



A determinisztikus és a valószínűségi elemzések közös pontjainak meghatározása

Lajtha Gábor, Karsa Zoltán

lajtha@nubiki.hu, karsa@nubiki.hu

TSO szeminárium

OAH, 2017. május 31

Tartalom

Háttér, előzmények

2. szintű PSA

1 és 2 szintű PSA kapcsolata

Determinisztikus és valószínűségi elemzések

Lehetőségek vizsgálata

Konklúzió

Háttér

A Fenntartható Atomenergia Technológiai Platform (FAE TP) Stratégiai Kutatási Terve (SKT) tartalmaz egy feladatot (SKT 2.7.3. feladat), amelynek célja:

a „determinisztikus és valószínűségi biztonsági elemzések közös pontjainak meghatározása” .

Erre kialakításra került egy négyéves kutatási program az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) tevékenységét támogató, az atomenergia biztonságos alkalmazásának hatósági ellenőrzését szolgáló műszaki megalapozó tevékenységek keretében (OAH ABA MMT)

Előzmények

2014-ben – a kutatási program első évében –

a determinisztikus és valószínűségi biztonsági elemzések terjedelmébe tartozó kezdeti események és üzemzavarok kiválasztásának összehasonlító vizsgálatát és értékelése

2015-ben – a kutatási program második évében –

a valószínűségi biztonsági elemzések eseménylánc-modellezésének igényeihez az eddigieknél jobban illeszkedő determinisztikus biztonsági elemzéseket elvégzésének lehetőségeinek vizsgálata és esettanulmány formájában javasolt módszer alkalmazása került bemutatásra

Előzmények

2016-ban – a kutatási program harmadik fázisában - a teljes 1-2. szintű valószínűségi biztonsági elemzés (PSA) **eseménylogikai modelljét megtestesítő egységes PSA-modell kidolgozásának** lehetőségeit és feltételeit elemezzük.

E fázis 1. részfeladatában a hazai gyakorlatban a valószínűségi biztonsági elemzések modelljének felépítésére alkalmazott RiskSpectrum programrendszerrel kiértékelhető teljes 1-2. szintű PSA-modell kialakításának feltételei és módjának vizsgálata történt meg

1. és 2. szintű PSA

1. szintű PSA

Kezdeti események – eseménylogikai modell (az esemény-
hibafa módszert alkalmazva) – zóna végállapot (sérülés
gyakorisága)

Az eseménylogikai modell írja le, hogy mely események -
kezdeti események, hardver meghibásodások és emberi hibák -
milyen logikai kapcsolatai esetén lép fel zónasérülés, illetve
milyen feltételek mellett kerülhető el a zónasérülés kialakulása.

1. és 2. szintű PSA

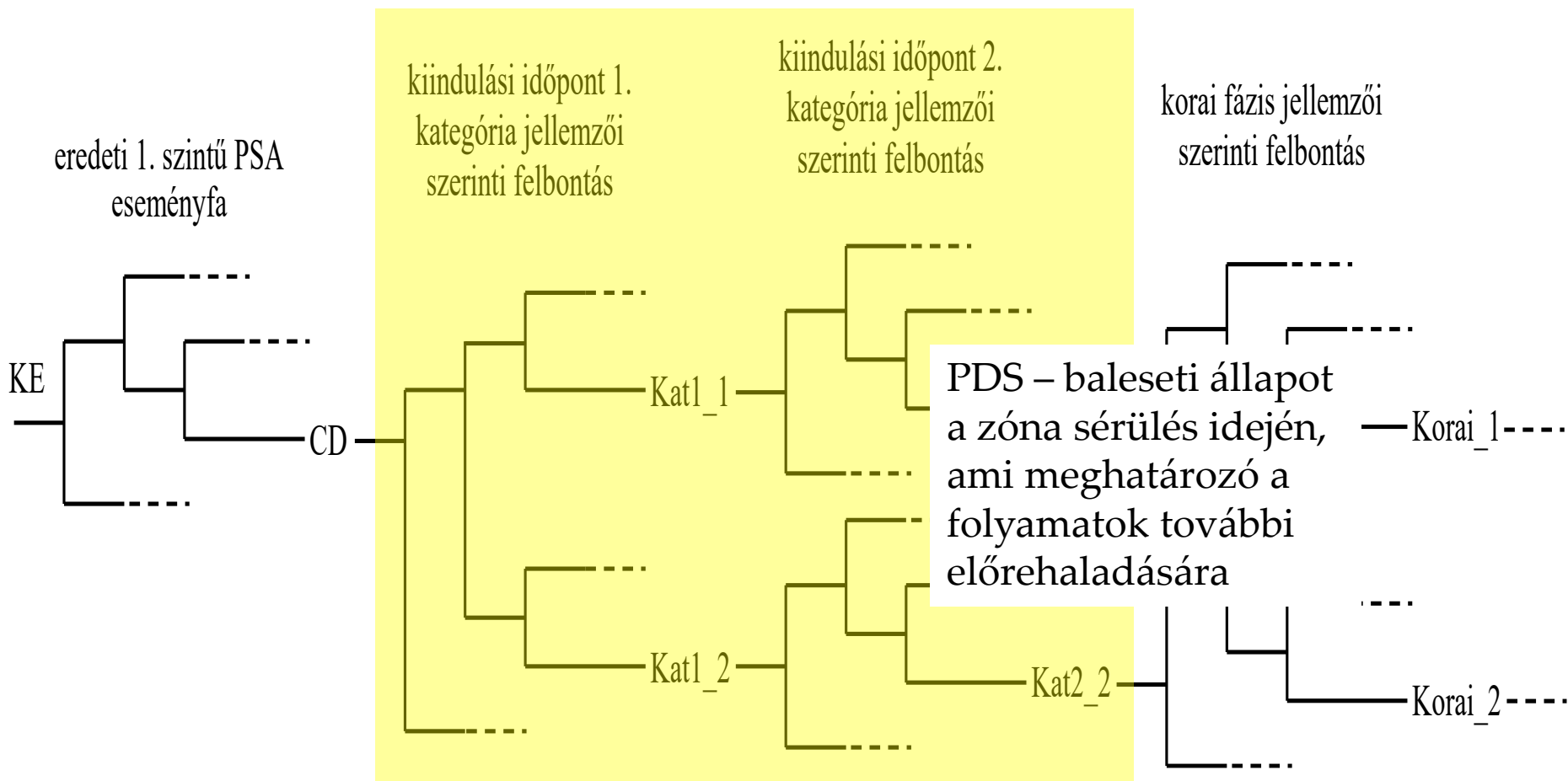
2. szintű PSA

Kibocsátás az 1. szintű PSA-modell eseményfáinak zónasérülés végállapotú eseményláncain következhet be, vagyis ezeket kell tovább vizsgálni

A zónasérülési (baleseti) állapotok mint kezdeti eseményekhez tartozó eseménylogikai modell írja le, hogy mely események (kezdeti események, hardver meghibásodások, fizikai folyamatok és emberi hibák) milyen logikai kapcsolatain esetén milyen konténment végállapotok alakulnak ki, a végállapotokhoz milyen légköri aktivitás kibocsátások tartoznak.

1. és 2. szintű PSA

1. és 2. szintű PSA kapcsolata



1. részfeladat

A RiskSpectrum programrendszer új verziójában az elemzési határfeltételek eseményfák közötti továbbörökítésének lehetőségét kihasználva számításokat végeztünk először a 2. szintű PSA baleseti állapotainak (PDS - Plant Damage State) szintjén.

Az eredményeket összehasonlítottuk az eredeti 2. szintű PSA elvégzésekor kapott elemzési eredményeinkkel.

1. részfeladat

A RiskSpectrum programrendszer új verziójában az elemzési határfeltételek eseményfák közötti továbbörökítésének lehetőségét kihasználva számításokat végeztünk először a 2. szintű PSA baleseti állapotainak szintjén.

Az eredményeket összehasonlítottuk az eredeti 2. szintű PSA elvégzésekor kapott elemzési eredményeinkkel.

A baleseti állapotok gyakoriságát **kezdeti eseményenként** figyelembe véve a kapcsolt modellel számított eredmények a korábbiakkal **teljesen megegyezők**. Ha a baleseti állapotok gyakoriságának számítását **összevontan több kezdeti eseményre végezzük**, akkor az **eredmény eltér** a kezdeti eseményenkénti eredmények összegétől.

2. részfeladat

Az integrált 1-2. szintű PSA kidolgozását célzó fejlesztések (3. fázis, 2. részfeladat) a konténment-eseményfák kidolgozása és az azt támogató súlyos baleseti elemzések eljárásai szempontjából vizsgáltuk meg részletesebben az egységes keretek között történő modellezés lehetőségeit.

Cél: Risk Spectrum alapú módszer meghatározása az 1. és 2. szintű PSA-hoz

2. részfeladat: a 2. szintű PSA jelenlegi módja - felmérés

- A PDS-ek meghatározása
- PDS-ek reprezentatív súlyos baleseti folyamatának kiválasztása
- A konténment eseményfa felépítése PDS-ekhez
- Determinisztikus elemzések végzése a reprezentatív folyamatokra, a konténment eseményfa elágazásainak figyelembe vételével
- A konténment eseményfa elágazásainak valószínűségéhez szükséges értékek, a valószínűség meghatározása
 - berendezés hiba valószínűség,
 - korábbi hiba
 - sérülékenység - terhelhetőség, terhelés
 - emberi hiba – idő, körülmények
 - helyreállítás – meghibásodás-korábbi hiba, helyreállításhoz szükséges és rendelkezésre álló idő)
- Konténment végállapotok gyakoriságának meghatározása

Több hónapos, éves munka, determinisztikus (súlyos baleseti számításokkal) elemzésekkel, amelyek eredményeit felhasználjuk a valószínűségi számításokban

Konténment eseményfa

22 kérdés – a munka során kérdésenként megvizsgáltuk a valószínűség meghatározásának módját, a szükséges determinisztikus elemzéseket.

Meghatároztuk a berendezések meghibásodásának és az emberi hibák hatását a determinisztikus elemzés eredményére.

Megnéztük, hogy a kezdeti esemény (baleseti állapot) mennyire határozza meg a kérdésre adott válasz valószínűségét

Konténment eseményfa elágazásainak valószínűsége

Kérdésenként felmértük, hogy a valószínűség mitől függ:

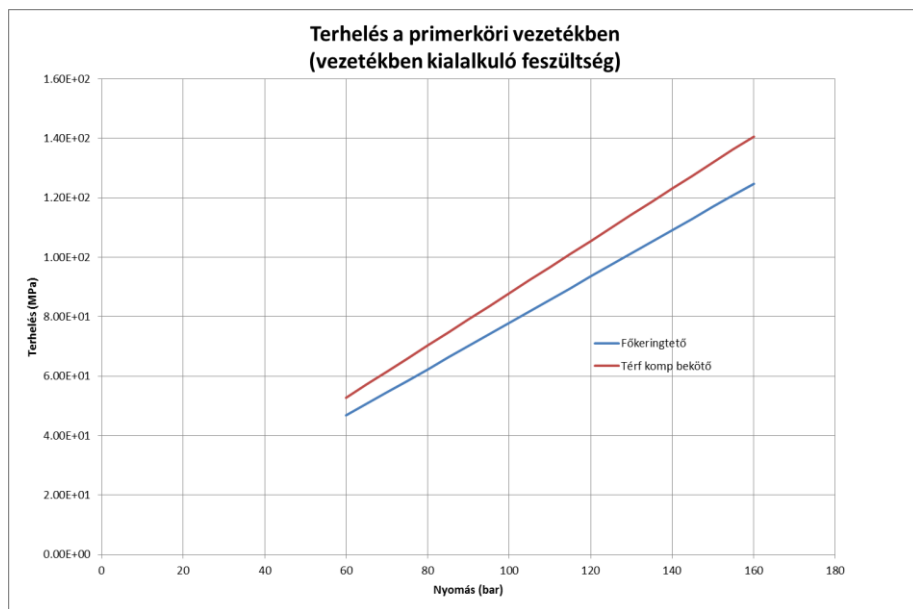
- Kezdeti esemény, baleseti állapot (törés méret, rendelkezésre álló rendszerek)
- Szükséges beavatkozások (korábbi kérdésekre adott valószínűségek, rendelkezésre álló idők, rendszerek)
- Meghatároztuk, hogy közelítőleg a meghibásodásokkal hogy lehet a folyamatok valószínűségét meghatározni

Konténment eseményfa elágazásainak valószínűsége

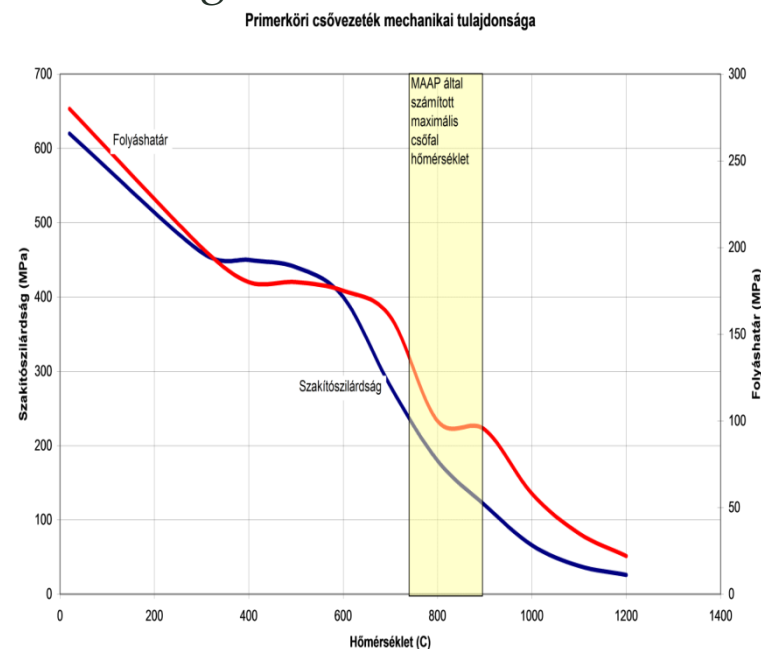
Példa : primerköri vezeték indukált törése (általános)

- Determinisztikus számítás: csővezeték, hőmérséklete, közeg nyomása az adott súlyos baleseti folyamatnál adja a terhelést (T)
- Primerköri csővezeték szakítószilárdsága (S) és folyáshatára (F) a hőmérséklet függvényében

Terhelés:



Terhelhetőség:



Konténment eseményfa elágazásainak valószínűsége

Példa : primerkörü vezeték indukált törése (általános)

Valószínűség meghatározása:

Összehasonlítás	Cső sérülési valószínűség
$T > 1,5 S$	1,0
$1,2S < T < 1,5S$	0,99
$1,0S < T < 1,2S$	0,9
$0,9S < T < 1,0 S$ és $T > 1,1 F$ (t > 30 percig)	0,5
$0,75 < S < 0,9$ és $1,1F < T < 0,9F$ (t > 30 percig)	0,1
$0,9F < T < 0,8F$ (t > 30 percig) vagy $1,1F < T < 1,0F$	0,01
$T < 0,8 F$	0

Konténment eseményfa elágazásainak valószínűsége

Példa : primerköri vezeték indukált törése (egyszerűsítés)

Közelítés :

	szekunderköri korai nyomás csökkentés (ECA- 0.0 alapján)	szekunderköri késői nyomás csökkentés (370°C)	nincs beavatkozás
törés méret			
0	$F_{\text{folyás}}=170 \text{ MPa}$ $T_{\text{terh}}=110 \text{ MPa}$ 10 perc $V=0,0$		$F_{\text{folyás}}=100 \text{ MPa}$ $T_{\text{terh}}=108 \text{ MPa}$ 28 perc $V=0,01$
10	$F_{\text{folyás}}=80 \text{ MPa}$ $S_{\text{szilárd}}=100 \text{ MPa}$ $T_{\text{terh}}=105 \text{ MPa}$ 58 perc $V=0,9$		$F_{\text{folyás}}=95 \text{ MPa}$ $T_{\text{terh}}=105 \text{ MPa}$ 44 perc $V=0,5$
20	$F_{\text{folyás}}=70 \text{ MPa}$ $S_{\text{szilárd}}=65 \text{ MPa}$ $T_{\text{terh}}=92 \text{ MPa}$ 63 perc $V=0,99$	$F_{\text{folyás}}=120 \text{ MPa}$ $T_{\text{terh}}=60 \text{ MPa}$ $V=0,0$	$F_{\text{folyás}}=102 \text{ MPa}$ $T_{\text{terh}}=50 \text{ MPa}$ 56 perc $V=0,0$

Konkluzió

A vizsgálatok alapján javaslatunk az integrált 1. és 2. szintű PSA felépítésére vonatkozóan az, hogy a kapcsolódást az 1. és 2. szint között PDS-ek biztosítsák, de a PDS-eknél jelenjenek meg a kezdeti esemény, illetve a 2. szintű PSA-ban megjelenő rendszereket befolyásoló hibák, azok helyreállíthatóságának visszafejthetőségét segítő további attribútumok, ami így egy kiterjesztett, több attribútumot tartalmazó csoportosítássá, IPDS (Integrated Plant Damage State) típusú átmenetté válna.

A PSA alkalmazásánál a kezdeti esemény típusa szerint érdemes különválasztani az IPDS-eket, amelyek megoldása, kiértékelése könnyebb, mint a jelenlegi összevontabb PDS-eké. A szétválasztás a következő típusokra ajánlott:

IT_PDS teljesítményüzem, belső technológiai és elárasztás kezdeti események baleseti állapota

IF_PDS teljesítményüzem, belső tűz kezdeti események baleseti állapota

IE_PDS teljesítményüzem, földrengés külső esemény baleseti állapota

IO_PDS teljesítményüzem, más külső esemény baleseti állapota

ST_PDS leállás, belső technológiai és elárasztás kezdeti események baleseti állapota

SF_PDS leállás, belső tűz kezdeti események baleseti állapota

SE_PDS leállás, földrengés külső esemény baleseti állapota

SO_PDS leállás, más külső esemény baleseti állapota

SFP_PDS pihentető medence baleseti állapotai

Konkluzió

- Determinisztikus (súlyos baleseti) számítás, elemzés nélkül nem lehet 2. szintű PSA-t létrehozni.
- Előre elkészített számítások eredményeit felhasználva csak valószínűségi elemzéssel (Risk Spectrum kóddal) közelítő 2. szintű PSA létrehozható.
- Az előre lekészített számítások számának növelésével csökkenthető a közelítés bizonytalansága

Javaslat

A bemutatott általános konténment eseményfa lehetne a kiindulási alap, amit az IPDS attribútumainak megfelelően, illetve a korábbi konténment eseményfa kérdések figyelembevételével lehetne egyszerűsíteni.

A konténment eseményfa kérdéseinél megfelelően kialakított IPDS-ek esetén nem lenne szükség az eseményfa hibafává konvertálására, csak

- a független súlyos baleseti rendszer, rendszerek hibafájának kidolgozására,
- az emberi tényező értékelésére, valamint
- az előre kiszámolt fizikai folyamatokból számított valószínűségek beépítésére.

Ezek logikai műveletekkel határoznák meg a kérdéshez (elágazáshoz) tartozó valószínűség értékét.

Korábbi jelentésünkben a RiskSpectrum kód néhány hibáját megadtuk, ami nem teszi lehetővé az 1. és 2. szintű PSA kapcsolt számítását.

A hibákat, amik a 3. fázis 1 részénél már jelentkeztek, megadtuk a programfejlesztőknek

A programfejlesztőkkel konzultálva igyekszünk választ kapni a RiskSpectrum PSA kód alkalmazásával kapcsolatosan eddig felmerült nyitott kérdésekre.

Feltételezve, hogy azok a problémák megoldódnak akkor az 1. szintű PSA-hoz kapcsolt baleseti állapotokat előállító követő eseményfával és annak végállapotaihoz láncolt konténment eseményfákkal a legvalószínűbb baleseti állapotok esetére számítható, a többi baleseti állapot esetén közelítésekkel meghatározható lesz a korai nagy kibocsátás gyakorisága a Risk Spectrum valószínűségi programmal

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET



KÖSZÖNÖM A FIGYELMET

