



TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

A „bow-tie” modell szemléltetése Csokornyakkendő a vizsgákra

Szerző: Tráj Krisztina

had- és biztonságtechnikai mérnöki BSc.
szak, III. évf.

Konzulens: Prof. Dr. Pokorádi László

egyetemi tanár

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETŐ	2
2. ESEMÉNYFA-ELEMZÉS (EVENT TREE ANALYSIS, ETA)	3
2.1. A vizsgálat elvi bemutatása	4
2.2 Mintapélda	5
3. CSOKORNYAKKENDŐ-ELEMZÉS (BOW-TIE ANALYSIS).....	14
3.1. A vizsgálat elvi bemutatása	14
3.2. Mintapélda	16
4. ÖSSZEFOGLALÁS	18
5. FELHASZNÁLT IRODALOM	19

1. BEVEZETŐ

A „csokornyakkendő a vizsgákra” kifejezés valóban szó szerint értendő. Persze nem arra a bizonyos elengedhetetlen kiegészítőre kell gondolni, mely megkoronázza az elegáns férfi öltözéket – ez annál sokkal bonyolultabb.

Dolgozatomban bemutatásra kerül egy igen szemléletes és komplex elemzési módszer, a csokornyakkendő-analízis (Bow-tie Analysis). Habár Magyarországon még nem túlságosan elterjedt az alkalmazása, külföldön egyre szélesebb körben, egyre több ágazatban használják. Rengeteg féleképpen határozzák meg – leginkább angol nyelvű – forrásokban a vizsgálat menetét. Természetesen ez annak is következménye, hogy eltérő területeken mást és mást tartanak fontosnak kiemelni. Törekedtem minél több cikket, publikációt áttanulmányozni, hogy egyfajta általános leírást tudjak készíteni a csokornyakkendő-modellről. Leírtam többet közt az előnyeit, alkalmazási területeit, célját – mindezzel alátámasztva, hogy miért is oly népszerű és szükséges ez a módszer.

De jogos a felvetés, hogy kinek, hol, mire és mégis miért fontos ez az analízis. Tulajdonképpen a magánéletünktől kezdve egy projekt ütemének megtervezésén át egy nagyvállalat sikeres működésének biztosításáig bármilyen területen segítségünkre lehet. Ezt a módszer részletessége, alapossága teszi lehetővé, hiszen alkalmazásával minden lehetséges bekövetkező probléma, meghibásodás, hiba okát és következményét feltárhatjuk.

A kockázatelemzésben, minőségbiztosításban, műszaki megbízhatóságban jártasoknak fel tűnhet, hogy az okok és okozatok meghatározására már léteznek módszerek. Voltaképpen csak ezen ismert módszerek összeillesztéséből áll a csokornyakkendő-elemzés. Nevezetesen egy nem kívánt esemény hibafájának (Fault Tree Analysis, FTA) és eseményfájának (Event Tree Analysis, ETA) egy ábrán való bemutatásáról van szó. Ezáltal egy esetleges probléma okai és bekövetkezésének következményei egyszerre láthatóak. Így tökéletesen fel lehetünk készülve minden helyzetre. Ennek eredményeképp pedig könnyedén elkerülhetjük a különböző problémákat, baleseteket, meghibásodásokat, illetve ha mégis bekövetkeznének, hatékonyan felléphetünk a káros következményekkel szemben.

Előző félévben készített TDK dolgozatomban [1] már részletesen ismertettem a hibafaanalízis, ebből kifolyólag ebben a dolgozatban már nem készítettem leírást erről, de az ehhez a módszerhez készített diagramokat felhasználtam jelenlegi munkám során is.

Bemutatom az eseményfa és a csokornyakkendő-modellt a korábbi dolgozatomban választott témán – a vizsgán való bukáson – keresztül. A szemléltető példa kiválóan alkalmas arra, hogy a vizsgálati módszer minden tulajdonságát egy ábrán megfigyelhessük.

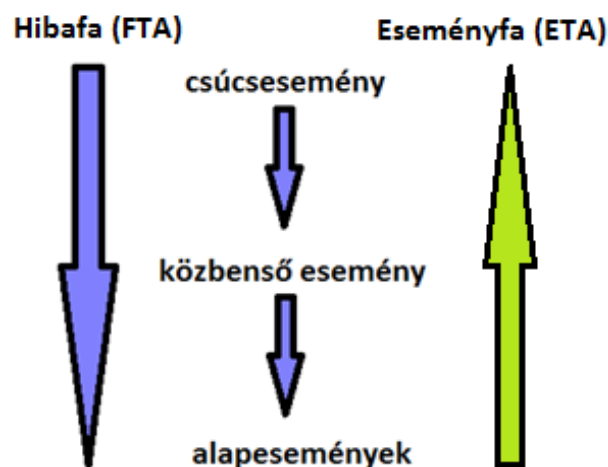
2. ESEMÉNYFA-ELEMZÉS (EVENT TREE ANALYSIS, ETA)

Az eljárást az 1970-es évek elején kezdték alkalmazni megbízhatóságanalízis-munkáknál. [2]

Az eseményfa elemzés a hibafa módszerrel szemben induktív, azaz ellentétes irányú eljárás, mivel előremenő gondolkodású folyamat (2.1. ábra). [3] Ebből kifolyólag a kiváltó – más néven kezdeti – eseménnyel kezd, majd ebből fejti ki a rákövetkező eseményláncokat. [2] A vizsgálat célja egy adott kiváltó esemény különböző feltételek melletti hatásainak vizsgálata. [4] Továbbá alkalmas ennek következtében lehetségesen létrejövő esemény-sorok grafikus megjelenítésére is. [5]

Az analízist leginkább mennyiségi kockázatelemzésnél alkalmazzák. Az eseményfa elemzés olyan potenciális balesetek kimenetelét értékeli, amelyek a kiváltó eseménynek nevezett valamilyen készülék meghibásodás vagy technológiai zavar után következhetnek be. [2]

A módszer bármilyen rendszernél általánosan alkalmazható, azzal a megkötéssel, hogy a káros eseményeket (csakúgy, mint a hasznos eseményeket) előre figyelembe kell venni annak érdekében, hogy az elemzés megalapozott eredményeket adjon. [6]



2.1. ábra Hibafa és eseményfa közötti összefüggés [8]

Az eseményfa esetében is – ahogy a hibafa-analízisben is – van lehetőség az eseményláncok logikai és időbeli lefolyásainak minőségi és mennyiségi kiértékelésére. Ehhez azonban ismerni kell az úgynevezett kezdeti esemény gyakoriságát és az eseményfa elemeinek bekövetkezési valószínűségét. Ezen adatok ismeretében a valószínűségelmélet segítségével kiszámíthatók a különböző eseményláncok valószínűségei. [3] [7]

Az eseményfa alkalmazása nehézségekbe ütközik a sok, egy időben bekövetkező eseményt tartalmazó rendszerekben. Ez esetben alkalmazását hibafa-analízissel kombinálják. Ilyenkor az eseményfában szereplő, elágazásokat okozó események különálló hibafák csúcseseményei.

[6]

Az eseményfa egyébiránt önmagában is alkalmazható – hasonlóan a hibafához. Abban az esetben, ha csak egy nem kívánatos esemény bekövetkezésével járó következmények elemzésére van szükségünk, akkor ez az elemzési módszer ideális lehetőség erre.

2.1 A vizsgálat elvi bemutatása

Elsősorban meg kell határozni a kezdeti eseményt, mely tulajdonképpen az eseményfa kiindulási pontja. Ezt követően meghatározásra kerülnek a fa közvetlen, kezdeti elágazásai. Ez valamilyen bináris, azaz kétállapotú feltétel bekövetkezésének, illetve nem bekövetkezésének hatásának eredményei. Bernoulli modell eseményfa esetén bináris elágazásokat használunk a rendszer útvonalainak kialakításához. Egyszerűsítjük a fát, a szükségtelen elágazások eliminálásával, tehát eltávolítjuk a javíthatatlan hibák és az „elronthatatlan” sikerek ágait. Általános eseményfa esetén a rendszer minden lehetséges működési permutációját ezzel az elágazásos módszerrel elvezetjük egy sikeres vagy meghibásodásos leálláshoz. Ezután megállapítjuk a kezdeti esemény valószínűségét. Döntési fa esetén ennek értéke 1. Következő lépésben kiszámoljuk minden lehetséges útvonal valószínűségét, melyet az adott útvonalon levő minden egyes esemény valószínűségének szorzata ad meg. Végül meghatározásra kerül a rendszer sikerességi valószínűsége – amely a sikerben végződő útvonalak valószínűségeinek összegéből számítható – és a meghibásodási valószínűség, melyet a meghibásodásban végződő útvonalak összegéből számolunk. [9]

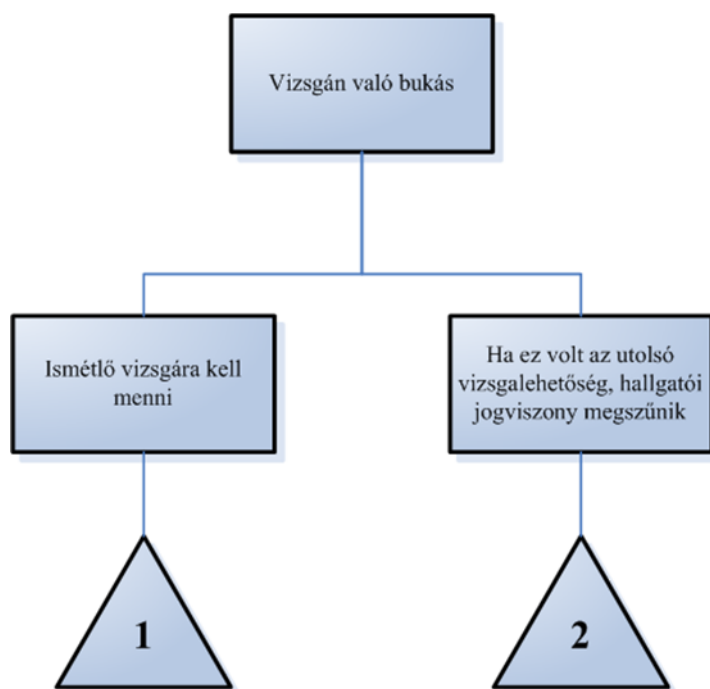
Az eseményfa egyik előnye, hogy egyszerre működik a meghibásodási- és a sikertartományon is, ezáltal a módszer összehasonlításra is alkalmas. További előny, hogy egyszerre jelen lévő rendszer-meghibásodás kiértékelésére alkalmazható. Ezen kívül rámutat a rendszer sérülékeny területeire. [9] Az eseményfa segítségével felmérhetővé válik az adott kezdeti esemény hatására bekövetkező baleseti eseménysor és az egyes események közti összefüggés. [10] Az elemzés egyaránt alkalmazható veszélyazonosításhoz, és a veszélyes helyzetekhez vezető eseménysorok valószínűségének becsléséhez. [7]

A módszer hátrányai közé tartozik, hogy a kezdeti eseményt nem az analízis határozza meg, hanem az analízist végzőnek kell előre tudnia azt. Ahogy az már korábban említésre került, nehezen alkalmazható olyan rendszerekben, melyek több, egy időben bekövetkező eseményt tartalmaznak. Ekkor a hibafa alkalmazása nyújt megoldást. Az elemzés csak egyetlen kezdeti eseményt kezel, így egy komplex rendszer esetében több eseményfa elemzés szükséges. [9] A hibafától eltérően az eseményfa analízis nem használja a Boole-algebrát, nem tartalmaz kapukat a diagram.

2.2 Mintapéllda

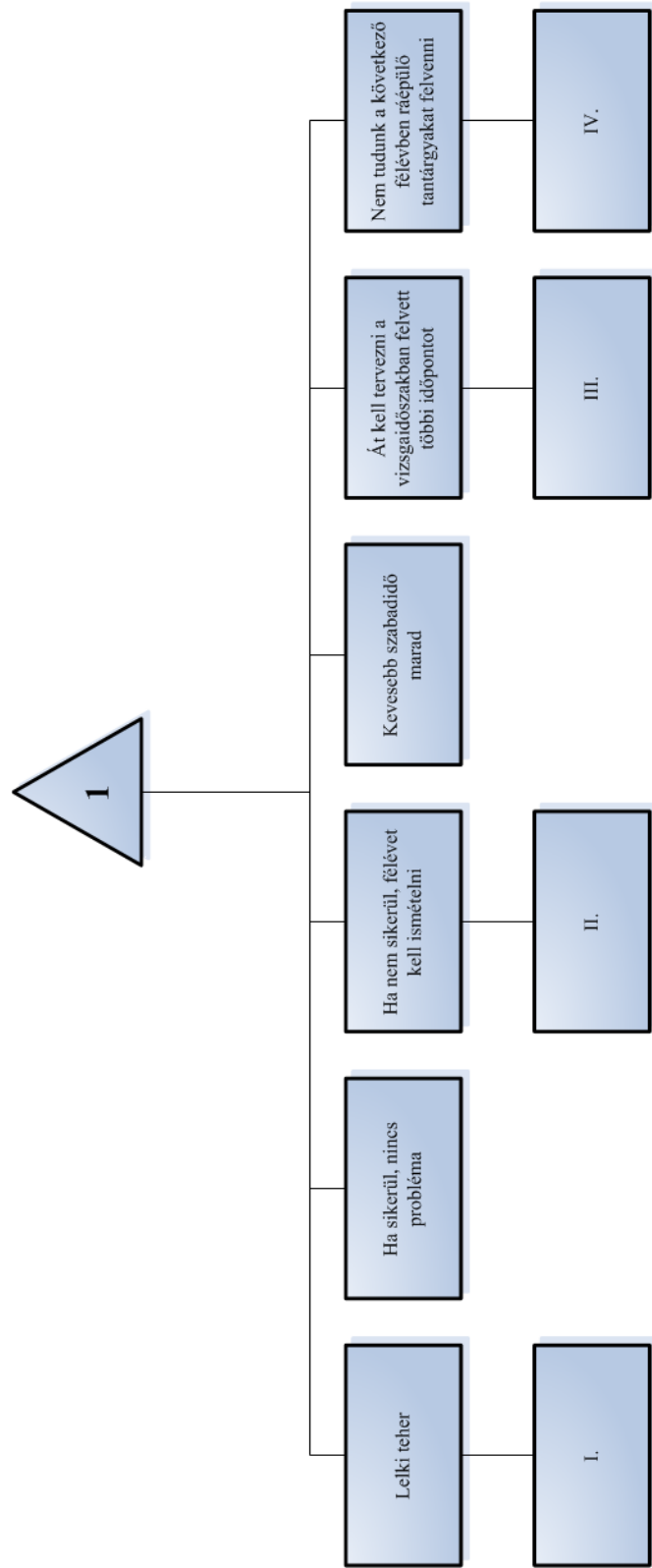
A mintapéldában bemutatom a vizsgán való bukással járó következményeket. A hibafa-diagrammal ellentétben az elemek közt nincs logikai kapcsolat. Ennek következtében az eseményfánál nem beszélhetünk valószínűség számításról. Miképp már korábban említettem, az eseményfa-diagram inverze a hibafa-diagramnak, tehát egy „feje tetejére állított fát” ábrázol (2.2.9. ábra).

A vizsgán való bukásnak két fő következménye van (2.2.1. ábra). Az első – egyben enyhébb következmény –, hogy ismétlő vizsgára kell menni. Abban az esetben pedig, ha az adott sikertelen vizsga az utolsó vizsgalehetőség volt, a hallgatói jogviszony megszűnik. Ez a jelenlegi hallgatói szerződés szerint a hallgatói jogviszony folyamán a 6. vizsgaalkalom [17].

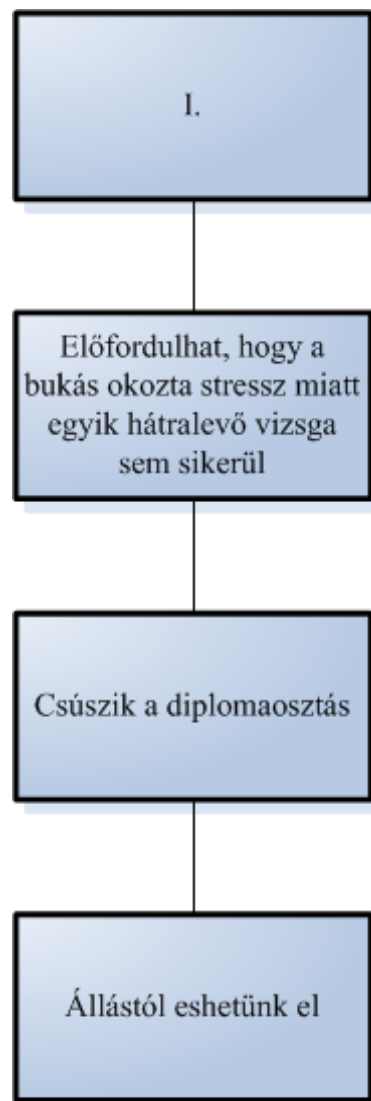


2.2.1. ábra A vizsgán való bukás fő következménye

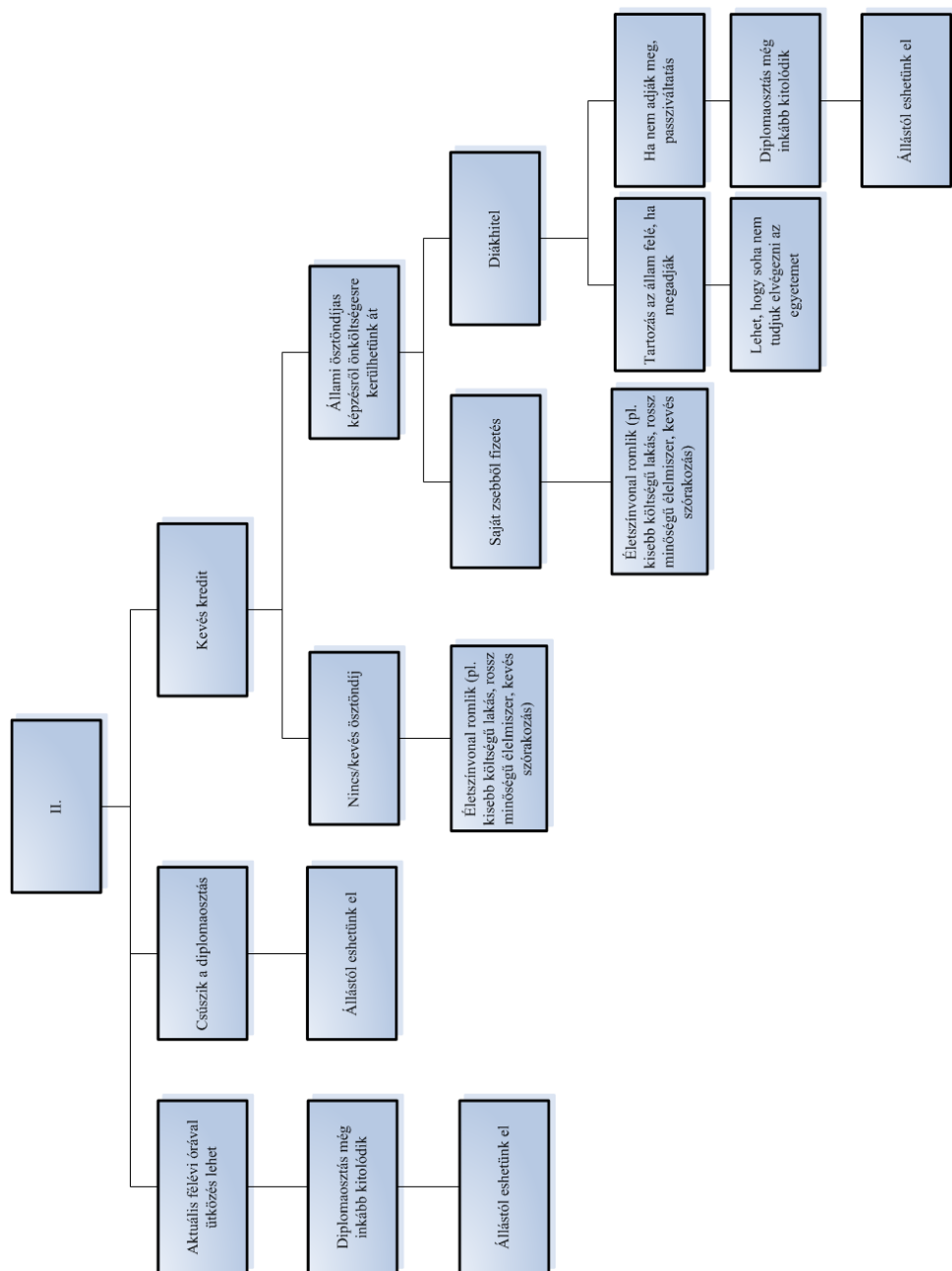
A két fő-okozat további következményeit a 2.2.2., 2.2.3., 2.2.4., 2.2.5. 2.2.6., 2.2.7., és a 2.2.8. ábra mutatja be. Az áttekinthetőség érdekében az „Ismétlő vizsgára kell menni” főesemény következményeit egyenként, külön-külön ábrázolom (2.2.2. 2.2.3., 2.2.4., 2.2.5., 2.2.6. ábra). A „vizsgán való bukás” eseményfáját a 2.2.9. ábra szemlélteti. A diagramon megfigyelhető az eseményfa egyik legnagyobb hátránya, hogy ha a vizsgálat részletes, akkor a diagram átláthatatlan.



2.2.2. ábra „Ismétlő vizsgára kell menni” főesemény következményei



2.2.3. ábra A „Lelki teher” aleseményhez tartozó eseményfa



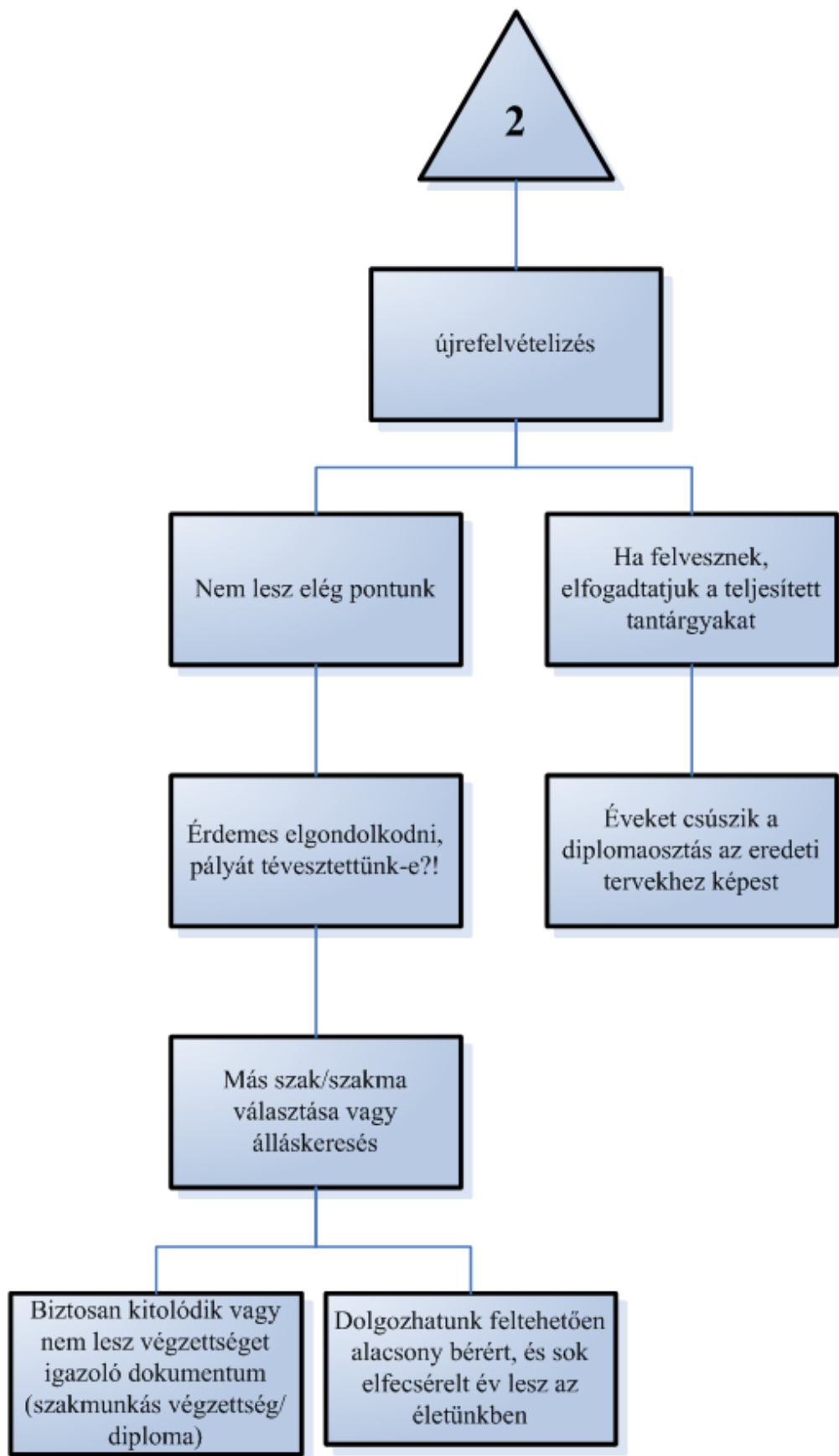
2.2.4. ábra A „Ha nem sikerül, félévet kell ismételni” aleseményhez tartozó eseményfa



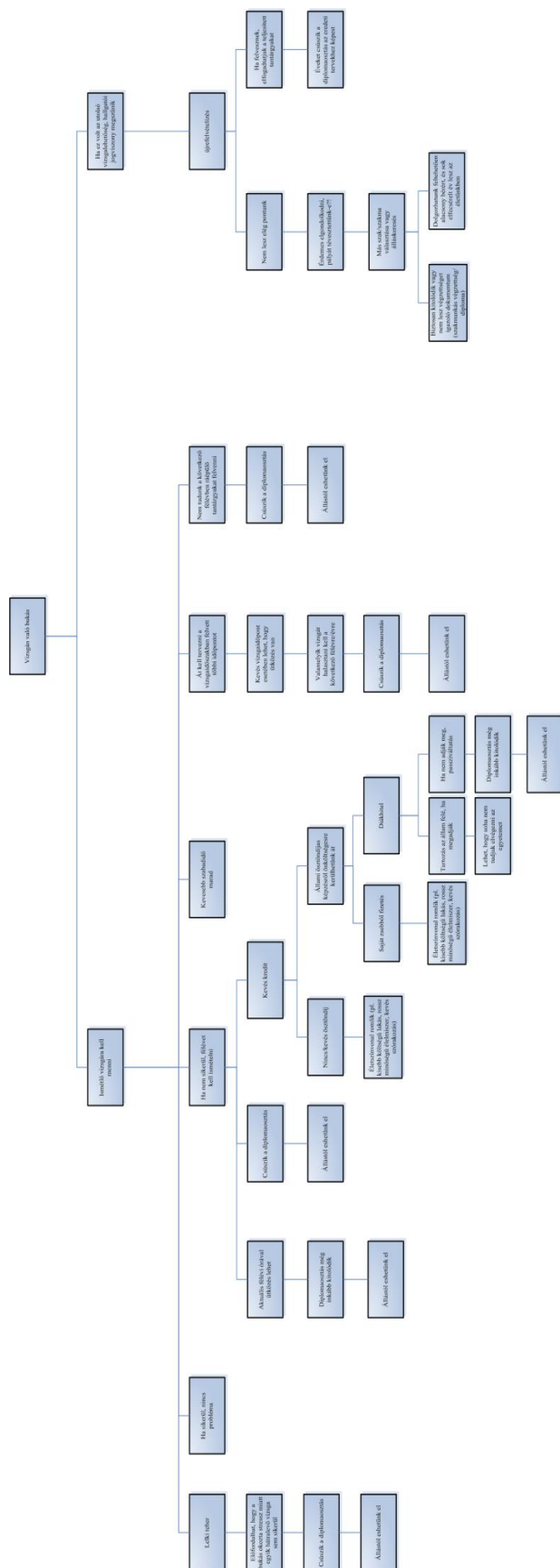
2.2.5. ábra Az „Át kell tervezni a vizsgaidőszakban felvett többi időpontot” aleseményhez tartozó eseményfa



2.2.6. ábra A „Nem tudunk a következő félévben ráépülő tantárgyakat felvenni” aleseményhez tartozó eseményfa



2.2.8. ábra „Ha ez volt az utolsó vizsgalehetőség, hallgatói jogviszony megszűnik”
főeseményhez tartozó eseményfa



3. CSOKORNYAKKENDŐ-ELEMZÉS (BOW-TIE ANALYSIS)

A csokornyakkendő-analízis a kockázatelemzésben használatos módszer. Alkalmazása hatásos az olyan esetekben, mikor a mennyiségi meghatározás nem lehetséges vagy nem szükséges. Az elemző módszer évtizedek alatt „nyerte el” a mai formáját. Az 1970-es években okkövetkezmény diagram (Cause Consequence Diagram), az 1980-as években gátelelemzés (Barrier Diagram) néven volt ismert. Eleinte főként a gáz- és olajiparban alkalmazták. [11] A '90-es évek elején a Shell vállalat fejlesztette ki egy baleset teljes forgatókönyvét. [12]

Ahogy a neve is mutatja, a logikai ábra formája a férfiak által közkedvelt csokornyakkendőre hasonlít. Az ábra közepén található a csúcsesemény. A diagram bal oldalán a hibafelemzés helyezkedik el, amely megmutatja a lehetséges okok teljes körét, melyek a csúcsesemény bekövetkezéséhez vezetnek. A függőleges oszlopok azok az intézkedéseket jelölik, amelyeket megtettek a csúcsesemény bekövetkezésének megakadályozására – beleértve az eszkalációs hatások megakadályozására tett intézkedéseket is. Jobb oldalon az eseményfa látható, mely demonstrálja a csúcsesemény lehetséges következményeit. A függőleges oszlopok azokra az intézkedésekre utalnak, amelyekkel megakadályozhatók, csökkenthetők a nemkívánatos esemény káros következményei. [13] [14]

A módszer alkalmas a meghibásodási (vagy baleseti) eseménysorok azonosítására, a meghibásodás okának, illetve a rendszer gyenge pontjainak megállapítására, továbbá a meghibásodás hatásának, a rendszer üzembiztonságának meghatározására. [6]

3.1 A vizsgálat elvi bemutatása

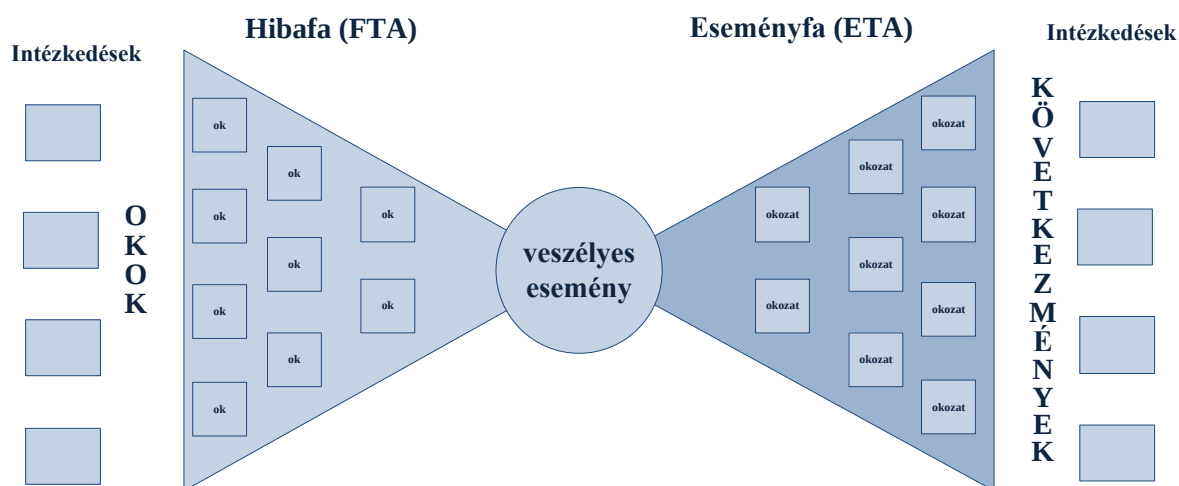
Első lépésben azokat a tényezőket kell meghatározni, melyek veszélyeztetése kockázattal jár. Másodjára azon fenyegetéseket kell számba venni, amelyek a nemkívánatos eseményt okozzák. Ezt követően a következmények megállapítására van szükség, azaz hogy mit okoznak az esetlegesen bekövetkező veszélyek. Következő lépés az ellenőrzés. Ebben az esetben vizsgálni kell, meg lehet-e szüntetni az okokat, milyen ellenőrzésekre van szükség, és hogy azok mennyire hatékonyak. Ezután következik a helyreállítás. Fel kell mérni, lehet-e a következményeket és fenyegetéseket mérsékelni, milyen helyreállítási intézkedésekre van szükség, valamint hogy a helyreállítási képességek megfelelőek és elegendőek, hatásosak-e. A következőkben meg kell határozni a veszélyeket, amelyek az ellenőrzések során bekövetkezhetnek. Továbbá érdemes megvizsgálni, hogy ellenőrző intézkedések hiányában hogy tudnánk megakadályozni a veszélyek bekövetkezését, illetve hogy vajon megfelelőek voltak-e az eddig végzett ellenőrző tevékenységek. [15]

Összefoglalva a csokornyakkendő módszer lényegében a hibafa és eseményfa összekapcsolásán alapszik (3.1.1. ábra). [7] Mint a bevezetőben írtam, a hibafa elemzést már részletesen ismertettem egy korábbi dolgozatomban, ezért ebben a dolgozatban nem mutatom be újra. Ott a vizsgán való bukáshoz vezető okokat elemeztem ki részletesen, melyet különböző ábrákon szemléltettem. Az akkori elemzéshez tartozó legnagyobb, egyben legrészletesebb ábrát jelenlegi munkámban is felhasználtam. Ez a rajz a csokornyakkendő-modell baloldalán látható, mely a fő okhoz, azaz a bukáshoz vezető okokat szemlélteti. A jobboldalon szereplő eseményfa-diagram a 2. fejezetben található 2.2.9. ábra.

Előnye, hogy az okokat és következményeket (ok-okozati összefüggéseket) egyaránt vizsgálja és kimutatja. A hibafa csúcseseménye a „kritikus esemény, az eseményfa kezdeti eseménye ez esetben a másodlagos kritikus esemény lesz. [7] Mivel összetevői – azaz a hibafa és az eseményfa – számszerűsíthetők, természetesen ez igaz erre az elemző módszerre is. Emellett magas szintű részletesség jellemzi a diagramot. [16]

Hátránya, hogy a vizsgált rendszer magas szintű ismeretét igényli. Valamint, hogy egy adott bonyolult rendszer vizsgálatáról készített ábra hatalmas és áttekinthetetlen (3.2.2. ábra).

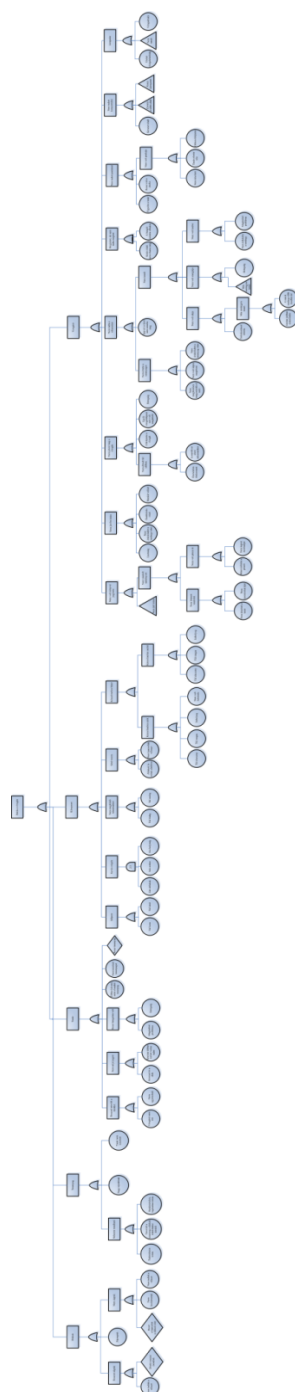
A felsorolt előnyökön és hátrányokon kívül magában hordozza mind a hibafa, mind az eseményfa előnyeit, illetve hátrányait.



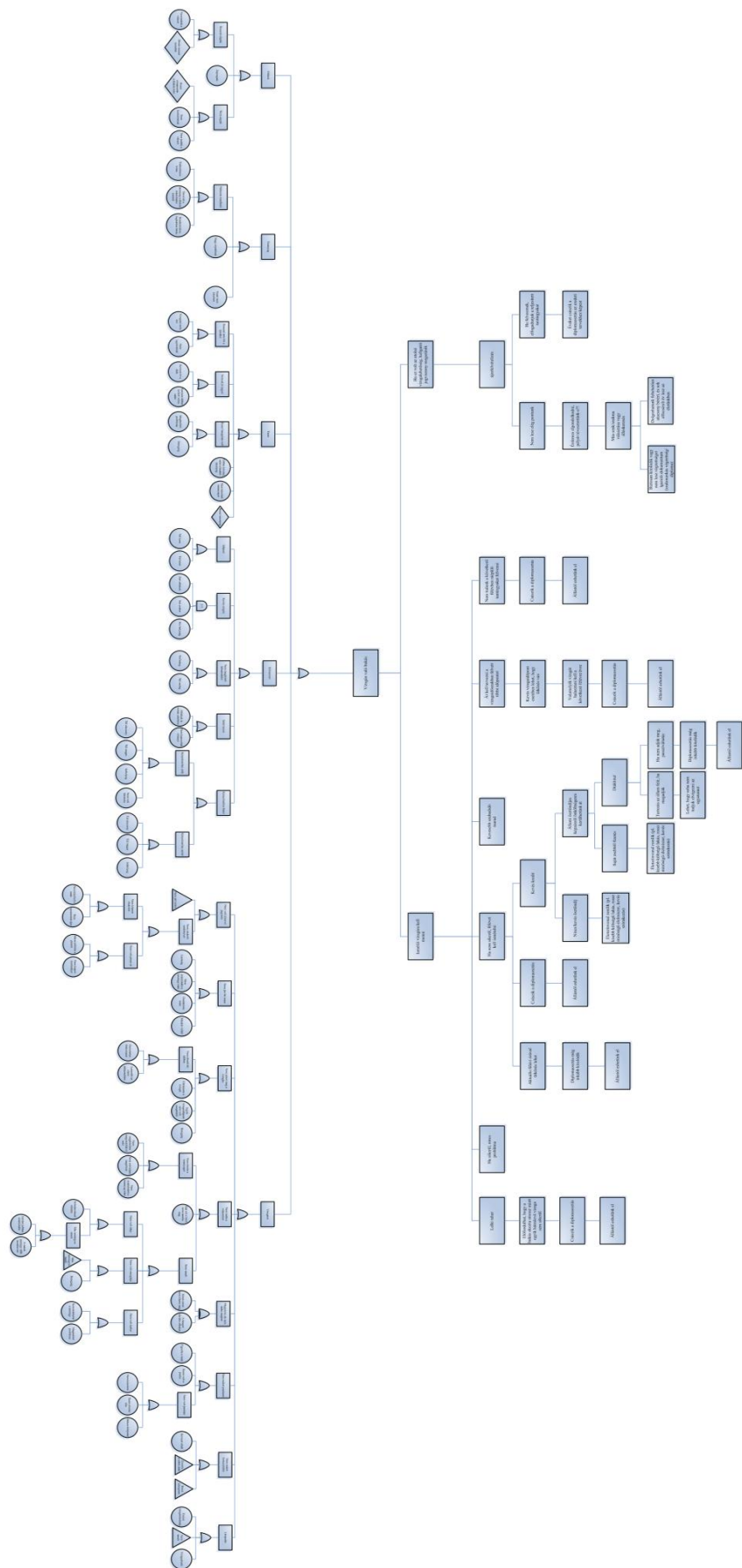
3.1.1. ábra A csokornyakkendő-elemzés felépítése

3.2 Mintapéllda

A mintapéllda közepén a nem kívánt esemény – jelent esetben a vizsgai bukás – helyezkedik el. Ettől balra található a problémához vezető okok logikai kapcsolatait szemléltető hibafa. A diagramot az előző félév során elkészített TDK dolgozatomból [1] használtam fel (3.2.1. ábra). Jobbra pedig a bekövetkezett probléma következményei helyezkednek el fordított hibafa-diagram formában. Ebben az esetben a 2.2.9. ábra látható.



3.2.1. ábra A „vizsgán való bukás” hibafájának felépítése[1]



3.2.2. ábra „A vizsgán való bukás” csokornyakkendő-modellje

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatom célja a csokornyakkendő-elemzés bemutatása volt a vizsgán való bukás példáján keresztül. A választott példa részletekbe menő vizsgálata alapján készített diagram remekül szemléltette a bow-tie modellt. A csokornyakkendő alakzat is létrejött – baloldalon a hibafa-analízist, jobb oldalon az eseményfa-analízist alkalmazva.

Bármilyen tudományos elemet olyan példán keresztül érdemes bemutatni, amely közel áll a közönséghez vagy egyszerűen csak felkelti az érdeklődését, hiszen így könnyen érhető és elsajátítható lesz, akármilyen bonyolult területről is legyen szó.

E dolgozat esetében sem utolsó szempont volt, hogy laikusok számára és természetesen az első számú célközönség, a hallgatók számára is könnyen elsajátítható legyen a bemutatott vizsgálat, illetve annak menete, tulajdonságai és jelentősége. E cél elérésében volt segítség egy olyan példa választása, amelyet valószínűleg minden egyetemi hallgató saját bőrén vagy környezetében, baráti társaságában valaki megtapasztalt.

Tehát a vizsgai bukás mint probléma teljes körű elemzése – pontosabban az ehhez vezető okok elkerülése – lehetővé teszi a hallgatók számára, hogy a további tanulmányaik során elkerüljék eme nem kívánatos esemény bekövetkezését.

A 3.2.2. *ábra* mutatja a vizsgán való bukás csokornyakkendő-elemzését. Igaz, nem szimmetrikus, kicsit csúnyácska, de a vizsgán való bukás sem szép dolog.

5. FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Tráj Krisztina – Kockázati ok meghatározó módszerek – Miért bukunk a vizsgán? TDK dolgozat ÓE-BGK, Budapest. 2014. pp. 31 oldal. (Konzulens: Prof. Dr. Pokorádi László)
- [2] Munkavédelem és környezetbiztonság,
<http://hu.scribd.com/doc/112163183/3-kockazatelemzes> (2014.10.27.)
- [3] Dr. Damjanovich Imre – A BIZTONSÁGVIZSGÁLATOKBAN ALKALMAZOTT KOCKÁZATÉRTÉKELÉSI ÉS VESZÉLYELEMZÉSI MÓDSZEREK ÁTTEKINTÉSE,
<http://inventor.hu/ceco/kock/konyv/kockazat.pdf> (2014.10.27.)
- [4] Szabó Géza – Az eseményfa analízis,
<http://www.2ge.hu/doc/esemenyfa.php> (2014.11.07.)
- [5] Hibaelemzés,
www.reak.bme.hu/fileadmin/user_upload/felhasznalok/makai/mfrn/IpKat6.ppt
(2014.10.27.)
- [6] Cseh Gábor – A kockázat- és veszély-megítélés (kiértékelés) során a meghibásodási (illetőleg hiba-) eseménysorok azonosításához, valamint egyéb célokra használatos egyes stratégiák, módszerek és eljárások, valamint alkalmazási feltételeik,
<http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyi/personal/Modszerek.pdf> (2014.10.24.)
- [7] Tansegédlet a veszélyes üzemek szakterületi hatósági feladatok ellátásához,
http://kok.katasztrofavedelem.hu/letoltes/document/document_181.doc (2014.11.08.)
- [8] Balesetek gyakoriság becslése,
http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyi/personal/Risk_gyakorisag.pdf (2014.10.27.)

- [9] Dr. Abonyi János, Dr. Fülepi Tímea – Biztonságkritikus rendszerek,
http://moodle.autolab.uni-pannon.hu/Mecha_tananyag/Biztonsagkritikus_rendszerek/MathML.html
(2014.10.24.)
- [10] Somogyi Viola – Veszélyhelyzetek kezelése,
<http://mkweb.uni-pannon.hu/tudastar/ff/10-vesz/veszhelyzet.xhtml> (2014.11.08.)
- [11] Bow – Tie Analysis,
<http://www.hf.faa.gov/workbenchtools/default.aspx?rPage=ToolDetails&subCatId=43&toolID=21> (2014.10.20.)
- [12] Ahmed Badreddine, Taieb Ben Romdhane, Mohamed Aymen HajKacem, Nahla Ben Amor – A new multi-objectives approach to implement preventive and protective barriers in bow tie diagram,
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950423014001557> (2014.11.08.)
- [13] Bowties – The Uses,
http://www.bowtiepro.com/bowtie_uses.asp (2014.10.20.)
- [14] ÚTMUTATÓ A 2003/105/EK IRÁNYELVVEL MÓDOSÍTOTT 96/82/EK IRÁNY-
ELV (SEVESO II) KÖVETELMÉNYEIT KIELÉGÍTŐ BIZTONSÁGI JELENTÉS
KÉSZÍTÉSÉHEZ,
http://www.katasztrofavedelem.hu/letoltes/seveso/Utmutato_BJ_keszitesehez.pdf
(2014.10.20.)
- [15] The Bowtie Methodology,
<http://downloads.bowtiepro.com/Bowtie%20Pro%20Methodology.pdf> (2014.10.27.)
- [16] The history of Bowtie,
<http://www.cgerisk.com/knowledge-base/risk-assessment/the-bowtie-methodology>
(2014.10.24.)

- [17] Tájékoztató a magyar állami (rész)ösztöndíjjal támogatott képzés sajátos feltételeiről
http://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/felsooktatas/tajekoztato_osztondijas_kepzes_felteteleiről_2013jul.pdf (2014.11.13.)