

doc. RNDr. Štěpán Klapka PhD.  
AŽD Praha s.r.o., Závod Technika, Výzkum a vývoj  
Žirovnická 2, 106 17 Praha 10  
Tel. , e-mail [klapka.stepan@azd.cz](mailto:klapka.stepan@azd.cz)

## Oponentský posudek disertační práce Ing. Jakuba Marka Analýza rizika aplikace systému ETCS

Předložená disertační práce je především věnována metodice provádění analýzy rizika bezpečnostně-kritických aplikací, a to víceméně obecně s patrnou úzkou orientací na železniční zabezpečovací systémy. Příklad aplikace navrhované metodiky je naznačen na systému evropského vlakového zabezpečovače, který je označován jako systém ETCS (European Train Control System). Vzhledem k tomuto zaměření je téma disertační práce vysoce aktuální a koresponduje se současnou situací, kdy se systému ETCS aplikuje v České republice na koridorových tratích. Můj osobní názor je, že toto téma je natolik komplexní, že rozsahem překračuje možnosti obvyklého formátu disertační práce.

V kapitolách 1 a 3 předložené disertační práce je shrnut současný stav v oblasti analýzy rizika, a to počínaje normativními požadavky přes evropské směrnice až po postupy používané při vývoji systému ETCS v konsorciu UNISIG, v jehož pracovní skupině doktorand rovněž působí. V druhé kapitole jsou rekapitulovány a doplněny cíle disertační práce. Nové, původní výsledky disertační práce jsou uvedeny v kapitolách 4, 5, 6 a budou předmětem hodnocení výsledků v následujících odstavcích. Součástí disertační práce je i pět příloh, které jsou mimo jiné věnovány konkrétním ukázkám aplikace navrhované metodiky.

Dle mého názoru je nejvýznamnějším příspěvkem disertační práce pro praxi řízení rizika u železniční zabezpečovací techniky doktorandův návrh metodiky pro přijetí rizika (viz podkapitola 4.3.3), který vychází ze zásady GAMAB („celkově nejméně tak dobré“) a statistiky nehodových událostí evidovaných v ČR u Drážní inspekce. Doufám a věřím, že se tento návrh „kriterií pro přijetí rizika“ podaří prosadit, a že tento dlouhotrvající legislativní nedostatek v České republice bude vbrzku odstraněn.

Jedním z dalších významných inovačních počínů je doktorandův návrh postupu určení a dekompozice tolerovatelných intenzit nebezpečí (THR), který je uveden v podkapitole 5.3.4 (Přízpůsobení metody FTA ...). Postup dekompozice vychází z analýzy poruchového stromu. Pro jednotlivé úrovně kombinací událostí na hradle OR se vychází z „metody váženého součtu“. Metoda se zakládá na předpokladu, že tolerovatelná intenzita nebezpečí vyšší úrovně je dána váženým součtem tolerovatelných intenzit nebezpečí nižší úrovně. To, že se doktorand omezil jen na případ s OR je pochopitelné, ale návrh metodiky pak postrádá potřebnou obecnost. K navrženému explicitnímu postupu výpočtu vah pro součet THR nižší úrovně mám následující připomínky:

- z principu věci tolerovatelných intenzit nebezpečí by mělo jít o zkoumání systému nerovnic, které popisují dekompozici události vyšší úrovně na kombinaci událostí nižší úrovně. Příklad takové nerovnice svazující intenzity nebezpečí je uveden v příloze C.4 (strana 49) normy ČSN EN 50159 z roku 2011, která se zabývá kvantitativní analýzou efektu délky bezpečnostního kódu na nebezpečí při komunikaci přes uzavřený přenosový systém. Obecné řešení systému lineárních nerovnic by umožnilo eliminovat problém vícenásobného výskytu stejného typu událostí, který doktorand řeší v poznámce 2 na straně 112.

- obecně bych preferoval, aby postup stanovení vah vycházel více z principů pravděpodobnostního modelování poruchových stavů analyzovaného systému. Ideálním přístupem by bylo, pokud by váhové koeficienty byly například výsledkem agregačních technik (například lumpabilní redukce v případě CTMC modelů) společně s uvažováním nejhoršího případu. Tento postup by umožňoval udržet konzistenci analýzy rizika i v dalších fázích vývoje nového systému, kdy již mohou být k dispozici podrobnější údaje, které zpřesní počáteční odhady uvažovaných poruchových modelů.
- domnívám se, že předpoklad II. na straně 110 je nesprávný nebo minimálně není dostatečně zdůvodněn v předložené práci. Normalizace vah, předepsaná vzorcem 5.6, nemá racionální zdůvodnění. Takovým to postupem je možné dojít k nereálnému snížení váhových koeficientů, což vede k nereálnému zvýšení tolerance u analyzovaných intenzit nebezpečí (viz předpoklad I.), a tedy k příliš optimistickým závěrům.

Mimo výsledků výše uvedených a podrobených mé oponentuře obsahuje předložená disertační práce další původní řešení, jako jsou návrhy specifických formulářů pro jednotlivé kroky a metody použité při analýze rizika.

Shrneme-li výsledky práce, je možno konstatovat, že je po obsahové stránce vcelku zdařilá. I přes velice pečlivé zpracování disertační práce doktorandem se mi podařilo při podrobném zkoumání nalézt následující překlepy a nesrovnalosti. Tyto formální nedostatky nesnižují srozumitelnost předložené práce, ale pro úplnost je uvádím v následujícím výčtu:

- strana 16 Tab. 1.1 překlep „čestnost“ za „četnost“
- strana 35 Tab. 1.4 zmatený popis normativního požadavku R\_RA\_126\_05
- strana 36 Tab. 1.4 zmatený popis normativního požadavku R\_RA\_159\_03
- strana 54 poslední věta druhého odstavce překlep „tak jak to v principu okazuje obr. 3.8.“
- strana 69 konec prvního odstavce překlep „tudíž se jimi není třena ... dále zabývat“
- strana 111 chybně označený vzorec 5.7 – má být 5.4, který v disertační práci není uveden, ale je na této stránce odkazován.

Z věcného hlediska lze práci hodnotit kladně. Po prostudování všech předložených podkladů jsem dospěl k závěru, že disertační práce přináší nové poznatky, které mají význam pro další rozvoj vědního oboru. Nejen navržené metody a přístupy, ale i způsob jejich ověření jsou hodnotným výsledkem vědeckovýzkumné práce a dokládají, že doktorand je perspektivním vědeckým pracovníkem s odpovídající erudicí.

Po podrobném prostudování disertační práce musím konstatovat, že vytýčených cílů, které byly stanoveny v „Odborné práci ke státní doktorské zkoušce“ a rozšířeny ve druhé kapitole předložené práce, bylo nepochybně dosaženo.

Na základě výše uvedeného mého hodnocení disertační práce doporučuji Ing. Jakubu Markovi udělit titul Ph.D.

V Praze dne 24. března 2014

doc. RNDr. Štěpán Klapka Ph.D.

