

## ANALÝZA ZÁVISLOSTI SEKTORU DOPRAVA V RÁMCI SYSTÉMU KRITICKEJ INFRAŠTRUKTÚRY

Lucia Ďuranová \*)

### ABSTRAKT

Príspevok je zameraný na identifikovanie niektorých špecifických znakov kritickej dopravnej infraštruktúry a na posúdenie interakčného vplyvu sektorov kritickej infraštruktúry. Hlavným cieľom príspevku je definovať potrebu poznania závislostí a vzájomných závislostí kritickej infraštruktúry a určiť možné závislosti/vzájomné závislosti v kritickej dopravnej infraštruktúre. Obsahuje poznatky o definovaní závislostí v rámci kritických infraštruktúr.

**Kľúčové slová:** kritická dopravná infraštruktúra, špecifiká, závislosť, vzájomná závislosť.

### ABSTRACT

The article reports information about some characteristics of critical transportation infrastructure, defines aspects of dependencies and interdependencies in critical infrastructures. The main aim of the article is to define a need to know dependency and interdependency in critical infrastructure and propose them in critical transportation infrastructure. The article includes knowledge about definition of (inter) dependencies .

**Key words:** critical transportation infrastructure, characteristics, dependency, interdependence

## 1 ÚVOD

Identifikovanie, pochopenie a analyzovanie závislostí a vzájomných závislostí v kritickej infraštruktúre má dôležité miesto v celkovom procese analyzovania systému kritickej infraštruktúry. Závislosti v kritickej dopravnej infraštruktúre predstavujú zraniteľné miesto a môžu negatívne ovplyvniť fungovanie jednotlivých prvkov kritickej infraštruktúry.

---

\*) Lucia Ďuranová, Ing., doktorand, Katedra technických vied a informatiky, Fakulta špeciálneho inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline, Ul. 1.mája 32, 01026 Žilina, lucia.duranova@fsi.uniza.sk

Je potrebné venovať pozornosť ich skúmaniu a vykonávať opatrenia na minimalizovanie zraniteľných miest v prepojeniach medzi jednotlivými kritickými infraštruktúrami. Na hodnotenie a modelovanie závislostí je možné použiť viaceré metódy – analýzy, v ktorých sú zohľadňované priame, ale aj nepriame vplyvy jednotlivých infraštruktúr. Najčastejšie je zvýšená pozornosť venovaná overeniu predpokladaných závislostí v sektoroch energetika, elektronická komunikácia a doprava, pretože ich zraniteľnosť je veľmi vysoká.

Článok je s ohľadom na predmet môjho ďalšieho zamerania zameraný hlavne na sektor „Doprava“ a na jeho závislosti.

## **2 OSOBITOSTI KRITICKEJ DOPRAVNEJ INFRAŠTRUKTÚRY**

Špecifické postavenie kritickej dopravnej infraštruktúry vychádza z požiadaviek na dopravu. Doprava by mala byť otvoreným a prístupným systémom, ktorý je efektívny, prispôsobivý, rozsiahly a všadeprítomný (množstvo fyzickej infraštruktúry a majetku, väčšina infraštruktúry je nestrážená a bez dozoru, po sieti sú rozdelené milióny vozidiel a kontajnerov).

Hlavné zvláštnosti a významnosti kritickej dopravnej infraštruktúry je možno definovať štyrmi charakteristikami - význam, vlastnosti, parametre a špecifiká pre hodnotenie rizík v kritickej dopravnej infraštruktúre:

### **1. Význam kritickej dopravnej infraštruktúry:**

- veľký význam pre národnú ekonomiku, bezpečnosť a fungovanie štátu,
- zabezpečenie základných služieb pre obyvateľov a materiálových tokov, ich spoľahlivosť a dostupnosť,

### **2. Vlastnosti kritickej dopravnej infraštruktúry:**

- je to rozsiahla sieť, ktorá sa skladá z líniových stavieb a bodových objektov,
- čelí dynamike krajiny, kde sú možné živelné pohromy, havárie a teroristické útoky [4],
- **existujú závislosti – interné, informačné závislosti, závislosti na inej infraštruktúre** – miera závislosti ovplyvňuje spoľahlivosť infraštruktúry alebo daného prvku,
- **existujú významné vzájomné závislosti (prepojenia) s ostatnými infraštruktúrami,**
- spolupracuje s ďalšími sektormi, čo je dôležité pre fungovanie krajiny,
- zlyhania v kritickej dopravnej infraštruktúry môžu mať vplyv na pohyb tovaru, dodávky pitnej vody, spracovávanie odpadovej vody, dodávky energie, komunikačné a iné zdroje pozdĺž cesty, železníc, leteckých dráh, vodných tokov, na prenosové linky a komunikačné veže [4],
- vysoká komplexnosť tohto systému,
- rozdiely medzi podsektormi sektoru "Doprava", čo vyžaduje jedinečný prístup k určeniu zložiek v každom podsektore.

### **3. Parametre kritickej dopravnej infraštruktúry:**

- výkonnosť (intenzita, priepustnosť, citlivosť, atď.),
- odolnosť (redundancia, rýchlosť obnovy, zdroje),

- zraniteľnosť (z externého prostredia, technické a ľudské zlyhanie, systém riadenia, teroristický útok, atď.),
- **vzájomná závislosť (miera závislosti, typ, atď.),**
- kritickosť (závažnosť vplyvov, časové efekty, atď.).

#### 4. Špecifiká pri hodnotení rizika:

- má veľa kritických miest - mnoho druhov zlyhaní, rôzne reakcie v správaní podsektorov,
- mnoho rizík, ktoré môžu ovplyvniť funkciu sektoru "Doprava":
- kritická dopravná infraštruktúra môže byť ovplyvnená zlyhaním v iných sektoroch (kaskádový, domino a synergický efekt),
- zlyhanie môže ovplyvniť životy ľudí, ekonomiku, životné prostredie a majetok.

Vzhľadom na množstvo rizík, ktoré môžu ovplyvniť hlavné funkcie kritickej dopravnej infraštruktúry a zvýšiť jej zraniteľnosť, je veľmi dôležité vykonať analýzu rizík kritickej dopravnej infraštruktúry. Tento proces by sa mal skladať z nasledujúcich krokov:

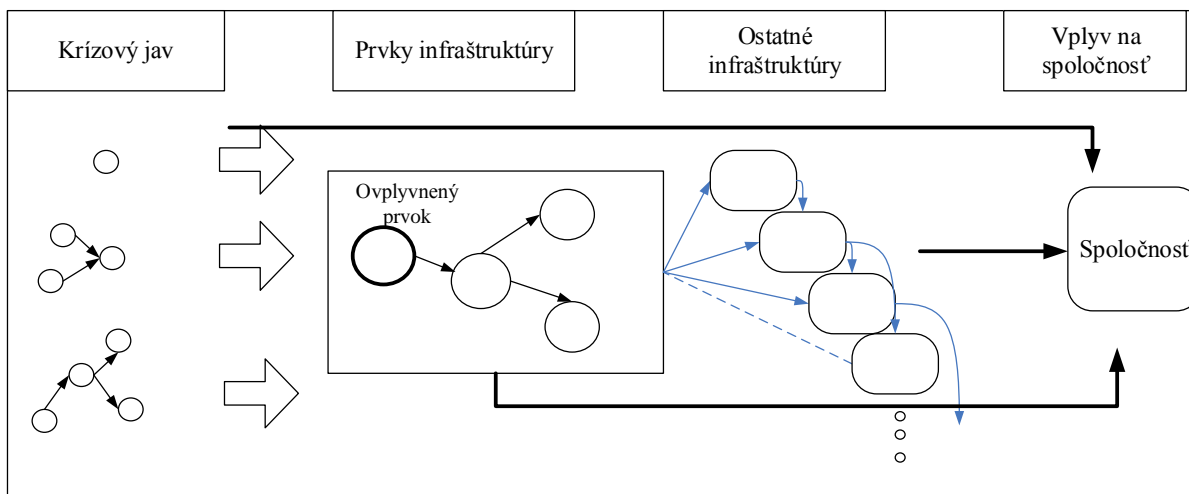
- analýza systému (ohrozenia a identifikácia rizík, identifikácia štruktúry systému, **identifikácia a modelovanie závislostí a vzájomných závislostí**, analýza zlyhaní),
- definovanie ukazovateľov zraniteľnosti a ich kvantifikácia,
- identifikácia kritických prvkov dopravnej infraštruktúry,
- návrhy na zlepšenie systému. [5]

### 3 DEFINOVANIE ZÁVISLOSTI A VZÁJOMNEJ ZÁVISLOSTI V KRITICKEJ INFRAŠTRUKTÚRE

Dnes sú kritické infraštruktúry veľmi prepojené a vzájomne závislé, a to zložitými spôsobmi. Závislosti vznikajú ako odozva na rôzne spoločenské zmeny, technický pokrok a zvyšovanie stupňa špecializácie v rôznych oblastiach.

Závislosti je preto potrebné vnímať ako určitý typ zraniteľnosti. Každý sektor kritickej infraštruktúry by si jej mal byť vedomý a schopný ju zvládnuť.

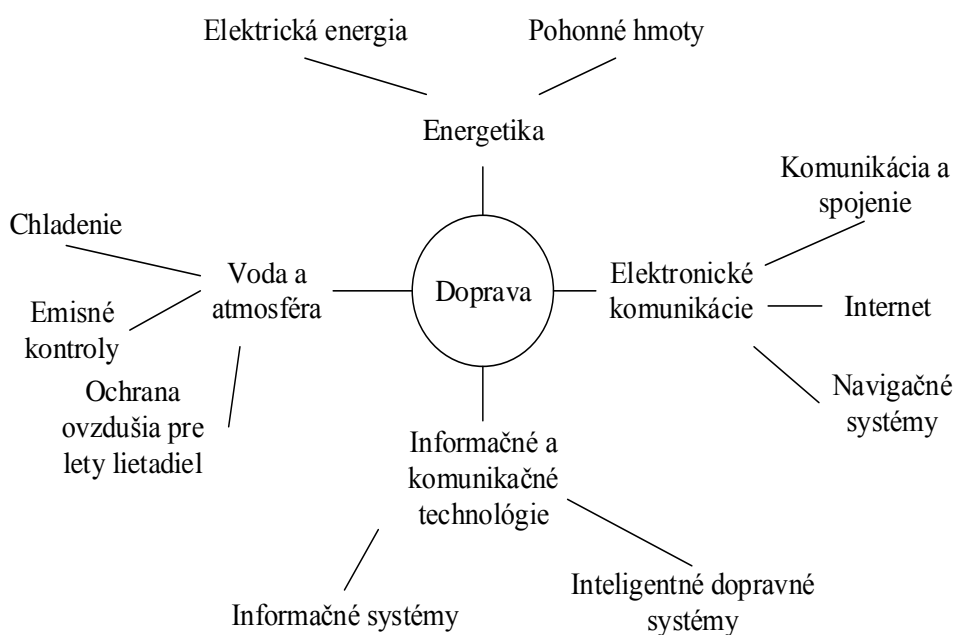
Skúmanie závislostí medzi kritickými infraštruktúrami je dôležité vo viacerých aspektoch. Poznať závislosti už pri označovaní kritických infraštruktúr, môže pomôcť odhaliť prvky, ktoré by mali byť označené ako kritické, pretože ich narušenie môže prostredníctvom účinkov porúch narušiť aj inú infraštruktúru (obrázok 1). Pri určovaní kritických infraštruktúr na národnej úrovni je potrebné skúmať cezhraničné závislosti, pretože narušenie infraštruktúry v jednej krajine môže mať dôsledky v ďalších krajinách. Ďalej poskytuje možnosť vykonať komplexnú analýzu rizík, zraniteľnosti a schopností danej infraštruktúry. Súčasne umožňuje určenie priority v alokácii zdrojov, pri príprave protiopatrení, zmierňovaní účinkov a pomáha pri rozhodovaní. A v neposlednom rade podnecuje k spolupráci medzi rôznymi aktérmi, ktorí sa podieľajú na ochrane kritickej infraštruktúry (aj cez hranice). [1]



Obrázok 1 Všeobecný pohľad na prepojenie KI (Zdroj: vlastné spracovanie)

## 2.1 ZÁVISLOSŤ (DEPENDENCY)

Ide o vzťah medzi dvoma infraštruktúrami, ak berieme do úvahy konkrétne, individuálne prepojenie, kde je vzťah **jednosmerný**. Znamená to, že ak infraštruktúra *i*–„Doprava“ závisí na infraštruktúre *j*–„Energetika/Elektronické komunikácie/Informačné a komunikačné technológie/Voda a atmosféra“ prostredníctvom prepojenia, ale infraštruktúra *j* nezávisí na infraštruktúre *i*. Na obrázku 2 sú znázornené možné závislosti sektoru „Doprava“ od ďalších sektorov, ktoré sú podľa Zákona č. 45/2011 Z.z. o kritickej infraštruktúre definované v podmienkach SR. [6]



Obrázok 2 Prikklady závislostí sektoru „Doprava“ na iných sektoroch (Zdroj: vlastné spracovanie)

## 2.2 VZÁJOMNÁ ZÁVISLOSŤ (INTERDEPENDENCE)

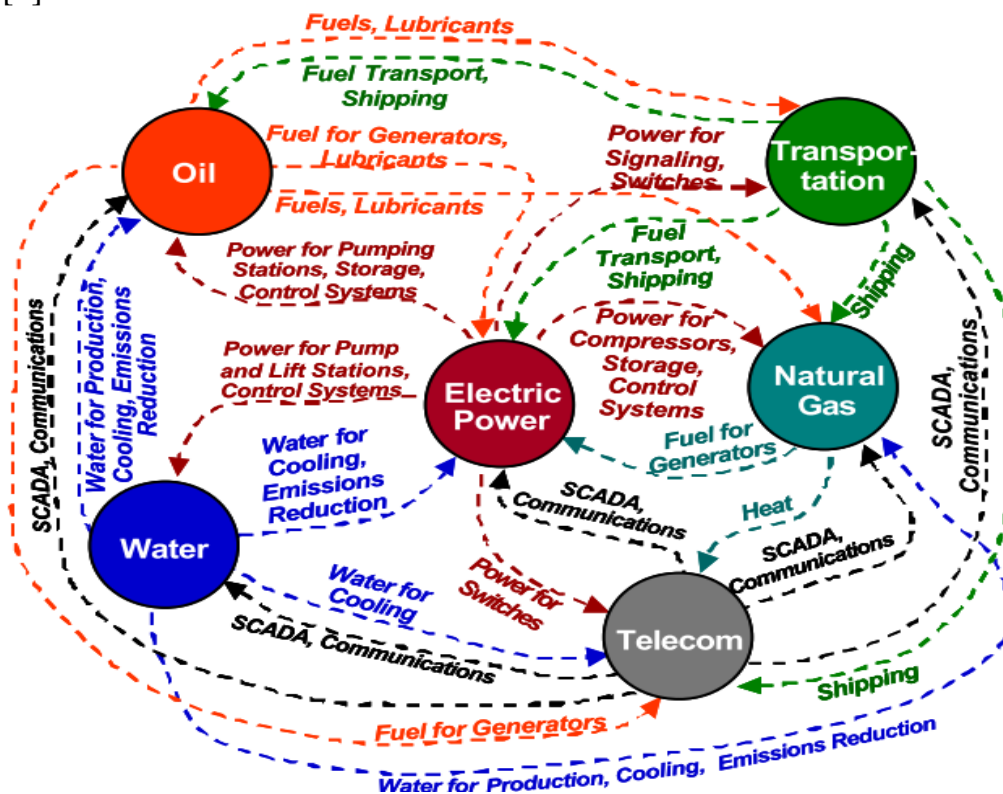
Ide o vzťah, kedy sú infraštruktúry prepojené navzájom - obojsmerný vzťah medzi dvoma infraštruktúrami, kedy stav jednej ovplyvňuje druhú infraštruktúru, alebo je vo vzťahu k stavu druhej a naopak. Infraštruktúra *i* (napr. „Doprava“) závisí na infraštruktúre *j* (napr. „Energetika“) cez určité väzby/vzťahy a infraštruktúra *j* závisí na *i* cez ďalšie väzby (obrázok 3).

**Vzájomné závislosti je možné ich rozdeliť (podľa Rinaldi, 2001) na:**

- **fyzická závislosť** – ak stav infraštruktúry závisí od materiálových výstupov ďalšej infraštruktúry, napr. doprava a energetika,
- **kybernetická závislosť** - stav infraštruktúry je závislý na informáciách zasielaných prostredníctvom informačnej infraštruktúry, napr. doprava a IKT/elektronické komunikácie,
- **geografická závislosť** - infraštruktúra je geograficky závislá, ak udalosti v miestnom prostredí môžu vytvoriť zmeny stavu, ak sú infraštruktúry veľmi blízko pri sebe,
- **logická závislosť** - jedna infraštruktúra je závislá na stave druhej infraštruktúry prostredníctvom inej závislosti ako fyzická, kybernetická a geografická. [3]

**Zlyhania, ktoré môžu ovplyvniť jednotlivé druhy závislostí sa delia na:**

- **kaskádový efekt** (narušenie jednej infraštruktúry spôsobí narušenie ďalšej infraštruktúry),
- **efekt eskalácie** (narušenie jednej infraštruktúry zhoršuje nezávislé narušenie v druhej infraštruktúre),
- **spoločná príčina** (narušenie dvoch a viacerých infraštruktúr v rovnakom čase. [4])



Obrázok 3 Príklad vzájomných vzťahov kritických infraštruktúr (Zdroj: Rinaldi, 2001)

## ZÁVER

Cieľom ochrany kritickej infraštruktúry je zabrániť akýmkoľvek zlyhaniam alebo narušeniu prvkov kritickej infraštruktúry. Veľmi zraniteľné miesto predstavujú vzájomné vzťahy alebo väzby medzi jednotlivými sektormi kritickej infraštruktúry.

Na analyzovanie týchto vzájomných vzťahov a interakcií je potrebné ich vhodným spôsobom kvantitatívne zhodnotiť.

Vo viacerých krajinách pristupujú k analyzovaniu interakčných vplyvov medzi sektormi kritickej infraštruktúry rôznymi postupmi. Príkladmi dobrej praxe by aj pre Slovenskú republiku mohli byť skúsenosti napr. Holandska - organizovali „medzisektorové workshopy“, na ktorých diskutovali o účinkoch narušenia kritickej infraštruktúry na základe hodnotenia rizík; Švédsko – použili kvalitatívnu analýzu na vyhodnotenie závislosti jednotlivých infraštruktúr; alebo Fínsko - na identifikovanie a zmapovanie závislostí bol použitý lineárny matematický model a funkcie boli zoradené podľa rizík a ich účinkov, ktoré sa vzťahujú k závislosti.

Na Slovensku bola načrtnutá metodika na kvantifikovanie interakčných vplyvov, v ktorej boli definované faktory interakcie – spôsob, rozsah a časový faktor interakcie a taktiež bol vytvorený katalóg otázok, na základe ktorých sa stanovili bodové hodnoty a výsledný index interakcie (Jasenovec, 2011).

Vzhľadom na zameranie mojej dizertačnej práce sa budem venovať v ďalšej činnosti kvantifikovaniu vzájomných väzieb, ktoré sú dôležité pre sektor „Doprava“.

## LITERATÚRA

- [1] EUROPEAN COMMISSION: RECIPE - Good practices manual for CIP policies, 2011. [on line cit. 2.4.2013] Dostupné na: <http://www.tno.nl/recipe/report>.
- [2] JASENOVEC, J.: Ochrana kritickej infraštruktúry. FŠI ŽU v Žiline, 2011. Dizertačná práca.
- [3] RINALDI, S., PEERENBOOM, T.: Identifying, understanding, and analyzing critical infrastructure interdependencies. In: Control Systems IEEE, roč. 6, č. 21/2001, s. 11-25, ISSN 1066-033X.
- [4] SEIDL, M., TOMEK, M.: Niektoré problémy kritickej infraštruktúry. In: Civilná ochrana. Bratislava, ÚCO MV SR, roč.10, č. 6/2008, s. 41-46, ISSN 1335-4094.
- [5] ŠIMÁK, L. a kol.: Ochrana kritickej infraštruktúry v sektore dopravy. 1.vyd. Žilinská univerzita v Žiline / EDIS – vydavateľstvo ŽU v Žiline 2012. 182 s., ISBN 978-80-554-0625-1.
- [6] Zákon č. 45/2011 Z.z. o kritickej infraštruktúre. [on line cit. 12.4.2013] Dostupné na: [www.zbierka.sk](http://www.zbierka.sk).

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu vedy a vývoja na základe Zmluvy č. 0471-10

Článok recenzovali dvaja nezávislí recenzenti.