

**Óbudai Egyetem**  
**Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki**  
**Kar**  
**Gépszerkezetek és Biztonságtechnikai Intézet**



**TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT**

**Kockázati ok meghatározó módszerek  
összehasonlítása  
Miért bukunk a vizsgán?**

**Szerző: Tráj Krisztina**

had- és biztonságtechnikai mérnök BSc.  
szak, II. évf.

**Konzulens: Prof. Dr. Pokorádi László**

egyetemi tanár

Budapest, 2014

## Tartalomjegyzék

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. BEVEZETŐ .....</b>                                           | <b>2</b>  |
| <b>2. A HIBAFAA-ANALÍZIS (FAULT TREE ANALYSIS, FTA) .....</b>      | <b>4</b>  |
| 2.1. A vizsgálat elvi bemutatása .....                             | 5         |
| 2.2 Mintapélda .....                                               | 9         |
| <b>3. AZ OK-OKOZATI ELEMZÉS (CAUSE AND EFFECTS ANALYSIS) .....</b> | <b>17</b> |
| 3.1. A vizsgálat elvi bemutatása .....                             | 17        |
| 3.2. Mintapélda .....                                              | 19        |
| <b>4. A MÓDSZEREK ÖSSZEHAISONLÍTÁSA .....</b>                      | <b>26</b> |
| 4.1. Elvi összehasonlítás .....                                    | 26        |
| 4.2. Minta példák összehasonlítása .....                           | 26        |
| <b>5. ÖSSZEFOGLALÁS .....</b>                                      | <b>27</b> |
| <b>6. FELHASZNÁLT IRODALOM .....</b>                               | <b>28</b> |

## 1. BEVEZETŐ

Mint műszaki egyetemi hallgató azért is tartom fontosnak a választott témát, hisz oly sokat hallunk a biztonságról és a minőségbiztosításról, mégis oly keveset tudunk róla. Hogyan is vált ez a téma oly divatossá?

Napjaink egyik legnépszerűbb szavává vált a biztonság és a minőség. Szereplejen az egy reklámban, vagy legyen bármilyen cég szlogenének egy eleme, valamilyen megmagyarázhatatlan módon megbízhatóságot sugall felénk. Akárhol hallják, olvassák az emberek, úgy érzik, biztonságban vannak és védve érzik magukat a rájuk veszélyes dolgok ellen. Ennek persze tudatában vannak a cégek is, akik termékeiket, szolgáltatásaikat eme bűvös szóval felruházva teszik számunkra még vonzóbbá.

De mielőtt e két szó ellenséges érzéseket keltene bennünk, lássuk, milyen pozitív dolgok is valójában. A technikai problémáktól kezdve egészen a magánéletünkig rengeteg problémába, hibába, kockázatba ütközünk. Ezek elkerülése érdekében rengeteg eszköz áll rendelkezésünkre. A hibaelemző módszerekkel a hibák bekövetkezésének esélye nagymértékben csökkenthető - legkedvezőbb esetben meg is szüntethető. Alkalmazásukkal eredményesebbek és felkészültebbek lehetünk. Gondoljunk csak bele: ha bármilyen folyamat megkezdése előtt már kielemezzük a lehetséges kockázatokat és hibaokokat és még időben meggátoljuk ezek bekövetkezésének valószínűségét - netalán teljes mértékben meg tudjuk akadályozni azokat -, rengeteg időt, energiát, pénzt spórolhatunk meg.

Azonban nem elegendő, ha csak a műveletek megkezdése előtt végezzük el a vizsgálatokat. Folyamatos megfigyelésre, ellenőrzésre van szükség ahhoz, hogy a minimálisra szorítsuk az esélyét annak, hogy probléma léphessen fel. Különböző folyamatelemző módszerekkel biztosíthatjuk a megbízhatóság fennállását.

Ellenben, ha valamilyen tevékenység közben olyan probléma lépett fel, mellyel azelőtt nem számoltunk, arra is létezik megoldás. Ekkor olyan analízisre lesz szükségünk, mellyel feltárhatjuk a már bekövetkezett hiba okait. Grafikusan ábrázolva vagy csoportosítással pedig könnyen áttekinthetővé tehetjük a vizsgálatot.

Az életünk minden területén érdemes törekedni az igényességre, a magas színvonalra. Úgy vélem, ez a siker kulcsa - rövid- és hosszútávon egyaránt. Annak érdekében, hogy eredményesek legyünk, ügyelni kell arra, hogy minden téren a lehetőségeihez mérten a legjobbat tudjuk nyújtani. Ennek következményeként pedig számos elismerésre tehetünk szert és nem utolsó sorban a közérzetünk is jó lesz. Tulajdonképpen kijelenthetjük, hogy valóban nélkülözhetetlen a nivósság. Hiszen az önbecsülésünket is jelentősen befolyásolja, mennyire

érezzük magunkat minőséginek. Tehát nem csak egy eljárás vagy egy tárgy lehet elsőrangú, hanem az emberek is. Ennek mértékét pedig több tényező is befolyásolja. Az elégedettséghez szükségünk van arra, hogy érezzük, „fontosak vagyunk a világnak”. Ehhez hozzájárulhat például a munkahelyen való megbecsülés, a jó családi légkör, a baráti kapcsolatok. Ugyanez igaz egy vállalkozásra is: akkor lehet kiemelkedő, ha értékes munkaerővel rendelkezik, kielégíti a keresleti igényeket, rugalmas, egyedi termékekkel, szolgáltatásokkal rendelkezik, stb. Összegezve: ha nem csak vágyakozunk a dicsőségre, hírnévre, sikerre, hanem elszántan, kitartóan küzdünk érte, akkor minőségi életet biztosíthatunk magunk és mások számára is.

Dolgozatom egy egyszerű, hétköznapi egyetemi példán – a vizsgai bukások kockázatelemzésén - keresztül mutatja be, milyen célt szolgálnak egyes hibaelemző módszerek. Ezúton is felhívja a figyelmet arra, hogy milyen jelentős szerepe van a kockázatelemzésnek.

## 2. A HIBAFÁ-ANALÍZIS (FAULT TREE ANALYSIS, FTA)

Ezt a kockázati ok meghatározó technikát a Bell Telephone Laboratories alkalmazta elsőként. [7]

A hibafa elemzés rendszerszintű veszélyek előfordulását előidéző okok, feltételek, tényezők megállapításával foglalkozik. Ezek az okok jelentősen befolyásolják a rendszer működőképességét, biztonságát, gazdaságos alkalmazását, illetve egyéb előírt jellemzőit.

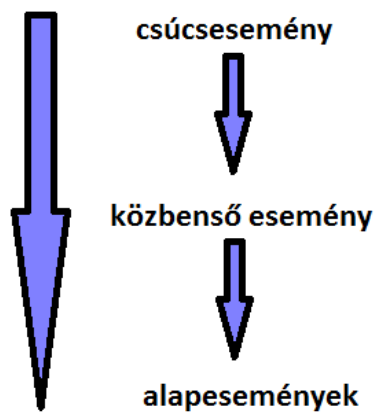
A gráf olyan matematikai alakzat, amely pontokból és bizonyos pontpárokat összekötő (nem feltétlenül egyenes) vonaldarabokból áll. Matematikai megfogalmazásban a  $G(P;E;f)$  gráfon olyan alakzatot értünk, amely a  $P$  pontokból és bizonyos pontokat összekötő  $E$  vonaldarabokból áll. A  $P$  halmaz elemeit pontoknak (esetleg gráf szögpontjainak vagy csúcsainak), az  $E$  halmaz elemeit pedig a gráf éleinek nevezzük. A fenti jelölésben szereplő  $f$  függvény az  $E$  halmazt képezi le a  $P \times P$ -re, azaz bármely  $e$  élhez hozzárendel egy pontpárt a  $P$  halmaz elemei közül. Ezért  $f$ -t szokás illeszkedési leképezésnek is nevezni [13].

Az olyan összefüggő, irányítatlan gráf neve, mely nem tartalmaz köröket (zárt élsorozatokat), a fa. Az  $n$  csúcspontot tartalmazó fának pontosan  $n-1$  éle van. Egy fa gráfban bármely két pontot pontosan egy út köt össze. [13]

A hibafa használata növeli a biztonságot és a megbízhatóságot, csökkenti a kockázatot. Ezért is oly népszerű az informatika, a repüléstechnika, és egyéb mérnöki rendszerek minőségbiztosításánál.

Az elemzést kétféle okból alkalmazzuk: megelőzés céljából, amikor a probléma még nem következett be, illetve javítási célból, amikor már bekövetkezett a nem kívánatos esemény. [12] Segítségével a csúcseseményt előidéző hibaokot/okokat a legrészletesebben fel tudjuk deríteni. A hibafa különösen alkalmas olyan bonyolult rendszerek megbízhatósági elemzésére, amelyek több, funkcionálisan egymáshoz kapcsolódó vagy egymástól függő részből állnak, így a technológiai folyamatok rendszeres hibaelemzésére is. [4]

Fontos, hogy a hibafa legyen mindenki számára érthető, felépítése logikus, lényegre törő, egyszerű legyen (2.1 ábra).



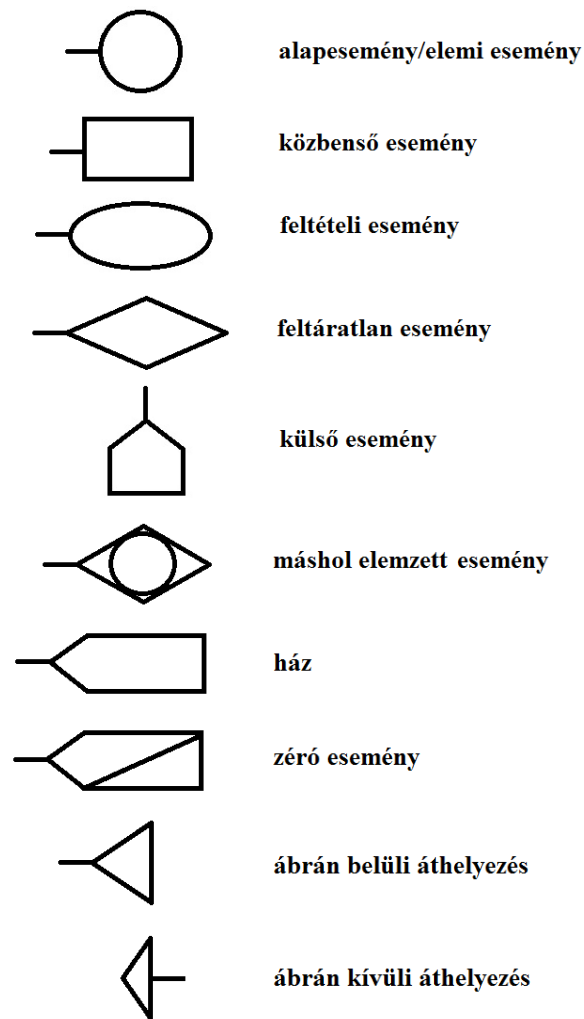
2.1. ábra Hibafa felépítése [8]

## 2.1. A vizsgálat elvi bemutatása

A vizsgálat első lépése, hogy megfogalmazzuk a csúcseseményt. Ezt követően felkutatjuk a hiba okait, majd elkészítjük a kapott eredmények alapján a hibafát: az analízis eredményeit fastruktúra formában ábrázoljuk, így logikussá, áttekinthetővé válik a vizsgálat egésze. A fő-esemény a kiinduló pont, majd fokozatosan lefelé haladva vázoljuk az aleseményeket, melyek a hibát okozták. Utólag ezt kibővíthetjük megbízhatósági számításokkal is. A megbízhatósági mérőszámok szakkönyvek táblázataiból olvashatóak ki, ennek hiányában a gyakorlati tapasztalat az irányadó. Következő feladatunk a rendszerhibák és hibaláncolatok minőségi, mennyiségi szempontból való kiértékelése. A kiszámított eredmények függvényében kirajzolódnak a rendszer gyenge pontjai. Végül pedig a kapott eredményeket dokumentáljuk.

A rendszer megbízhatóságával kapcsolatban mérőszámok nélkül is vonhatunk le következtetéseket. Egyik lehetőség, hogy megkeressük a kritikus (minimális) láncokat. Ez olyan hibakombináció, mely a fő-esemény bekövetkezését okozza –a legkisebb számú meghibásodás mellett. Így kimutatható a hibafa leggyengébb ága.

Összegezve: a hibafa analízis minőségi (kvalitatív) és mennyiségi (kvantitatív) elemzésre egyaránt alkalmas.



2.1.1. ábra Események alkalmazott jelölései [4][9]

A hibafa elemzés során az alábbi főbb fogalmakat és jelöléseket alkalmazzuk (2.1.1., 2.1.2., 2.1.3. ábra):

**Alapesemény / elemi esemény** bekövetkezésekor bekövetkezik a csúcsesemény, további elemi eseményekre nem bomlik. Ez lehet elsődleges hiba, mely az előírt működési körülmények között áll elő, például saját hiba. Másodlagos hiba, ami nem szabályszerű külső hatások eredményeképp következik be. Ezen felül előfordulhat körülményekből adódó vagy kezelési hiba (személyi, illetve vezérlési). [6] [12] [4]

A **közbenső esemény** bekövetkezésének valószínűségét az elemi eseményekből számoljuk ki. [4]

A **feltételi esemény** feltétele egy összetett esemény bekövetkezésének. [4]

A **feltáratlan esemény** további kifejtése nem lehetséges, mert azzal kapcsolatban nem áll rendelkezésre több információ vagy, mert az nem megfelelő következménnyel jár. [4]

**Külső esemény** mindig valamilyen külső behatással kapcsolatos, például természeti katasztrófák eredménye. [4]

A **máshol elhelyezett eseményt** másik hibafán bontják tovább. [4]

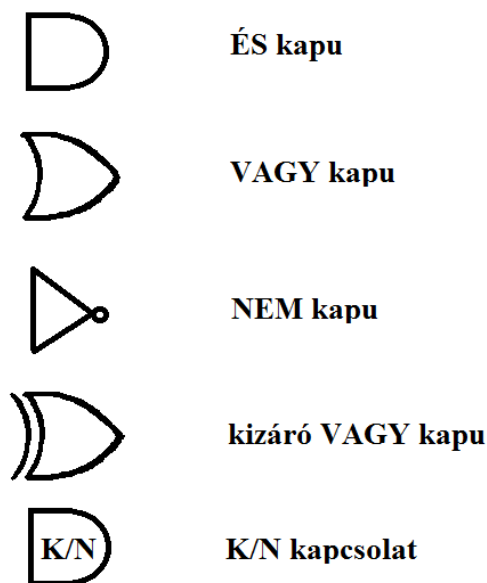
A **ház** olyan esemény, amely már megtörtént vagy biztosan bekövetkezik. [4]

A **zéró esemény** nem következhet be. [4]

**Ábrán belüli áthelyezés** esetén az eseményt egyéb helyen határozták meg. [4]

**Ábrán kívüli áthelyezés** esetén az esemény ismételve van, más hibafán már tovább bontották. [4]

Az események egymáshoz logikai műveleteken keresztül kapcsolódnak. Ezeket logikai kapuknak nevezzük. A főesemény az aleseményeket és a főeseményt összekapcsoló, úgynevezett logikai főkapu kimeneti eseménye. Ekkor az aleseményeket bemeneti eseményeknek nevezik. Természetesen egy alesemény is tovább bontható, így mindegyik bemeneti esemény egy alacsonyabb szintű logikai kapu kimeneti eseménye lehet. [4]



2.1.2. ábra Logikai kapcsolatok

„**ÉS**” **kapu** esetén csak az összes bemeneti esemény együttes bekövetkezése váltja ki a kimeneti esemény bekövetkezését. [16]

„**VAGY**” **kapunál** a kimeneti esemény akkor következik be, ha legalább egy bemeneti esemény bekövetkezik. [16]

„**NEM**” **kapunál** a bementi esemény be nem következése szükséges a kimeneti esemény bekövetkezéséhez. [16]

„**Kizáró VAGY**” **kapu** esetében az esemény csak akkor következik be, ha a bemeneti események közül egyetlenegy következik be. [17]

„**K/N**” **kapcsolat** (tartalékolt rendszer) esetén Az N bemeneti esemény közül legalább K darab bekövetkezése szükséges a kimeneti esemény bekövetkezéséhez. A logikai kapu összeállítható „ÉS” és „VAGY” kapukkal is. [16]

Az események bekövetkezési valószínűsége kiszámítható az alábbi módon, ha ismerjük az előidéző események bekövetkezésének valószínűségét és a köztük fennálló logikai kaput.

„ÉS” kapunál:

$$P = \prod_{i=1}^n P_i, \quad (2.1.)$$

„VAGY” kapunál:

$$P = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i), \quad (2.2.)$$

„NOR” kapunál:

$$P = 1 - P_i, \quad (2.3.)$$

„K/N” kapcsolatnál:

$$P = 1 - \prod_{i=1}^k (1 - P_{i_1} \cdot P_{i_2} \cdot \dots \cdot P_{i_k}), \quad (2.4)$$

ahol  $P_i$  az  $i$ -edik kiváltó esemény bekövetkezési valószínűsége;  $k$  a kiváltó események száma;  $i_k = i_{k-1} + 1 + \dots + (n - k + k)$ , illetve  $P_i \in [0,1]$ ;  $i \in \{1,2,\dots,n\}$ ;  $n,k \in \mathbb{N}$ . [14] [16]



**átvitel**

2.1.3. ábra Egyéb jelölések [8]

**Átvitelnél** (2.1.3. ábra) egy másik fa csatlakozik az adott pontba. [8]

A hibafa előnyei közé sorolható, hogy az elemzés végzőt rákényszeríti, hogy az figyelembe vegye az összes okot, amely előidézheti a hibát. A hibafa ágain végighaladva elvégezhetőek a megbízhatósági elemzések, ezáltal biztosítható egy termék kiváló minősége. [12] Alkalmazható bonyolult rendszereknél is, tehát az elemző részletesen megismerheti a vizsgált eszközt. Nem utolsó szempont, hogy használható a hármas egység (idő, minőség, költség) megvalósítása érdekében. Ezen felül töreközi a rendszeren belüli és a rendszerek közötti kölcsönhatásokat.

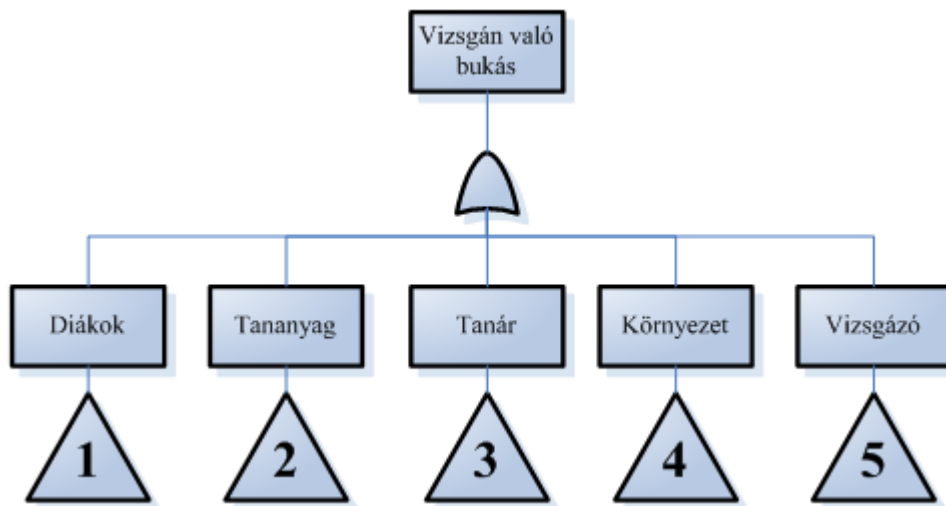
A hibafa komoly hátránya, hogy nem mutat rá a rendszer gyenge pontjaira. Ezen kívül nem szerencsés, hogy minden főeseményre egy-egy hibafát kell kidolgozni, emiatt fokozottan ügyelni kell arra, milyen kapcsolat van közöttük. Ha az elemzés túl részletes, akkor a fa nagy és áttekinthetetlen lesz (2.2.7. ábra). Továbbá megeshet, hogy egyidejűleg a fa eltérő részein is előfordulhat egyazon esemény, amely megtévesztést okoz.

## 2.2 Mintapéllda

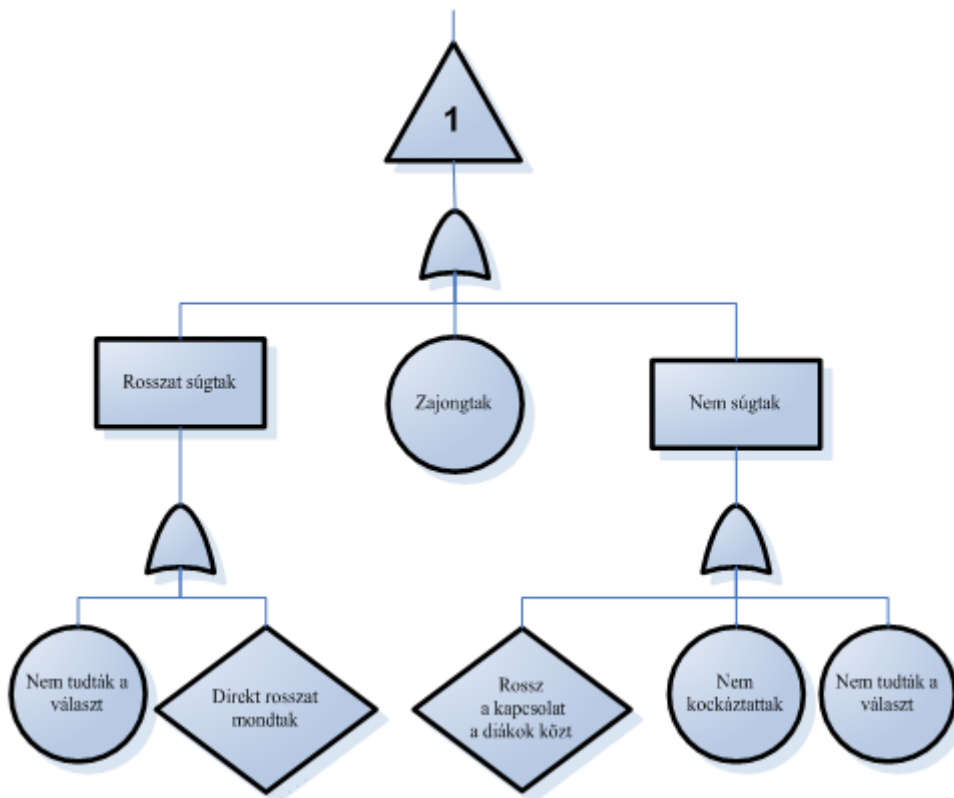
A minta példában bemutatásra kerülnek a vizsgán való bukáshoz vezető okok. A köztük levő logikai kapcsolatok utalnak a különböző tényezők bekövetkezésének valószínűségére. A korábban már említett fastruktúra-szerű felépítés megfigyelhető az ábrákon (2.2.1., 2.2.2., 2.2.3., 2.2.4., 2.2.5., 2.2.6., 2.2.7.).

A vizsgai bukáshoz 5 fő-ok bármelyik bekövetkezése vezethet, melyek a „Környezet”, „Diákok”, „Tanár”, „Tananyag”, „Vizsgáló” (2.2.1. ábra). Ezek részletesebb bemutatása külön-külön történik.

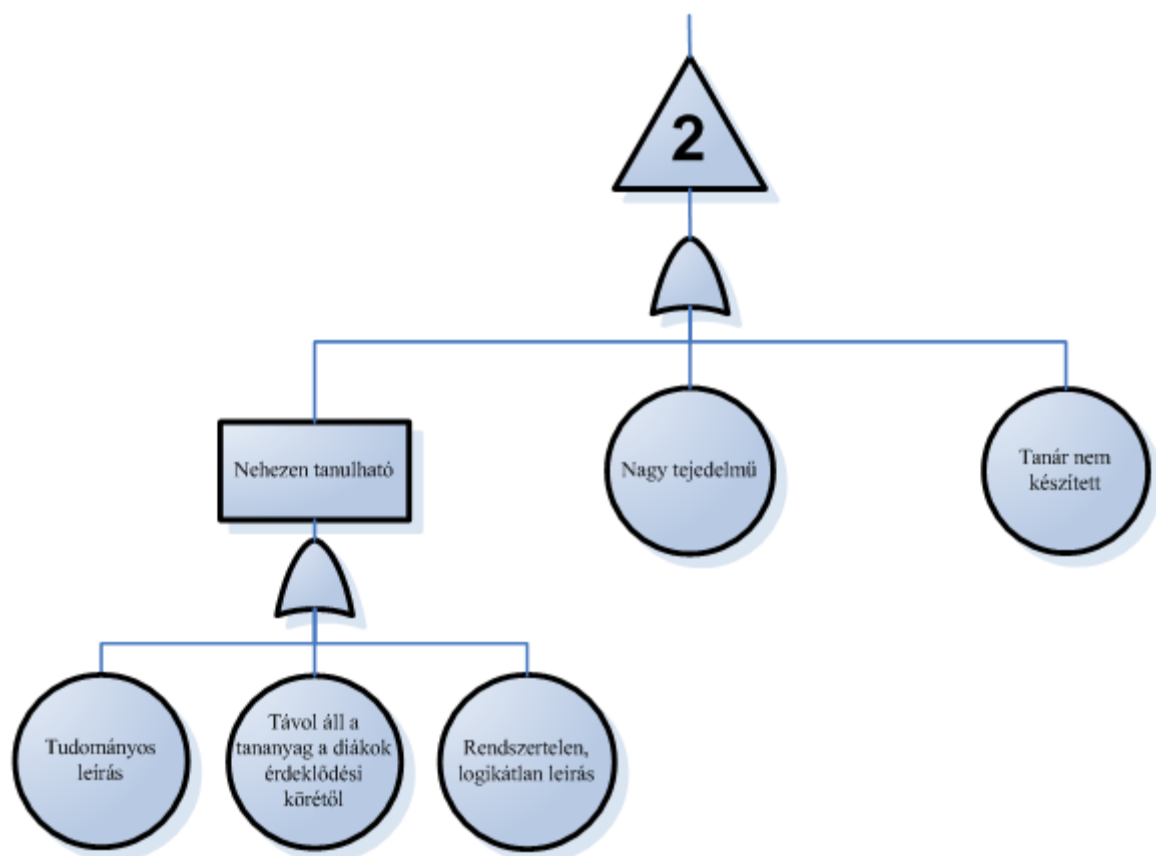
A „Diákok” fő-okhoz tartozó hibafát a 2.2.2. ábra, a „Tananyag” fő-ok hibafáját a 2.2.3. ábra, a „Tanár” fő-okra vonatkozó hibafát a 2.2.4. ábra, a „Környezet” fő-okhoz vezető okok hibafáját a 2.2.5. ábra, a „Vizsgáló” fő-okhoz vezető út fa-struktúra szerű felépítését a 2.2.6. ábra szemlélteti. A 2.2.7. ábrán az összesített hibafa látható. A fa bonyolult és áttekinthetetlen felépítése megmutatja a hibafa legnagyobb hátrányát, miszerint ha túl részletes az analízis, a fa áttekinthetetlenné válik.



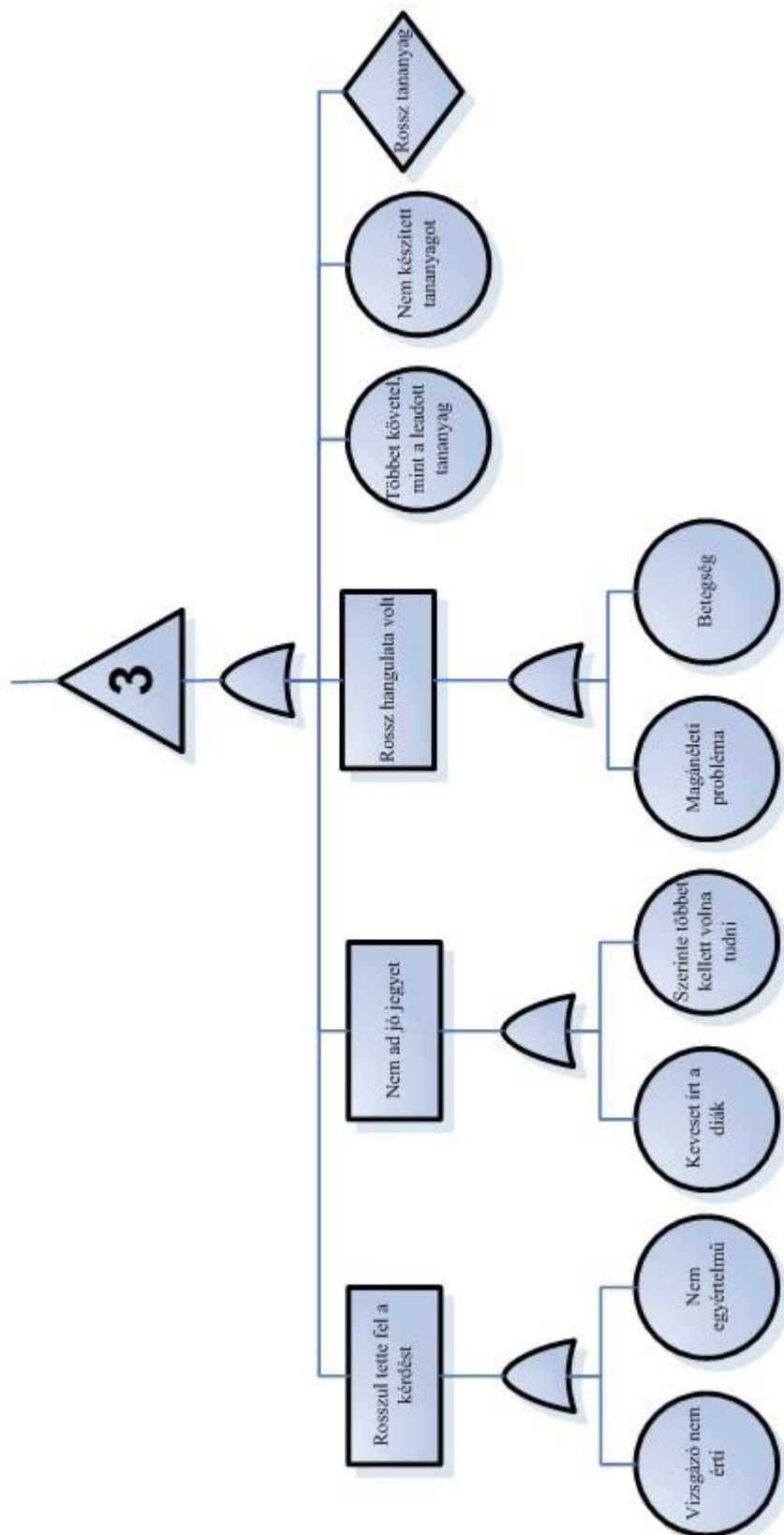
2.2.1. ábra A bukásoz vezető fő-okok hibafája



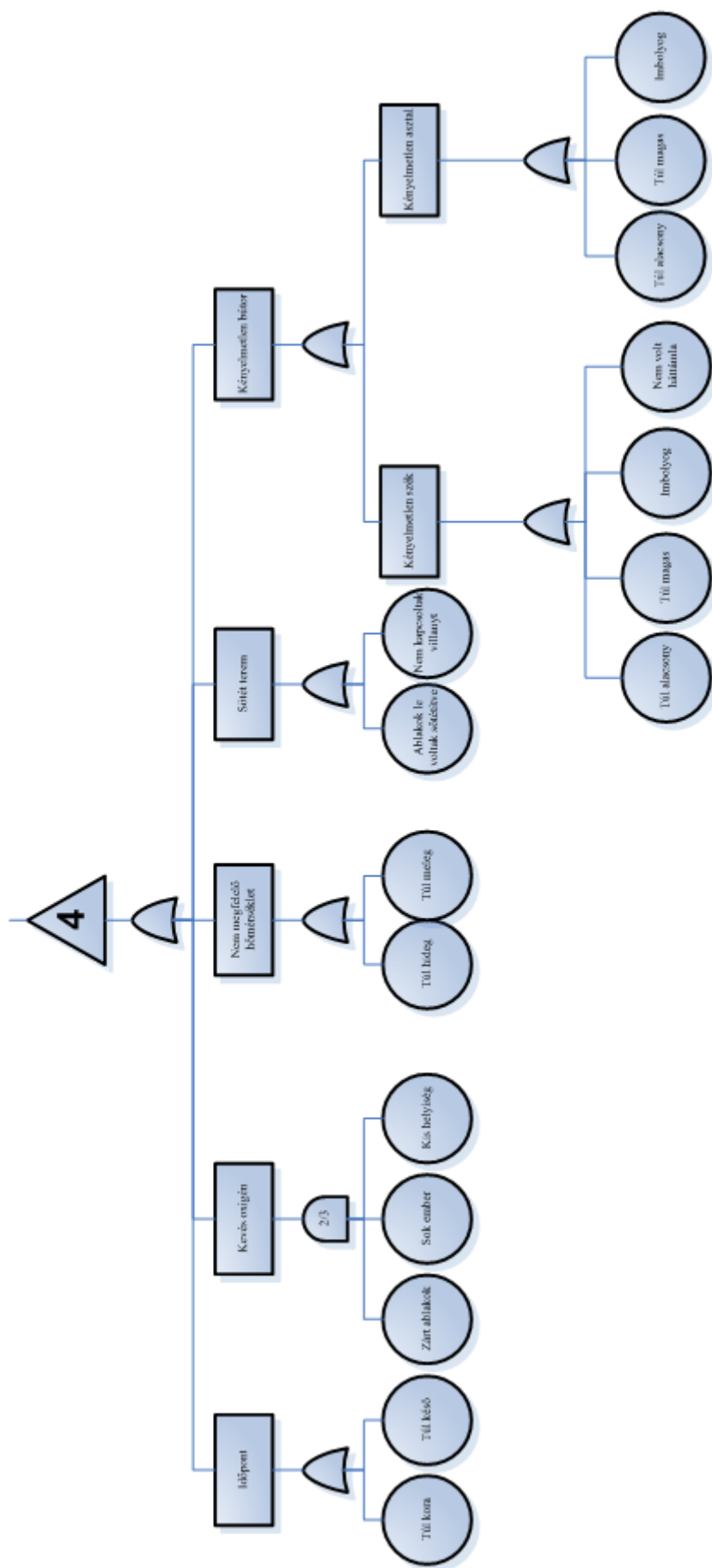
2.2.2. ábra „A diákok” fő-okhoz tartozó hibafa



2.2.3. ábra A „Tananyag” fő-okhoz tartozó hibafa



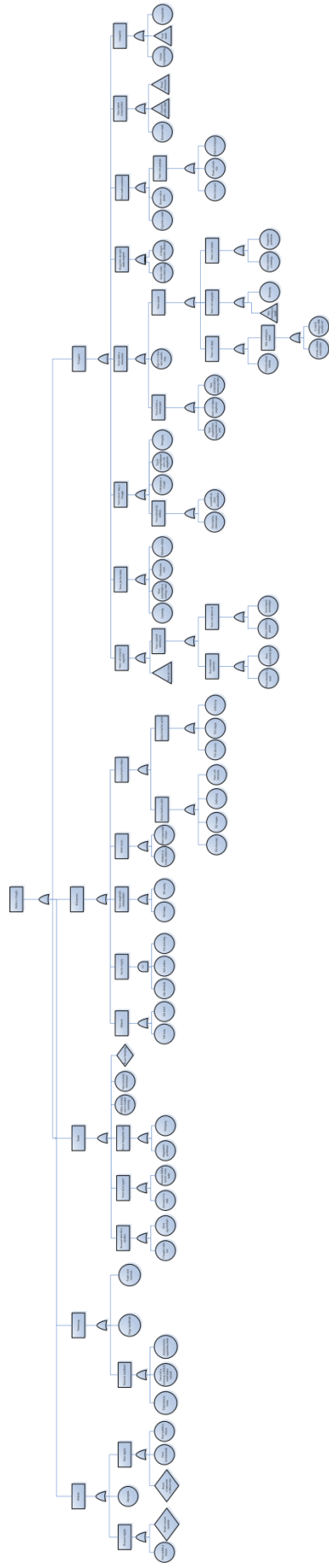
2.2.4. A „Tanár” fő-okhoz tartozó hibafaja



2.2.5. ábra A „Környezet” fő-okhoz tartozó hibafa



### 2.2.6. ábra A „Vizsgáló” fő-okhoz tartozó hibafa



2.2.7. ábra Minta példa

A vizsgán való bukáshoz vezető alapesemények, amelyek bekövetkezése, illetve különböző kombinációik egyszerre való bekövetkezése a csúcsesemény bekövetkezéséhez vezetnek. Ezeket az eseményeket egyéb aleseményekre nem bontjuk. Ez történhet információhiány miatt, illetve személyenként eltérő további hibaokok léphetnek fel.

- Túl korai időpont
- Túl késői időpont
- Zárt ablakok
- Sok ember
- Kis helyiség
- Túl hideg hőmérséklet
- Túl meleg hőmérséklet
- Ablakok le voltak sötétítve
- Nem kapcsoltak villanyt
- Túl alacsony szék
- Túl magas szék
- Imbolygó szék
- Háttámla nélküli szék
- Túl alacsony asztal
- Túl magas asztal
- Imbolygó asztal
- A diákok nem tudják a választ
- A diákok zajongtak
- A diákok nem kockáztatnak a sűgással
- A vizsgázó nem érti a kérdést
- A vizsgázó számára nem egyértelmű a kérdés
- Keveset írt a diák
- Tanár szerint keveset írt a diák
- Tanár magánéleti problémája
- Tanár betegsége
- Tanár többet követel, mint a tananyag
- Tanár nem készített tananyagot
- Tananyag tudományos leírás
- Tananyag távol áll a diákok érdeklődési körétől

- Tananyag leírása rendszertelen, logikátlan
- Tananyag nagy terjedelmű
- Nem nyomtattak új tankönyvet
- Diák másra költötte a pénzét tankönyv helyett
- Diák nem kapott ösztöndíjat
- Diák lusta volt
- Diák nem érdeklődött a tantárgy iránt
- Diák nem járt be óraütközés miatt
- Diák nem járt be munka miatt
- Óra/telefon tönkrement
- Elem/akkumulátor lemerült
- Diák betegsége
- Diák elfelejtette a vizsgát
- Egyik vizsgaidőpont sem volt megfelelő
- Diáknak nem megfelelően magyarázták el a tananyagot
- Diák nem képes megérteni a tananyagot
- Diák épp a kért rész nem tanulta meg
- A diák szórakozott
- Diák más tantárgy iránt jobban érdeklődött
- Másik tantárgy több kreditet ért
- Diák magánéleti problémája
- Diák elkésett
- Beugró kérdés elbukása
- Tanár figyelte, nem tudott puskázni a diák
- Rossz volt a puska
- Nem készített a diák puskát
- Tanár levette a puskát
- Puska otthon felejtése
- Diák keveset aludt
- Utolsó vizsgalehetőség miatti drukkk
- Vizsgadruk

### 3. AZ OK-OKAZTI ELEMZÉS (CAUSE AND EFFECTS ANALYSIS)

Az elemzési módszer egy japán professzor, Kaoru Ishikawa nevéhez fűződik. Az eljárást 1943-ban fejlesztette ki a minőségjavítás érdekében. Minőségellenőrként úgy vélte, egy probléma első jelei a tünetek, és nem az okok. A tünetek elleni fellépés nem lehet tartósan hatékony. A probléma megszüntetéséhez az okok felismerése és elemzése alapján megtervezett beavatkozásra van szükség. [18]

Az analízisnek számos elnevezése vált ismertté: a hibaok és az ok kapcsolatainak szemléltetéséből adódóan az ok-okozati elemzés, a diagram halszáлка formájából származóan a halszáлка-elemzés, illetve szójátékként létrejött a „Fishikawa” megnevezés is.[10]

Az analízis elsődleges célja, hogy a bekövetkezett nemkívánatos hiba okainak meghatározásával és hierarchikus ábrázolásával felszínre kerüljön az az elemi ok, amely a meghibásodást okozta – bizonyos esetekben több ilyen elemi ok is lehet. Ha nem tudjuk feltárni az összes lehetséges hibaokot, akkor azzal párhuzamban azt se tudjuk megakadályozni, hogy ugyanaz a hiba ne jelenjen meg újra és újra. Használatos egy fennálló problémánál, egy folyamat működésének javításánál és akár egy kísérlet kudarcainak feltérképezésénél. [15]

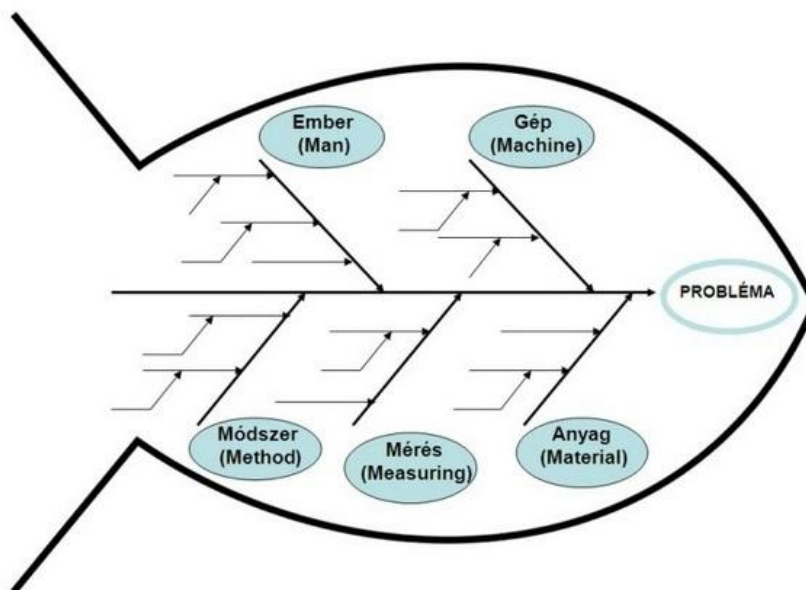
#### 3.1. A vizsgálat elvi bemutatása

Elsősorban a probléma meghatározására lesz szükség a „MI?”, „HOL?”, „MIKOR?”, „MIÉRT?” kérdések segítségével. Ezután az esetlegesen fellépő hibaokokat tárjuk fel probléma, fő-ok, okok sorrendben. Harmadik lépésben azonosítjuk, súlyozzuk az okokat és ábrázoljuk a halszáлка diagramot. A hal feje az ábra jobb oldalán helyezkedik el, ide írjuk a problémát mint okozatot. A hal gerincéből kiinduló száلكákon a fő befolyásoló tényezőket szemléltetjük, az egyre kisebb száلكákon pedig az alsóbb rendű hibákat ábrázoljuk – egészen addig, míg el nem jutunk a gyökér okokig (3.1.1. ábra).

Az elemzés kivitelezéséhez nélkülözhetetlen egy csapat, amely ötletroham (brainstorming) segítségével állapítják meg a hiba bekövetkezését okozó elemeket. Javasolt bevonni egy független tanácsadót is, aki irányítja a hibaokok feltárását és diagram elkészítését. [11]

A halszáлка diagram fő ágait alkotó tényezőit különböző módokon kategorizálhatjuk. Általában 5M szerint rendezzük ezeket: machine (gép), method (módszer, technológia), material (anyag), measurement (mérés), man (ember). Ezeket kiegészítve a 9M módszert

kapjuk: milieu (környezet), motivation (motiváció), money (pénz), maintenance (karbantartás). [2]



3.1.1. ábra Halszálla-diagram [3]

A halszálla elemzés előnye, hogy növekvő részletességgel jeleníti meg a nemkívánatos problémához vezető okokat, így a vizsgálat egésze egyszerűen értelmezhető bárki számára. Az elrendezésnek köszönhetően látható a hibaokok közti kapcsolatrendszer, valamint segít abban, hogy az esetlegesen kimaradt elemeket észrevegyük, mellyel kipótoltva teljessé tehetjük a vizsgálatot. A csoportmunka eredményeképp - az eltérő nézőpontokból származó különböző vélemények miatt - a lehető legrészletesebb és legdinamikusabb hibaelemző módszer. Az Ishikawa módszer szerinti elemzés alaposabb elemzést tesz lehetővé, mint az általános mérnöki gondolkodásból adódó elemzés. [5]

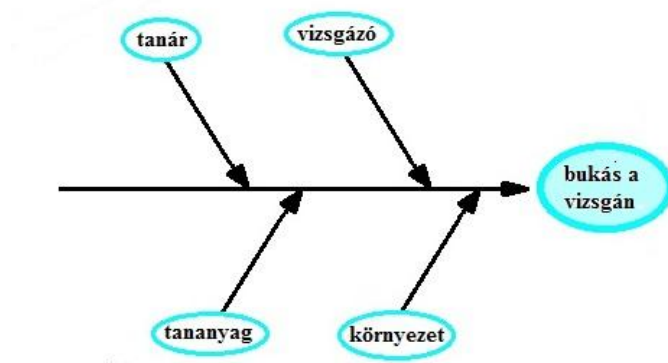
Az analízis hátrányaihoz sorolható, hogy összetett probléma esetében átláthatatlan, nagy kiterjedésű ábrát kapunk végeredményül. Ezen kívül nem kapunk képet arról, hogy milyen átfedések, összefüggések vannak a hibaokok között. Arra sem ad választ, hogy a probléma bekövetkezését milyen mértékben befolyásolják a különböző tényezők. [1]

Az elemzés sajátossága az időigényes, alapos munka, amely számottevő erőforrást követel. Az analízist végzőknek részletesen ismerniük kell a problémát. A vizsgálat csak abban az esetben sikeres, ha kiugró elemek nem szerepelnek benne – ha mégis, a vizsgálat helytelen, ismételni kell. [2]

## 3.2. Mintapéllda

A 2.2. pontban vizsgált mintapéldát most az Ishikawa-módszerrel vizsgáljuk meg.

A problémához vezető fő-okokat a 3.2.1. ábra szemlélteti.



3.2.1. ábra Minta példa

A „Vizsgázó” fő-ok bekövetkezésének oka lehetett az, hogy nem állt rendelkezésre könyv vagy jegyzet, a vizsgázó nem járt be órára, nem jelent meg a vizsgán, esetleg megjelent, de mégsem tudtam megírni. Továbbá, hogy nem tudta a válaszokat, nem tudott puskázni, nem tudott koncentrálni vagy a lámpaláz okozott nehézségeket (3.2.1., 3.2.2. táblázat).

### Vizsgázó

- **Nem tudta a válaszokat**
  - Épp ezt nem tanulta meg
  - Nem értette a tananyagot
    - Nem megfelelően magyarázták el neki
    - Nem képes rá
    - Nem érdeklődik iránta
- Nem tanult
  - Nem volt ideje
    - Szórakozással töltötte
    - Más tantárgyra tanult
      - Aziránt jobban érdeklődött
      - Az több kreditet ért
  - Nem volt energiája
    - Betegség
    - Más tantárgyra tanult
  - Nem volt kedve
    - Nem érdeklődik iránta
    - Magánéleti probléma

3.2.1. táblázat A „Vizsgázó” fő-ok okai és gyökér-okai

- **Nem volt könyv/jegyzet**
  - Nem járt órára
  - Nem vásárolt tankönyvet
    - Nem lehetett vásárolni
      - Nem készített a tanár
      - Nem nyomtattak újat
    - Nem volt rá pénze
      - Másra költötte a pénzt
      - Nem kapott ösztöndíjat
- **Nem járt be órára**
  - Lustaság
  - Óraütközés
  - Nem érdekelte
  - Munkát végzett
- **Nem jelent meg a vizsgán**
  - Elfelejtette
  - Betegség
  - Nem ébredt fel
    - Óra/telefon tönkrement
    - Elem/akkumulátor lemerült
  - Egyik időpont sem felelt meg
- **Megjelent, de nem tudta megírni**
  - Késés miatt nem írhatta meg
  - A beugró kérdést elbukta
- **Nem tudott puskázni**
  - Figyelte a tanár
  - Rossz volt a puska
  - Nem volt puska
    - Nem készített
    - Tanár elvette tőle
    - Otthon felejtette
- **Nem tudott koncentrálni**
  - Keveset aludt
  - Zavarta a többi diák
  - Rossz környezet
- **Lámpaláz**
  - Utolsó vizsgalehetőség
  - Nem tanult
  - Vizsgadrukk

3.2.2. táblázat A „Vizsgázó” fő-ok okai és gyökér-okai

Az elemzésből is leszűrhető, amit az életben is megfigyelhető, azaz hogy a legtöbb okot a diák szolgáltatja egy vizsgán való bukáshoz.

Gyakori eset, hogy a diáknak se könyve, se jegyzete nincs egy tantárgyhoz. A jegyzet hiányának legfőbb oka, ha nem járt be órára a hallgató. Ha nem lehet tankönyvet vásárolni akár azokból, hogy nem készített a tanár, akár azért, mert nem nyomtattak újat, az nem a diák hibája. Ellenben, ha azért nem vásárolt, mert nem volt rá pénze, mivel elköltötte másra. Tulajdonképpen a diák hibáihoz sorolható az is, ha azért nincs pénze könyvre, mert nem jár neki ösztöndíj.

A hallgatónak több érve is lehet arra, ha nem jár be órára. A tanárok toleránsan fogadják azt az érvet, ha óraütközés miatt nem tud részt venni a tanórán a diák. Azonban azt már csak magának köszönheti a diák, ha lustaságból lóg az óráról, vagy azért nem jár be, mert lusta arra. Nehéz dolga van a hallgatónak, ha olyan órán kell részt vennie, ami nem áll közel az érdeklődési köréhez, mivel nagy önfegyelem kell egy ilyen tanórán való részvételnél, de semmiképp nem elfogadható magyarázat az elégtelen vizsgaeredményre.

Ha a diák nem vesz részt a vizsgán, automatikusan megbukik azon. Előfordulhat, hogy elfelejt bemenni a diák. Ennek különböző személyes okai lehetnek, ezért ezt az okot nem érdemes tovább fejteni. Bukás akkor is előfordul, ha a diák hirtelen lebetegedés miatt nem tud részt venni a vizsgán, illetve ha egyik kiírt vizsgaidőpont sem felel meg neki - ez utóbbi többnyire más vizsgákkal való ütközés miatt fordulhat elő. Önhibáján kívül nem tud bemenni a diák, ha az ébresztőórája, telefonja elromlik, vagy az elem, akkumulátor lemerülése miatt nem ébresztenek.

Megesik, hogy a diák azért bukik meg, mert ugyan megjelent a vizsgán, mégsem írhatta meg. Saját hibából és önhibáján kívül - például közlekedés végett - is elkészhet. Elvárás azonban, hogy a vizsgán időben jelenjen meg mindenki, ezért kizáró ok lehet, ha valaki elkésik. Másik fő oka annak, hogy megjelenés ellenére sem írhatja meg valaki a vizsgát, az nem más, minthogy már a vizsga előtti beugró kérdést elbukja.

Az esetben, ha a hallgató ugyan nem tanult, de puskázni sem tud, szinte biztos a bukás. Lehetetlen puskázni abban az esetben, ha a tanár folyamatosan figyeli a diákot, ha rossz a puska, és ha nincs is puska. Utóbbi eset akkor fordulhat elő, ha a tanár elvette a puskát, otthon felejtette a vizsgázó a puskát, illetve ha a vizsgázó nem is készített.

Koncentráció hiánya is okozhatja az elégtelen vizsgaeredményt, ha a vizsgázó túlságosan izgul. Ez történhet az okból, ha az adott vizsga az utolsó vizsgalehetőség, a nagy vizsgadrukk vagy az, hogy egész egyszerűen nem tanult a diák - ez utóbbi később kerül elemzésre.

Egyértelmű, hogy a diák nem tudja a válaszokat, ha éppen a kérdezett anyagrészt nem tanulta meg, vagy a készülés ellenére mégsem értette meg a tananyagot, legegyszerűbb eset pedig, ha nem tanult a vizsgára. A tananyag meg nem értése abból ered, ha nem magyarázták el a hallgatónak érthetően, ha nem képes megérteni, illetve nehézséget okoz, ha nem érdekli az. Ennél sokkal összetettebb probléma, hogy a diák miért nem tanult. Előfordul, hogy nem volt rá ideje, mivel azt egyéb szórakozással töltötte, vagy ha más tantárgy tanulásával töltötte az idejét. A diákokra jellemző, hogy mindig arra a tantárgyra fordítanak több időt, amelyik több kreditet ér, illetve amelyik tantárgy jobban érdekli őket. A nem készülésnek másik oka lehet az diák energiaháánya. Betegség is okozhatja, illetve hogy korábban más tantárgyra való tanulás miatt már elfáradt. Ha nincs kedve a vizsgázónak tanulni, annak oka, hogy nem érdeklődik a tantárgy iránt, illetve magánéleti probléma is okozhatja.

A „Tanár” fő-ok bekövetkezését okozhatja, hogy rosszul tette fel a kérdést, nem adott jó jegyet, rossz hangulata volt, tananyag elkészítésének hiánya, rossz tananyag, illetve hogy többet követel, mint amit leadott (3.2.3. táblázat).

#### **Tanár**

- **Rossz kérdés**  
Vizsgázó nem érti  
Nem egyértelmű
- **Nem adott jó jegyet**  
Keveset írt a diák  
A tanár kevesellte
- **Rossz hangulat**  
Betegség  
Magánéleti probléma
- **Nincs tananyag**
- **Rossz tananyag**
- **Több a követelt, mint a leadott tananyag**

#### *3.2.3. táblázat A „Tanár” fő-ok okai és gyökér-okai*

A tanár is nagyban szerepet játszik a vizsga jegyének alakulásában, nem kizárólag a diákon múlik minden.

Egy kérdés két okból is lehet rossz. Egyrészt, ha a vizsgázó számára nem egyértelműen teszik azt fel, másrészt, ha a vizsgázó egyáltalán nem érti azt.

Hogy a tanár miért nem ad jó jegyet, lehet maga a tanár és a diák hibája is. Ha a diák keveset ír, nem tud elégségest írni rá a tanár, de az is lehet oka az elégtelennek, ha ugyan a diák sokat írt a kérdésekhez, de a tanár ennél többet várt volna. Ezen hibák további bontása felesleges, hiszen tengernyi indítéka lehet, de egyéntől függ.

Abszolút tanári hiba, ha nem készít tananyagot, amiből felkészülhetnének a diákok, illetve az is, ha a tananyag nem alkalmas arra, hogy az ott leírtak alapján minimum elégségest írjon a diák. Ennek oka lehet például, ha elavult, vagy a leírtak hibásak.

Ha a leadott tananyagnál többet követel a tanár – főleg, ha erre csak a vizsgán derül fény –, akkor lehetetlen legalább az elégséges szintet elérni.

A „Tananyag” fő-okhoz a nehezen tanulhatóság, nagy terjedelem, és a tananyag hiánya mint okok kerültek meghatározásra (3.2.4. táblázat).

#### **Tananyag**

- **Nehezen tanulható**
  - Tudományos szöveg
  - Diákok érdeklődését nem kelti fel
  - Rendszertelen, logikátlan leírás
- **Nagy terjedelmű**
- **Tanár nem készített**

#### *3.2.4. táblázat A „Tananyag” fő-ok okai és gyökér-okai*

Sok gondot okoz a felkészülés egy olyan tantárgy vizsgájára, ahol a tananyag nehezen tanulható. Ennek oka lehet, ha nem „diáknyelven”, kezdők számára is érthető a szöveg, vagy ha az logikátlan, rendszertelen. Nem könnyíti meg a diákok életét, ha olyan tantárgyat kell elsajátítaniuk, ami nem érdekli őket valamilyen okból kifolyólag.

Egy nagy terjedelmű szöveg több nehézséget is okoz a diáknak. Egyrészt, ha kevés ideje van rá – akár az is lehet, hogy túl későn jut hozzá a tananyaghoz vagy kevés maga a félév is –, másrészt, másrészt egyidőben több tantárgyra párhuzamosan tanulni nehéz, így célszerűbb, ha inkább kevesebbet várnak el a tanárok.

Továbbá az is hátrány, ha egyáltalán nincs a tantárgyhoz használható tananyag.

A „Környezet” fő-ok alatt okként a sötét terem, nem megfelelő hőmérséklet, kényelmetlen bútor, kevés oxigén, időpont szerepelnek (3.2.5. táblázat).

## **Környezet**

- **Sötét terem**
  - Ablakok le voltak sötétítve
  - Nem kapcsoltak villanyt
- **Nem megfelelő hőmérséklet**
  - Túl hideg
  - Túl meleg
- **Kényelmetlen bútor**
  - Kényelmetlen szék
  - Kényelmetlen bútor
- **Kevés oxigén**
  - Koncentráció csökkenés
  - Rosszullét
  - Fejfájás
- **Időpont**
  - Túl kora
  - Túl késő
- **Diákok**
  - Nem súgtak
    - Rossz a kapcsolat a diákok közt
    - Nem kockáztatnak
    - Nem tudják a jó választ
  - Rosszat súgtak
    - Nem tudják a választ
    - Direkt
  - Zajongtak
- **Kívülről beszivárgó zaj**
  - Felújítás
  - Közlekedés
  - Emberek

### *3.2.5. táblázat A „Környezet” fő-ok okai és gyökér-okai*

Egy sötét helyiség jobban igényli a koncentrációt, hiszen nehezen olvashatóak a kérdések, sőt a lapra való írás is nehezebb – a nagy igénybevétel miatt romolhat a teljesítmény.

Abban az esetben, ha a teremben túl hideg van, a vizsgázó diák nem tud megfelelő módon koncentrálni, hiszen hidegben az agyunk is lassabban működik. Ha túl meleg a terem, a levegő is fűledt, nagyon nehéz összpontosítani. Ezért is gyengébbek a tavaszi félév vizsgaeredményei, mint az őszi félévben. Továbbá hidegben az ember megáfázhat, a meleg pedig rosszullétet eredményezhet.

A kényelmetlen bútor kényelmetlen testtartásra készíti a vizsgázót. A komfortérzet hiánya rontja a teljesítményt, írás közben akadályokba ütközhetünk, például a pad túlságosan az

ölünk felé lejt, könyökünk összeér a mellettünk ülő társunkéval, lábunkat rendellenes állapotban kell tartanunk.

A rossz levegő okozói lehetnek a kis helyiség, túlszűfolttság vagy a szellőztetés hiánya, illetve ezek kombinációi. Ha agyunk nem jut elég oxigénhez, lassabban működik, „rosszabbul teljesít”. Továbbiakban felléphet rosszullét és fejfájás is, melyek szintén rossz hatással vannak a vizsga kimenetelére.

A vizsga időpontja nagyban befolyásolja a teljesítőképességet. Túl korai kezdés esetén a vizsgázó fáradt, gondolkodása még lassú. Túl késői kezdéskor pedig agya már kimerült, nehezebb a feladatokra koncentrálni, a megtanult anyagot „előhívni”.

Nemcsak az jelent hátrányt, ha a többi diák nem segít a vizsga írása közben, hanem az is, amikor segítenek, de rosszat súgnak. Amennyiben a többi vizsgázó diák hangzavart kelt, nagy gondot okoz az odafigyelés.

Ugyanilyen hatással vannak a tantermen kívül beszivárgó zajok is. Teljes csend hiányában megerőltetőbb egy bizonyos dologra odafigyelni.

## **4. A MÓDSZEREK ÖSSZEHAISONLÍTÁSA**

Az előzőekben bemutatott két ok meghatározó módszer elvi összehasonlítása és mintapéldáik összevetése.

### **4.1. Elvi összehasonlítás**

Lehetséges, hogy a 2.2. fejezet végén felsorolt okok különböző hibakombináció okozzák a probléma bekövetkezését, ezért a vizsgálat alapján az Ishikawa-elemzés a hatásosabb módszer, hiszen ott megengedett ezen hibaokok együttes bekövetkezése, míg a hibafa csak egy-egy alapesemény bekövetkezését engedi. Tehát a hibafa alkalmazása az úgynevezett tiszta kapcsolatú rendszereknél ajánlatos.

Amennyiben egy alsóbb szintű ok több felsőbb szintű esemény kiváltó oka, akkor a felsőbb szintű események nem bírnak független valószínűséggel. Ennek eredményeképp a 2.1, 2.2, 2.3 és 2.4 jelölésű képletek nem alkalmazhatók egyértelműen.

### **4.2. Minta példák összehasonlítása**

Míg a hibafa hátránya az átláthatatlanság, addig az Ishikawa-diagram nem szemlélteti az okok közötti kapcsolatrendszer, csak felsorolja a hibaokokat. A halszájka-elemzés sokkal jobb eredményt ad, hiszen a gyökér-okok kombinációja is vezethet a csúcsesemény bekövetkezéséhez, a közöttük levő kapcsolat pedig – akárcsak a valós esetekben – nem biztos, hogy fa struktúrát alkot.

## 5. ÖSSZEFOGLALÁS

A dolgozat célja a hibafa-analízis és az Ishikawa-elemzés közti lényeges különbségek bemutatása volt. A feldogozott példa megfelelőnek bizonyult arra, hogy az elemzések előnyeit, hátrányait szemléltesse, melyet a nagy részletességgel történő kivizsgálás tett lehetővé.

A további cél az volt, hogy ezek a módszerek a hallgatók számára is könnyen érthetőek legyenek. Ez okból vezérelve egy a diákokhoz közel álló témán lettek bemutatva az elemzések. Ennek következtében minden diák magáénak érezheti a bemutatott példát, így könnyen elsajátíthatják az analízisek tulajdonságait, jelöléseit. Tehát az oktatásban is remekül alkalmazható a módszerek ilyen szemszögből való bemutatása.

A hétköznapi, egyszerű példával való dolgozás további előnye, hogy nem csak az érintett személyek - ez esetben a hallgatók- számára válik könnyen értelmezhetővé a tananyag, hanem kívülálló, nem szakmabeli személyek is nehézségek nélkül elsajátíthatják a tudást.

A bemutatott példa az igazolja, hogy nagyrészt magukon a tanulókon múlik a vizsga kimenetele, ezzel felhívja a figyelmet arra, hogy bizony, érdemes tanulni.

## 6. FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Bárány Péter - Kiváltó ok elemzési és feltárási eszközök különböző tanácsadói módszertanokban és kultúrákban,  
[http://vtmsz.hu/fileadmin/vtmsz/CMC\\_informaciok/barany.pdf](http://vtmsz.hu/fileadmin/vtmsz/CMC_informaciok/barany.pdf) (2014.02.16.)
- [2] Bedzsula Bálint – Dr. Topár József – Dr. Tóth Zsuzsanna Eszter –  
Minőségmenedzsment,  
[http://www.uti.bme.hu/web/38746/~17810/home?p\\_p\\_id=AllomanyLista\\_WAR\\_bmeuti&p\\_p\\_lifecycle=2&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_resource\\_id=download&p\\_p\\_cacheability=cacheLevelPage&\\_AllomanyLista\\_WAR\\_bmeuti\\_id=3735](http://www.uti.bme.hu/web/38746/~17810/home?p_p_id=AllomanyLista_WAR_bmeuti&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_resource_id=download&p_p_cacheability=cacheLevelPage&_AllomanyLista_WAR_bmeuti_id=3735)  
(2014.02.24.)
- [3] Czeglédi László – Minőségmenedzsment,  
[http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0005\\_42\\_minosegmenedzsment\\_scom\\_06/635\\_ishikawadiagram.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0005_42_minosegmenedzsment_scom_06/635_ishikawadiagram.html) (2014.02.24.)
- [4] dr. Harmath József – Minőségbiztosítás a gépiparban
- [5] Fenyvesi Csaba – Pokorádi László – Üzemtetési folyamat kockázatát befolyásoló tényezők elemzése  
Repüléstudományi Közlemények XXV. évfolyam 2014. 2. szám  
pp. 232-246
- [6] [ftp://ftp.energia.bme.hu/pub/Eromuvi\\_technologia\(MSc\)/MEET-EA007.pdf](ftp://ftp.energia.bme.hu/pub/Eromuvi_technologia(MSc)/MEET-EA007.pdf)  
(2014.03.04.)
- [7] Hibafa-elemzés, <http://hu.wikipedia.org/wiki/Hibafa-elemzés> (2014.04.04.)
- [8] Balesetek gyakoriság becslése,  
[http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyszer/personal/Risk\\_gyakorisag.pdf](http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyszer/personal/Risk_gyakorisag.pdf) (2014.02.12.)
- [9] Majzik István - A szolgáltatásbiztonság kvalitatív analízise,  
[https://inf.mit.bme.hu/sites/default/files/materials/category/kateg%C3%B3ria/oktat%C3%A1s/msc-t%C3%A1rgyak/szolgo%C3%A1ltat%C3%A1sbiztons%C3%A1g-gra-tervez%C3%A9s/12/SZBT-2012\\_EA06b\\_kvalitativ\\_analizis.pdf](https://inf.mit.bme.hu/sites/default/files/materials/category/kateg%C3%B3ria/oktat%C3%A1s/msc-t%C3%A1rgyak/szolgo%C3%A1ltat%C3%A1sbiztons%C3%A1g-gra-tervez%C3%A9s/12/SZBT-2012_EA06b_kvalitativ_analizis.pdf)  
(2014.03.04.)
- [10] Ishikawa diagram, [http://en.wikipedia.org/wiki/Ishikawa\\_diagram](http://en.wikipedia.org/wiki/Ishikawa_diagram) (2014.03.29.)
- [11] Ishikawa szemlélet szerinti minőség fejlesztési tanácsadás,  
<http://www.idesol.hu/minsegfejlesztes/ishikawa/72-ishikawa-szemlelet-szerinti-minseg-fejlesztési-tanacsadas.html> (2014.03.30.)

- [12] Johanyák Zsolt Csaba – Hibafaelemzés a hibátlan tervezés érdekében,  
[http://www.johanyak.hu/files/u1/segedlet/minosegtechnikak\\_2/fta\\_segedlet\\_2001\\_2002.pdf](http://www.johanyak.hu/files/u1/segedlet/minosegtechnikak_2/fta_segedlet_2001_2002.pdf) (2014.02.12.)
- [13] Pokorádi László - HIBAFÁ ÉRZÉKENYSÉG ELEMZÉSE,  
[http://www.szolnok.mtesz.hu/sztk/kulonszamok/2012/cikkek/2012-13-Pokoradi\\_Laszlo.pdf](http://www.szolnok.mtesz.hu/sztk/kulonszamok/2012/cikkek/2012-13-Pokoradi_Laszlo.pdf) (2014.03.30.)
- [14] Pokorádi László – Mátrixalgebrai hibafa-érzékenységelemzés  
[http://www.matarka.hu/koz/ISSN\\_2062-9737/1k\\_1sz\\_2011/ISSN\\_2062-9737\\_1k\\_1sz\\_2011\\_103-110.pdf](http://www.matarka.hu/koz/ISSN_2062-9737/1k_1sz_2011/ISSN_2062-9737_1k_1sz_2011_103-110.pdf) (2014.03.29.)
- [15] Problémamegoldó, elemző technológiák, Ok-okozati összefüggés vizsgálat,  
<http://studiumalfa.ewk.hu/elemzo-technologiak> (2014.02.24.)
- [16] Szabó Géza – Bevezetés a hibafaanalízisbe,  
<http://eduline.hu/segedanyagtalalatok/letolt/2810> (2014.02.12.)
- [17] dr. univ. Lendvay Marianna - Katonai elektronikai rendszerek megbízhatóság-elemzése,  
[http://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2007/lendvay\\_marianna.pdf](http://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2007/lendvay_marianna.pdf)  
(2014.02.24.)
- [18] Minőségmenedzsment,  
[http://www.inf.unideb.hu/konyvtarinfo/tananyagok/GombaSzabolcsne/3\\_minosegmenedzsment.doc](http://www.inf.unideb.hu/konyvtarinfo/tananyagok/GombaSzabolcsne/3_minosegmenedzsment.doc) (2014.04.15.)