

Návrh koncepce interaktivní expozice Labyrint v Ostravě

Dr. Jiří Dolejší, CSc., Ústav částicové a jaderné fyziky MFF UK

Východiska:

- V České republice se podobné expozice teprve rodí, takže návštěvníci se musí naučit do nich chodit a využívat je. První návštěva nesmí být odpuzující, musí tu být pro každého něco a poučný záměr by neměl z exponátů příliš vyčnívat. Expozice by podle mého názoru měla spíše připomínat nezvyklé pouťové atrakce, jejichž význam se odhalí tomu, kdo chce. Myslím si, že i návštěvník, který nepochopí třeba všechny aspekty daného jevu, si může odnést zažitou zkušenost, kterou třeba pochopí později. Za riziko považuji exponáty, které jsou spíše intelektuální exhibicí autora a málokterý návštěvník pochopí, o co autorovi šlo. Dítě jen proběhne okolo, zarumpluje klikou ...
- Expozice bude patrně z finančních i kapacitních důvodů budována postupně, přesto i první fáze by měly demonstrovat různé dimenze takové expozice. Explicitně chci uvažovat o expozici, která bude v první řadě zábavná, nenásilně poučná a ve své poučnosti korelovaná s výukou přírodních věd, takže použitelná k doplnění školních hodin přírodních věd.
- Vzhledem ke své omezené kompetenci se soustředím na exponáty dotýkající se více fyziky než dalších přírodních věd.
- V předpokládaném objektu na Černé Louce je k dispozici horní patro, potenciálně strašidelné, užitečně vysoké a částečně strukturované, schopné pojmout impozantní stroje nebo instalace, a komornější spodní patro. Proto se pokusím do horního patra navrhnout expozice, kde by se návštěvník mohl vyřádit, do spodního patra bych raději lokalizoval klidnější exponáty, informační a provozní zázemí.



- Vzhledem k tomu, že na začátku expozice je potřeba relativně rychle naplnit prostor, pokusím se přemýšlet především o rozměrově velkých exponátech s tím, že postupně budou doplňovány, resp. nahrazovány exponáty třeba menšími a početnějšími.
- Většina exponátů nebude původní, ale bude inspirována exponáty ve světových interaktivních centrech, zvláště kolekcí podkladů sebraných pracovníky Labyrintu (na sbírku podkladů „A tak jsme to viděli“ míří odkazy v textu, označené [1; číslo řádku xls souboru], [2] j odkaz na Experimentarium v Kodani.
- Některé exponáty potřebují relativně jednoduchý a laciný materiál, např. kelímek. Je potřeba zvážit, zda takový materiál poskytovat zdarma nebo prodávat a kde. Mnohé exponáty vyžadují schopné technické a výtvarné zázemí. Když exponáty navrhuji, mám na mysli i jejich technickou realizovatelnost. To ovšem neznamená, že cesta k realizaci by byla vždy jednoduchá a laciná.

Především se budu věnovat **hornímu patru**, v tomto návrhu se ještě vůbec nezabývám prostorovou kalkulací a úvahami, které exponáty by mohly být ve spodním patru. Mým cílem je představit zde dostatek nápadů pro začátek konkrétní diskuse.

Základem by mohl být **Labyrint světa kolem nás**, kde labyrint by byl doslova vytvořen z relativně snadno přesunovatelných stojek např. s napnutou textilií jako stěnou. Jednotlivé exponáty by mohly být také vymezeny světlem – horní patro může být buď intenzivně osvětlené celé, aby se tam vytvořila příjemná klidná atmosféra, spíše bych však dal přednost vytvoření ostrovů světla kolem exponátů s ponecháním temna nad hlavou.

Existující terasa může nabízet pohled na labyrint shora, k tomu **automat na nápoje, stolky a židličky pro unavené rodiče**, jejichž ratolesti skotačí okolo jednotlivých exponátů. Na terase by mohlo být instalováno alespoň jedno **komplexní dohledové šmírovací zařízení**, sestávající z dalekohledu a k němu přimontované naslouchací paraboly (podobně jako v [2]). Jiný exemplář zařízení ke stejnému účelu by mohl kombinovat dalekohled se silně směrovým mikrofonem a zesilovačem se řízeným zesílením tak, aby výstupní úroveň byla konstantní a tak nikdo neohluchl, když se zaměří na hlasitě hýkajícího návštěvníka. Takovéto zařízení je také exponátem expozice. Naopak v labyrintu může být někde lešeníčko s parabolou [1;172], která je nasměrována ke stolkům na terase a která slouží k volání „mamííí ...“. Útok na soukromí by měl být veřejně avizován, stejně budou patrně v expozici instalovány kamery pro dozor. Dohledové zařízení by také mělo být využíváno k radám návštěvníkům, tak, aby se z něj ozýval kultivovaný hlas, říkající, že místo marného lomcování by návštěvník měl ... Na podobný aspekt je třeba myslet při výběru techniky i personálu.

Prvním aspektem Labyrintu by mohl být triviální fakt, že žijeme na Zemi, kde $g=9,8 \text{ ms}^{-2}$. Pokusme se sestrojít „**antigravitační stroj**“ [1;218, 219] Polstrovaná podlaha, která brání zranění při pádu, padákový postroj zavěšený na gumovém lanu, které je navjieno na motorem a převodovkou poháněný buben u stropu vybavený měřením momentu, tj. napínací síly lana. Návštěvník je vyzýván, aby se postavil na adjustační plošinu na okraji polstrované plochy, kde se zváží a nastaví regulátorem svou fiktivní váhu (zabudované omezení nedovolí zvednutí návštěvníka ke stropu...). Pak se může procházet, skákat skotačit ... Za aktivní plochou může být projekční stěna, kde je před nastavením promítána zemská krajina. Na regulátoru je kromě spojitě nastavení možné nastavit Merkur ($3,6 \text{ ms}^{-2}$), Venuši ($8,5 \text{ ms}^{-2}$), Mars ($3,8 \text{ ms}^{-2}$), Měsíc ($1,6 \text{ ms}^{-2}$). Dané planetě resp. Měsíci pak odpovídá projekce na plátně, např. Měsíci krajina s lunárním modulem Apolla. K máni je osvětlení stroboskopem.

Dovolím si naznačit, do jakých aktivit může tato expozice zasahovat: Mohou v ní bezpečně a bezmyšlenkovitě skotačit malé děti i důchodci, lze si hrát na kosmonauty, v expozici lze názorně probírat tíhové zrychlení i kmitavý pohyb (velmi názorně např. se stroboskopem), lze tam organizovat přednášky o zdravé výživě pro otlé a s demonstrací, jak by se jim chodilo, kdyby měli o dvacet kilo méně atd. Jako výtvarný úkol lze malovat plakát na tento stroj. Nevím, do jakého současného předmětu patří základy reklamy, kde by děti mohly soutěžit v imitaci známého Horsta. Problémem je kapacita – jedinec stroj obsadí, více exemplářů vedle sebe vytváří problém srážek, ale dovoluje například různé pružnosti lana pro různé váhové kategorie.

Hraní s gravitací by mohlo pokračovat ilustrací, jaké s ní máme potíže – hladký svah (vyleštěný nerezový plech) s dobrým dojezdem, na který se prostě nedá vyškrábat (viz [2]), vedle analogický svah pokrytý vhodným kobercem s měkkou podložkou, na který si lze obléci lopuchové rukavice a sandály (podobně jako [1;238]). Tato **ilustrace obtížnosti tíhy a současně významu tření** by mohla být doplněna **pastí na Jánošíka**: světlici s tvrdou podlahou pokrytou kuličkami, do které by člověk vstupoval s horolezeckým sedákem na fixním laně právě takové délky, aby nemohl upadnout a pomlátit se. Vedle může být jedno kolo na dřevěné ose, druhé na kuličkovém ložisku ...

Labyrint světa kolem nás by mohl pokračovat tématy věnovanými **vzduchu**. Skutečnost, že kolem nás něco je, si jasně uvědomujeme v situacích, kdy cítíme **odpor vzduchu**. Bylo by například možné připravit několik velkých lehkých desek (například pěnový polystyren, možná s nylonovým potahem pro větší výdrž) s batohovými nastavitelnými popruhy a vyzvat návštěvníky ke krátkému sprintu. To by bylo ideální okořenit ještě velkým ventilátorem s nastavitelným výkonem (mohl by se například periodicky měnit, aby návštěvník okusil bezvětří i znatelný vítr). S dostatečně velkým ventilátorem by bylo možné zažít i **aerodynamický odpor auta** – vyrobit modelové auto jako lehkou laminátovou skořepinu skutečného tvaru na bicyklových kolech, auto by mělo vyznačenou dotykovou plochu na tlačení, kde by tenzometr udával potřebnou sílu. Tatínkové by si mohli například pohrát se změřením toho, jak zahrádka, kolo na střeše ovlivní aerodynamiku. **Tlak, resp. přetlak vzduchu** by se mohl ilustrovat na duši, která by se nafukovala hustilkou a měřila velkým manometrem. Podstatné by bylo korelovat údaj o tlaku s pocitem měkkosti nebo tvrdosti

nafouknuté duše. Zde by mohl být i přístroj na měření tlaku krve s jednoduchým vysvětlením, že tlak v manžetě právě vyrovnává tlak krve a jistě překrásný exemplář ležícího pacienta s krví stříkající do výšky (viz ...). Tohoto pacienta by bylo krásné doplnit nafukovací Aničkou, u které by stříkající krev identifikovala správně prováděnou srdeční masáž a samozřejmě by sloužila k nácviku dýchání z huby do úst. **Hmotnost vzduchu** by se mohla ilustrovat vážením napumpované PET láhve (ventilek do zátky, automobilová pumpička s manometrem), **objem** vzduchu v napumpované PET láhvi by se mohl ilustrovat přepuštěním do balónku nebo pytlíku. Spotřeba vzduchu na dýchání (**hra na potápěče**) by se mohla ilustrovat napuštěním definovaného objemu do plastového pytlíku, ke kterému by byl připojen ventil (vdechuje se vzduch z pytlíku, vydechuje ven), ventil napichovací trubičkou s těsněním zasahuje do širšího kelímku (výměnný kvůli hygieně), který si návštěvník vezme nebo koupí (profesionálnější řešení je použití masky respirátoru s naplněným pytlíkem vzduchu). Skutečnost, že poměrně malý přetlak na velké ploše může znamenat podstatnou sílu, by mohla být demonstrována **vznášečem** v podobě desky se židlí, okraj desky utěsněn gumovou lištou, pod desku ventilátorem vháněn vzduch (raději než [1;294]). Znamé modelové vznášečlo z kusu lepenky, trubičky a balónku by mohlo být v prodeji. **Vlastnosti vzduchu v pohybu** by mohly být kromě již zmíněného odporu dále ilustrovány větším nafukovacím **míčem v proudu vzduchu**, optimální by bylo řada takových fukarů vedle sebe, případně vyústění v podobě částečně flexibilních trubíc, aby se dalo zkoušet, jak silně míč v proudu drží [1;9]. S flexibilní trubicí foukající vzduch by též bylo snadné foukat mezi dvě plasty nebo fólie a vidět, že je to nerozfoukne, ale naopak přitiskne.

Vlastnosti kapalin by mohla ilustrovat další oblast experimentů. **Hustota kapaliny** by mohla být ilustrována převrácení kyvetou s vodou a olejem – těžší kapalina nakonec vždy „propadne“ dolů, lehčí zůstane nahoře. To, co není hustota, ale **viskozita**, by mohly ilustrovat přesýpací hodiny naplněné vodou, olejem a medem, resp. převrácení trubky se vzduchovou bublinou, opět s vodou, olejem a medem. **Chování hladiny** kapalin by mohlo být ilustrováno jednak autíčky s uzavřenou kyvetou naplněnou napůl olejem (sklon hladiny ukazuje zrychlení, olej je méně živý než voda), jednak větším tácem, zavěšeným jako kyvadlo, na tácu několik kelímků naplněných po okraj vodou (jak to, že voda nevyteče, když jsou kelímky v různých fázích kývání šikmo??). Návštěvníci by si mohli vyzkoušet, jak těžce se nese hrnek s vodou bez vylití a pak si koupit „stavebnici“ misky, která přenášení plných hrnků řeší (miska pod květináč a tři kusy šňůrky). **Různé druhy čerpadel** se najdou skoro v každém science centru ve světě ([1;245]...), vhodné je načerpanou vodu pustit na vodní kolo. **Archimédův zákon** by mohl být ilustrován plejádou experimentů, např. vanou s vodou a sadou krychlí o hraně 1 dm, včetně plexisklové naplněné vodou. To by poskytlo jasnou představu, jak dobře plave pěnový polystyrén, dřevo, beton ... Na krychlích by kromě nápisu označujícího materiál mohla být uvedena hustota v kg/dm^3 . Vedle krychlí by mohla být k dispozici betonová loďka demonstrující, že tvar loďe je důležitý a že když do loďe nateče voda, tak se potopí (ve Stockholmu na to mají celé muzeum). Toto téma by mohlo být doplněno sice neinteraktivním, zato však ilustrativním exponátem – čtyřmi uzavřenými **akvárii s koupající se Barbie**: První s Barbie, která neumí plavat, trochu se napila a klesla ke dnu, druhé s utopencem Barbie, který již plave u hladiny, třetí s radostnou Barbie v Mrtvém moři a poslední s Barbie koupající se na rtuť. Archimédův zákon ve vzduchu by mohly ilustrovat **balóny** z tenkých velkých PE sáčků na odpad plněné horkým vzduchem z fěnu (stabilizované např. kancelářskými svorkami).

Vlastnosti pevných látek by mohly být ilustrovány také interaktivními experimenty: Návštěvník by si například mohl ustříhnout z několika cívek různých šňůr (bavlněná tkanice, konopná šňůra, polyamidová šňůra, nylonová struna, ocelový drát) vzorek, uvázat ho do improvizované **trhačky** s tenzometrem (našla by se nějaká historická nebo bude potřeba zkonstruovat?) a přetřhnout. Variantou by mohl být můstek nad skokanským doskočištěm, kde by se člověk na zkoumanou šňůru pověsil a testoval by pouze, jestli ho udrží (a průměry šňůr by byly dimenzované na pevnost s uzly např. okolo 300-400 N, aby lehčí dítě vydrželo viset a těžší snadno šňůru přetřhlo). Hezký by byl **rýpací exponát** (ne nutně mastek, ..., diamant) v podobě sloupu s panely různých materiálů (dřevo, pískovec, žula, olovo, hliník, plexisklo, sklo, keramická dlaždice ..., vše relativně snadno výměnné) s výzvou, aby se tam návštěvníci zvětčili pomocí nástrojů, které najdou po kapsách (panely s rýpanci významných návštěvníků mohou být pak vystavovány). K tomuto tématu by také mohla přispět malá **expoze mostů**: první jenom dvě „klády“ (pružné laminátové tyče) s deskami na chození – pod dospělým by se měly výrazně prohnut, dalším by byl most v podobě jednoduché trubkové příhradové konstrukce (místo trubek by ale byly teleskopické trubky s pružinou a případně tlumením jako tlumiče), která by se opět při zatížení chodcem výrazně deformovala, posledním visutý most, kde by byla

použita gumová lana tak, aby se most pod zatížením opět výrazně deformoval. Tyto mosty by měly rozjívěné mládeži dovolit skotačení a současně umožnit docela seriózní pohled na funkci takových konstrukcí a ilustrace módů jejich deformace (video s havárií mostu Tacoma by kývání visutého mostu vhodně doplnilo). V této části expozice by mohl být i **most z lichoběžníkových kvádrů** (viz mnoho science center, např. [1;211]) a také například klidnější zákoutí s experimenty, jak udělat můstek, který co nejvíce unese, z listu papíru, skládačku Leonardova mostu [1;126] atd.

Standardní součástí Science center bývá expozice **jednoduchých strojů**. Na dané téma může být mnoho variací: **páka** může být například demonstrována váhami, na které se návštěvníci vzájemně mohou zvážit (vyvažovací závaží 1 kg, jasné měřítko na rameni). **Kola na hřídeli** by mohla být dvě, s navinutými provazy a vybízející k přetahování. Na několik různě skloněných **nakloněných rovin** by bylo pěkné umístit identické obrovské a těžké koule, jen by bylo potřeba se postarat o jejich tlumený závěs, bránící zranění. **Šroub** by mohl být demonstrován šroubovým lisem, kde by si návštěvníci razili mince. **Kladky a kladkostroje** jsou také všude [1;87], sestavit je lze například z jachtařského nebo horolezeckého materiálu, podstatné je bezpečné provedení. Bylo by zajímavé udělat alespoň něco užitečně funkčního, např. výtah na terasu na kliku nebo na šlapání (například hydraulický výtah, čerpadlo poháněné lidskou silou). Na takovém zařízení by se už také mohla demonstrovat vykonaná práce a její cena.

Jednoduché stroje znamenají pochopení jistých zákonitostí a jejich využití. Expozice by mohla usnadnit pochopení několika dalších témat (opět úzce korelovaných se standardní školní výukou). Jedním z těchto témat by mohl být **pohyb** a neformální osahání jeho zákonitostí. Jedním exponátem by mohl být například standardní **kulečnick**, například s možností osvětlení stroboskopem nebo také s možností snímání malou webovou kamerkou nad stolem, která dovoluje detailně studovat průběh šňouchů. Navíc ke standardnímu kulečnicku by se hodila sada různých těžkých koulí a jednoduchá přenosná nakloněná rovinka, na které se koule rozeběhne místo šňouchání. Sada gumových autíček na kolech by umožňovala ilustrovat dopravní nehody. Takováto výbava by umožňovala pořádat jak seminář se zkušeným hráčem kulečnicku tak hodinu fyziky.

Ve starých verzích windows byla jednoduchá basicová hra, ve které opice po sobě házely banány – experiment, ve kterém by po sobě dvě figurky v přilbičkách házely přes kopec kuličky s nastavovanou rychlostí a úhlem, by snad nebyl příliš militaristický a jistě by spoustu návštěvníků naučil, jak je to s **vrhem**. Různé **kmity** by mohl ilustrovat komplexní výtvarný exponát, ve kterém by kmitala například závaží na pružině, jablko na pružné tyči, medvídek na kšandách, pružina nad celou expozicí [1;274], model kyprého pozadí ...

Univerzálním experimentálním pracovištěm by mohl být **velký krb** neboli **svět ohně** (velké ohniště se střechou sběrače kouře), který by ovšem vyžadoval permanentní dozor asistenta. Dala by se tam demonstrovat hořlavost různých materiálů a naopak materiály nehořlavé, způsoby hašení, možnost vzniku požáru při zkratu elektrických zařízení, klasické použití ohně (návštěvník si opeče koupený špekáček) a použití ohně v různých technologiích (kovářská minidílňa), parní stroj poháněný parou generovanou v trubkách, vsunutých do ohniště ... V krbu by se mohly demonstrovat i méně triviální záležitosti, například sledovat barvu záření ohřívajícího kusu železa, stanovení jeho teploty podle vzorníku barev a pyrometrem, měřit napětí termočlánu atd. Bylo by možné srovnávat pocit na tváři ze sálajícího krbu s pocitem za sklem, diskutovat skleníkový efekt atd. Organickou součástí krbu by bylo několik uhláků s uhlím z různých lokalit, s koksem, dřevěným uhlím a třeba i ekologickým palivem v podobě sušených koňských koblíh. Zatímco krb by byl jistě příjemným místem v chladných měsících, mohly by být v teplých měsících nahrazen parabolickým zrcadlem, které by opět vyrábělo páru, opékalo špekáčky atd.

Protiváhou světa ohně, by mohl malý **svět elektřiny**, který by mohl vypadat jako pyramida elektrických spotřebičů s nevelkou spotřebou – žárovky klasické i úsporné, zářivky, rádio, malá televize, nějaký mobilní třeba nesmyslný prvek (atraktivněji než [1;243, 244]). Okolo tohoto světa by byly rozestaveny generátory s klikou, resp. na šlapání, u každého jasné označení a výrazné dráty k napájenému spotřebiči a displej, který by ukazoval produkovaný výkon. Tady by návštěvník například jasně porovnal vláknové a úsporné žárovky. Pokud by nikdo z návštěvníků svět elektřiny nepoháněl, mohl by být napájen ze sítě, to by blikal majáček a svítil nápis „Teď tu šlape ČEZ“ ...

Magičtější varianta světa elektřiny by mohla být soustředěna kolem **plazmové koule** [1;182], která je opět vděčnou součástí mnoha expozic, tam by mohl být například také Teslův transformátor, hrátky s vysíláním a detekcí radiových vln (např. detektory vysílání mobilů) atd.

Další standardní součástí Science muzeí bývá téma zvuku a optika. Úroveň **hluku** by mohla být demonstrována tichou bezdozvukovou komůrkou, kde by člověk mohl slyšet **ticho**, případně si pustit nějakou muziku s pohrát si s nastavením hlasitosti, přičemž by hlukoměr ukazoval úroveň. K tomu by mohly být připraveny demonahrávky různých prostředí. V komůrce by si také mohl návštěvník zařvat a soutěžit tak s jinými v síle svého **hlasu**. Také by mohlo být k dispozici měření citlivosti sluchu, kdy by například tiskl tlačítko tehdy, když ve sluchátkách slyší tón. Výsledkem by mohl být výtisk grafu, na kterém by například dědeček srovnal svůj sluch s vnoučetem. Další potenciálně obsáhlá sada exponátů by mohla ilustrovat různé způsoby **vyluzování libého** (např. hudební nástroje) i **méně libého** (např. budíky, sirény...) **zvuku**. Mohlo by být přitažlivé vytvořit **hru na netopýra** – zcela temnou polstrovanou chodbu s překážkami, kam by návštěvník vstupovat s ultrazvukovým měřičem vzdálenosti (vzdálenost identifikovaná výškou tónu). Zkušenost z [1] ukazuje, že tápání ve tmě je účelné vizualizovat pro vnější škodolibé pozorovatele např. infračervenou kamerou. V mnoha expozicích se dá najít plošinka s dlaždicemi, které při našlápnutí generují tóny. Ta je často obsazena nadšenými dětmi, ale moc jiného nedovoluje. Co sestavit z pásu průsvitných dlaždiček spínajících syntezátor **hrájící notovou osnovu**, tak aby po ní kromě chaotického poskakování šlo správně klikatě jít a tak hrát melodie? Několik předdefinovaných melodií by mohlo být připraveno v programu, který by podsvětlaval správné cílové dlaždičky a umožňoval tak hrát i totálnímu laikovi.

Tématem **optiky** by mohla být opět řada exponátů z jiných muzeí. Lze předvádět principy čoček a zrcadel a nejrůznější optické klamy. Jistě atraktivní by byla **velká křivá** zrcadla, rovnoběžná zrcadla [1;299], mezi které se člověk postaví a vidí se mnohokrát, nezapomenutelnou zkušenost přináší chůze po čáře s pohledem skrz **brýle, které prohazují obraz mezi levým a pravým okem**...[1;14]. V [2] jsem ocenil chobot se skleněnou ploškou a kamerkou za ní. Při přiložení např. na tvář bylo možné vidět ve velkém zvětšení pokožku s černými klacky vousů ... Atraktivní by byl asi velký deskový fotoaparát fungující jako camera obscura: byl by namířený na osvětlenou scénu, na matnici by se svorkou upevnil pauzovací papír a tužkou obkreslil). V prvních stadiích expozice bych byl raději zdrženlivý v prezentování exponátů, které vyžadují hlubší vysvětlení (například efekty polarizovaného světla). Na druhé straně například okénko na ulici, které by se kroutítkem dalo zatmavovat a zesvětlovat (díky otáčení polarizačního filtru), by asi nikoho nezaplašilo. V optické expozici by mohla být standardní lékařská tabulka pro zjišťování ostrosti zraku a vhodně adjustovaná řada čoček, aby si návštěvník pohrával se sebou a sada tabulek na kontrolu barevného vidění.

Zrak a sluch nám zprostředkovávají nejvíce informací, tělo však na ně občas musí reagovat. Za nádherný exponát považuji obraz s poosvětlenými tlačítky s obrazem much. Mouchy se náhodně rozsvěcují, bzučí a volají po plácnutí. Návštěvník se při **plácání much** rozhýbá, změří si svou reakční dobu, zapnutím/vypnutím zvuku lze zjistit, jak reakci urychlí více podnětů ([2], lepší než [1;210]).

V sebraných podkladech [1] je spousta dalších námětů, ze kterých je možné vybírat.

Tento dokument v této verzi je podkladem pro další diskusi a přípravu expozice. Komentáře, náměty, korekce i kritika jsou vítány.

Jiří Dolejší, 6. 9. 2004