

Co přinesla (a vzala) distanční výuka

Jaroslav Reichl

Střední průmyslová škola sdělovací techniky, Panská 3, Praha

Abstrakt

Příspěvek popisuje několik námětů na experimenty spojených s vedením elektrického proudu v kovech a Ohmovým zákonem. Dále jsou popsány náměty na různé aktivity, které lze využít jak v hodinách fyziky, tak v rámci projektových dnů či volnočasových aktivit na školách v přírodě, sportovních kurzech a podobně.

Distanční výuka

Školní rok 2020/2021 byl velmi podivný. Po tříměsíční distanční výuce ve druhém pololetí minulého školního roku jsem doufal, že už nic horšího jako učitel nemohu zažít. To jsem se dost mýlil! Téměř osmiměsíční distanční výuka, která v říjnu 2020 odstartovala, byla opravdu dlouhá. Na jednu stranu rozumím některým opatřením vlády, která si vynutila i uzavření škol, ale na druhou stranu jsem velmi nemile překvapen, že školy vychovávající budoucí generaci, zůstaly zavřené tak dlouho! A v porovnání s ostatními evropskými státy zdaleka nejdéle. Celou tu dobu jsem sledoval data o průběhu nemoci COVID-19 a na základě čtyř každodenně zveřejňovaných veličin (počet nakažených, počet testovaných, počet uzdravených a počet zemřelých – viz [1]) jsem si v software *Mathematica* vytvářel vlastní grafy. A ty se v některých případech velmi lišily od grafů prezentovaných v médiích. Grafy prezentované v médiích vyznívaly vesměs negativněji ve srovnání s mými. Proto si o nemoci COVID-19 a všech opatřeních (která stejně nebyla a nejsou dodržována tak, jak měla být) myslím své. Velkým zklamáním byla ale absence jakéhokoliv protestu proti uzavření škol ze strany organizací, které se vzděláváním zabývají. Nikdo neřešil sociální izolovanost žáků, nikdo se nepozastavil nad efektivitou distanční výuky! Na druhou stranu rad (ať už užitečných či zcela nesmyslných), jak vést distanční výuku najednou bylo na internetových stránkách plno.

Já osobně jsem se celé období distanční výuky snažil vést, pokud možno, běžný život. Po domluvě s vedením školy jsem učil ze školy z učebny fyziky. Tím jsem mohl žákům i nadále předvádět fyzikální experimenty, mohl se během výuky pohybovat, jak jsem zvyklý, a mohl si alespoň představovat místo obrázků v aplikaci žáky na svých místech v učebně. Náročná byla zejména příprava hodin: připravit kameru tak, aby zabírala podstatnou část experimentu, bylo snadné. Ale dodržet pak připravený průběh hodiny (v závislosti na připravených experimentech, umístění stativu kamery, ...) byl poměrně problém. Mám rád, když se žáci ptají, interagují a občas i posunou mnou připravenou hodinu mírně jinam. To ale v případě připraveného záběru kamery byl problém. Ale i s tím jsem se nakonec vyrovnal a žáci prostě minutku počkali, než jsem záběr kamery opravil. Malou odměnou mi byla odpověď žáka třetího ročníku (učil jsem je třetí rok, znali jsme se tedy více jak rok a půl z běžné výuky): „Nemít na sobě jen spodní prádlo a na stole hrnek s kafem, tak si připadám jako ve škole!“

Během přípravy záběrů na snímání experimentů kamerou jsem ale objevil i několik experimentů, které výrazně lépe vynikly při snímání kamerou, než tomu je při přímém

pozorování téhož experimentu z učebny; za všechny takové experimenty lze jmenovat pohled do neinerciální vztažné soustavy, kdy se kamera mohla stát součástí této soustavy.

Vzhledem k tomu, že jsem měl více volného času než jiné školní roky, připravoval jsem i další materiály, které jsem improvizovaně využíval i v rámci distanční výuky, ale které plánuji využít v plném rozsahu v běžné výuce. Pevně totiž věřím, že distanční výuka v takovém rozsahu, v jakém byla nařízena ve školním roce 2020/2021, již nařízena nebude!

Některé z připravených materiálů jsou popsány níže.

Vedení elektrického proudu

Na téma vedení elektrického proudu vodičem bylo vymyšleno, publikováno a předvedeno mnoho experimentů. Náměty uvedené níže nejsou v žádném případě nové. Ale mohou být pro někoho inspirativní tím, že je lze provést se snad běžně dostupnými pomůckami (viz obr. 1). Jedině snad měřicí přístroje určené pro kvantitativní měření mohou (v některých případech) bránit masovému využití níže popsaných experimentů; cenově jsou přitom v současné době již velmi dostupné. Žárovičku, zdroj napětí a vodiče patrně nebude problém ve škole sehnat. Možná je ale na některé škole problém se sadami rezistorů a reostatů, zejména pro samostatné žákovské experimenty. Oba zmíněné přístroje lze nahradit v níže popsaných experimentech tuhou do verzatílek.

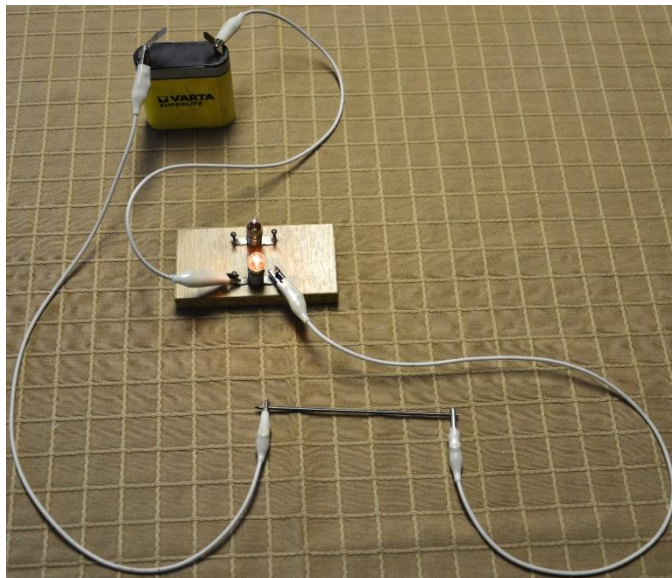


Obr. 1: Pomůcky pro níže popsané experimenty

Popsané experimenty lze přitom provádět na různých úrovních vzdělání – od prvního seznamování se s vedením elektrického proudu, přes první jednoduchá měření až k sofistikovanému proměřování charakteristik vodiče (v tomto případě tuhy). O úrovni experimentu přitom musí rozhodnout učitel na základě typu školy, kde učí, cíli hodiny a dovednosti svých žáků.

Tuha jako vodič

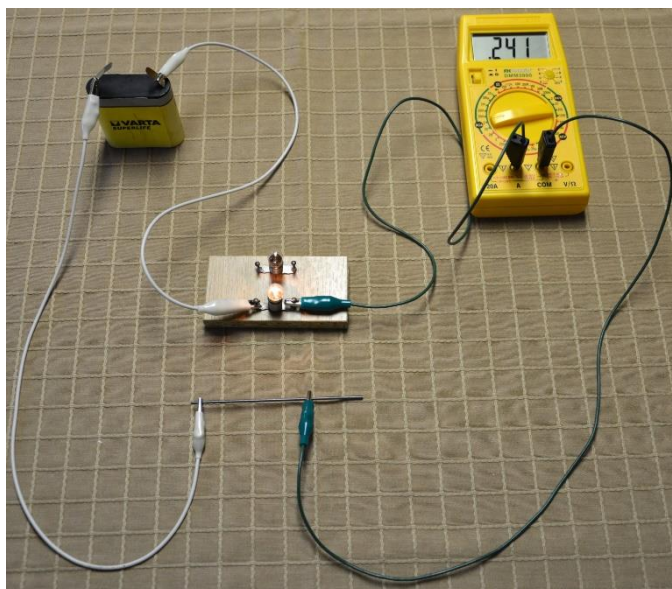
První experiment je snadný: do obvodu zapojíme sériově se zdrojem napětí žárovku a tuhu (viz obr. 2). Pro někoho může být překvapením, že běžná tuha vede elektrický proud. Žárovka je zde použita jako detektor průchodu elektrického proudu, ale může být pochopitelně použit i ampérmetr. Konkrétní provedení experimentu musí odpovídat úrovni fyzikálního poznání žáků a cíli experimentu.



Obr. 2: Tuha vede elektrický proud

Tuha jako reostat

Tuhu můžeme do obvodu zapojit také jako reostat (viz obr. 3). Jednu svorku vodiče postupně posunujeme po délce tuhy a pozorujeme měnící se jas žárovky (resp. údaj na ampérmetru).

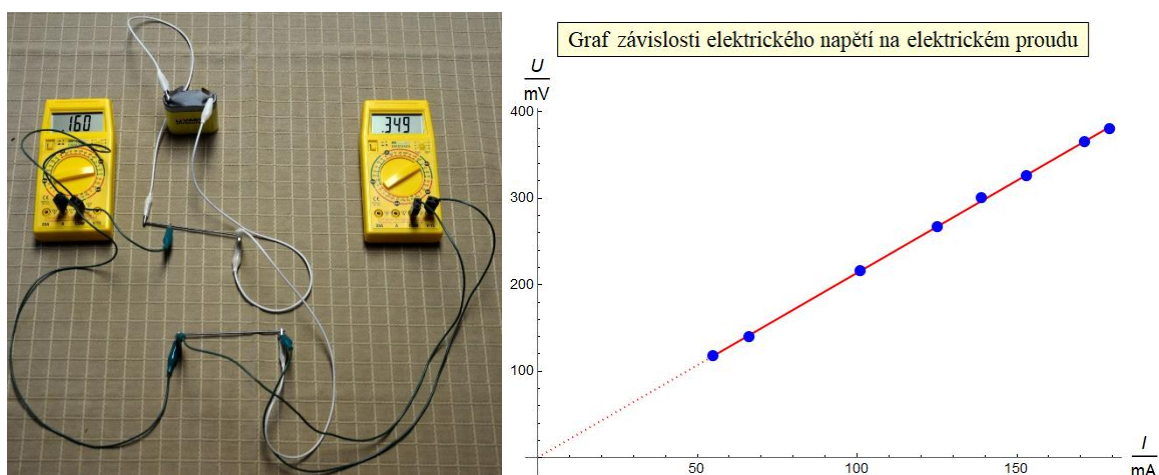


Obr. 3: Zapojení tuhy ve funkci reostatu

Ohmův zákon pro tuhu

Nyní můžeme obě výše popsaná použití tuhy zkombinovat. Jednu tuhu použijeme jako reostat, který můžeme zapojit jako potenciometr a zrealizovat tak dělič napětí, druhou tuhu pak zapojíme jako vodič, u něhož budeme proměřovat elektrické napětí mezi jeho konci a elektrický proud jím procházející (viz obr. 4).

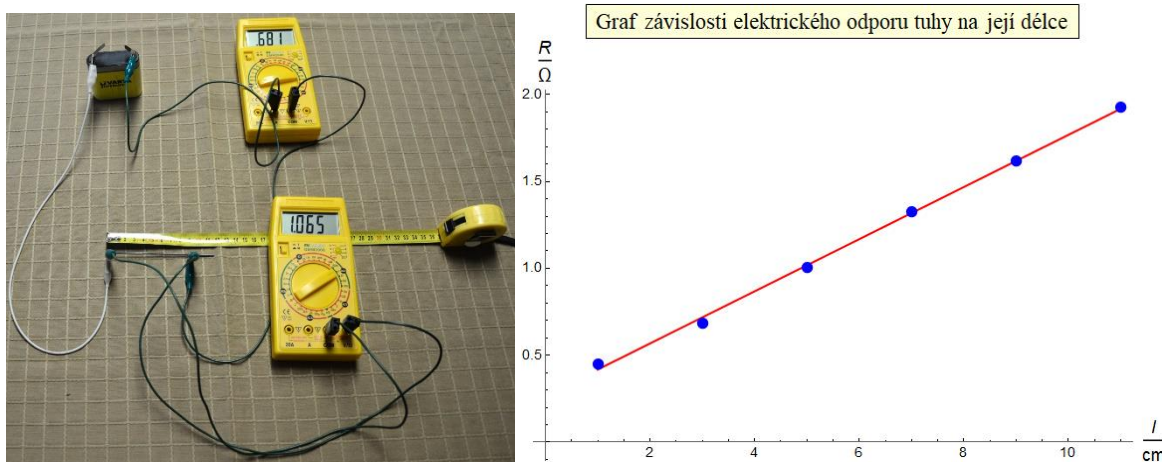
Na základě několika měření realizovaných změnou polohy pohyblivého vodiče zapojeného k tuze ve funkci děliče napětí můžeme následně sestavit i závislost elektrického napětí na elektrickém proudu (viz obr. 5). V uvedeném grafu je navíc zobrazena i přímka, kterou byla naměřená data v software *Mathematica* proložena. Je tedy zřejmé, že závislost elektrického napětí na elektrickém proudu je lineární, a pro tuhu tedy platí Ohmův zákon.



Obr. 4, obr. 5: Proměření Ohmova zákona pro tuhu a grafické zobrazení

Závislost odporu na délce a průřezu

S využitím délkového měřidla, ampérmetru a voltmetru lze proměřit závislost odporu tuhy na její délce (viz obr. 6). Postupně zapojujeme delší část tuhy a měříme elektrický proud, který jí prochází, a elektrické napětí mezi zapojenými konci tuhy.

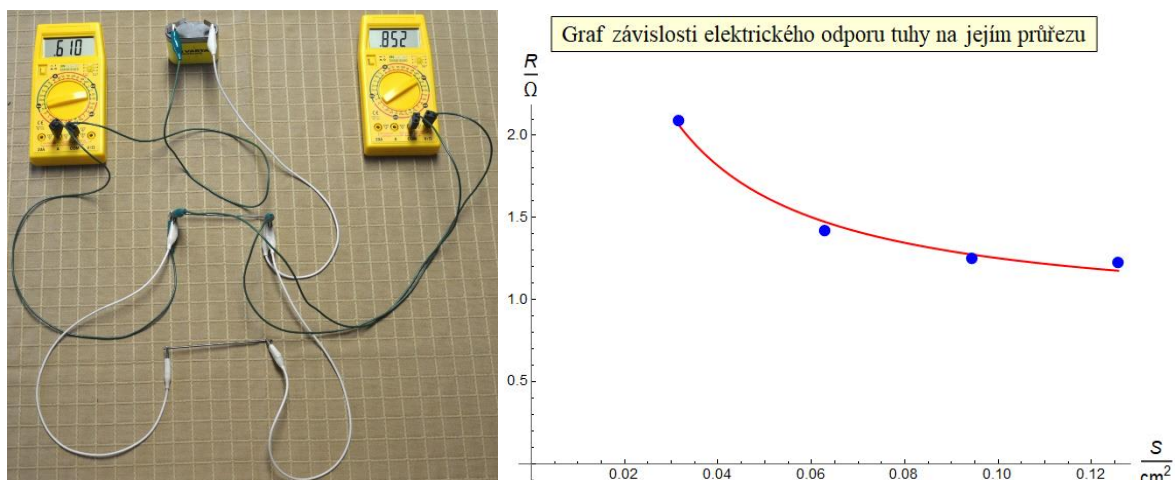


Obr. 6, obr. 7: Proměření závislosti odporu tuhy na její délce a grafické zobrazení

Graf závislosti elektrického odporu, počítaného pro jednotlivá měření jako podíl naměřeného napětí a proudu, na délce do obvodu zapojené části tuhy je zobrazen na obr. 7. Závislost je lineární (což dokazuje i přímka proložená naměřenými daty), což je v souladu s teoretickým vztahem pro odpor R vodiče délky l , průřezu S a měrného odporu ρ : $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$. Při konstantním měrném odporu a průřezu tuhy je závislost odporu na délce skutečně lineární.

Závislost odporu tuhy na jejím průřezu vypadá na první pohled nerealizovatelně, ale můžeme si pomoci tím, že zapojíme postupně více tuh paralelně (na obr. 8 je zobrazena situace pro dvě paralelně zapojené tuhy). Tak získáme vlastně vodič, který bude mít větší průřez. Stejně dlouhé stejné tuhy mají stejný průřez, a tedy i stejný elektrický odpor, proto se elektrický proud rozdělí rovnoměrně do všech paralelních větví. Stačí tedy měřit elektrický proud tekoucí obvodem a elektrické napětí na paralelním zapojení tuh. Z těchto údajů vypočteme elektrický odpor daného zapojení. Průřez vypočítáme na základě znalosti průměru tuhy; průměr přitom zjistíme z obalu tuh nebo jej proměříme posuvným měřidlem. Tuhy použité v tomto experimentu měly průměr 2 mm.

Závislost odporu tuhy na jejím průřezu je zobrazena na obr. 9. V grafu je též zobrazena funkce $R = S^{-1}$, kterou jsou naměřená data proložena a jejíž tvar plyne z teorie. Jak je patrné, křivka velmi dobře naměřenými body prochází.



Obr. 8, obr. 9: Proměřování závislosti odporu tuhy na jejím průřezu a grafické zobrazení

Náměty na další práci

Výše popsané experimenty jsou pouze náměty pro práci učitele fyziky případně pro samostatnou práci žáků. Měření, která byla pro účely tohoto článku zpracována, proběhla v improvizovaných podmínkách. Při pečlivějším měření by bylo nutné měření provést více – zejména v případě závislosti odporu tuhy na jejím průřezu, která je nelineární.

Dalším možným krokem může být z naměřených dat určit hodnotu měrného odporu tuhy. Dále lze studovat různé typy tuh, které se liší tvrdostí či chemickým složením přísad. Lze zkoumat též závislost odporu tuhy na teplotě. Zajímavé srovnání by mohly přinést i barevné tuhy, v nichž bude zcela jistě výrazně jiné zastoupení přísad. Neméně zajímavé by mohlo být proměřování i tuh do mikrotužek.

Pro přesná měření by bylo nutné také vyřešit stabilní připojení tuhy do elektrického obvodu. V experimentech použité vodiče s krokosvorkami mohou vykazovat relativně velký přechodový odpor při nepřesném uchycení tuhy.

Fyzikální a matematické aktivity

Kromě fyzikálních experimentů jsem pro své žáky přichystal i další fyzikální a matematické aktivity, které mohou pomoci k další motivaci ke studiu, k nenásilnému opakování probrané látky či upevnění získaných poznatků.

Advent s fyzikou

Na každý den prosince 2020 jsem připravil pro žáky dobrovolnou aktivitu: každý den večer bylo na webové stránce [2] zveřejněno zadání jednoho úkolu z fyziky (výroba jednoduché pomůcky a vysvětlení principu činnosti, provedení jednoduchého experimentu a jeho vysvětlení, vysvětlení předloženého experimentu, ...). Na jeho vyřešení měli žáci přesně 24 hodin. Svá řešení zaslali pomocí e-mailu.

Ačkoliv se zapojilo méně žáků (jen 12), než jsem původně očekával, podle reakcí si 24 fyzikálních úkolů v předvánočním čase všichni užili. Zadání byla volena tak, aby se mohli zúčastnit bez větších problémů i žáci prvního ročníku. Současně jsem se snažil zadávat na případnou výrobu takové pomůcky či hračky, na něž byl snadno dostupný materiál i při zavřených obchodech v rámci proticovidových opatření vlády. Při hodnocení odpovědí žáků jsem byl shovívavější, než při hodnocení úloh v písemných pracích či při zkoušení.

Žák Matěj Bláha ze třídy 19D naší školy velmi překvapil – všechny odpovědi zveřejňoval formou videozáznamu, na jehož vymyšlení, natočení a následnou postprodukcí měl oněch 24 hodin. Vídea jsou zveřejněna na webové stránce [3].

Při tvorbě zadání jsem sice čerpal i z velmi známých fyzikálních experimentů, ale i tak mohou být zveřejněné otázky a experimenty pro někoho inspirací na podobné akce.

Mezinárodní den matematiky

Podobnou aktivitu, jakou byl *Advent s fyzikou*, byla i aktivita oslavující *Mezinárodní den matematiky*. Na webové stránce [4] jsem každý den večer v týdnu před 14. 3. 2021, kdy se *Mezinárodní den matematiky* slavil, zveřejnil zadání matematické úlohy, na jejíž vyřešení měli žáci opět 24 hodin. Vybíral jsem úlohy jak sofistikované a početní, tak i různé matematické hrátky a hříčky; opět s cílem, aby se mohli zúčastnit i žáci prvního ročníku.

Akce se zúčastnilo 18 soutěžících (včetně jednoho žáka mimo naši školu a jedné bývalé žákyně) a jejich odpovědi byly vesměs správné (nebo jim ke správnosti chybělo jen několik detailů).

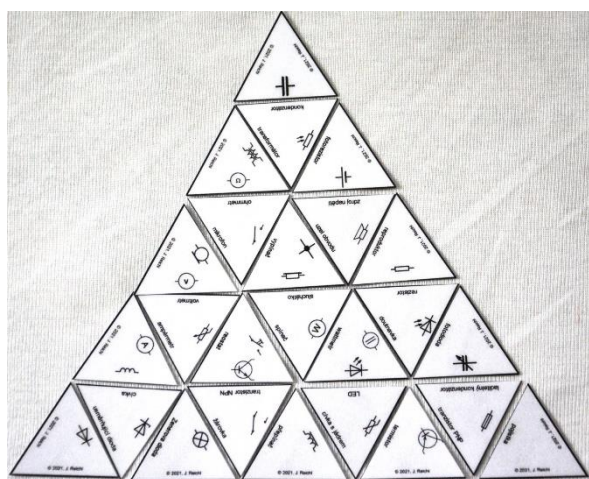
Pexesa

U žáků jsou oblíbená různá pexesa, skládačky a další podobné aktivity. Žáci při jejich kompletování mají pocit, že mají od učení pauzu, ale přitom se mohou tímto způsobem řadu poznatků naučit, mohou si již probrané učivo zopakovat a upevnit. Navíc v rámci pexes může být učivo i „maskováno“ do obrázků, schémat a podobně.

Během uplynulého roku sice nebylo možné pexesa využívat ke skupinové práci, tak jako v jiných letech, ale částečně použit tato metoda opakování šla. Stejně tak bylo možné připravovat pexesa nová.



Obr. 10: Ukázka termopexesa



7 poloměr Měsíce 1737 km	7 Periferní rozchledna 64 m	7 délka poříčka kinofilmu 138 m	7 Nusetský most (výška) 42 m	7 občasná stop DVD 740 mm	7 Žukovská věž 216 m
7 Eiffelova věž 300 m	7 vysílák na ještědu 91 m	7 Země - Měsíc 384 km	7 hlíva políčka kinofilmu 24 mm	7 LHC v CERN (délka) 27 km	7 délka vln rozchledny FM 3 m
7 Praž - Píseň 90 km	7 rozchod kolejnic 1435 mm	7 atomové jádro 1 m	7 průměr lidského vlasu 70 μm	7 bakterie 10 μm	7 odstup stop CD 1,9 μm
7 virus chřipky 90 nm	7 stop stop Blu-ray 350 nm	7 poloměr Země 6378 km	7 maratonský běh 42,2 km	7 vlnová délka světla 500 nm	7 Praž - Brno 200 km
7 koronavirový 120 nm	7 atom 100 pm	7 buňka 1 mm	7 poloměr fullerenu C ₆₀ 355 pm		

Obr. 11, obr. 12: Pexesa n -úhelníkové struktury

Jedním z nových pexes je termopexeso, které je tvořeno kartičkami dvou typů (viz obr. 10): s fotografií pořízenou v běžném světle a fotografií pořízenou v infračerveném záření. Oba typy fotografií jsem pořizoval termokamerou Flir, kterou škola vlastní a která oba snímky pořídí současně při stisku spouště. Při párování odpovídajících si kartiček k sobě si

žáci nejen uvědomí, jak se liší běžný pohled na okolní předměty od toho „infračerveného“, ale také mohou zjistit některé zajímavé vlastnosti infračerveného záření (např. jak se liší obě výše popsané fotografie, které pořídí člověk stojící před běžným oknem).

Pro generování pexesa n -úhelníkové struktury jsem si vytvořil příslušný script v software *Mathematica*. Script vytvoří požadované pexeso jako jeden celek, kde jsou odpovídající si dvojice u sebe. Po rozstříhání předlohy je cílem složit pexeso tak, aby odpovídající si dvojice byly u jedné strany společné dvěma n -úhelníkům. Komplikací je, že jednotlivé dvojice nejsou izolované, ale jsou součástí trojúhelníkové či čtyřúhelníkové struktury. V trojúhelníkové struktuře mám zpracovány elektrotechnické značky součástek (viz obr. 11), což může být vhodná forma procvičení pro žáky po probrání tematického celku věnovaného vedení elektrického proudu různými materiály.

Ve čtyřúhelníkové struktuře mám připraveny hodnoty fyzikálních veličin (viz obr. 12). Jedná se o přiřazení délky, hmotnosti, velikosti rychlosti, energie či výkonu konkrétnímu tělesu či zvířeti (fén, tiskárna, TGV, kůň, ...). Tento typ pexes může být velmi vhodný pro žáky, kteří s fyzikou začínají a kteří by si měli natrénovat jistý odhad hodnot fyzikálních veličin.

Závěr

Náměty na fyzikální experimenty i různé fyzikální či matematické zpestření výuky popsané v tomto příspěvku byly v rámci distanční výuky částečně vyzkoušeny. Ovšem ne v takové míře, jaké umožňuje běžná výuka.

V žádném případě výuku fyziky a matematiky nedegraduji pouze na zařazování těchto aktivit. Ale tyto aktivity jsou přínosné ke zpestření hodin či k odpočinku danému změnou soustředění se na jiný typ problému.

Doufám, že některým učitelům poslouží popsané aktivity v rámci jejich výuky a práce s jejich žáky.

Literatura

- [1] COVID-19: Přehled aktuální situace v ČR [online]. Dostupné z: <https://onemocneni-aktualne.mzcr.cz/covid-19>; [citováno 17. 8. 2021].
- [2] Advent 2020 s fyzikou [online]. Dostupné z: http://jreichl.com/fyzika/show/2020_advent/2020_advent.htm; [cit. 17. 8. 2021].
- [3] Advent 2020 s fyzikou — videa Matěje Bláhy [online]. Dostupné z: http://jreichl.com/fyzika/show/2020_advent/19dblaha_video.htm; [cit. 17. 8. 2021].
- [4] Mezinárodní den matematiky 2021 [online]. Dostupné z: http://jreichl.com/matematika/show/2021_mdm/2021_mdm.htm; [cit. 17. 8. 2021].