

# NaTech nesreće i katastrofe

---

**Vuksanović, Miroslav**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Metallurgy / Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:115:590676>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-23**



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
METALURŠKI FAKULTET  
UNIVERSITY OF ZAGREB  
FACULTY OF METALLURGY

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Metallurgy University of Zagreb - Repository of Faculty of Metallurgy University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
METALURŠKI FAKULTET SISAK

Miroslav Vuksanović

ZAVRŠNI RAD

Sisak, rujan 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
METALURŠKI FAKULTET SISAK

Miroslav Vuksanović

## NATECH NESREĆE I KATASTROFE

### ZAVRŠNI RAD

Voditelj: doc. dr. sc. Vesna Očelić Bulatović

Članovi povjerenstva za ocjenu i obranu završnog rada:

- prof. dr. sc. Ivan Brnardić, predsjednik
- doc. dr. sc. Vesna Očelić Bulatović, član
- prof. dr. sc. Anita Štrkalj, član
- prof. dr. sc. Ljerka Slokar Benić, zamjenski član

Sisak, rujan 2023



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
METALURŠKI FAKULTET

UNIVERSITY OF ZAGREB  
FACULTY OF METALLURGY

IME: Miroslav

PREZIME: Vuksanović

MATIČNI BROJ: (BS-74/2020)

Na temelju članka 19. stavak 2. Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu dajem sljedeću

## IZJAVU O IZVORNOSTI

Izjavljujem da je moj završni / diplomski / doktorski rad pod naslovom:

### NATECH NESREĆE I KATASTROFE

---

izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

Sisak, 01.09.2023.

---

---

(vlastoručni potpis)

*Izrazi koji se koriste u ovoj Izjavi, a imaju rodno značenje, koriste se neutralno i odnose se jednako i na ženski i na muški rod*

*Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studiranja na Metalurškom fakultetu te navedenu literaturu.*

*Zahvaljujem se svojoj mentorici doc. dr. sc. Vesni Ocelić Bulatović koja me je svojim velikim trudom i stručnošću uputila u izradu završnog rada, te pomogla u potrazi za odgovarajućom literaturom.*

*Također se zahvaljujem i ostalim profesorima i asistentima koji su uvijek nesebično bili od pomoći.*

*Posebno se zahvaljujem svojoj supruzi Sanji koja mi je davala podršku, motivirala me kroz dosadašnje studiranje na preddiplomskom studiju, te se zahvaljujem svim svojim kolegama s fakulteta i ostalim prijateljima koji se mi uvijek bili pri dodatnoj pomoći.*

## SAŽETAK

U ovom radu dan je pregled koncepta NaTech nesreća i katastrofa koje su se dogodile u svijetu kao i posljedice koje su prouzrokovale. NaTech nesreće i katastrofe predstavljaju složen spoj prirodnih katastrofa i tehnoloških nesreća, često rezultirajući ozbiljnim posljedicama po ljudske živote, životnu sredinu i ekonomiju. Cilj rada je analizirati faktore koji doprinose nastanku NaTech nesreća i katastrofa, kao i ukazati na važnost razvoja strategije za njihovu prevenciju i smanjenje štetnih posljedica. Rad ističe nespремnosti država za adekvatni odgovor na NaTech nesreće te važnosti razrade pripravnosti za pravodobno reagiranje u takvim nepredvidivim nesrećama i katastrofama. Važno je poraditi na jasnim i učinkovitim propisima kako bi se potencijalna opasnost prepoznala i kontrolirala.

Ključno je istovremeno analizirati prirodne katastrofe i njihove posljedice kako bi se identificirali potencijalni načini ublažavanja negativnih učinaka. Razvijanje strategija i planova djelovanja za takve situacije omogućuje bržu i koordiniranu reakciju, što rezultira manjim štetama i bržim oporavkom. Također, važno je educirati građane o pravilnom postupanju u takvim situacijama, surađujući s lokalnim vlastima kako bi se postigla bolja pripremljenost i odgovornost zajednice.

**Ključne riječi:** NaTech nesreća, katastrofa, posljedice

# **NATECH ACCIDENTS AND DISASTERS**

## **SUMMARY**

This paper reviews the NaTech concept of accidents and disasters that have occurred in the world and the consequences they have caused. NaTech accidents and disasters represent a complex combination of natural and technological disasters that often have serious consequences for human life, the environment, and the economy. The aim of the paper is to analyze the factors that contribute to the occurrence of NaTech accidents and disasters and to point out the importance of developing a strategy to prevent them and reduce their harmful consequences. The paper highlights the inability of states to respond adequately to NaTech accidents and the importance of making provisions for timely response to such unpredictable accidents and disasters. It is important to work on clear and effective regulations to identify and control the potential hazard.

It is critical to simultaneously analyze natural disasters and their consequences to identify possible ways to mitigate the negative impacts. Developing strategies and action plans for such situations will allow for a faster and more coordinated response, resulting in less damage and faster recovery. It is also important to educate citizens on how to properly handle such situations and to work with local authorities to achieve better community preparedness and responsibility.

**Keywords:** NaTech accident, disaster, consequences

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2.1. NaTech rizik.....	3
2.2. Domino efekt i poteškoće u procjeni razmjera katastrofa.....	4
3. NATECH NESREĆE U SVIJETU .....	5
3.1. Potres u Izmiru Turska.....	6
3.2. Poplave u Češkoj Republici .....	7
3.3. Uragani Katrina i Rita .....	8
3.4. Nuklearna katastrofa Fukushima .....	9
3.5. Poplave u Vijetnamu.....	12
3.6. Uragan Harvey .....	13
3.7. Važnost odgovora na katastrofe.....	13
4. SEVESO DIREKTIVE .....	14
4.1. Ključne odredbe Seveso III Direktive.....	15
4.2. Utjecaj i primjena Seveso III Direktive .....	16
4.3. Identifikacija i procjena opasnosti .....	16
4.4. Planiranje intervencija.....	16
4.5. Informiranje javnosti.....	17
4.6. Uspostavljanje ovlaštenih organizacija i inspekcija.....	17
4.7. Republika Hrvatska kao SEVESO obveznik .....	18
4.8. Registar onečišćavanja tla i opterećenja okoliša (RPOT).....	20
4.9. Očevidnik prijavljenih velikih nesreća (OPVN).....	21
4.10. Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku .....	22
5. NATECH: PREVENCIJA,PRIPREMA I PLANIRANJE.....	25
6. ZAKLJUČAK.....	26
7. LITERATURA .....	27
Životopis .....	28



# 1. UVOD

Naziv NaTech nesreće dolazi od engleskog naziva „Natural Hazard Triggering a Technological Disaster“ (hrv. prirodna opasnost koja izaziva tehnološku katastrofu), predstavlja svaku tehničko-tehnološku nesreću čiji je okidač prirodna katastrofa tj. kada prirodni događaj uzrokuje direktno, indirektno ili namjerno ispuštanje opasnih tvari u atmosferu, okoliš, oštećenja sustava komunalnih usluga kao što su struja, voda, plin i dr. Prirodni uzorci NaTech nesreća mogu biti potresi, uragani, poplave požari, olujno nevrijeme, itd. Kod NaTech nesreće prirodni i tehničko-tehnološki događaji koegzistiraju simultano na istom prostoru i može ih uzrokovati jedan ili više izvora uz vrlo vjerojatnu pojavu domino efekta. Povećanje svijesti o rizicima koje donose NaTech nesreće i katastrofe, kao i razvoj pravilnih strategija prevencije i odgovora, ključni su za minimiziranje posljedica NaTech nesreća i katastrofa. U ovom radu analizirati će se neke od NaTech nesreća i katastrofa koje su se dogodile. Analizirati će se pravna regulativa koja je povezana s tim nesrećama, i istražiti strategije za smanjenje njihovih štetnih učinaka na infrastrukturu, zdravlje ljudi i očuvanje okoliša.

Potres koji je pogodio Izmir 1999. godine bio je razoran prirodni događaj koji je izazvao velike ljudske gubitke i ozbiljne štete u infrastrukturi. Ova katastrofa je podsjetnik na ranjivost gradova pred potresima te važnost stručnog urbanog planiranja i izgradnje infrastrukture otporne na potrese.

Poplave koje su zadesile Češku 2002. godine prouzrokovale su ozbiljne štete u infrastrukturi i ekonomiji te istaknule potrebu za učinkovitim sustavima upravljanja vodama i pripravnosću za ekstremne vremenske uvjete.

Uragani Katrina i Rita, koji su poharali jugoistočnu obalu Sjedinjenih Američkih Država 2005. godine, prouzrokovali su golemu štetu, poplave i evakuacije. Ovi uragani su jasno pokazali slabosti u sustavima pripravnosti i odgovora na prirodne katastrofe te potrebu za njihovim unapređenjem.

Nuklearna katastrofa u Fukushimi 2011. godine bila je rezultat snažnog potresa i tsunamija, i smatra se jednim od najtežih nuklearnih nesreća u povijesti i ima dubok utjecaj na globalnu energetska politiku i regulativu nuklearnih elektrana.

Poplave u Vijetnamu 2015. godine bile su rezultat obilnih kiša koje su izazvale katastrofalne poplave i klizišta, ukazujući na ranjivost područja s čestim monsunskim kišama. Istakle su potrebu za boljim sistemskim upravljanjem vodama i planiranjem zaštite od prirodnih katastrofa.

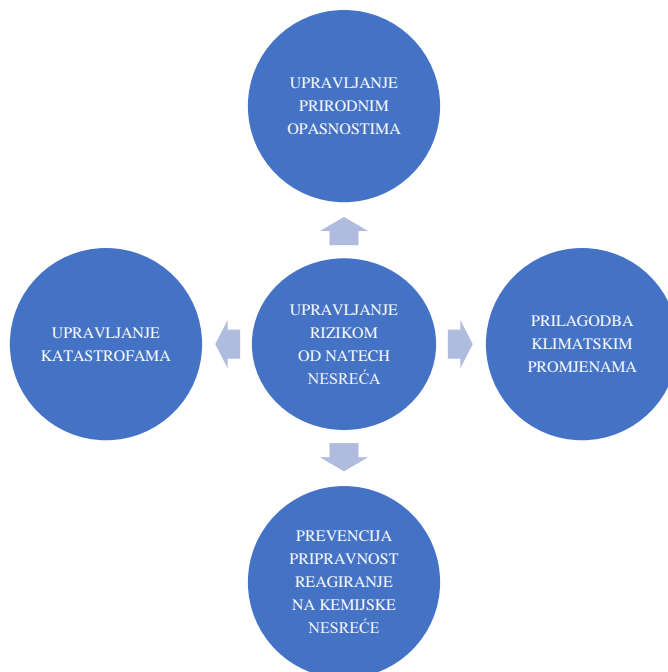
Uragan Harvey, koji je poharao Teksas i Luizijanu 2017. godine, prouzrokovao je masovne poplave i pokazao važnost boljeg sustava predviđanja i odgovora na uragane.

Sve ove NaTech nesreće ističu složenost i nepredvidljivost situacija u kojima se prirodne i tehničko-tehnološke nesreće događaju simultano. Oštećenja na kemijskim postrojenjima, naftovodima i plinovodima, zajedno s ispuštanjem opasnih materijala, često rezultiraju ozbiljnim posljedicama po zdravlje ljudi, okoliš i ekonomiju. NaTech nesreće i katastrofe predstavljaju značajan izazov zbog svoje rijetkosti i kompleksnosti te podsjećaju na važnost stalnog unapređenja pripravnosti, edukacije i suradnje kako bi se smanjio rizik i ublažile posljedice takvih katastrofa [1]. Važno je naglasiti bolje planiranje, poboljšanja u sigurnosti postrojenja, bolju edukaciju i bolje informiranje javnosti kao i bolju koordinaciju između sektora industrije, vlasti i organizacija za hitne slučajeve. Osim toga, pravilna regulativa igra važnu ulogu u prevenciji i upravljanju NaTech nesrećama.

## 2. NATECH NESREĆE I KATASTROFE

Nesreće i katastrofe su akutni socijalni poremećaj koji utječe na strukturne, organizacijske i funkcionalne kapacitete zajednice, a samim time i na stanovništvo. One čine jednu vrstu poremećaja u cjelokupnom načinu života. To je jedna nepredviđena i neočekivana situacija koja remeti svakodnevni život i ostavlja negativne posljedice iza sebe. Nesreća je događaj koji uzrokuje veliku nevolju, štetu a samim time i patnju, a katastrofa kao iznenađan događaj koji donosi veliku štetu, gubitak i uništenje. Obje riječi imaju gotovo isto značenje i negativnu konotaciju.

Dolaskom industrijske revolucije uz prirodne nesreće dodane su i tehničko-tehnološke nesreće. Kvarovi i slučajne nesreće izazvane ljudskim djelovanjem u industrijskim postrojenjima unazad nekoliko desetljeća velika su briga međunarodnih i nacionalnih struktura, vlasnika i operatera postrojenja rada. Na slici 1. prikazane su faze procjene rizika za NaTech nesreće, odnosno složena interakcija između važnih elemenata kao što su upravljanje rizikom, prilagodba klimatskim promjenama, upravljanje prirodnim opasnostima, upravljanje katastrofama, te prevencija i pripravnost u kontekstu NaTech nesreća. Ova mreža ključnih faktora ima kritičan utjecaj na smanjenje rizika od NaTech nesreća i minimiziranje njihovih štetnih posljedica [2].



Slika 1. Faze procjene rizika za Natech nesreće [2]

Sve veća svijest dovela je do promišljanja da se prirodne i tehničko-tehnološke nesreće i katastrofe ne mogu uvijek gledati kao zasebni neovisni događaji. Tek unazad nekoliko godina počela se pridavati pažnja fenomenu NaTech nesreća ali opet nedovoljno. Razne opasnosti koje nose sama industrijska postrojenja svojim radom kao što su proizvodnja benzina, nafte, struje, nuklearne energije, unatoč tome što nam donose različita dobra, te ne možemo zamisliti život bez toga, s druge strane su preteča opasnost kod prirodnih katastrofa koje su danas sve češća. Međutim, industrijska postrojenja su ranjiva ako dođe do vremenskih nepogoda pri čemu može dovesti i do

NaTech nesreće i katastrofe. NaTech nesreće za posljedicu mogu imati zdravstvene implikacije na ljude do implikacija na okoliš i upravo zbog toga su jako opasne jer imaju široki spektar nepredvidivih opasnosti.

Za razliku od tehnoloških nesreća izazvanih “konvencionalnim” uzrocima kao što su mehanički kvar, ljudska pogreška i tome slično, prirodne opasnosti mogu izazvati višestruka i istodobna ispuštanja opasnih materijala iz nekoliko industrijskih objekata na velikim područjima u kratkom vremenskom periodu. Djelatnici hitnih službi obično nisu spremni reagirati ili nemaju sve potrebne resurse kako bi reagirali na raznovrsne istovremene prijetnje. Također postoji pogrešno shvaćanje da će standardne mjere za zaštitu od tehnoloških nesreća pomoći prilikom NaTech nesreća [2].

## 2.1. NaTech rizik

NaTech rizik je rizik od više opasnosti koji se proteže kroz različite domene i sudionike koji inače nisu bile u interakciji. Za upravljanjem takvom vrstom rizika potrebna je promjena koja uvažava različitost i interdisciplinarnost takvih rizika i samih izazova koji oni nose. Prikupljanje podataka u NaTech nesrećama je ključno za stjecanje znanja o dinamici takvih nesreća kako bi se mogli suočiti s njima na najefikasniji mogući način.

Tehnološke nesreće izazvane prirodnim opasnostima danas izazivaju ozbiljne opasnosti na sigurnost ljudi i okoliša, s obzirom na porast prirodnih katastrofa i po broju i po učestalosti tijekom proteklih desetljeća. Njihove posljedice imaju dalekosežne učinke, a samim time njihova sanacija je i kompliciranija i dugotrajnija. Zbog ljudskog načina života i tehnološke razvijenosti polako se uviđa važnost takvih pojava i nastoje se pronaći načini kako se boriti protiv njih. U današnje vrijeme je život bez struje, interneta, telefonskih linija, svakodnevno dostupne pitke vode nezamisliv. Upravo zbog toga čovjek mora biti spreman odgovoriti na takve katastrofe, kako bi sve resurse od životne važnosti zadržao i ublažio velike katastrofe koje se mogu razviti.

Razorni potres i Tsunami u Japanu 2011. godine i razoran uragan koji se dogodio 2017. godine u SAD-u nisu doveli samo do materijalnih šteta već su uz to doveli do ugroza na postrojenjima koja sadrže opasne tvari, a oštećenja takvih postrojenja uz prirodne nepogode imaju dalekosežnije posljedice, ugrožavajući i ljude i okoliš. Onečišćuju zrak, zemlju, vodu, područja na kojem se nesreća dogodila i područja u okruženju i samim time takva sanacija nije jednostavna. Zato je ključna spremnost na reagiranje u takvim situacijama. Zadaća vlasti da uputi stanovništvo kako ne bi došlo do nepotrebnih nesreća koje mogu nastati uslijed panike ili neznanja [2].

Broj scenarija koji mogu uključivati NaTech nesreće povezani su sa sve većim broja prirodnih nesreća, povećanjem gustoće populacije na geografskim prostorima gdje je zabilježeno kontinuirano pojavljivanje prirodnih nesreća i ekspanzijom u području tehnologije. Klimatske promjene također imaju velik utjecaj na porast prirodnih nesreća koje onda povećavaju i broj NaTech nesreća. NaTech nesreće događaju se u ubranim područjima gdje nestanak energenata privremeno prekida svakodnevni život ljudi. Malo je smjernica o tome na koji način lokalne i regionalne službe mogu procijeniti rizik i trebaju odgovoriti na ovu vrstu neželjenog događaja. Osim toga lokalne i regionalne vlasti nemaju potrebna znanja ni resurse za obavljanje procjene ranjivosti i vjerojatnosti rizika za NaTech nesreće. NaTech događaji su dio dinamičnog procesa čije posljedice mogu trajati jako dugo zbog zastoja socijalnih, tehničkih i organizacijskih struktura

i samim time najčešće tvore kompleksni uzročno-posljedični lanac. Posljedice su sekundarna oštećenja čije posljedice mogu biti daleko veće od inicijalnog događaja [3].

Zanimljiva usporedba je NaTech nesreća sa modernim terorizmom. Smatra se da NaTech nesreće predstavljaju gotovo isti rizik za ljude kao moderni terorizam. Oboje predstavljaju opasnost koju je gotovo nemoguće predvidjeti. Terorističkim činom smatrat će se svako namjerno djelo koje po svojoj prirodi ili kontekstu može ozbiljno naškoditi nekoj državi ili međunarodnoj organizaciji, a inkriminirano je u međunarodnom pravu i počinjeno s ciljem ozbiljnog zastrašivanja pučanstva, prisiljavanja neke vlade ili međunarodne organizacije da nešto učini ili ne učini, ozbiljnog ugrožavanja ili uništavanja temeljnih političkih, ustavnih, gospodarskih ili društvenih struktura neke države ili međunarodne organizacije. Postoji poveznica između terorizma i NaTech nesreća.

NaTech nesreće predstavljaju prijetnju osobama koje prolaze kroz takve nesreće te ostavljaju dugoročne psihološke posljedice na njih zbog nemogućnosti brzog izlaza iz takve situacije. Terorizam također predstavlja iznenadnu prijetnju ljudskim životima i ostavlja velike psihološke posljedice zbog razine stresa koje isti izaziva. To je također iznenadna situacija koja ima katastrofalne posljedice [4].

## **2.2. Domino efekt i poteškoće u procjeni razmjera katastrofa**

Sve je više nesreća u svijetu koje za uzrok imaju i prirodne i tehnološke posljedice. Pojam domino efekta u nesrećama zabilježeni su u literaturama još davne 1947. godine. Takve povezane posljedice, domino efekta nisu samo tehničke prirode već imaju negativne posljedice na ljude, okoliš i na kraju na ekonomiju. Događaji koji su okidač za tako nešto su prirodnog ili tehnološkog podrijetla. Potres može uzrokovati industrijsku nesreću, prekinuti opskrbu električnom energijom, prekinuti telefonske veze i tako onemogućiti komunikaciju.

Europski program za zaštitu kritične infrastrukture proučavao je uništenje infrastrukture bilo od prirodnog ili tehnološkog elementa koje zatim ugrožava živote, infrastrukturu koja omogućuje normalan život. Pokazalo se da je od 1980. pa do 1990. godine većina katastrofa koja je za posljedicu imala otpuštanje opasnog materijala uzrokovana potresima, uraganima, poplavama, munjama. Što se tiče ekonomskih posljedica kod NaTech katastrofa one su velike. Primjerice u 2011. godini azijsko-pacifička regija imala je velike ekonomske posljedice zbog prirodnih katastrofa. U siječnju iste godine poplave su uništile istočnu obalu Australije. Potres u veljači 2011 godine na Novom Zelandu, ostavio je gotovo uništen tamošnji grad Christchurch i zbog toga je za njegovu rekonstrukciju bilo potrebno 12 milijuna dolara što je imalo veliki negativni efekt na cijelo ondašnje stanovništvo.

Kritična infrastruktura se definira kao složen sustav komponenti koji omogućuje povezanost, komunikaciju, zdravlje i sigurnost. Njeno uništenje ugrožava sigurnost i zdravlje ljudi kao i njihovu ekonomsku stabilnost. Kritična infrastruktura se nalazi u područjima u kojima se proizvodi ili skladišti energija, gdje se nalaze skladišta vode i hrane, u prijevozu, telekomunikacijama, hitnim službama i zdravstvenoj njezi, državnim službama. Poteškoće u procjeni efekata katastrofa na kritične infrastrukture nalaze se u njihovoj međuovisnosti. Te međuovisnosti mogu biti fizičke, geografske, kibernetičke. Koristeći postojeće međuovisnosti sistema mehanizam širenja događaja prolazi kroz unaprijed zacrtane i već postojeće puteve i zbog toga se teško dolazi do novih procjena i podataka što predstavlja najveći problem. Potencijalni

uzroci opasnosti koji utječu na kritične infrastrukture mogu biti pokrenuti raznim događajima. Oni mogu biti klasificirani prema prirodi rizika; prirodni, tehnološki ili ljudski faktor. Rizik temeljen na ljudskom faktoru može biti nenamjeran ili namjeran. Prirodni faktor je geološki kao što je npr. potres ili vulkanska erupcija; ljudski faktor je npr. ljudska pogreška ili sabotaza; tehnološki faktoru su npr. vatra, eksplozija, ispuštanje toksičnih tvari.

Procesi širenja izravno su povezani s potencijalnim izvorima opasnosti i događajima koji ih uzrokuju i područjem koje ih okružuje a to polje se naziva „poljem opasnosti“. Oni su definirani fizikalno-kemijskim procesima kao i informacijskim. Koncept izvora opasnosti odnosi se na širenje opasnosti od izvora do potencijalne mete. Izvor opasnosti imat će utjecaj ako je „polje opasnosti“ u stanju potaknuti širenje opasnosti. Stoga, ako „polje opasnosti“ širi opasnost ono će pogoditi metu. Svaka oštećena meta je novi potencijalni uzrok opasnosti. Prirodne opasnosti često su okidači u smislu da su oni polazišna točka u izazivanju novih nesreća.

Analiza kaskadnog učinka je metoda koja proučava i analizira kaskadni efekt na kritičnoj infrastrukturi. Ona uključuje pet koraka koji olakšavaju proučavanje kritične infrastrukture i nesreće uzrokovane njihovim kvarom uzimajući u obzir ljudski faktor kao i njihovu međuovisnost. Ti koraci su: stvaranje baze podataka, identifikacija izvora opasnosti, identifikacija međuovisnosti, identifikacija mogućih scenarija nesreća, procjena posljedica i redukcija rizika. Najvažnije je prikupljanje podataka kako bi se pravovremeno reagiralo. Temeljem prikupljanja podataka i analize istih možemo doći da pravilnih zaključaka i reakcija. [5].

### 3. NATECH NESREĆE U SVIJETU

NaTech nesreće su izazovne zbog svoje složenosti i rijetkosti. Ova kategorija katastrofa zahtijeva poseban naglasak jer se događaju u trenucima kada se prirodne katastrofe poput potresa, poplava, oluja ili požara preplavljaju industrijska postrojenja koja rukuju opasnim kemikalijama ili drugim tehnološkim procesima. Kada se takvi događaji susretnu, posljedice mogu biti katastrofalne i teško predvidive.

NaTech nesreće rijetko se događaju u usporedbi s ostalim katastrofama, njihova rijetkost ne znači da ih treba zanemariti. Naprotiv, njihova rijetkost čini ih nepoznanicom, jer se obično ne bilježe u velikom broju, a kad se dogode, njihove posljedice mogu biti katastrofalne. Na primjer, u slučaju kemijske nesreće koja uključuje izlazak otrovnih tvari u okoliš tijekom poplave ili potresa, posljedice mogu biti ozbiljne za zdravlje ljudi, okoliš i opće gospodarske uvjete.

Osim toga, NaTech nesreće često zahtijevaju širok spektar kompetencija i suradnju stručnjaka iz različitih područja, uključujući geologe, meteorologe, inženjere, znanstvenike o okolišu i stručnjake za industrijsku sigurnost. Integracija ovih različitih stručnosti i resursa zahtijeva posebne napore kako bi se stvorila učinkovita strategija za reagiranje na takve nesreće.

Iako su NaTech nesreće rijetke, ne bi ih smjeli ignorirati. Bolja priprema, edukacija i svijest o rizicima i posljedicama takvih nesreća mogu igrati ključnu ulogu u minimiziranju šteta i zaštiti ljudskih života, okoliša i gospodarstva kad se te nesreće dogode. Osim toga, redovito usklađivanje s relevantnim regulativama, poput Seveso direktive u Europi, također je ključno za osiguravanje industrijske sigurnosti i sprečavanje NaTech nesreća. Dalje u ovom poglavlju opisati ću neke od NaTech nesreća koje su se dogodile te njihov utjecaj na donošenje novih sigurnosnih mjera, govoriti ću i o posljedicama koje su imale po infrastrukturu, prirodno okruženje i ljudske živote[6].

### 3.1. Potres u Izmiru Turska

Potres jačine 7,4 po Richteru u Turskoj koji se dogodio 17. kolovoza 1999. godine izazvao je više od 21 NaTech incidenata, a više takvih događaja imalo je utjecaj i izvan granica tehničko-tehnoloških postrojenja. Naime, potres je oštetio rafineriju nafte u blizini grada Izmira prouzročivši požar (slika 2.) koji je gorio čak četiri dana zbog čega je više od tisuću ljudi evakuirano iz okolnih općina. A iz nafte i kemikalija koje su izgorjele oslobodili su se opasni dimovi i tvari koje su značajno onečistile okoliš. Osim toga, postojala je ozbiljna zabrinutost zbog izlaska opasnih kemikalija iz oštećenih postrojenja, što je predstavljalo ozbiljnu prijetnju za vodu i zemlju u okolici.

Vlasti nisu imale spreman pravovaljani odgovor na potres, nisu bile spremne na paralelne posljedice koje su se počele događati. Postojali su protokoli reagiranja u slučaju potresa ali ne i na paralelni nestanak vode, struje, komunikacijskih kanala te izlivanje opasnih kemikalija iz postrojenja koje je potres uzrokovao. Prema službenim izvještajima, ovaj potres rezultirao je više od 17.000 smrtnih slučajeva, broj ozlijeđenih bio je znatno veći, a mnogi ljudi su ostali bez krova nad glavom i osnovnih resursa za preživljavanje. Osim ljudskih gubitaka, potres je uzrokovao golemu materijalnu štetu, s uništenim ili ozbiljno oštećenim stambenim, komercijalnim i industrijskim objektima [6].



Slika 2. Požar spremnika za naftu rafinerije u Izmiru [6]

### 3.2. Poplave u Češkoj Republici

Jedan od značajnih primjera NaTech nesreće i katastrofe dogodila se u Češkoj Republici 2002. godine. Nesreća se dogodila u tvornici u mjestu Kralupy na rijeci Vltavi, koja je specijalizirana za proizvodnju kemijskih i petrokemijskih proizvoda. Naftna rafinerija u tvornici bila je izložena poplavama uzrokovanim obilnim kišama i porastom vodostaja rijeke Vltave. U kombinaciji s tehničkim poteškoćama i neadekvatnim planiranjem, poplava je izazvala ozbiljnu nesreću. Ovaj incident naglašava važnost razumijevanja rizika i preventivnih mjera kako bi se smanjila mogućnost NaTech nesreća. Uzroci nesreće mogu se pripisati kombinaciji više faktora. Ekstremno obilne kiše i visoki vodostaj rijeke Vltave stvorili su povoljne uvjete za poplave. Međutim, nedostatak pripreme i otpornosti na poplave u tvornici igrao je ključnu ulogu u pogoršavanju situacije. Nekontrolirano izlivanje klora u zrak i vodonosnike iz postrojenja rezultiralo je značajnim onečišćenjem tla, vode i zraka (slika 3.; žuto obojenje).



Slika 3. Istjecanje klora Češka Republika [7]

Posljedice ove NaTech nesreće bile su ozbiljne. Onečišćenje okoliša dovelo je do štetnih utjecaja na lokalni ekosustav, a također i na zdravlje ljudi koji su živjeli u blizini tvornice. Akumulacija kemikalija u tlu i vodi stvorila je dugotrajne ekološke probleme, zrak je postao onečišćen zbog ispuštanja štetnih tvari, što je predstavljalo veliku opasnost za zdravlje ljudi. Sanacija ovakvog onečišćenja zahtijevala je značajna financijska i tehnička sredstva, uz dugotrajne napore.

Odgovor vlasti na nesreću uključivao je niz mjera kako bi se ublažili negativni utjecaji. Hitne mjere uključivale su evakuaciju stanovništva iz područja pogođenih poplavama te osiguranje

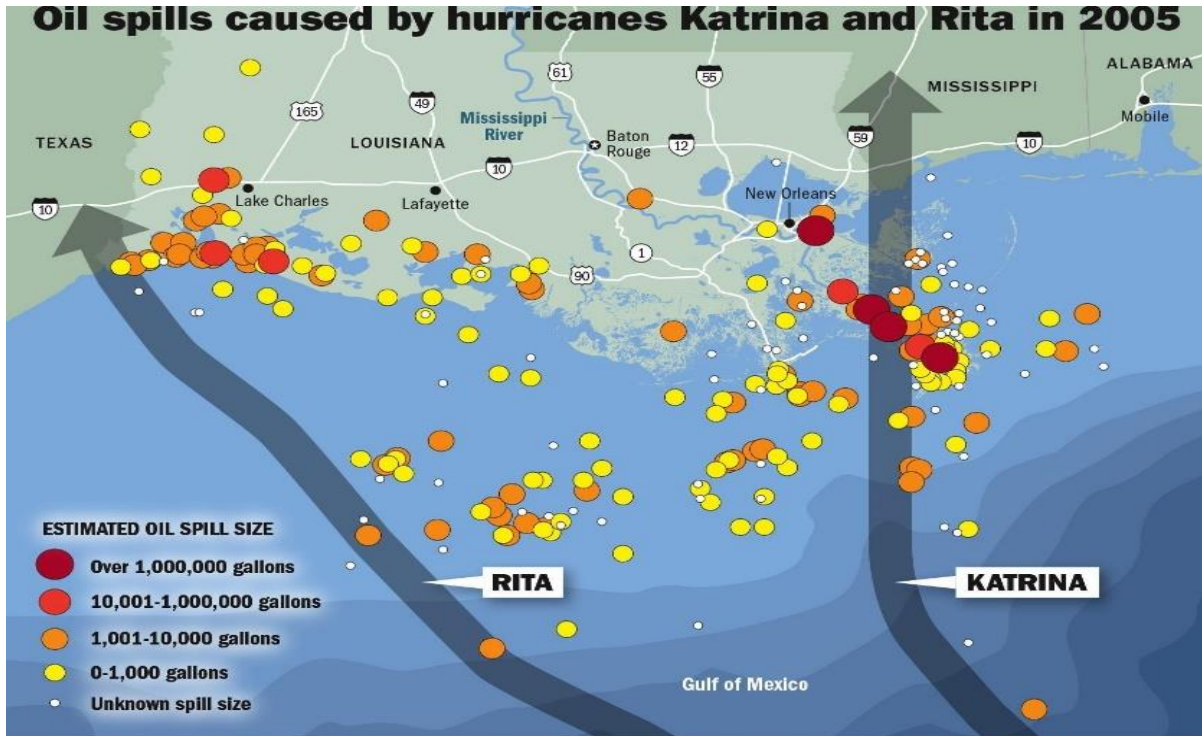
sigurnosti i medicinsku pomoć. Nakon stabilizacije situacije, provedena su detaljna istraživanja kako bi se procijenila šteta i utvrdili uzroci nesreće. Ove procjene pomogle su u razvoju novih smjernica za upravljanje rizicima od NaTech nesreća. Nesreća je pridonijela razmatranju boljih standarda sigurnosti za slična industrijska postrojenja širom svijeta. Međunarodna zajednica i stručnjaci za sigurnost prepoznali su važnost upotrebe najboljih praksi i tehničkih inovacija kako bi se smanjila ranjivost industrijskih postrojenja na prirodne katastrofe [8].

### **3.3. Uragani Katrina i Rita**

Uragani Katrina i Rita su najbolji primjer NaTech nesreća. Uragan Katrina poharao je New Orleans, u Louisiani u kolovozu 2005. godine. Urugani Katrina i Rita pogodili su središte petrokemijske industrije SAD-a prilikom čega je zatvoreno osam rafinerija nafte, stotine naftnih bušotina i mnoga druga industrijska postrojenja. Urugani Katrina i Rita, koji su poharali južnu obalu Sjedinjenih Američkih Država, predstavljaju dramatične primjere NaTech nesreća, koje su rezultat složene interakcije između prirodnih katastrofa i tehnoloških faktora. Ovi događaji ističu ozbiljne posljedice koje mogu proizaći iz kombinacije ekstremnih vremenskih uvjeta i ranjivosti infrastrukture [9].

Uragan Katrina je jedan od najrazornijih uragana u povijesti Sjedinjenih Američkih Država. Nakon što je prošao Floridom, snažan vjetar i obilne kiše pogodili su New Orleans i okolna područja. Ključni faktor u katastrofi bio je neuspjeh nasipa koji su trebali štititi grad od poplava. Velike dijelove New Orleansa poplavile su vode jezera Pontchartrain i Meksičkog zaljeva uzrokujući ozbiljnu štetu na infrastrukturi, evakuacijskim sustavima i ekologiji. Osim toga, poplave su doveli do istecanja kemikalija iz postrojenja, stvarajući dodatnu opasnost za zdravlje ljudi i okoliš. Uragan Rita, koji je slijedio nakon Katrine, dodatno je pridonio ranjivosti već oslabljene regije. Pogodena su i naftna postrojenja u Teksasu i Louisiani, što je izazvalo požare i emisije opasnih plinova. Osim štete na postrojenjima došlo je do ispuštanja velikih količina opasnih tvari u Meksički zaljev iz postrojenja na obali i iz manjih bušotina nafte i plina u vode Meksičkog zaljeva (slika 4.). Vidljiv je uzročno posljedični odnos prirodne nesreće koja je uzrokovala niz tehničkih nesreća koje upravo obilježavaju NaTech nesreće i katastrofe kao takve.





Slika 4. Istjecanje nafte u Meksički zaljev uzrokovan uraganom Katrina i Rita [10]

Navedene katastrofe, domino efekt koji su izazvali Uragani Katrina i Rita pokazuju kako prirodne katastrofe mogu prouzročiti velike nesreće i katastrofe u tehničko-tehnološkim postrojenjima, stvarajući kompleksne i opasne situacije. Važnost znanstvenih istraživanja, planiranje kriznih situacija i suradnja između različitih sektora ključni su u prevenciji i spremnosti na ovakve opasnosti. Također, neizmjerljivo je važno stalno ulaganje u infrastrukturu kako bi se povećala spremnost na prirodne katastrofe, kao i razvoj sustava za rano upozoravanje i brze reakcije. Napori za sprječavanje NaTech nesreća trebaju biti usmjereni prema stvaranju otpornih sustava. Evakuacijski planovi moraju uzeti u obzir potencijalne tehnološke opasnosti i osigurati sigurnost ljudi u slučaju prirodnih katastrofa. Regulacija industrijskih postrojenja također je od ključne važnosti kako bi se smanjio rizik od istjecanja opasnih tvari tijekom nesreća i katastrofa. Osim toga, međunarodna suradnja igra važnu ulogu u borbi protiv NaTech nesreća. Razmjena iskustava najboljih praksi i tehničkih znanja između različitih zemalja može pridonijeti boljem razumijevanju i prevenciji ovih rizika [9].

### 3.4. Nuklearna katastrofa Fukushima

Jedna od najvećih NaTech katastrofa, koja se često naziva i Mega Natech, dogodila se 11. ožujka 2011. godine kada su potres i tsunami pogodili istočnu obalu Japana. Ova nesreća izazvala je lančanu reakciju niza drugih uzročno-posljedičnih nesreća, čineći je jednim od najzahtjevnijih događaja u modernoj povijesti.

Oštećenje nuklearne elektrane (slika 5.), poznate kao Fukushima, izazvalo je ozbiljan problem radijacije. Nakon potresa, elektrana je automatski prekinula svoj rad, ali tsunami koji je

uslijedio onesposobio je rashladne sustave. Nedostatak kontrole nad reaktorima doveo je do pregrijavanja i oslobađanja radioaktivnih tvari u okoliš. Ovaj incident izazvao je ozbiljne zdravstvene, ekološke i gospodarske posljedice. Osim radijacije, radioaktivni materijali su se širili zrakom, vodom i kopnom, uzrokujući ozbiljno onečišćenje na širem području.

Vatrogasci i spasilačke ekipe suočavale su se s ogromnim izazovima kako bi kontrolirale požare koji su izbili na različitim mjestima. Osim što su zahvatili stambene kuće, vatra je zahvatila i različita skladišta i luke, stvarajući još veći problem onečišćenja zraka i okoline.

Cijela situacija dodatno je pogoršana domino efektom drugih nesreća. Potres je izazvao klizišta, poplave i rušenje infrastrukture, što je dodatno otežalo upravljanje krizom. Nedostatak električne energije i komunikacije otežao je koordinaciju i reakciju na višestruke izazove.

Ova katastrofa služi kao upozorenje o važnosti procjene rizika, pripreme za nesreće i implementacije sigurnosnih mjera kako bi se smanjile moguće posljedice NaTech događaja. Potres i tsunami pokrenuli su domino efekt drugih nesreća i stvorile još veću katastrofu.

Uzroci nesreće u Fukushima bili su višestruki i složeni. Početni potres magnitude 9,0 i naknadni tsunami izazvali su ozbiljne strukturne oštećenja nuklearnih reaktora. Električni sustavi i rashladni sustavi su zatajili, što je dovelo do naglog povećanja temperature i pritiska unutar reaktora. Oštećenja reaktorskih jezgri i istjecanje radioaktivnih tvari rezultiralo je oslobađanjem velikih količina radijacije u okoliš. Posljedice ove nesreće su bile jako ozbiljne. Kontaminacija tla, mora i zraka stvorila je dugotrajne ekološke probleme. Utjecaj na ljudsko zdravlje bio je značajan, s brojnim slučajevima velike količine radijacije u zraku i povećanim rizikom od nastanka karcinoma kod ljudi. Evakuacija stanovništva s područja oko nuklearne elektrane rezultirala je velikim društvenim, emocionalnim i ekonomskim posljedicama. Reakcija vlasti na katastrofu u Fukushima bila je izazovna i kontroverzna. Postojala je nedovoljna priprema za nuklearne katastrofe takvih razmjera, što je dovelo do kašnjenja u informiranju javnosti i donošenju odgovarajućih odluka. Kontroverze su se pojavile i oko službenih podataka o radijaciji i zdravstvenim rizicima. Kriza je naglasila potrebu za transparentnošću, komunikacijom i boljim mehanizmima upravljanja u slučaju nuklearnih nesreća. Sanacija štete nakon katastrofe predstavljala je dugotrajan i zahtjevan proces [11].



a)



b)

Slika 5. Nuklearna elektrana Fukushima: a) prije i b) poslije nesreće [12]

Kompleksnost i dugotrajnost ovog procesa pokazuju koliko je važno preventivno djelovati kako bi se spriječile takve katastrofe. U svjetlu nesreće u Fukushima, međunarodna zajednica je reagirala pozivajući na reviziju sigurnosnih standarda i protokola za nuklearne postrojenja diljem svijeta. Poboľjšane mjere prevencije, bolja obuka osoblja, redovito održavanje i modernizacija tehnologije postali su prioriteti kako bi se osigurala sigurnost nuklearnih postrojenja u slučaju prirodnih katastrofa ili tehnoloških neuspjeha.

Ovaj primjer ilustrira snagu, destruktivnost i nepredvidivost NaTech katastrofa. Velika prirodna katastrofa u tehnološki naprednoj državi s gusto naseljenim područjima izazvala je značajne razmjere štete. Ovaj incident također naglašava našu nespremnost za suočavanje s takvim katastrofama te nas podsjeća na ljudsku ograničenost kada se priroda suprotstavi [11].

### 3.5. Poplave u Vijetnamu

Jake oborine u Vijetnamu uzrokovale su velike poplave 2015. godine. Mjesto velike katastrofe je bio rudnik ugljena. Jaka kiša uzrokovala je lavinu otrovnog mulja koji je izlazio iz rudnika i onečistio poljoprivredna zemljišta i rijeke (slika 6.). Velika bujica vode probila je branu koja je sprječavala izlazak opasnih tvari iz rudnika. Za pomoć lokalnom stanovništvu tom prilikom angažirani su vojnici. Prilikom te katastrofe došlo je do velikog kašnjenja opskrbe ugljenom što je imalo veliki negativni ekonomski efekt. Također, poljoprivredna zemljišta i rijeke su onečišćene opasnim tvarima što je ostavilo dugotrajne negativne posljedice na ljudsko zdravlje i samu floru i faunu. Iz navedene katastrofe proizlazi zaključak da rudnici predstavljaju iznimno veliku potencijalnu opasnost ako nisu pravilno izgrađeni da izdrže velike oborine [13].



Slika 6. Otrovni mulj u Vijetnamu [13]

### **3.6. Uragan Harvey**

Uragan Harvey u SAD-u (2017. godine) izazvao je poplavu zbog koje je kemijska tvornica ostala bez primarnog i rezervnog napajanja što je dovelo do gašenja kritičnog rashladnog uređaja potrebnog za sigurno skladištenje samo razgradljivih i eksplozivnih tvari. Uragan Harvey formirao se kao tropska oluja u Meksičkom zaljevu, a ubrzo je dosegao status uragana. Ekstremno visoke temperature površine mora u zaljevu pridonijele su brzom jačanju oluje. Kada se uragan Harvey približio obalnom području Teksasa i Louisiane, zaustavio se i zadržao nad tom regijom. Ova sporost kretanja rezultirala je rekordno visokim oborinama, pri čemu je okolno područja primilo gotovo 1300 mm kiše, što je izazvalo velike poplave. Posljedice Uragana Harvey bile su izrazito ozbiljne i obuhvatile su različite aspekte društva i okoliša. Poplave su se proširile na široka područja, prouzročivši ogromnu materijalnu štetu na kućama, infrastrukturi i gospodarstvu općenito. Stanovnici su bili prisiljeni napuštati svoje domove, a mnogi su se suočili s gubicima imovine i traumom.

Nabujalost rijeka dovela je do plavljenja ne samo stambenih područja, već i industrijskih kompleksa, uključujući naftne rafinerije i kemijske tvornice. Oštećenje ovih postrojenja postavilo je potencijalne NaTech rizike, s opasnostima od istjecanja opasnih tvari i onečišćenja okoliša. Onečišćenje vode i tla predstavljalo je dugotrajne ekološke izazove. Odgovor na Uragan Harvey uključivao je složene i opsežne napore kako bi se suočili s krizom. Lokalne, savezne i državne vlasti aktivirale su hitne mjere spašavanja i evakuacije. Nacionalna garda, vojska, vatrogasci, volonteri i civilne službe bili su uključeni u operacije spašavanja, evakuacije i pružanja pomoći stanovništvu. Vlasti su otvorile privremene sklonište i osigurale hitne medicinske usluge za ljude kojima je pomoć bila potrebna. Zajedno s organizacijama poput Crvenog križa i FEMA-e (Federalna uprava za upravljanje hitnim situacijama), osiguravane su hrana, voda i osnovni resursi za evakuirane ljude. Međutim, reakcija vlasti također je suočena s izazovima. Nedovoljna priprema i koordinacija učinili su izazovnijim brzo i učinkovito reagiranje na katastrofu. Neki dijelovi infrastrukture nisu bili dovoljno otporni na poplave, što je dodatno kompliciralo situaciju. Uragan Harvey donio je sa sobom velika uništenja koja je istaknula potrebu za boljom pripremom, odgovorom i koordinacijom u slučaju prirodnih katastrofa. Kombinacija visokih oborina, sporog kretanja oluje i oštećenja industrijskih postrojenja rezultirala je složenim izazovima za vlasti. Naučene lekcije iz ove katastrofe je da pomoćni rezervni uređaji neće raditi ako su pogođeni istom katastrofom kao i primarni pa bi se pomoćni uređaji trebali smjestiti na drugu višu lokaciju kako ne bi mogli biti zahvaćeni u ovom slučaju poplavom i kako bi im bilo omogućeno djelovanje. Pouke iz ovog događaja naglašavaju važnost preventivnih mjera, brze reakcije i suradnje kako bi se minimizirali rizici i zaštitili ljudi, okoliš i infrastruktura [14].

### **3.7. Važnost odgovora na katastrofe**

Iz prikazanih primjera NaTech nesreća evidentno je koliko su one ozbiljne te kako je imperativ promptno i adekvatno reagirati na njih kako bi se umanjile štetne posljedice. Sjedinjene Američke Države imaju niz federalnih programa usmjerenih na upravljanje materijalnim rizicima i efikasno reagiranje u hitnim situacijama. Procjena opasnosti najviše se odnosi na slučajeve ispuštanja opasnog materijala. Program prevencije uključuje sigurnosnu analizu, procjenu smanjenja mjera, standardne operativne procedure, održavanje, analiziranje vanjskih događaja, pregled prije pokretanja, sigurnosne revizije i istraživanje nesreća. Program brzog odgovora

uključuje mjere koje štite ljudsko zdravlje i okoliš u slučaju ispuštanja opasnih tvari. Program također uključuje i procedure obavještanja javnosti o potencijalnoj opasnosti, korištenje sigurnosne opreme i uvježbavanje reagiranja u takvim situacijama. No, izazov je u tome što niti jedan od ovih programa ne analizira dublje uzroke i posljedice ovakvih nesreća [6].

#### **4. SEVESO DIREKTIVE**

Seveso direktive predstavljaju ključni instrument Europske unije za reguliranje i poboljšanje sigurnosti industrijskih postrojenja koja rade s opasnim tvarima. Ime „Seveso“ potiče od grada Seveso u Italiji gdje se 1976. godine dogodila ozbiljna industrijska nesreća u kojoj je došlo do izlivanja otrovnih kemikalija, što je rezultiralo ozbiljnim posljedicama za okoliš i ljudsko zdravlje. Nesreća u Sevesu jedna je od najpoznatijih i najozloglašnijih tehnoloških nesreća u povijesti. U Sevesu se nalazila tvornica kemijske kompanije ICMESA koja je proizvodila pesticid poznat kao "TCP" (trikrezilfosfat). U jednom trenutku došlo je do ozbiljnog kvara u rashladnom sustavu, što je uzrokovalo pregrijavanje i razgradnju kemikalije. Taj proces stvorio je izuzetno opasni otrovni plin poznat kao dioksin ili "TCDD" koji je jedan od najtoksičnijih kemijskih spojeva poznatih čovjeku. Ova nesreća ozbiljno je utjecala na svijest o opasnostima od kemikalija i sigurnosti industrijskih postrojenja te je imala dalekosežne posljedice za regulativu i zakonodavstvo u području industrijske sigurnosti u Europi i širom svijeta. Seveso direktive prošle su kroz niz evolucijskih promjena kako bi se osigurala veća zaštita okoliša i ljudi. Seveso I Direktiva (1982/501/EEZ) koja je stupila na snagu 1982. godine, označila je početak regulacije opasnih postrojenja na europskoj razini. Njen nastanak je bio odgovor na katastrofu koja se dogodila u spomenutom gradu Sevesu u Italiji kada je izbio požar u kemijskom postrojenju koji je rezultirao izljevom toksičnih kemikalija. Ova tragedija ozbiljno je utjecala na okoliš i zdravlje lokalnog stanovništva, istaknuvši hitnu potrebu za zakonodavstvom koje bi osiguralo da se takve nesreće ne ponove.

Seveso I Direktiva (1982/501/EEZ) uspostavila je ključne smjernice za kontrolu opasnih tvari u industrijskim postrojenjima diljem Europske zajednice. Ona je zahtijevala od država članica da identificiraju takva postrojenja i izrade popis opasnih tvari koje se tamo koriste. Osim toga, direktiva je uvela obvezu procjene rizika i razvoja sigurnosnih mjera kako bi se smanjila mogućnost nesreća i njihovih posljedica. Međutim, Seveso I Direktiva imala je svoje ograničenje. Njen opseg primjene bio je usmjeren na postrojenja koja su koristila određene količine opasnih tvari, a sama definicija "opasnih tvari" nije bila uvijek precizna. Stoga je bilo potrebno daljnje poboljšanje i razvoj ovog zakonodavstva kako bi se postigla veća sigurnost i zaštita okoliša.

Seveso II Direktiva (1996/82/EC) stupila je na snagu 1996. godine i donijela značajna unaprjeđenja u regulaciji industrijskih postrojenja koja koriste opasne tvari. Njena najvažnija promjena bila je proširenje opsega primjene, uključujući veći broj postrojenja. Također je preciznije definirala opasne tvari, što je omogućilo bolju klasifikaciju i kontrolu. Direktiva je naglasila važnost komunikacije s javnošću i zahtijevala izradu sigurnosnih izvještaja i planova intervencije u slučaju nesreće. Dodatno, postrojenja su morala osigurati obuku svojeg osoblja kako bi se povećala svijest o rizicima.

Seveso III Direktiva (2012/18/EU) stupila je na snagu 2012. godine i donijela daljnja poboljšanja u regulaciji industrijskih postrojenja. Njen najvažniji doprinos bio je daljnje proširenje

opsega primjene, uključujući i manje postrojenja koja koriste opasne tvari. Također je preciznije definirala klasifikaciju postrojenja, omogućujući preciznije procjene rizika. Seveso III Direktiva je također usklađena s drugim relevantnim europskim zakonodavstvom, poput REACH regulative o kemikalijama. Osim toga, Seveso III Direktiva (2012/18/EU) naglašava međunarodnu suradnju između država članica radi bolje prevencije i upravljanja nesrećama [15].

#### 4.1. Ključne odredbe Seveso III Direktive

Seveso III Direktiva (2012/18/EU), donijela je značajne promjene u regulaciji i unaprjeđenju sigurnosti industrijskih postrojenja koja rade s opasnim tvarima. Ključne odredbe ove direktive obuhvaćaju sljedeće:

- 1. Kategorizacija postrojenja:** Seveso III Direktiva (2012/18/EU), zadržava koncept kategorizacije postrojenja, ali sada ih dijeli u tri kategorije umjesto dvije kao u Seveso II Direktiva (1996/82/EC). Kategorizacija se temelji na količinama opasnih tvari koje postrojenje koristi, što pomaže u određivanju razine regulacije i sigurnosnih zahtjeva.
- 2. Procjena rizika i sigurnosni dokumenti:** Postrojenja su obvezna izraditi detaljnu procjenu rizika koja uključuje identifikaciju mogućih nesreća, njihovih posljedica i mjera zaštite. Osim toga, moraju izraditi sigurnosne dokumente, uključujući planove intervencije u slučaju nesreće.
- 3. Obveza informiranja i konzultacije s javnošću:** Postrojenja su dužna aktivno informirati javnost o rizicima i sigurnosnim mjerama. Također, ova direktiva naglašava važnost suradnje s lokalnim vlastima i davanje informacija u slučaju nesreće.
- 4. Izvješćivanje i inspekcije:** Direktiva uspostavlja zahtjeve za redovito izvješćivanje nadležnim tijelima o sigurnosnim mjerama i incidentima. Također, predviđa inspekcije i ocjene kako bi se osigurala usklađenost s propisima.
- 5. Suradnja između država članica:** Seveso III Direktiva (2012/18/EU) naglašava važnost suradnje između država članica, posebno u slučajevima koji prelaze nacionalne granice. To uključuje razmjenu informacija i međunarodnu koordinaciju u slučaju nesreće.
- 6. Usklađivanje s drugim zakonodavstvom:** Direktiva traži da se postrojenja usklade s drugim relevantnim zakonima EU-a, uključujući REACH regulativu o kemikalijama i Direktivu o industrijskim emisijama.
- 7. Kontinuirano praćenje i revizija:** Seveso III Direktiva (2012/18/EU) predviđa redovito praćenje i reviziju kako bi se osigurala učinkovitost i prilagodba novim izazovima i spoznajama o rizicima.

Ključne odredbe Seveso III Direktive (2012/18/EU) zajedno čine sveobuhvatan okvir za regulaciju industrijskih postrojenja koja rade s opasnim tvarima i postavlja visoke standarde za sigurnost i zaštitu okoliša u tim postrojenjima [16].

## 4.2. Utjecaj i primjena Seveso III Direktive

Povezanost između Seveso III Direktive (2012/18/EU) i NaTech nesreća odražava složenu interakciju između prirodnih katastrofa i tehnoloških faktora, te naglašava važnost integriranog pristupa upravljanju rizicima. Seveso III Direktiva (2012/18/EU) usmjerena je na sprječavanje i ublažavanje tehnoloških nesreća koje uključuju opasne tvari, dok NaTech nesreće predstavljaju tehničko-tehnološke nesreće do kojih je došlo pod utjecajem prirodne nesreće. [16].

Seveso III Direktiva (2012/18/EU) imala je značajan utjecaj na sigurnost industrijskih postrojenja i prevenciju tehnoloških nesreća diljem Europe. Njeno provođenje rezultiralo je povećanom svjesnošću o rizicima, boljom pripremom na nesreće te prevencija i smanjenje utjecaja posljedica nesreća na ljude, okoliš i imovinu. Seveso III Direktiva (2012/18/EU) jasno ističe da postrojenja koje sadrže opasne tvari moraju imati protokole za reagiranje u slučaju slučajnih ispuštanja, uključujući analizu događaja koji mogu biti posljedica nesreća. Institucije su obvezne uključiti moguće prirodne opasnosti u procjenu rizika te uspostaviti preventivne mjere kako bi se minimalizirale potencijalne posljedice takvih nesreća. Međutim, Seveso III Direktiva (2012/18/EU) ne određuje specifičan način provođenja akcija, što dovodi do različitih pristupa u različitim državama. Stoga, za pravi odgovor na NaTech nesreće od velike je važnosti cjelovita analiza istih, iskustva i nesreće koje su se dogodile u povijesti važan su faktor za uspostavu prevencije i mogućih rizika. Uzročno-posljedični odnosi su ključni u tom kontekstu. Neophodno je analizirati prirodne katastrofe i njihovu implikaciju na ljudski život. Bitan aspekt je u istodobnom promatranju prirodne katastrofe i nastalih tehnoloških posljedica koje iz nje proizlaze [16].

## 4.3. Identifikacija i procjena opasnosti

Jedna od ključnih komponenti Seveso III Direktive (2012/18/EU) je zahtjev za identifikacijom i procjenom opasnosti u industrijskim postrojenjima koja rukuju opasnim tvarima. Ovaj proces omogućuje prepoznavanje potencijalnih rizika od tehničkih nesreća, uključujući i one uzrokovane prirodnim događajima kao što su potresi, poplave i uragani. Integriranjem elemenata NaTech analize u procjenu opasnosti, industrijski subjekti moraju uzeti u obzir kako tehnološke tako i prirodne faktore koji mogu izazvati neželjene povezane događaje. Primjerice, u kemijskim postrojenjima procjena opasnosti mora uzeti u obzir potencijalne prirodne prijetnje poput poplava koje mogu izazvati istjecanje opasnih tvari te sve moguće posljedice koje se mogu uzročno-posljedično dogoditi. Ovaj pristup omogućuje identificiranje ranjivih točaka u postrojenju koja mogu biti izložena riziku od NaTech nesreća [16].

## 4.4. Planiranje intervencija

Seveso III Direktiva (2012/18/EU) zahtijeva da industrijski subjekti razviju planove zaštite i intervencije kako bi se smanjili rizici od tehnoloških nesreća. Ovi planovi trebaju uključivati mjere za sprječavanje, ublažavanje i reagiranje na nesreće. U kontekstu NaTech nesreća, ovi planovi moraju uzeti u obzir i potencijalne prirodne prijetnje i osigurati adekvatne mjere kako bi se minimizirali njihovi utjecaji. Na primjer, postrojenje koje se bavi skladištenjem kemikalija trebalo bi razviti plan intervencije koji uključuje mjere za sprječavanje istjecanja kemikalija



tijekom prirodnih događaja poput poplava ili potresa. Također, plan bi trebao predviđati brze reakcije u slučaju NaTech nesreća kako bi se spriječilo širenje onečišćenja i minimalizirali negativni utjecaji na ljude i okoliš [16].

#### **4.5. Informiranje javnosti**

Seveso III Direktiva (2012/18/EU) naglašava važnost informiranja lokalne zajednice, vlasti i javnosti o rizicima povezanim s industrijskim postrojenjima i opasnim tvarima. Ova komponenta ima značajnu ulogu i u kontekstu NaTech nesreća, jer transparentnost i pravodobno informiranje javnosti igraju ključnu ulogu u minimiziranju posljedica. U slučaju prirodnih katastrofa koje mogu izazvati tehničke incidente, informiranje javnosti o potencijalnim opasnostima i planovima intervencije može pomoći u sprečavanju panike i osigurati suradnju stanovništva tijekom kriznih situacija. Lokalna zajednica treba biti svjesna kako tehničkih tako i prirodnih rizika kako bi se mogla angažirati u preventivnim mjerama i pripremama [16].

#### **4.6. Uspostavljanje ovlaštenih organizacija i inspekcija**

Seveso III Direktiva (2012/18/EU) zahtijeva da države članice EU uspostave ovlaštene organizacije i sustave inspekcija kako bi osigurale pridržavanje direktive i sigurnost industrijskih postrojenja. Zadaća je da nadziru i provode stalnu kontrolu kako bi osigurali da industrijski postrojenja imaju odgovarajuće sigurnosne mjere i da su spremni odgovoriti na nepredviđene situacije.

U slučaju NaTech nesreća ovlaštene organizacije također imaju ulogu osiguranja da industrijska postrojenja primjenjuju specifične NaTech mjere zaštite. Inspekcije bi trebale procjenjivati i pripremljenost industrijskih postrojenja na suočavanje s prirodnim prijetnjama i provoditi ocjene ranjivosti kako bi se identificirali potencijalni NaTech rizici [16].

Seveso III Direktiva (2012/18/EU) postavlja princip odgovornosti industrijskih subjekata za štetu i troškove koji proizlaze iz nesreća. Ovo uključuje financijsku odgovornost za kompenzaciju žrtvama, sanaciju štete i obnovu. U kontekstu NaTech nesreća, ovaj princip odgovornosti također igra ključnu ulogu. Industrijski subjekti moraju biti financijski spremni pokriti troškove koji proizlaze iz NaTech nesreća. Na primjer, u slučaju poplave koja uzrokuje istjecanje opasnih tvari iz postrojenja, odgovornost za sanaciju onečišćenja i kompenzaciju žrtvama trebala bi biti na industrijskom subjektu [16].

Povezanost između Seveso III Direktive (2012/18/EU) i NaTech nesreća proizlazi iz potrebe za integriranim pristupom upravljanju rizicima koji uključuje kako tehničke, tako i prirodne faktore. Seveso III Direktiva (2012/18/EU) pomaže u minimiziranju rizika od NaTech nesreća kroz identifikaciju i procjenu opasnosti, planiranje intervencija, informiranje javnosti i uspostavljanje ovlaštenih organizacija. Ova integracija osigurava da industrijska postrojenja budu spremna suočiti se s kombiniranim izazovima prirodnih katastrofa i tehničkih elemenata, čime se osigurava sigurnost ljudi, okoliša i imovine [16].

## 4.7. Republika Hrvatska kao SEVESO obveznik

Hrvatska, kao članica Europske unije (EU), obvezna je provoditi i implementirati odredbe Seveso direktiva koje reguliraju upravljanje opasnim tvarima i prevenciju tehnoloških nesreća. Hrvatska kao Seveso obveznik mora primjenjivati standarde i propise usklađene s odredbama Seveso direktiva kako bi osigurala sigurnost ljudi, zaštitu okoliša i imovine te spriječila ili minimalizirala posljedice potencijalnih nesreća. Seveso direktive postavljaju okvire za identifikaciju postrojenja koja su Seveso obveznici i kategoriziraju ih prema količini opasnih tvari koje rukuju. Hrvatska se obvezala osigurati da takva postrojenja provode mjere prevencije, odnosno smanjenja rizika, te mjere ublažavanja posljedica u slučaju nesreće. To uključuje razvoj planova zaštite i intervencije, identifikaciju ranjivih točaka, procjenu opasnosti i uspostavljanje mehanizama za informiranje javnosti i suradnju s lokalnim vlastima [17].

Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja Republike Hrvatske ima ključnu ulogu u provedbi Seveso direktiva. Ono je odgovorno za identifikaciju, registraciju i praćenje postrojenja koja su Seveso obveznici te za osiguranje njihove usklađenosti s odredbama Seveso direktiva. Ministarstvo također surađuje s drugim nadležnim tijelima i institucijama kako bi osiguralo koordinirane mjere za sigurnost i prevenciju nesreća. U svrhu provedbe Seveso direktiva, Hrvatska redovito ažurira popis postrojenja koja su Seveso obveznici i osigurava da oni redovito provode evaluacije rizika te usklađuju svoje postupke s najnovijim standardima i propisima. Hrvatska kao Seveso obveznik prepoznaje važnost sigurnog rukovanja opasnim tvarima i tehnološkom sigurnošću kako bi zaštitila svoje građane, okoliš i imovinu od potencijalnih nesreća. Implementacija Seveso direktiva pridonosi stvaranju sigurnog okruženja za rad i život te doprinosi održivom razvoju industrije i društva u cjelini. Zakon o zaštiti okoliša Republike Hrvatske [1]. i Seveso direktive predstavljaju ključne zakonodavne instrumente koji reguliraju zaštitu okoliša i sigurnost u vezi s postrojenjima koja rukuju opasnim tvarima. Ovi zakoni osiguravaju sigurnost ljudi, okoliša i imovine te promiču održivi razvoj industrije i društva [17].

Zakon o zaštiti okoliša [1] temeljni je pravni okvir za upravljanje okolišem u Hrvatskoj. Njegov cilj je promicati održivi razvoj, zaštititi prirodne resurse i osigurati visoku razinu zaštite okoliša. Zakon o zaštiti okoliša usmjerava različite aspekte zaštite okoliša, uključujući planiranje i upravljanje prirodnim resursima, upravljanje otpadom, zaštitu zraka, vode i tla te provedbu propisa Europske unije u području zaštite okoliša. Seveso direktive Europske unije, a posebno Seveso III Direktiva (2012/18/EU), usko su povezane s Zakonom o zaštiti okoliša Republike Hrvatske [1]. Direktive su usmjerene na prevenciju i ublažavanje posljedica tehnoloških nesreća koje uključuju opasne tvari. Zakon o zaštiti okoliša, s druge strane, služi kao temeljni okvir za primjenu Seveso direktiva u nacionalnom zakonodavstvu Hrvatske [17].

Ključna povezanost između Zakona o zaštiti okoliša [1] i Seveso direktiva uključuje sljedeće aspekte:

- 1. Identifikacija i registracija postrojenja:** Zakon o zaštiti okoliša propisuje obveze industrijskih subjekata u Hrvatskoj da identificiraju, registriraju i prijave postrojenja koja rukuju opasnim tvarima. Ovo je u skladu s odredbama Seveso direktiva koje zahtijevaju identifikaciju Seveso obveznika i praćenje njihove usklađenosti.
- 2. Procjena i upravljanje rizicima:** Zakon o zaštiti okoliša osigurava da postrojenja koja su Seveso obveznici provode procjene rizika i usklađuju se s mjerama prevencije i intervencije. Ove mjere usmjerene su na smanjenje rizika od tehnoloških nesreća te na zaštitu ljudi, okoliša i imovine.
- 3. Informiranje javnosti:** Zakon o zaštiti okoliša propisuje obveze informiranja javnosti o opasnostima i mjerama sigurnosti koje se odnose na postrojenja koja rukuju opasnim tvarima. Ovo je usklađeno s odredbama Seveso direktiva koje promiču transparentnost i suradnju s lokalnom zajednicom.
- 4. Ovlaštene organizacije i inspekcije:** Zakon o zaštiti okoliša osigurava uspostavu ovlaštenih tijela i inspekcija koja nadziru primjenu zakona i propisa u vezi s zaštitom okoliša, uključujući i Seveso direktive.
- 5. Kaznene odredbe:** Zakon o zaštiti okoliša uključuje kaznene odredbe za nepoštivanje odredbi koje se odnose na postrojenja koja rukuju opasnim tvarima. Kaznene odredbe osiguravaju provedbu Seveso direktiva i potiču odgovorno ponašanje industrijskih subjekata[16].

Zakon o zaštiti okoliša Republike Hrvatske i Seveso direktive zajedno osiguravaju sustav upravljanja opasnim tvarima i prevencije tehnoloških nesreća koji ima za cilj zaštititi ljudske živote, okoliš i imovinu. Integracija Seveso direktiva u nacionalno zakonodavstvo osigurava da Hrvatska pridržava visoke standarde zaštite okoliša i sigurnosti, u skladu s europskim i globalnim normama [1].

Uredba o sprječavanju velikih nesreća koje uključuju opasne tvari [17] (dalje u tekstu: Uredba) je ključni pravni instrument u Hrvatskoj koji uspostavlja okvir za prevenciju i kontrolu tehnoloških nesreća koje uključuju opasne tvari. Uredba je usko povezana s Seveso direktivama Europske unije (EU) te služi kao sredstvo za implementaciju i primjenu tih direktiva u nacionalnom zakonodavstvu. Seveso direktive, posebno Seveso III Direktiva (2012/18/EU) usmjerene su na prevenciju i ublažavanje posljedica tehnoloških nesreća koje uključuju opasne tvari. Direktive propisuju mjere za identifikaciju, procjenu i upravljanje rizicima te osiguravaju usklađenost industrijskih subjekata s mjerama sigurnosti i prevencije. Uredba [17] ima svrhu inkorporirati ove smjernice EU na nacionalnu razinu. Uredba o sprječavanju velikih nesreća koje uključuju opasne tvari ima za cilj osigurati visoku razinu sigurnosti ljudi, okoliša i imovine u Hrvatskoj putem primjene principa i smjernica definiranih Seveso direktivama Europske unije. Usklađenost osigurava da Hrvatska ima učinkovit pravni okvir za upravljanje rizikom tehnoloških nesreća i zaštitu javnog interesa [17].

Pravilnik o registru postrojenja u kojima su prisutne opasne tvari i o očevidniku prijavljenih velikih nesreća predstavlja važan pravni instrument u Hrvatskoj koji se bavi identifikacijom, evidencijom i prijavom postrojenja koja rukuju opasnim tvarima te očevidnikom prijavljenih

velikih nesreća [18]. Pravilnik je također povezan sa Seveso direktivama Europske unije (EU) i služi kao način implementacije i primjene tih direktiva na nacionalnoj razini.

Glavne točke povezanosti između Pravilnika i Seveso direktiva su sljedeće:

- 1. Evidencija postrojenja i opasnih tvari:** Pravilnik propisuje obveze industrijskih subjekata da prijave i registriraju postrojenja u kojima su prisutne opasne tvari. Evidencija je usklađena sa zahtjevima Seveso direktiva koje također zahtijevaju identifikaciju i registraciju postrojenja koja rukuju opasnim tvarima.
- 2. Identifikacija Seveso obveznika:** Pravilnik definira kriterije za identifikaciju postrojenja koja su obuhvaćena njegovim odredbama. Identifikacija proizlazi iz Seveso direktiva koje također klasificiraju postrojenja prema količini opasnih tvari i njihovom utjecaju.
- 3. Očevidnik prijavljenih nesreća:** Pravilnik propisuje očevidnik prijavljenih velikih nesreća koji je pod ingerencijom Ministarstva zaštite okoliša i energetike, Republike Hrvatske. Također je usklađeno sa odredbama Seveso direktiva koje zahtijevaju praćenje i izvještavanje o nesrećama.
- 4. Prijave velikih nesreća:** Pravilnik propisuje obveze industrijskih subjekata da prijave velike nesreće Ministarstvu zaštite okoliša i energetike, Republike Hrvatske.
- 5. Suradnja i informiranje javnosti:** Pravilnik promiče suradnju s nadležnim tijelima i informiranje javnosti o nesrećama i mjerama sigurnosti[18].

Pravilnik o registru postrojenja u kojima su prisutne opasne tvari i o očevidniku prijavljenih velikih nesreća igra ključnu ulogu u usklađivanju Hrvatske s odredbama Seveso direktiva Europske unije. Kroz ovaj pravni instrument, Hrvatska osigurava transparentno praćenje, identifikaciju i prijavu postrojenja koja rukuju opasnim tvarima te osigurava sustav za reagiranje na potencijalne velike nesreće. Povezanost omogućuje Hrvatskoj da pravovremeno reagira na prijetnje sigurnosti od velikih nesreća i zaštiti okoliša, usklađujući se s europskim standardima i normama [1].

#### **4.8. Registar onečišćavanja tla i opterećenja okoliša (RPOT)**

Registar onečišćavanja tla i opterećenja okoliša (RPOT) te Očevidnik prijavljenih velikih nesreća (OPVN) su važne baze podataka i evidencije koje služe za praćenje, identifikaciju i upravljanje aspektima zaštite okoliša i sigurnosti u Hrvatskoj. OPVN je sastavni dio RPOT-a. Baze su ključni alati u ostvarivanju ciljeva zaštite okoliša, prevencije tehnoloških nesreća i osiguravanju transparentnog informiranja javnosti. RPOT je baza podataka koja služi za prikupljanje informacija o onečišćenju tla i opterećenju okoliša. Svrha RPOT -a je identificirati lokacije koje su potencijalno onečišćene i pratiti stanje tla te okoliša kako bi se poduzele odgovarajuće mjere zaštite. RTOP sadrži informacije o zemljištima, industrijama i drugim aktivnostima koje mogu pridonijeti onečišćenju tla te omogućuje bolje razumijevanje i upravljanje ovim pitanjem radi očuvanja zdravlja ljudi i okoliša. RPOT sadrži važne informacije o lokacijama, postrojenjima i aktivnostima koje su povezane s onečišćenjem tla i opterećenjem okoliša. RPOT baza podataka ima ključnu ulogu u praćenju i upravljanju potencijalnim prijetnjama za okoliš, zdravlje ljudi i prirodne resurse.

Ključni elementi koje RPOT može sadržavati:

1. **Lokacije postrojenja:** RPOT identificira lokacije na kojima se nalaze postrojenja koja rukuju opasnim tvarima ili potencijalno onečišćuju okoliš. Informacije o industrijskim kompleksima, tvornicama, skladištima i sličnim objektima.
2. **Vrste opasnih tvari:** Baza sadrži informacije o vrstama opasnih tvari koje su prisutne na određenoj lokaciji. Podaci o kemikalijama, plinovima, tekućinama i čvrstim materijalima koji mogu predstavljati rizik za okoliš.
3. **Količine opasnih tvari:** RPOT može sadržavati podatke o količinama opasnih tvari koje se skladište ili koriste na određenoj lokaciji. Važno u procjeni potencijalnog rizika i ozbiljnosti onečišćenja.
4. **Postupci upravljanja:** Baza može sadržavati podatke o postupcima upravljanja opasnim tvarima i prevenciji onečišćenja. Informacije o sigurnosnim mjerama, planovima intervencije i drugim aktivnostima koje se provode kako bi se smanjio rizik od onečišćenja.
5. **Prijavljene nesreće:** RPOT sadržava informacije o prijavljenim nesrećama ili incidentima koji su se dogodili na određenoj lokaciji. Važnost u praćenju i analizi događaja te učinkovitosti sustava sigurnosti.
6. **Monitoring:** Baza može sadržavati informacije o zemljištu, vodama i ekosustavima na određenoj lokaciji. Može sadržavati podatke o kvaliteti tla, voda i biološkoj raznolikosti.
7. **Zakonski okvir:** RPOT može sadržavati informacije o zakonskim propisima i regulacijama koje se odnose na zaštitu okoliša, upravljanje opasnim tvarima i prevenciju onečišćenja.
8. **Izvjestavanje:** U skladu s transparentnošću i informiranjem javnosti, RPOT baza pruža podatke koji su dostupni široj javnosti kako bi se osigurala svijest o potencijalnim rizicima i mjerama zaštite.

RPOT igra ključnu ulogu u praćenju i upravljanju potencijalnim prijetnjama za okoliš i ljudsko zdravlje. Informacije sadržane u RPOT -u omogućuju donošenje informiranih odluka o zaštiti okoliša i sigurnosti te promicanju održivog upravljanja resursima [18].

#### 4.9. Očevidnik prijavljenih velikih nesreća (OPVN)

Očevidnik prijavljenih velikih nesreća (OPVN) je evidencija koja bilježi prijavljene velike nesreće ili incidente u kojima su uključene opasne tvari. Očevidnik omogućuje praćenje nesreća, njihovih uzroka i posljedica te reakcije nadležnih tijela kao odgovor na nesreće koje su se dogodile unutar nekog postrojenja. Informacije u OPVN-u pomažu u analizi i evaluaciji sigurnosnih aspekata industrijskih postrojenja i doprinose poboljšanju sustava zaštite okoliša i sigurnosti. OPVN sadrži ključne informacije o prijavljenim velikim nesrećama ili incidentima u kojima su uključene opasne tvari. OPVN baza podataka ima važnu ulogu u praćenju, analizi i upravljanju nesrećama te u osiguranju reakcije nadležnih tijela na takve događaje.

U nastavku su neki od ključnih elemenata koje OPVN može sadržavati:

1. **Detalji nesreće:** Baza sadrži opis događaja, uzrok nesreće i okolnosti koje su dovele do incidenta. Detaljni opis pomaže razumijevanju uzroka i tijeka nesreće.
2. **Vrste opasnih tvari:** sadrži informacije o vrstama opasnih tvari koje su bile uključene u nesreću. To uključuje podatke o kemikalijama, plinovima ili drugim tvarima koje su bile prisutne tijekom incidenta.

3. **Lokacija nesreće:** Baza sadrži informacije o mjestu nesreće, uključujući geografske koordinate, adresu ili druge relevantne detalje, koje omogućuje brzu reakciju i intervenciju.
4. **Posljedice nesreće:** OPVN sadrži informacije o posljedicama nesreće, uključujući onečišćenje okoliša, štete na imovini, ozljede ljudi ili druge štetne učinke.
5. **Reakcija i intervencija:** Baza sadržava i podatke o reakciji nadležnih tijela, hitnim službama i drugim sudionicima koji su sudjelovali u intervenciji nakon nesreće. Poduzetim mjerama tijekom nesreće, koracima reagiranja i uklanja posljedica nesreće.
6. **Procjena rizika:** OPVN sadržava analizu rizika koja se odnosi na potencijalne posljedice nesreće, uključujući procjenu širenja onečišćenja, ugroženost ljudi i okoliša te druge faktore.
7. **Broj žrtava:** Baza sadržava informacije o broju ozlijeđenih, evakuiranih ili preminulih osoba kao rezultat nesreće.
8. **Odgovorni subjekti:** OPVN sadržava podatke o industrijskim subjektima ili organizacijama koje su bile uključene u nesreću.
9. **Zakonski aspekti:** Baza sadržava informacije o zakonima, propisima i direktivama koji se primjenjuju u slučaju nesreće te o mjerama koje su poduzete kako bi se osigurala usklađenost.
10. **Pouke iz nesreće:** OPVN sadržavati zaključke i preporuke za sprečavanje budućih nesreća ili poboljšanje postupaka reagiranja.

Informacije sadržane u OPVN omogućuju učinkovitu reakciju nadležnih tijela, poboljšanje sustava sigurnosti te unapređenje mjera prevencije kako bi se smanjio rizik od budućih nesreća i osigurala zaštita ljudi, okoliša i imovine [18].

#### 4.10. Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku

Vlada Republike Hrvatske usvojila je 2019. godine Procjenu rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku [19]. Procjenom rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku se nastojalo urediti koje opasnosti i rizici ugrožavaju Republiku Hrvatsku, koje su potrebe i mogućnosti za sprječavanje, smanjenje i uklanjanje posljedica katastrofa i velikih nesreća te kako se izrađuju temelji za izradu planova zaštite i spašavanja stanovništva, uz djelovanje svih mjerodavnih struktura, operativnih snaga zaštite i spašavanja i resursa cjelovitog i sveobuhvatnog nacionalnog sustava upravljanja u zaštiti od katastrofa i velikih nesreća. Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku predstavlja ključan proces analize potencijalnih rizika i prijetnji koje mogu utjecati na sigurnost i dobrobit države, ljudi te okoliša. Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku ima važnu ulogu u identifikaciji ranjivih područja, planiranju mjera prevencije, reakcije i oporavka te osiguranju sustava zaštite i sigurnosti. Velike nesreće i katastrofe često proizlaze iz razolikih prirodnih fenomena i tehničko-tehnoloških procesa, te predstavljaju značajan izazov za društvo. Donoseći sa sobom ozbiljne socijalne, ekonomske i gospodarske terete.

Hrvatska se nalazi u području koje je izloženo različitim prirodnim prijetnjama poput potresa, poplava, oluja i požara, često s ozbiljnim posljedicama. Također, zemlja ima brojne industrijske i tehnološke objekte koji rukuju opasnim kemikalijama. Učestalost i ozbiljnost ovih prijetnji čine ih ključnim elementima rizika za zemlju. Prirodne katastrofe i tehničko-tehnološke katastrofe i velike nesreće mogu imati ozbiljne posljedice po ljudske živote i sigurnost građana.

Prirodne katastrofe obuhvaćaju događaje kao što su potresi, poplave, požari, suše, oluje i slično. Procjena ugroženosti od prirodnih katastrofa uključuje analizu seizmičke aktivnosti, hidroloških i meteoroloških uvjeta te drugih prirodnih faktora koji mogu uzrokovati štetu. Ovo

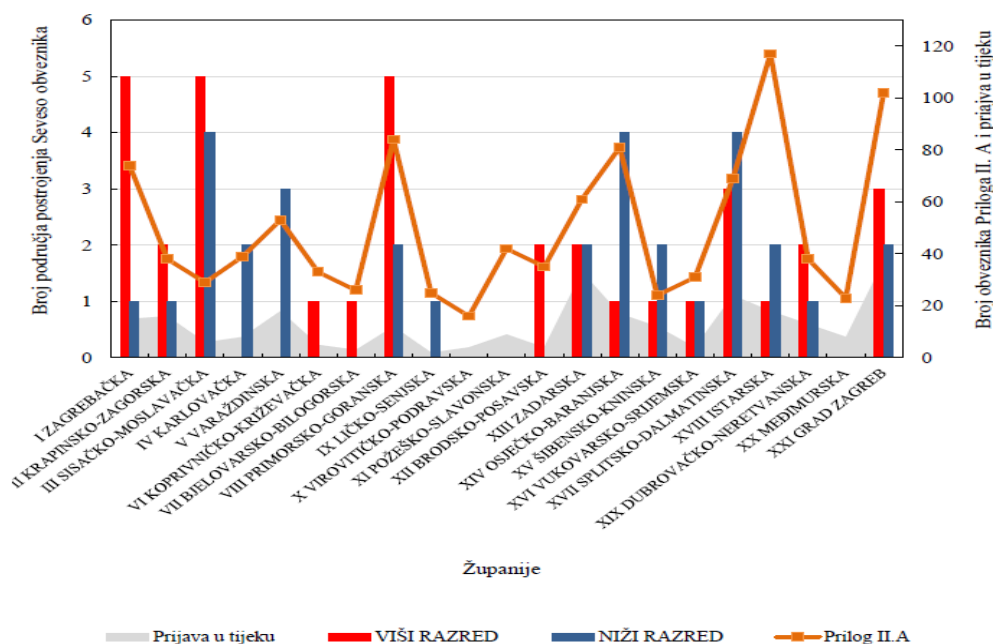
uključuje identifikaciju područja visokog rizika, kao i razvoj planova za evakuaciju, zaštitu infrastrukture i minimiziranje posljedica.

Tehničko-tehnološke katastrofe i velike nesreće uključuju incidente i nesreće uzrokovane tehničkim ili industrijskim faktorima, kao što su nesreće u postrojenjima koja rukuju opasnim tvarima, eksplozije, curenje kemikalija ili naftnih derivata te slično. Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku analizira postrojenja, aktivnosti i opasne tvari prisutne u određenim područjima te procjenjuje potencijalne posljedice takvih nesreća. Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku omogućuje identifikaciju područja s visokim rizikom i planiranje mjera zaštite i evakuacije kako bi se smanjio utjecaj ovih katastrofa na stanovništvo [19].

Ključni elementi procjene rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku:

- 1. Identifikacija rizičnih područja:** identifikacija geografskih područja s visokim rizikom od različitih katastrofa. Analiza seizmičke, hidrološke, klimatske i geološke podatke te analiza prisutnosti opasnih tvari.
- 2. Analiza rizika:** potencijalne posljedice katastrofa, uključujući fizičku štetu, gubitak života, ekonomske gubitke i štetne učinke na okoliš.
- 3. Identifikacija rizičnih sektora:** Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku identificira ključne sektore (npr. energetika, transport, vodoprivreda) koji su najosjetljiviji na katastrofe i čija bi disfunkcija mogla imati ozbiljne posljedice.
- 4. Razvoj planova intervencije:** Na temelju analize rizika, razvijaju se planovi za prevenciju, reakciju i oporavak. Uključuje evakuacijske planove, strategije spašavanja, upravljanje opasnim tvarima i obnovu infrastrukture.
- 5. Kontinuirano praćenje i ažuriranje:** Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku je dinamički dokument. Potrebno je kontinuirano praćenje i ažuriranje podataka kako bi se osigurala njihova relevantnost i korisnost [19].

Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku omogućava da identificiramo prioritete u području upravljanja rizicima od katastrofa te da se razviju sustavne strategije i mjere koje će pomoći u minimiziranju štete, zaštiti ljudi, okoliša i imovine te osiguranju održivosti i otpornosti na prijetnje mogućih katastrofa i nesreća. Na slici 7. prikazan je dijagram popisa jedinica lokalne samouprave u Republici Hrvatskoj u kojima se nalaze postrojenja koja posjeduju opasne tvari višeg i nižeg razreda. Prema prijavama u bazi RPOT/OPVN utvrđeno je ukupno 67 Seveso obveznika u Republici Hrvatskoj, koja posjeduju velike ili male količine opasnih tvari od čega 35 višeg i 32 nižeg razreda [19].



Slika 7. Popis područja postrojenja u RH koja posjeduju opasne tvari nižeg i višeg razreda [20]

Republika Hrvatska ne spada među zemlje koje su kontinuirano izložene visokom riziku od NaTech nesreća, kao što su zemlje koje se nalaze u seizmički aktivnim područjima ili na udaru čestih prirodnih katastrofa. Međutim, odsustvo stalnog visokog rizika ne znači da zemlja ne mora biti potpuno pripravna i spremna za takve situacije.

Hrvatska se nalazi u Europi, kontinentu koji je često pogođen različitim prirodnim prijetnjama poput potresa, poplava, oluja i požara. Osim toga, industrijski i tehnološki sektor u zemlji također nosi određeni rizik od tehničkih nesreća, posebno onih povezanih s postrojenjima koja rukuju opasnim kemikalijama. Iako ti rizici možda nisu konstantno visoki, potencijalne NaTech nesreće ne bi smjele biti zanemarene. S obzirom na mogućnost NaTech nesreća i njihove potencijalno ozbiljne posljedice po okoliš, ljudske živote i gospodarstvo, Republika Hrvatska mora biti pripravna za takve situacije. To uključuje razvoj i implementaciju preventivnih mjera, jasnih postupaka za hitne intervencije i evakuacije, obuku osoblja i građana, te stalnu reviziju i ažuriranje sustava sigurnosti kako bi se smanjio rizik od NaTech nesreća i ublažile njihove posljedice. Bez obzira na relativno nisku učestalost ovih nesreća, pripravnost i proaktivnost ostaju ključne komponente sigurnosti Republike Hrvatske [19].



## 5. NATECH: PREVENCIJA, PRIPREMA I PLANIRANJE

NaTech katastrofe predstavljaju složen i zahtjevan oblik prijetnje koji kombinira elemente prirodnih katastrofa s tehnološkim nesrećama, čime stvara izazove za sigurnost ljudi, okoliša i društva kao cjeline. Prevencija, priprema i planiranje postaju ključni aspekti u suočavanju s ovim izazovima te u smanjenju rizika i posljedica NaTech katastrofa. NaTech katastrofe ne znaju za granice, spajajući snagu prirodnih sila s potencijalnim nesrećama koje mogu prouzročiti industrijski procesi i opasne tvari. Ponekad, katastrofe kao što su potresi, poplave ili oluje mogu izravno utjecati na industrijska postrojenja koja rukuju opasnim tvarima, što rezultira lančanim reakcijama ozbiljnih razmjera. Kemijske reakcije, eksplozije, istjecanje opasnih tvari i požari često se mogu pokrenuti kao rezultat prirodnih katastrofa. Na primjer, potres može oštetiti spremnike koji sadrže opasne tvari, uzrokujući istjecanje i ozbiljne ekološke posljedice.

Prevencija se nameće kao nužan korak kako bi se minimizirali rizici od NaTech nesreća i katastrofa. Prva faza prevencije obuhvaća analizu rizika koja identificira područja s visokim potencijalom za katastrofe. To uključuje procjenu seizmičke aktivnosti, geološke i hidrološke uvjete te mogućnost udara oluja. Kombinirajući te podatke s informacijama o prisutnosti industrijskih postrojenja koja rukuju opasnim tvarima, moguće je identificirati područja koja su posebno ranjiva na NaTech nesreće i katastrofe. Nadalje, preventivne mjere uključuju inženjerske intervencije kako bi se smanjili potencijalni rizici. To može uključivati strukturalno ojačanje postrojenja kako bi se izdržali potresi ili dizajniranje sustava koji sprječavaju istjecanje opasnih tvari tijekom poplava.

Usklađivanje s najnovijim sigurnosnim standardima i tehnologijama igra ključnu ulogu u minimiziranju rizika od NaTech nesreća i katastrofa. Priprema za NaTech nesreće i katastrofe postaje neophodan dio strategije upravljanja rizicima. Ključni element pripreme je razvoj detaljnih kriznih planova koji precizno definiraju postupke i odgovornosti u hitnim situacijama. Planovi evakuacije postaju esencijalni kako bi se osigurala brza i sigurna evakuacija zaposlenika i lokalnog stanovništva iz potencijalno ugroženih područja. Osim toga, hitne službe i industrijski sektori trebaju biti opremljeni odgovarajućom opremom za gašenje požara, zaustavljanje istjecanja opasnih tvari i druge hitne intervencije. Planiranje postaje ključni korak u osiguravanju koordinirane i učinkovite reakcije na NaTech nesreće i katastrofe. Razvoj kriznih planova koji uključuju kontaktne informacije, postupke informiranja i stalno obavještavanja, suradnju s vlastima i organizacijama za zaštitu okoliša ključan je za brzu reakciju.

Također, planovi obnove nakon katastrofe igraju ključnu ulogu u brzom vraćanju normalnog stanja. Proces obnove uključuje čišćenje okoliša, sanaciju onečišćenja te obnovu infrastrukture. Normalno stanje postupno se vraća nakon što su posljedice NaTech nesreće i katastrofe minimalizirane i obnovljena infrastruktura omogućuje nastavak normalnih aktivnosti. Međutim, važno je naglasiti da se normalno stanje ne smije shvatiti kao povratak na „status quo“. Umjesto toga, to je prilika za jačanje sustava i procesa kako bi buduće NaTech katastrofe bile manje razorne [21].

## 6. ZAKLJUČAK

Kroz analizu primjera NaTech nesreća i katastrofa i njihovih posljedica, jasno je da su NaTech nesreće i katastrofe kompleksne i izazovne jer kombiniraju tehničko tehnološke nesreće do kojih je došlo pod utjecajem prirodne nesreće, često dovodeći do ozbiljnih šteta i gubitaka. Opasnost od NaTech nesreće postaju gotovo sastavni dio naših života najviše zbog klimatskih promjena koje uzrokuju sve veće prirodne opasnosti. Rad je naglasio potrebu za razumijevanjem uzročno-posljedičnih veza između prirodnih događaja i tehnoloških komponenti kako bi se države bile pripremljene tijekom NaTech nesreća i katastrofa.

Seveso direktive ističu važnost zakonodavstva i regulacija kao sredstva za unaprjeđenje sigurnosti industrijskih postrojenja. Međutim, nedostatak uniformnog pristupa u primjeni ovih standarda na globalnoj razini ukazuje na potrebu za daljnjim usklađivanjem i suradnjom. Također, zabrinjavajuća je nespремnost mnogih država da adekvatno odgovore na izazove NaTech nesreća i katastrofa. Razina pripreme na nesreću ili katastrofu nekog područja usko je vezana sa razinom i kompletnošću procjene rizika. Zajednica može biti pripremljena samo na one rizike koji su unaprijed identificirani. Pritom je neupitna važnost komunikacije i koordinacije između lokalnih vlasti i industrijskih postrojenja ponajviše u velikim gradovima gdje je gustoća stanovništva veća. Stalni porast stanovništva i sve veća industrijalizacija utječu na veću vjerojatnost rizika od NaTech nesreća i katastrofa. Neadekvatan i neučinkovit odgovor na NaTech nesreće proizlazi iz toga što ne postoji jedinstveni sustav planiranja i odgovora na iste. Ne postoje jedinstvene baze podataka pomoću kojih bi sakupljali podatke i pronalazili načine kako odgovoriti na takve nesreće. Opasna postrojenja koja su starija ne zadovoljavaju moderne standarde, a samim time predstavljaju još veću ugrozu. Planovi zaštite i spašavanja ne sadrže odgovore na simultane nesreće, a iz toga proizlazi i needuciranost stanovništva i spremnost na adekvatno reagiranje u takvim situacijama. Kako bi se mogli suočiti sa NaTech nesrećama i katastrofama potrebne su detaljne analize na nacionalnom i lokalnom nivou za procjenu i upravljanje rizicima i zajedničko djelovanje vladinih agencija, industrijskih postrojenja, snaga zaštite i spašavanja i lokalnog stanovništva. Sustavno praćenje NaTech nesreća u svijetu, prikupljanje podataka i sastavljanje adekvatne baze podataka, doprinose smanjenju rizika od velikih posljedica koje mogu uzrokovati NaTech nesreće i katastrofe. Bez sustavne analize uzročno posljedičnih veza takvih nesreća ne može se boriti sa istima kada se dogode. Ciljevi planova napravljenih prema takvim scenarijima moraju dati odgovore kako prevenirati simultane događaje, smanjiti kolateralnu ranjivost i efekt međudnosa različitih događaja, smanjiti ranjivost kroz sprečavanje pojavljivanja ili prekid lanca neželjenih događaja. Najveći nedostaci takvih planova je njihova kompleksnost zbog čega su i troškovi njihove izrade veći, a također je teško pronaći stručni kadar za izradu istih.

U konačnici, ovaj rad je istaknuo važnost interdisciplinarnog pristupa proučavanju, prevenciji i reakciji na NaTech nesreće i katastrofe. Kontinuirano unaprjeđenje regulacija, tehnologije i stalno educiranje službi kao i stanovništva ključno je za stvaranje otpornijeg društva i okoliša na potencijalne buduće NaTech nesreće i katastrofe. Sustavna suradnja između vlasti, industrije i znanstvenih istraživača također je ključna kako bi se osigurala sveobuhvatna i efikasna strategija suočavanja s ovim sveprisutnim rizikom.

## 7. LITERATURA

- [1] Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18).
- [2] <https://www.oecd.org/chemicalsafety/chemical-accidents/risks-from-natural-hazards-at-hazardous-installations.htm> (preuzeto 16.08.2023.).
- [3] Cruz, M., Steinberg, L., Vetere-Arellano, L., Emerging Issues for Natech disaster risk management in Europe, *Journal of Risk Reserch*, 9, 2006.
- [4] Božinović, D., Globalna Sigurnost- Sigurnosni izazov u 21. stoljeću, *Narodne novine*, Zagreb, 2016.
- [5] Vetere Arellano, A. L., Cruz, M., Nordvik, J.-P., Pisano, F., Analysis of Natech (Natural Hazard Triggering Technological Disasters) disaster management, European Commission Joint Research Centre, 2004.
- [6] Kadri F., Birregah B., Châtelet E., The Impact of Natural Disasters on Critical Infrastructures: A Domino Effect-based Study, *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 2014, 11(2), 217–241.
- [7] Krausmann, E., Necci, A., Thinking the unthinkable: A perspective on Natech risks and Black Swans, European Commission Joint Research Centre (JRC), Italy, 2021, 3-4.
- [8] Ostožčić, N., Pregled povijesnih poplava Vltave s naglaskom na 21.stoljeće, *Ekonomska- i Ekohistorija*, 2021, 17, 138-147.
- [9] Richardson, H. W., Gordon, P., Moore II, James E., *Natural Disaster Analysis after Hurricane Katrina*, Edward Elgar Publishing, 2008.
- [10] <http://www.losco.state.la.us/> (preuzeto 16.08.2023.).
- [11] Mihalčić, M., Krizno komuniciranje, slučaj Fukushima. *Političke analize*, 12, 2012.
- [12] <https://geospatial.blogs.com/geospatial/2011/04/fukushima-daiichi-before-and-after-imagery.html> (preuzeto 16.08.2023.).
- [13] <https://www.thenewhumanitarian.org/news/2015/08/07/flooded-mines-cause-toxic-sludge-vietnam> (preuzeto 16.08.2023.).
- [14] Blake, E., Zelinsky, D., *Hurricane Harvey*, National Hurricane Centre, 2018.
- [15] Eskenazi, B., Warner, M., Brambilla, P., Signorini, S., Ames, J., Mocarelli, P., The Seveso accident: A look at 40 years of health research and beyond, *Environment International*, 2018, 121, 71-84.
- [16] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0018&from=CS> (preuzeto 16.08.2023.).
- [17] Uredba o sprječavanju velikih nesreća koje uključuju opasne tvari (NN 44/2014, 78/2015, 31/2017, 45/2017).
- [18] Pravilnik o registru postrojenja u kojima su prisutne opasne tvari i o očevidniku prijavljenih velikih nesreća (NN 139/14).
- [19] Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku (NN 82/15, 118/18).
- [20] Popis područja postrojenja u RH koja posjeduju opasne tvari nižeg i višeg razreda, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Zagreb, 2021.
- [21] <https://digitallibrary.un.org/record/3825375> (preuzeto: 16.08.2023.).

## **ŽIVOTOPIS**

Ime i prezime: Miroslav Vuksanović  
Datum i mjesto rođenja: 30. studenog 1986., Sisak  
Adresa: Ferde Hefelea 47, 44000 Sisak  
Telefon: 099/633-4521  
E-mail: mvuksan@simet.hr

### **Obrazovanje**

2001-2005 Srednja Škola Petrinja  
2020 – do sada, prediplomski sveučilišni studij Sigurnost, Metalurški fakultet Sisak

### **Vještine**

Rad na računalu (MS Office, MS Word)  
Vozačka dozvola: B kategorije