

KFKI-1987-59/6

MIKÓ S,  
KÁLYA Z,  
HAMVAS I.

MÓDSZER A HŐMÉRŐVEL NEM RENDELKEZŐ KAZETTÁK  
FELMELEGEDÉSÉNEK MEGHATÁROZÁSÁHOZ  
VVER-440 TÍPUSÚ REAKTOROK ESETÉN

*Hungarian Academy of Sciences*

**CENTRAL  
RESEARCH  
INSTITUTE FOR  
PHYSICS**

**BUDAPEST**

MÓDSZER A HŐMÉRŐVEL NEM RENDELKEZŐ KAZETTÁK  
FELMELEGEDÉSÉNEK MEGHATÁROZÁSÁHOZ  
VVER-440 TÍPUSÚ REAKTOROK ESETÉN

MIKÓ S., KÁLYA Z., HAMVAS I.

Paksi Atomerőmű Vállalat  
7031 Paks, Pf. 71.

Mikó S., Kálya Z., Hamvas I.: Módszer a hőmérővel nem rendelkező kazetták felmelegedésének meghatározásához VVER-440 típusu reaktorok esetén.  
KFKI-1987-59/G

#### KIVONAT

A közlemény áttekintést ad egy olyan módszerről, melynek segítségével a VVER-440 típusu reaktorban a hőmérővel nem ellátott kazetták kilépő hőmérséklete jól becsülhető. Az eljárás a mért kazettákra támaszkodó interpoláción alapul. A módszer ismertetése mellett a cikk számszerűen összehasonlítja ezen algoritmus és a blokkszámítógépen üzemszerűen működő hőmérsékleti kiterjesztés eredményeinek hibáját.

Ш.Мико, З.Кая, И.Хамваш: Метод для определения температуры кассет без термометра, в случае реакторов типа ВВЭР-440. КFKI-1987-59/G

#### АННОТАЦИЯ

В настоящей статье дается обзор метода, позволяющего хорошо оценивать выходные температуры в кассетах без термометров, в реакторе типа ВВЭР-440. Метод основан на интерполяции, опирающейся на измеренные кассеты. Помимо описания метода, в статье численно сопоставляются погрешности результатов этого алгоритма и алгоритма расчета температур, используемого в информационной ЭВМ блока.

*unsupplied*  
*by computer*  
*WVE 440*

S. Mikó, Z. Kálya, I. Hamvas: Method for determining outlet temperature of fuel assemblies in the VVER-440 core, which are not furnished with direct temperature measurement. KFKI-1987-59/G

ABSTRACT *unsupplied by computer*

The paper outlines a method for the ~~good~~ evaluation of the outlet temperatures of fuel assemblies in the VVER-440 core, which are not furnished with direct temperature measurement. The process is based on interpolation among directly measured assembly temperatures. Beside describing the method the paper gives a quantitative comparison of the errors of described algorithm to that of the standard plant-computer interpolation routine. *also presented*

## 1. BEVEZETÉS

A Paksi Atomerőmű VVER-440 típusu reaktorainak aktiv zónáját ellenőrző VERONA adatgyűjtő-feldolgozó rendszer a szokásos szolgáltatásokon túlmenően az alábbi fő feladatokat látja el: gyorsan elérhetővé teszi a legfontosabb információkat, más számítógép közbeiktatása nélkül elvégez fontos kalibrációkat, viszonylag számolásigényes extrapolációkat és interpolációkat hajt végre. Az utóbbi két funkció (extra- ill. interpoláció) azt jelenti, hogy a rendszer - felhasználva a mérési eredményeket - megfelelő fizikai alapon álló összefüggések segítségével becslést (kiterjesztést) végez az aktiv zóna olyan térrészeinek fizikai állapotára vonatkozóan, ahol nincs mérés. Ezek a becslések a reaktorfizikában nélkülözhetetlenek. Elég csak arra gondolni, hogy a reaktorra vonatkozó biztonsági elemzések végeredményei is a megfelelő fizikai törvények felhasználásával készült becslések. Arra nincs mód ugyanis, hogy a zóna minden elemi térfogatában mérőérzékelőket helyezünk el, és pl. a legmelegebb pontot méréssel válasszuk ki.

Egyik legfontosabb interpolációs feladat: mért kazetta-kilépő hőmérsékletekből következtetni olyan kazetták kilépő hőmérsékleteire, melyeknél nincs mérés. Az alábbiakban egy, a KFKI által alkalmazott, *alapvetően mérésekre támaszkodó kiterjesztési algoritmus továbbfejlesztéséről* lesz szó. Előbb azonban áttekintünk néhány lehetséges kiterjesztési eljárást.

## 2. ELŐZMÉNYEK, A KORÁBBI MÓDSZEREK HIÁNYOSSÁGA

Abból eredően, hogy a reaktor-ellenőrző rendszer on-line módon működik, a kiterjesztési algoritmus nem lehet bonyolult. Ily módon egyelőre nem képzelhető el, egy BIPR típusú diffúziós kód időről-időre történő lefuttatása.

Az alábbi két lehetőség marad:

- a) Jellegzetes reaktorállapotok számítása off-line módon, majd a végeredmények (pl. K<sub>g</sub>-eloszlások) tárolása. Ezeket a tárolt adatokat azután az ellenőrző rendszer minden számítási ciklusban összenormálja a mérésekkel. A VERONA rendszerben opcionálisan van ilyen kiterjesztés [1].
- b) A másik lehetőség az, amikor a kiterjesztés csak méréseken alapul. Ekkor erősen ki kell használni a zónában meglevő szimmetriákat, illetve torzult esetekben, a szimmetriától való eltérést alkalmasan definiált, mérésekből származó egyenlőtlenégi tényezőkké kell figyelembe venni. Ezen a módszeren alapszik a VERONA-ban jelenleg üzemszerűen működő DESZKA algoritmus.

Az "a" módszer előnye, hogy figyelembe veszi a kazetták közötti fizikai kapcsolatot. Nehézséget okoz viszont, az aktuális reaktorállapotnak megfelelő, számított referenciaeloszlás kiválasztása. További bizonytalanságot jelent a jelenleg rendelkezésre álló diffúziós kód pontatlansága.

A "b" módszer kiküszöböli a referencia-eloszlás kiválasztásának nehézségeit és a számítás pontatlanságából eredő hibákat, ugyanakkor - jelenlegi formájában - nem veszi figyelembe a kazetták közötti fizikai csatolást. A kazettahőmérsékletet egy statisztikai halmaznak tekinti, melyre - a legkisebb négyzetek elvét felhasználva - függvényt illeszt [2].

Az illesztés minimumfeltétele:

$$\sum_k \sum_i (\Delta T_{i,k} - M_i P_k)^2 = \min_{M_i, P_k} \quad (1)$$

ahol  $P_k$  az 59 elemből álló  $60^\circ$ -os szektor  $k$ -dik elemére vonatkozó "átlagérték".  $P_k$  értéke minden szimmetrikus pozícióban levő kazettára egyforma.

$M_i$  az ún. "szektoregyenlőtlenégi tényező" az  $i$ -dik  $60^\circ$ -os szektorban.  $M_i$  értéke egy adott szektorban minden kazettára egyforma.  $\Delta T_{i,k}$  az  $i$ -dik szektor  $k$ -dik kazettájában mért felmelegedés. A deriválások elvégzése után  $59+6$  db egyenletet kapunk, melyből a 6 db  $M_i$  ill. az 59 db  $P_k$  érték meghatározható.

A nem mért kazettákra vonatkozó becslést a megfelelő  $M_i$  szektoregyenlőtlenégi tényező és  $P_k$  átlagérték szorzataként nyerjük. Kiterjesztett érték adódik persze a mért kazettákra is.

Szimmetrikus esetben a fenti közelítés elég jó eredményt ad. Aszimmetrikus esetben (rudleesés, hurokegyenlőtlenesség) azonban jelentős eltéréssel követi a folyamatot. Ennek az az oka, hogy ilyenkor több kazetta hőmérséklet-emelkedése kollektíven csökken (vagy növekszik), az eloszlásnak megszűnik a véletlenszerű jellege. Az algoritmus ekkor azzal "védekezik", hogy a kollektíven lecsökkent hőmérsékletű kazetták mindegyikére felülbecslést ad, a többi kazettára pedig alulbecslést. A becslések ilyenkor megnövekedett hibával terhelték.

A "statisztikusság" elvesztése mellett a hibákhoz az is hozzájárul, hogy a torzító hatás az adott szektor nem minden elemére hat egyformán, az algoritmus mégis ugyanolyan szorzófaktort rendel a szektor minden egyes eleméhez. Ez olyan következménnyel is jár, hogy torzult esetben a szektorhatárokon ugrás tapasztalható.

Abban az esetben, amikor a torzulás két szomszédos szektorra is kiterjed (rudleesés a szektorhatáron) a megfelelő szektoregyenlőtlenégi tényezők a kelletténél kisebbek, hiszen a perturbáció megoszlik a szomszédos szektorok között.

Ezeket a hibákat igyekszik kiszűrni a módosított algoritmus.

### 3. A MÓDOSÍTOTT ALGORITMUS

Annak érdekében, hogy a "felbontás" növekedjen, az algoritmus eltérő szorzófaktort rendel a  $60^\circ$ -os szektor elemeihez. Ez úgy érhető el, hogy minden kazetta körül kijelölünk egy ún. mikroszektorot. A mikroszektor tartalmazza az adott kazettát, illetve a közvetlen szomszédait, szerencsés esetben összesen 7 kazettát. A mikroszektorok között így nyilvánvalóan átfedés van. A kiterjesztési algoritmus persze a mikroszektoroknak csak a mért kazettáira támaszkodik.

A  $60^\circ$ -os szimmetria megmarad olyan értelemben, hogy egy számítási ciklusban összesen 6 szimmetrikus helyzetben levő kazettára történik kiterjesztés, a körülöttük levő mikroszektorok segítségével. (A mikroszektorokban levő többi kazetta is szimmetrikus.) Ennek megfelelően összesen 59 számítási ciklust kellene végrehajtani. Valójában azonban ennél kevesebbet, mert a szabályozó kazettákra mérés hiányában ez az algoritmus sem tud becslést adni. A  $\Delta T$  - meghatározás itt a számítások és mérések összenormálásán alapul. (Hagyományos kétreferenses kiterjesztés.)

A zóna fenti módon történő "feldarabolása" után egy számítási ciklus során a 6 szimmetrikus helyzetű mikroszektorra alkalmazható akár a 2. pontban foglalt minimumfeltétel is. A mikroszektor középső kazettájára az "átlagérték" és a mikroszektor-egyenlőtlenségi tényező szorzata adja a kiterjesztést. Az illeszkedés már ekkor is javul, bár továbbra sem teljesül, hogy az illesztett értékek a mért értékek körül véletlenszerűen szóródnak.

Ennek biztosítása érdekében megváltoztattuk a minimumfeltételt is, az alábbi módon:

$$\sum_k \sum_i (M_i - \frac{\Delta T_{i,k}}{P_k})^2 = \min_{M_i, P_k} \quad (2)$$

A deriválás után az alábbi egyenleteket kapjuk:

$$M_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{\Delta T_{i,k}}{P_k} \quad (i=1 \dots 6),$$

$$P_k = \frac{\sum_{i=1}^6 \Delta T_{i,k}^2}{\sum_{i=1}^6 M_i \Delta T_{i,k}} \quad (k=1 \dots 7),$$

ahol  $n$  az  $i$ -dik mikroszektorban található mért pozíciók száma. A 7-es szám az egy mikroszektorban található összes kazetták számát jelenti.

A megoldás egyszerűsége érdekében tekintsük  $M_i$ -t és  $P_k$ -t függetlennek. A módszer jóságának jellemzésére az empirikus szórást használjuk.

A minimumfeltétel fizikai tartalma a következő:

A valós  $\Delta T$  eloszlást úgy tekintjük, mint egy ideális szimmetrikus eloszlás torzított változatát. Ezt a szimmetrikus eloszlást a  $P_k$ -k reprezentálják. A szimetriától való eltérést az  $M_i$ -k veszik figyelembe, melyet fizikailag - a minimumfeltételtől függetlenül is - a fenti módon célszerű meghatározni, mivel a szomszédos kazetták erős neutronfizikai csatolásban vannak (migrációs hossz: ~8 cm). Ebből következik, hogy az illesztésben a független paraméterek száma 52 (a  $P_k$ -k száma a szabályzó kazetták kihagyásával).

*Feltételezzük, hogy egy esetleges perturbáció hatását minden mikroszektorban az ott levő kazetták egyformán érzik.*

A  $\frac{\Delta T_{i,k}}{P_k}$  hányados azt fejezi ki, hogy a  $\Delta T_{i,k}$  felmelegedés hányad része a szimmetrikus átlagnak, azaz minden ilyen hányados voltaképpen az  $M_i$  mikro-szektoeregyenlőtlenségi tényezőre ad egy becslést. Ennek megfelelően a  $\frac{\Delta T_{i,k}}{P_k}$  értékek véletlenszerűen ingadoznak a megfelelő  $M_i$  várható érték körül.

A (2) minimumfeltételben azt követeljük meg, hogy a statisztikusan viselkedő  $\frac{\Delta T_{i,k}}{P_k}$  hányadosok négyzetes értelemben a lehető legjobban közelítsék meg az  $M_i$  várható értékeket (legkisebb négyzetek elve).

A (2) minimumfeltételnek (1)-gyel szemben tehát fizikai tartalma is van. Az (1) minimumfeltétel ugyanis szigorúan véve csak azt jelenti, hogy a  $\Delta T$ -eloszlást egy szorzatfüggvénnyel közelítjük, miközben feltételezzük azt is, hogy az eloszlás mindig statisztikus. (Az utóbbi feltétel már kis perturbációknál sem teljesül.)

A (2) kifejezés alkalmazása azért jogos perturbált esetben is, mert a  $\frac{\Delta T_{i,k}}{P_k}$  hányadosok képzésével a nem statisztikus  $\Delta T$ -eloszlást transzformáljuk egy statisztikusan viselkedő, dimenziótlan mennyiségeket tartalmazó eloszlásra. Ez esetben már elvárható, hogy a legkisebb négyzetek elvét felhasználó illesztés a lehető legjobb eredményt adja.

A vázolt kiterjesztési algoritmus tehát egyesíti magában a 2. pontban leírt "a" és "b" eljárások előnyeit: csak mérésekre támaszkodik, ugyanakkor azzal, hogy mikroszektorokat használ, figyelembe veszi a kazetták neutronfizikai csatolását is.

#### 4. AZ ÚJ ÉS A RÉGI KITERJESZTÉSI MÓDSZER EREDMÉNYEINEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Perturbált eloszlás esetén várható leginkább, hogy az új módszer jobb eredményt ad, mint a régi, ezért először ilyen eloszláson hasonlítottuk össze az algoritmusokat. A 3. blokk energetikai indítása idején sor került az ún. rudbeszorulósos kísérletre, melynek során a leeresztett 21-40 koordinátájú szabályozó rud erősen torzított állapotot hozott létre. Ehhez az állapothoz tartozó  $\Delta T$ -eloszlást használtuk fel.

Az 1. ábrán látható a régi, a 2. ábrán az új algoritmussal történő illesztés statisztikai kiértékelése. Az ábrákon, felül az egész zónára vonatkoztatott átlagos négyzetes eltérés található, alatta a  $60^{\circ}$ -os szektorokra vonatkozóan ugyanez.

Az új algoritmusnál a teljes eltérés közelítőleg ötöd része a régiének, és a szektoroknál is ugyanez a helyzet.

A továbbiakban leolvasható még az ábrákról a felülbecslések és alulbecslések száma, illetve ezek összege. A régi algoritmusnál különösen szektoronként mutatkozik nagy aszimmetria e tekintetben. Az 5. szektorban csak felülbecslés fordul elő, de a többi szektor sem kiegyenlített, különösen az összegek tekintetében. Az új algoritmusnál teljes szimmetria tapasztalható.

A maximális eltérések a régi algoritmus alkalmazása esetén meglehetősen nagyok. (A maximális eltérések értékei előtt a megfelelő kazettapozíciók olvashatók - szektorszám, sorszám.)

Az ábrák alsó részén az eltérések eloszlását jellemző hisztogram látható,  $0,3^{\circ}\text{C}$ -os lépésközzel. Középen a nulla körüli eltérések, szélen a nagyobbak. Az új kiterjesztésnél az eltérések a nulla körül csoportosulnak, míg a réginél előfordul  $10^{\circ}\text{C}$ -nál nagyobb eltérés is. A hisztogramok alakjainak összevetése is meggyőzően mutatja az új kiterjesztés pontosabb voltát.

Meglepő módon a teljesen szimmetrikus, perturbáció nélküli eloszlás esetén is adódnak különbségek az új kiterjesztés javára. Erről tanuskodik a 3. és 4. ábra.

A hisztogramok itt  $0,2^{\circ}\text{C}$ -os felbontással készültek.

## 5. KÖVETKEZTETÉS

A módosított algoritmus alkalmazásával javítható a blokkellenőrzés színvonala, és néhány, a kampánykövetéshez szükséges paraméter értéke is pontosabbá válik. A változások az alábbiakban foglalhatók össze:

- a) Az operátor több információval rendelkezik majd a zónabeli hőmérsékleteloszlásról.
- b) Pontosabbá válik a kiégésszámítás és az effektív idő meghatározás.
- c) Csökken a résforgalom (by-pass) meghatározás hibája. A résforgalom megbízható becsléséhez elengedhetetlen ugyanis a zóna fölötti hőmérsékleteloszlás helyes rekonstrukciója.
- d) A zónában meglévő kis aszimmetriák is könnyen felfedezhetővé válnak. Az egyes kazettákhoz rendelt  $M_1$  mikroszektor-egyenlőtlenségi tényezők zónabeli eloszlását ábrázolva, információhoz juthatunk az aszimmetriák helyére és mértékére vonatkozóan. A  $\Delta T$ -eloszlásból ez nem adódik közvetlenül, mert a hatásokat elfedik a kazetták eltérő teljesítményéből származó különbségek (radiális egyenlőtlenség). Az  $M_1$ -kben ez nincs benne.



Az 5. ábrán egy szimmetrikus állapotról tanuskodó eloszlás látható, a 6. ábra pedig egy aszimmetrikus állapotot mutat. Az eloszlás színekkel is megjeleníthető.

- e) Javul a DPZ detektorok alapján számolt teljesítmény pontossága. (A AT-ből származó és a DPZ-teljesítmények összenormálása miatt.)
- f) A kiterjesztés pontosságának figyelembevételével a nem mért kazettákra is meghatározhatók a figyelmeztetési és biztonsági határértékek.

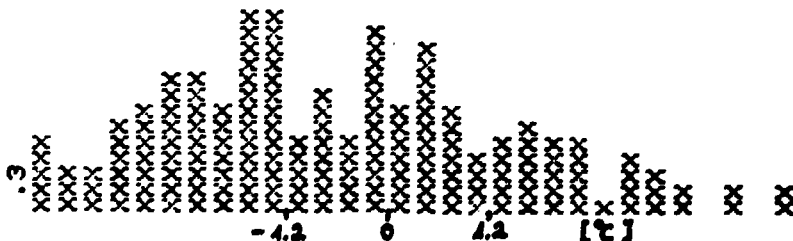
Számítástechnikai szempontból elhanyagolható mértékű bonyodalmat okoz az, hogy nyilván kell tartani a mikroszektorok koordinátáit. A gépidő várhatóan növekszik, a korábbi algoritmushoz viszonyítva, de csak akkor, ha az iterációból való kilépésre szigorú feltételt írunk elő. Gyakorlatilag már 1-2 iteráció a kívánt pontossághoz vezet.

#### IRODALOM

- [1] F. Adorján et al.: Experiences with the VERONA Core monitoring System recently installed at Paks Nuclear Power Plant. KFKI-1985-96 report, 1985.
- [2] A "DESZKA" modell, avagy új eljárás a kazettánkénti hőmérséklet-emelkedés eloszlás rekonstrukciójára. Algoritmus leírás: KFKI, 1986.

**ÖSSZES NEGYZ. ELT. : 3.80913756 °C**  
 1 -DIK SZEKT. NEGYZ. ELT. : 2.4518913 °C  
 2 -DIK SZEKT. NEGYZ. ELT. : 2.96894149  
 3 -DIK SZEKT. NEGYZ. ELT. : 2.33776378  
 4 -DIK SZEKT. NEGYZ. ELT. : 2.98596633  
 5 -DIK SZEKT. NEGYZ. ELT. : 7.17381131  
 6 -DIK SZEKT. NEGYZ. ELT. : 2.18563696  
 A FELÜLBECSL. SZ. AZ EGÉSZ ZONARA: 86  
 AZ ALÜLBECSL. SZ. AZ EGÉSZ ZONARA: 123  
 A FELÜLBECSL. ÖSSZEGE: 304.003983  
 AZ ALÜLBECSL. ÖSSZEGE: -282.84121  
 A FELÜLBECSL. SZÁMA ( 1 ) : 4  
 AZ ALÜLBECSL. SZÁMA: 31  
 A FELÜLBECSL. ÖSSZEGE: 1.44976512  
 AZ ALÜLBECSL. ÖSSZEGE: -68.9310606  
 A FELÜLBECSL. SZÁMA ( 2 ) : 2  
 AZ ALÜLBECSL. SZÁMA: 34  
 A FELÜLBECSL. ÖSSZEGE: 2.21072811  
 AZ ALÜLBECSL. ÖSSZEGE: -91.060329  
 A FELÜLBECSL. SZÁMA ( 3 ) : 7  
 AZ ALÜLBECSL. SZÁMA: 28  
 A FELÜLBECSL. ÖSSZEGE: 2.49163248  
 AZ ALÜLBECSL. ÖSSZEGE: -58.999703  
 A FELÜLBECSL. SZÁMA ( 4 ) : 26  
 AZ ALÜLBECSL. SZÁMA: 8  
 A FELÜLBECSL. ÖSSZEGE: 59.7559871  
 AZ ALÜLBECSL. ÖSSZEGE: -16.3689245  
 A FELÜLBECSL. SZÁMA ( 5 ) : 36  
 AZ ALÜLBECSL. SZÁMA: 0  
 A FELÜLBECSL. ÖSSZEGE: 224.297811  
 AZ ALÜLBECSL. ÖSSZEGE: 0  
 A FELÜLBECSL. SZÁMA ( 6 ) : 11  
 AZ ALÜLBECSL. SZÁMA: 22  
 A FELÜLBECSL. ÖSSZEGE: 13.8780586  
 AZ ALÜLBECSL. ÖSSZEGE: -47.481193

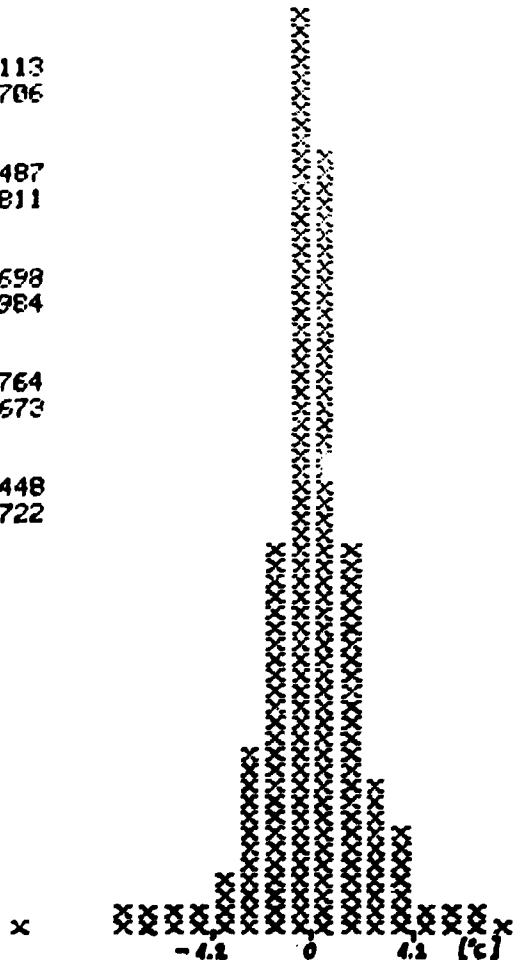
**MAXIMALIS ELTÉRÉSEK**  
 ( 5 , 40 ) 15.3890282 °C  
 ( 5 , 39 ) 13.3060959  
 ( 5 , 25 ) 12.2825112  
 ( 5 , 26 ) 11.8903419  
 ( 5 , 46 ) 10.5062023



1. ábra

A régi kiterjesztés eredményeinek  
 statisztikai vizsgálatára aszimmetrikus zónadilatort esetére

ÖSSZES HEGYZ. ELT. : 778902939 °C  
 1 -DIK SZEKT. HEGYZ. ELT. : 597214761 °C  
 2 -DIK SZEKT. HEGYZ. ELT. : 1.11760915  
 3 -DIK SZEKT. HEGYZ. ELT. : .36396075  
 4 -DIK SZEKT. HEGYZ. ELT. : .902589622  
 5 -DIK SZEKT. HEGYZ. ELT. : .834568964  
 6 -DIK SZEKT. HEGYZ. ELT. : .588172912  
 A FELÜLBECSL. SZ. AZ EGÉSZ ZONARA: 102  
 AZ ALÜLBECSL. SZ. AZ EGÉSZ ZONARA: 107  
 A FELÜLBECSL. ÖSSZEGE: 49.633159  
 AZ ALÜLBECSL. ÖSSZEGE: -48.5140402  
 A FELÜLBECSL. SZÁMA ( 1 ) : 16  
 AZ ALÜLBECSL. SZÁMA: 19  
 A FELÜLBECSL. ÖSSZEGE: 6.10622503  
 AZ ALÜLBECSL. ÖSSZEGE: -7.21011909  
 A FELÜLBECSL. SZÁMA ( 2 ) : 16  
 AZ ALÜLBECSL. SZÁMA: 20  
 A FELÜLBECSL. ÖSSZEGE: 9.02803113  
 AZ ALÜLBECSL. ÖSSZEGE: -10.0585706  
 A FELÜLBECSL. SZÁMA ( 3 ) : 21  
 AZ ALÜLBECSL. SZÁMA: 14  
 A FELÜLBECSL. ÖSSZEGE: 6.25746487  
 AZ ALÜLBECSL. ÖSSZEGE: -4.75153811  
 A FELÜLBECSL. SZÁMA ( 4 ) : 19  
 AZ ALÜLBECSL. SZÁMA: 15  
 A FELÜLBECSL. ÖSSZEGE: 9.15672698  
 AZ ALÜLBECSL. ÖSSZEGE: -10.4185984  
 A FELÜLBECSL. SZÁMA ( 5 ) : 14  
 AZ ALÜLBECSL. SZÁMA: 22  
 A FELÜLBECSL. ÖSSZEGE: 11.8325764  
 AZ ALÜLBECSL. ÖSSZEGE: -9.67899673  
 A FELÜLBECSL. SZÁMA ( 6 ) : 16  
 AZ ALÜLBECSL. SZÁMA: 17  
 A FELÜLBECSL. ÖSSZEGE: 7.45213448  
 AZ ALÜLBECSL. ÖSSZEGE: -6.39621722  
 MAXIMÁLIS ELTÉRÉSEK  
 ( 2 , 24 ) 5.52662939 °C  
 ( 4 , 52 ) -3.4866316  
 ( 4 , 24 ) -2.38116229  
 ( 1 , 52 ) 2.3328091  
 ( 2 , 15 ) -2.18966821

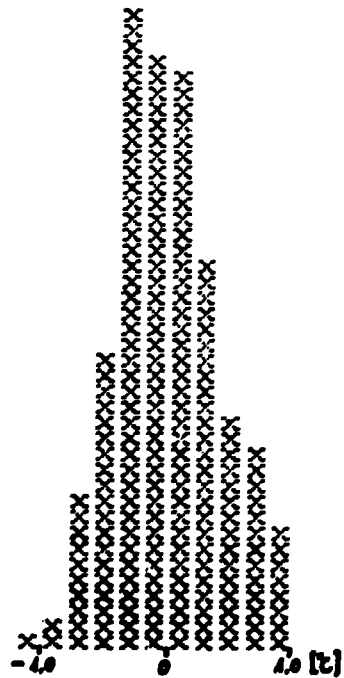


2. ábra

Az új kiterjesztés eredményeinek statisztikai vizsgálata  
 aszimmetrikus sánadállapot esetére

OSSZES NEGYZ. ELT. : .42419825 °C  
 1 -DIK SZEKT. NEGYZ. ELT. : .348460085 °C  
 2 -DIK SZEKT. NEGYZ. ELT. : .420023176  
 3 -DIK SZEKT. NEGYZ. ELT. : .588639003  
 4 -DIK SZEKT. NEGYZ. ELT. : .368209229  
 5 -DIK SZEKT. NEGYZ. ELT. : .516338883  
 6 -DIK SZEKT. NEGYZ. ELT. : .477160139  
 A FELULBECSL. SZ. AZ EGESZ ZONARA: 98  
 AZ ALULBECSL. SZ. AZ EGESZ ZONARA: 111  
 A FELULBECSL. OSSZEGE: 35.5189192  
 AZ ALULBECSL. OSSZEGE: -35.4813076  
 A FELULBECSL. SZAMA ( 1 ) : 18  
 AZ ALULBECSLESEK SZAMA: 17  
 A FELULBECSLESEK OSSZEGE: 4.79618758  
 AZ ALULBECSLESEK OSSZEGE: -5.00513855  
 A FELULBECSL. SZAMA ( 2 ) : 11  
 AZ ALULBECSLESEK SZAMA: 25  
 A FELULBECSLESEK OSSZEGE: 2.3883  
 AZ ALULBECSLESEK OSSZEGE: -10.3063685  
 A FELULBECSL. SZAMA ( 3 ) : 11  
 AZ ALULBECSLESEK SZAMA: 24  
 A FELULBECSLESEK OSSZEGE: 2.79513011  
 AZ ALULBECSLESEK OSSZEGE: -7.83439193  
 A FELULBECSL. SZAMA ( 4 ) : 5  
 AZ ALULBECSLESEK SZAMA: 29  
 A FELULBECSLESEK OSSZEGE: .704663821  
 AZ ALULBECSLESEK OSSZEGE: -8.87810157  
 A FELULBECSL. SZAMA ( 5 ) : 26  
 AZ ALULBECSLESEK SZAMA: 10  
 A FELULBECSLESEK OSSZEGE: 13.2078604  
 AZ ALULBECSLESEK OSSZEGE: -1.96578454  
 A FELULBECSL. SZAMA ( 6 ) : 27  
 AZ ALULBECSLESEK SZAMA: 6  
 A FELULBECSLESEK OSSZEGE: 11.6267773  
 AZ ALULBECSLESEK OSSZEGE: -1.4915224

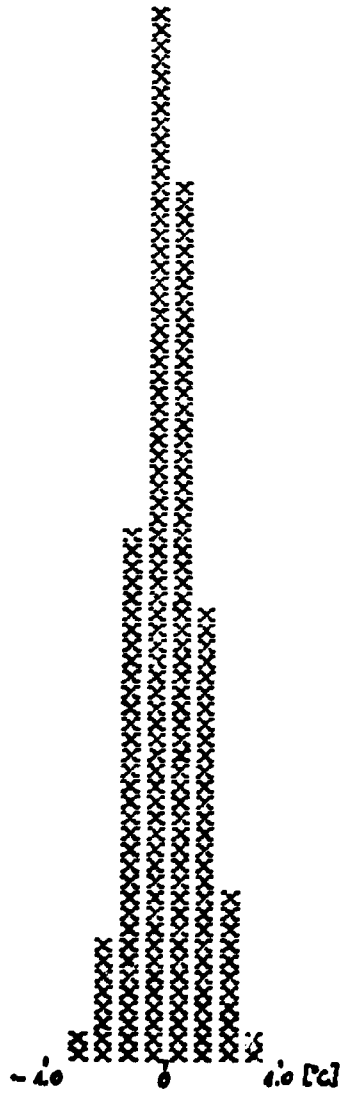
MAXIMALIS ELTERESEK  
 ( 4 , 37 ) -1.1368163 °C  
 ( 5 , 44 ) .989951201  
 ( 5 , 45 ) .987618491  
 ( 6 , 35 ) .971110006  
 ( 5 , 57 ) .930400491



3. dbra

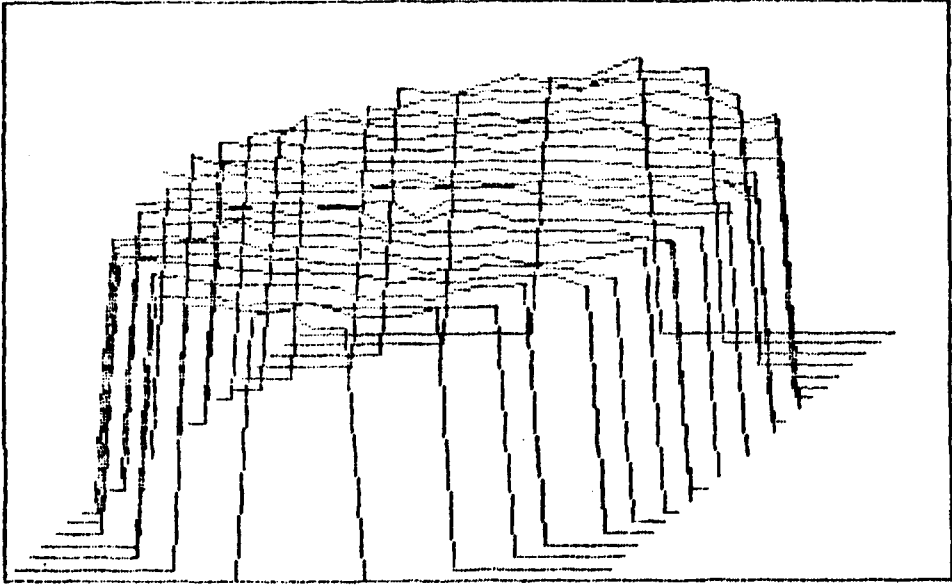
A régi kiterjesztés eredményeinek statisztikai vizsgálata szimmetrikus sönadllapot esetére

OSSZES NEGYZ. ELT. : .242250786 °C  
 1 -DIK SZEKT. NEGYZ. ELT. : .246622843 °C  
 2 -DIK SZEKT. NEGYZ. ELT. : .223591939  
 3 -DIK SZEKT. NEGYZ. ELT. : .270637131  
 4 -DIK SZEKT. NEGYZ. ELT. : .24148588  
 5 -DIK SZEKT. NEGYZ. ELT. : .255420889  
 6 -DIK SZEKT. NEGYZ. ELT. : .209021919  
 A FELULBECSL. SZ. AZ EGESZ ZONARA: 100  
 AZ ALULBECSL. SZ. AZ EGESZ ZONARA: 109  
 A FELULBECSL. OSSZEGE: 19.9471856  
 AZ ALULBECSL. OSSZEGE: -19.5301946  
 A FELULBECSL. SZAMA ( 1 ) : 18  
 AZ ALULBECSLESEK SZAMA: 17  
 A FELULBECSLESEK OSSZEGE: 3.2348598  
 AZ ALULBECSLESEK OSSZEGE: -3.56992964  
 A FELULBECSL. SZAMA ( 2 ) : 16  
 AZ ALULBECSLESEK SZAMA: 20  
 A FELULBECSLESEK OSSZEGE: 3.21032921  
 AZ ALULBECSLESEK OSSZEGE: -3.24804044  
 A FELULBECSL. SZAMA ( 3 ) : 17  
 AZ ALULBECSLESEK SZAMA: 16  
 A FELULBECSLESEK OSSZEGE: 3.69825839  
 AZ ALULBECSLESEK OSSZEGE: -3.71345514  
 A FELULBECSL. SZAMA ( 4 ) : 17  
 AZ ALULBECSLESEK SZAMA: 17  
 A FELULBECSLESEK OSSZEGE: 3.23525423  
 AZ ALULBECSLESEK OSSZEGE: -3.14750779  
 A FELULBECSL. SZAMA ( 5 ) : 19  
 AZ ALULBECSLESEK SZAMA: 17  
 A FELULBECSLESEK OSSZEGE: 4.03099486  
 AZ ALULBECSLESEK OSSZEGE: -3.14506512  
 A FELULBECSL. SZAMA ( 6 ) : 13  
 AZ ALULBECSLESEK SZAMA: 20  
 A FELULBECSLESEK OSSZEGE: 2.53748907  
 AZ ALULBECSLESEK OSSZEGE: -2.70619643  
 MAXIMALIS ELTERESEK  
 ( 3 , 47 ) .722985499 °C  
 ( 2 , 46 ) .656940714  
 ( 4 , 37 ) -.638945296  
 ( 5 , 46 ) -.610170491  
 ( 1 , 18 ) -.576981299



4. abra

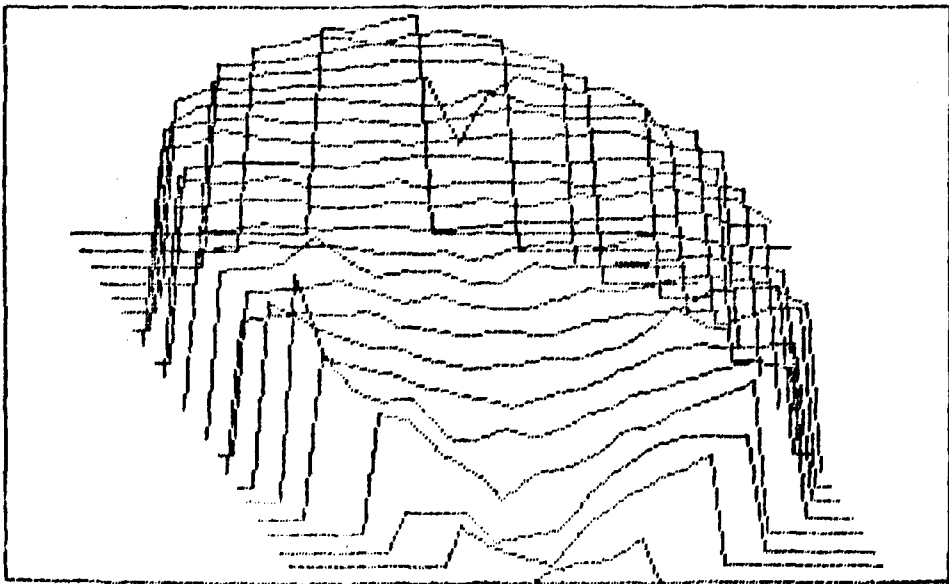
Az uj kiterjesztés eredményeinek statisztikai vizsgálata  
 szimmetrikus zónadllapot esetére



MINIMUM = .3  
MAXIMUM = 1.2

5. ábra

*A mikroszektor-egyenlőtlenségi tényezők eloszlása  
szimmetrikus zónállapot esetén*



MINIMUM = .3  
MAXIMUM = 1.2

6. ábra

*A mikroszektor-egyenlőtlenségi tényezők eloszlása  
aszimmetrikus zónállapot esetén*

The issues of the KFKI preprint/report series are classified as follows:

- |   |  |
|---|--|
| A. Particle and Nuclear Physics                           | H. Laboratory, Biomedical and Nuclear Reactor Electronics                |
| B. General Relativity and Gravitation                     | I. Mechanical, Precision Mechanical and Nuclear Engineering              |
| C. Cosmic Rays and Space Research                         | J. Analytical and Physical Chemistry                                     |
| D. Fusion and Plasma Physics                              | K. Health Physics  |
| E. Solid State Physics                                    | L. Vibration Analysis, CAD, CAM  |
| F. Semiconductor and Bubble Memory Physics and Technology | M. Hardware and Software Development, Computer Applications, Programming |
| G. Nuclear Reactor Physics and Technology                 | N. Computer Design, CAMAC, Computer Controlled Measurements              |

The complete series or issues discussing one or more of the subjects can be ordered; institutions are kindly requested to contact the KFKI Library, individuals the authors.

Title and classification of the issues published this year:

- |   |  |
|---|--|
| KFKI-1987-01/A<br>V.Sh. Gogokhia et al. | Nonperturbative approach to quark propagator in the covariant, transverse gauge  |
| KFKI-1987-02/M<br>M. Barbuceanu et al.  | Integrating declarative knowledge programming styles and tools for building expert systems   |
| KFKI-1987-03/G<br>L. Szabados et al.    | Primary loop dynamical investigations. Part 1. Computerized analysis of the total loss of flow in the Paks NPP on the basis of PMK-NVH experimental data /in Hungarian/                  |
| KFKI-1987-04/G<br>Gy. Egely             | Critical comparison of nuclear safety reports. Part 1. Practice followed in the USA and in FRG /in Hungarian/  |
| KFKI-1987-05/G<br>Gy. Ézsöl et al.      | A 7.4% cold leg break without SIPs. Description of the measurement /in Hungarian/  |
| KFKI-1987-06/G<br>Gy. Ézsöl et al.      | Primary loop dynamical investigations. Part 1. Experimental investigation of the total loss of flow in the Paks NPP in the PMK-NVH facility /in Hungarian/                               |
| KFKI-1987-07/G<br>L. Szabados et al.    | A calculation method for the operation of the Paks NPP based on the subchannel approach. Part 1. A computing procedure and method applicable as part of the VERONA system /in Hungarian/ |
| KFKI-1987-08/B<br>L.B. Szabados         | Commutation properties of cyclic and null Killing symmetries   |
| KFKI-1987-09/E<br>G. Györgyi et al.     | Relaxation processes in chaotic states of one dimensional maps   |
| KFKI-1987-10/D<br>Gy. Egely             | Hungarian ball lightning observations (case 1 - case 278)  |

KFKI-1987-11/M H. König	Developing protocol test software using the PDL-system
KFKI-1987-12/M D. Nicholson et al.	Advanced help through plan instantiation and dynamic partner modelling
KFKI-1987-13/M Katalin Tarnay et al.	Experiments with a network environment manipulator /in Hungarian/
KFKI-1987-14/A H.W. Barz et al.	Deconfinement transition in anisotropic matter
KFKI-1987-15/M R. Wittmann	An algebraic specification method for describing the protocols of computer networks /in Hungarian/
KFKI-1987-16/G O. Aguilár et al.	Monitoring temperature reactivity coefficient by noise method in a NPP at full power
KFKI-1987-17/M G. Németh et al.	Collection of scientific papers in collaboration with Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, USSR and Central Research Institute for Physics, Budapest, Hungary. Algorithms and programs for solution of some problems in physics. Fifth volume
KFKI-1987-18/E G. Egely et al.	Experimental investigation of biologically induced magnetic anomalies
KFKI-1987-19/A B. Milek et al.	A model for particle emission from a fissioning system
KFKI-1987-20/M S. Wagner-Dibuz	The specification and testing of transport protocols /in Hungarian/
KFKI-1987-21/E B. Lukács et al.	Elementary quantum physical description of triplet superconductors
KFKI-1987-22/G M. Makai et al.	DIGA/NSL - New calculational model in slab geometry
KFKI-1987-23/A J. Erő et al.	Production of protons, deuterons and tritons on carbon by intermediate energy neutrons
KFKI-1987-24/K I. Balásházy et al.	Gamma-spectrometric examination of hot particles emitted during the Chernobyl accident
KFKI-1987-25/K A. Andrásí et al.	Application of Ge-spectrometry for rapid in-situ determination of environmental radioactivity
KFKI-1987-26/G J. Végh	Neutron spectrum measurement in the channel No. 182/5 of the KFKI WWR-SM reactor
KFKI-1987-27/A S. Krasznovszky et al.	Universal description of inelastic and non(single)-diffractive multiplicity distributions in pp collisions at 250, 360 and 800 GeV/c
KFKI-1987-28/M F. Adorján et al.	VERONA-plus extended core-monitoring system for WWR-440 type nuclear power plants
KFKI-1987-29/G J. Végh et al.	Application of boron filters for neutron spectrum determination purposes in various neutron environments
KFKI-1987-30/E H. Menyhárd	Inhomogeneous mean field approximation for phase transitions in probabilistic cellular automata - An example



KFKI-1987-31/M G. Németh et al.	Computation of generalized Padé approximants
KFKI-1987-32/E I. Pócsik	Lore-pair model for high temperature superconductivity
KFKI-1987-33/B L.B. Szabados	Causal boundary for strongly causal space-time
KFKI-1987-34/A Z. Fodor et al.	Proton detection efficiency of a plastic scintillator telescope
KFKI-1987-35/C R.Z. Sagdeev et al.	Near nuclear region of comet Halley based on the imaging results of the VEGA mission
KFKI-1987-36/E Gy. Szabó	Thermodynamic aspects of chemically curved crystals
KFKI-1987-37/A T. Nagy et al.	Lepton $\rightarrow$ lepton + photon decays and lepton g-2 factors in gauge theories
KFKI-1987-38/K S. Deme et al.	Real-time computing in environmental monitoring of a nuclear power plant
KFKI-1987-39/K L. Koblinger	A review of Monte Carlo techniques used in various fields of radiation protection
KFKI-1987-40/A J. Balog et al.	Lattice classification of the four-dimensional heterotic strings
KFKI-1987-41/E I. Furó et al.	Evidence of antiferromagnetic ordering in $\text{La}_2\text{CuO}_4$ : re-interpretation of $^{139}\text{La}$ nuclear quadrupole resonance (NQR) data
KFKI-1987-42/J Á. Vértes et al.	Kinetic energy distribution of ions generated by laser ionization sources
KFKI-1987-43/E Z. Juhász	Variations of the transfer function during $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ growth
KFKI-1987-44/G A. Gács et al.	Simulation of the dynamic behaviour of the secondary circuit of a WWER-440 type Nuclear Power Plant
KFKI-1987-45/M,N H. Koenig et al.	An intelligent protocol workstation
KFKI-1987-46/M,N P. Ecsedi Tóth et al.	Formal description oriented performance evaluation of protocols
KFKI-1987-47/A N.P. Aleshin et al.	Study of proton-deuteron break-up reaction in exclusive experiment at 1 GeV
KFKI-1987-48/E B. Sas et al.	Scattering mechanisms and transport properties of FeTMB amorphous alloys
KFKI-1987-49/E A.G. Balogh et al.	Positron annihilation study on Y-Ba-Cu-O high $T_c$ superconductors
KFKI-1987-50/C R.Z. Sagdeev et al.	Plasma phenomena around comets: interaction with the solar wind
KFKI-1987-51/D D. Hildebrandt et al.	Impurity injection into tokamak plasmas by erosion probes
KFKI-1987-52/A J. Zimányi et al.	An interpretable family of equations of state for dense hadronic matter

KFKI-1987-53/G L. Bürger et al.	Real-time executive for a basic principle simulator
KFKI-1987-54/E G. Konczos et al.	Recent progress in the application of soft magnetic amorphous materials: alloys, preparation, devices
KFKI-1987-55/E Nguyen Minh Khue	A Green's function treatment of giant polariton problem in molecular semiconductors
KFKI-1987-56/G Gy. Ézsöl et al.	7.4% cold leg break with SITs and HPIS in action /in Hungarian/
KFKI-1987-57/G Z. Bazsó et al.	7.4% cold leg break without SITs and HPIS in action /in Hungarian/
KFKI-1987-58/G Tran Quoc Dung et al.	DOMA - a program to display distributions in hexagonal geometry
KFKI-1987-59/G S. Mikó et al.	Method for determining outlet temperature of fuel assemblies in the VVER-440 core, which are not furnished with direct temperature measurement /in Hungarian/

Kiadja a Központi Fizikai Kutató Intézet  
Felelős kiadó: Gyimesi Zoltán  
Szakmai lektor: Makai Mihály  
Gépelte: Végvári Istvánné  
Példányszám: 69 Törzsszám: 87-417  
Készült a KFKI sokszorosító üzemében  
Felelős vezető: Tőreki Béláné  
Budapest, 1987. szeptember hó