

## Několik projektů z tábora

ZDEŇKA KOUPILOVÁ<sup>1</sup>, JAROSLAV REICHL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Katedra didaktiky fyziky MFF UK, Praha, <sup>2</sup>SPŠST Panská, Praha

### Abstrakt

*Príspevek popisuje ďalší ročník Soustředění mladých fyziků a matematiků pořádaného MFF UK Praha a zaměřuje se zejména na popis projektů, na nichž účastníci soustředění pracovali v rámci odborného programu tábora. Popsané projekty mohou být inspirací pro učitele fyziky v rámci různých projektových dnů, laboratorních prací, ročníkových prací a dalších aktivit, v nichž žáci mají rozvíjet své znalosti a dovednosti nejen z fyziky.*

### Další ročník Soustředění

Stejně jako v loňském roce i letos se konal další ročník Soustředění mladých fyziků a matematiků, které pořádá MFF UK Praha. Uvedené soustředění má kromě velmi bohatého odborného programu zaměřeného na fyziku, matematiku i informatiku také propracovaný táborový program propojený celotáborovou hrou. Letos bylo 39 budoucích agentů Časové policie Časopol přivítáno v Penzionu U Špičáku v Albrechticích v Jizerských horách. Tamní personál po celkem pochopitelné počáteční nejistotě z „party matfyzáků“, která si přivezla hromady beden s materiálem, během první noci představila lyžárnu na dílnu, společenskou místnost na laboratoř a největší pokoj na počítačovou a elektrotechnickou učebnu, velmi záhy zjistil, že tyto dva týdny u nich bude pobývat skupina lidí, která přijela využít svůj čas na maximum a chce během soustředění vytvořit a zažít spoustu věcí a poskytl nám opravdu skvělé podmínky i přes naše nezvyklé požadavky.

Skupina vedoucích jak odborného, tak mimoodborného programu prošla od loňského soustředění mírnými změnami, ale na soustředění jsme byli opět jedna parta se společným cílem: připravit další skvělé soustředění pro zájemce o matematiku, fyziku a informatiku. Oproti loňskému roku, kdy kontinuitu soustředění přetrhla nucená covidová pauza, byla příjemná i skutečnost, že přibližně polovina účastníků se zúčastnila i loňského soustředění, takže předávali nováčkům své zkušenosti nejenom s programem, ale hlavně s duchem celé akce. Takto vysoká návratnost účastníků nás přesvědčuje o tom, že program soustředění je opravdu kvalitní.

Soustředění má tradičně dvě části: mimoodborný program a odborný program.

### Mimoodborný program

Nedílnou součástí soustředění je tzv. mimoodborný (táborový) program, který byl letos zastřešen legendou Časopolu (Časové policie). Větší hry se hrály každý den odpoledne a každá z her posouvala nachystanou legendu dále. Po přijetí nových rekrutů do Časopolu, jsme se naučili pracovat s Časostrojem, trochu se nám nevydařila první mise do minulosti, a tak bylo nutné způsobené změny v běhu historických událostí další dny postupně napravovat, což se v závěru podařilo poněkud nečekaným způsobem – drobným skokem do minulosti jsme si zabránili ve vstupu do Časopolu.

Zájmová homogenita účastníků umožňuje i tyto táborové hry tzv. „ušít na míru matfyzákům“, takže mnohé hry jsou velmi propracované strategie, hojně se uplatňuje luštění šifer a dalších hlavolamů, ale je nutné uplatnit i vzájemnou spolupráci a schopnost se domluvit. Účastníci si užívali nejen připravené hry, ale i další aktivity typicky táborového charakteru jako večerní táborák, celodenní výlet, hraní společenských her, ... Všechny tyto aktivity přispívají k příjemné kamarádké atmosféře během celého soustředění.

### Odborný program

Odborný program začal tzv. miniprojektem – přibližně dvouhodinovou aktivitou, která měla účastníky jednak navzájem více seznámit, ale také naladit na styl práce, která je během soustředění čeká. Letos měli účastníci za úkol připravit zařízení, které odměří co možná nejpřesněji 42 sekund, při stavbě ale nesměli využívat žádná soudobá měřidla času a svoje zařízení si mohli nechat jednou během stavby „okalibrovat“ oficiální časomírou. Nápady účastníků využívaly různé fyzikální principy a přesnost sestavených zařízení byla v některých případech až neuvěřitelná.

Další částí odborného programu byly každodenní kurzy, které vedli vedoucí soustředění. Letos byly pro účastníky připraveny 3 různé úrovně kurzů fyziky i matematiky a kurz 3D modelování v software Inventor (znalosti z tohoto kurzu pak někteří účastníci využili při přípravě podkladů pro 3D tisk různých komponent pro své projekty).

V rámci odborného programu proběhly i tři přednášky zvaných lektorů:

- *prof. Jan Flusser* (ÚTIA AV ČR): Neintuitivní problémy v matematice,
- *Ing. Vojtěch Stránský* (FÚ AV ČR): Radioaktivní záření kolem nás,
- *Dr. David Heyrovský* (ÚTF MFF UK): Temná hmota.

Všem lektorům patří velký dík za to, že přijeli ve svém volném čase (většinou jen na tu svou přednášku), věnovali energii přípravě zajímavého povídání a i po čase vyhrazeném jejich přednášce byli ochotni dále zodpovídat zvědavé dotazy.

Hlavní částí odborného programu jako tradičně byla práce na dlouhodobém projektu, který si účastníci vybírali ze čtyřiceti připravených témat zaměřených opravdu velmi různorodě – na výrobu konkrétních přístrojů, provedení a zpracování fyzikálních měření, studování vlastností matematických objektů či programování.

Seznam projektů, které byly v letošním roce realizovány (tučně vyznačené projekty budou dále detailně popsány):

- **Pohyb soch na Velikonočním ostrově**
- **Fibonacciho posloupnost**
- Newtonova metoda tečen
- Luminiscence
- Zvuk – stavba kytary
- **Strandbeest**
- **Umělá inteligence v krabíčce od sirek**
- Zálesácká nabíječka
- Rakety (ve třech variantách)
- Elektroslych
- **Vodní levitace**
- Hrátky s arduinem I.
- Hrátky s arduinem II.
- **Kreslení sinusoidy**
- Štěnice
- **Binární vodní sčítačka**
- **Pinball**

Je samozřejmé, že účastníci pracovali dle svých aktuálních dovedností a vzhledem k velkému věkovému rozptýlu nelze úplně dobře porovnávat výsledky jednotlivých projektů. Ve valné většině případů se ale účastníci za 10 dnů práce na projektu naučili opravdu řadu nových vědomostí či dovedností (ať už se jednalo o základy numerických metod, výpočty členů Fibonacciho posloupnosti, navržení programového kódu pro arduino, uříznout rovně dřevěný špalík daných rozměrů, ...) a tím naplnili cíl práce na projektu.

Navíc součástí dokončeného projektu je i dokumentace popisující postup práce, získané výsledky, vyzkoušené nefunkční cesty a další důležité charakteristiky projektu. Dokumentace vybraných projektů i fotografie výsledných přístrojů či obrázky získaných výsledků si lze prohlédnout na webových stránkách soustředění [1]. Výsledky své práce pak všichni účastníci prezentovali ostatním na závěrečné konferenci, která byla zakončením odborného programu soustředění. Jak sepsání dokumentace, tak vlastní prezentace vlastní práce je

další cennou zkušeností, kterou si účastníci soustředění odváželi a kterou jistě využijí i v budoucnosti.

### Popis vybraných projektů

#### Pohyb soch na Velikonočním ostrově

Šárka Kolenatá a Petra Mrázková prověřovaly v rámci svého projektu možnost pohybu těžkých soch po Velikonočním ostrově. Pro ten účel si vyrobily model z dřevěného hranolu a ten na dané vzdálenosti uváděly různým způsobem do pohybu. Přitom měřily velikost působících sil, porovnávaly je s teoretickým výpočtem a počítaly práci nutnou na uvedení modelu do pohybu. Postupně model uvedly do pohybu smýkáním po dané podložce, tažením na sestrojeném vozíku a kývavým pohybem, jehož autorem je český vědec *Pavel Pavel* proslavený rekonstrukcí pohybu soch přímo na Velikonočním ostrově (obr. 1).



Obr. 1 Model sochy s vodicími provázky při „kráčivém“ pohybu dle P. Pavla

Práci na projektu se dívky věnovaly intenzivně a vypořádaly se velmi dobře i s absencí siloměrů, které jsme zapomněli s sebou přivést; místo nich použily pružinky, které si před vlastním měřením nakalibrovaly.

#### Fibonacciho posloupnost

Vlastnosti Fibonacciho posloupnosti zkoumali Ema Čekalová, Matyáš Provod (nejmladší účastník soustředění) a Alexandra Sedřová. Práci si v rámci skupinky rozdělili: děvčata se věnovala teoretické části projektu, Matyáš pak

vytvářel elektronickou část práce – a to nejen dokumentaci, ale i programy na výpočet členů studované posloupnosti pomocí rekurentních i přímých vzorců.

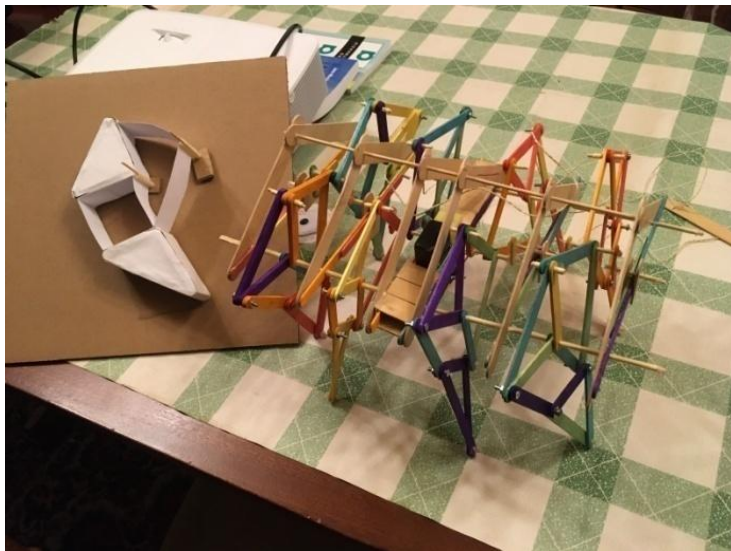
Když autoři projektu zjistili, že s Fibonacciho posloupností se můžeme setkat i v přírodě, neváhali tyto vlastnosti ověřit. Proto počítali dělení stonku borůvčí, okvětní lístky na kopretinách, „šupiny“ na slupce ananasu (obr. 2) a „šupiny“ na šiškách. Jejich radost, když skutečně napočítali členy Fibonacciho posloupnosti, byla veliká a upřímná. Kromě toho prostudovali a v dokumentaci popsali i souvislost se zlatým řezem a jako zajímavost i netradiční způsob převádění kilometrů na míle (a opačně) právě s využitím členů Fibonacciho posloupnosti.



Obr. 2 Ananas s onačenými „šupinami“, aby dobře odlišily jednotlivé spirály šupin

### **Strandbeest**

Konstrukci chodících hraček studovali Jakub Gerža, Tereza Slavíková a Bětko Štollová, kteří následně vyrobili i funkční model. Prošli řadu možných konstrukcí těchto typů hraček a vybrali si jeden konkrétní typ, kterému se poté věnovali detailně. Pohyb „kráčivé nohy“ nejdříve simulovali v programu GeoGebra, poté vyrobili její funkční model z papíru a kartonu a až poté přistoupili ke konstrukci samotné „chodící příšery“ z barevných špachtlí s osmi kráčivými nohama, která byla poháněna elektromotorkem. Papírový model i finální konstrukce jsou zobrazeny na obr. 3.



Obr. 3 Model kráčivé nohy z papíru a výsledný osminohý kráčejší mechanismus ze špachtlí

### Umělá inteligence v krabice od sirek

Richard Dobíšek a Vojtěch Procházka zkoumali princip a způsob učení umělé inteligence, kterou ale místo složitých elektronických zařízení vytvořili pomocí krabiček od sirek. Simulaci prováděli autoři pro hru hexapawn.<sup>1</sup> Pomocí krabiček od sirek simulovali autoři hru tak, že na každou krabíčku nakreslili jednu z pozic, do níž se hra může dostat, včetně barevného označení všech možných dalších tahů z této pozice (obr. 4). Rozhodování „krabíčkové umělé

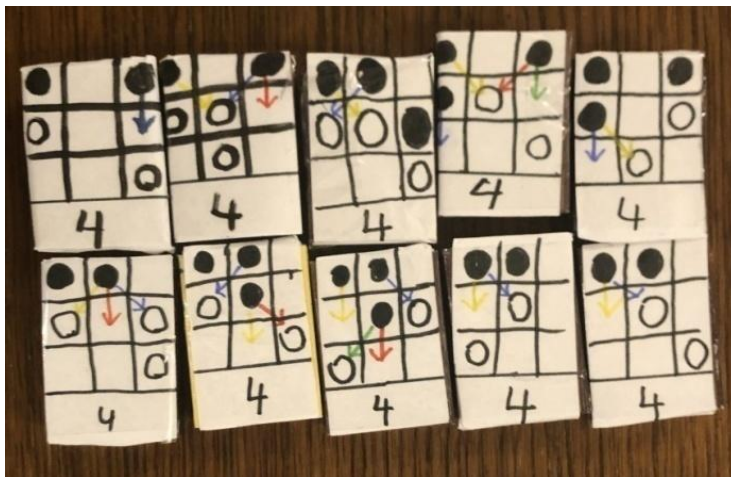
---

<sup>1</sup> Pravidla hry hexapawn: Hra je určena pro dva hráče (bílý a černý) a hraje se na hrací desce o rozměrech 3 krát 3 políčka, přičemž každý z hráčů má na začátku 3 pěšce své barvy umístěné na počáteční pozici (3 políčka nejbližší k hráči). Pěšcem lze táhnout stejně jako v šachách, tj. buď o jedno políčko dopředu, nebo sebrat diagonálně soupeřova pěšce. Hru začíná hráč s bílými figurkami a hráči se pravidelně po jednom tahu střídají. Hráč vyhraje, jestliže dopraví jednoho ze svých pěšců na poslední řádek pole, sebere všechny soupeřovy pěšce nebo vytvoří takovou pozici, že jeho soupeř nemůže svůj tah provést. Hru lze hrát i na větší hrací desce.

inteligence“, který z možných tahů provede, simulovali pomocí náhodného vytažení jednoho z různobarevných (odpovídajících barevně vyznačeným tahům) kousků brček umístěných v každé krabici. Na začátku celého procesu byl v krabici jeden kousek brčka od každé barvy, všechny tahy tedy byly stejně pravděpodobné. Během hry, kdy umělá inteligence hrála za černého, se zaznamenával průběh hry a po jejím skončení se na základě výsledku hry formou buď odměn, nebo trestů změnil počet kousků brček dané barvy v příslušných krabičkách, tak aby se zvětšovala pravděpodobnost tahů vedoucích k výhře a snižovala pravděpodobnost tahů vedoucích k prohře; a tak se „krabičkový počítač“ učil.

Pro hru, kterou bylo možné hrát proti „krabičkám“, a také pro hru hranou na hracím poli o rozměrech 4 krát 4 políčka, pro její simulaci by bylo třeba více než 300 krabiček, vytvořili autoři program v prostředí C#, který přesně simuloval chování „krabiček a brček“.

Autoři projektu se také zabývali porovnáním obou metod učení – odměnami a tresty, i tím, zda hra má či nemá vítěznou strategii či je některý z hráčů ve výhodě.



Obr. 4 Část krabiček s různými stavy hry a možnými tahy z daného stavu

### **Vodní levitace**

Ondřej Budil, Vojtěch Lančarič, František Roh a Barbora Vosáhllová se zaměřili na vytvoření zařízení, pomocí kterého bude možné simulovat „levitaci vody“ s využitím stroboskopického jevu. Zařízení sestávalo z reproduktoru připojeného ke zdroji zvuku laditelné frekvence, hadičky, kterou přitékala voda a která byla připevněná k reproduktoru, a pásu LED s ovladatelnou frekvencí blikání. Vše bylo uspořádáno do vlastnoručně vyrobené dřevěné krabice (obr. 5) a prošlo několika vývojovými fázemi. V první fázi byl místo proudící vody použit drát; až po vyzkoušení a opravení drobných technických chyb byl nahrazen hadičkou s proudící vodou.



Obr. 5. Pomůcka k demonstraci „levitace vody“

Vzájemnou změnou frekvence vibrace reproduktoru, k němuž je připevněna hadička s vodou, a frekvence blikání LED bylo možné docílit toho, že kapky vody z pohybující se hadičky se pozorovateli zdály vůči dřevěné krabici v klidu či dokonce vytvářely dojem, že se pohybují směrem vzhůru.



### **Kreslení sinusoidy**

Velice zajímavé řešení zadaného úkolu vymyslel Jindřich Dvořáček: původní vize vedoucího projektu byla, že autor sestrojí kyvadlo sypoucí písek, pod kterým se bude posouvat rovnoměrným přímočarým pohybem papír, a tak se na papíru bude vykreslovat graf funkce sinus. Autor ale překvapil tím, že úlohu obrátil: kyvadlo umístil na pohybující se vozík (obr. 6 nahoře), který sám sestrojil (včetně výroby jeho koleček), a písek z kyvadla se sypal na podložku, po níž vozík jede. Graf, který touto pomůckou autor vytvořil, byl skutečně přesvědčivý (obr. 6).

Z didaktického hlediska je pomůcka naprosto dokonalá: velmi názorně ukazuje „rozvinutí“ grafu funkce sinus. Zejména ve třídách, kde kmitavý pohyb předchází ve fyzice před probíráním goniometrických funkcí v matematice, je relativně obtížné žákům názorně ukázat, že grafem závislosti okamžité výchylky na čase kývajícího kyvadla je právě sinusoida.



Obr. 6 Vozík sestrojený autorem projektu (nahore) a praktická ukázka funkce a nakreslená sinusoida (dole)

### Binární vodní sčítačka

Martin Klačer a Pavel Provazník si ve svém projektu vytkli cíl vytvořit model binární sčítačky, která bude využívat princip naplňování nádob s vodou. Během stavby sčítačky museli autoři vyřešit řadu problémů: ujasnit si sčítání čísel ve dvojkové soustavě, navrhnout správný tvar nádob, kterými bude voda protékat, ty namodelovat a vytisknout na 3D tiskárně, snížit povrchové napětí vody, díky kterému voda nevytékala v okamžiku, kdy vytékat měla, zajistit těsnost nádob a hadiček, ... Nakonec se jim podařilo sestrojít pomůcku (obr. 7), na které lze binární sčítání demonstrovat, i když díky zvolenému konstrukčnímu řešení nefunguje zcela spolehlivě.



Obr. 7 Ukázka činnosti binární vodní sčítačky

### Pinball

Model kdysi velmi populární hry ve větším rozměru vyráběli Vít Borovský, Matyáš Flek a Vojtěch Mazanec. Ambice měli na začátku práce velké, postupně ale museli řešit řadu drobných nečekaných problémů (konstrukce a pohyb pádla ovládajícího kuličku, detekce nárazu kuličky do překážky, vhodný materiál ke konstrukci překážek, ...), což si vždy vyžádalo určitý čas.

Nakonec se autorům podařilo vyrobit velmi precizní a bytelný základní stůl (obr. 8), na kterém se může kulička správně pohybovat: být vystřelena pružinou, být ovládána pádly a odrážet se od připravených překážek. Není dokončena část věnovaná elektronice a automatickému počítání bodů za zásah kuličkou do různých překážek. Osazení čidel na desce je ale již zabudováno, základní obvod a software ovládající elektronické výstupy ze stolu jsou již připraveny. Autorům chyběly podle jejich odhadu přibližně dvě hodiny práce, aby původně

plánovaný záměr dovedli do plně funkčního stavu a domlouvali se se svým konzultantem, že by se ještě o prázdninách sešli a projekt dokončili.



Obr. 8. Pinball s jeho autory a hrajícím dobrovolníkem

### Závěr a pozvánka na další ročník

Čtrnáct dní vyhrazených pro soustředění velmi rychle uteklo. Jak z hlediska vedoucích, tak z hlediska účastníků se opět vydařilo a na zážitky posbírané během těch 14 dní budeme všichni dlouho vzpomínat. Ze závěrečné ankety vyplynulo, že se nelze zavděčit úplně všem ve všech detailech, ale že program byly vyvážený (reakce typu „málo spánku, jsem unaven(a)“, „moc spánku, bylo málo nočních her“, „přidal(a) bych více času na odborný program“, „přidal(a) bych více času na mimoodborný program“ apod. se vyskytovaly zhruba ve stejné míře).

Již při jeho ukončování byly na webových stránkách soustředění [1] zveřejněny informace ohledně dalšího ročníku. S žáky, kteří absolvovali osmou třídu, až po ty, co budou v tomto školním roce maturovat, se zájem o matematiku, fyziku, informatiku a překovávání výzev všeho druhu, se rádi na našem soustředění potkáme. Detailnější informace a přihlašovací formulář na další ročník soustředění najdou na uvedených stránkách koncem kalendářního roku. Měl by se konat opět prvních 14 dní v červenci roku 2023, tentokrát v Nekoři, v podhůří Orlických hor nedaleko od Pastvinské přehrady.

### Literatura

[1] Soustředění mladých fyziků a matematiků [online]. Dostupné z: <http://kdf.mff.cuni.cz/tabor> [citováno 24. 7. 2022].