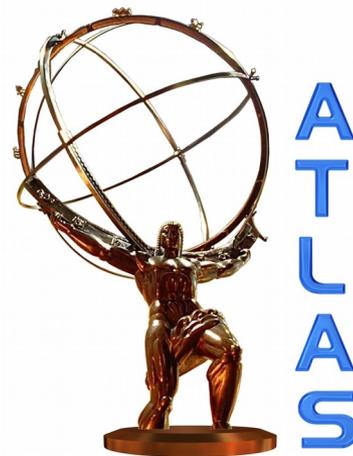


# Úvod k cvičeniu



Michal Dubovský,  
Univerzita Komenského v Bratislave

# Ako nahrat' dáta do programu

- Stiahnite si svoj dataset (.zip súbor) a rozbalte si súbory z neho do nejakého priečinku
- Otvorte si v Hypatii prvý event (File -> Read Event Locally -> v okne vyhl'adajte prvý event a otvorte ho)
- V Hypatii by ste mali vidieť záznam z detektora pre prvý event

# Popis základných častí

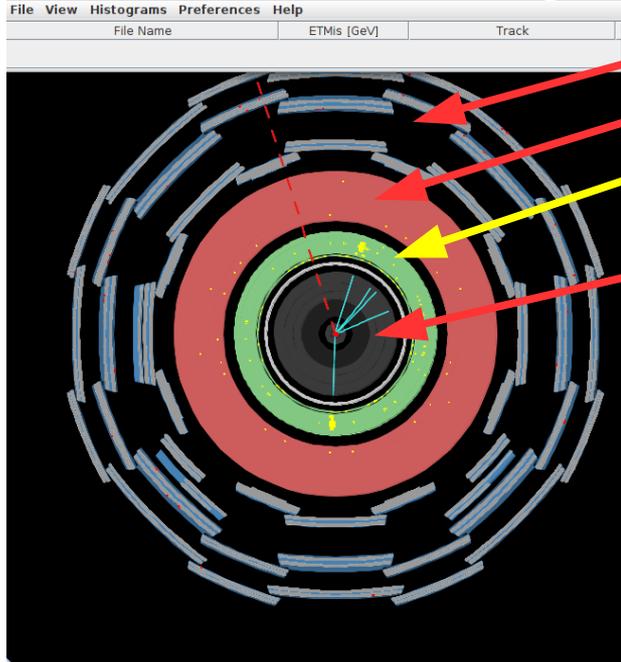
The image displays the HYPATIA software interface, which is used for particle physics data analysis. It is divided into several main sections:

- Top Panel:** A menu bar (File, View, Histograms, Preferences, Help) and a header table with columns for File Name, ETMis [GeV], Track, P [GeV], +/-, Pt [GeV],  $\varphi$ ,  $\eta$ , M(2) [GeV], M(eeee) [GeV], M(eemm) [GeV], M(mmmm) [GeV], and e/m/g.
- Left Panel:** A 2D cross-section of the ATLAS detector, showing concentric layers of the calorimeter and muon chambers. A red dashed line indicates a track path. The text "Pričný rez ATLASu" (Cross-section of ATLAS) is overlaid in green.
- Right Panel (Top):** The "HYPATIA - Track Momenta Window". It shows a table of track data with columns for Track, +/-, P [GeV], Pt [GeV],  $\varphi$ , and  $\theta$ . A red arrow points to the first row of data. The text "Jednotlivé tracky zaznamenané detektorom (číslo tracku, náboj, hybnosť, pričná hybnosť, uhol  $\varphi$  a pseudorapidita  $\theta$ )" (Individual tracks recorded by the detector (track number, charge, momentum, transverse momentum, angle  $\varphi$  and pseudorapidity  $\theta$ )) is overlaid in black.
- Right Panel (Bottom):** The "HYPATIA - Control Window". It shows a table of parameters with columns for Name and Value. The text "Pozdĺžny rez ATLASu" (Longitudinal section of ATLAS) is overlaid in yellow on the left side of this panel.

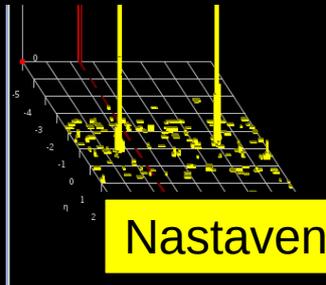
Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	$\varphi$	$\theta$
Tracks 166	+	44.42	43.17	1.284	1.333
Tracks 198	-	47.67	47.23	-1.613	1.708
Tracks 304	+	66.58	42.93	0.400	0.701
Tracks 308	-	16.82	11.03	0.771	0.715
Tracks 325	-	8.51	5.54	0.859	2.432

Name	Value
InDet	
Calo	> 5.0 GeV
MuonDet	<input checked="" type="checkbox"/>  Pt
Objects	<input type="checkbox"/>  Pt2
ATLAS	<input checked="" type="checkbox"/>  d0
	< 2.5 mm
	< 20.0 cm
	< 2.0 cm
	< 2.5 mm
	> 0
	> 2

# Popis základných častí

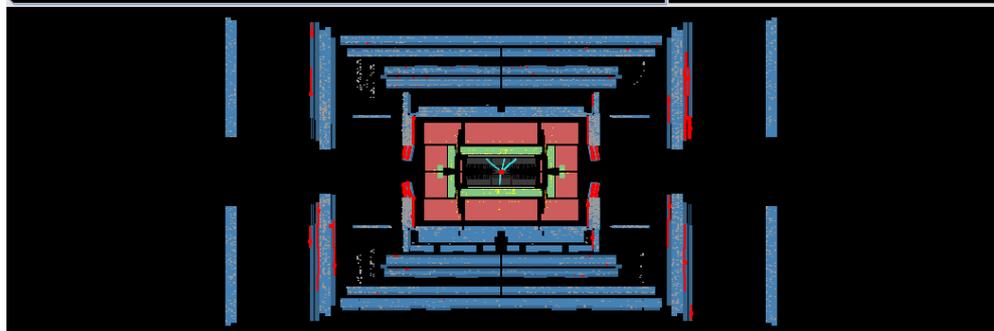


**Miónový spektrometer.** Sem sa dostanú iba mióny  
**Hadrónový kalorimeter.** Sem sa elektróny ani fotóny nedostanú  
**Elektromagnetický kalorimeter.** Elektróny aj fotóny tu nechajú jasný signál  
**Vnútorňý detektor.** Nabité častice tu nechajú stopu (čiže napr. mióny a elektróny ano, fotóny nie)



Nastavenie selekcie častíc

Minimálnu priečnu hybnosť nastavte na 5 GeV, ak máte v evente veľa trackov, zvýšte to na 10 GeV, alebo 15 GeV



HYPATIA - Control Window

Parameter Control Interaction and Window Control Output Display

Projection Data Cuts InDet Calo MuonDet Objects Geometry

	Name	Value
InDet		
Calo	<input checked="" type="checkbox"/>  Pt	> 5.0 GeV
MuonDet	<input type="checkbox"/>  Pt2	< 700.0 MeV
Objects	<input checked="" type="checkbox"/>  d0	< 2.5 mm
ATLAS	<input checked="" type="checkbox"/>  z0	< 20.0 cm
	<input type="checkbox"/>  d0 Loose	< 2.0 cm
	<input type="checkbox"/>  z0-zVtx	< 2.5 mm
	<input type="checkbox"/> Layer	0
	<input type="checkbox"/> Number Pixel Hits	2

# Popis základných častí

The screenshot displays the HYPATIA software interface. On the left, there are two main views: a top-down view of the ATLAS detector and a 3D perspective view of the detector. On the right, the 'HYPATIA - Track Momenta Window' is open, showing a table of track data. Below this, the 'HYPATIA - Control Window' is visible, with various control panels and a table for parameter control.

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	$\phi$	$\theta$
Tracks 166	+	44.42	43.17	1.284	1.333
Tracks 198	-	47.67	47.23	-1.613	1.708
Tracks 304	+	66.58	42.93	0.400	0.701
Tracks 308	-	16.82	11.03	0.771	0.715
Tracks 325	-	8.51	5.54	0.859	2.432

**Priblíženie a oddialenie detektora. Potiahnutie myšou od stredu oddiali, potiahnutie myšou k stredu priblíži**

**Vyberanie jednotlivých trackov, alebo fotónov. Kliknutie na objekt v oknách s prierezmi ATLASu ho označia aj v tabuľke vpravo hore.**

# Typy eventov ktoré nás zaujímajú

## Rozpady Z bozónu

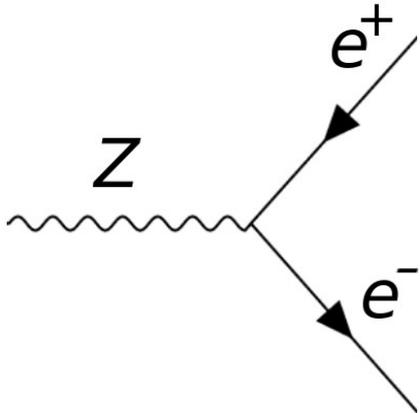
- Z bozón sa môže rozpadat' veľa spôsobmi, nás zaujímajú dva ktoré vidíte nižšie
- Z bozón je neutrálny, takže súčet nábojov častíc na ktoré sa rozpadne musí byť nula
- Zachováva sa "lepton flavor", rozpad  $Z \rightarrow e\mu$  preto nie je povolený, leptóny musia byť rovnakého typu

## Rozpady Higgsovo bozónu

- Je veľa spôsobov ako sa môže rozpadnúť.
- Nás budú zaujímať dva, ktoré su najľahšie identifikovateľné a ktoré boli aj použité pri jeho objave

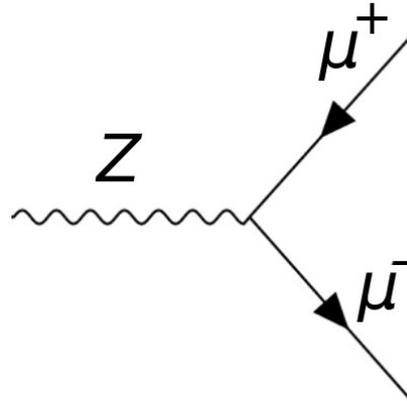
$Z \rightarrow ee$

- Vznikne pár elektrón-pozitrón ( $e^-e^+$ )

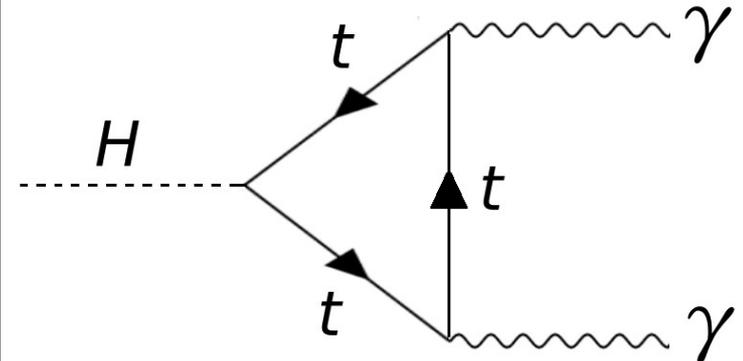


$Z \rightarrow \mu\mu$

- Vznikne pár mión-antimión ( $\mu^-\mu^+$ )



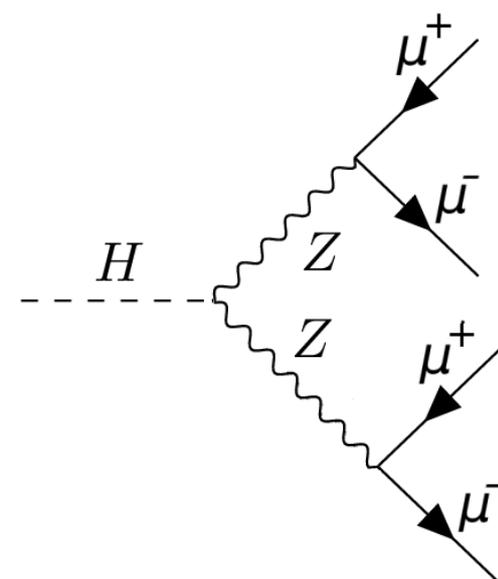
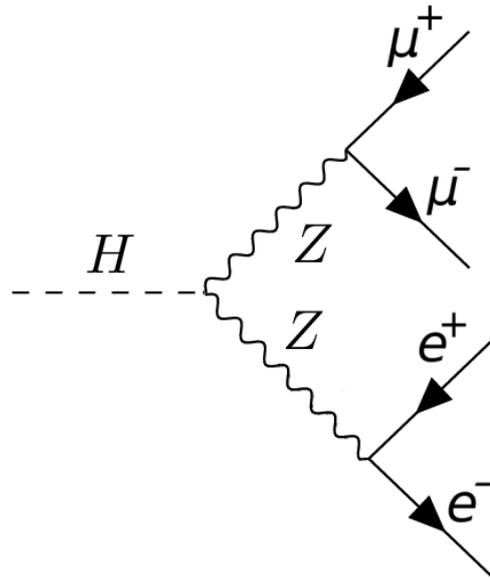
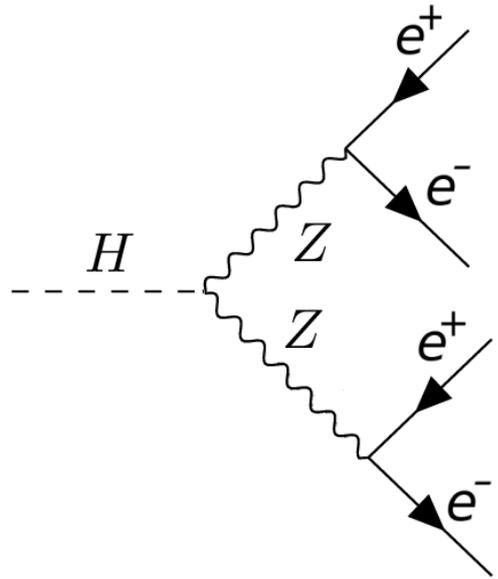
## 1. spôsob: Rozpad na 2 fotóny



# Typy eventov ktoré nás zaujímajú

## 2. spôsob rozpadu Higgsova: Rozpad na 4 nabité leptóny

- Higgsov bozón sa najprv rozpadne na dva Z bozóny a tie následne na dva páry elektrón-pozitrón, alebo mión-antimión
- Všetky možnosti rozpadov vidíte nižšie.



# Čo budeme počítat'

- Majme časticu s energiou  $E$  a hybnosťou  $\vec{p} = (p_x, p_y, p_z)$
- Z teórie relativity vieme spočítat' jej kludovú (tzv. invariantnú)

hmotnosť ako

$$m_0 = \frac{1}{c^2} \sqrt{E^2 - c^2 |\vec{p}|^2} = \sqrt{E^2 - c^2 (p_x^2 + p_y^2 + p_z^2)}$$

- Nech sa táto častica rozpadá na 2 častice A a B, s energiami, resp. hybnosťami  $E_A$  a  $E_B$ , resp.  $p_A$  a  $p_B$ ., pričom platí že:

$$E = E_A + E_B \quad \text{a} \quad \vec{p} = \vec{p}_A + \vec{p}_B$$

- Potom pomocou týchto energií a hybností vieme zrátať hmotnosť pôvodnej častice ako

$$m_0 = \frac{1}{c^2} \sqrt{(E_A + E_B)^2 - c^2 |\vec{p}_A + \vec{p}_B|^2}$$

- Program Hypatia zráta túto veličinu za vás a priraví vám súbor s týmito hodnotami a taktiež si výsledky môžete pozrieť ako histogram.

# Invariantná hmotnosť

- Z relativity poznáte rovnicu  $E = mc^2$  a viete, že keď sa teleso pohybuje rýchlosťou  $\mathbf{v}$ , mení sa jeho hmotnosť  $\mathbf{m}$  oproti kľudovej (invariantnej) hmotnosti  $\mathbf{m}_0$  podľa vzťahu:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \xrightarrow{\text{dosadením do } E = mc^2} \quad E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \xrightarrow{\text{dosadením do } p = mv} \quad p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$E^2 - (pc)^2 = \left( \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right)^2 - \left( \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} c \right)^2 = m_0^2 c^4 \left( \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} - \frac{v^2}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \right) = m_0^2 c^4 \left( \frac{c^2}{c^2 - v^2} - \frac{v^2}{c^2 - v^2} \right)$$

$$E^2 - (pc)^2 = m_0^2 c^4 \left( \frac{c^2 - v^2}{c^2 - v^2} \right) = m_0^2 c^4 \quad \xrightarrow{\quad} \quad m_0 = \frac{1}{c^2} \sqrt{E^2 - c^2 p^2}$$

# Pár slov k jednotkám hybnosti, energie a hmotnosti

- Pravdepodobne ste zvyknutí na nasledovné jednotky:

$$[E] = \text{J} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \quad [p] = \text{kg m s}^{-1}$$

$$[m] = \text{kg} \quad [v] = \text{m s}^{-1}$$

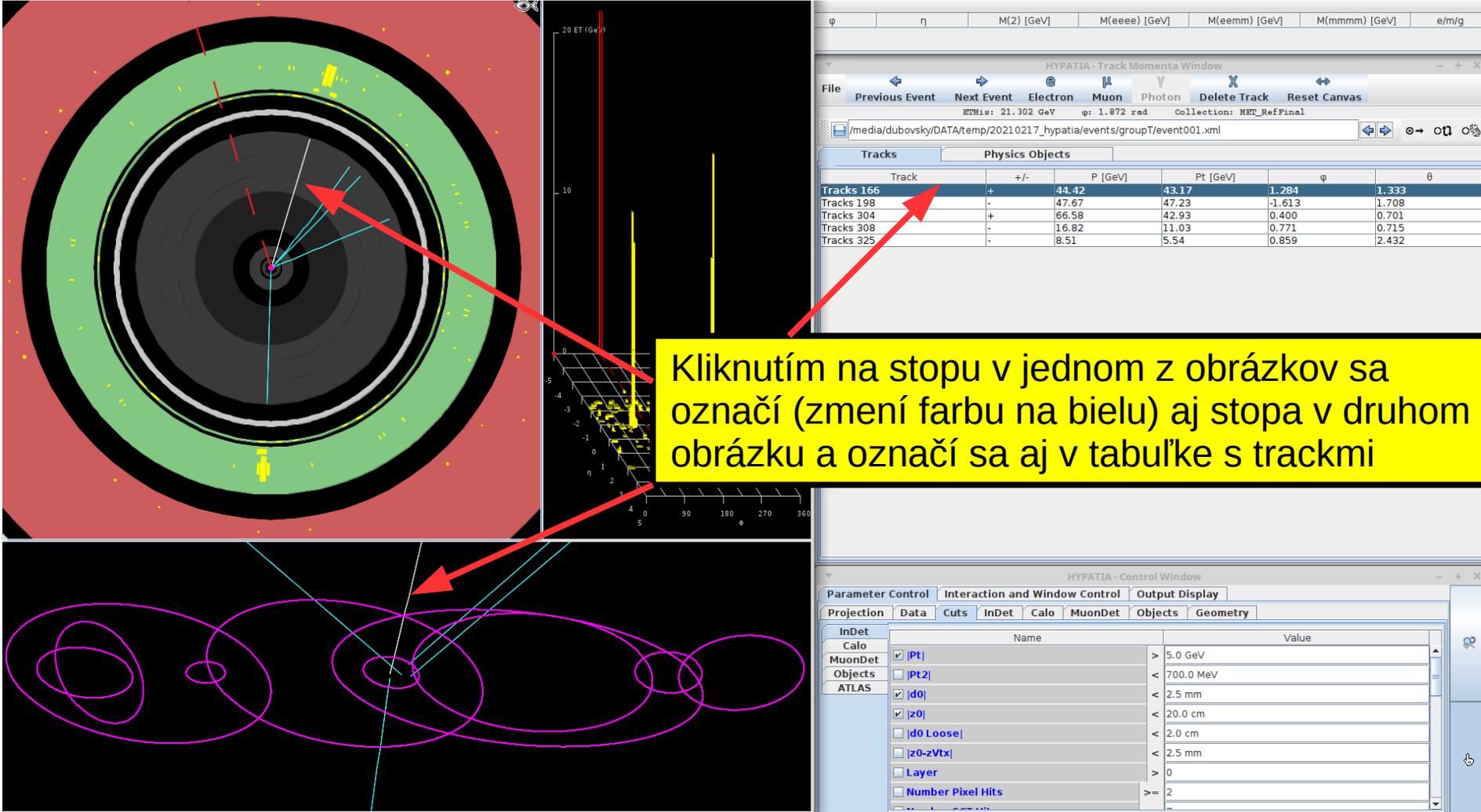
- V jadrovej a časticovej fyzike sa často používa tzv. prirodzená sústava jednotiek, kde rýchlosť svetla  $\mathbf{c = 1}$ , takže rýchlosť je bezrozmerná veličina, vyjadrená v násobkoch rýchlosti svetla
- Zo vzťahov  $\mathbf{E = m.c^2}$  a  $\mathbf{p = m.v}$  vidíme, že v tejto sústave jednotiek majú energia, hybnosť a hmotnosť rovnakú jednotku, napr. eV, MeV, GeV ...
- 1 eV je energia, ktorú získa elektrón ak ho urýchli napätie 1 volt:  $\mathbf{1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}}$
- Hybnosť 1 eV zodpovedá v kg m s<sup>-1</sup> hodnote

$$1\text{eV}/c = 1,6 \times 10^{-19} \text{J} / (3 \times 10^8 \text{m.s}^{-1}) \approx 5,3 \times 10^{-28} \text{kg.m.s}^{-1}$$

- Hmotnosť 1 eV zodpovedá hodnote:

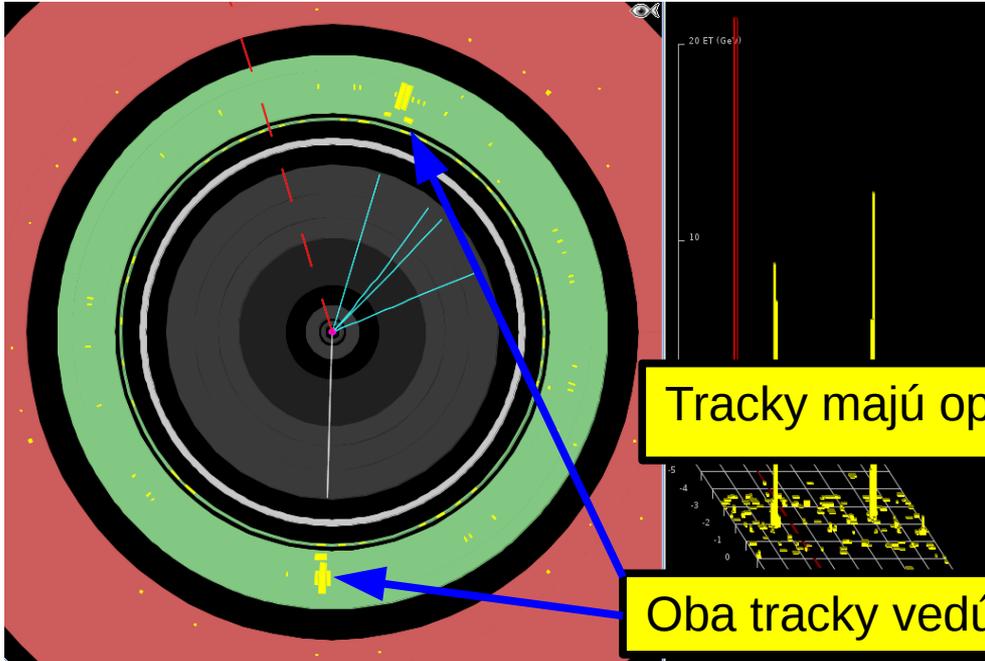
$$1\text{eV}/c^2 = 1,6 \times 10^{-19} \text{J} / (3 \times 10^8 \text{m.s}^{-1})^2 \approx 1,8 \times 10^{-36} \text{kg}$$

# Klasifikácia $Z \rightarrow ee$ eventu



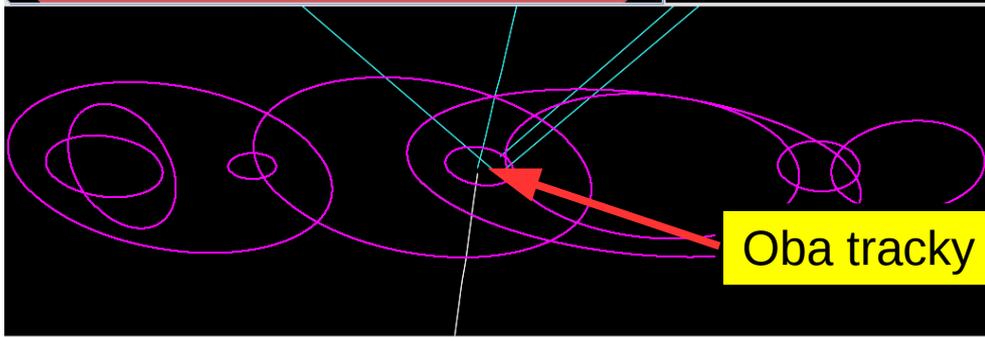
Kliknutím na stopu v jednom z obrázkov sa označí (zmení farbu na bielu) aj stopa v druhom obrázku a označí sa aj v tabuľke s trackmi

# Klasifikácia $Z \rightarrow ee$ eventu



Tracky majú opačné znamienko elektrického náboja (- a +)

Oba tracky vedú k výraznému signálu v elmag. kalorimetri

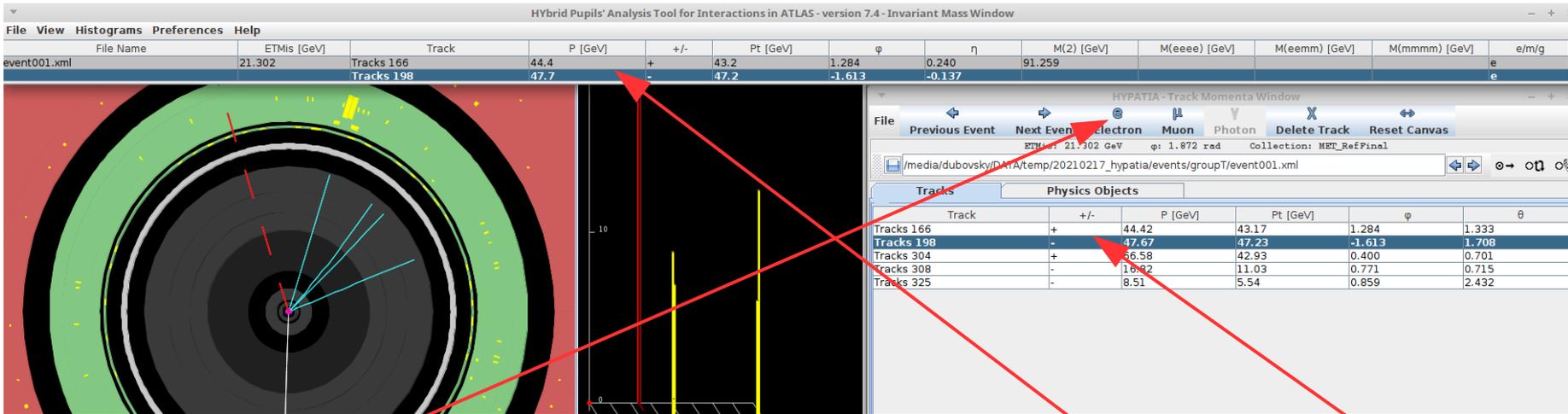


Oba tracky pochádzajú z jedného vertexu (fialová elipsa)

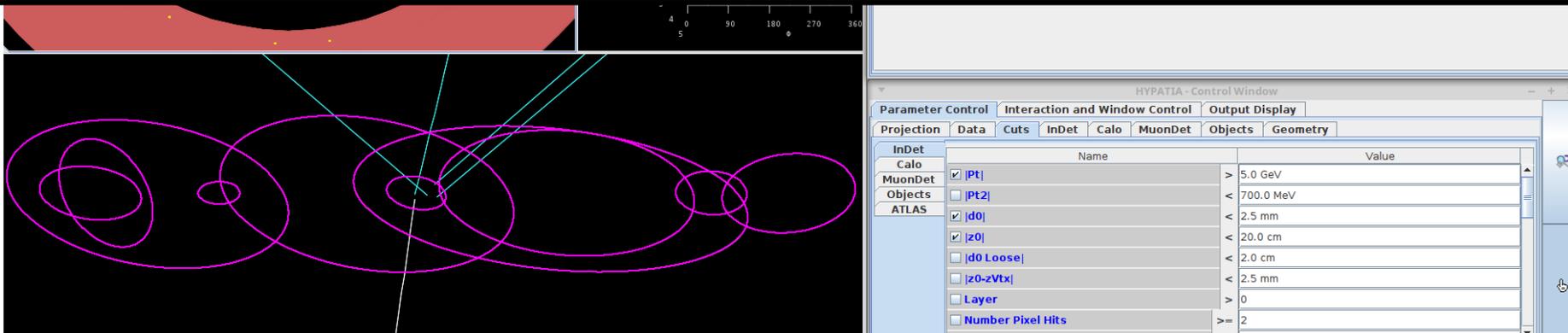
Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	$\phi$	$\theta$
Tracks 166	+	42.42	43.17	1.284	1.333
Tracks 198	-	47.67	47.23	-1.013	1.708
Tracks 304	+	66.58	42.93	0.400	0.701
Tracks 308	-	16.82	11.03	0.771	0.715
Tracks 325	-	8.51	5.54	-0.859	2.432

Name	Value
Calo	
MuonDet	<input checked="" type="checkbox"/>  Pt  > 5.0 GeV
Objects	<input type="checkbox"/>  Pt2  < 700.0 MeV
ATLAS	<input checked="" type="checkbox"/>  d0  < 2.5 mm

# Klasifikácia $Z \rightarrow ee$ eventu



Oba tracky spĺňajú kritériá pre  $Z \rightarrow ee$  event. Označíme teda najprv jeden track, klikneme hore na "electron" a potom to isté pre druhý. To ich pridá do tabuľky s výsledkami.



# Klasifikácia $Z \rightarrow ee$ eventu

V evente vidíme 3 tracky, ktoré smerujú k signálu z elmag. Kalorimetra (čiže máme 3 elektróny)

Keď si označíme tracky a pozrieme sa na pozdĺžny rez ATLASu, zistíme, že iba dva z nich pochádzajú z toho istého vertexu

Tretí elektrón pochádza z iného vertexu

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	$\phi$	$\theta$
Tracks 14	+	42.97	34.70	1.498	0.940
Tracks 20	-	63.96	48.89	-1.525	0.870
Tracks 267	-	41.93	6.66	0.476	2.982
Tracks 279	-	125.23	67.63	-1.904	0.571
Tracks 282	-	22.49	14.45	0.948	2.444
Tracks 284	-	13.48	10.85	0.182	2.206
Tracks 285	+	12.89	8.80	2.434	2.389
Tracks 287	-	11.51	10.80	0.205	1.340

Projection	Data	Cuts	InDet	Calo	MuonDet	Objects	Geometry	Name	Value
InDet									
Calo									
MuonDet								<input checked="" type="checkbox"/>  Pt	5.0 GeV
Objects								<input type="checkbox"/>  Pt2	700.0 MeV
ATLAS								<input checked="" type="checkbox"/>  d0	2.5 mm
								<input checked="" type="checkbox"/>  z0	20.0 cm
								<input type="checkbox"/>  d0 Loose	2.0 cm
								<input type="checkbox"/>  z0-zVtx	2.5 mm
								<input type="checkbox"/> Layer	0
								<input type="checkbox"/> Number Pixel Hits	2

# Klasifikácia $Z \rightarrow \mu\mu$ eventu

The image shows a screenshot of the HYPATIA software interface. On the left, a 'Canvas Window' displays a top-down view of a detector with concentric rings and tracks. Two tracks are highlighted in red and green, extending from the center to the outer rings. On the right, an 'Invariant Mass Window' displays a table of track momenta. Below the table, a 'Physics Objects' section shows a list of tracks with their properties. A yellow box with arrows points to the tracks in the canvas and the table. Another yellow box points to the vertex where the two tracks meet. A third yellow box points to the 'Muon' button in the software interface.

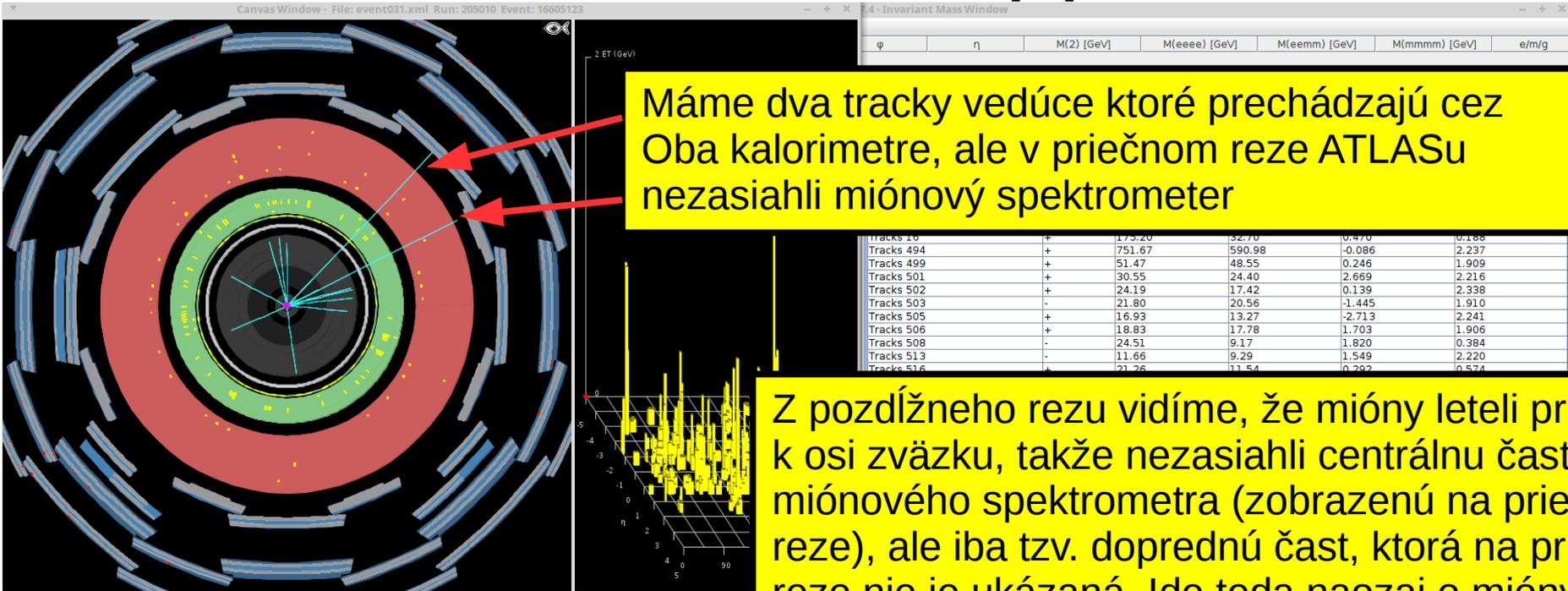
Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	$\psi$	$\theta$
Tracks 0	+	229.83	51.01	-0.297	0.224
Tracks 1	-	668.02	434.57	-0.782	2.433
Tracks 3	+	56.13	12.07	-0.312	0.217
Tracks 5	+	227.40	47.18	-0.290	0.209
Tracks 6	-	27.92	6.14	-0.218	0.222
Tracks 7	-	25.29	6.46	-0.252	0.258
Tracks 54	+	838.76	637.63	2.444	0.864

Máme dva tracky vedúce až do miónového spektrometra. Toto môžu byť len mióny ( $\mu$ ).

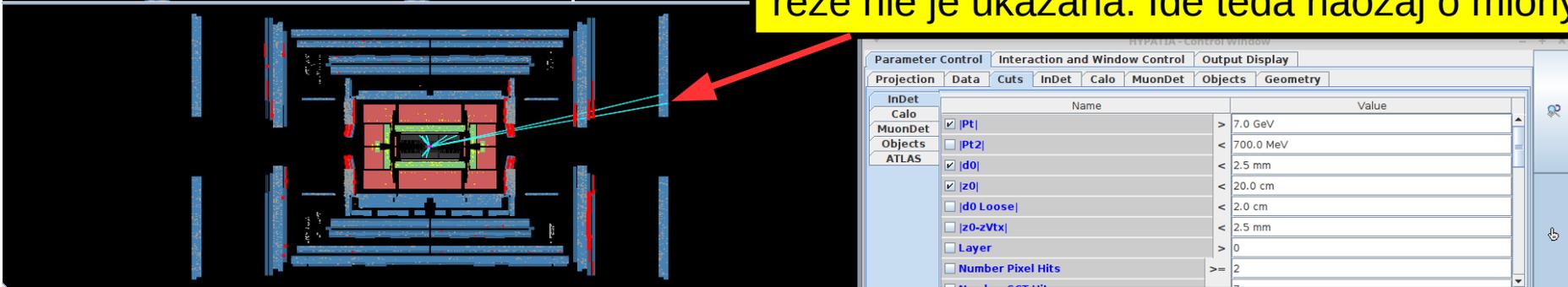
Oba dva tracky pochádzajú z toho istého vertexu

Ide teda o  $Z \rightarrow \mu\mu$  event. Označíme preto postupne jeden a druhý track a klikneme na muon.

# Klasifikácia $Z \rightarrow \mu\mu$ eventu



Z pozdĺžneho rezu vidíme, že mióny leteli príliš blízko k osi zväzku, takže nezasiahli centrálnu časť miónového spektrometra (zobrazenú na priečnom reze), ale iba tzv. doprednú časť, ktorá na priečnom reze nie je ukázaná. Ide teda naozaj o mióny.



# Príklad $H \rightarrow \gamma \gamma$ eventu

The screenshot displays the HYPATIA software interface. At the top, a table shows event data for 'event001.xml'. Below this, the 'HYPATIA - Track Momenta Window' is open, showing a table of tracks and physics objects. The main window shows a detector cross-section with tracks and calorimeter hits. A yellow box highlights a specific event with two tracks and two calorimeter signals. A second yellow box explains that these signals are photons. A third yellow box lists various physics objects and their values.

File Name	ETMis [GeV]	Track	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	$\varphi$	$\eta$	M(2) [GeV]	M(eeee) [GeV]	M(eemm) [GeV]	M(mmmm) [GeV]	e/m/g
event001.xml	21.302	Tracks 166	44.4	+	43.2	1.284	0.240	91.259				e
		Tracks 198	47.7	-	47.2	-1.613	-0.137					e

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	$\varphi$	$\theta$
Tracks 221	-	10.25	6.41	1.932	0.675
Tracks 273	-	23.82	17.36	3.133	2.325

Object	Name	Value
Calo	<input checked="" type="checkbox"/>  Pt	> 5.0 GeV
	<input type="checkbox"/>  Pt2	< 700.0 MeV
MuonDet	<input type="checkbox"/>  d0	< 2.5 mm
	<input checked="" type="checkbox"/>  z0	< 20.0 cm
Objects	<input type="checkbox"/>  d0 Loose	< 2.0 cm
	<input type="checkbox"/>  z0-zVtx	< 2.5 mm
ATLAS	<input type="checkbox"/> Layer	> 0
	<input type="checkbox"/> Number Pixel Hits	>= 2

V evente máme len dva tracky, ktoré nevedú k žiadnemu signálu v kalorimetri

Máme tiež dva výrazné signály z elmag. kalorimetra, ku ktorým nevedie žiaden track. Boli teda spôsobené časticou bez elektrického náboja, ktorá ale pravdepodobne nie je hadrónom (žiadny signál v hadrónovom kalorimetri). Takáto častica je len jedna  $\rightarrow$  fotón (označovaný tiež ako  $\gamma$ )

# Príklad $H \rightarrow \gamma \gamma$ eventu

The image shows a screenshot of the HYPATIA software interface. On the left, a circular cross-section of the ATLAS detector is displayed with various colored regions. A yellow arrow points from a table entry to a specific region in the detector. To the right, a 3D plot shows energy (ET) in GeV on the vertical axis. Below the detector view, a table titled "Physics Objects" lists two objects with their respective parameters. A red arrow points from the table to the "Physics Objects" tab in the software window. A yellow callout box explains that clicking on a photon in the table highlights it in the detector cross-section. Another yellow callout box explains that the event contains two photons, which are candidates for an  $H \rightarrow \gamma \gamma$  event, and that the user should click on each and label them as photons. A third yellow callout box explains that clicking on the "Physics Objects" tab displays a list of photons from the event.

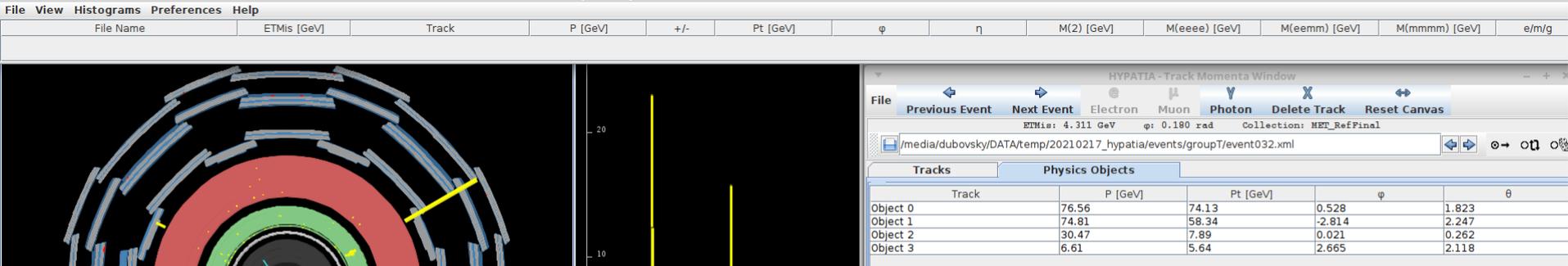
Track	P [GeV]	E [GeV]	$\theta$ [rad]	$\phi$ [rad]	$\theta$ [rad]
Object 0	80.95	57.88	1.608		0.797
Object 1	64.22	45.88	1.494		2.346

Ked klikneme v tabuľke na fotón, zvýrazní sa v pričnom reze ATLASu

Event má dva fotóny. Ide teda o kandidáta na  $H \rightarrow \gamma \gamma$  event. Klikneme teda najprv na jeden, potom na druhý fotón a označíme ( $\gamma$  photon)

Kliknutím na "Physics Objects" sa nám zobrazí zoznam fotónov z daného eventu

# Príklad $H \rightarrow \gamma \gamma$ eventu



V evente sú 4 fotóny. Dva z nich majú veľmi nízku priečnu hybnosť ( $Pt < 10$  GeV). Takéto fotóny môžeme ignorovať. Označíme teda len prvé dva a event zaradíme ako  $H \rightarrow \gamma \gamma$



# Príklad $H \rightarrow llll$ eventu

Máme 2 tracky ktoré vedú až do miónového spektrometra, čiže ide o mióny. Po kliknutí na ne vidíme že majú opačné znamienko elektrického náboja

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	$\phi$	$\theta$
Tracks 2	-	84.16	42.17	-1.153	0.525
Tracks 6	+	9.91	8.11	1.725	2.184
Tracks 41	-	10.06	8.27	1.343	2.177
Tracks 43	+	53.10	43.11	2.075	0.947

Okrem miónov máme dva elektróny (tracky vedúce k výraznej stope v elmag. kalorimetri). Opäť majú opačné znamienko náboja.

Ide teda o kandidáta na  $H \rightarrow ZZ^* \rightarrow llll$  event. označíme najprv oba mióny a klikneme na "Muon" a následne označíme elektróny a klikneme na "Electron"

Calo	Name	Value
MuonDet	<input checked="" type="checkbox"/>  Pt	> 5.0 GeV
Objects	<input type="checkbox"/>  Pt2	< 700.0 MeV
ATLAS	<input checked="" type="checkbox"/>  d0	< 2.5 mm
	<input checked="" type="checkbox"/>  z0	< 20.0 cm
	<input type="checkbox"/>  d0 Loose	< 2.0 cm
	<input type="checkbox"/>  z0-zVtx	< 2.5 mm
	<input type="checkbox"/> Layer	> 0
	<input type="checkbox"/> Number Pixel Hits	> 2

# Príklad pozad'ového eventu

V evente máme len jeden elektrón. Žiadne mióny ani fotóny neboli rekonštruované. Event teda nepatrí do žiadnej z kategórií ktoré hľadáme. Ide o pozadie. Event preskočíme.

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	$\phi$	$\theta$
Tracks 301	-	36.79	34.63	1.347	1.915
Tracks 302	+	115.29	33.34	-1.801	2.848
Tracks 463	+	35.90	34.25	1.290	1.875
Tracks 481	-	40.23	29.32	-2.113	0.816

Parameter	Name	Value
MuonDet	<input checked="" type="checkbox"/>  Pt	> 15.0 GeV
	<input type="checkbox"/>  Pt2	< 700.0 MeV
Objects	<input checked="" type="checkbox"/>  d0	< 2.5 mm
	<input checked="" type="checkbox"/>  z0	< 20.0 cm
ATLAS	<input type="checkbox"/>  d0 Loose	< 2.0 cm
	<input type="checkbox"/>  z0-zVtx	< 2.5 mm
	<input type="checkbox"/> Layer	> 0
	<input type="checkbox"/> Number Pixel Hits	> 2

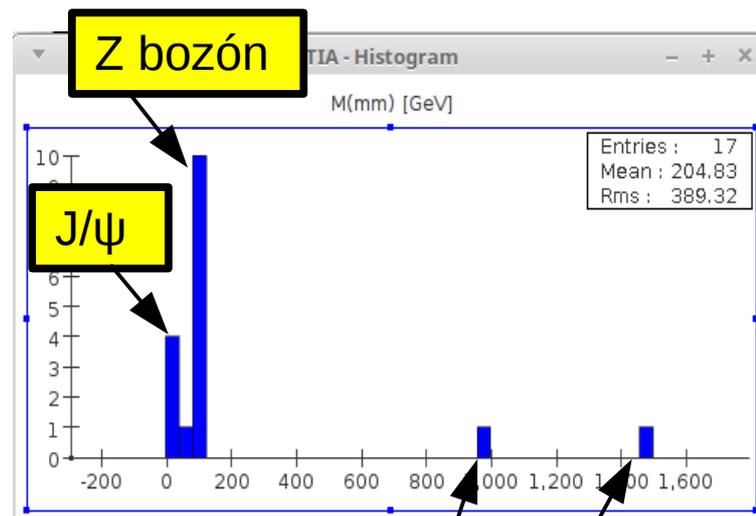
# Čo s výsledkami?

- V každom datasete je 50 eventov. Niektoré z nich sú pozadie, zvyšok je jedna z kategórií:

$$Z \rightarrow ee, Z \rightarrow \mu\mu, H \rightarrow \gamma\gamma, H \rightarrow ZZ^* \rightarrow llll$$

- Výsledky (histogram s hodnotami hmotnosti  $ee, \mu\mu, \gamma\gamma$  a  $llll$  si môžete pozrieť cez Histograms  $\rightarrow$   $M(ee), M(mumu) \dots$   $\rightarrow$

- Po tom čo prejdete cez všetky eventy, vyexportujte výsledky ako .txt súbor (File  $\rightarrow$  Export Invariant Masses).



# Čo s výsledkami?

- Súbor s výsledkami (Invariant\_Masses.txt) treba uploadnúť na stránku <https://cernmasterclass.uio.no/OPloT/index.php>
- Treba prihlásiť ako študent.
  - Meno: ippog
  - Heslo: imc
- Po prihlásení treba vyplniť dnešný dátum, Institute (Slovakia) a vaše číslo a skupinu (zo zoznamu v ktorom vám boli pridelené dataseťy)
- Následne treba cez “Browse” možnosť nájsť súbor v počítači a nahrať ho.

# Užitečné linky

- Stiahnutie datasetov:

<https://cernmasterclass.uio.no/datasets/>

- V tomto linku nájdete vašu skupinu a číslo:

[https://indico.cern.ch/event/1005454/attachments/2184827/3722511/datove\\_sady.pdf](https://indico.cern.ch/event/1005454/attachments/2184827/3722511/datove_sady.pdf)

- Student's cheat sheet (pomôcka na zaradovanie eventov):

[https://cernmasterclass.uio.no/material/cheat-sheet\\_en.pdf](https://cernmasterclass.uio.no/material/cheat-sheet_en.pdf)

- Inštruktážne videá z minulého roku:

<https://www.youtube.com/watch?v=nEbTBEimg4Gg&feature=youtu.be>

<https://www.youtube.com/watch?v=gQXVjCdoc7A&feature=youtu.be>