



Fyzika+Trigger+Softwer

pro ATLAS-Praha



Nase skupina se zabýva studiem fyzikálních procesů, vývojem a implementací algoritmu pro trigger a vývojem off-line softwaru pro detektor ATLAS. Pracujeme na problémech B-fyziky, fyziky topu a fyziky těžkých iontů. Nase aktivita v oblasti B-fyziky je propojena s účastí na triggeru druhé úrovně, což otvírá relativně samostatnou oblast pro vklad Prahy zahrnující aktivitu našich fyziků, matematiků a odborníků na software. V rámci kolaborace

ATLAS je nase skupina zodpovědná za studium rozpadu B-baryonu. Z hlediska softwaru se nase skupina koncentruje na rekonstrukční software pro vnitřní detektor a na *Event Display*.

- Fyzika
- Trigger
- Software

Fyzika

- B Fyzika
 - Co je (bude) predmetem zaujmu B-fyziky na LHC/ATLAS
 - B-fyzika ATLASu: Status Quo
 - B-fyzika v Praze
 - Fyzika Topu
 - Fyzika Tezkych Iontu
-

Julius Hrivnac, 11/12/95

Co je (bude) predmetem zaujmu B-fyziky na LHC/ATLAS

- Objasnit puvod CP naruseni v rozpadech B-hadronu (CKM matice?)
 - Zmereni presnych hodnot CKM parametru.
-

Experimentalni moznosti

- **LHC =>**
 - 14 TeV
 - $\sigma(bb)=500 \mu b$
 - $\sigma(bb)/\sigma(tot) \sim 1\%$
 - **Detektor ATLAS** hlavne na vysokou luminositu, avsak B-fyzika ovlivnuje design:
 - mionovy trigger prvni urovne - mionovy detektor
 - identifikace elektronu v obl. nizkych p_t (TRT) (90% identifikace e, 4% nespravna ID hadronu)
 - VTX detektor - "B-vrstva"; rozliseni sekundarniho vertexu $57 \mu m$ (pricna delka).
-

Status Quo

		TP	Descoping
CP naruseni, CKM parametry	$\sin(2\beta)$	0.018	0.025
	$\sin(2\alpha)$	0.047	0.07
	x_s	37	32
rare decays	$B \rightarrow \mu\mu$	citlivost/rok = 10^{-8}	
Baryony	$\sigma(P(\Lambda_b))$	0.008	0.01
	$\sigma(P(\Xi_b))$	0.14	0.17

Maria Smizanska, 11/12/95



Trigger v Praze

- **B-fyzika:** ukazali jsme, že trigger založený jenom na rekonstrukci v detektoru TRT je postacující pouze pro pokrytí části b-fyzikálních procesů. Trigger pro ty rozpady B_s mezonů, které umožní změřit oscilace, vyžaduje zapojení Silikonového detektoru jako mezistupně triggeru druhé úrovně. Publikace je před dokončením. Součástí této práce je také vývoj programu ATRIG - ATLAS Trigger Simulation Program.
- Členové naší skupiny navrhli pro ATLAS variantu řešení triggeru s pomocí optoelektronických neuronálních sítí. I když experiment ATLAS s konečnou platností vyloučil řešení triggeru na optických neuronálních sítích, bude publikováno.

A Possible Measurement of CP-Violation in B^0 -decays by ATLAS on LHC

Mária Smižanská and Julius Hřivnák
FzÚ ČSAV, Na Slovance 2, Praha, Czechoslovakia

Abstract

A possibility to measure CP-violation in B^0 -decays by ATLAS experiment was investigated. With one year of running at luminosity $10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ with a muon p_t trigger threshold of 20 GeV and rapidity coverage $|\eta| < 2.5$ of the tracking detector the rate of 1490 events $B_d^0 \rightarrow J/\psi K^0 \rightarrow \mu^+ \mu^- \pi^+ \pi^-$ can be reached.

Introduction

The Standard model predicts sizable CP-violating effects from experimentally established constraints on Kobayashi-Maskawa matrix elements. The large observable asymmetries are expected in B^0 and $\bar{B}^0$ mesons decaying into CP eigenstates [1]. Experimentally the most accessible is a measurement of CP-violation in the decay $B_d^0 \rightarrow J/\psi K^0 \rightarrow \mu^+ \mu^- \pi^+ \pi^-$ which is convenient because of low combinatorial background of muons per event. At LHC the expected production cross section for b quarks is large, $\sigma(b\bar{b}) \approx 100 \mu\text{b} + 700 \mu\text{b}$ [2]. In order to avoid multiple interactions per bunch crossing the luminosity will be taken $10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

The Method of Measurement

The method of measurement of CP-violation will consists in investigation of number of events N with final state $J/\psi K^0$ as a function of time-decay of B_d^0 meson. Because of mixing $B^0 - \bar{B}^0$ the tagging of associated b-particle has to be done by charge of muon in semileptonic decay $\mu^+ X$. The state $J/\psi K^0 \mu^+ X$ is produced by one of the combinations $B^+ \bar{B}_d^0$, $B_c^0 \bar{B}_d^0$, $B_d^0 \bar{B}_s^0$, $\bar{B}_c^0 \bar{B}_s^0$. The time-dependent rates for these cases are [3]:

$B_d^0 H_b \rightarrow J/\psi K^0 \mu X$ reaction: rates, dilution factor and the error on $\sin(2\phi)$ as a function of trigger p_t threshold.

Mária Smižanská and Julius Hřivnák

FaÚ ČSAV, Na Slovance 2, Praha, Czechoslovakia

Abstract

For statistics 24000 reactions $B_d^0 H_b \rightarrow J/\psi K^0 \mu X$ the rates dN/dt of reconstructed events were calculated for several options of the detector setup (air-core toroid vs. iron-core toroid, electron vs. muon tracking, full vs. staged detector) as a function of the tagging muon p_t . The dilution factor D due to mistagging of the muon dependence on p_t was derived. From dN/dt and D the p_t -dependence of the error on CP-violation parameter $\sin(2\phi)$ was obtained.

Event generation

$pp \rightarrow b \bar{b} X$ events were generated by PYTHIA with only lowest-order graphs. The cross section given by PYTHIA for this process is $150 \mu b$. This value is about 5-times less than the one with higher-order processes involved. In order to enrich statistics at higher p_t four samples of $pp \rightarrow b \bar{b} X$ events were generated with p_t cuts on hard-process chosen at ($p_t < 6 \text{ GeV}$), ($6 \text{ GeV} < p_t < 12 \text{ GeV}$), ($12 \text{ GeV} < p_t < 20 \text{ GeV}$), ($p_t > 20 \text{ GeV}$). To obtain the correct spectrum the sum of four p_t -distributions of b -hadrons each weighted by a coefficient was fitted to the spectrum of b -hadrons obtained by the generation without p_t cuts.

$B_d^0 H_b X$ events were taken and forced to decay the following way

$$(1) \quad B_d^0 \rightarrow J/\psi K^0$$

and for b quark in beauty hadron H_b only two semileptonic decay channels were opened:

$$(2) \quad b \rightarrow \mu^- c \bar{\nu}_\mu \text{ or } b \rightarrow \tau^- \bar{c} \bar{\nu}_\tau ; b \rightarrow \tau^- \bar{c} \bar{\nu}_\tau$$

Four other analogical samples of events were generated with decay channels:

$$(3) \quad b \rightarrow c X ; c \rightarrow \mu^+ X'$$

instead of (2); here X doesn't contain muon. The two sets of events are called *good-tag* (with decays (1) and (2)) and *bad-tag* (with decays (1) and (3)) respectively. Mixing of the neutral B mesons was omitted.

Feasibility of Beauty Baryon Polarization Measurement in $\Lambda^0 J/\psi$ decay channel by ATLAS-LHC

Julius Hřivnáč, Richard Lednický and Mária Smižanská
F&U AV ČR, Na Slovance 2, Praha, Czech Republic

Abstract

The possibility of beauty baryon polarization measurement by cascade decay angular distribution analysis in the channel $\Lambda^0 J/\psi \rightarrow p \pi^- l^+ l^-$ is demonstrated. The error analysis shows that in the proposed LHC experiment ATLAS at the luminosity 10^4 pb^{-1} the polarization can be measured with the statistical precision better than $\delta = 0.010$ for Λ_b^0 and $\delta = 0.17$ for Ξ_b^0 .



B-fyzika v Praze

Hotové práce

- A Possible Measurement of CP Violation in B^0 Decays by ATLAS on LHC
 - Dilution for $B \rightarrow J/\psi$ (ATLAS-PHYSICS-NOTE 022)
 - Feasibility of Beauty Baryon Polarization Measurement in $\Lambda_b^0 J/\psi$ Decay Channel by ATLAS LHC (ATLAS-PHYSICS-NOTE 036, PRA-HEP-94-3, J.Phys.G21:629-638, 1995)
 - B Physics in ATLAS (ATLAS-PHYSICS-NOTE 041, Nucl. Instrum. Methods A351 (1994) 84-94)
-

Plan

- Metoda merení CP narušení v $B_b^- \rightarrow J/\psi \Lambda_b^-$, otázka extrakce $\sin(2\gamma)$. V spolupráci s teoretiky v DESY.
 - Metoda merení CP narušení v $B^0 \rightarrow J/\psi K^{0*}$, otázka detekce slabých π^0 (spolupráce s expertem LARG/ATLAS). Zvýšení přesnosti $\sin(2\beta)$.
 - Produkce, úplná simulace b-eventu v Praze.
 - Rozpady b-hadronu obsahující e^+e^- páry (rare decays) - rekonstrukce ve vnitřním detektoru.
-

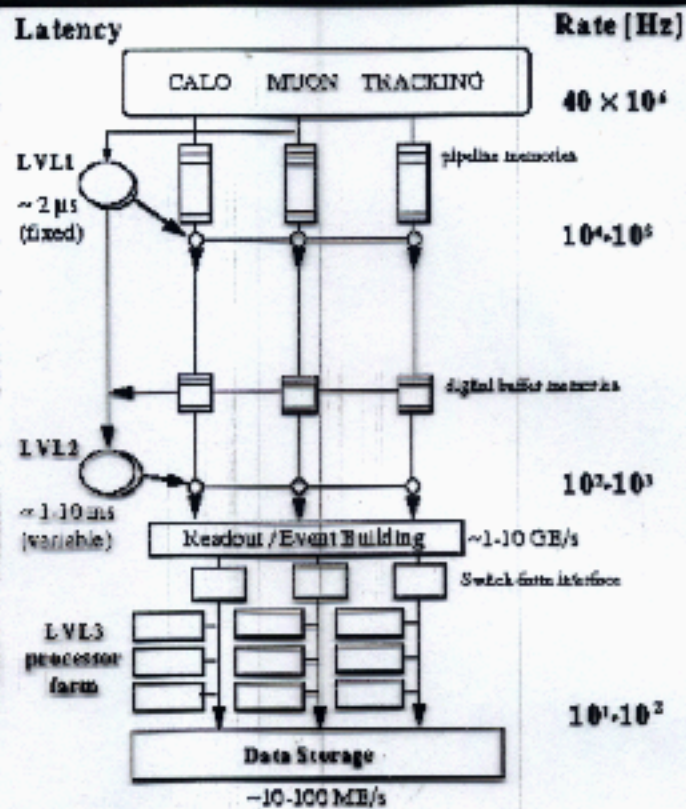
Maria Smizanska, 11/12/95

Trigger

- Architektura Triggeru
 - Trigger v Praze
 - Trigger pro B-fyziku
 - Plan
-

Julius Hrivnac, 11/12/95

Architektura Triggeru



Maria Smizanska, 11/12/95

Trigger pro B-fyziku

- **LVL1** - muonovy detektor
pp $\rightarrow$ b antib $\rightarrow$ mu X
pt > 6 GeV
- **LVL2** - vnitřní detektor
bez RoI z LVL1
 1. TRT - globalní tracking
 2. Silikonový detektor - pokračování trackingu v RoIs definovaných pomocí TRT
 3. Studované typy:
 - e^+e^-
 - B_s
 - $B \rightarrow \pi^+\pi^-$



Plan

Fyzici a matematici v prazske skupine triggeru budou spolecne pracovat na vyvoji algoritmu (rychle rozpoznavani obrazcu) pro B-fyziku, na jejich implementaci a testovani na procesorech. Pouzivat budeme vlastni simulovane data.

Tato aktivita nam umoznuje spojeni fyzikalniho vkladu s vkladem do tvorby triggeru a rovnez do vyvoje on-line softwaru.

Maria Smizanska, 11/12/95

TRIGGER

Software

- Softwer pro ATLAS
 - Software v HEP
 - Software pro LHC
 - Minuly Softwer pro ATLAS
 - ATLAS Computing Model
 - Prechod
- MPATREC
 - Helix Fit
 - Circular Pattern Recognition
 - Event Display
- Vypocetni Centrum pro HEP
 - Stav
 - Plan

Softwer v HEP

- ATLAS i CMZ budou produkovat 1PB dat rocne, kazdy event bude obsahovat 1MB dat.
- Rekonstrukcni softwer bude soucasti triggeru (alespon 3.urovne) => nebude mozne rekonstrikci opravit, kdyz najdeme chybu v softweru.
- Behem doby pripravy a behu experimentu se vystrida nekolik "generaci" fyziku a nekolik "generaci" programu.
- Nekolik tisíc lidí bude pouzivat (a psat) softwer.

Proto je nutne aby software byl:

- Spolehlivejsi.
- Snaze udrzovatelny a modifikovatelny.

Toto neni mozne dosahnout metodami, ktere jsme pouzivali dosud !

Musime pouzivat metody, ktere byly uspesne v jinyh (podobnych) projektech !

Softwer pro LHC

- **Scalable DAQ (RD13)** - SE, OO, C++.
 - **CICERO (RD38)** - SE, OO, C++.
 - **MOOSE (RD41)** - SE, OO, Eiffel, C++, VRML, CVS.
 - **Geant4 (RD44)** - SE, OO, C++, CVS.
 - **Object Persistency (RD45)** - SE, OO, C++.
 - **lhcpp (cenlib++)**- SE, OO, C++, CVS.
 - **ROOT** - OO, C++.
 - **VENUS** - VR, i3D, OO, C++.
 - **P61** - PC, NT.
-
- **BaBaR** - OO, C++.
 - **CDF** - VRML.

Minuly Softwer pro ATLAS

- **Puvodni struktura:**

- Geant
- Slug
- Dice
- Atrecon (+ Atrig)

- **Dnesni stav:**

- Geant
 - Dice95 (+ Age) (+ Dice95')
 - Atrecon (+ Atrig)
-

Zakladni charakteristika: Fortran (Mortran) + CMZ. Vice nez rok neexistuje stabilni verze.
Tezce srozumitelny code, mnoho chyb.

- **Objektivni priciny:** Pouzita technologie neodpovida pozadovanym narokum.
 - **Subjektivni priciny:** Nedostatecny management.
-

Prechod

- Redesign zakladni programove struktury.
- *Evolutionary Deliverable.*
- *Quality Checking.*
- Fortran -> C++.
- CMZ -> cvs.

Prechod cloveka trva cca 1 rok (z toho 1/2 roku C++). Nutne skoleni (P.Kunz).



ATLAS Computing Model

Na podzim 96 ma byt predlozen *ATLAS Technical Proposal for Computing*. Na pripravu tohoto dokumentu byla vytvorena *Computing Model Group*. Ma rozhodnout o navrhu architektury vypocetnich prostredku a zpusobu prechodu od dnesniho systemu.

Zakladni rysy vypocetnich prostredku ATLASu:

- Principy Softveroveho Inzenyrstvi.
- Objektive Orientovane C++.
- Pristup k datum prostrednictvim databasi (*Objectivity*,...).

pokracovani

Julius Hrivnac, 11/12/95



ATLAS Computing Model

pokracovani

Mozne architektury vypocetnich prostredku ATLASu:

- **Centralizovany system -**
 - **Regionalni Vypocetni Centra:**
 - Finalni analyza.
 - Pristup do CERNu.
 - **CERN:**
 - Simulace, Rekonstrukce.
 - Raw data.
- **Castecne decentralizovany system**
 - **Regionalni Vypocetni Centra:**
 - Finalni analyza, Simulace, Rekonstrukce.
 - Pristup do CERNu.
 - **CERN:**
 - Zakladni rekonstrukce.
 - Raw data.

MPATREC

MPATREC je program na rekonstrukci nabitych castic v ATLASu vyvijeny kolaboraci *MOOSE* (RD41).

- **jaro 94** - zacatek prace na designu.
- **podzim 94** - zacatek implementace.
- **podzim 95** - *alfa*-verze hotova:
 - Program je schopen nalezt clustery v elmag. kalorimetru a od s jejich pomoci rekonstruovat elektronove drahy v siliconovem trackeru.
 - napsany v jazyce *Eiffel* - 160 trid.
 - *Event Display* zalozeny na jazyce *VRML*.
 - *GUI* napsany v jazyce *incrTcl/Tk*.
 - Referat predneseny na *CHEP'95* (Rio) - *J.Hrivnac*.
 - Obhajeny *Status Report*.
- budoucnost

Media Class Diagram, Fitter Class Diagram, Event Loop Object Interaction Graph.

MPATREC

budoucnost

- **zima 95-96** - prepisovani programu do jazyka C++.
- **jaro-zima 96** -
 - Doplneni oblasti forward/backward.
 - Doplneni detektoru TRT.
 - Doplneni detektoru hadr. kalorimetru.
 - Pripojeni k databasi *Objectivity*.
- **jaro 97** - *beta-verze* hotova: referat na *CHEP'97* (Berlin).



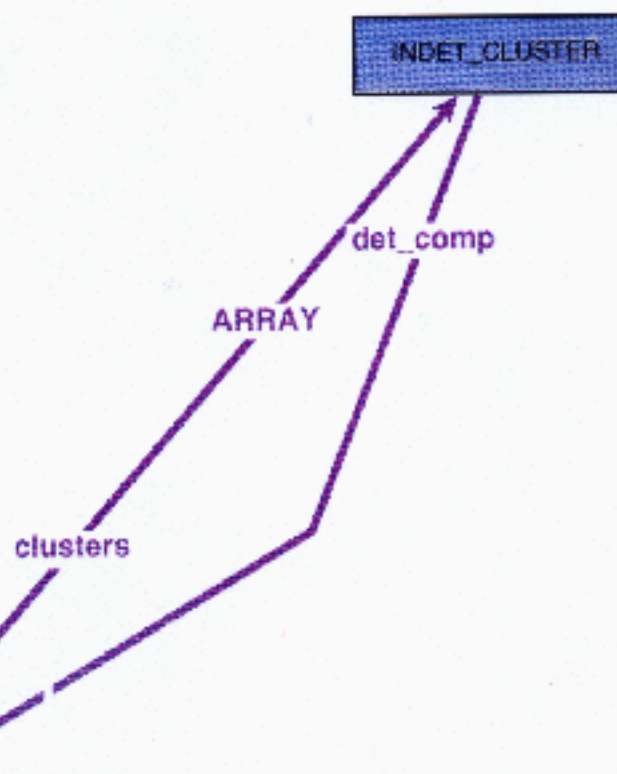
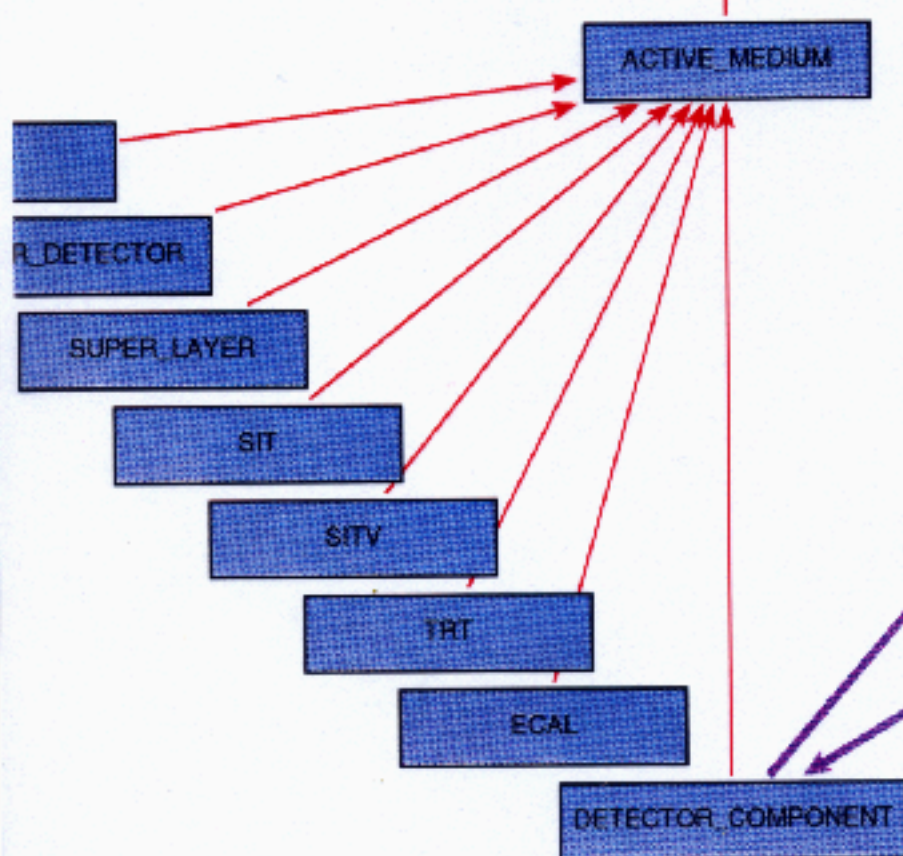
Object Oriented Tracking Software for the ATLAS Experiment

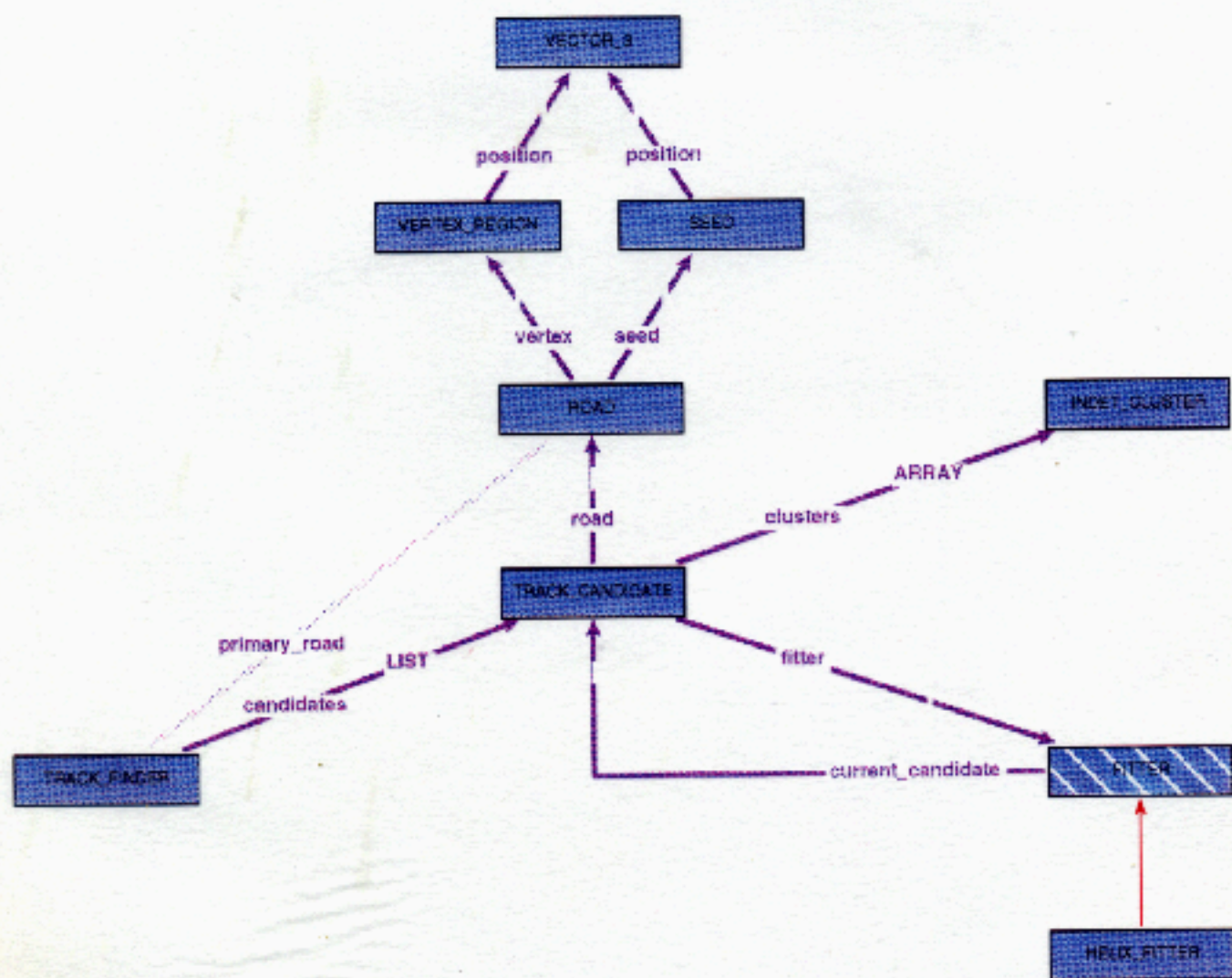
J.Hrivnac (MOOSE Collaboration) for CHEP'95 in Rio de
Janeiro, 18-22 September 95.

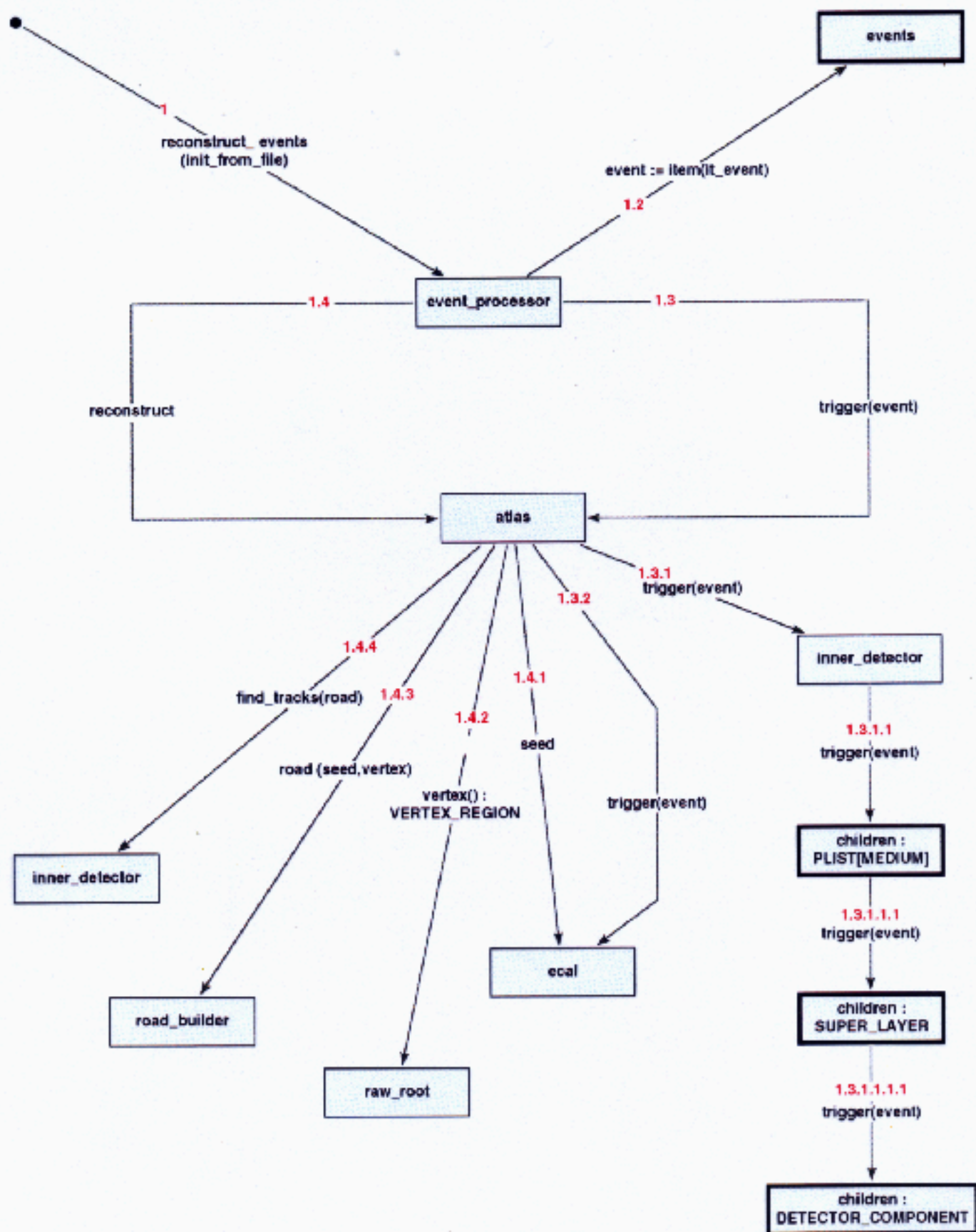
<http://www-hep.fzu.cz/~hrivnac/CHEP95/AtlasOO.html>

-
- ATLAS Collaboration
 - MOOSE Collaboration
 - Prototype II
 - Problem Statement
 - Goal
 - Design
 - Geometry and Media
 - Input, Events, Raw-Data
 - Trees
 - Object Persistency
 - Calorimetry
 - Tracking
 - Implementation
 - Data Flow
 - Eiffel-Fortran Interplay
 - Event Display
 - Status of the Project



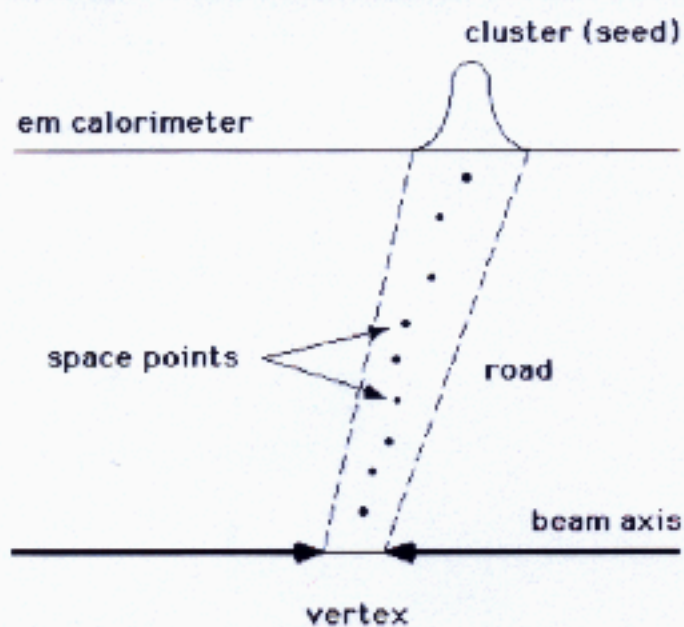








Helix Fit

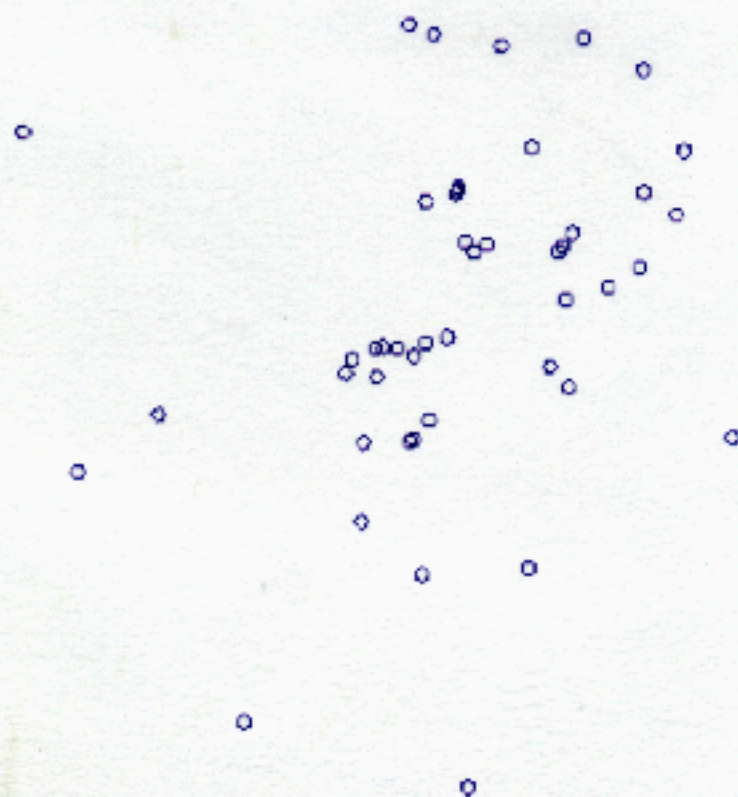


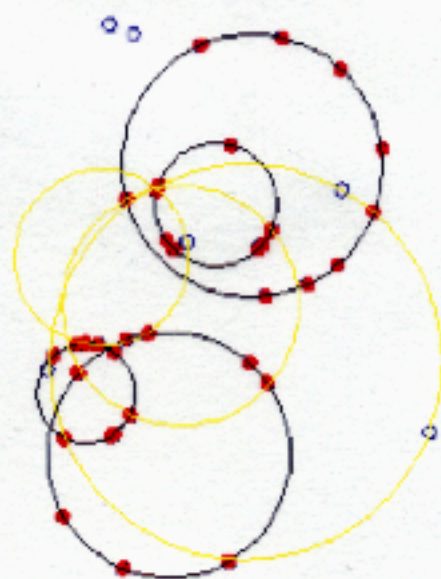
Julius Hrivnac, 11/12/95



Circular Pattern Recognition

Metoda rozdeleni hitu mezi ruzne drahy zalozena
na clusterizaci v prostoru paremetru drah.







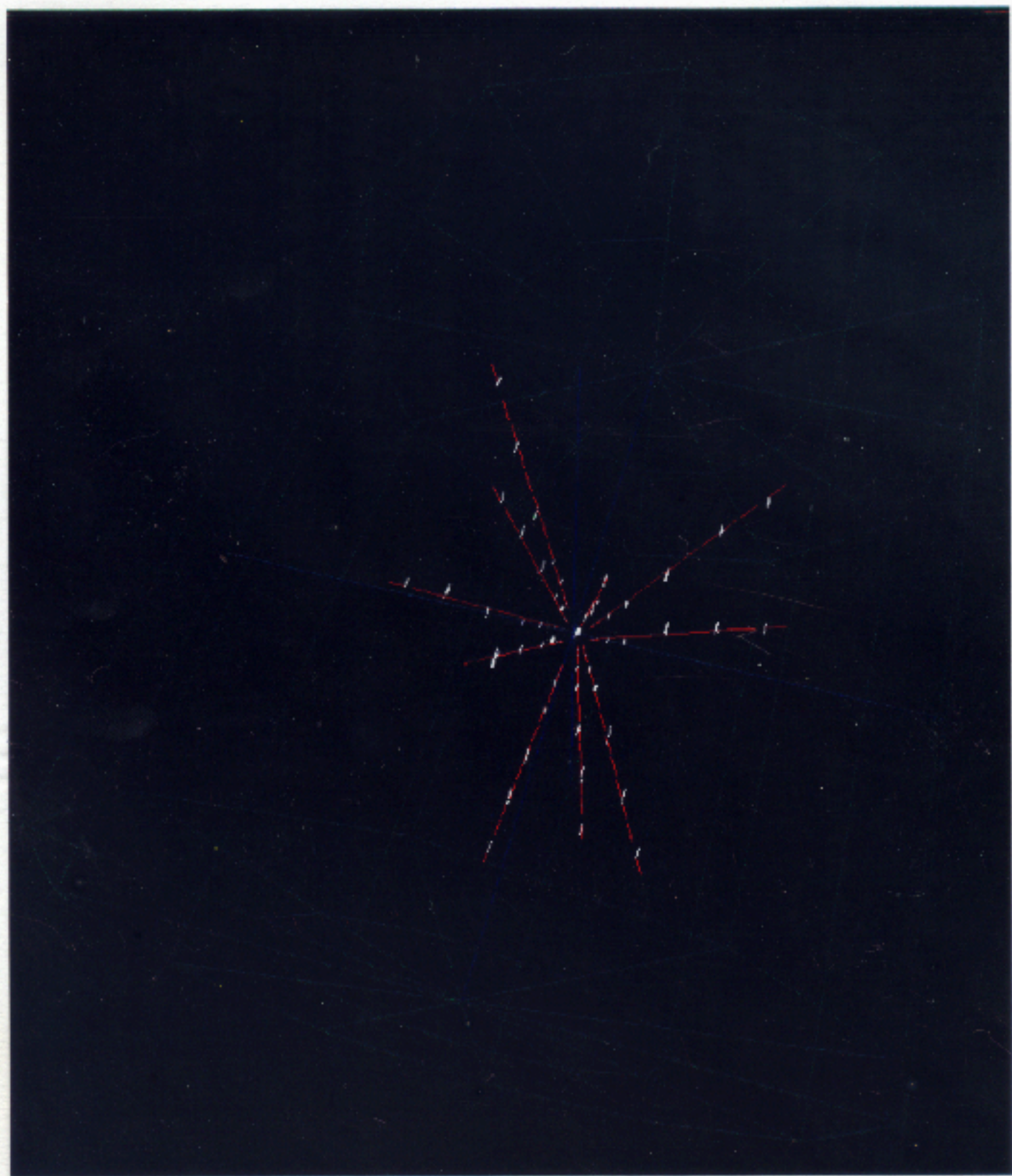
Event Display

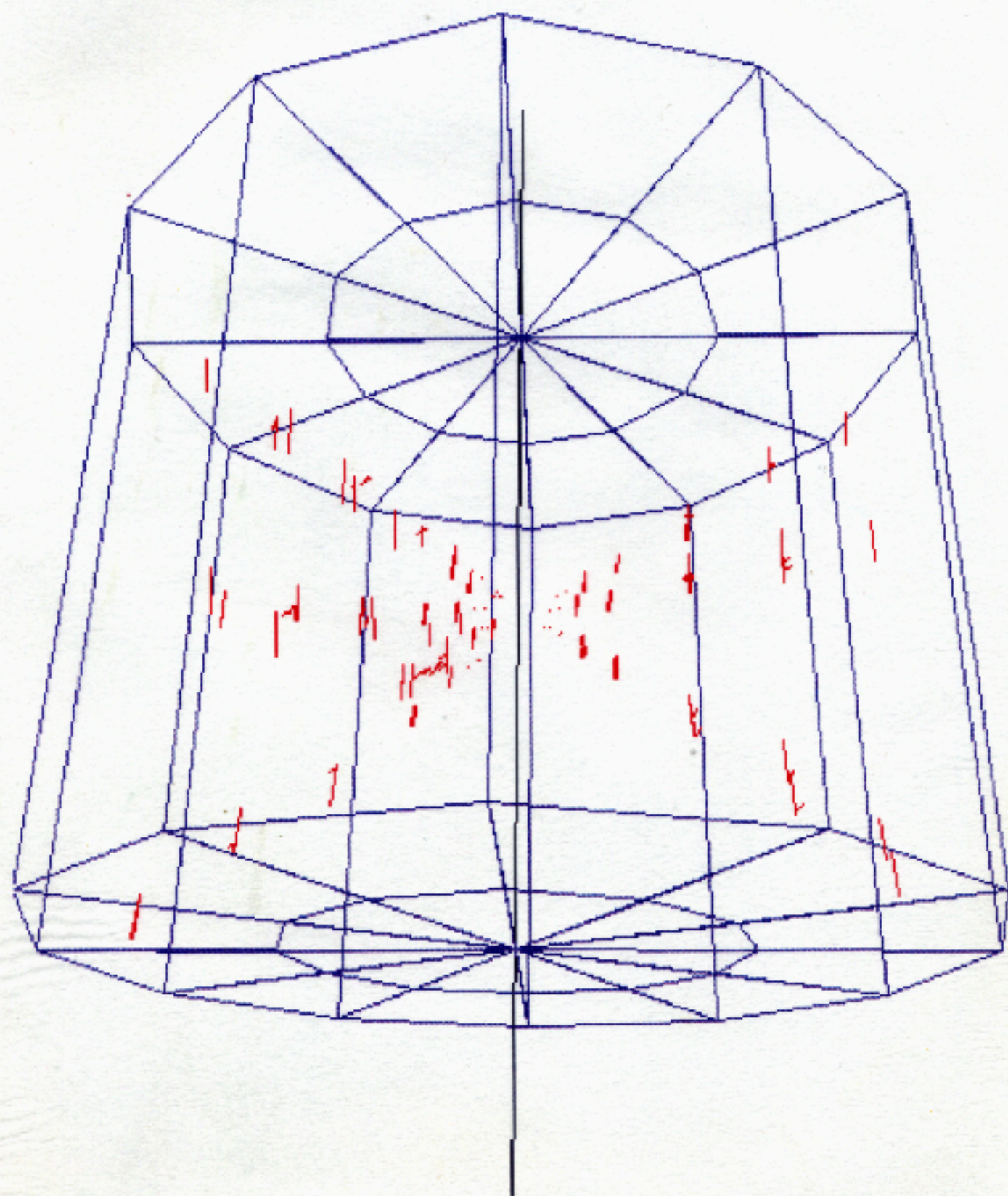
Event Display je zalozen na:

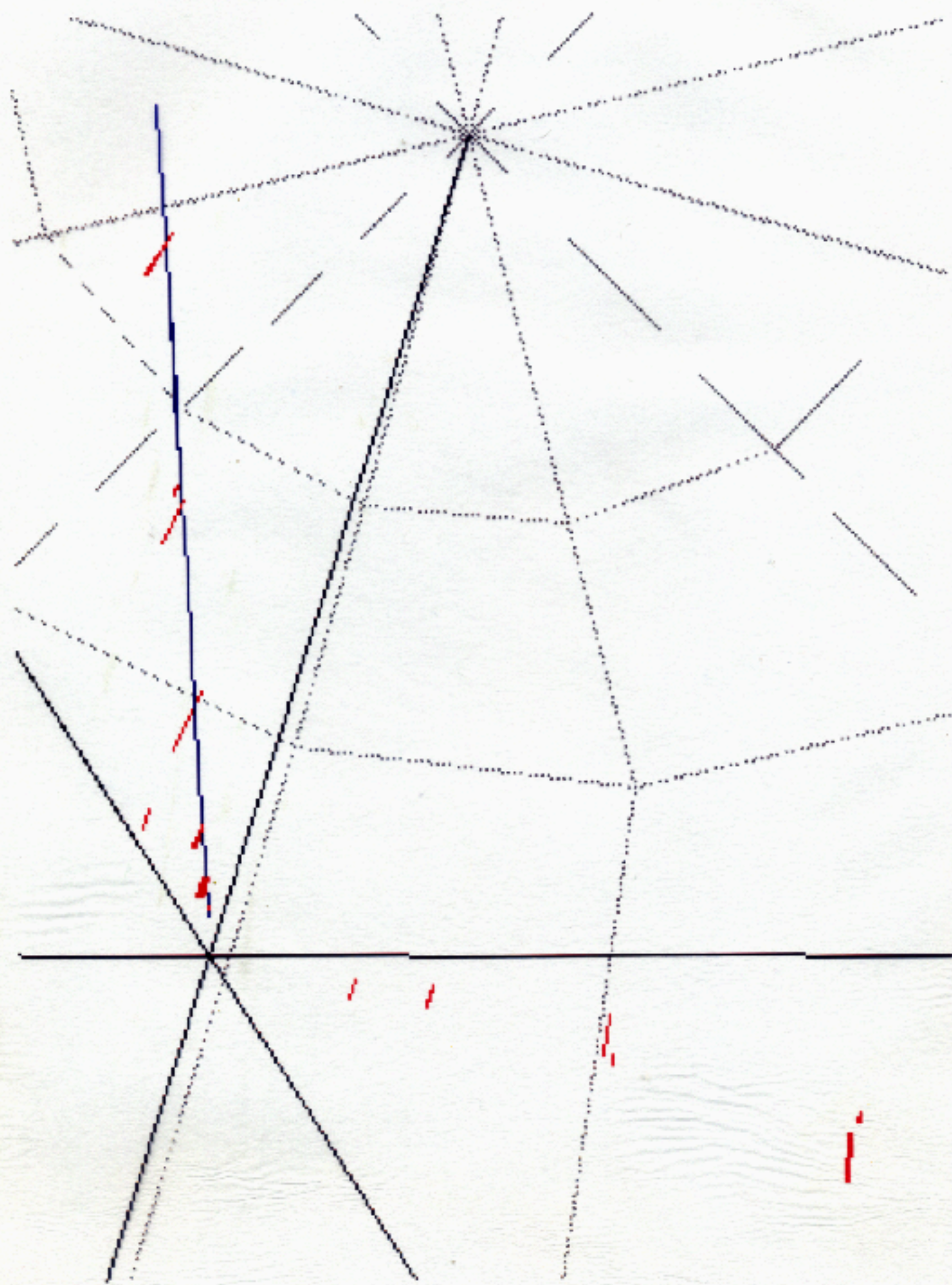
- *VRML (Virtual Reality Modeling Language)* - jazyk umoznujici popis objektu v 3D prostoru. Nadstavba *HTML*.
- *MVC (Model-Viewer-Controller)* - zpusob oddeleni zodpovednosti za zobrazovani od vlastniho programu.

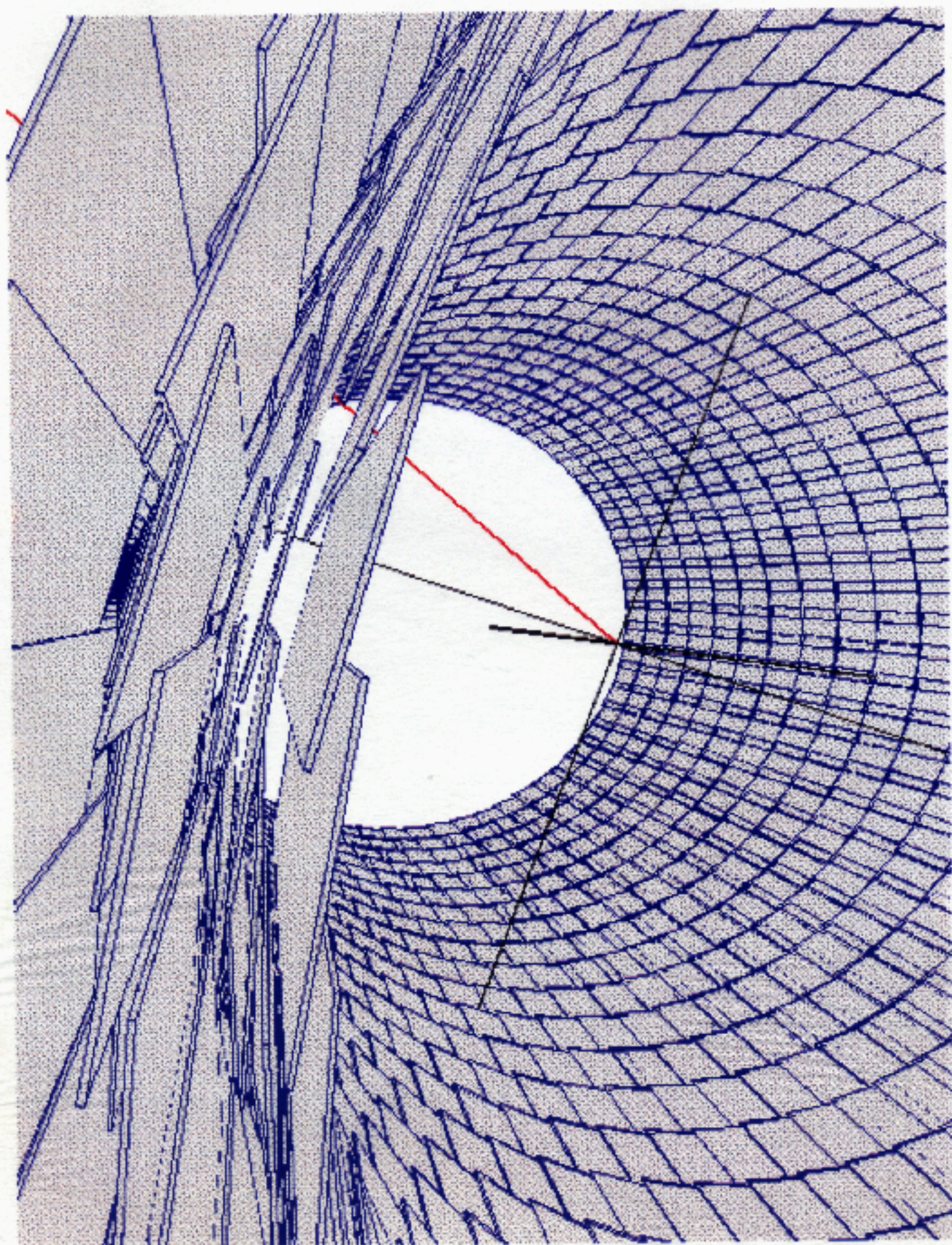
obr.1, obr.2, obr.3, obr.4

Julius Hrivnac, 11/12/95









Vypocetni Centrum pro HEP

Vypocetni prostredky ATLASu budou pravdepodobne organizovany pomoci **Regionalnich Vypocetnich Center**. Kazde takove Centrum bude zodpovedne za zpracovani a zakladni analyzu nektere oblasti fyzikalnich problemu.

Pouze existence takovehoto centra v Praze muze zajistit nasim fyzikum efektivni ucast na fyzikalnim programu ATLASu.

pokracovani

Julius Hrivnac, 11/12/95

Vypocetni Centrum pro HEP

pokracovani

B-fyzika je vhodne tema pro prazske Centrum
protoze:

- Vypocetni naroky na zpracovani B-fyzikalnich dat jsou relativne male.
 - Praha je aktivni v oblasti B-fyziky.
-

Centrum musi byt pripraveno asi 3 roky pred
prichodem prvnych dat. Je ale nutne ho budovat
jiz nyní pro zabezpeceni:

- Vypocetnich prostredku pro fyzikalni simulace a studium detektoru.
 - Studia architektury takoveho Centra.
-

Stav

Hardverove zaklady vytvoreny s pomoci:

- Grantu na HEP-Farm.
- Prostredku skupiny *ATLAS Fyzika+Softwer.*
- Prostredku ostanich skupin, sekcniach prostredku.

Softverove zaklady vytvoreny skupinou *ATLAS Fyzika+Softwer.*

Hlavni casti zakladu Centra:

- 4 x HP + periferie.
- ASIS.
- ATLAS softwer.
- AFS Client.
- NQS, NQS++.
- HEPiX Scripts.
- WWW+VRML Server. Usenet News Server.
- MBONE.

Plan

V pristim období je nutné:

- Zvýšit výpočetní kapacitu - nákup *KittyHawk*.
- Upgradovat OS na HPUX 10.x.
- Nainstalovat AFS Server.
- Nainstalovat vývojové prostředí - CASE Tool *StP*.
- Nainstalovat databázi *Objectivity* a otestovat spolupráci CERN-Praha.

Pozadavky na Sekci

- *Technical Proposal for Computing* - konec roku 96.
- *Technical Proposal for Trigger* - konec roku 97.

Prace na navrhu a vyvoji.

2% z financi urceny na vystavbu ATLASu. =>
Zavislost na jinych zdrojich (nejistych).

Sprava a vyvoj vypocetnich prostredku (Centra):

- financovana predevsim z financi nasi skupiny.
 - pouzivana celou kolaboraci (celou komunitou HEP).
-

pokracovani

Julius Hrivnac, 11/12/95

Pozadavky na Sekci

pokracovani

Pozadavky:

- **Podpora planu vybudovat Centrum pro B-fyziku.**
 - (Financni) podpora pri aktivitach smerujicich k navrhu a vyvoji vypocetnich prostredku a triggeru ATLASu.
 - Financni kryti aktivit souvisejicich se spravou a vyvojem vypocetnich prostredku.
 - Odber odbornych casopisu z oblasti softweru.
-

Julius Hrivnac, 11/12/95