

Kabinet výuky obecné fyziky, UK MFF

## Fyzikální praktikum ...



Úloha č. ....

Název úlohy: .....

Jméno: ..... Obor: FOF FAF FMUZV

Datum měření: .....

Datum odevzdání: .....

Připomínky opravujícího:

	Možný počet bodů	Udělený počet bodů
Práce při měření	0 - 5	
Teoretická část	0 - 1	
Výsledky měření	0 - 8	
Diskuse výsledků	0 - 4	
Závěr	0 - 1	
Seznam použité literatury	0 - 1	
<b>Celkem</b>	max. 20	

Posuzoval:.....

dne: .....

## Pracovní úkoly

1. Zpracujte přibližně 50 událostí z detektoru ATLAS programem Hypatia.
2. Pomocí programu ROOT zobrazte histogram invariantních hmotností pro různé velké statistické soubory.
3. Identifikujte výrazné píky a přiřaďte je očekávaným částicím.
4. Zjistěte chybu střední hodnoty invariantní hmotnosti pro nalezené částice pro různé velké statistické soubory.
5. Vyneste zjištěné chyby do grafu jako funkci počtu událostí a srovnejte je s Poissonovým rozdělením.

## Teoretická část

ATLAS je částicový detektor v LHC v CERN. Budeme pozorovat vysokoenergetické srážky protonů a identifikovat jejich vzniklé částice. Částice, které hledáme, mají velmi krátkou dobu života, takže se zaměříme na produkty jejich rozpadu, pomocí kterých určíme jejich invariantní hmotnost a tedy druh částice.

Boson  $Z$  má hmotnost  $91 \text{ GeV}/c^2$  a budeme detekovat jeho rozpad buď na elektron a pozitron, nebo mion a antimion [1].

Higgsův boson má hmotnost  $125 \text{ GeV}/c^2$  a budeme detekovat jeho rozpad buď na dva bosony  $Z$  (následovaný rozpadem každého z nich), nebo na dva fotony [1].

## Výsledky měření

Zpracovali jsme 106 událostí, výsledné histogramy jsou označené klíčovým slovem *mydata*, viz grafy 1, 2, 3, 4.

Soubor jsme poté rozšířili na 1370 událostí z archivu událostí zpracovaných jinými studenty. Histogramy jsou označené klíčovým slovem *alldata*, viz grafy 5, 6, 7, 8.

Jasný peak okolo  $91 \text{ GeV}/c^2$  odpovídá bosonu  $Z$ . Nasvědčuje tomu i to, že tento peak zmizí, pokud si zobrazíme pouze fotonové události.

Naopak peak okolo  $125 \text{ GeV}/c^2$ , který je zřetelný pouze u fotonových událostí, odpovídá Higgsovu bosonu.

Ve velmi nízkých energiích pozorujeme u dileptonových událostí další peak, který podle [1] odpovídá částicím  $J/\psi$  a  $\Upsilon$ .

Další dva peaky jsou při energiích cca  $1000 \text{ GeV}/c^2$  a  $1500 \text{ GeV}/c^2$ , což by odpovídalo hypotetickým částicím  $W'$ , respektive  $g$  (graviton). Skutečně, do našeho souboru byly přimíchány simulované události právě s těmito částicemi.

V grafu 9 jsou histogramy všech událostí pro různé velké statistické soubory v okolí bosonu  $Z$ . Porovnáním parametrů fitovaných Gaussových funkcí zjistíme, že střední hodnota se téměř nemění, pouze se s rozšiřujícím souborem snižuje její nejistota. Se  $\sigma$  je to podobné, pouze hodnota kolísá více. Do grafu 10 jsme zanesli závislost nejistoty střední hodnoty na velikosti souboru.

## Diskuze

Grafy jsme pozorovali v logaritmické škále na ose  $y$ , bohužel jsme je ale uložili v lineární škále.

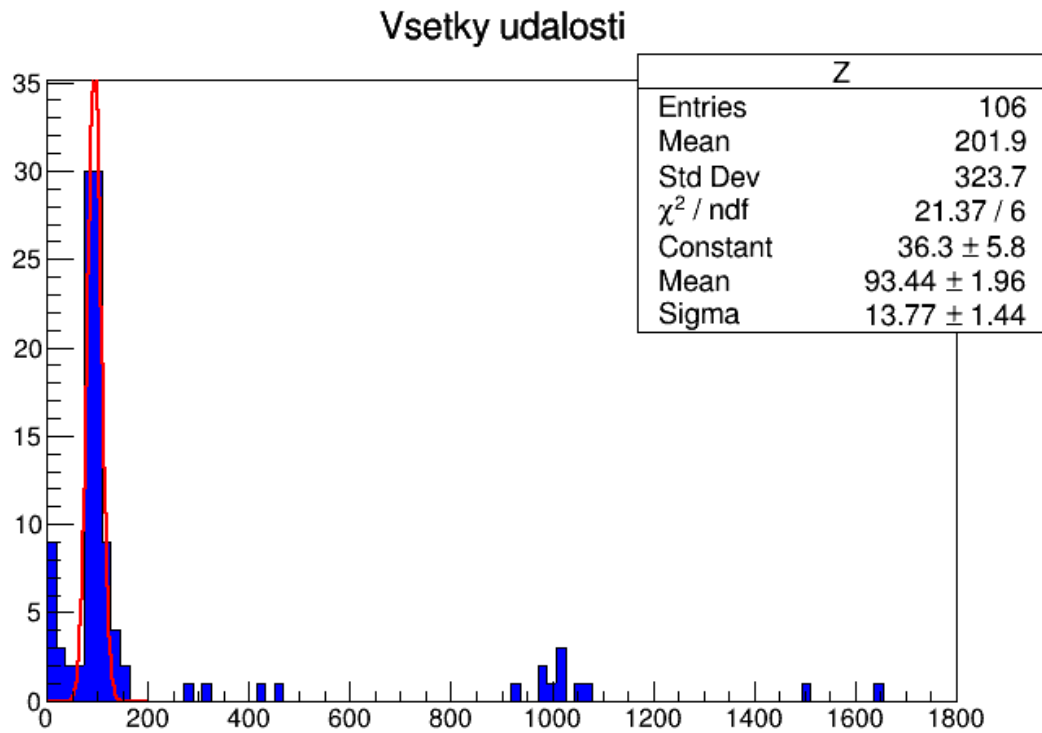
Kvalitativně jsou všechny grafy *mydata* shodné s *alldata*. Pouze graviton jsme na grafu 4 nezaregistrovali ani jeden, což je pochopitelné vzhledem k velikosti souboru.

V grafu 10 je vidět, že nejistota skutečně poměrně přesně klesá úměrně  $1/\sqrt{N}$ .

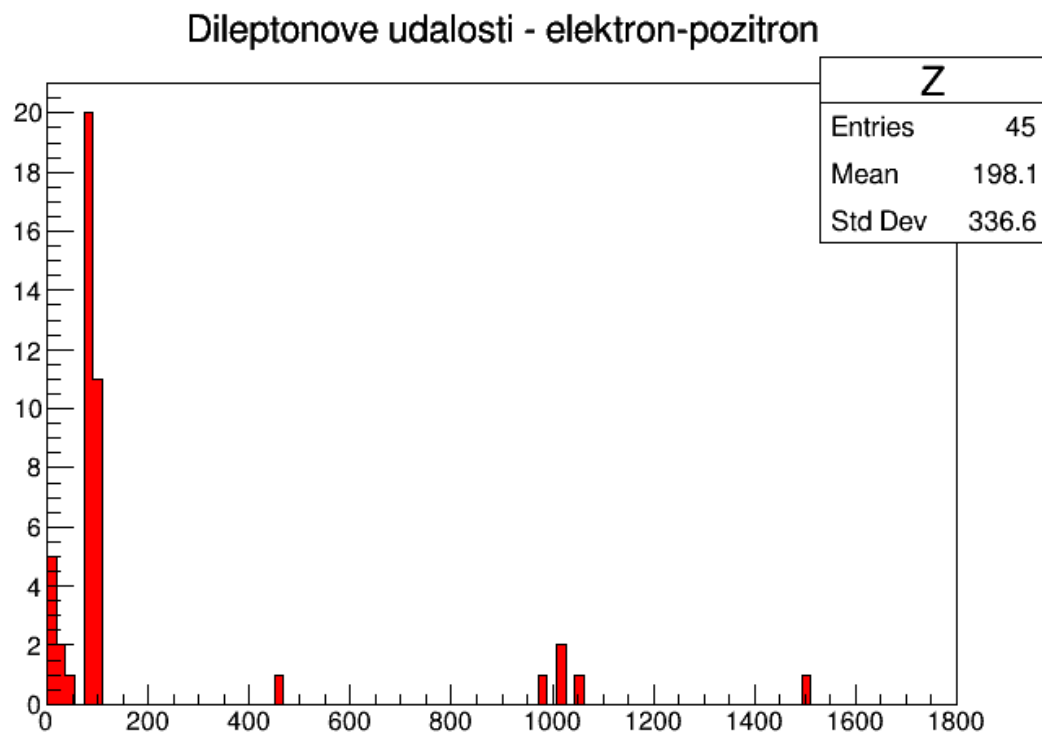
## Závěr

Zpracovali jsme 106 událostí.

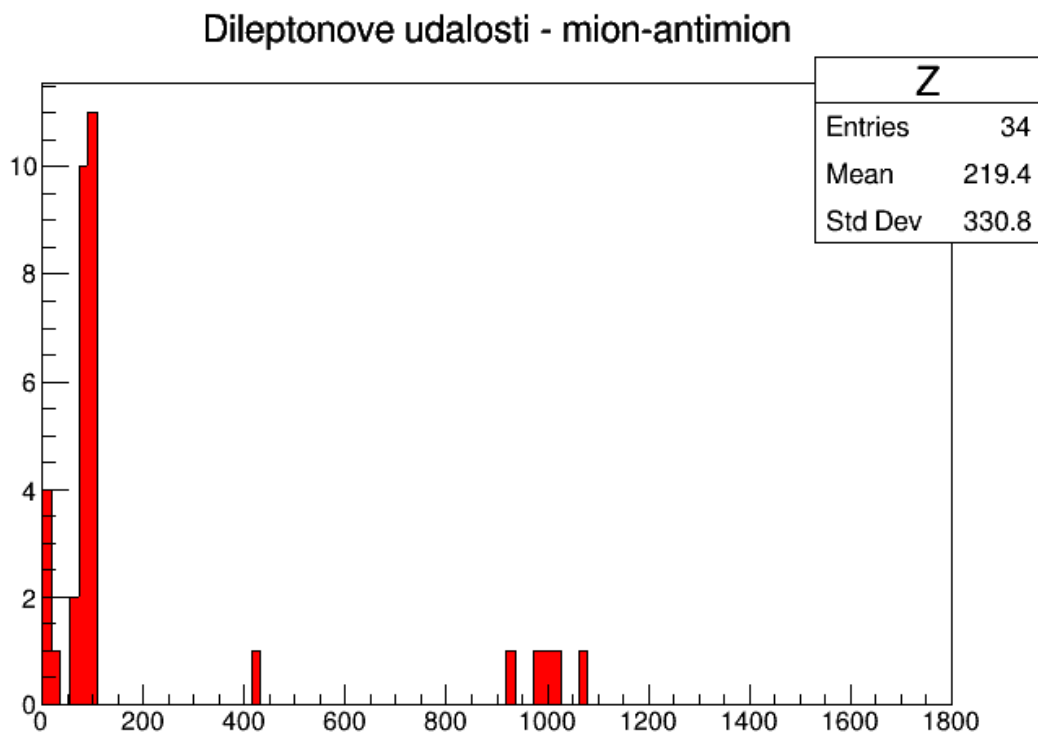
Na histogramech jsme rozpoznali boson  $Z$  a Higgsův boson, dále simulované  $Z'$  a  $g$ , a pravděpodobně také  $J/\psi$  a  $\Upsilon$ .



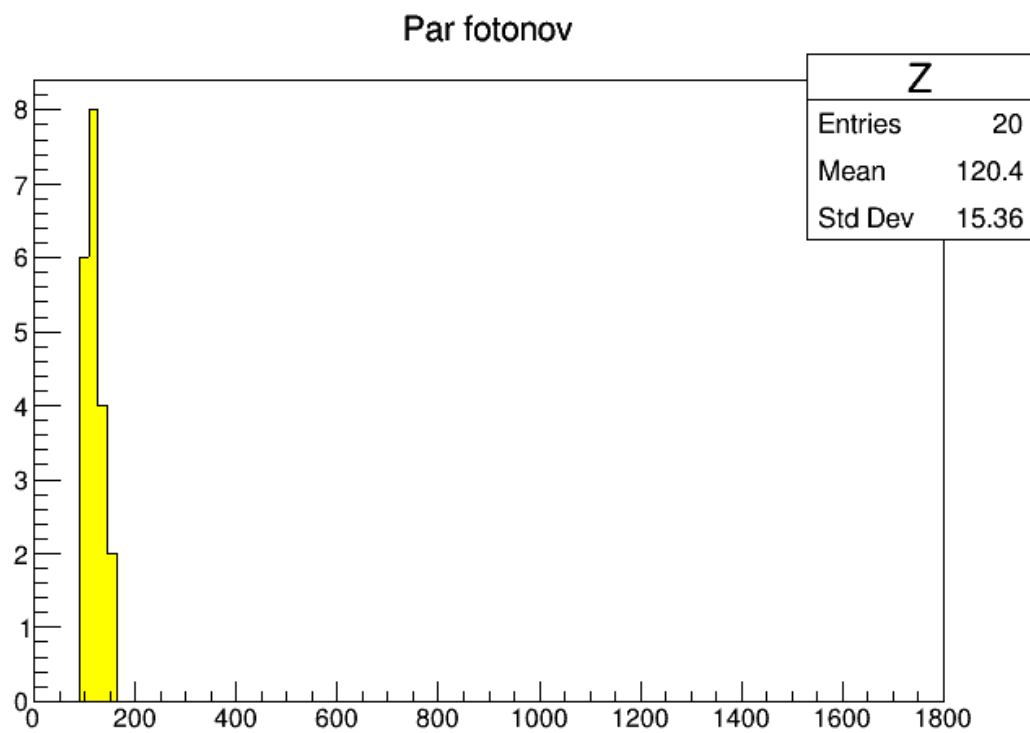
Graf 1: mydata — všechny události



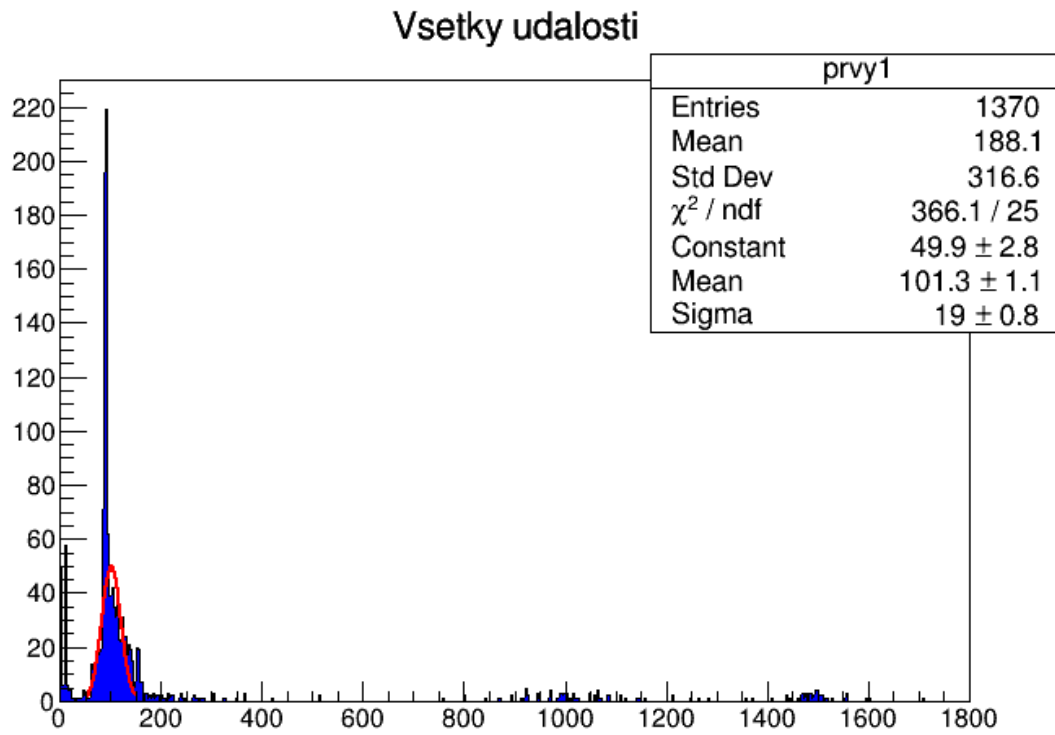
Graf 2: mydata — elektron-pozitronové události



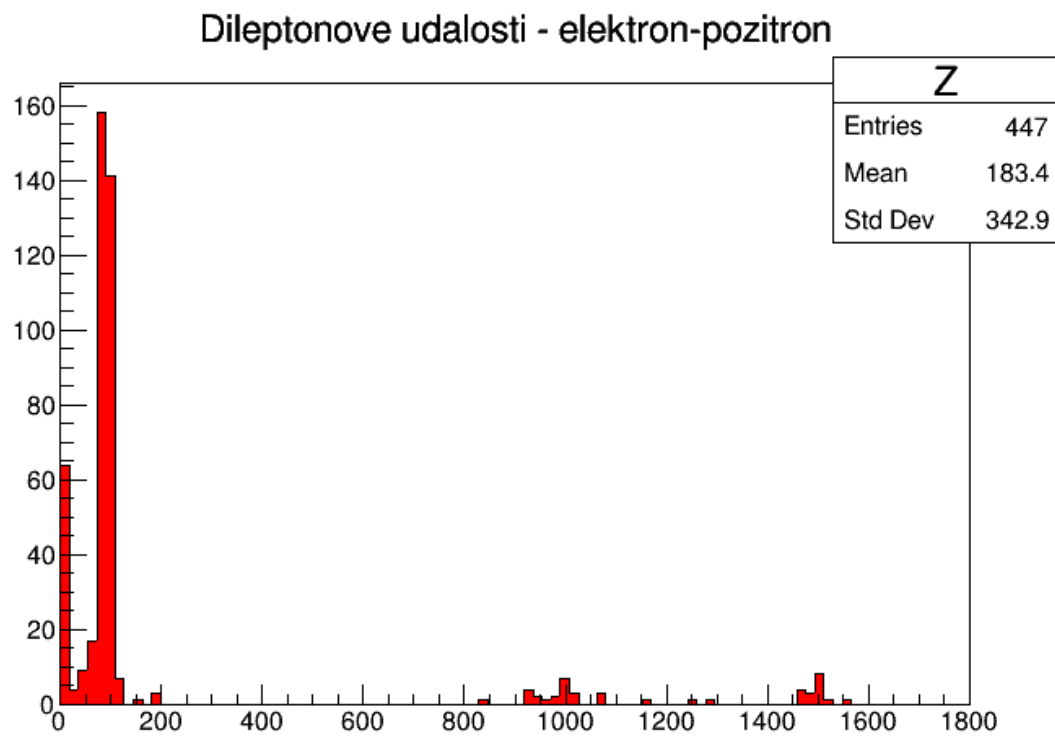
Graf 3: mydata — mion-antimionové události



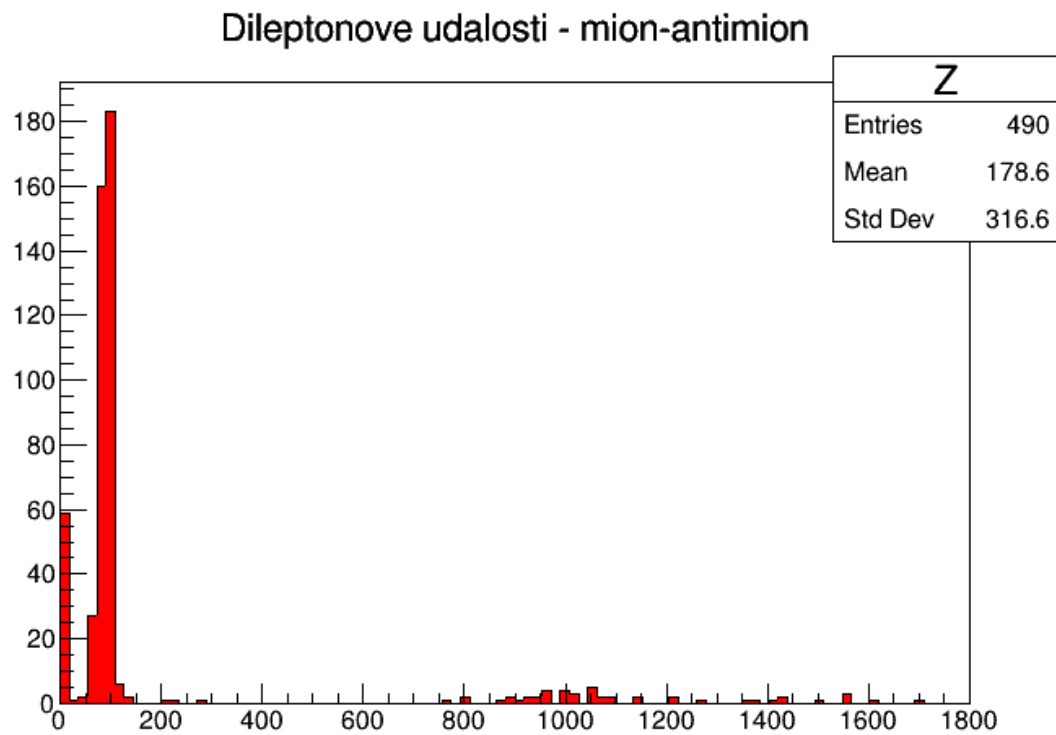
Graf 4: mydata — dvou-fotonové události



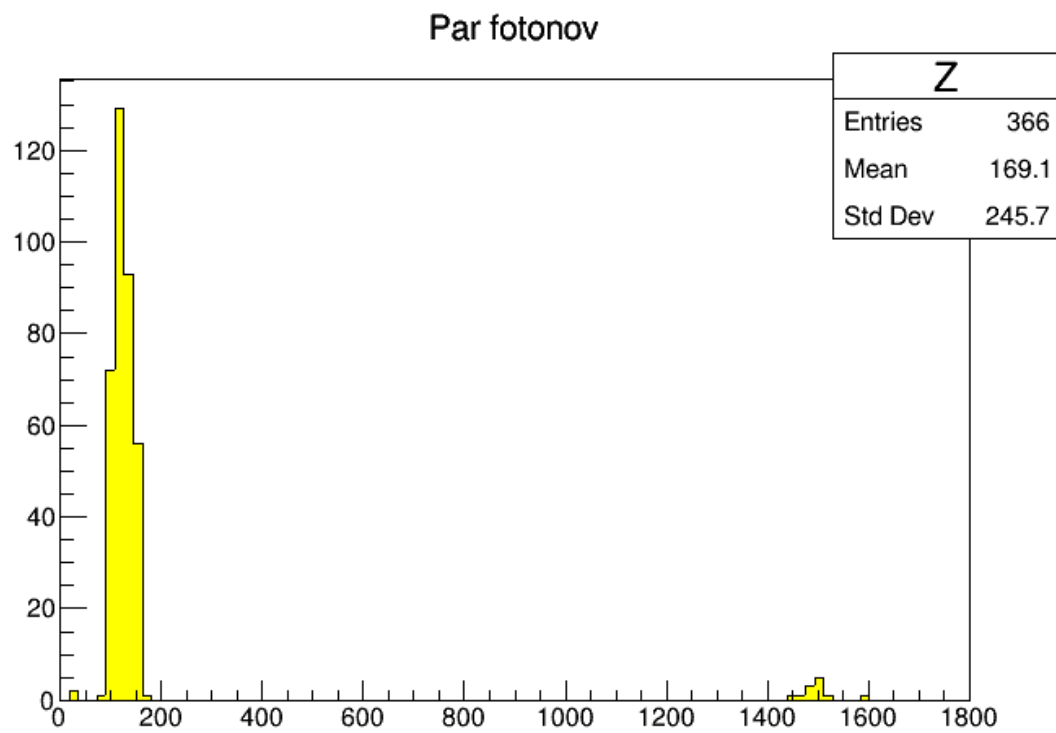
Graf 5: alldata — všechny události



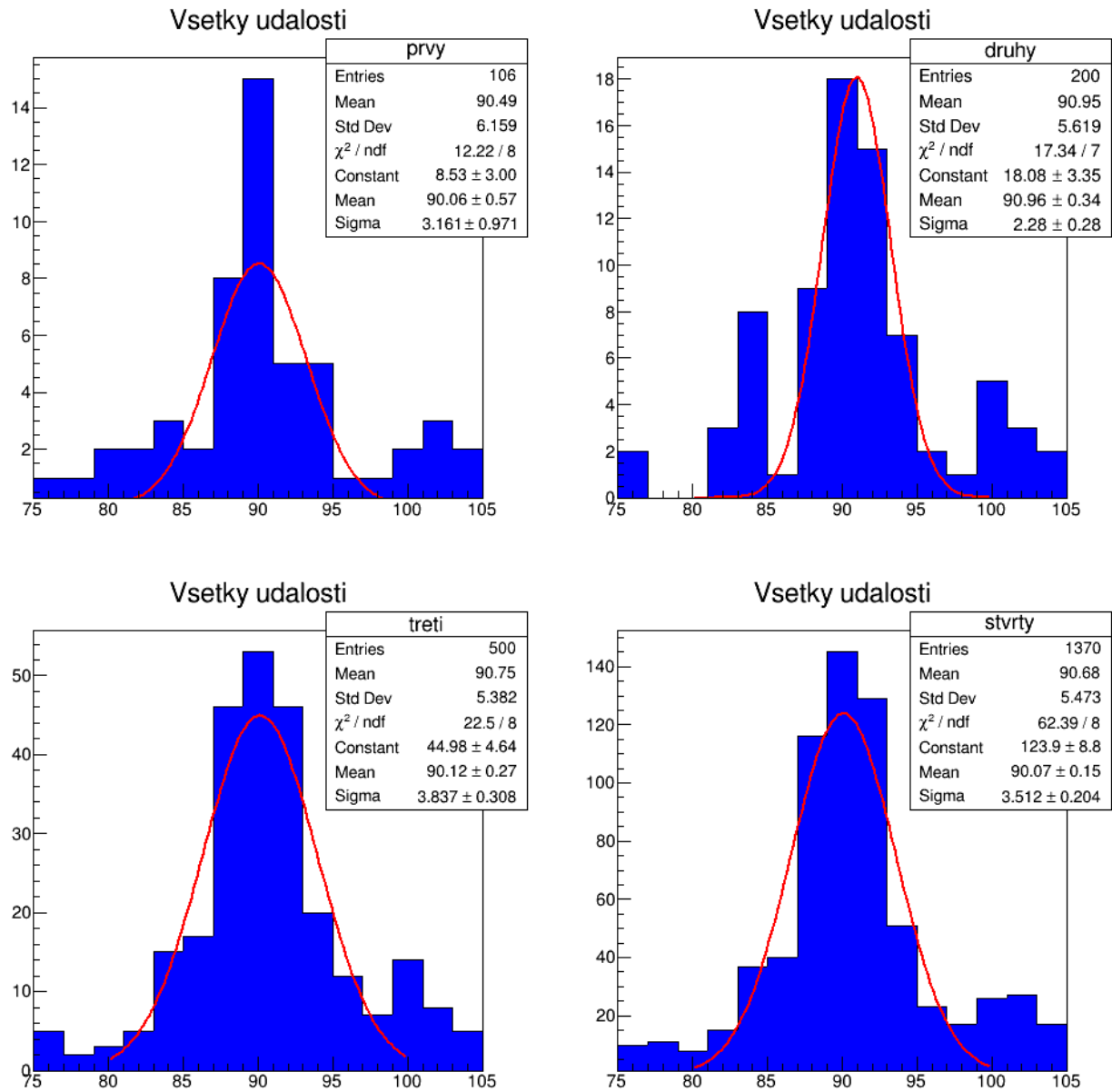
Graf 6: alldata — elektron-pozitronové události



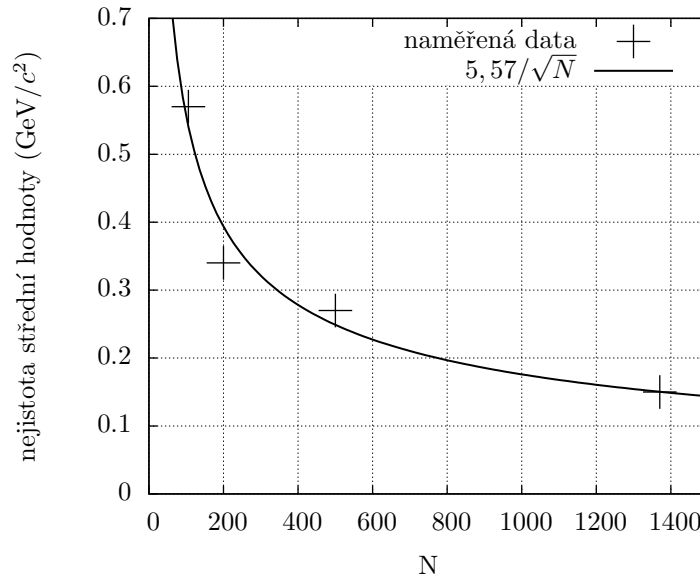
Graf 7: alldata — mion-antimionové události



Graf 8: alldata — dvou-fotonové události



Graf 9: Porovnání histogramů pro různé velké statistické soubory.



Graf 10: Závislost nejistoty určení střední hodnoty hmotnosti bosonu Z na počtu zpracovaných událostí.

## Seznam použité literatury

1. *Objevování částic v detektoru ATLAS v CERN—Základní fyzikální praktikum* [online]. [cit. 2017-10-23]. Dostupný z WWW: ([http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/\\_media/zadani/texty/txt\\_401.pdf](http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/_media/zadani/texty/txt_401.pdf)).