



# Дълбоко-нееластични взаимодействия на мюони в електронните детектори на експеримента **SND@LHC**

Георги Златинов

# ***SND@LHC*** (*Scattering Neutrino Detector @ LHC*)

## Научна програма

### Неутринни взаимодействия

- Измервания на  $\nu$  взаимодействия в  $\sim$ TeV енергетичен диапазон
- Наблюдения на  $\nu_\tau$

### Лептони при слаби взаимодействия

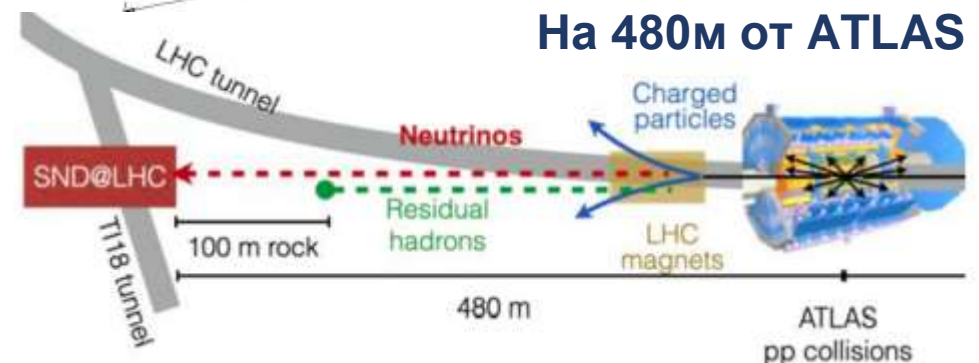
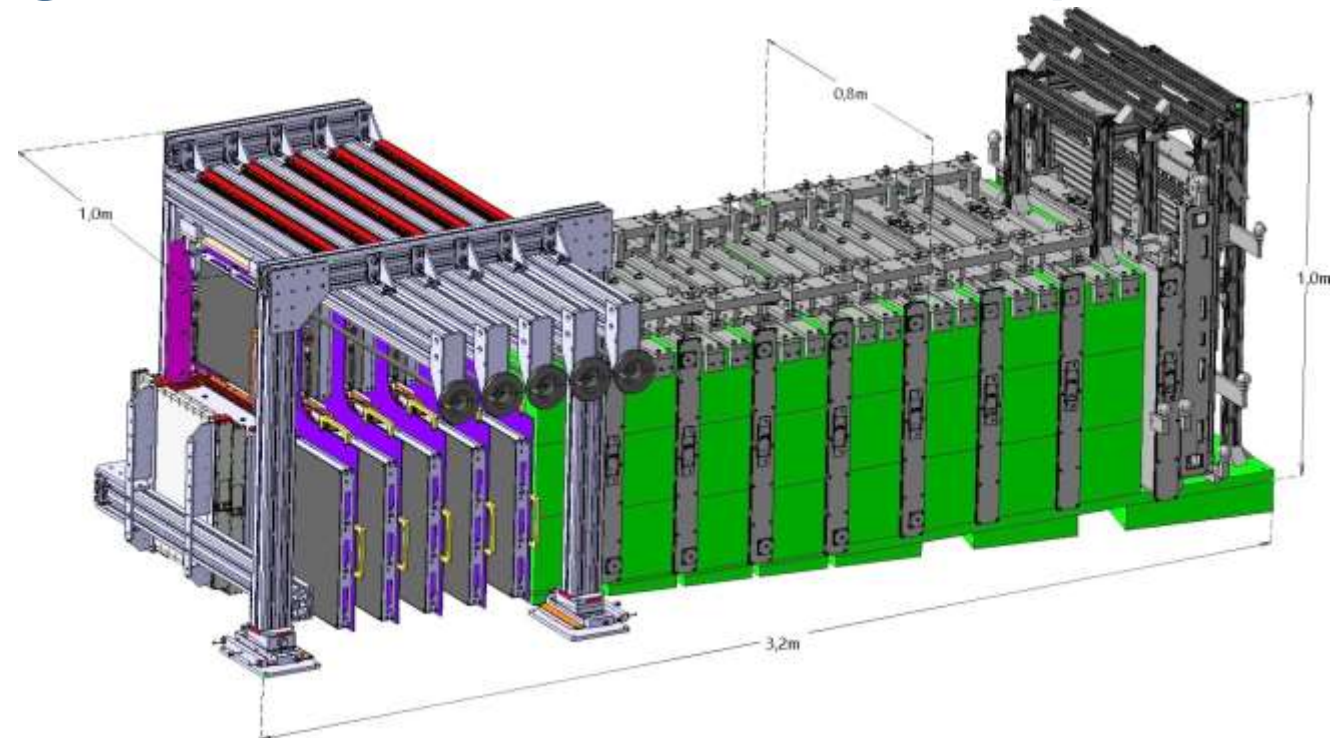
- Може да различава трите аромата  $\Rightarrow$  проверка на универсалността на ароматите

### Силни взаимодействия

- Измерване на продукцията на чаровни кварки чрез разпадът им на неутрино

### Физика отвъд Стандартния модел

- Потенциал за търсене на леки частици, които се биха разпаднали в обема на детектора



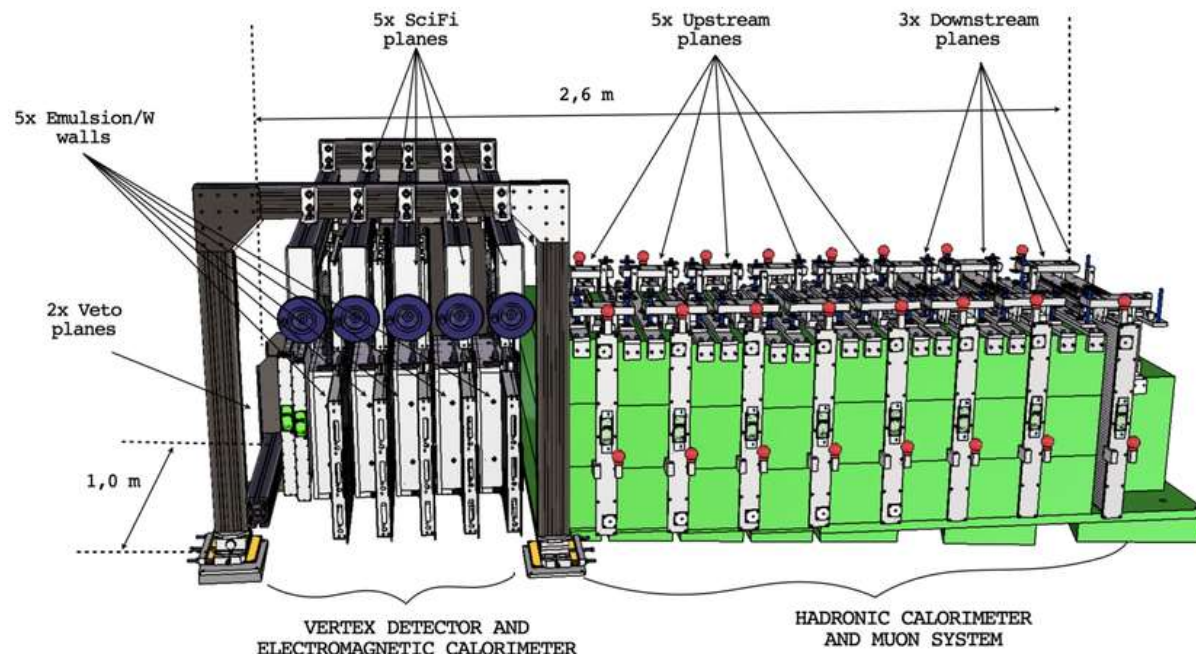
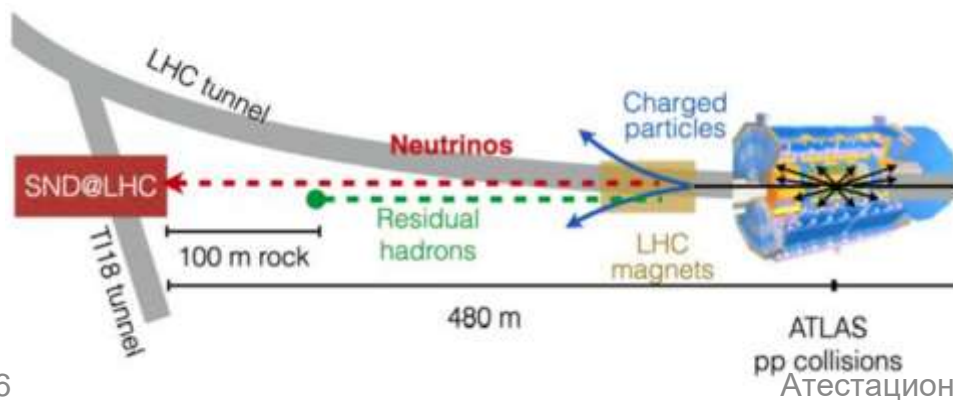
# Детекторна система на SND@LHC

## Вето система:

- 2 (2022-2023) / 3 (2024) сцинтилационни равнини

## Vertex детектор и ECAL:

- Волфрамова мишена
- 5 стени х59 емулсионни слоя
- 5 станции от сцинтилационни влакна



## HCAL и мюонна система:

- 8 20cm Fe плочи
- 8 сцинтилационни равнини
- Първите 5 (US) с по-ниска разделителна способност от последните 3 (DS)

# Задачата

**Цел:** Идентификация на дълбоко-нееластични взаимодействия на мюони в електронните детектори на *SND@LHC* и (**Крайна цел**) пресмятане на сеченията им на взаимодействие

## **Дълбоко-нееластични взаимодействия:**

Взаимодействия, при които мюонът обменя виртуален фотон с нуклон/ядро. При достатъчно голям пренос на енергия, нуклонът/ядрото се разпада, водейки до образуването на лавина в детектора.

# Използвани тестови данни

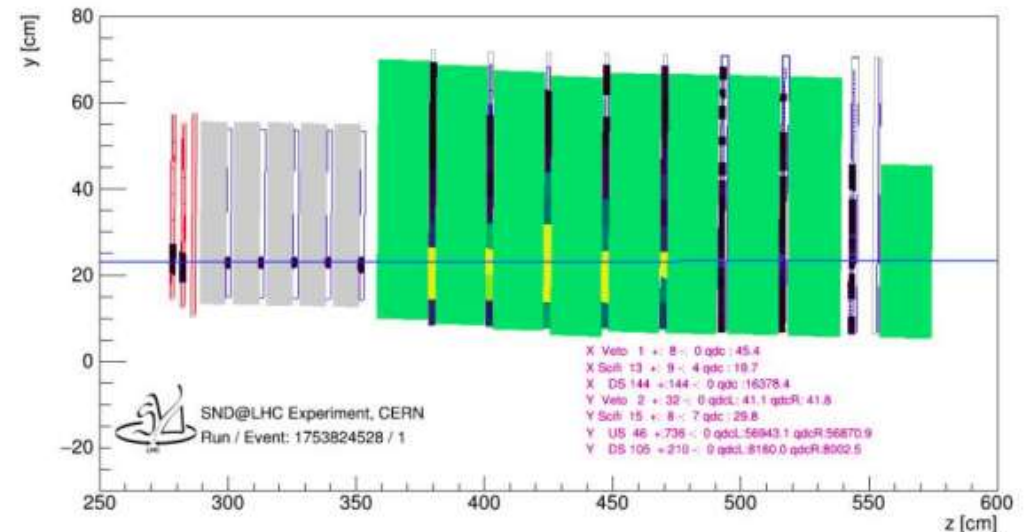
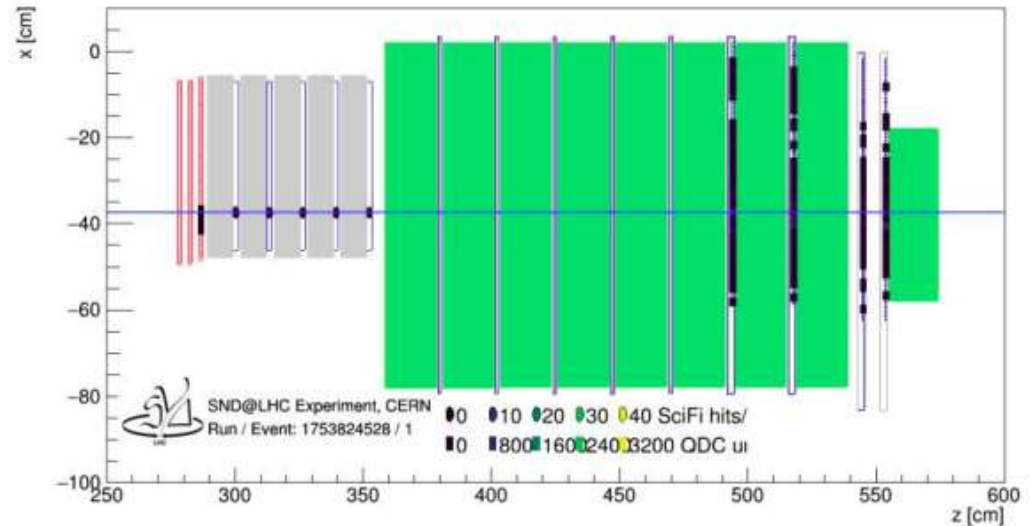
Данни	Брой събития	Източник
Истински данни LHC fill #8297, 2022 г.	51 млн.	LHC fill #8297, 2022 г.
MC PMU	1.213 млн.	FLUKA pp collisions и транспортиране до детектора и GEANT4 през детектора
MC PMU no Had in Target	1.211 млн.	FLUKA pp collisions и транспортиране до детектора и GEANT4 през детектора
MC muDIS	—	—

# Стратегия

## Какво търсим?

1. Единичен мюон навлизащ в детектора
  - Малък брой попадения във вето и SciFi
2. Образуване на лавини в калориметъра
  - Увеличена активност в US
  - Голям сумарен QDC сигнал

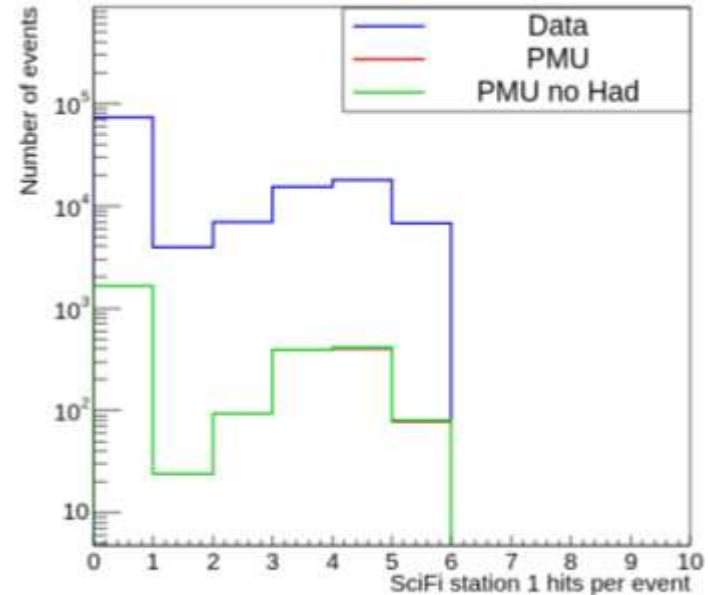
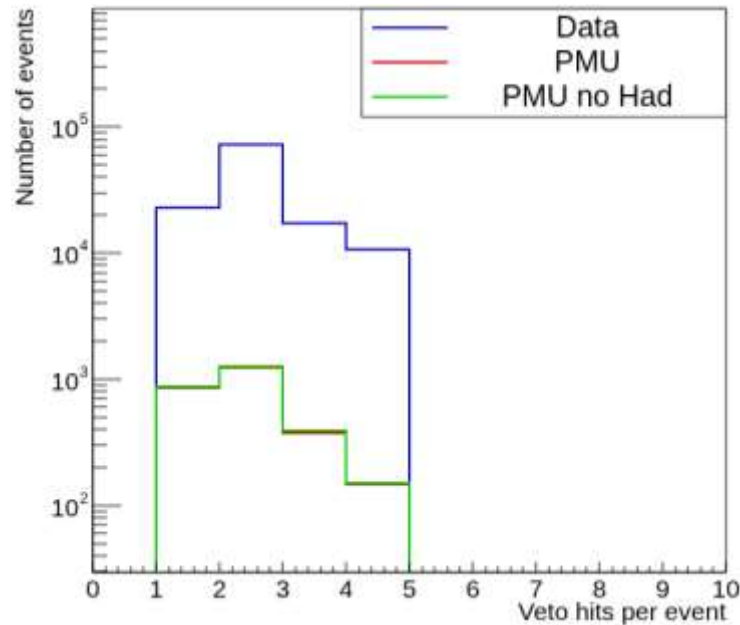
DIS



# Стратегия

## Единичен начален мюон:

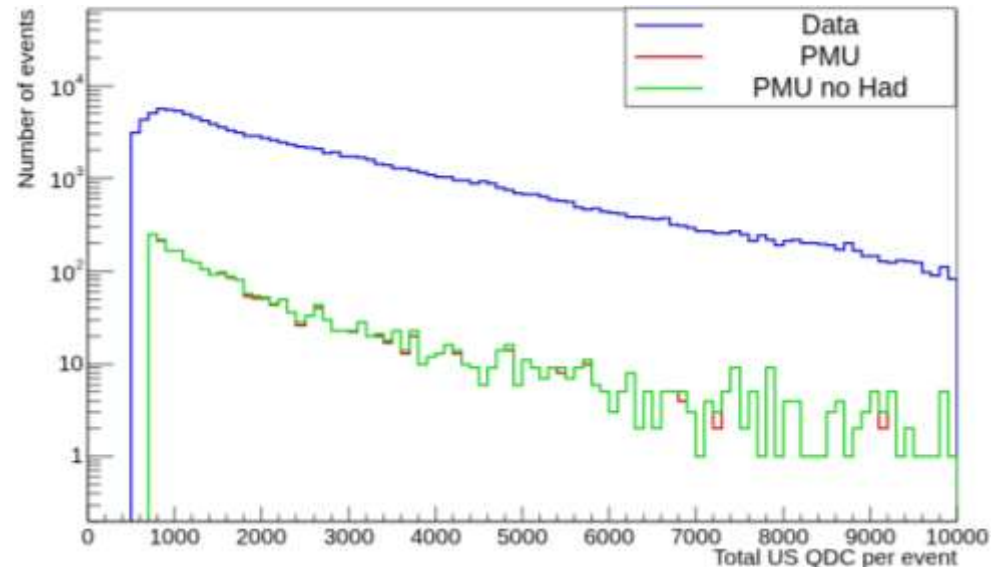
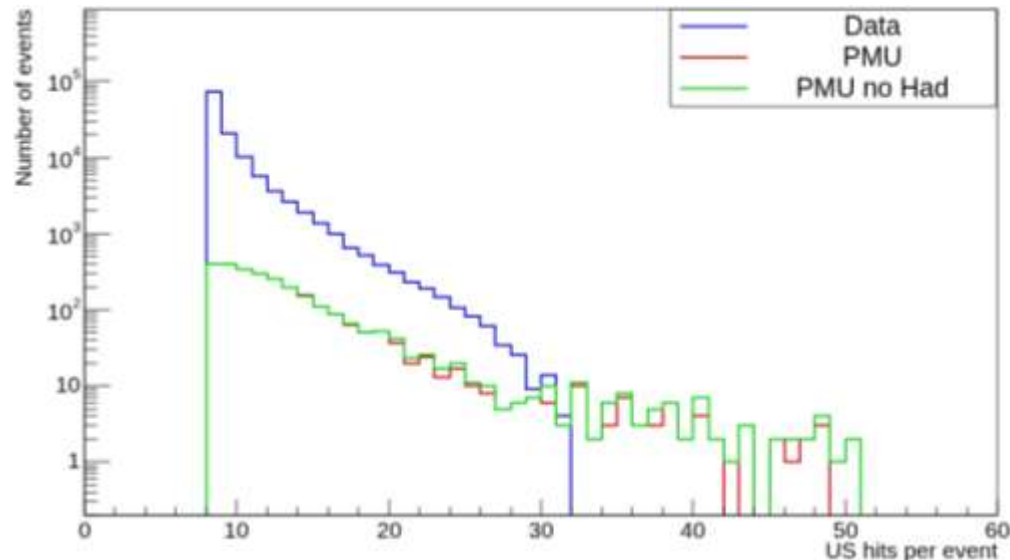
1. Повече от 1 попадение в двете вето равнини общо, но най-много 2 попадения на равнина
2. По-малко от 6 попадения в първата SciFi станция



# Стратегия

## Лавина в US:

1. Има попадения във всичките 5 равнини на US
2. Да има поне 8 попадения в US
3. Общият сигнал (QDC) за събитие в US да бъде  $> 500$  (700 за МК данни от калибровъчни съображения)



# Преминаващи мюони (PMU) и фонови взаимодействия

## Преминаващи мюони

- Най-честият тип събития  $\Rightarrow$  най-голям фон
- Чист преминаващ мюон  $\rightarrow$  една мюонна следа, без силна активност

## Фонови взаимодействия на преминаващите мюони

- Мюонът или образувана вторична частица може да предизвика лавина в детектора
- Първични мюони:
  - В близост до детектора – изискванията за единичен мюон във вето и SciFi
  - В мишената – премахнати при селекцията на PMU
  - В HCAL – предстои да се направи оценка в следващи стъпки

# Преминаващи мюони (PMU) и фонови взаимодействия

## Фонови взаимодействия от вторични частици в мишената

Взаимодействие		Process ID
Адронни взаимодействия	$h + N \rightarrow X$	kPHadronic = 13
Адронни нееластични взаимодействия	$h + N \rightarrow h' + X$	kPHInelastic = 23
Фотонни нееластични взаимодействия	$\gamma + N \rightarrow X$	kPPhotonInelastic = 24
Мюонни ядрени взаимодействия	$\mu + N \rightarrow \mu + X$	kPMuonNuclear = 25
Електронни ядрени взаимодействия	$e^- + N$ $\rightarrow e^- + X$	kPElectronNuclear = 26
Позитронни ядрени взаимодействия	$e^+ + N$ $\rightarrow e^+ + X$	kPPositronNuclear = 27
Фотонни ядрени взаимодействия	$\gamma + N \rightarrow N' + \dots$	kPPhotoNuclear = 40

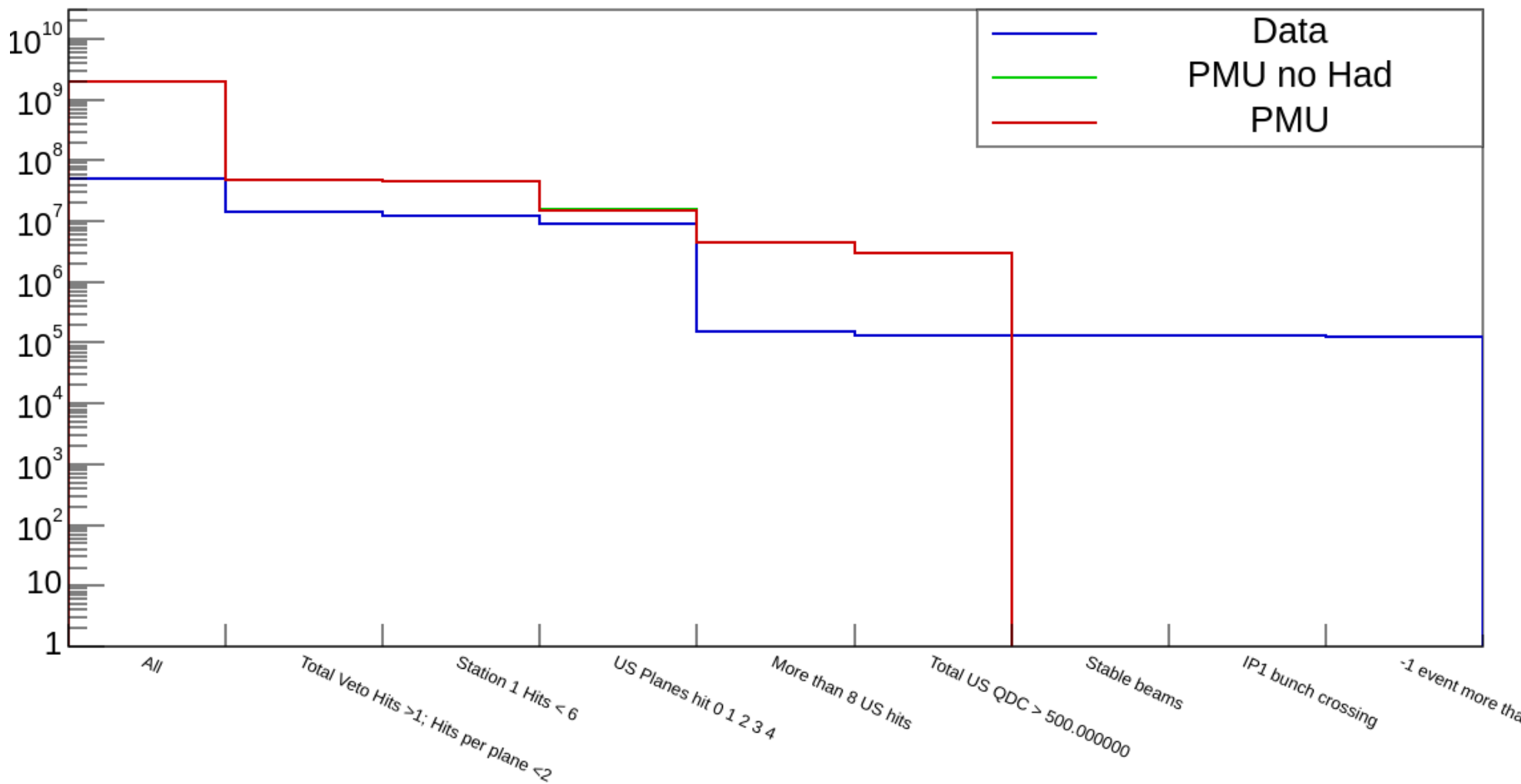
# Предварителни резултати

Реални данни:  
123810 - 0,24%

PMU:  
2674 - 0.22%

PMU no Had:  
2623 - 0.22%

Събития, отпаднали  
заради адронни  
взаимодействия:  
2328 - 0,19% от  
началните PMU.



# Следващи стъпки

- Генериране на Монте Карло данни за muDIS
- По-добро филтриране на събитията в US
  - Подбиране на подходящ работен обем
  - Допълнително филтриране на събитията спрямо пространствена анизотропия
- Набиране на повече статистика за PMU
- Изследване на ядрени взаимодействия, предизвикващи лавини в HSCAL

# Други дейности

Постерен доклад: **SHiP – Search for Hidden Particles** (*Summer School on Neutrino Physics Beyond the Standard Model, Strasbourg*)

Подготвяне на лекции и семинари: курс *Detectors of Ionizing Radiation* за специалност NPP

Работна командировка с цел набиране и анализ на данни за експеримента *SND@LHC* в ЦЕРН