

**W^\pm és Z^0
bozonokat
keresünk
az LHC CMS detektorában.**

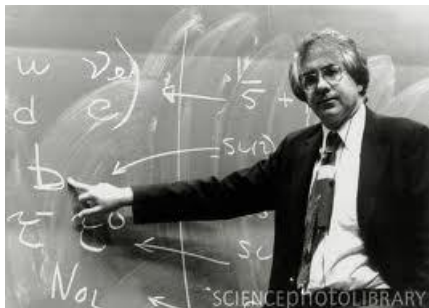
**A nagyon szerencsések pedig
akár egy Higgs-jelölttel
is találkozhatnak!**

**Remélem izgalmas kaland lesz
a mai „bozon-vadászat”!**

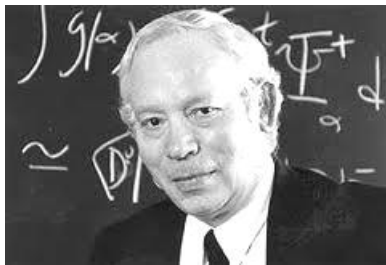
W/Z: Sok Nobel díj fűződik a felfedezésükhöz!

Ők jósták meg elméletileg.

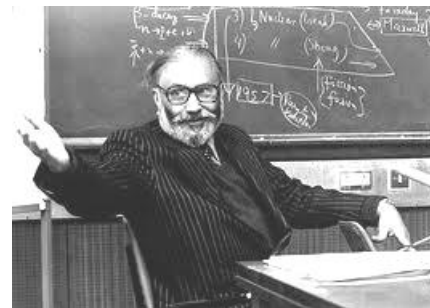
Nobel díj: 1979



Sheldon Glashow



Steven Weinberg



Abdus Salam

Ők pedig felfedezték CERN-ben, 1983-ban

Nobel díj: 1984



Carlo Rubbia



Simon van der Meer

Nobel díj 2013.



Francois Englert & Peter Higgs

Az ő –sok évvel korábbi– elméleti „jóslatuk” alapján indult meg az izgalmas kísérleti kutatás a Standard Modell hiányzó részecskéje, a Higgs bozon után.

Heuréka! 2012. július 4.
a CERN LHC két kísérlete (ATLAS, CMS) bejelenti
a H^0 felfedezését!

DE ne feledjük, hogy ezek a felfedezések (W/Z/H) sok ezer fizikus/mérnök/technikus sőt PhD hallgató együttes erőfeszítésének köszönhetőek!

W/Z:

Amit tudni illik róluk:

➔ Ők a gyenge kölcsönhatás közvetítő részecskéi

➔ Tömegük igen nagy: $W \approx 80 \text{ GeV}$, $Z \approx 91 \text{ GeV}$

➔ Élettartamuk: $\approx 10^{-25} \text{ sec}$,

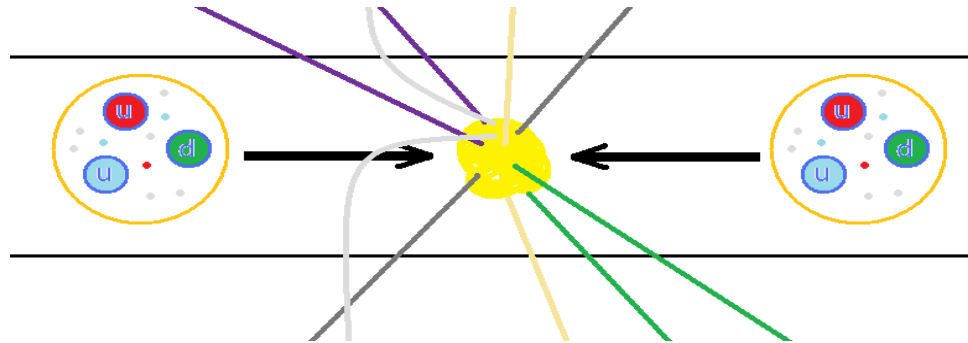
ezért csak bomlásaik alapján azonosíthatjuk őket.

Ez lesz a mai mérési feladatunk is.

●
Irány most CERN →
LHC (Large Hadron Collider) →
CMS detektor →

ahol 2 nagyenergiájú proton ütközésének leszünk tanúi:

a heves ütközésben sok-sok részecske
keletkezik ($E=mc^2$)



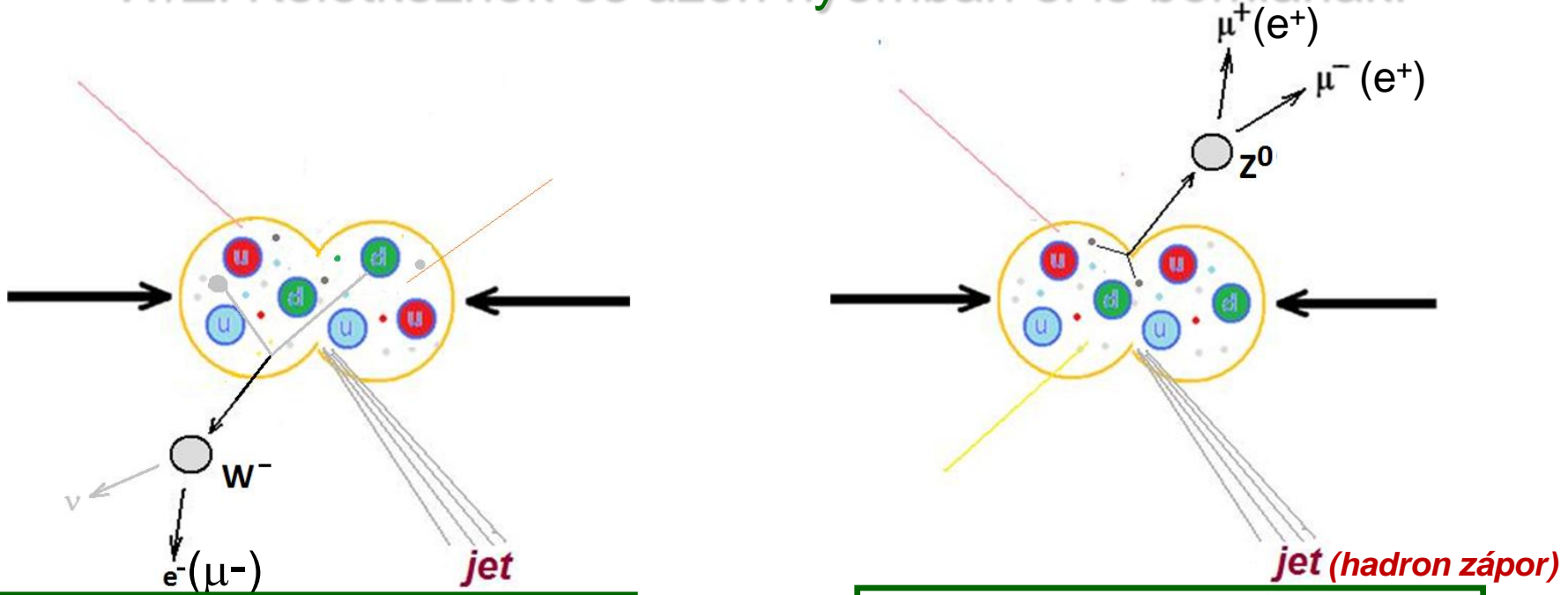
Lesznek köztük olyanok ahol

W és Z bozonok keletkeznek, sőt talán még Higgs is.

Lelkes kollégáink ebből válogattak a mai Diákműhely számára
néhány ezer ilyen ütközést.

Az alábbiakat kéretik gondosan megjegyezni!

W/Z: Keletkeznek és azon nyomban el is bomlanak:



$$W^{\pm} \rightarrow e^{\pm} \nu \text{ vagy } \mu^{\pm} \nu$$

$$Z^0 \rightarrow e^+ e^- \text{ vagy } \mu^+ \mu^-$$

Mint láthatják mindkét esetben vannak „elektronos” és vannak „műonos” bomlások.

Kíváncsiak vagyunk arra, hogy vajon melyikből mennyi?

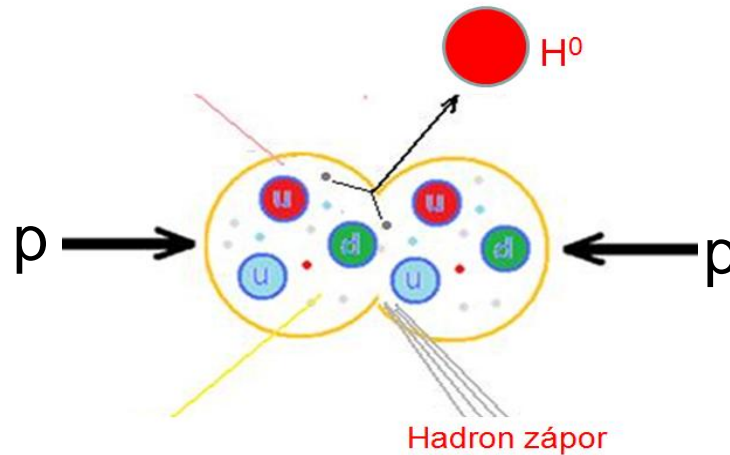
Persze szeretnénk megismerni a keletkező részecske tömegét is.

A Z-bozon esetén szerencsénk van: a lepton-pár adatait (impulzus) mérhetjük és ebből a Z tömege számolható.

A W tömegének meghatározása ebből a bomlásból nem megoldható: a neutrínó „megszökik” a mérésünk elől. Csak az elvitt energia „hiányát” tapasztaljuk.

Most pedig néhány szó a Higgs bozon keletkezéséről és bomlásáról
(a Standard Modell kapcsán már beszéltünk a szerepéről)

Figyelem! Azonnal bomlanom kell!
Életem mindössze $\sim 10^{-25}$ sec !



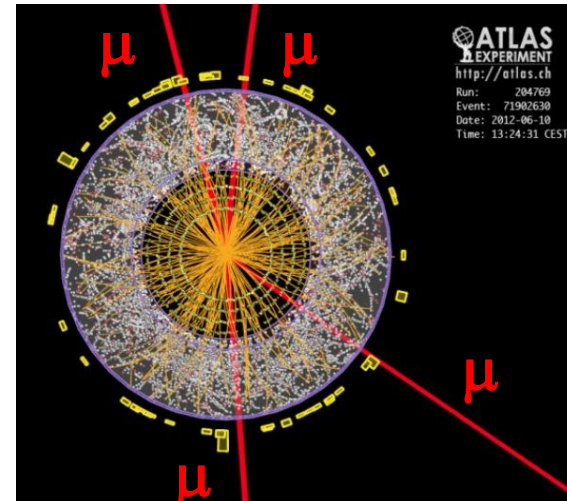
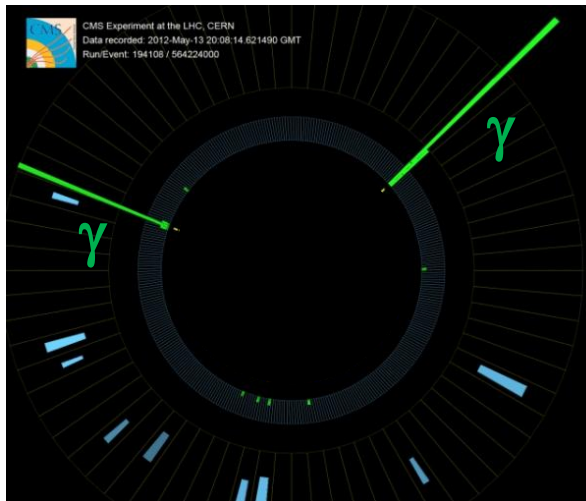
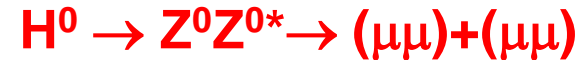
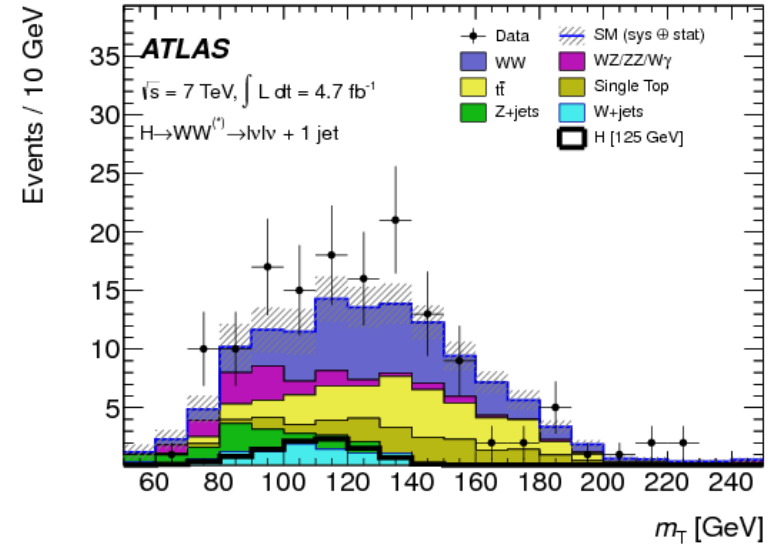
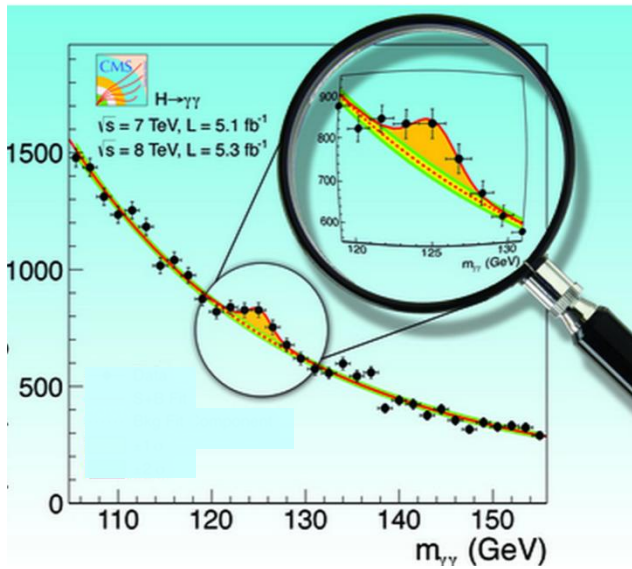
A Higgs bozon sok különböző módon bomolhat el, pl:

$$H^0 \rightarrow \gamma\gamma$$

$$H^0 \rightarrow Z^0 + Z^{0*} \rightarrow ee + ee / \mu\mu + \mu\mu / ee + \mu\mu$$

(a gammák és leptonok adatait mérhetjük és ebből a H tömege meghatározható)
Méréseink során a fenti két bomlási móddal találkozhatnak a szerencsések.

A Higgs bozon felfedezése a CERN LHC CMS és ATLAS kísérletében



• **A valóság az előbb látott „iskolás” képeknél bonyolultabb!**
Méréseik során ilyen képekkel fognak találkozni

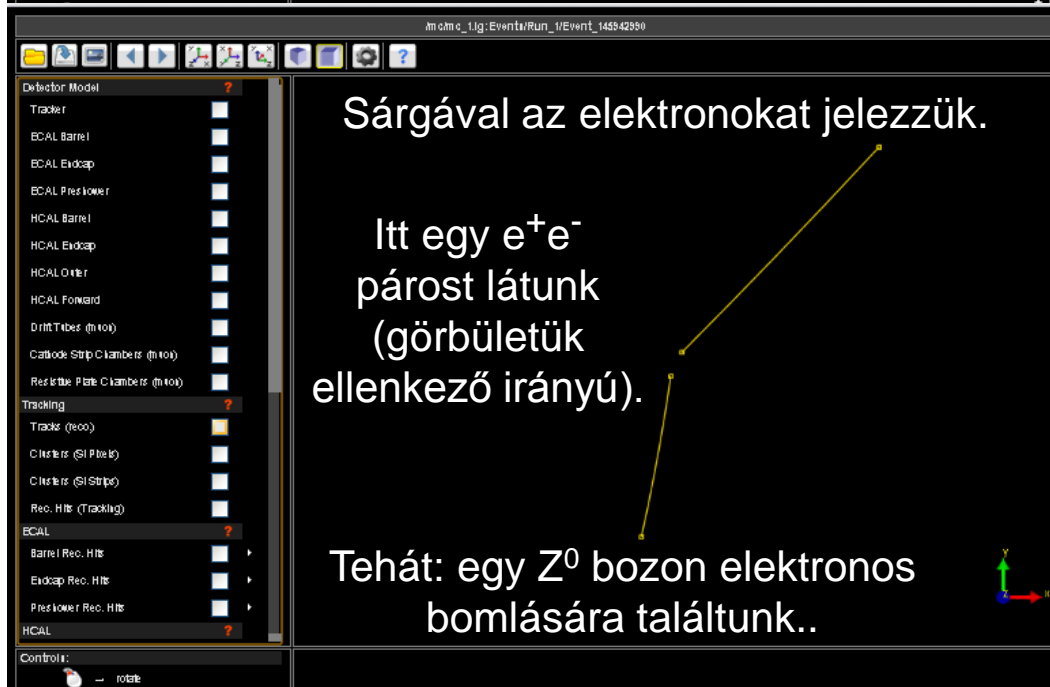
Jaj! Ez egy dzsungel!
Elveszünk benne!

Hol itt egy árva W vagy Z?
Reggelig sem találunk rájuk!

Nyugalom! Segítünk!

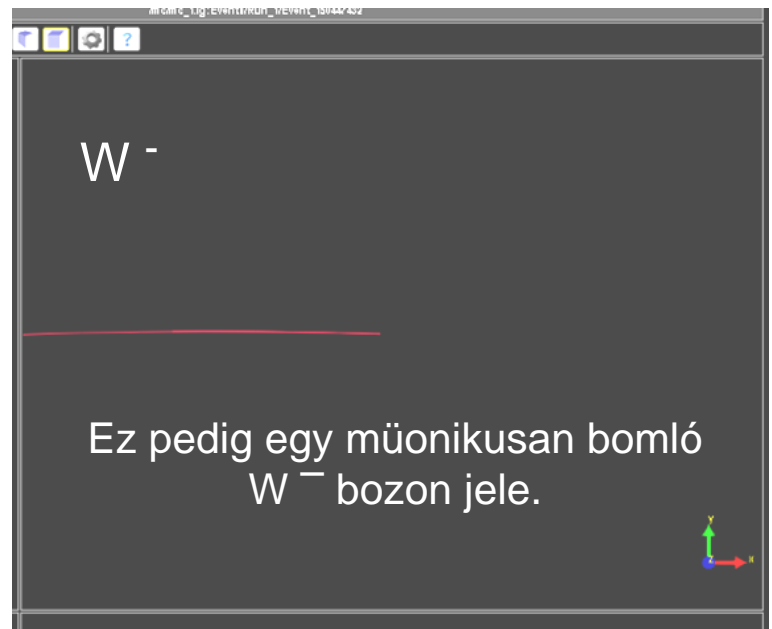
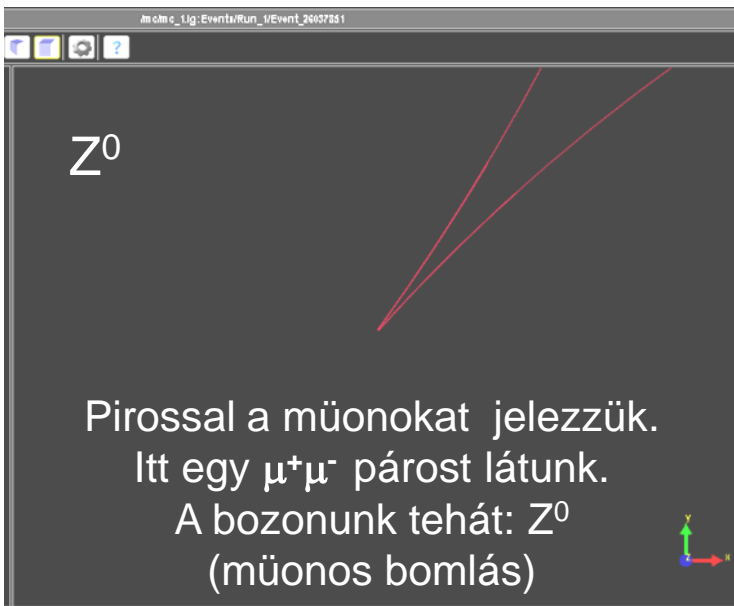
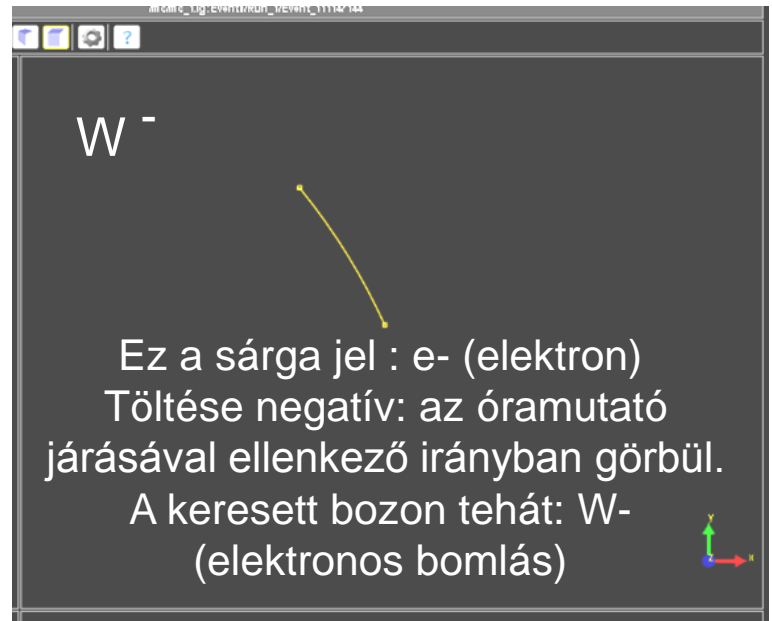
A fenti képen látható részecskék zöme hadron.
Minket pedig csak az elektronok és müonok érdekelnek.

Számítógépekkel (a detektorok jelei alapján) azonosítottuk őket és módunkban áll csak ezeket megjeleníteni.



Bemutatok néhány jellemző képet.

Döntsünk közösen arról, hogy milyen részecskéket látunk!



A méréseink során
az LHC CMS kísérlet adatai alapján (on-line képek)
egy-egy megjelenített *eseményről* kell döntést hoznunk
(és az eredményt majd beírjátok a mellékelt táblázatba)

1, milyen részecskét látunk/"sejtünk"? W^+ , W^- , Z^0 esetleg H^0 vagy valami egyéb (zoo)?

2: elektronos vagy müonos bomlást látunk?

3: mekkora a talált részecske-pár ($ee/\mu\mu$) tömege?

Ezt a számítást a program maga elvégzi,
a Ti feladatotok a számított értéket egy „oszlop-diagramba” bejelölni.

A mérések végén összesítjük a 10 mérőpár adatait (lesz talán közel 1000 is!)
Sőt a video konferencia végén „összerakjuk” a többi intézet adataival, lesz ebből 5000 is!

Az eredményekből a következő fontos kérdésekre keressük a választ:

1. a W/Z bozonok bomlásakor mennyi az elektronos és müonos bomlások aránya (e/μ)?
2. Mennyi a W^+ és W^- bozonok aránya (W^+/W^-)?
3. Megvizsgáljuk, hogy az oszlop-diagramon („tömegspektrum”) látunk-e olyan jeleket amiből a Z^0 vagy más részecske keletkezésére következtethetünk és mennyi tömege?

Az elméleti fizikusok ezeket kiszámolták (Standard modell)
Az elmélet helyességének próbája a kísérlet! Ezért is fontosak az ilyen kísérleti válaszok.
A pontos értékek meghatározásához események millióit kell megvizsgálni!
Nekünk csak néhány százra lesz egyesített erőnk ☹

Az eredményeket majd egy ilyen táblázatba kell „beklikkelni”

Event index:	Event number:	final state	primary		Mass:
2 ▾	1-2	<input type="checkbox"/> Electron <input type="checkbox"/> Muon	<input type="checkbox"/> Higgs <input type="checkbox"/> W	<input type="checkbox"/> Z <input type="checkbox"/> W+	<input type="checkbox"/> Zoo <input type="checkbox"/> W-
Event index	Event number	Chosen Values		Mass	
1	1-1	e;W			

W bozon (W+ / W- / W)

1 nyom: **elektron** vagy **müon**: **Klikk** az elektron vagy müon dobozba, és **Klikk W+/W- ba** a töltésnek megfelelően ha a töltését nem tudjuk meghatározni a **W**-be

Z bozon

2 ellentétes töltésű nyom : (e+e-) vagy ($\mu+\mu-$)
Klikk az e vagy mü-be és a Z-be

Zoo

2 azonos töltésű nyom, vagy 1e +1 μ , vagy 3 nyom: **Klikk a Zoo-ba**

H⁰ (igen ritka)

$H^0 \rightarrow ZZ$ (4nyom) $\rightarrow 2(e+e-)$ vagy $2(\mu+\mu-)$ vagy (e+e-) és ($\mu+\mu-$)

$H^0 \rightarrow \gamma\gamma$ *Nincs töltött nyom (e vagy μ)*

de az EM kaloriméterben két nagy energia-depozit látható

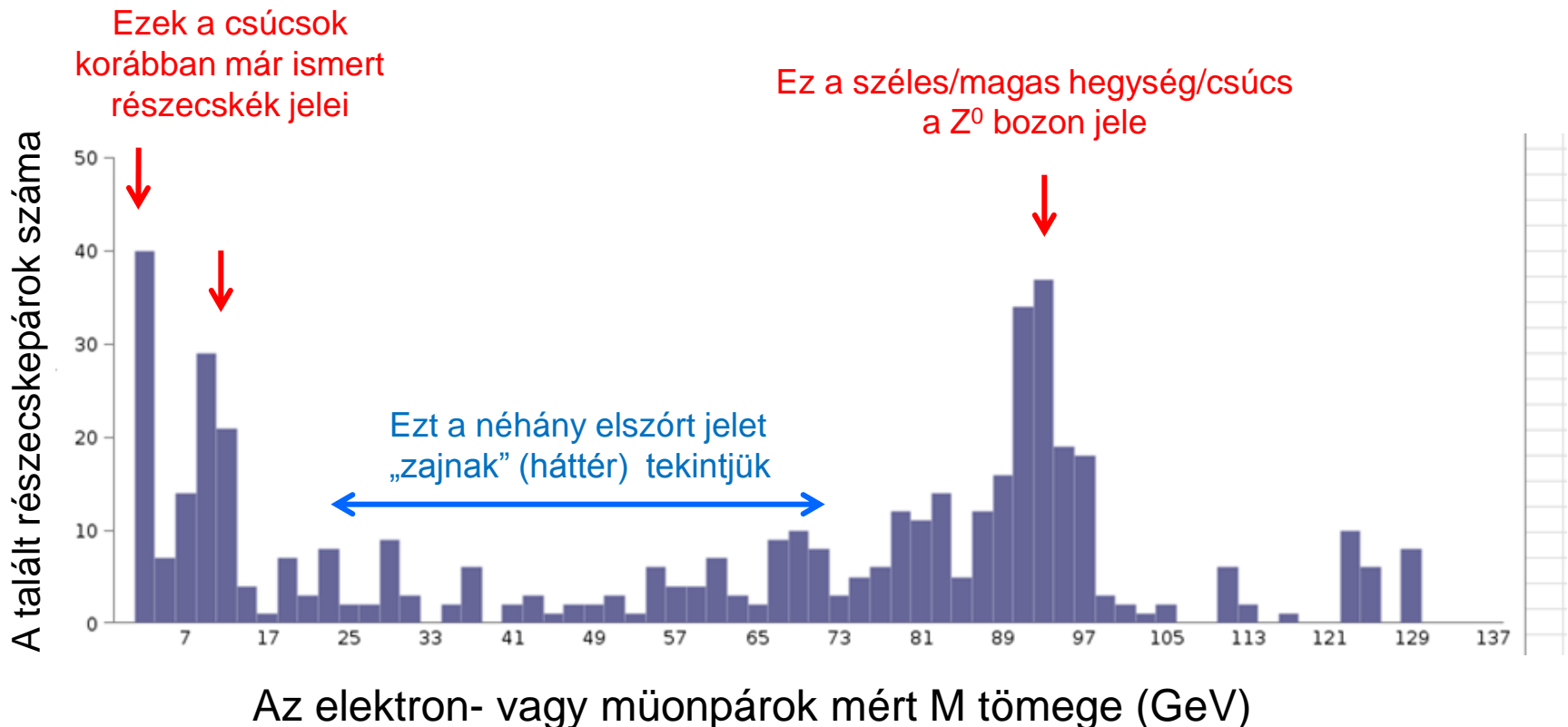
Emlékeztető. Elektron: sárga, müon: piros. Töltés: pozitív az óramutató járásával egyező görbület

Eredmények.

A mérések végeztével egyesítjük a helyi és többi intézet eredményeit.

A videokonferencián a Cern szervező moderátora fogja ismertetni és közösen elemezzük a kapott adatokat.

Az alábbiakban a tavalyi összesített eredményt láthatják.



- Most már elméletileg kellően felkészülten várjuk a délutáni méréseket ahol a CMS detektorban a nehéz W és Z bozonokra fogunk vadászni.



Ebéd után meglátogatjuk intézetünk Van de Graaff gyorsítóját utána újra itt találkozunk és felkészülünk a „vadászatra”