

Kolegij: Procjena utjecaja na okoliš

6. predavanje

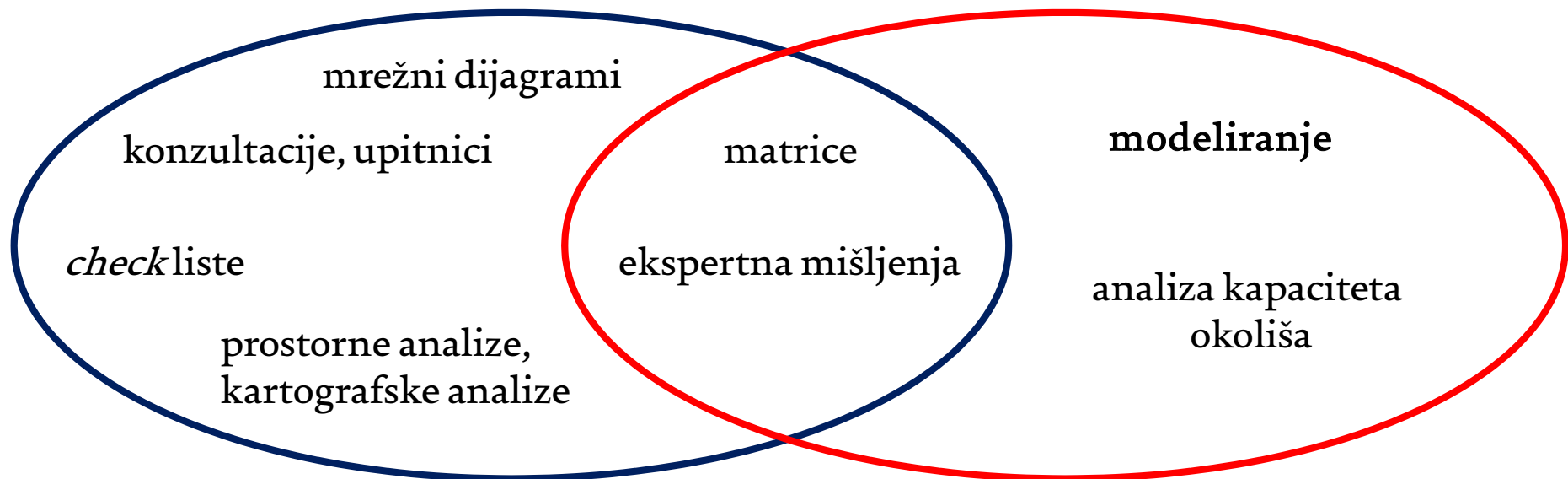


doc. dr. sc. Marin Kovačić (e-mail: mkovacic@fkit.unizg.hr)

Zavod za polimerno inženjerstvo i organsku kemijsku tehnologiju

Metode i alati koji se primjenjuju u PUO (podsjetnik)

- tehnike identificiranja – koji su utjecaji, gdje se pojavljuju i kako djeluju
- **tehnike procjene** – kvantificiranje i predviđanje veličine odnosno značajnosti utjecaja



Primjena računalnih modela u PUO

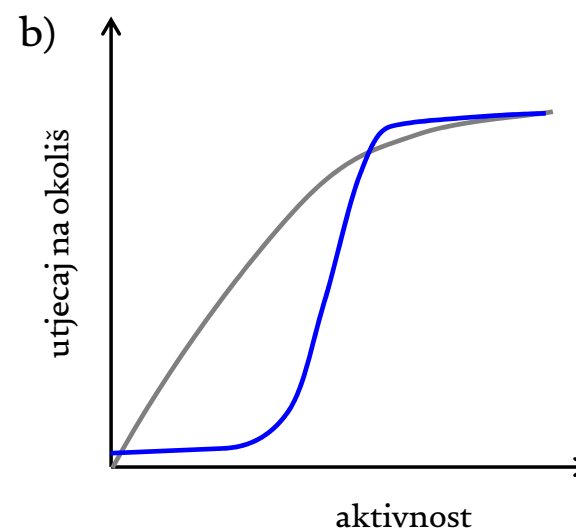
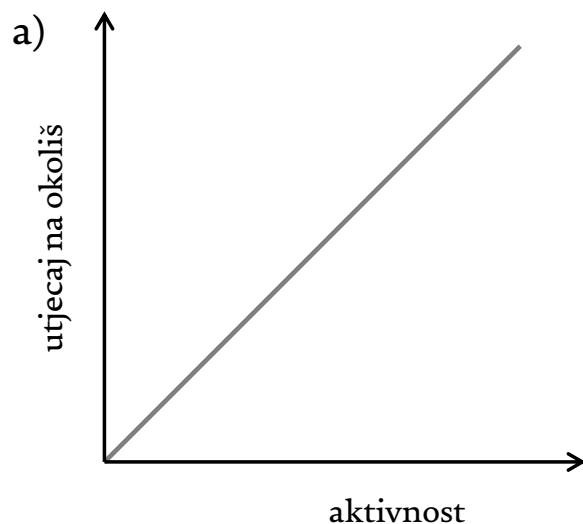
- računalne metode u kontekstu PUO mogu se koristiti za:
 - 1) modeliranje ponašanja i interakcija onečišćujućih tvari u okolišu
 - transport onečišćujućih tvari u zraku, vodama, modeliranje ravnoteže ekosustava
 - 2) upravljanje podacima
 - GIS, baze podataka (DBMS), vizualizacija podataka
 - 3) potpora odlučivanju
 - ekspertni sustavi

Primjena računalnih modela u PUO

- kriteriji za odabir primjene računalnih modela su:
 - moguće je uspostaviti uzročno-posljedičnu vezu između pojedinih elemenata utjecaja zahvata na okoliš tj. aktivnosti
 - PUO uključuju velike količine podataka i jednostavnih izračuna
 - postojanje brojnih interakcija između pojedinih elemenata utjecaja zahvata s različitom vremenskom dinamikom
 - ukoliko je nužno određivanje promjena parametara okoliša s vremenom kao posljedice zahvata
 - ukoliko se međudjelovanje pojedinih elemenata utjecaja zahvata može povezati statističkim vjerojatnostima

Primjena računalnih modela u PUO

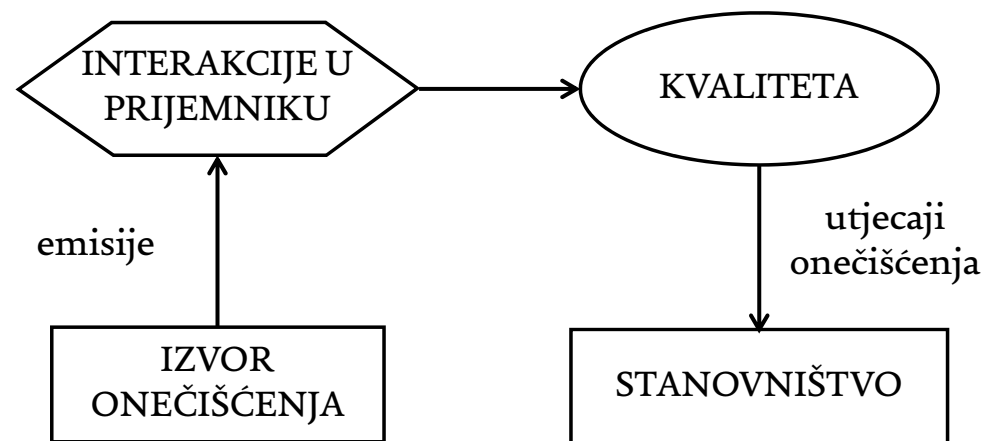
- među-utjecaj pojedinih elemenata (aktivnosti) zahvata na okoliš može biti:
 - a) linearan
 - b) nelinearan



- računalni modeli važni za procjenu nelinearnih odziva na utjecaj na okoliš

Parametrizacija modela

- parametrizacija predstavlja zamjenu pojedinih procesa (odn. emisija) sumarnim numeričkim parametrom
 - pojednostavljenje interpretacije i kvantifikacije utjecaja



- primjeri:
 - indeks kvalitete zraka (*air quality index*, AQI) određuje se na temelju pet ključnih onečišćujućih tvari u zraku, razina indeksa određena je koncentracijom jedne od pet onečišćujućih tvari u zraku (PM_{2,5}, PM₁₀, NO₂, SO₂, O₃)

Primjeri parametara

➤ indeks kvalitete zraka:

onečišćujuća tvar	Razina indeksa (na osnovi koncentracija u $\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
	Dobro	Prihvatljivo	Umjereno	Loše	Vrlo loše	Izuzetno loše
lebdeće čestice manje od 2.5 μm ($\text{PM}_{2.5}$)	0-10	10-20	20-25	25-50	50-75	75-800
lebdeće čestice manje od 10 μm (PM_{10})	0-20	20-40	40-50	50-100	100-150	150-1200
dušikov dioksid (NO_2)	0-40	40-90	90-120	120-230	230-340	340-10000
prizemni ozon (O_3)	0-50	50-100	100-130	130-240	240-380	380-800
sumporov dioksid (SO_2)	0-100	100-200	200-350	350-500	500-750	750-1250

Primjeri parametara

- predviđanje buke:
 - predviđanje ekvivalentne emisije buke (L) tijekom izvođenja zahvata:

$$L_{\text{ekv}} = 10 \log \left[\sum_{j=1}^n 10^{\left(\frac{L_j}{10}\right)} t_j \right]$$

- pri čemu je n ukupan broj strojeva, L_j buka koju proizvodi pojedinačni (j -ti) stroj, t_j vremenski udio rada pojedinog stroja

Primjeri parametara

- predviđanje buke (nastavak):
 - predviđanje ekvivalentne emisije buke (L) kao posljedice prometa:

$$L_{\text{ekv}} = 42,3 + 10,2\log(V_A + 6V_K) - 13,9\log D + 0,13S$$

- pri čemu je V_A jedinični promet automobila u jedinici vremena, V_K jedinični promet kamiona u jedinici vremena, D udaljenost ruba kolnika do mjesta mjerenja, a S je prosječna brzina vozila u jedinici vremena

Modeliranje ponašanja i interakcija onečišćujućih tvari u okolišu

- neki primjeri softverskih paketa/algoritama modela primjenjivih za izradu PUO:
 - Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAMS) – tlo i atmosfera
 - Regional Air Pollution Information and Simulation (RAINS) - zrak
 - Regional Atmospheric Deposition Model (RADM) - zrak
 - MAGIC (Model of Acidification of Groundwater in Catchments) – vode
 - SoundPlan – buka
 - The Complex Terrain Dispersion Model (CTDMPLUS) - zrak

Modeliranje ponašanja i interakcija onečišćujućih tvari u okolišu

- *Regional Air Pollution Information and Simulation* (RAINS)
 - razvijen za modeliranje emisije i sudbine SO₂, NO_x te NH₃ u okolišu
 - koristan za integriranu procjenu učinaka varijantnih rješenja
 - moduli softvera:
 - modul za procjenu troškova vezanih uz emisije (*emission-cost module*, EMCO)
 - modul za procjenu ispuštanja i procjenu kritičnih opterećenja (*deposition and critical loads assessment*, DEP)
 - modul za optimizaciju



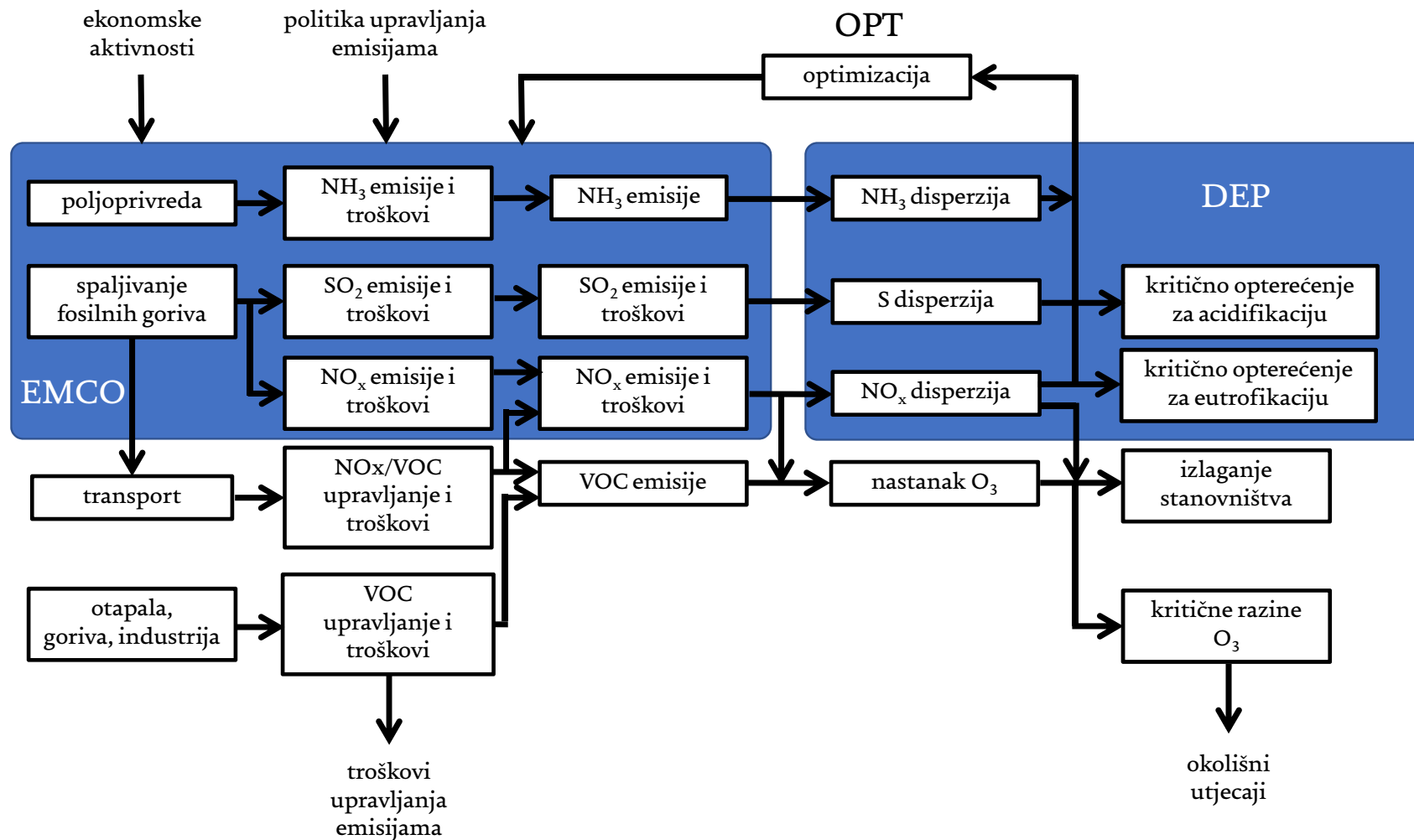
Modeliranje ponašanja i interakcija onečišćujućih tvari u okolišu

- modul za procjenu troškova vezanih uz emisije:
 - procjenjuje trenutne i buduće razine emisija SO_2 , NO_x i amonijaka
 - procjene se temelje na nacionalnim statistikama i projekcijama gospodarske aktivnosti, razinama potrošnje energije, karakteristikama goriva, poljoprivrednim djelatnostima itd.
 - EMCO također procjenjuje troškove smanjenja emisija. Opcije i troškovi za kontrolu emisija različitih tvari predstavljeni su u modelu uzimajući u obzir karakteristične tehničke i ekonomske značajke najvažnijih mogućnosti i tehnologija smanjenja emisija
 - regionalni i nacionalni potencijali za kontrolu emisija i pripadajući troškovi procjenjuju se na temelju detaljnih podataka o najčešće korištenim tehnologijama kontrole emisija

Modeliranje ponašanja i interakcija onečišćujućih tvari u okolišu

- modul za procjenu troškova vezanih uz emisije (nastavak):
 - procjena troškova temelji se na međunarodnom operativnom iskustvu opreme za kontrolu ekstrapolirajući je na situaciju primjene specifičnu za zemlju
 - važni faktori specifični za zemlju koji imaju snažan utjecaj na troškove smanjenja su karakteristični sadržaj sumpora u gorivima, režimi iskorištavanja kapaciteta postrojenja, kapaciteti kotlova itd.
 - uzima u obzir „nacionalne krivulje troškova” koje mjere za smanjenje rangiraju prema njihovoj isplativosti. Te krivulje troškova koriste se kao ulaz za optimizacijski modul (OPT)
 - korisnik može primijeniti određene politike kontrole (dosljedni skupovi mjera nadzora) na odabrane izvore emisija u pojedinim zemljama
 - posljedice mjera uštede energije i zamjene goriva mogu se istražiti analizom alternativnih energetske putova, bilo odabirom jednog od nekoliko scenarija korištenja energije sadržanih u bazi podataka ili stvaranjem novog na temelju individualnih očekivanja upotrebe goriva

Struktura RAINS modela



Ograničenja modeliranja u PUO

- ograničenja modela:
 - složenost modela zahtijeva značajno pojednostavljenje (odabir granica modela)
 - nedovoljno poznavanje sustava
 - mehanizmi povratne veze u modelima ponekad nisu u potpunosti poznati
 - velik broj varijabli i mogućih interakcija čini analizu nesigurnosti modela otežanom
 - kvantifikacija varijabilnost izlaza u ovisnosti o varijabilnosti ulaza često nije poznata (procijenjena)
 - modeli teško predviđaju kvalitativne učinke
 - npr. navike stanovništva

Ekspertni sustavi

- većina (ekspertnog) znanja može se oblikovati **ako – onda** (*if-then*) pravilima
- ekspertni sustave koriste specijalizirano i formalizirano znanje u obliku ako-da pravila za rješavanje problema iz specifične problemske domene, analogno ljudskom ekspertu
 - posebna domena unutar područja umjetne inteligencije
- osnovna shema ekspertnog sustava temeljenog na znanju:

