radiološki utjecaj NE na okoliš

Radiološki utjecaj projektne nesreće

Krško je originalno licencirano prema zahtjevima američke nuklearne regulatorne komisije (US NRC) i mogući radiološki utjecaj je manji od onog traženog u 10CFR100 zahtjevima za lociranje objekta.

Na ogradi elektrane (NEK 500 m) doza za cijelo tijelo tijekom najgora 2 sata izloženosti treba biti manja od 0,25 Sv (NEK EIA 0,023 Sv)

Na granici zone niske naseljenosti (NEK 1500 m) doza za cijelo tijelo tijekom prolaska radioaktivnog oblaka treba biti ispod 0,25 Sv (NEK EIA 0,012 Sv)

NEK (Slovenija) ima postupanja u slučaju nuklearne nesreće s ispustom planirana za zone na udaljenostima: 3 km, 10 km i 25 km.

NEK ima provedene potrebne vjerojatnosne sigurnosne analize razine 1 i 2 (Probabilistic Safety Analysis (PSA) Level 1 i 2) i određen CDF, reda $1,0E-5 \text{ yr}^{-1}$, i kategorije ispusta, uključivo frekvenciju velikog ranog ispusta radioaktivnosti (Large Early Release Frequency - LERF), reda $1,0E-6 \text{ yr}^{-1}$.

Vjerojatnost oštećenja jezgre i oslobađanja radioaktivnosti je vrlo mala i garantirana je projektom elektrane i naknadnim sigurnosnim poboljšanjima.

Radiološki utjecaj NE na okoliš

Radiološki utjecaj teške nesreće

Radiološke posljedice nesreća težih od projektnih su adresirane kroz koncept reprezentativne teške nesreće

Akcident gubitka svih vanjskih napajanja (Station Black Out SBO) sa propuštanjem primarnog kruga (Reactor Coolant System RCS), bez ikakvih zaštitnih akcija tijekom 24 sata i ispustom iz kontejnmenta preko pasivnog filtriranog ispusta (Passive Containment Filtered Vent System PCFVS) je izabrani reprezentativni akcident. Vjerojatnost takvog događaja je vrlo mala i on je korišten samo kao pretpostavka u određivanju radiološkog ispusta za konzervativnu analizu utjecaja na okoliš.

24 sata bez zaštitnih akcija i propuštanje primarnog kruga (letdown i brtve primarnih pumpi (Reactor Coolant Pump RCP)) su pretpostavke koje osiguravaju potpuno taljenje jezgre i najbrže i najveće oslobađanje radioaktivnosti u kontejnment. Nema druge moguće sekvence koja bi imala veće oslobađanje radioaktivnosti unutar kontejnmenta.

Integritet kontejnmenta u slučaju teškog akcidenta je osiguran PCFV sistemom. Sistem je dizajniran potpuno u skladu s DEC zahtjevima (uključivo potrebnu seizmiku) i njegovo djelovanje se može uzeti u obzir tijekom procjene oslobađanja radioaktivnosti za teške accidente.

Radiološki utjecaj NE na okoliš

Radiološki inventar (source term)

Izotopski sadržaj (aktivnost) reaktorske jezgre je izračunat programom ORIGEN 2.2 code za stvarno gorivo i podatke o povijesti pogona za granični ciklus izgaranja NEK.

Korišteni program RADTRAD može računati doze zračenja za izabrane udaljenosti (X/Q relativne koncentracije koje opisuju disperziju u atmosferi su ulaz) na način kao za potrebe 10CFR100 licenciranja elektrane ili može računati brzine ispuštanja pojedinih izotopa za potrebe neovisnog proračuna atmosfere disperzije (JRODOS).

Uzeti su u obzir različiti udjeli ispuštanja izotopa iz goriva u kontejnment, ponašanje radioaktivnog materijala u kontejnmentu i različiti načini ispuštanja u okoliš.

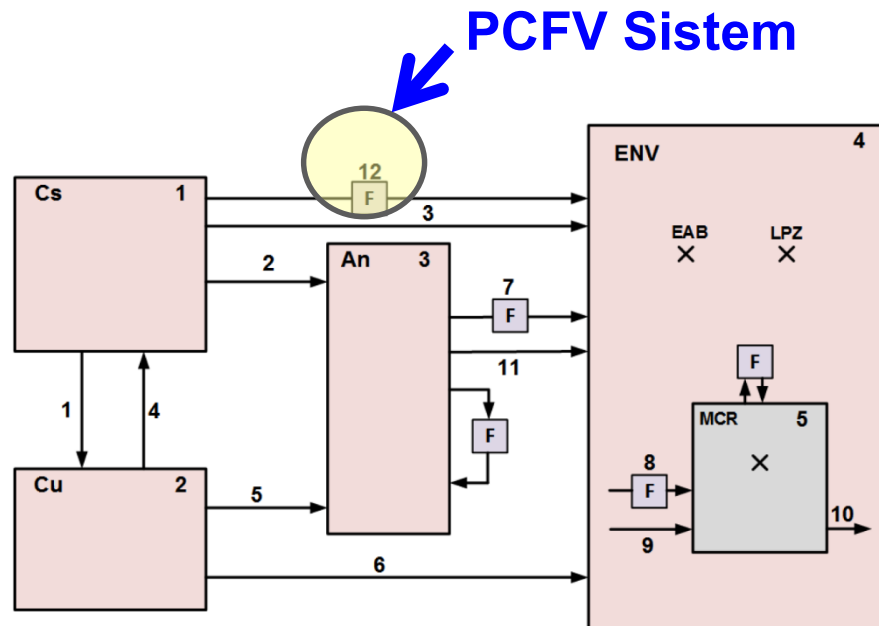
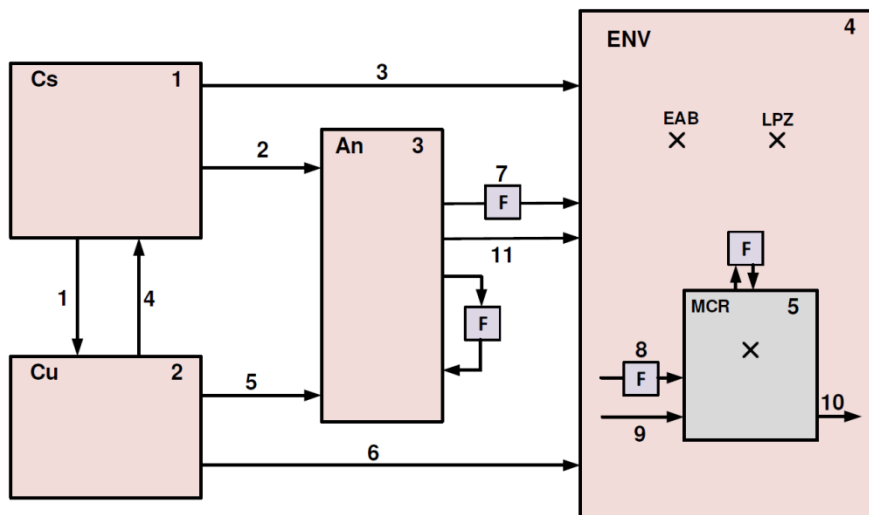
Ispuštanje radioaktivnosti iz goriva modelirano je prema preporukama iz NUREG-1465 (Accident Source Term). Različiti udjeli ispuštanja iz goriva su korišteni za projektnu nesreću (LBLOCA) i za tešku nesreću (SBO sekvenca).

Izbor reprezentativne nesreće

Model elektrane korišten u programu RADTRAD

Projektna nesreća (LOCA)

Van projektna nesreća (DEC-B)



Key to RADTRAD model abbreviations:

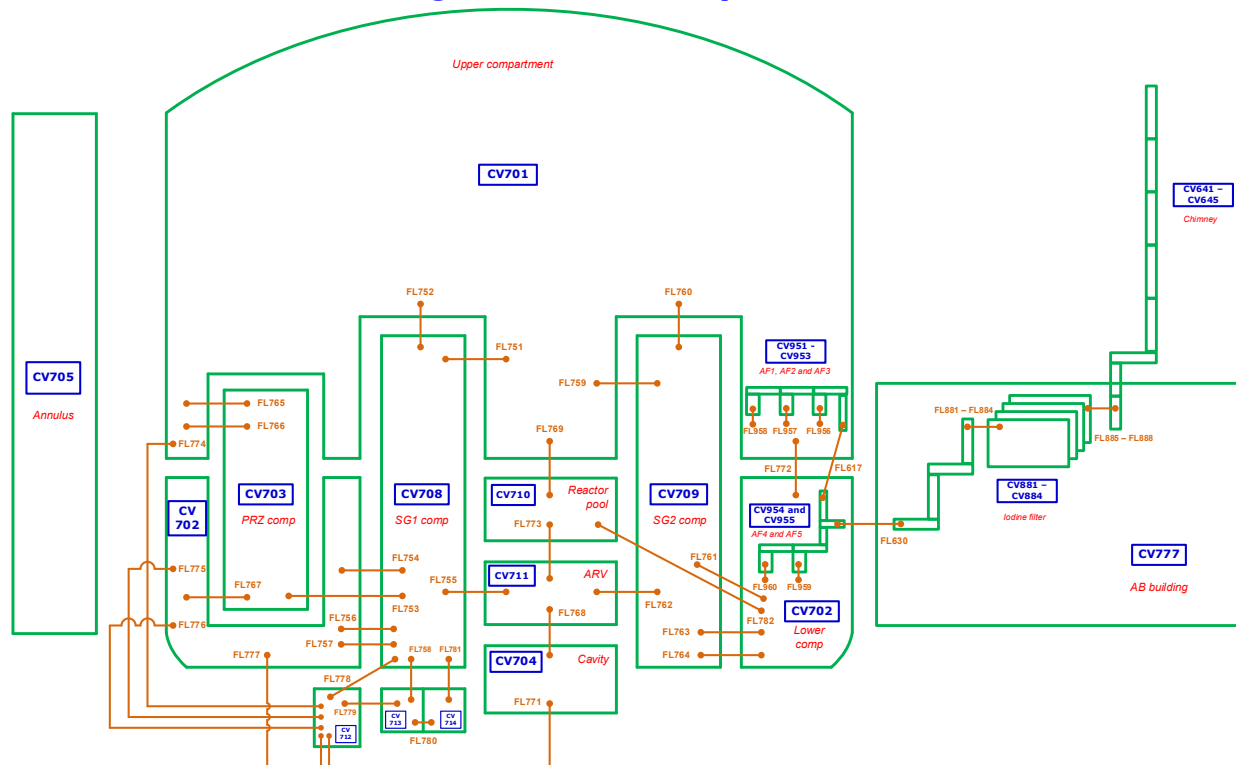
Cs.....sprayed part of the containment volume
Cu.....unsprayed part of the containment volume
An.....annulus
ENV.....environment

F.....filter
EAB.....exclusion zone
LPZ.....precautionary action zone
MCR.....main control room

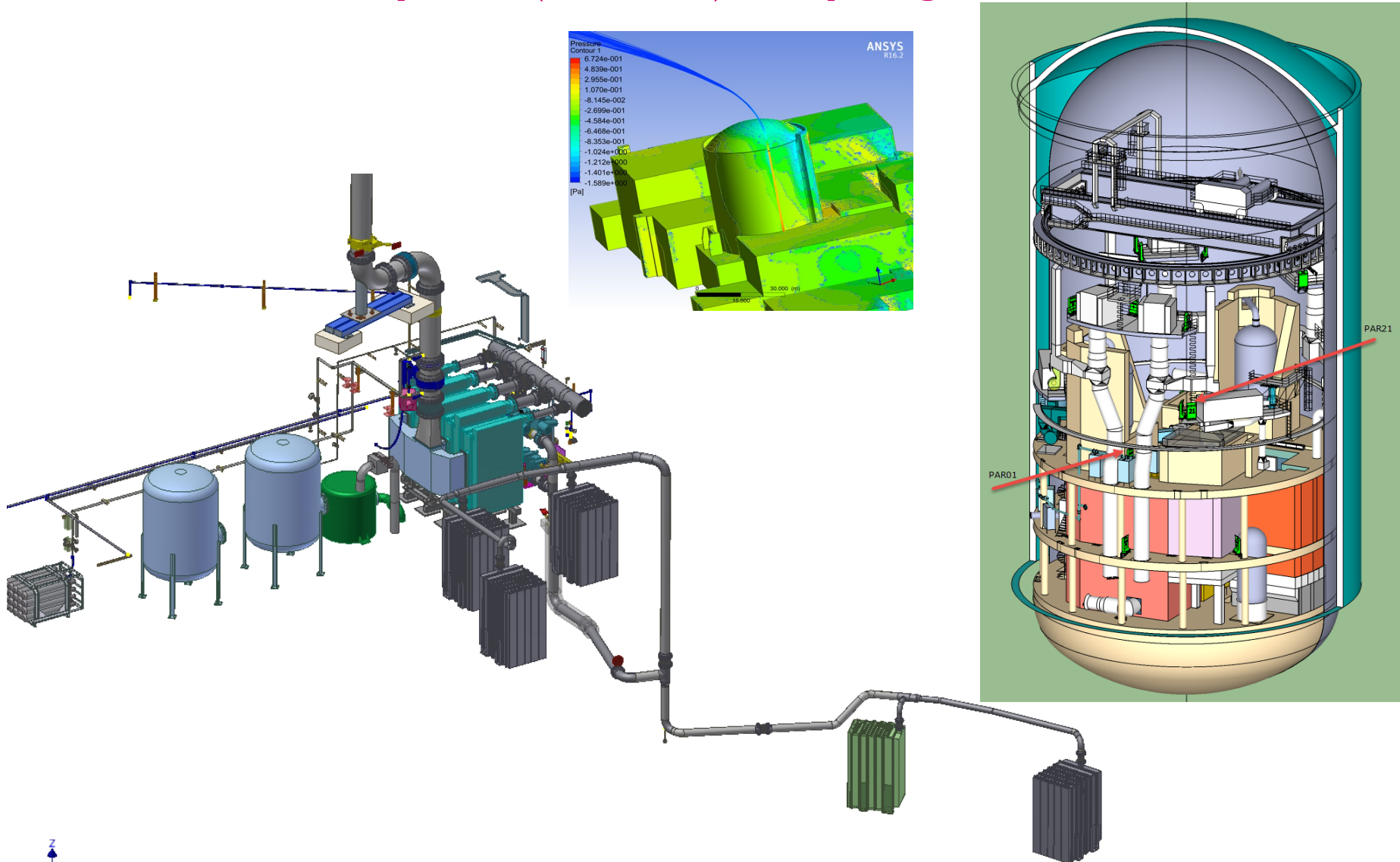
Model zaštitne zgrade NEK i pasivnog sustava za filtrirani ispust (PCFVS) za program MELCOR

Termohidraulički podaci potrebni za BDBA radiološki ispust izračunati programom MELCOR:

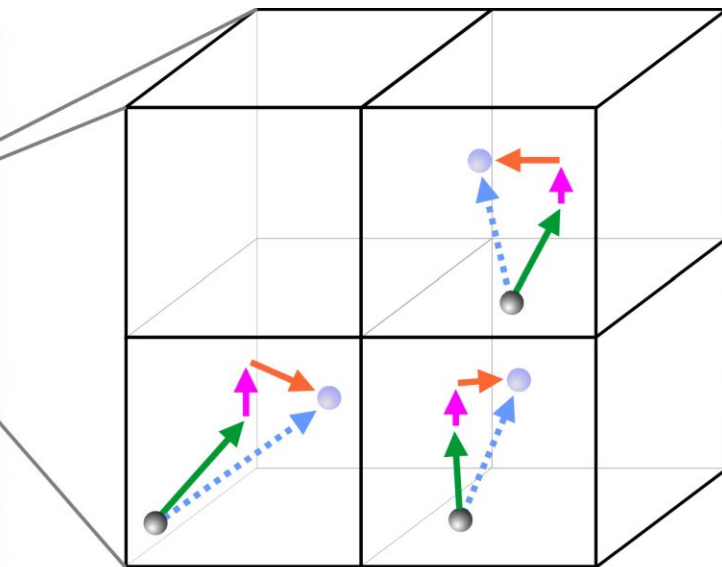
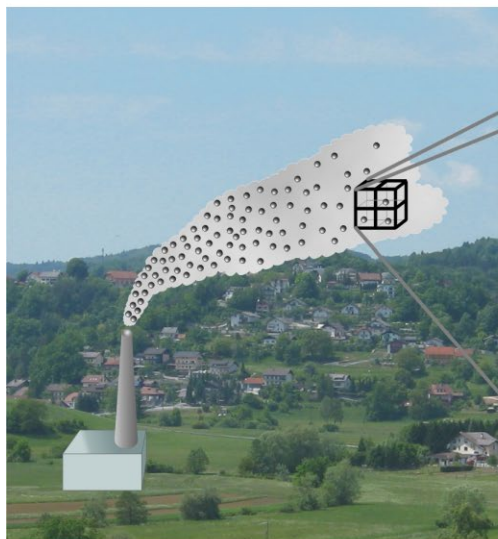
- Vrijeme otvaranja/aktivacije PCFV sustava,
- Trajanje ispusta i volumni protok kroz pasivne filtere,
- Curenje iz čelične zaštitne zgrade i međuprostora.



Model zaštitne zgrade NEK i pasivnog sustava za filtrirani ispust (PCFVS) za program MELCOR



Modeli atmosfenske disperzije za kompleksni teren



→ turbulence

→ buoyancy

● particle - old location

Numerički model za predikciju vremena WRF

- WRF verzija: 4.2.1,
- velika domena (vanjska):
89 ćelija x 89 ćelija horizontalno,
ćelija je kvadrat dimenzija 12 km x 12 km,
- mala domena (unutrašnja):
85 ćelija x 85 ćelija horizontalno,
ćelija je kvadrat dimenzija 4 km x 4 km,
- žuti krug označen brojem 2 je centar unutrašnje domene
- vremenska rezolucija pola sata,
- vertikalni slojevi: tip = ETA, broj slojeva je 45.



Dva načina proračuna doza: X/Q relativne koncentracije (AriaIndustry) ili direktno koncentracije radionuklida (RODOS)

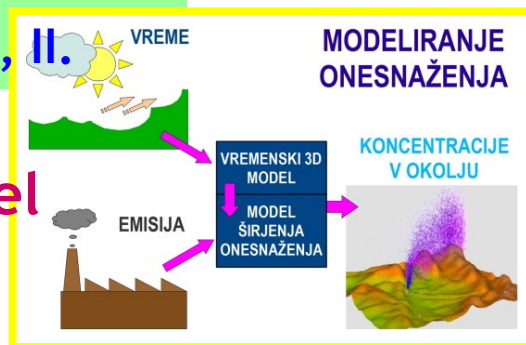
AriaIndustry

- WRF meteorologija, MEIS
- Svibanj 2020
- 200 km x 200 km
- Model za atmosfersku disperziju **SPRAY**, univerzalni
- Spray i WRF validirani u Sloveniji
 - SODAR, RASS
 - tracer eksperiment Šoštanj'91
 - MEIS, IAEA MODARIA I., II.

- koristi RADTRAD model za računanje doza

JRODOS (EU KIT)

- meteorologija, 2016 i 2020 DHMZ, Zagreb
- 400 km x 400 km
- Modeli za atmosfersku disperziju DIPCOT ili LASAT
- **RODOS je korišten** u više EU država
 - Namijenjen direktnom računanju doza
 - Koristi se za planiranje postupanja tijekom nuklearnih nesreća



WRF, AriaIndustry i SPRAY

Povezivanje EIA proračuna i validirane inicijalizacije modela

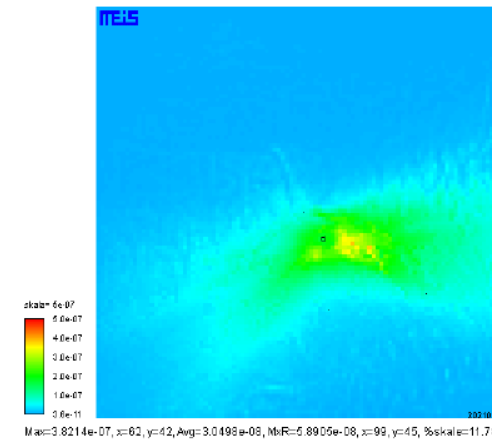
- Osnovne postavke:
 - 25 km x 25 km
 - validirano Šoštanj'91
- Mjerena meteorologija
- WRF prognoza vremena

	DIAGNOSIS	PROGNOSIS
25 X 25	meteorological measurements EIS NEK 25 km x 25 km reference modeling system NEK	WRF weather prognosis 25 km x 25 km
200 X 200	meteorological measurements EIS NEK 200 km x 200 km	WRF weather reanalysis 200 km x 200 km final result

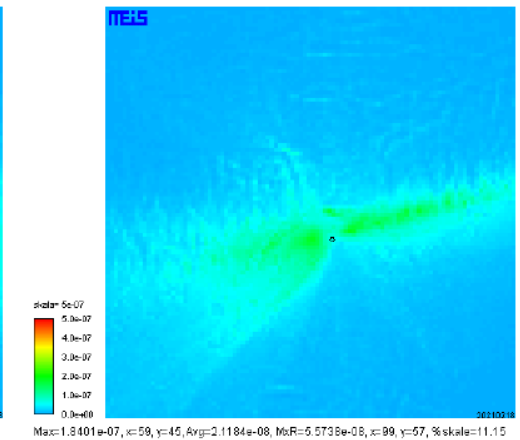
Primary results - monthly average for May 2020 for X/Q for NEK from 25k x 25km to 200 km x 200 km:

Three sources were considered: the plant vent, ground releases and releases from the PCFVS chimney:

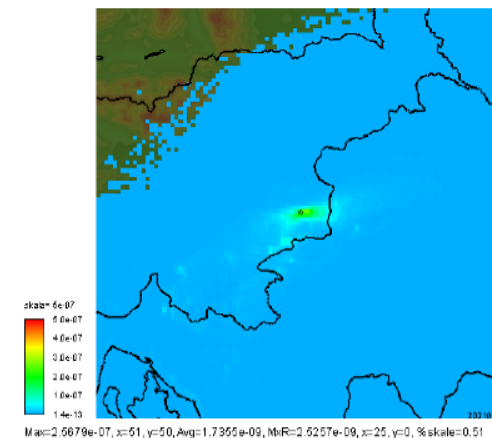
01-05-20, 00:00, Plant vent., Mesečni, X/Q, Povp.
Modeli (online) -> Slovenija -> Krško NEK -> Plant vent.



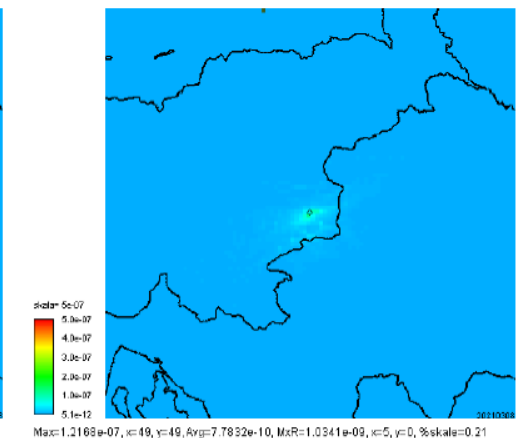
01-05-20, 00:00, Plant vent., Mesečni, X/Q, Povp.
Modeli (online) -> Slovenija -> MNEK25P01 -> Plant vent.



01-05-20, 00:00, Plant vent., Mesečni, X/Q, Povp.
Modeli -> Rnd -> MNEKD200 -> Plant vent.



01-05-20, 00:00, Plant vent., Mesečni, X/Q, Povp.
Modeli -> Rnd -> MNEKP200 -> Plant vent.



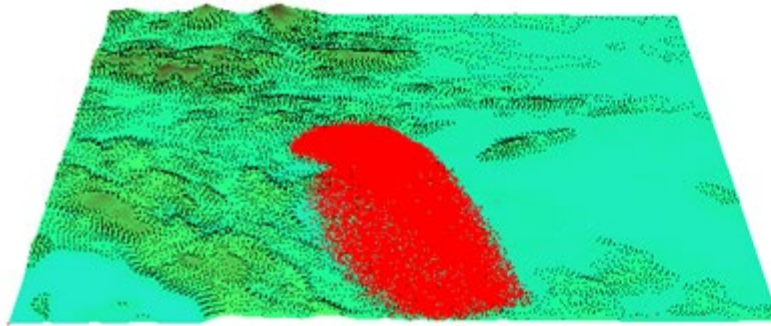
Statistička obrada (95th percentili)

KONCENTRACIJE RADIONUKLIDA ZA POLU-SATNE INTERVALE

3D

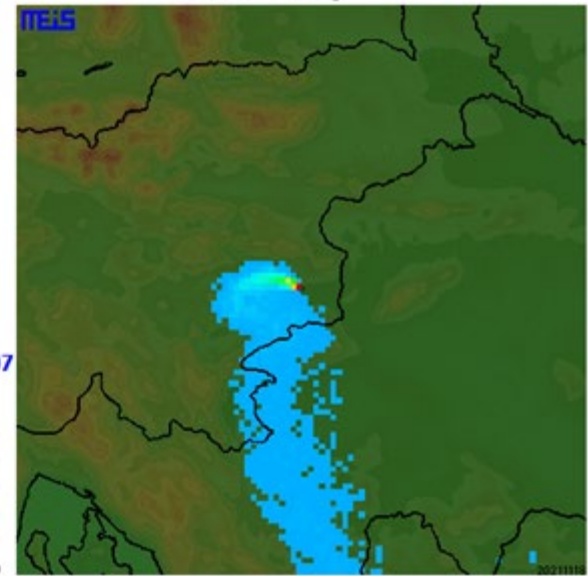
Prizemni sloj

23.05.
2020
12:30
UTC+01



23.05.
2020
12:30
UTC+01

Max=
4.865e-07
[s/m3]
skala= 5e-07
5.0e-07
4.0e-07
3.0e-07
2.0e-07
1.0e-07
0.0e+00



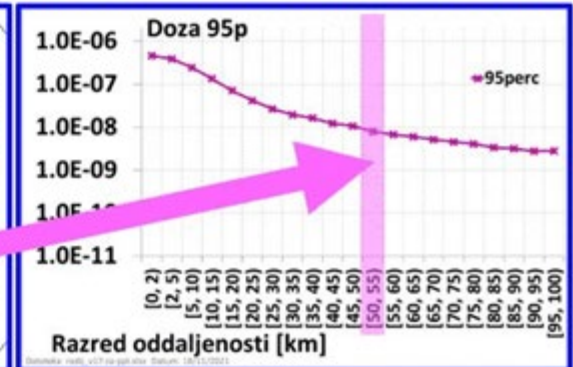
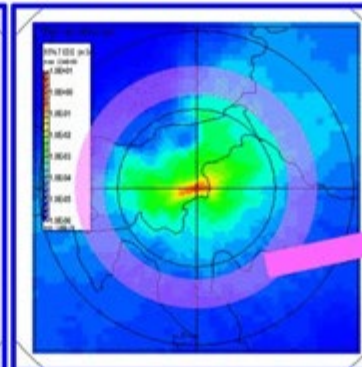
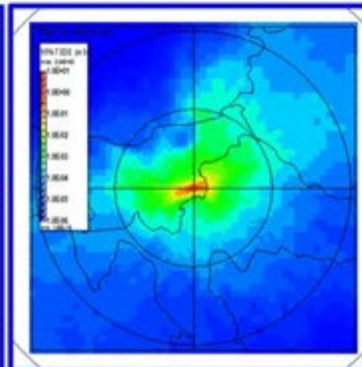
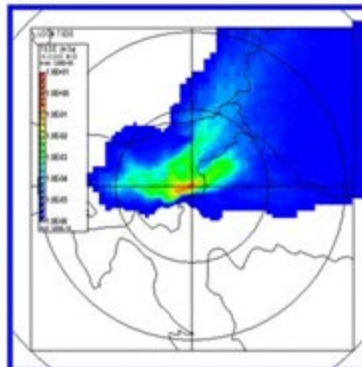
Max=4.8653e-07, x=49, y=50, Avg=4.6170e-10, MrR=3.5441e-09, x=56, y=0, %skala=0.71

DOSE ZA JEDAN ISPUST

95th PERCENTIL SVIH
ANALIZIRANIH ISPUSTA

ZA SVAKU UDALJENOST
95th PROSTORNI PERCENTIL

GRAF 95th PERCENTILA DOZE
OVISNO O UDALJENOSTI OD NEK



Prekogranični utjecaj u slučaju izvanrednog događaja – nesreće u NEK

30-dnevne efektivne i doze na štitnjaču AriaIndustry - Spray - RADTRAD

Projektna nesreća
(LOCA)

Van projektna nesreća
(DEC-B)

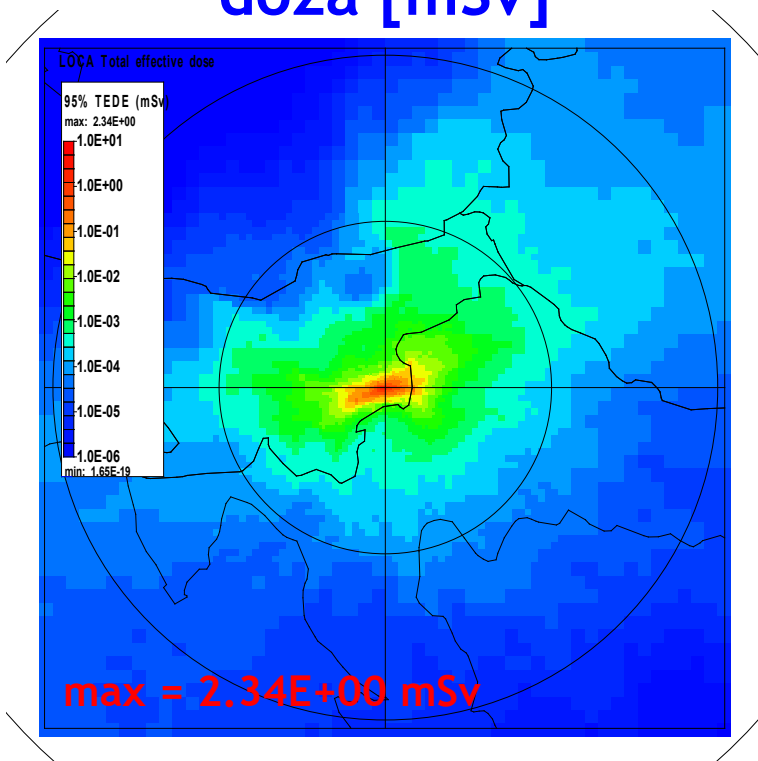
Distance (km)	TEDE - LOCA (mSv)	Thyroid - LOCA (mSv)	City	TEDE - DEC-B (mSv)	Thyroid - DEC-B (mSv)
3	7.01E-02	9.79E-01	Krško	2.36E+00	1.35E+01
10	3.61E-02	5.29E-01	closest border with Croatia	1.16E+00	7.44E+00
15	1.94E-02	2.83E-01		5.86E-01	3.80E+00
20	1.14E-02	1.64E-01		3.64E-01	2.18E+00
25	7.20E-03	1.04E-01		2.27E-01	1.40E+00
30	4.43E-03	6.42E-02	Novo mesto	1.45E-01	8.56E-01
35	3.62E-03	5.20E-02	Zagreb (HR)	1.09E-01	6.85E-01
40	3.26E-03	4.71E-02	Celje	1.04E-01	6.19E-01
45	2.02E-03	2.93E-02		6.19E-02	3.71E-01
50	1.84E-03	2.67E-02	Karlovac (HR)	5.62E-02	3.46E-01
55	1.33E-03	1.93E-02		4.15E-02	2.55E-01
60	1.22E-03	1.77E-02	Kočevje	4.04E-02	2.44E-01
65	9.92E-04	1.44E-02		3.03E-02	1.88E-01
70	8.43E-04	1.23E-02	Maribor	2.63E-02	1.59E-01
75	7.84E-04	1.13E-02	Varaždin (HR), closest border with Austria	2.45E-02	1.46E-01
80	6.95E-04	1.00E-02	Ljubljana	2.22E-02	1.29E-01
85	5.63E-04	8.16E-03	Sisak (HR)	1.74E-02	1.02E-01
90	4.95E-04	7.20E-03		1.55E-02	9.08E-02
95	4.22E-04	6.12E-03	Kranj, Murska Sobota, Lipnica/Leibniz (A)	1.29E-02	7.65E-02
100	3.99E-04	5.81E-03	Postojna, closest border with Hungary	1.26E-02	7.39E-02

95th percentilne X/Q vrijednosti za mjesec svibanj 2020 i onda 95th percentilne prostorne vrijednosti za izabrane udaljenosti od NEK

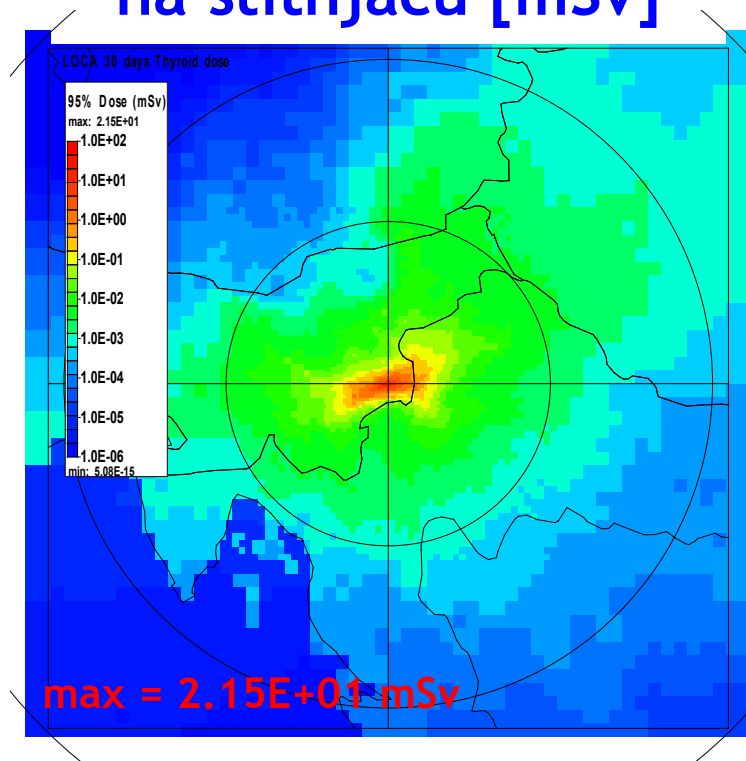
Prekogranični utjecaj u slučaju izvanrednog događaja – nesreće u NEK

Projektna nesreća (LOCA) JRODOS, DIPCOT, godina 2020

Efektivna 30-dnevna
doza [mSv]



30-dnevna doza
na štitnjaču [mSv]



95th percentilne vrijednosti doze za analizirane meteorološke scenarije za udaljenosti do 200 km od NEK

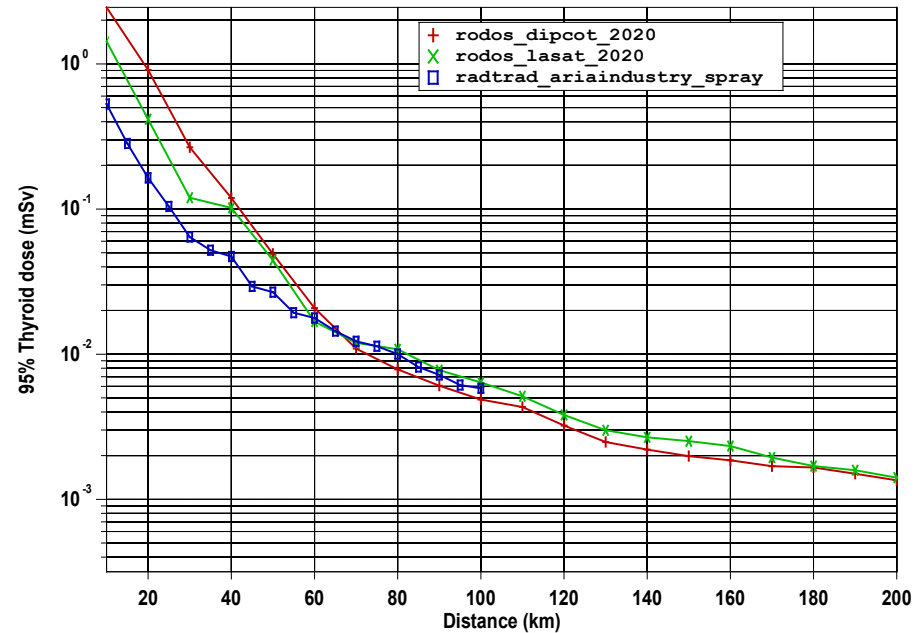
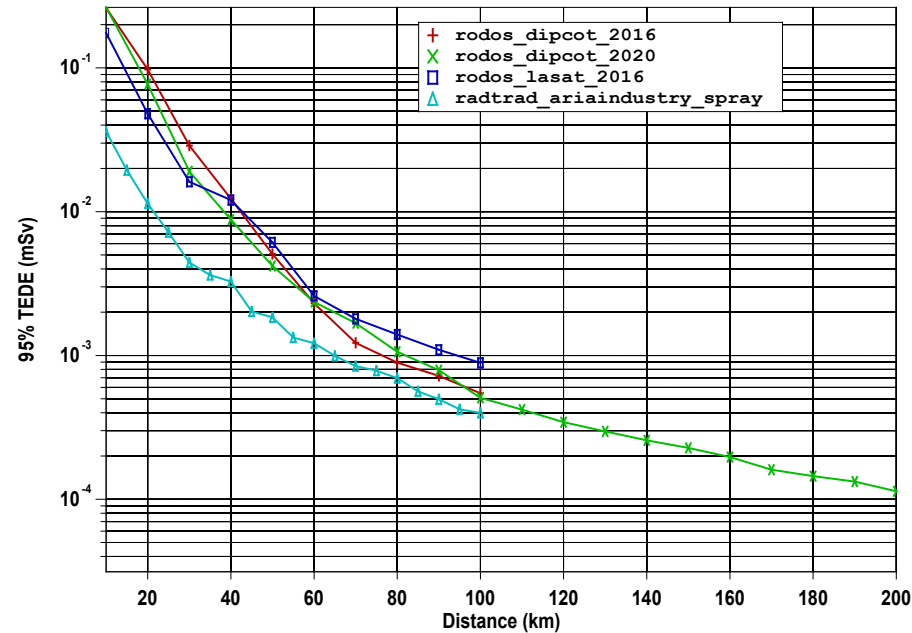
Projektna nesreća (LOCA)

Efektivna 30-dnevna
doza [mSv]

30-dnevna doza
na štitnjaču [mSv]

NEK DBLOCA

NEK DBLOCA



95th percentilne vrijednosti za razmatrane vremenske sekvence i
95th percentilne vrijednosti za izabrane udaljenosti od NEK

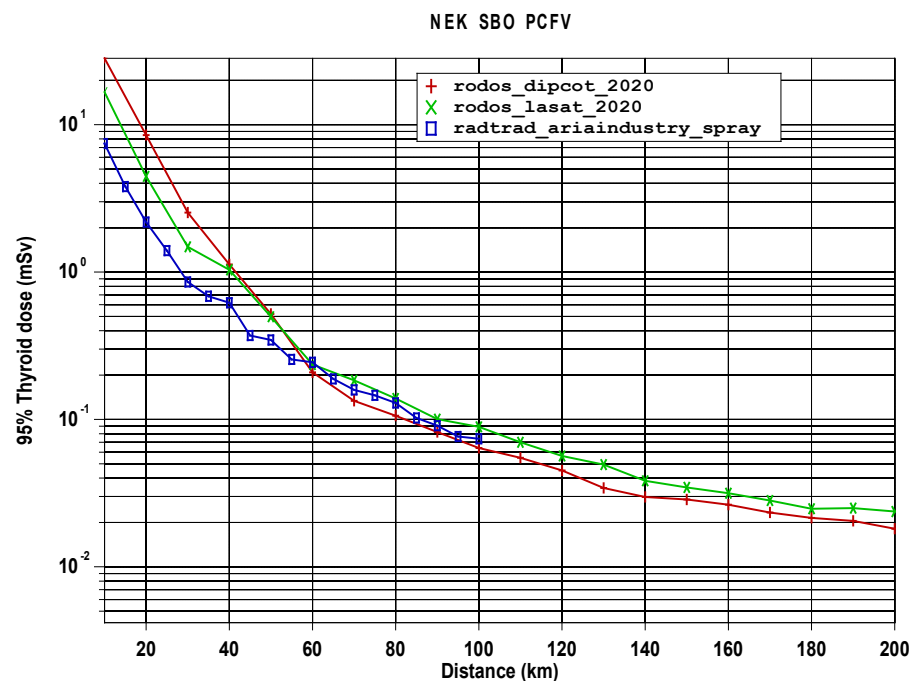
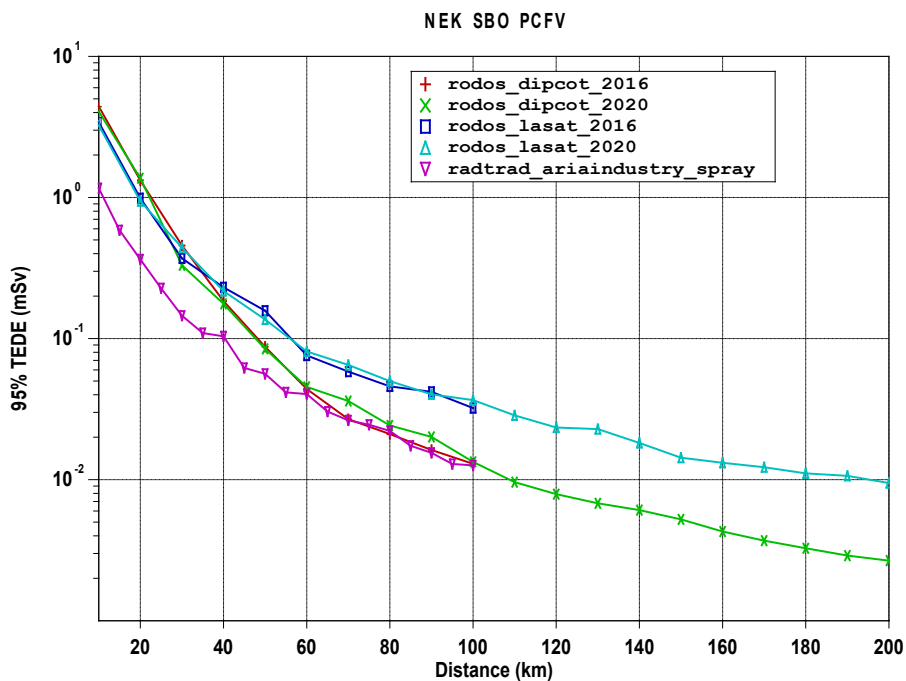
Usporedba proračuna programom RADTRAD - ArialIndustry (Spray) svibanj 2020
i JRODOS (DIPCOT i LASAT) za godine 2016 i 2020 (lijevo),
RADTRAD svibanj 2020 i JRODOS (DIPCOT i LASAT) za godinu 2020 (desno)

Prekogranični utjecaj u slučaju izvanrednog događaja – nesreće u NEK

Van projektna nesreća (DEC-B)

Efektivna 30-dnevna
doza [mSv]

30-dnevna doza
na štitnjaču [mSv]



95th percentilne vrijednosti za razmatrane vremenske sekvence i
95th percentilne vrijednosti za izabrane udaljenosti od NEK

Usporedba proračuna programom RADTRAD - AriaIndustry (Spray) svibanj 2020
i JRODOS (DIPCOT and LASAT) za godine 2016 i 2020 (lijevo),
RADTRAD svibanj 2020 i JRODOS (DIPCOT i LASAT) za godinu 2020 (desno)

Prekogranični utjecaj u slučaju izvanrednog događaja – nesreće u NEK

Prihvatljive doze zračenja 1

Opće prihvaćen stav je da **dopuštene doze** umjetnog zračenja za opću populaciju trebaju biti **frakcija prirodnog pozadinskog zračenja**.

Osnovne postavke principa zaštite ljudi i okoliša od štetnog djelovanja radioaktivnog zračenja definirane su od strane International Commission on Radiological Protection (ICRP publication 103-2007)

Tipične vrijednosti korištene u definiranju ograničenja i referentnih razina u terminima ukupne efektivne doze su:

- 20-100 mSv yr⁻¹. **Referentna razina** za evakuaciju u slučaju izvanrednog događaja i za dopuštene profesionalne doze tijekom provođenja zaštitnih akcija.
- 1-20 mSv yr⁻¹. **Ograničenja** definirana za profesionalce.
- < 1 mSv yr⁻¹. **Ograničenja** definirana za normalnu populaciju za planirano izlaganje.

EIA uzima u obzir i planirano izlaganje (normalni pogon) i akcidentno izlaganje zračenju opće populacije pri čemu je zaštita osigurana poštivanjem ograničenja/referentnih razina doze.

Prihvatljive doze zračenja 2

EIA rezultati: okolina elektrane, srednje i velike udaljenosti

Kriteriji ocjene radiološkog utjecaja na okoliš:

Izračunate i/ili izmjerene doze od normalnog pogona usporediti s graničnom dozom (1 mSv/yr).

Izračunate akcidentne doze (korišteni DCF iz ICRP 103 i FGR11/12) za izlaganje tijekom izvanredne situacije (7 dana, 30 dana ili cjeloživotna doza) usporediti s općim kriterijima za provođenje zaštitnih akcija:

- Ekvivaletna projicirana 7-dnevna doza za štitnjaču za primjenu zaštitnih akcija je 50 mSv
- Ukupna efektivna projicirana doza iznad 100 mSv/yr zahtijeva rane opće zaštitne mjere
- Površinska kontaminacija pretpostavljena za beta i gama aktivnost iznad 4 kBq/m²

Za izračunate 30-dnevne efektivne doze na većim udaljenostima (male doze) dva kriterija su korištena kao mjera akcidentnog izlaganja/radiološkog utjecaja:

- Granične doze za **planirano izlaganje opće populacije** od 1 mSv/yr,
- **Doze prirodnog pozadinskog zračenja** (za pojedinu zemlju ili prosječna).

Zaključci

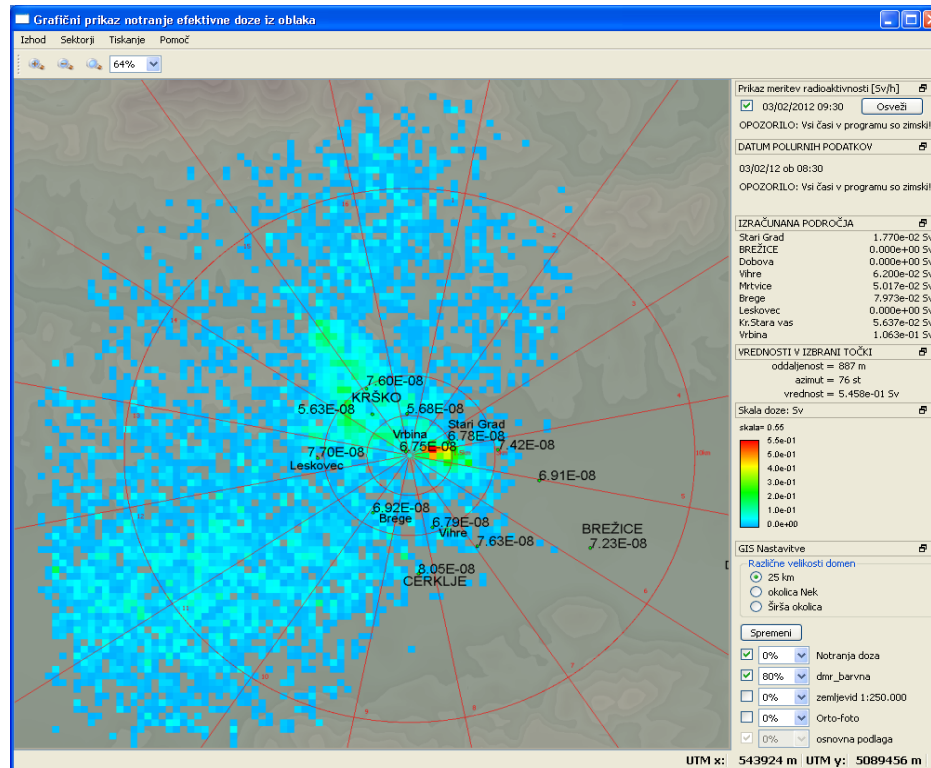
- Radiološki utjecaj NE Krško za vrijeme normalnog pogona je zanemarljiv
- Radiološke posljedice nuklearnih nesreća su općenito male:
 - doze od projektnih nesreća su unutar vrijednosti predviđenih pogonskom dozvolom
 - Doze od referentne teške nesreće (uključuje taljenje jezgre) su red veličine veće od doza za projektne nesreće:
 - 30-dnevna doza za štitnjaču na 3 km od NEK (13,5 mSv) je ispod limita za primjenu jodne profilakse (50 mSv za 7 dana)
 - 30-dnevna efektivna doza (TEDE) na 10 km je manja od godišnje doze prirodnog zračenja u Sloveniji (4,79 mSv) i Hrvatskoj (3,73 mSv)
 - 30-dnevna efektivna doza (TEDE) je za udaljenosti veće od 50 km manja od dopuštene planirane godišnje doze za generalnu populaciju (1 mSv/yr) svedene na isti vremenski period
 - 30-dnevna efektivna doza (TEDE) za udaljenosti veće od 70 km od NEK je zanemarljiva u usporedbi s dozom od prirodnog pozadinskog zračenja
 - 30-dnevna TEDE na granici Austrije (95 km, Leibnitz), 0.0129 mSv, je približno 4% od doze prirodnog zračenja u istom periodu
 - Kao podsjetnik: srednja godišnja svjetska doza prirodnog zračenja je 2,4 mSv (At 3,86 mSv; Hr 3,73 mSv; Hu 3,54 mSv; It 4,02 mSv; Si 4,79 mSv)

Monitoring - sustav za rano upozoravanje za vrijeme normalnog pogona i u slučaju nuklearne nesreće

Monitoring se sastoji od nadzora emisija i stanja u okolišu.

Nadzor emisija:

- aktivnost radionuklida ispuštenih iz NEK,
- korištenjem programskog sustava DOZE.



Prekogranični utjecaj u slučaju izvanrednog događaja – nesreće u NEK

Monitoring - sustav za rano upozoravanje za vrijeme normalnog pogona i u slučaju nuklearne nesreće

Okolišni monitoring

Automatski monitoring radioaktivnosti u okolišu je sastavljen od:

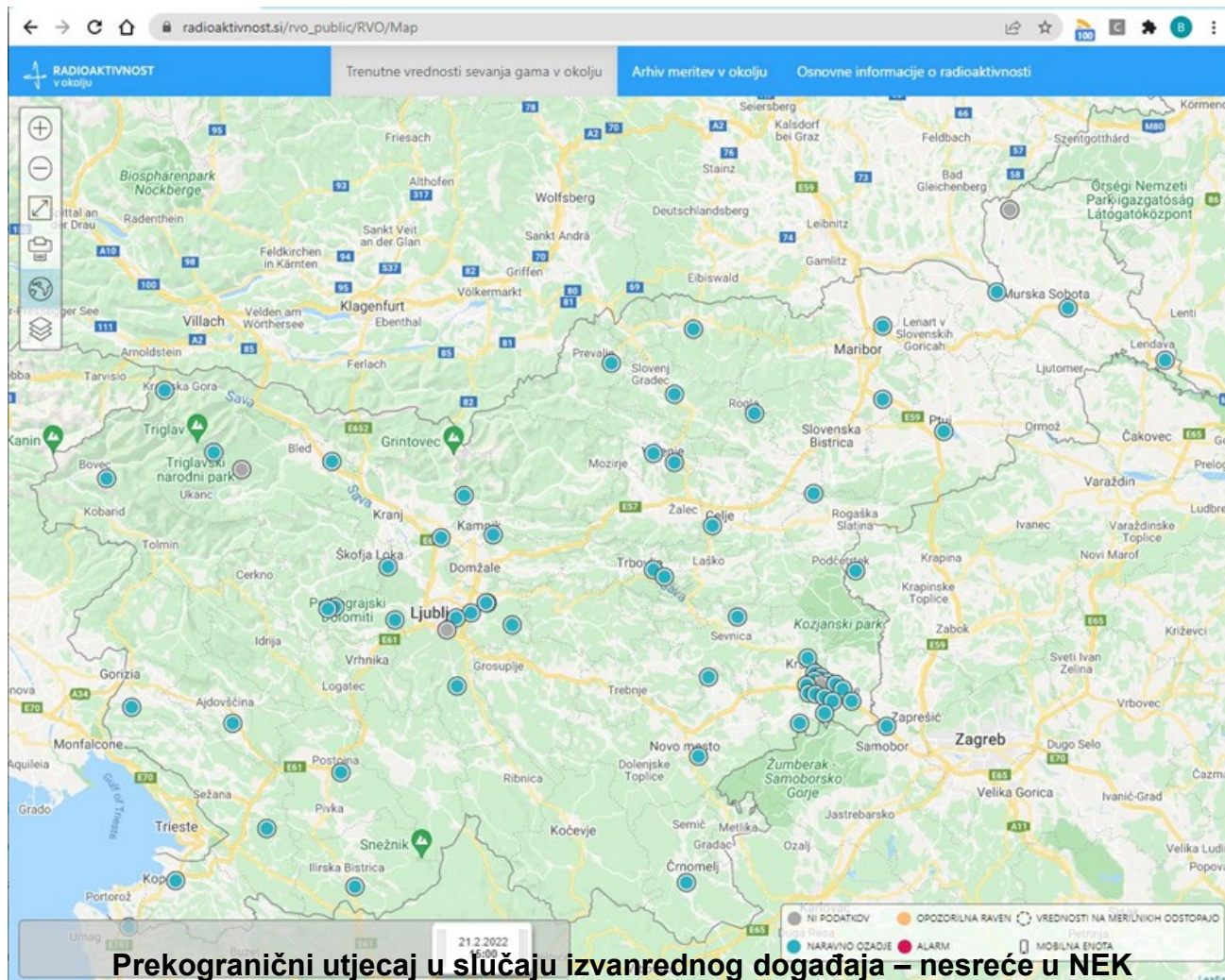
- NEK automatski monitoring radioaktivnosti u okolišu:
 - Prsten neovisnih senzora **brzine gama doze** u regiji Krško,
 - 4 senzora za mjerenje **brzine gama doze** na meteorološkim postajama oko NEK,
 - Senzori **brzine gama doze** na ogradi NEK.
- SUSTAV ZA RANO UPOZORAVANJE Slovenije
 - SNSA (URSJV) automatski nadzor **brzine gama doze** širom Slovenije (70 lokacija)
 - SNSA (URSJV) automatski **aerosolni spektrometri** (NPP Krško, Drnovo, Ljubljana)
 - SNSA (URSJV) automatski **depozicijski spektrometri** (Drnovo, Ljubljana)



Monitoring - sustav za rano upozoravanje za vrijeme normalnog pogona i u slučaju nuklearne nesreće

Okolišni monitoring

- NEK mjereni podaci se automatski prikazuju na URSJV web stranici i prenose u europski EURDEP sistem nakon čega su javno dostupni na njihovoj web stranici.

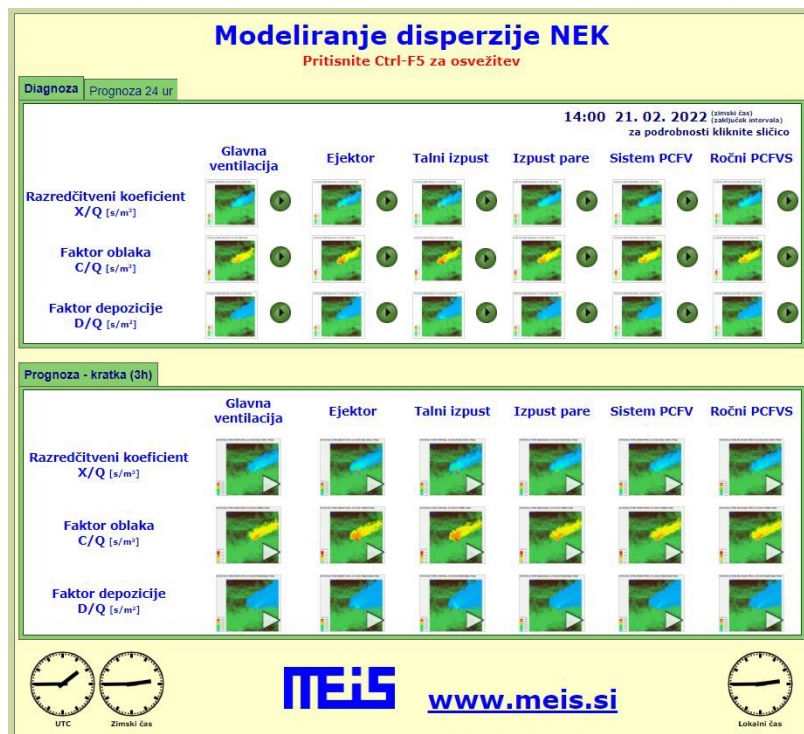


Monitoring - sustav za rano upozoravanje za vrijeme normalnog pogona i u slučaju nuklearne nesreće

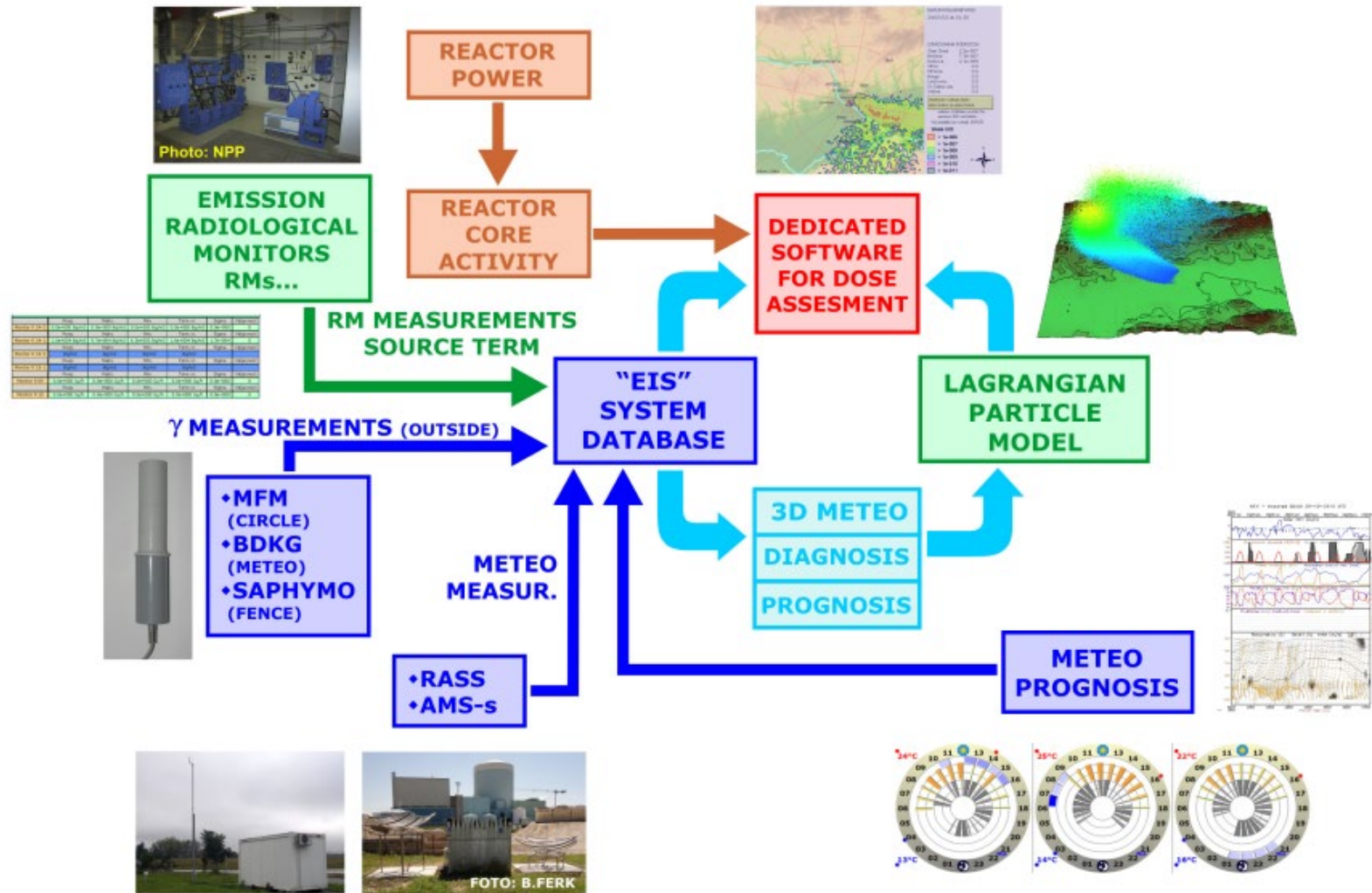
- Automatski nadzor meteoroloških varijabli
- Namjensko 7-dnevno predviđanje vremenskih uvjeta i disperzije
- Sustav za automatsku pripremu podataka i procjenu doza na populaciju »DOZE« (Programski paket)

Programski paket DOZE:

Sustav je korišten i za: ocjenu normalnih ispusta.



Sustav za potporu u odlučivanju



MLAKAR, Primož, BOŽNAR, Marija Zlata, GRAŠIČ, Boštjan, BREZNIK, Borut

Integrated system for population dose calculation and decision making on protection measures in case of an accident with air emissions in a nuclear power plant

Science of the total environment

2019, vol. 666, str. 786-800. ISSN 0048-9697. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.02.309

Prekogrančni utjecaj u slučaju izvanrednog događaja – nesreće u NEK

Programski paket "DOZE"

Izračun doz: ON LINE

Izhod IZRAČUN DOZ Reset Informacija Pomoč

07:43:32 14/11/2011

OGLED AKTIVNOSTI SREDICE
 GLAVNI VHODNI PODATKI PO SKUPINAH: -----
 STOPNJA POŠKODBE ? stanje reaktorja
 IZPUST: KJE, KDAJ, KAKO ? poti izpusta
 IZPUST: KAJ, KOLIKO ? radionuklidi za v okolje
 METEOROLOGIJA ? MERITVE IN VRSTA MODELA ?
 PREGLED REZULTATOV: -----
 REZULTAT = doze prebivalstva

POT IZPUSTA IZ ELEKTRARNE V OKOLICO
 in PREDVIDEN ČAS, DELEŽ IN NAČIN IZPUSTA
 vrni sel
 Podroben pregled zgodovine modeliranja X/Q
 vrni sel

ali POSTOPEK: ODCITKI RM09 & RM10... - ZA % POŠKODBE DOLOČITE VREDNOSTI!

Izhod Določí % poškodbe

**Odcitki termoclenov in radioloških monitorjev
 VPIŠITE ODCITKE in ČAS MERITVE!
 nadaljujte v podmenuju "Določí %"**

R-10 [Gy/h] **R-09 [Gy/h]**

1E-3 1E-1 1E+1 1E+3 1E+5

2.11E-2

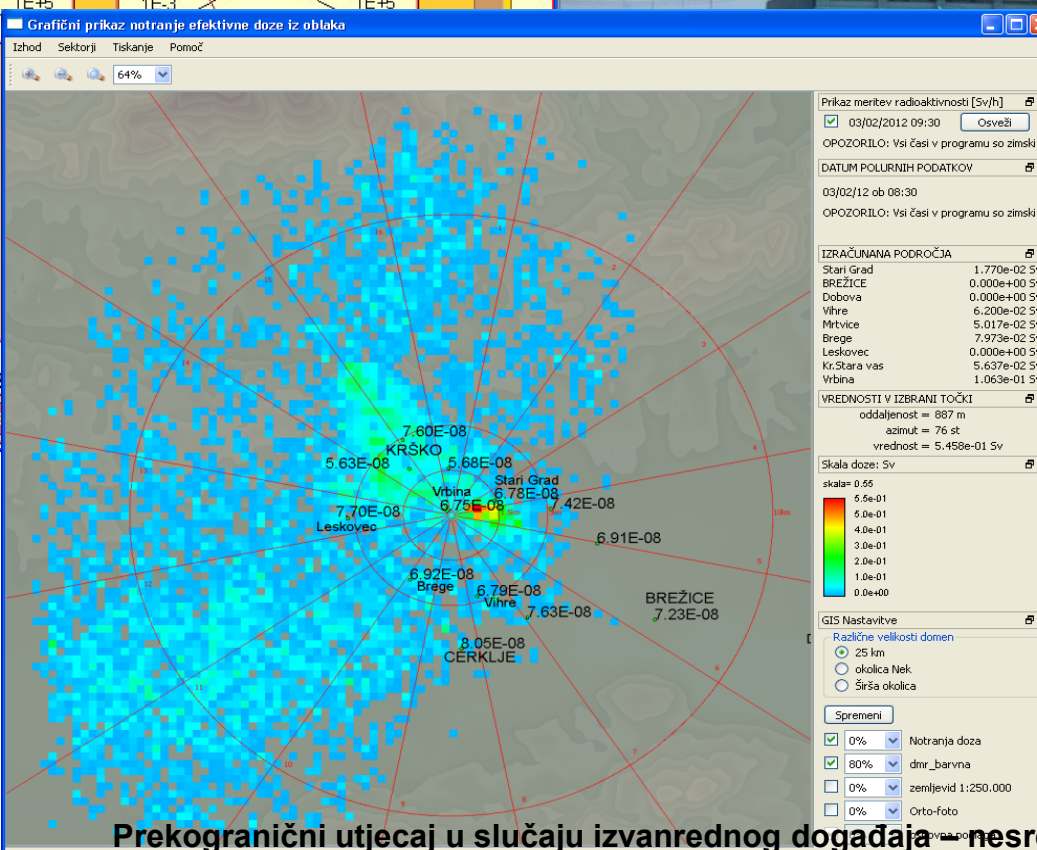
TEMPERATURA [°C]

1500 1000 500 0

338

10:00
 29/09/2011

Čas meritve



čitnice dni (Sv)	ef. doza 2 dni (Sv)	ef. doza 7 dni (Sv)	ef. doza 30 dni (Sv)	d.ščitnice 2 dni (Sv)	ef. doza 2 dni (Sv)
1.5 km	1.48e-02	1.48e-02	1.48e-02	9.23e-04	4.34e-03
2e-03	9.77e-03	9.77e-03	9.77e-03	6.06e-04	3.84e-03
4e-01	9.98e-03	9.98e-03	9.98e-03	6.17e-04	3.38e-03
9e-01	2.31e-01	2.31e-01	2.31e-01	1.44e-02	8.15e-04
0e-01	5.51e-01	5.51e-01	5.51e-01	3.43e-02	1.67e-02
3e-03	2.73e-01	2.73e-01	2.73e-01	1.70e-02	8.28e-02
1e-01	3.05e-02	3.05e-02	3.05e-02	1.89e-03	3.60e-02
8e-04	1.04e-02	1.04e-02	1.04e-02	6.43e-04	6.54e-03
4e-04	7.32e-03	7.32e-03	7.32e-03	4.55e-04	6.98e-03
0e-04	6.64e-03	6.64e-03	6.64e-03	4.13e-04	6.54e-03
5e-04	4.29e-03	4.29e-03	4.29e-03	2.66e-04	6.30e-03
1e-04	2.71e-03	2.71e-03	2.71e-03	1.68e-04	5.29e-03
2e-04	7.46e-03	7.46e-03	7.46e-03	4.62e-04	3.18e-03
0e-03	1.45e-02	1.45e-02	1.45e-02	9.01e-04	8.74e-03
3e-04	1.59e-02	1.59e-02	1.59e-02	9.89e-04	1.70e-02
0e-04	1.71e-02	1.71e-02	1.71e-02	1.07e-03	1.27e-02

Prekogranični utjecaj u slučaju izvanrednog događaja nesreće u NEK

Dvije ocjene OSART misije

OSART je:

- je u izvještaju za 2003 godinu opisao sustav kao primjer **dobre prakse /209/**,
- je 2017 ocijenio sustav s dodanom **prognozom atmosferske disperzije** kao primjer **dobre izvedbe /210/**

/209/ International Atomic Energy Agency, 2003. Draft report of the OSART (Operational Safety Review Team) mission to the Krško nuclear power plant Slovenia 20 October to 6 November 2003. Vienna, Austria. <http://ursjv.arhivspletisc.gov.si/fileadmin/ujv.gov.si/pageuploads/si/Porocila/PorocilaEU/KrskoMissionReportSLO9011.doc> 6.9.2021 08:30

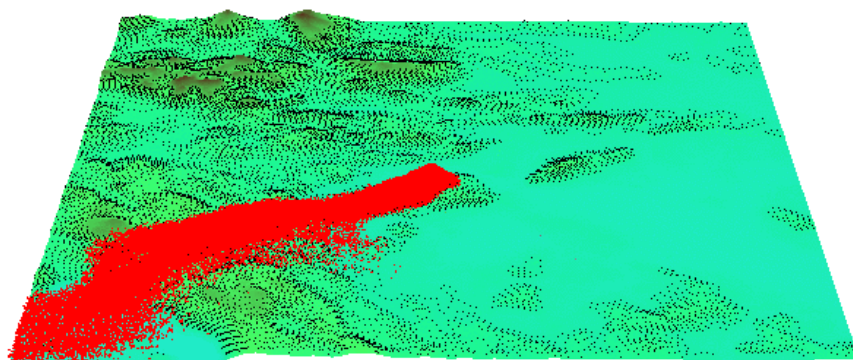
/210/ International Atomic Energy Agency, 2017b. Report of the Operational Safety Review Team (OSART) mission to the Krško nuclear power plant Slovenia 15 May to 1 June 2017. Vienna, Austria. http://ursjv.arhivspletisc.gov.si/fileadmin/ujv.gov.si/pageuploads/Report_OSART_Mission_Krsko_NPP.pdf 6.9.2021 08:30

3D animacija atmosferske disperzije i prizemne relativne koncentracije X/Q AriaIndustry (Spray)

X/Q - relativne koncentracije

Modeli -> RnD -> MNEKP200 -> Plant vent.
1/2-urni, 3D, Slika

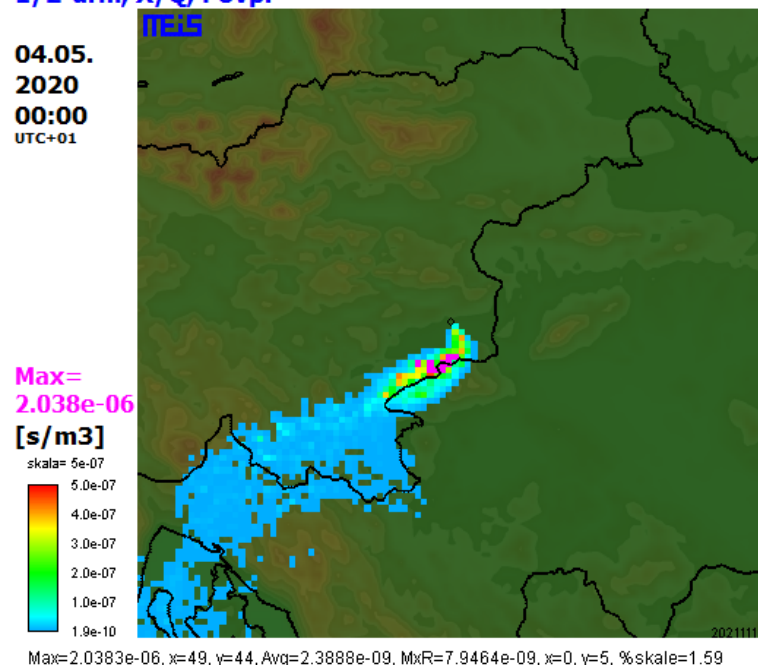
04.05.
2020
00:00
UTC+01



3D

Modeli -> RnD -> MNEKP200 -> Plant vent.
1/2-urni, X/Q, Povp.

04.05.
2020
00:00
UTC+01



Prizemni sloj

Animacija 30-dnevne ukupne efektivne doze RODOS (slučaj 31.12.2020 19:00)

LOCA

SBO

