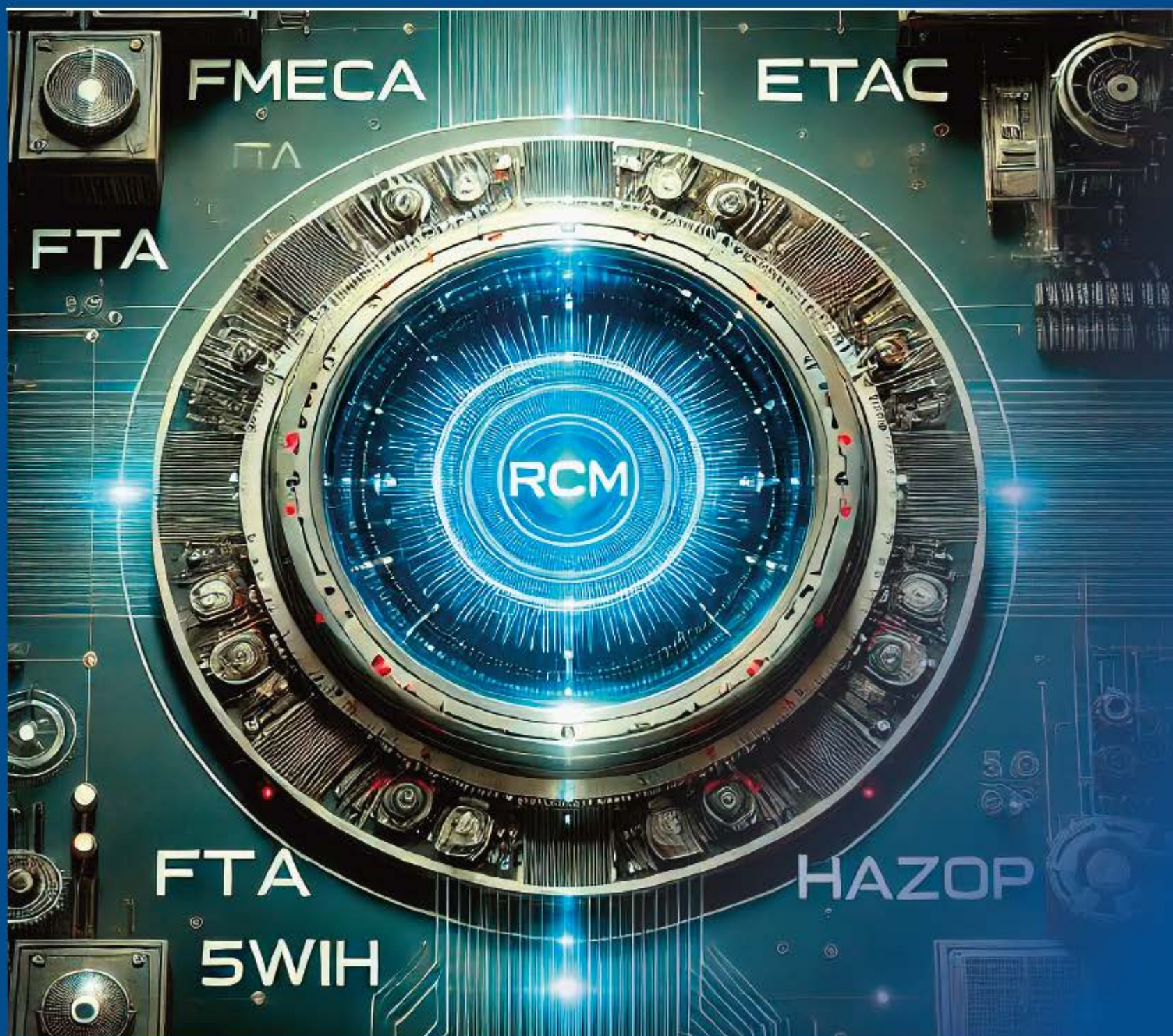


KARBANTARTÁSI STRATÉGIÁK II.

A KARBANTARTÁSI STRATÉGIÁK ELEMZÉSI MÓDSZEREI



**DR. NAGY ISTVÁN
KUNGL ZSOLT**

KARBANTARTÁSI STRATÉGIÁK II.

**A KARBANTARTÁSI STRATÉGIÁK
ELEMZÉSI MÓDSZEREI**

Dr. Nagy István
Kungl Zsolt

DELTA-3N Kft.

Paks, 2025.

A KARBANTARTÁSI STRATÉGIÁK

ELEMZÉSI MÓDSZEREI

ISBN 978-615-02-3051-1

Kiadó:	Delta-3N Kft.
A felelős vezető:	Kungl Zsolt ügyvezető igazgató Tel: 06-75/510-115 kunglzs@delta3n.hu
A nyomdai előkészítés:	Pauker Nyomda Wiszthaller Bence WiszthallerB@gmail.com
Borítóterv:	Delta-3N Kft.
Nyomda:	Pauker Nyomda
Felelős vezető:	Vértés Dániel

Tartalomjegyzék

Előszó.....	8
1 Elemzési Módszerekről általában	11
2 Pareto-elv	13
3 Weibull-elemzés.....	16
3.1 A Weibull-eloszlás matematikai háttere	16
3.2 A Weibull-elemzés főbb lépései.....	16
3.3 A Weibull-elemzés alkalmazási területei.....	17
3.4 Példa a Weibull-elemzésre	19
3.5 A Weibull-elemzés alkalmazása a gyakorlatban.....	19
3.6 A Weibull-elemzés szoftvereszközei.....	21
4 Megbízhatóság Analízis	22
4.1 Kumulatív eloszlásfüggvény	23
4.2 Megbízhatóság függvény	23
4.3 Veszélyességi ráta.....	24
4.4 Az MTTF és az MTBF	26
4.5 Hibamodellezés a kádgörbe példáján.....	30
4.6 Megbízhatósági modellezés	33
4.7 Hibatűró kivitelezés	36
4.8 Redundancia technológiák	37
4.9 Redundancia, mint tervezési technika	38
5 Karbantarthatóság	41
5.1 A rendelkezésre állás koncepciója.....	45
6 Rendszer Biztonsági Elemzés	47
6.1 A rendszerbiztonsági elemzés lépései.....	47
6.2 A rendszerbiztonsági elemzés iteratív jellege	48
6.3 Alkalmazási területek.....	49
6.4 Kihívások és jövőbeli trendek	50
7 HAZOP vizsgálat.....	52
8 Human Reliability Analysis	54
9 CCF Analysis	55
10 Életciklus-költség (LCC) elemzés	56
11 KPI-k a karbantartásban	57
11.1 Miért fontosak a KPI-k a karbantartásban?	57
11.2 Fontosabb karbantartási KPI-k.....	58

11.3	A KPI-k hatékony használata	59
12	Fa-struktúrák.....	60
12.1	Fa-struktúrák alapvető elemei	61
12.2	Fa-struktúrák típusai	63
12.3	Fa-struktúrák műveletei.....	64
12.4	A fa struktúrák alkalmazása	65
13	Döntési fák	67
13.1	Hagyományos döntési fák.....	68
13.2	A logikai döntési fák	69
13.3	Alkalmazási területek	71
14	Hibamód, -Hatás és Kritikusság Elemzés	74
14.1	Az FMECA jellemzői.....	76
14.2	Az FMECA lépései	76
14.3	Az elemezni kívánt rendszer meghatározása.....	77
14.4	Alapszabályok és feltételezések	79
14.5	Blokkdiagramok.....	80
14.6	Szignifikáns tételek	81
14.7	A hibamódok azonosítása	86
14.8	Hibahatás elemzés.....	87
14.9	A hiba detektálása	87
14.10	Kompenzációs rendelkezések.....	88
14.11	Súlyossági besorolás	88
14.12	A kritikusság elemzése.....	91
14.13	Kvantitatív kritikusság elemzés	94
14.14	A redundancia hatása (kvantitatív elemzés).....	97
14.15	Kvalitatív kritikusság elemzés	99
14.16	A redundancia hatása (kvalitatív elemzés).....	103
14.17	Kritikussági Mátrix	105
15	Eseményfa-elemzés.....	108
15.1	Az ETA kialakulásának története	108
15.2	Az Esemény Fa Analízis lényege	109
15.3	Eseményfa Analízis lépésről lépésre.....	111
15.4	Eseményfák interpretációja és alkalmazása	113
15.5	A WASH-1400 Reaktorbiztonsági jelentés	114
15.6	Atomerőművi tranziensek és balesetek.....	119

15.7	Az Atomerőművek felépítése.....	122
15.8	A hűtőközeg vesztéssel járó balesetek (LOCA)	131
15.9	Az Eseményfa és a közös meghibásodási módok (az események függősége).....	139
15.10	Indító Események (IE – Initiating Events).....	146
16	FTA – Fault Tree Analysis	150
16.1	Rövid történelmi áttekintés az FTA kialakulásáról	150
16.2	Kudarcc (hiba) vagy siker modellek	152
16.3	A nemkívánatos esemény fogalma	153
16.4	Hibafák szimbolikája	154
16.5	A hibafa logikai kapuinak használata	156
16.6	A hibafa építés alapjai	163
16.7	A hibafa építés alapvető szabályai	166
16.8	A hibafák Kvantitatív és kvalitatív elemzése	168
16.9	Algebrai műveletek valószínűségekkel	170
16.10	Az FTA kombinatorikai megközelítése.....	173
16.11	Halmazelmélet és az eseményalgebra	176
16.12	Szimbolizmusok	183
16.13	Eseményalgebra	183
16.14	A Boole algebra szabályai.....	187
16.15	A hibafa minimális vágáskészletei.....	198
16.16	Minimális útvonalkészletek és kettős hibafák	201
16.17	Hibafa kiértékelési technikák.....	202
16.18	FTA számítógépes szoftverek	205
17	Megbízhatósági Blokkdiagram	208
17.1	Az MBD (RBD) építés szempontjai	210
17.2	Az RBD (MBD) kiértékelése	210
17.3	Az RBD valószínűségi értékelése	211
17.4	Az MBD és az FTA kapcsolata	212
17.5	Boole igazságtábla modellezési módszer	213
18	RCA - gyökérok elemzés.....	218
18.1	A gyökérok analízis lépései	218
18.2	Gyökérok analízist segítő módszerek	221
18.3	Gyakori hibák a gyökérok analízis során.....	224
18.4	A gyökérok analízis előnyei	224

19	3P módszer	225
20	CEDAC módszer	226
21	Apollo Root Cause Analysis	227
22	Változásanalízis	228
23	5M és 8M módszer	229
23.1	5M módszer	229
23.2	A 8M módszer	230
23.3	Az 5M és a 8M módszerek alkalmazása	230
24	Ishikawa ok-okozati, v. Halszálka Diagram	232
24.1	Az Ishikawa-diagram felépítése lépésről lépésre	233
24.2	Az Ishikawa-diagram előnyei és korlátai	234
24.3	Az Ishikawa-diagram alkalmazási területei	236
25	5Why módszer	238
25.1	A módszer eredete és filozófiai háttere	238
25.2	Az 5Why módszer lépései	239
25.3	Az 5Why módszer alkalmazása és hatékonysága	239
25.4	Az 5Why módszer korlátai és kritikája	240
25.5	Az 5Why módszer jövője	241
26	5W1H módszer	243
26.1	A Kipling-módszer	243
26.2	Az 5W1H módszer elemei	243
27	Why–because analysis	245
27.1	Formális tesztek	246
27.2	Repülőgép balesetek kivizsgálása	248
28	Balesetelemzés (Accident Analysis)	251
28.1	A balesetelemzés lépései	251
28.2	Az alkalmazott vizsgálati módszerek	252
28.3	Alkalmazott vizsgálati modellek	254
29	A Lean	255
30	A PDCA ciklus	260
31	Az 5S módszer	262
32	A Kanban	264
33	A Value Stream Mapping	266
34	A Kaizen	269
35	A Poka-yoke	272

36	A Standard Munka	275
37	A Jidoka	278
38	A Heijunka.....	280
39	A Six Sigma módszer	283
40	A Lean és a Six Sigma	285
41	Az RCM és a Lean Six Sigma kapcsolata.....	289
42	Fogalomtár	292
43	Rövidítések jegyzéke	323
44	Irodalomjegyzék.....	329