

# ATLAS

Na cestě za tajemstvími vesmíru

**ATLAS v číslech**

100 m hluboko je tunel

7 000 t hmotnost detektoru ATLAS

27 km obvod tunelu LHC / ATLAS

3 000 km délka vodičů a vláken v detektoru ATLAS

1 miliarda přibližný počet srážek protonů za sekundu

10 miliard km celková vzdálenost, kterou může urazit jeden svazek v LHC při obíhání - odpovídá cestě na Neptun a zpět

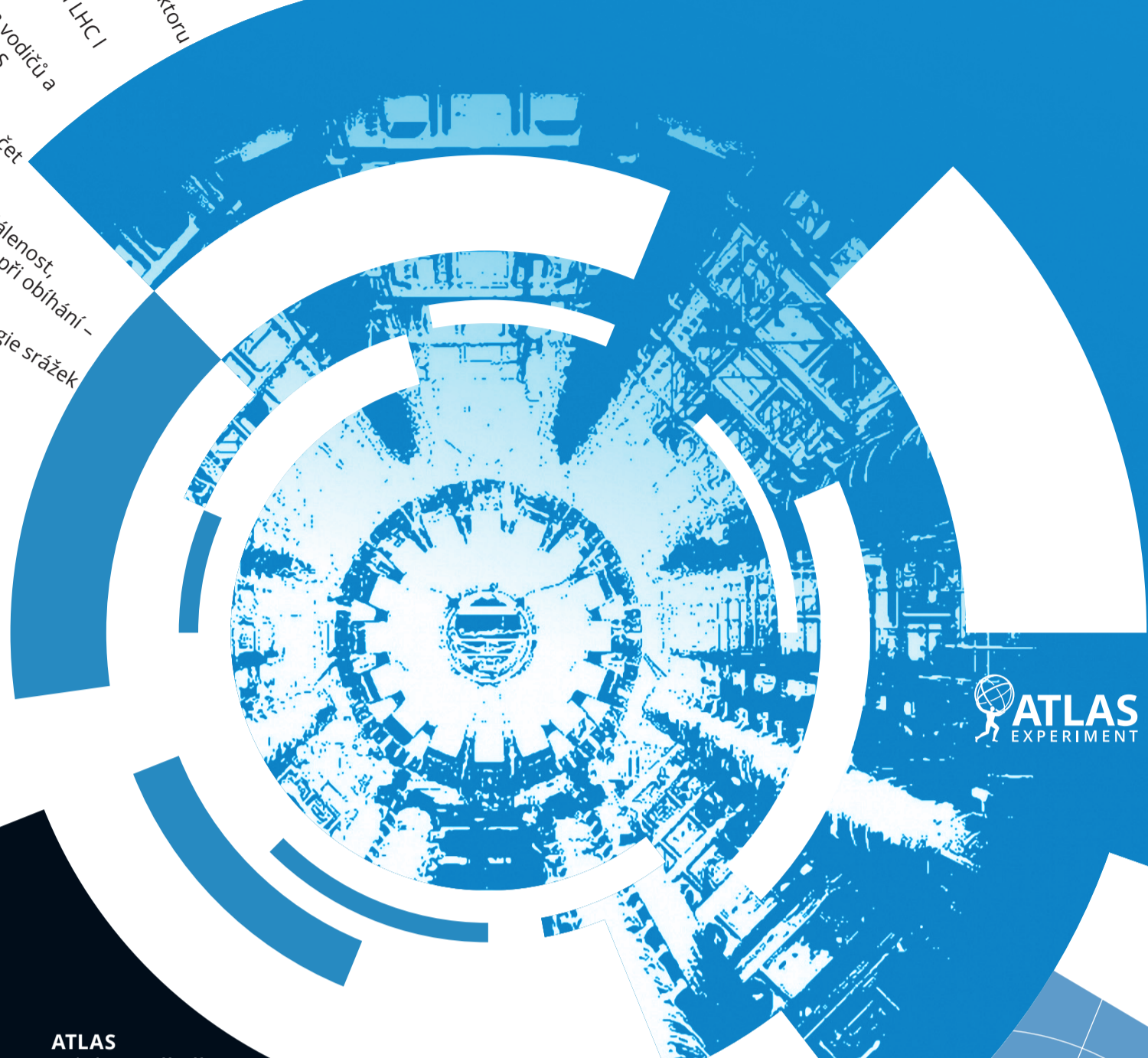
14 TeV (teraelektronvoltů) nejvyšší energie srážek protonů v detektoru ATLAS

46 m délka detektoru ATLAS

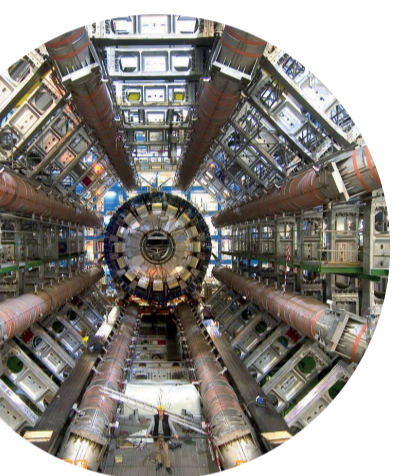
2 808 maximální počet shluků protonů v každém ze svazků

120 miliard počet protonů v každém shluku

11 245 oběhů za sekundu vykoná každý proton ve svazku LHC



ATLAS EXPERIMENT



## Experiment

ATLAS je jedním ze čtyř velkých experimentů na urychlovači LHC (Large Hadron Collider) v CERN. Je to víceúčelový částicový experiment uskutečňovaný mezinárodním společenstvím vědců. Podobně jako další z experimentů, CMS, byl navržen tak, aby využil veškerý potenciál a všechny fyzikální možnosti urychlovače LHC.

ATLAS provádí přesná měření vlastností částic. Jeho cílem je posunout hranice našeho poznání a najít odpovědi na **fundamentální otázky** jako: Jaké jsou základní stavební kameny hmoty? Co jsou základní síly přírody? Existuje nějaká hlubší symetrie našeho vesmíru?

Fyzikové v experimentu ATLAS ověřují předpovědi **standardního modelu**, který shrnuje naše současné představy o tom, co jsou stavební kameny hmoty a jak spolu interagují. Takové zkoumání může vést k objevům zásadního významu, jakým je objev **Higgsova bosonu**, nebo rozšířit naše znalosti za hranice standardního modelu a přispět tak k vytváření nových teorií, jež by lépe popisovaly náš vesmír.

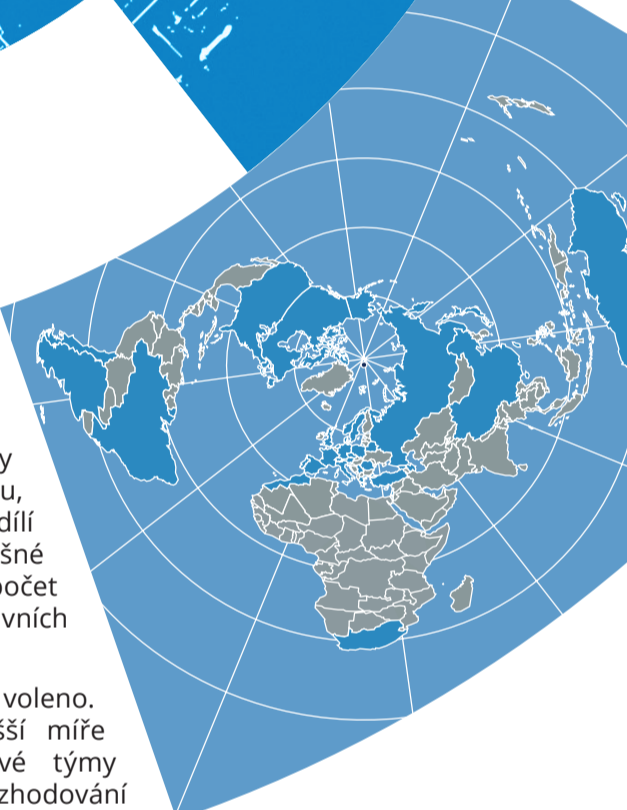
ATLAS posouvá experimentální fyziku do **dosud neprozkoumaných oblastí**. Může objevit nové procesy a částice, které by změnily naše chápání energie a hmoty.

## Spolupráce

Na experimentu ATLAS pracuje na **3 000** vědců ze **180** institucí z celého světa, celkem ze **38** zemí ze všech obydlených kontinentů. Jde o jednu z nejrozsáhlejších vědeckých spoluprací, jaké se kdy uskutečnily. Na vývoji detektoru, nabírání dat a jejich analýze se podílí téměř **1 200** doktorandů. K úspěšné spolupráci přispívá také velký počet inženýrů, techniků a administrativních pracovníků.

Vedení experimentu ATLAS je voleno. Organizační struktura v nejvyšší míře podporuje spolupráci, jednotlivé týmy mají rozsáhlé pravomoci a na rozhodování se podílejí všichni pracovníci. Vědci nejčastěji pracují v malých skupinách, kde zkoumají problémy, které je nejvíce zajímají. Spoluautory výsledků jsou všichni spolupracovníci experimentu ATLAS. Výsledky jsou před zveřejněním podrobovány přísné vnitřní oponentuře. Podmínkou úspěchu spolupráce je nasazení a osobní zaujetí každého jednotlivce, důležitá je i perspektiva nových a vzrušujících výsledků, jichž lze dosáhnout jedině společným a koordinovaným úsilím.

Jedinou cestou, jak uskutečnit tak složitý projekt s velkými nároky na intelektuální i finanční zdroje a jak co nejvíce zhodnotit jeho vědecké výsledky, je mezinárodní spolupráce. Financování experimentu ATLAS zajišťují jednotlivé členské země, samotný CERN i spolupracující laboratoře a univerzity.

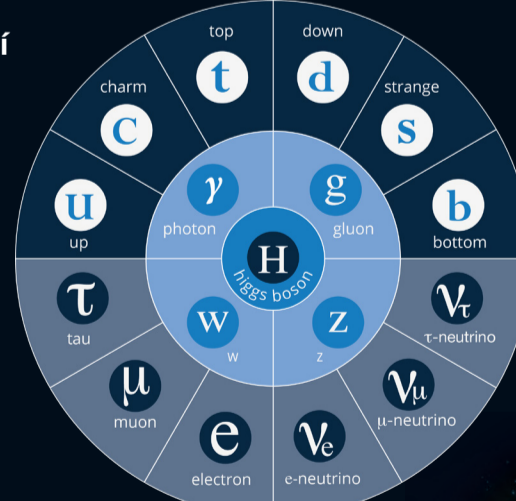


## Fyzika

ATLAS zkoumá celou škálu fyzikálních témat, avšak jeho hlavním cílem je zlepšit naše porozumění tomu, z čeho se skládá hmota na nejzákladnější úrovni. Některé ze **zásadních otázek**, na něž hledá odpověď:

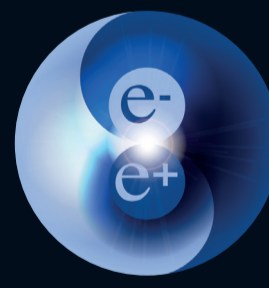
### Co jsou základní stavební kameny hmoty?

Standardní model popisuje všechny známé a v experimentech pozorované elementární subatomární částice ve vesmíru. ATLAS zkoumá vlastnosti těchto částic a pátrá i po dalších. Jedním z cílů je určit, zda částice, které známe, jsou opravdu elementární, nebo zda se ve skutečnosti skládají z ještě menších součástí.



### Co se stalo s antihmotou?

Studiem rozdílů v produkci hmoty a antihmoty se snažíme porozumět tomu, proč se náš vesmír podle všeho skládá pouze z hmoty.



### Higgsov boson

V roce 1964 navrhly tři skupiny fyziků nezávisle na sobě mechanismus, jenž vysvětluje, jak nosiče slabé jaderné síly - bosony W a Z - nabývají hmotnost. Toto řešení (mechanismus BEH) vyžaduje existenci částice určitých vlastností, dnes nazývané Higgsov boson.

4. července 2012 oznámily experimenty ATLAS a CMS v CERN, že nezávisle na sobě pozorovaly novou částici s vlastnostmi odpovídajícími Higgsovu bosonu. François Englert a Peter Higgs získali v roce 2013 Nobelovu cenu za fyziku.

Další studie ukázaly, že pozorovaný Higgsov boson interaguje jak s bosony, tak s fermiony, a podpořily tak předpověď standardního modelu, že všechny elementární částice nabývají hmotnost prostřednictvím Higgsova pole. Higgsov boson nyní mohou fyzikové využít jako prostředek k pronikání do nových oblastí fyziky při vysokoenergetických srážkách na LHC.

### Jak vypadal raný vesmír a jak se vyvíjel?

Při srážkách protonů nebo těžkých iontů, k nimž dochází v LHC, se na okamžik znovu vytvářejí podmínky, jaké panovaly těsně po velkém třesku, kdy vesmír ovládala částicová fyzika vysokých energií, nebo o málo později, kdy jej tvořila prvotní "polévka" z kvarků a gluonů. ATLAS tak může studovat zásadní problémy jako Higgsovo pole nebo kandidáty na temnou hmotu.

### Jak s tím vším souvisí gravitace?

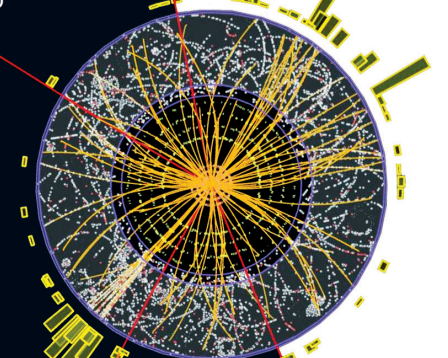
Gravitace je ve srovnání s ostatními fundamentálními silami extrémně slabá. Abychom to vysvětlili, pátráme po exotických věcech jako další dimenze, gravitony nebo mikroskopické černé díry.

### Ještě něco dalšího?

Asi nejvíce vzrušující stránkou fyzikálního programu experimentu ATLAS je možnost objevit a prozkoumat nové jevy za hranicemi současných teoretických předpovědí - odhalovat neznámo.

### Co tvoří "temnou hmotu"?

Astronomická měření podporují závěr, že existuje hmota, kterou nelze přímo vidět. ATLAS hledá částice této "temné hmoty" tak, že pátrá po chybějící energii a hybnosti ve srážkách protonů.



# Detektor ATLAS

ATLAS má největší objem ze všech dosud postavených detektorů na urychlovačích částic. Má tvar válce o délce 46 m a průměru 25 m. Je umístěn v podzemní hale téměř **100 m pod povrchem**.

Detektor se skládá ze šesti různých subsystémů rozmístěných ve vrstvách kolem bodu srážek. Zaznamenává dráhu, hybnost a energii částic a umožňuje tak identifikovat jednotlivé částice a změřit jejich vlastnosti. Dráhy nabitých částic ohýbá mohutný magnet, což umožňuje přesně změřit jejich hybnost.

Protony ve svazcích se v LHC pohybují s energiemi až 7 bilionů elektronvoltů, což odpovídá rychlosti **99,9999991 %** rychlosti světla. V centru detektoru ATLAS dochází ke srážkám, při nichž vznikají nové částice, jež se rozlétají od srážkového bodu všemi směry.

V detektoru ATLAS dochází každou sekundu k více než miliardě interakcí částic. Tomu by odpovídal takový tok dat, jako kdyby každý člověk na Zemi vedl současně 20 telefonních hovorů.

Pouze asi jedna z milionu srážek je vyhodnocena jako potenciálně zajímavá. Tyto události jsou zaznamenány pro další zpracování.

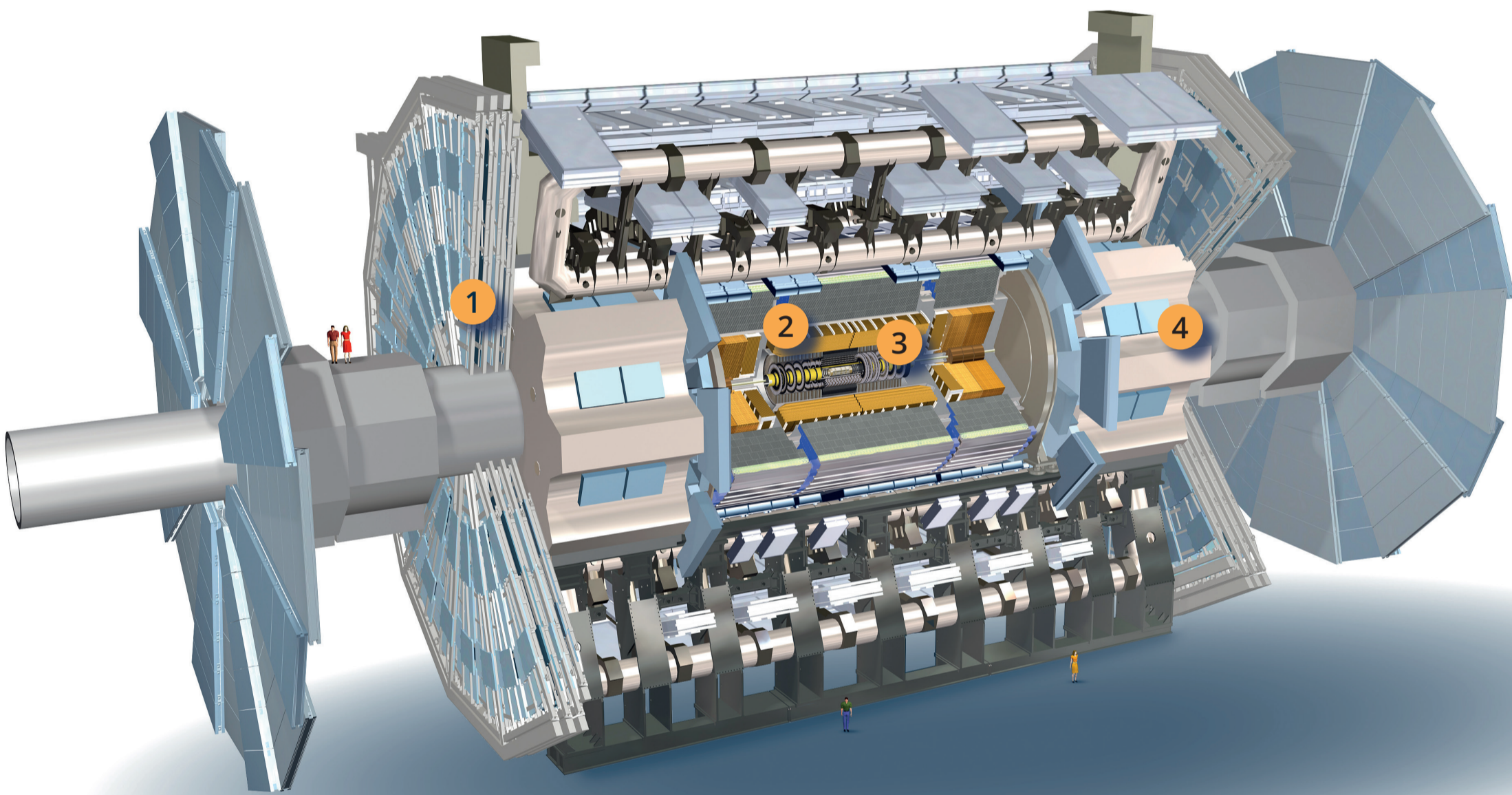
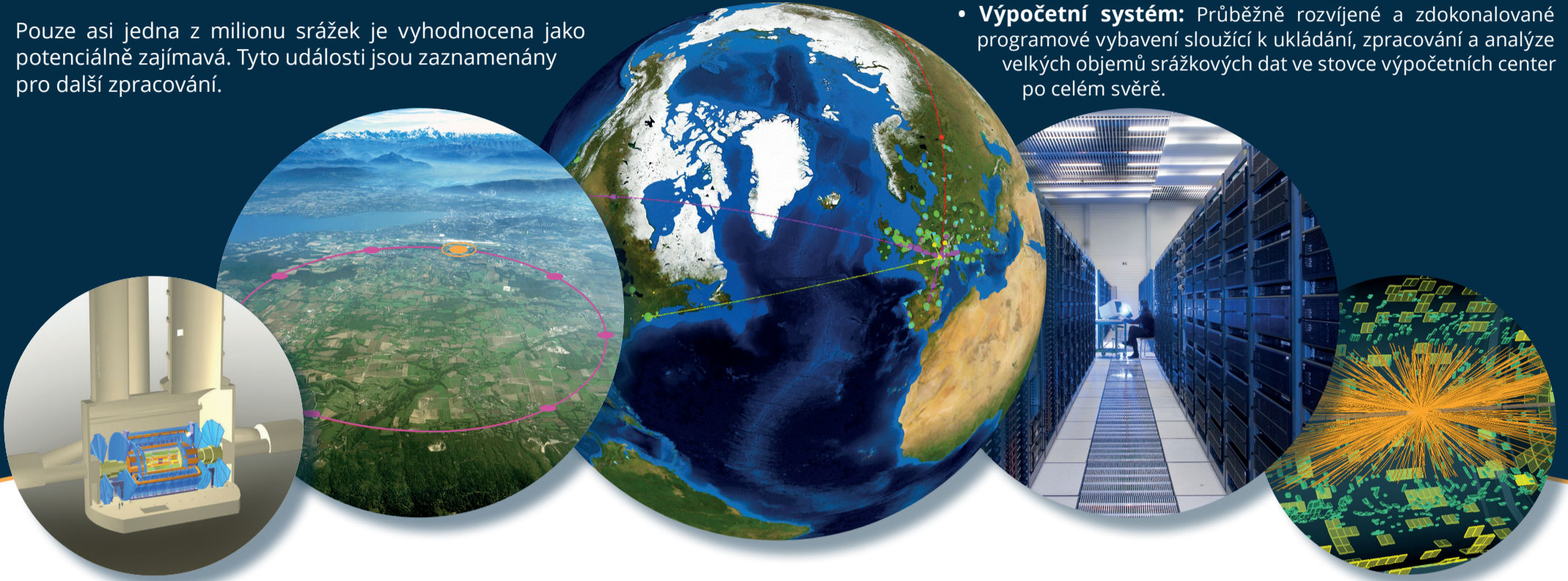
Detektor zaznamenává a identifikuje částice, čímž umožňuje zkoumat širokou škálu fyzikálních otázek, od Higgsova bosonu a kvarku top po další dimenze prostoru a kandidáty na částice temné hmoty.

Čtyři hlavní součásti detektoru ATLAS jsou:

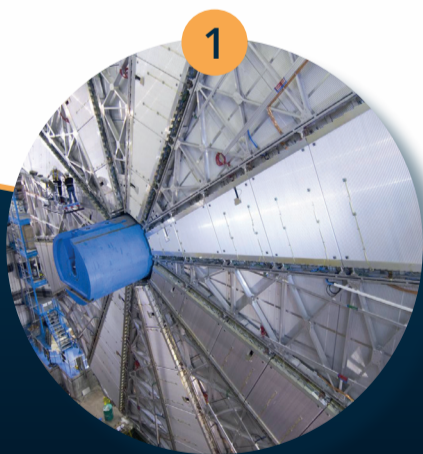
- **Vnitřní detektor:** měří hybnosti nabitých částic
- **Kalorimetr:** měří energie neutrálních i nabitých částic
- **Mionový spektrometr:** identifikuje a měří hybnosti mionů
- **Systém magnetů:** zakřivuje dráhy nabitých částic a umožňuje tak změřit jejich hybnosti

S detektorem a jeho součástmi jsou spojeny:

- **Trigger a systém záznamu dat:** Specializovaný víceúrovňový počítačový systém vybírající "zajímavé" fyzikální události určitých vlastností.
- **Výpočetní systém:** Průběžně rozvíjené a zdokonalované programové vybavení sloužící k ukládání, zpracování a analýze velkých objemů srážkových dat ve stovce výpočetních center po celém světě.



## Čtyři hlavní součásti detektoru ATLAS



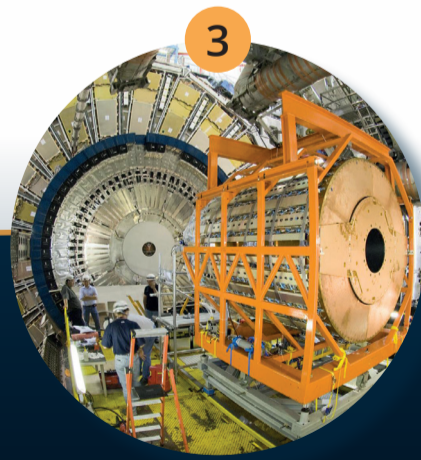
### Mionový spektrometr

identifikuje a měří hybnosti mionů



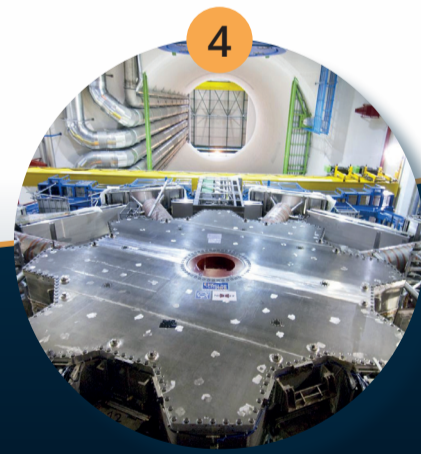
### Kalorimetr

měří energie neutrálních i nabitých částic



### Vnitřní detektor

měří hybnosti nabitých částic

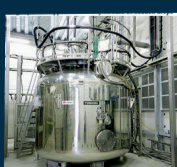


### Systém magnetů

zakřivuje dráhy nabitých částic a umožňuje tak změřit jejich hybnosti

## Aplikace pro běžný život

Hledání odpovědí na zásadní otázky o vlastnostech hmoty a základních přírodních sil vyžaduje výzkum a vývoj aparatur a technologií na té nejvyšší úrovni. To často vede k užitečným inovacím v dalších oblastech. Zde je několik příkladů, jak znalosti a technologické inovace z experimentu ATLAS nalézají uplatnění v každodenním životě:

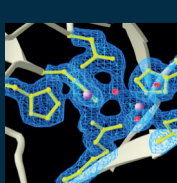


### Ukládání energie pomocí supravodivých magnetů

Zkušenosti experimentu ATLAS s výrobou supravodivých cívek mohou přispět k vytvoření vysoce efektivních systémů ukládání energie.

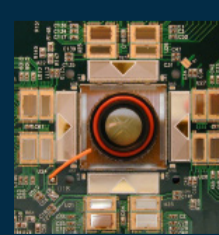
### Hadronová terapie

Diamantové senzory vyvinuté pro modernizaci detektoru ATLAS se využívají k monitorování svazků při hadronové terapii. Hadrony jsou při ničení nádorů efektivnější než rentgenové záření nebo elektrony a šetrnější k okolním tkáním.



### Snímkování v lékařství

Trojrozměrné křemíkové senzory vyvinuté pro modernizaci detektoru ATLAS umožňují pořizovat rentgenové snímky s vysokým rozlišením. Součástí většiny zobrazovacích metod v lékařství je detekce fotonů různých energií.

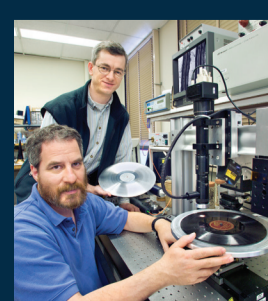
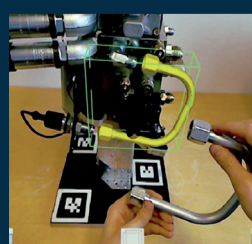


### Projekt Sítnice

Na technologii mikrostripových křemíkových detektorů, již využívá ATLAS, je založen systém pro zaznamenávání rozsáhlé nervové aktivity. Experimenty umožňují odhalit, jak fungují živé neuronální systémy a jak zpracovávají informace. To by mohlo vést až k vytvoření umělého zraku pro nevidomé.

### Rozšířená realita

ATLAS zkoumá nové techniky rozpoznávání obrazů, jež jsou podstatné při vytváření aplikací rozšířené reality. Ty umožňují virtuálně zobrazit pracovní postup při složitých montážních operacích a tím celou akci urychlit a zmenšit riziko chyby. Tato technologie nalézá aplikace v různých oblastech.



### Reprodukce zvuku

Metod přesného zpracování optických obrazů používaných při měření a zarovnávání každého ze 16 000 křemíkových elementů v polovodičovém detektoru ATLAS lze využít k přesnému měření tvaru drážek na mechanických nosičích zvuku jako gramofonové desky nebo válečky fonografu. Na tomto základě je vyvíjena technologie, která může posloužit při rekonstrukci a uchování vzácných nebo poškozených nahrávek či historických zvukových záznamů.