

# Alkalmazott fizikai módszerek laboratórium

## III.: Folyadékszcintillációs Spektroszkópia

Pál Balázs\*  
Somogyfoki Réka\*,<sup>m</sup>, Tuhári Richárd\*,<sup>m</sup>

2019. október 12.

### Abstract

Az *Alkalmazott fizikai módszerek laboratórium* harmadik alkalmán a radiokarbon ( $^{14}\text{C}$  izotóp)  $\beta$ -spektrumát mértük ki folyadékszcintillációs spektroszkópia segítségével. A mérőműszer és a mérési feladatok természetéből fakadóan a labor során elsődlegesen nem aktív mérési munkát végeztünk, hanem megismertük a  $\beta$ -bomlás azon elméleti alapjaival, melyek az eredmények kiértékeléséhez elengedhetetlenül szükségesek. Levezettük a  $\beta$ -spektrum kialakulásának egy közelítő, nem-relativisztikus modelljét és meghatároztuk annak átlagos energiáját. A mérés kiértékelése során ellenőriztük a modell helyességét az adatokra történő illesztéssel, valamint hasonlóan vizsgáltuk ezen modell módosított változatát is a Fermi-függvény felhasználásával. Megállapítottuk, hogy a  $\beta$ -spektrum energiájának várható értéke  $\langle E \rangle = Q/3$ , valamint bebizonyítottuk, hogy  $\sqrt{N} \approx \sigma$ , ahol  $N$  a mérési értékek darabszáma,  $\sigma$  pedig azok szórása. Végül a méréshez használt minta megadott *DPM*, és a mérési adatainkból számolt *CPM* értékek segítségével kiszámítottuk a detektor  $\eta$  detektálási hatásfokának mértékét is.

### I. BEVEZETÉS

A  $\beta$ -bomlás ismerete minden fizikával foglalkozó számára alapvetően szükséges kell, hogy legyen. Ez már önmagában jelentős belátást nyújt mind a gyenge kölcsönhatás, mind pedig a neutrínók mi-benlétére, mely közül az első az alapvető kölcsönhatások, a második pedig az elemi részekék egyike. Mindkettő az ismert fizikai világot alapvetően meghatározó jelenség és objektum, így ismeretük elengedhetetlen.

A mérés során a  $^{14}\text{C}$  – hétköznapi nevén radiokarbon –  $\beta$ -spektrumát vizsgáltuk ún. folyadékszcintillációs spektroszkópia segítségével. A mérés során az alábbi kérdésekre kerestük a választ:

1. Mennyire követik a nem-relativisztikus, valamint a Fermi-függvénnyel kibővített nem-relativisztikus elméleti modellek a mérés so-

rán kimért spektrumot? Mik okozhatják az esetleges eltéréseket?

2. Igaz-e, hogy az energia várható értéke az adott mag  $Q$ -faktorának harmadával egyenlő, tehát

$$\langle E \rangle = \frac{Q}{3} \quad (1)$$

3. Igaz-e, hogy a mérési adatok számának gyöke ( $\sqrt{N}$ ) közelít-e azok szórásának ( $\sigma$ ) értékéhez?

### II. ELMÉLETI ALAPOK

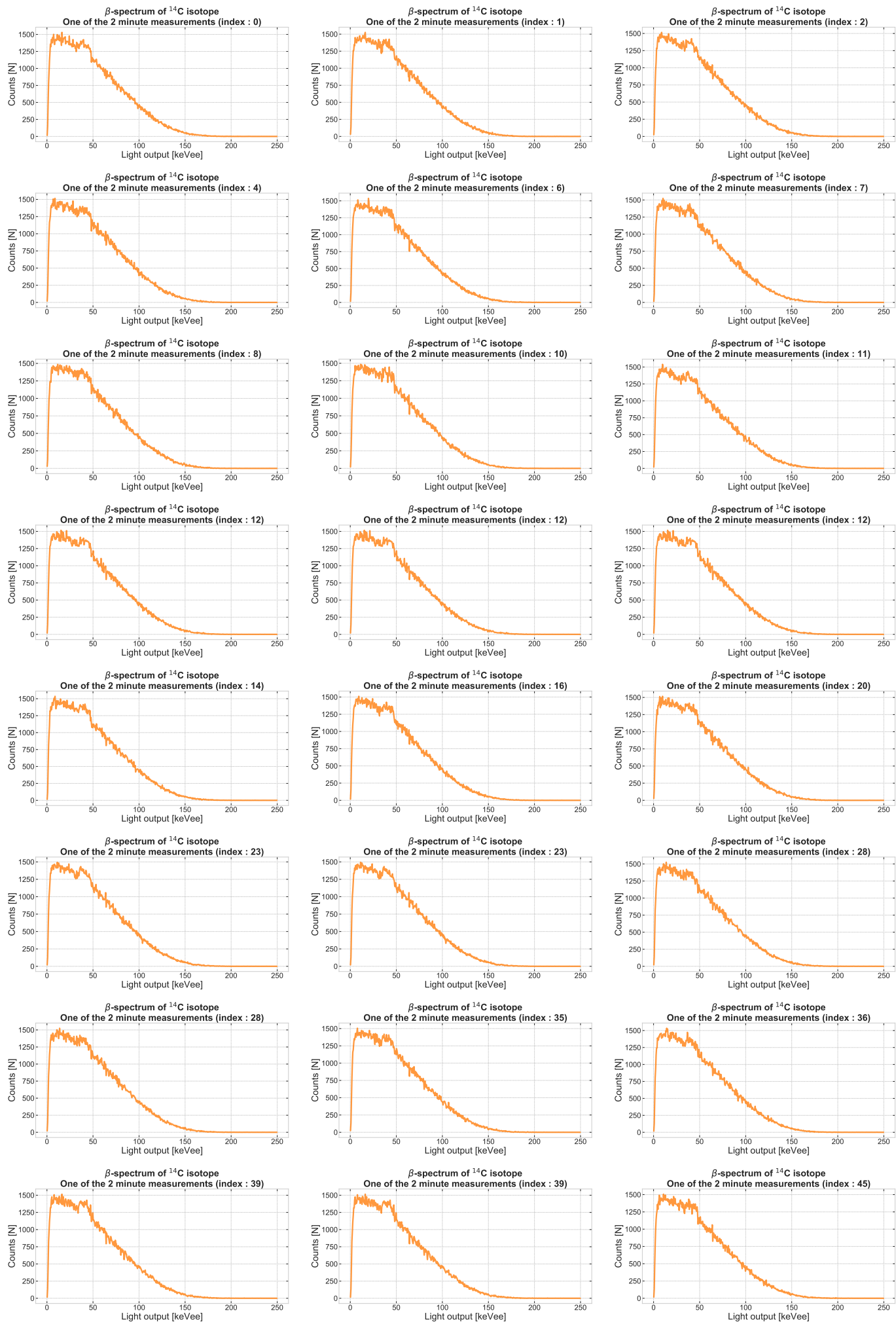
### III. KIÉRTÉKELÉS

### IV. DISZKUSSZIÓ

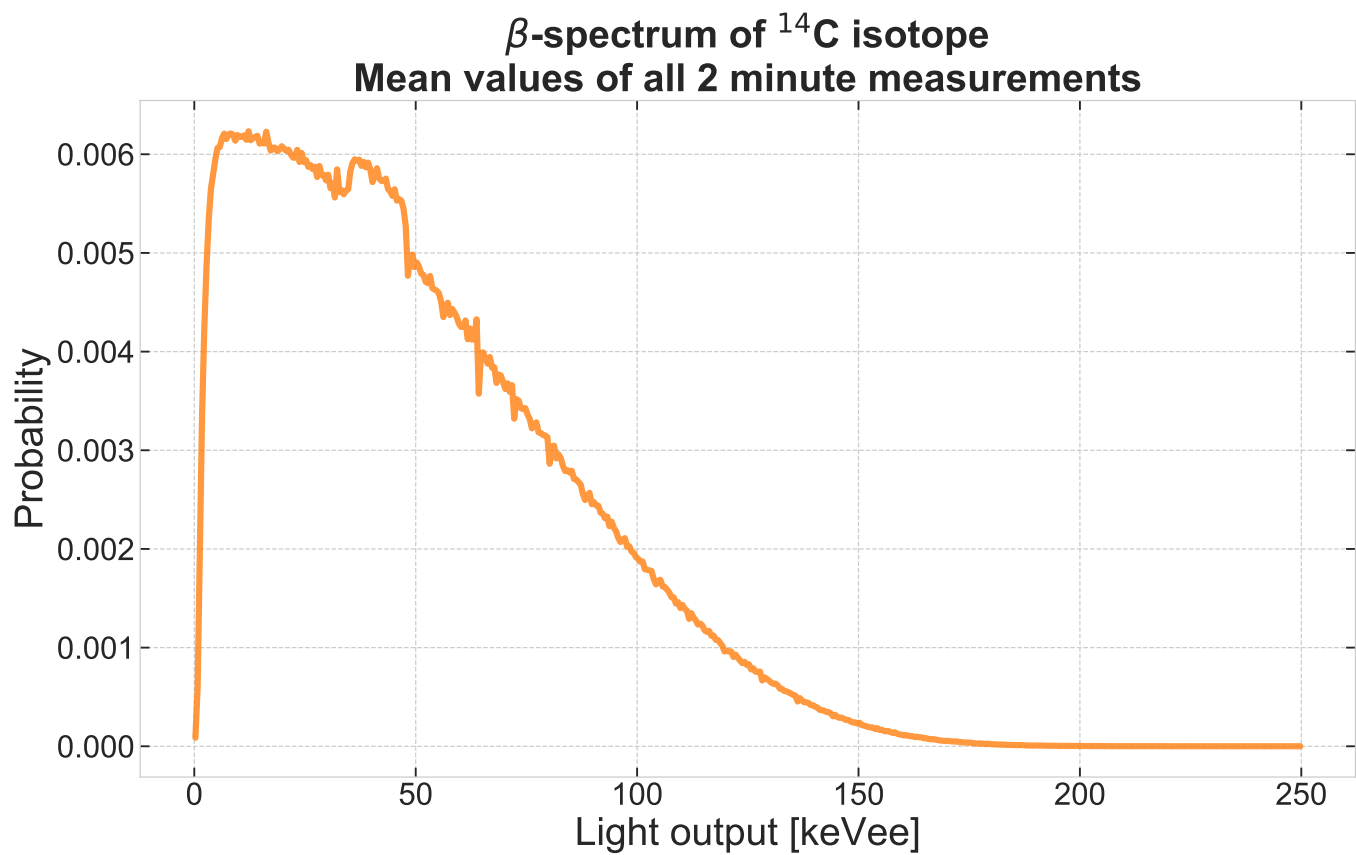
---

\*Eötvös Loránd Tudományegyetem

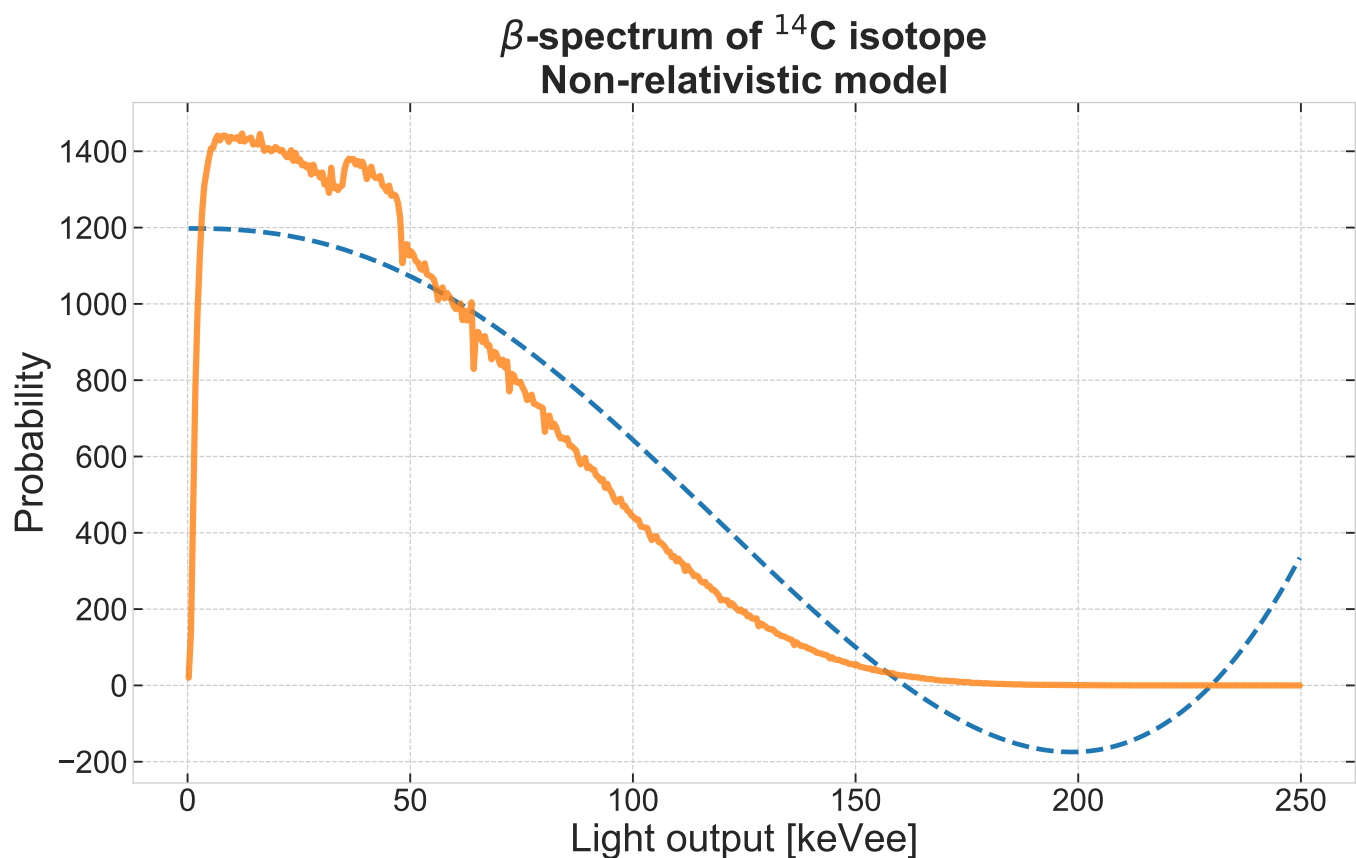
<sup>m</sup>Mérőtársak



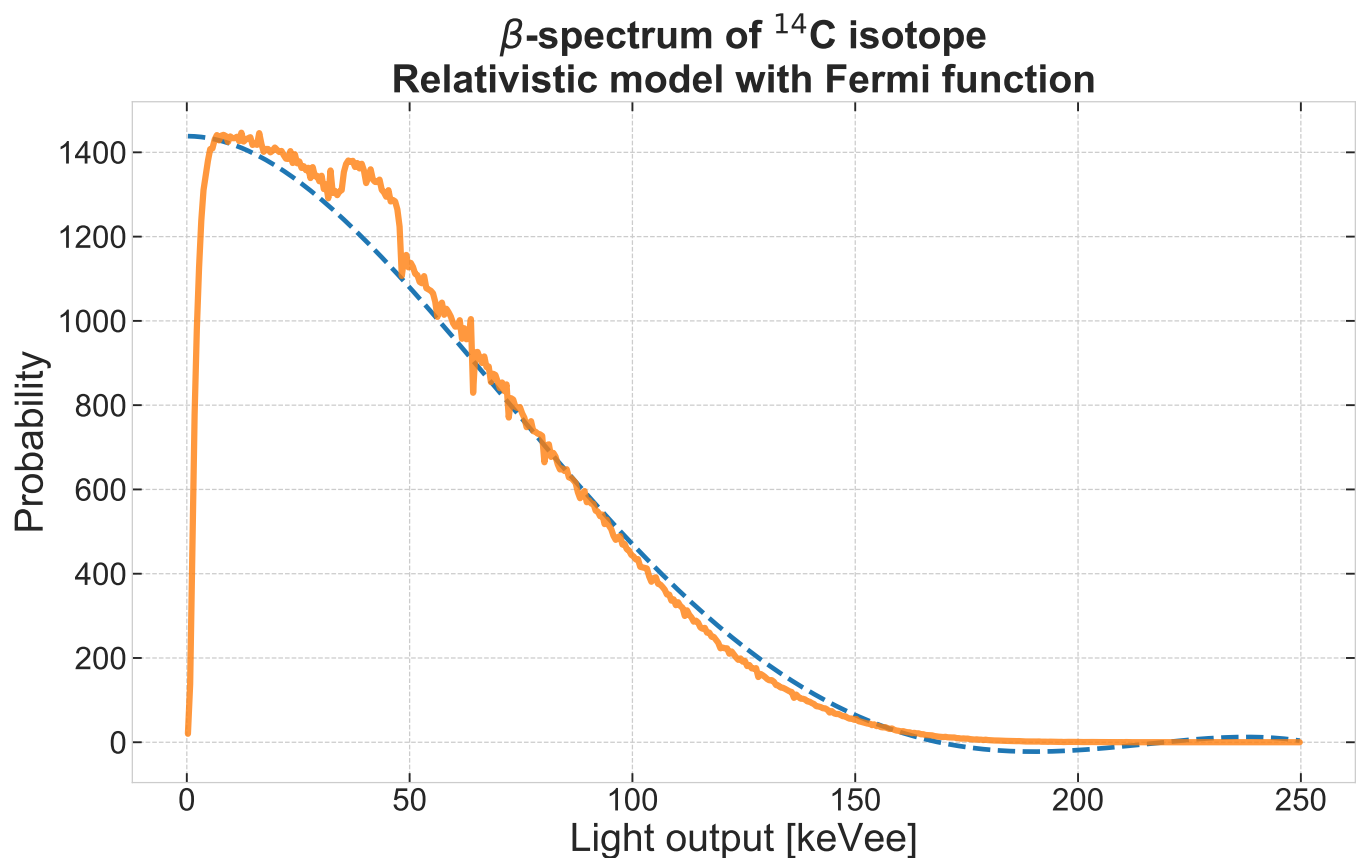
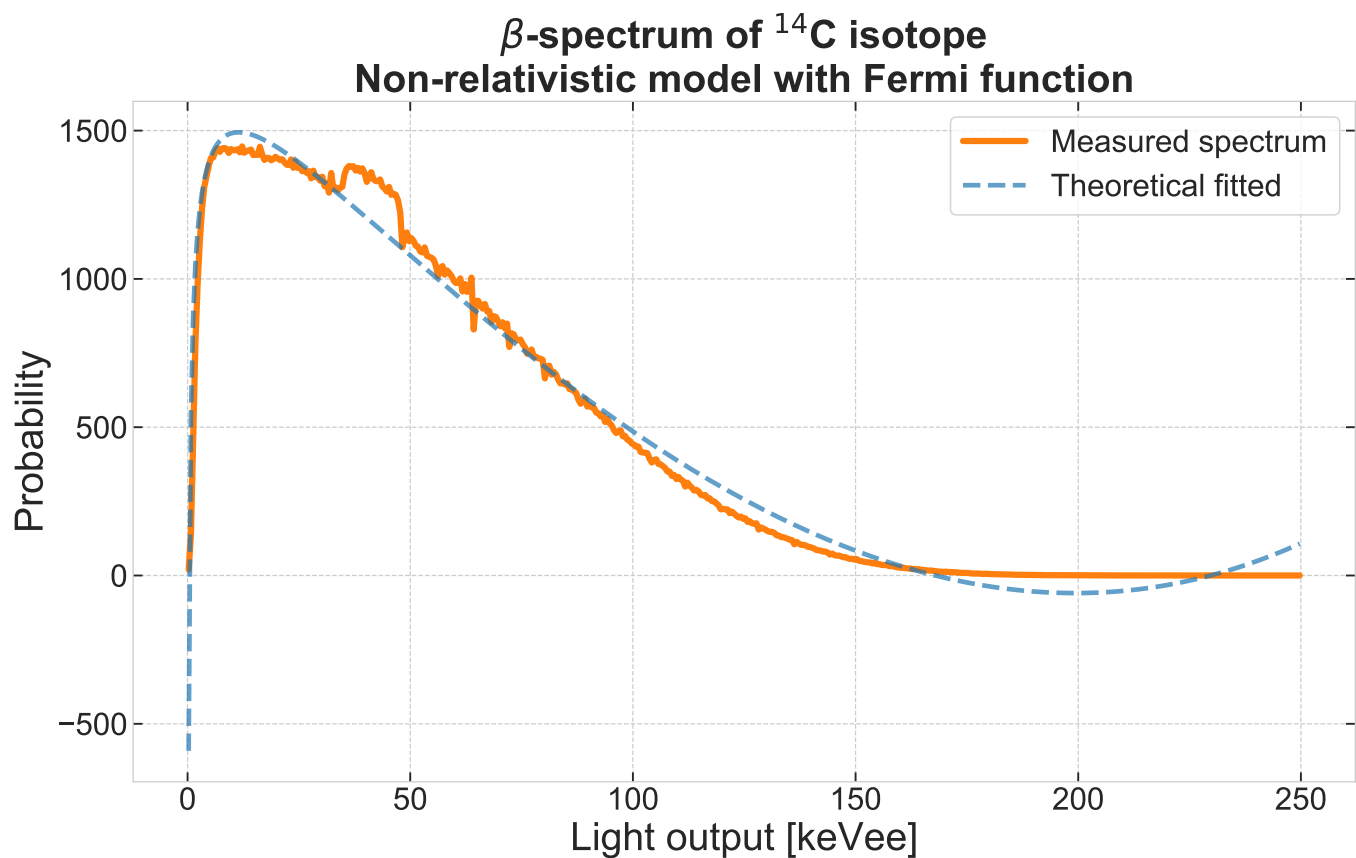
1. ábra. Az általunk vizsgált  $^{14}\text{C}$  különböző, egymás utáni 2 perces mérésekből származó  $\beta$ -spektrumai. Az összes 49 sikeres mérés közül 24 darab van az ábrára véletlenszerűen kiválasztva.

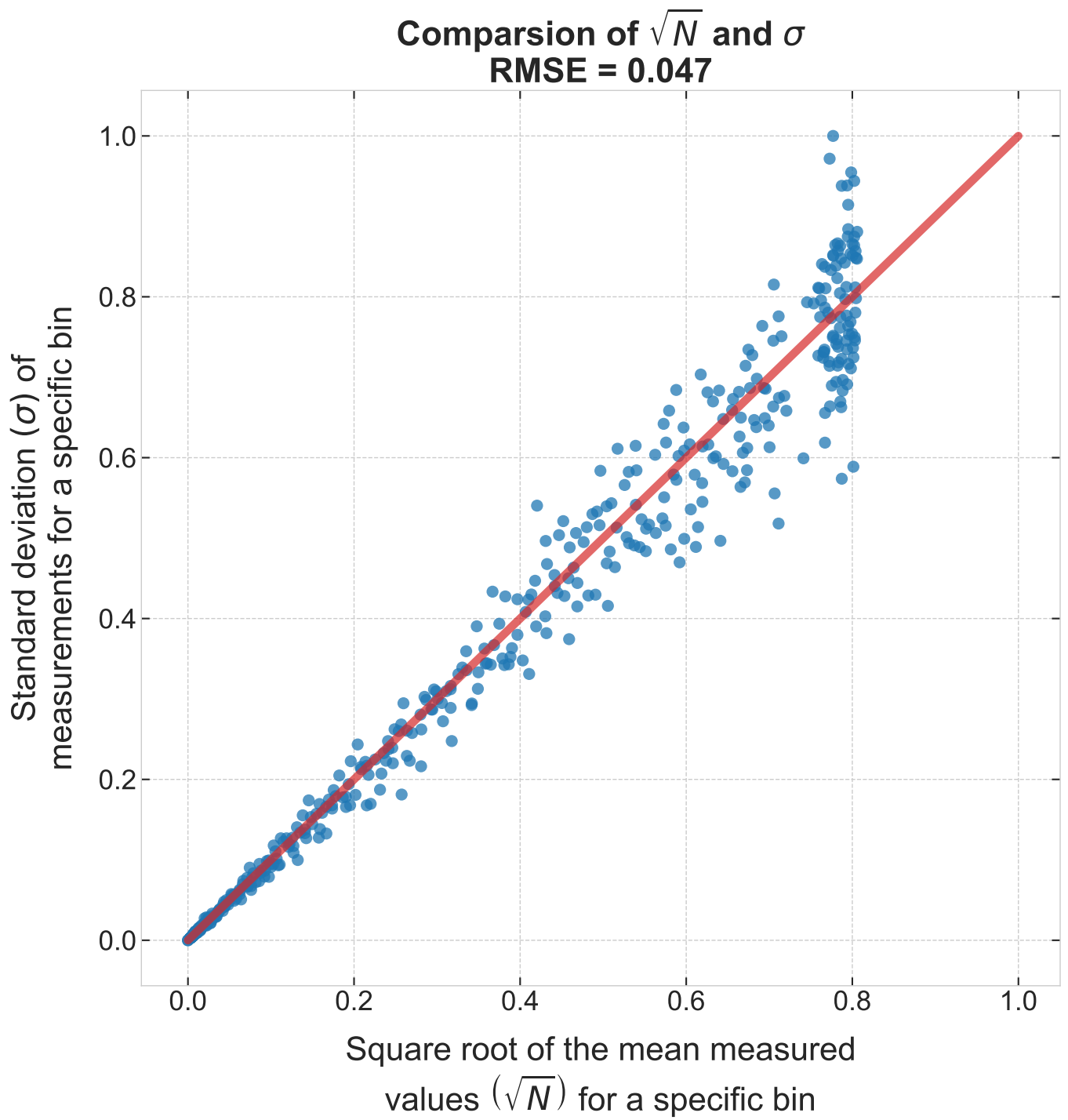


2. ábra. Az általunk vizsgált  $^{14}\text{C}$  különböző, egymás utáni 2 perces mérésekből származó  $\beta$ -spektrumainak átlagolt értéke.



3. ábra. Az általunk vizsgált  $^{14}\text{C}$  kiátlagolt spektrumára illesztett nem-relativisztikus függvény, mely egy túl jó közelítésben, de láthatóan visszaadja a  $\beta$ -spektrum kezdetben lecsengő alakját. Zérushelye a  $^{14}\text{C}$  karakterisztikus 156.5 keV-es  $Q$  értéke körül van.





6. ábra. Az egyes  $N(E)$  értékek hibáját (szórását) közelíthetjük az  $\sqrt{N}$  formulával. Ideális esetben a  $\sqrt{N} - \sigma$  függvény a  $45^\circ$ -os egyenesre illeszkedik. Az ábrán ezen függvény ábrázoltam a meghatározott  $\sqrt{N}$  és  $\sigma$  értékek segítségével. Az illeszkedés hibáját a machine learning modelleknél bevett átlag négyzetes hiba gyökének kiszámításával vizsgáltam, mely értéke szintén az ábrán látható.