

Hrvoje Grganić, dipl.ing.
mentor: prof. dr. sc. Davor Grgić,
Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva

1. Uvod

Elektromagnetska kompatibilnost (EMC) podrazumijeva dvije stvari:

- Oprema ne smije biti osjetljiva na elektromagnetske smetnje koje karakteriziraju njenu lokaciju ugradnje
- Ista oprema ne smije uzrokovati smetnje u radu opreme u svojoj blizini

Nuklearne elektrane karakterizira par specifičnosti po pitanju EMC-a:

- Velik broj opreme čije je pravilno djelovanje bitno za **nuklearnu sigurnost**
- EM okoliš** u elektrani je u pravilu vrlo **raznolik**
- Velik broj osjetljivih instrumentacijskih i upravljačkih sustava**
- Zamjena **originalnih analognih sistema s digitalnim**, koji posjeduju drugačije karakteristike u pogledu EMC-a

2. Opis problema

Elektromagnetske pojave, okoliš, propagacija smetnja i njihova manifestacija u kompleksnom objektu poput nuklearne elektrane zahtijevaju **sistematičan pristup tom problemu**.

U postrojenjima poput elektrana je uobičajeno na raspolaganju ograničena količina informacija, koje se svode na podatke o kvalifikaciji opreme i pogonska iskustva.

2. Metodologija

Cilj rada je **razvijanje metodologije klasifikacije prostora u elektrani s obzirom na karakteristike EM smetnji i otpornosti opreme na njih**.

Klasifikacija bi se zasnivala na tri kriterija:

- pogonskim iskustvima,
- eksperimentalnim rezultatima
- numeričkim proračunima.



Napravljene su simulacije jednostavnih modela, odnosno geometrija, na kojima su potvrđene pretpostavke o utjecaju različitih parametara (različite geometrije, izbor materijala itd.) na konačne rezultate.

Većim dijelom su izvršeni **numerički proračuni za odabrane stvarne izvore smetnji u elektrani**, evaluirati njihov utjecaj na osjetljivu opremu, uz uvažavanje metoda za smanjenje utjecaja elektromagnetskih polja, poput korištenja metalnih oklopa.

Izvršena su mjerena koja nadopunjaju navedene proračune:

- Mjerenje EM polja u prostorima elektrane, gdje se očekuju povišene razine polja: kontrolna soba, rasklopna postrojenja, u blizini generatora, transformatora, motora s frekv. regulacijom i sl.
- Potom je potrebno eksperimentalno odrediti razinu otpornosti na smetnje opreme poput procesnih kabinet, instrumentacije za mjerenje tlaka, nuklearne instrumentacije i druge osjetljive opreme.

Zdrživanjem tih rezultata, napravit će se opisana klasifikacija prostora.

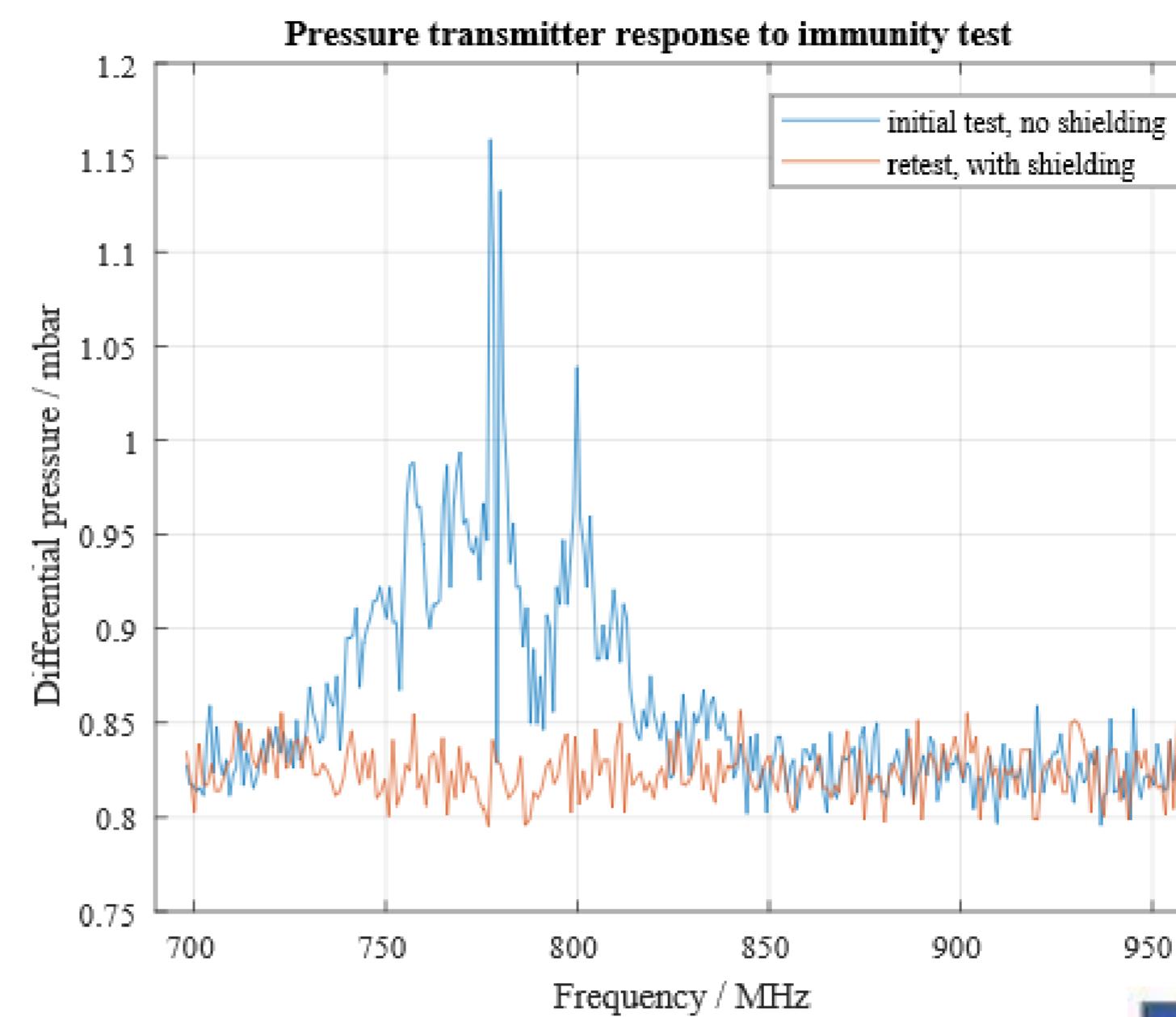


Evaluirat će se **na koji način numerički proračuni nadopunjaju podatke prikupljene eksperimentalnim putem**:

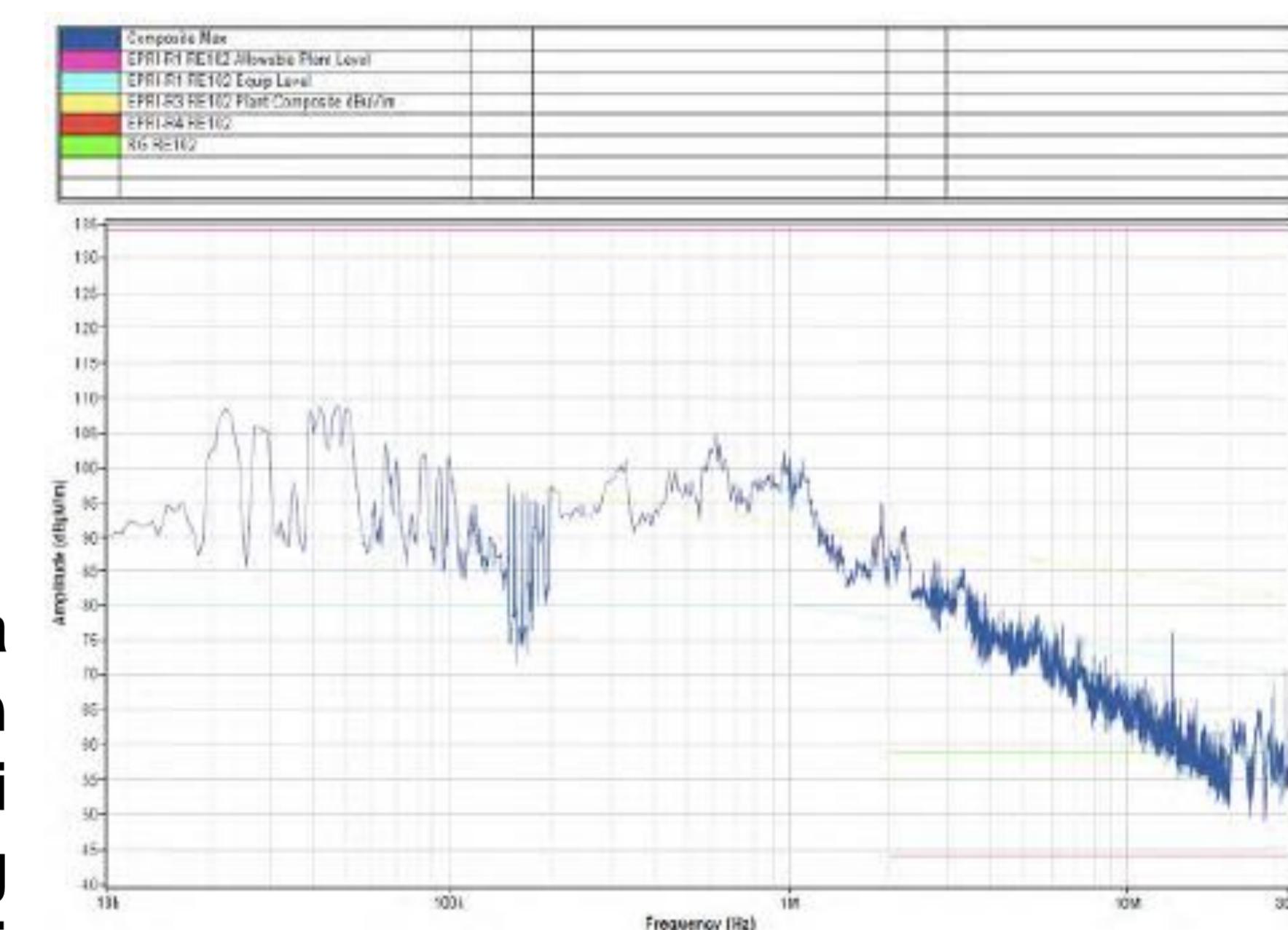
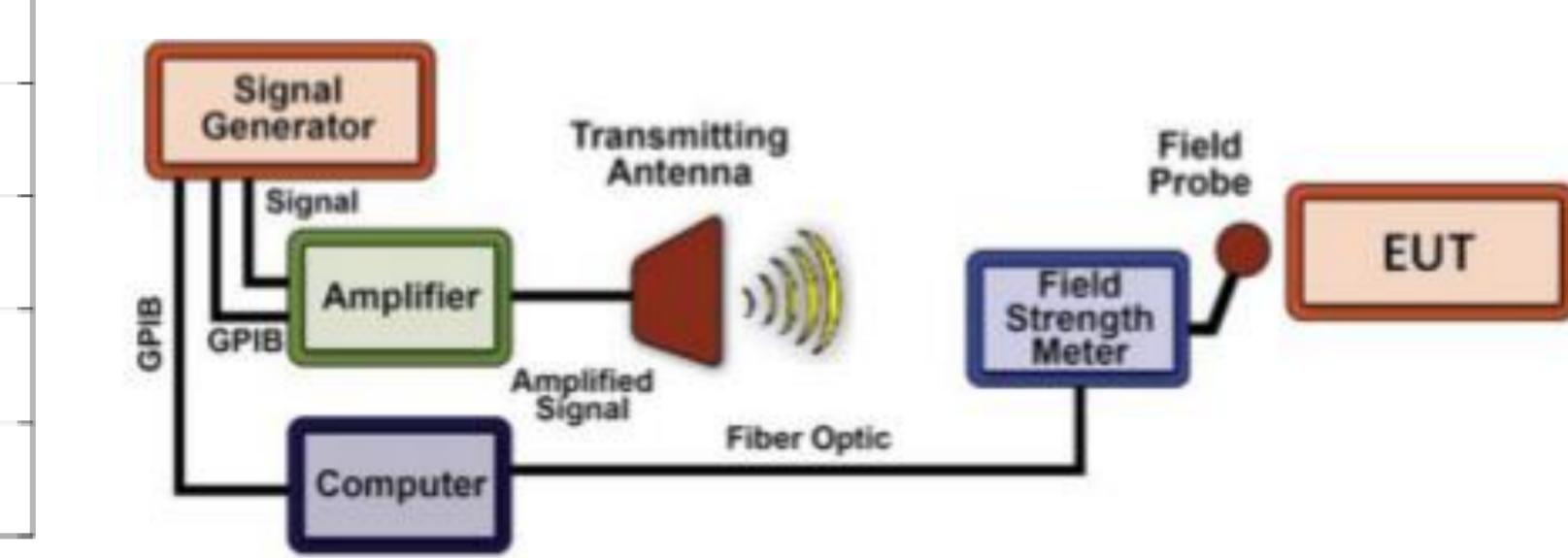
- mogu li takvi podaci biti korisni u područjima u kojima mjerena ne mogu dati rezultate, kao što su distribucija polja u prostoru (mjerena daju isključivo diskretne rezultate) ili
- kao pomoć u analizi različitih konfiguracija izvora polja, što bi bilo korisno u fazi pripreme projekata.

4. Rezultati

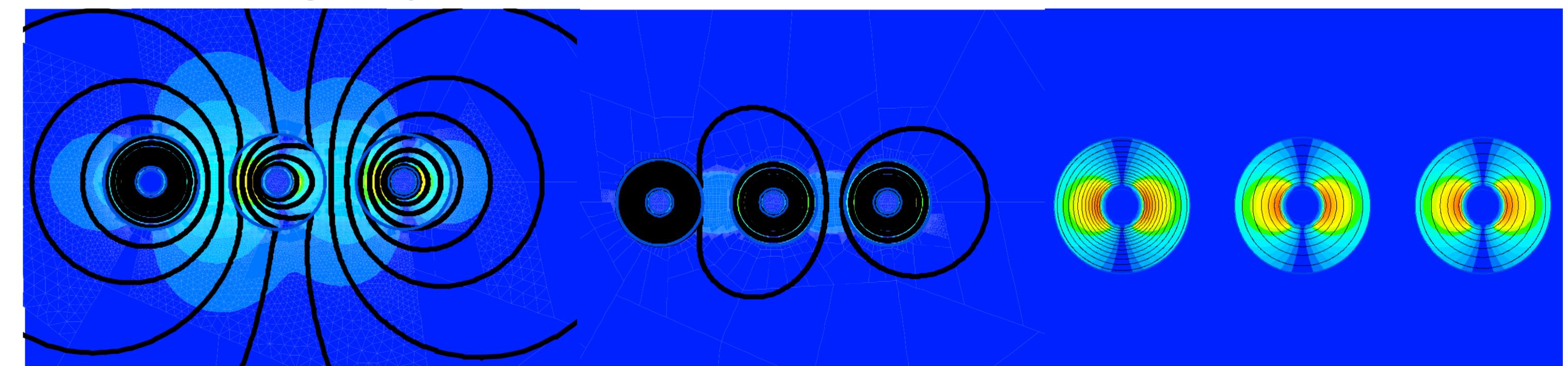
U ovom poglavlju je prikazan dio rezultata mjerena i numeričkih kalkulacija, koji prikazuju dio mogućih primjena u elektrani.



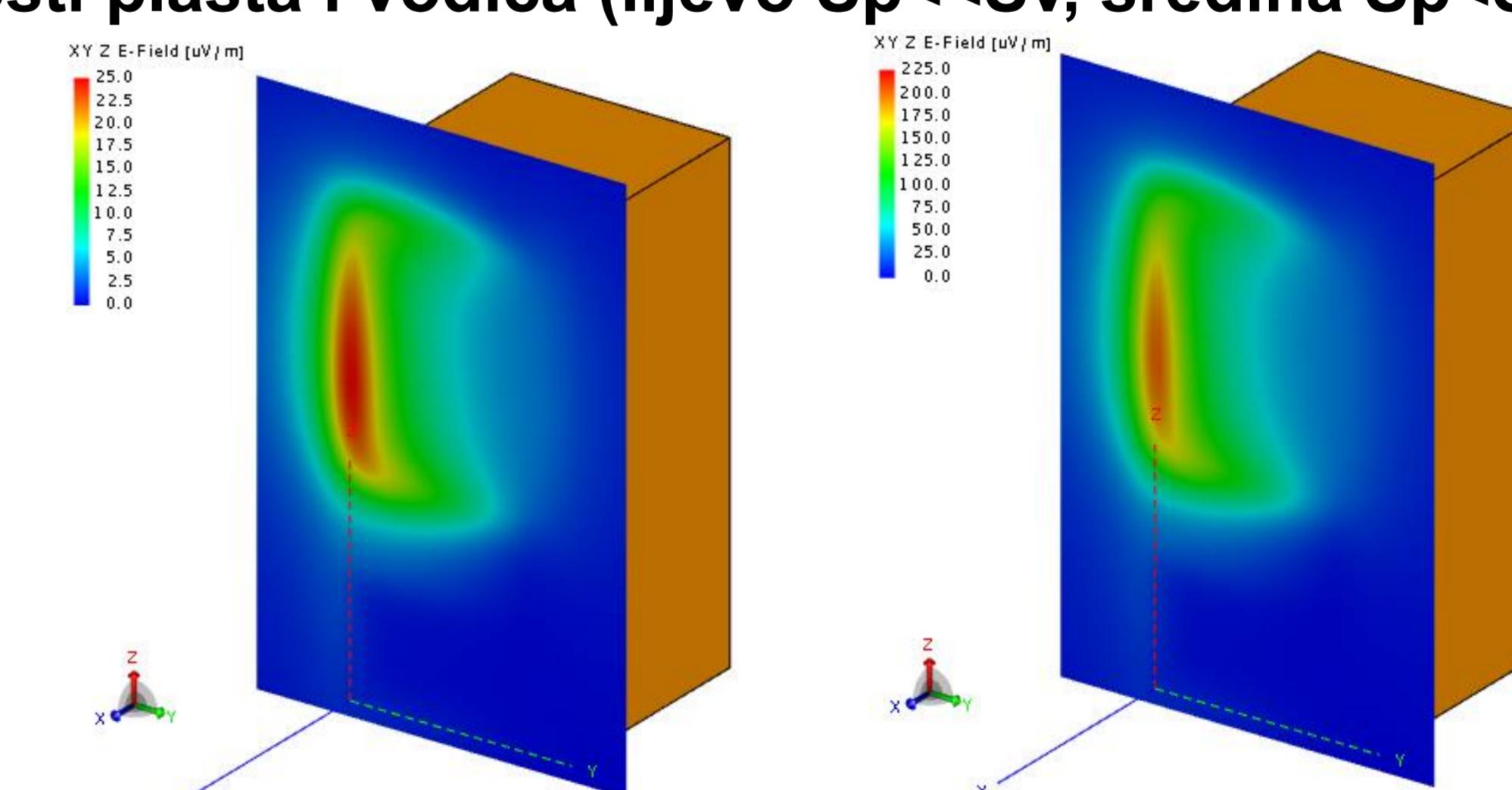
Mjereni odziv tlačnog pretvornika prije (plavo) i nakon (crveno) dodatne zaštite eksternih kablova (lijevo) i setup mjerena (dolje)



Izmjerena kompozitna krivulja maksimalnih vrijednosti visokofrekvenčnog električnog polja u elektrani



Proračun magnetskog polja izoliranih sabirnica za različite omjere vodljivosti plašta i vodiča (lijevo Sp<<Sv, sredina Sp<Sv; lijevo Sp>Sv)



Električno polje na udaljenosti 10 cm od kabineta s , za unutrašnji izvor smetnje frekvencije 2 MHz (lijevo) i 20 MHz (desno)

Rezultati su potvrđili pretpostavke o utjecaju različitih parametara modela na EMC karakteristike.

5. Zaključak

Prepoznate su korisne primjene numeričkih kalkulacija u određivanju razine elektromagnetske kompatibilnosti u kompleksnom okolišu nuklearne elektrane.

Preostaje združiti rezultate kako bi se izvršila klasifikacija prostora elektrane.

6. Zahvala projektu

Zahvala Nuklearnoj elektrani Krško na potpori prilikom pripreme i izvođenja opsežnog projekta.

