

ENVIRO
XPERIMENT

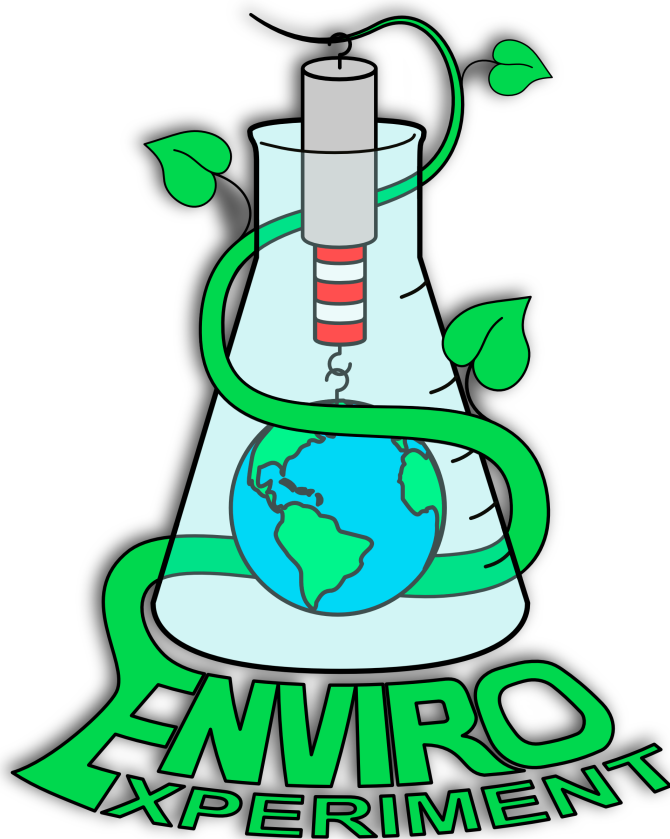
LABORATORNÍ PRAKTIKA

PRO ZÁKLADNÍ ŠKOLY

Enviroexperiment

-

laboratorní praktika pro základní školy



Západočeská univerzita v Plzni
2012

Publikace byla vydána s podporou projektu ESF OP VK reg. č. CZ.1.07/1.1.12/04.0009 Rozvoj experimentální výuky environmentálních programů ZŠ a SŠ.

Recenzenti: Mgr. Jiří Kout, Ph.D.
RNDr. Miroslav Randa, Ph.D.

Editoři: © Zdeňka Chocholoušková, Veronika Kaufnerová, Plzeň 2012

Autoři: © Zdeňka Chocholoušková, Luboš Zelený, Veronika Němcová, Kristýna Kokošková, Zdeňka Kielbusová, Pavel Masopust, Jitka Štrofová, Vladimír Sirotek, Plzeň 2012

ISBN 978-80-261-0175-8

Vydala Západočeská univerzita v Plzni

Obsah

METODY SBĚRU DAT V TERÉNU A VYUŽITÍ MODERNÍCH PŘÍSTROJŮ PŘI SLEDOVÁNÍ ZMĚN V EKOSYSTÉMECH 6

Sběr biologických dat v terénu pomocí moderních přístrojů.....	6
RNDr. Zdeňka Chocholoušková, Ph.D., Bc. Kristýna Kokošková, Bc. Veronika Němcová.....	6
Centrum biologie, geověd a envigogiky , Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Univerzitní 8, 306 14 Plzeň, chochol@kbi.zcu.cz	6
1 Úvod	6
2 Přístroje	6
2.1 PDA (organizér)	7
2.2 Ipad.....	7
2.3 Smart phone	7
2.4 Fotoaparát.....	8
3 Seznámení s ArcPadem	8
4 Návod jak zaznamenávat data v terénu pomocí programu ArcPad 10.0 (viz obr. 6 – 18) 8	
5 Úkol pro studenty.....	15
6 Možnosti využití	15
7 Cíle projektu	15
8 Literatura	15

TERÉNNÍ MĚŘENÍ PH POMOCÍ MODERNÍCH PŘÍSTROJŮ17

Mgr. Luboš Zelený	17
1 Úvod	17
2 Cvičení a pracovní list: Kalibrace pH metru.....	18
3 Cvičení a pracovní list: Měření pH u vybraných látek	20
4 Cvičení a pracovní list: Pozorování nárostových řas a sinic (fytobentosu) pod mikroskopem	21
5 Literatura	23

VYUŽITÍ SENZORŮ VERNIER K MĚŘENÍ FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÝCH VELIČIN24

Vladimír Sirotek, Jitka Štrofová	24
1 Cíl	24
2 Obecný úvod k tématu	24
3 Úlohy	24
4 Izotermický děj	24
4.1 Čas: 45 minut.....	24
4.2 Pomůcky	24
4.3 Princip.....	24
4.4 Postup.....	24
4.5 Otázky a úkoly pro žáky	25

5	Izochorický děj	26
5.1	Čas: 45 minut	26
5.2	Pomůcky a chemikálie.....	26
5.3	Princip	26
5.4	Postup	26
5.5	Otázky a úkoly pro žáky.....	26
6	Měření pH nápojů	27
6.1	Čas: 45 minut (+ doba na přípravu pufrů).....	27
6.2	Pomůcky a chemikálie.....	27
6.3	Princip	27
6.4	Postup	27
6.5	Otázky a úkoly pro žáky.....	31
6.6	Metodické poznámky.....	32
7	Měření měrné vodivosti vzorků vody	32
7.1	Pomůcky a chemikálie.....	32
7.2	Princip	32
7.3	Postup	32
7.4	Otázky a úkoly pro žáky.....	32
7.5	Metodické poznámky.....	32
8	Literatura:	33

FYZIKÁLNÍ ENVIROMENTÁLNÍ EXPERIMENTY FRONTÁLNĚ I DEMONSTRAČNĚ

..... 34

	Zdeňka Kielbusová, Pavel Masopust.....	34
1	Cíl	34
2	Obecný úvod k tématu.....	34
3	Návody na jednotlivé experimenty.....	34
3.1	Experimenty s plyny - existence plynů.....	34
3.2	Podtlak	39
3.3	Přetlak	43
3.4	Pokusy s transformátory	45
3.5	Pokusy s tekutým dusíkem.....	47
3.6	Supravodivost.....	54
3.7	Levitace a létání s fyzikou.....	57
4	Použitá literatura a další zdroje	63
5	Závěr	63

Metody sběru dat v terénu a využití moderních přístrojů při sledování změn v ekosystémech

Sběr biologických dat v terénu pomocí moderních přístrojů

RNDr. Zdeňka Chocholoušková, Ph.D., Bc. Kristýna Kokošková, Bc. Veronika Němcová

Centrum biologie, geověd a envigogiky, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Univerzitní 8, 306 14 Plzeň, chochol@kbi.zcu.cz

1 Úvod

V současném světě zahlceném novými moderními technologiemi, které překotně zatěžují jak naši peněženku, tak náš mozek, již opravdu není místo pro sběr dat v terénu s použitím papíru a tužky. Papír může shořet nebo se rozmočit. Ještě dříve se data a veškeré vědění zaznamenávaly rytím do kamenných či hliněných destiček, které je ještě obtížnější zničit. Současná doba využívá velmi nestabilní způsoby zaznamenávání dat. Křehká moderní doba datových záznamů plně pohltila náš svět. Archivace tak zabere méně místa, ale o to choulostivější však může být.

Žáci či studenti běžně pracují s mobilními telefony s integrovanou GPS, iPady, tablety apod. Papírovou mapou, do které by se data zaznamenávala, rozhodně žáky či studenty nenadchneme. Proto se i v našem projektu snažíme přiblížit možnosti využívání moderních přístrojů přímo ve škole.

2 Přístroje

V této kapitole se vám pokusíme představit přístroje (viz obr. 1), se kterými lze pracovat v terénu.



Obr. 1: iPad, PDA (zleva doprava), autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková

2.1 PDA (organizér)

PDA je přístroj s dotykovým displejem a rozlišením displeje 640 x 480 bodů (viz obr. 2 a). Displej přístroje můžeme opatřit ochrannou fólií, aby nedocházelo k jeho poškrábání. Lze také použít voděodolný ochranný obal (viz obr. 2 b), do něhož se přístroj jednoduše vloží a používá se přes tento obal.



Obr. 2: a) PDA, b) ochranný obal, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková

Přístroje mají většinou omezenou paměť, proto je lépe data ukládat na paměťové karty. Přístroje mají slot na paměťovou kartu (nejčastěji se používají běžné SD karty). Dalším omezením je výdrž baterie (např. v PDA při plném provozu cca 5,5 hodiny).

2.2 Ipad

Ipady s prostředím Windows a USB vstupem představují rozumnou cestu ve způsobu zaznamenávání dat v terénu. Výhodou je bezesporu malá hmotnost a snadná manipulace.



Obr. 5: Ipad, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková

2.3 Smart phone

Telefon („chytrý telefon“), který umožňuje využívat pokročilé funkce (např. pracovat s mapami, zaznamenávat data). Proto i nám může být užitečný pro mapování v terénu. Je však zapotřebí, aby ovládal funkci ArcGis for Android vyvinutou společností Esri (USA) a zatím volně šiřitelnou po internetu. Velkým technickým problémem je ovšem zatím, že pokrytí signálem mobilních operátorů není 100% a dokonce kolísá signál mezi budovami ve městě.

V důsledku toho pak mizí při mapování podkladová mapa, do které jsou data zanášena. Další nevýhodou je, že při mapování musí být telefon neustále připojen na webu, aby mohl používat podkladové ortofotomapy. To způsobuje značné prodražení provozu.

2.4 Fotoaparát

Fotoaparát nám může být užitečný k pořízení fotodokumentace během mapování v terénu.

3 Seznámení s ArcPadem

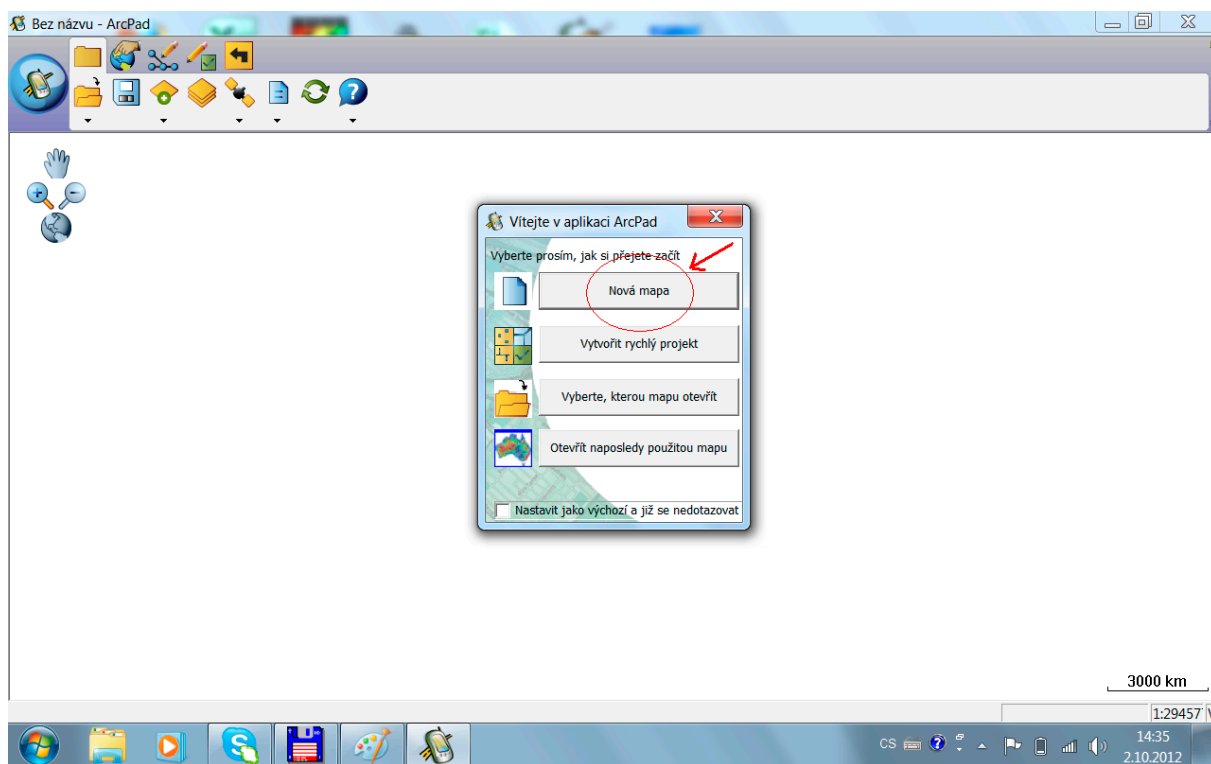
Pro vytváření digitální mapy v terénu je zapotřebí program ArcPad 10.0 (ARCDATA Praha, s.r.o., Hybernská 24, 110 00 Praha 1, tel. 224 190 511, <http://www.arcdata.cz>, cena: multilicence pro školy – 31 licencí, 8.500,- Kč) a samozřejmě příslušný přístroj (viz kapitola 2. Přístroje). Program nám umožňuje zaznamenávat bodové, liniové nebo plošné (polygonové) zákresy v terénu a přiřadit jim charakteristiky pro každý zákres (atributová tabulka). Je potřeba georeferencovaný podklad (raději menší části map, aby nedošlo ke ztrátě dat při zákresech). Mapy obvykle poskytne příslušný úřad (pro školy zdarma). Ortofotomapy musí být transformovány do souřadnicového systému S-JTSK. Uživatel si nahraje ortofotomapu a atributovou tabulku na paměťovou kartu a je připraven na mapování v terénu.

Dále po mapování v terénu následuje vyhodnocení mapy v laboratoři za pomoci programu ArcGis nebo jiného software, v němž lze vytvářet mapy. Jednotlivým mapovaným druhům přiřadíme barevné symboly, vytvoříme legendu, přidáme měřítko a vyexportujeme mapu ve vhodném formátu (např. jpeg, tif).

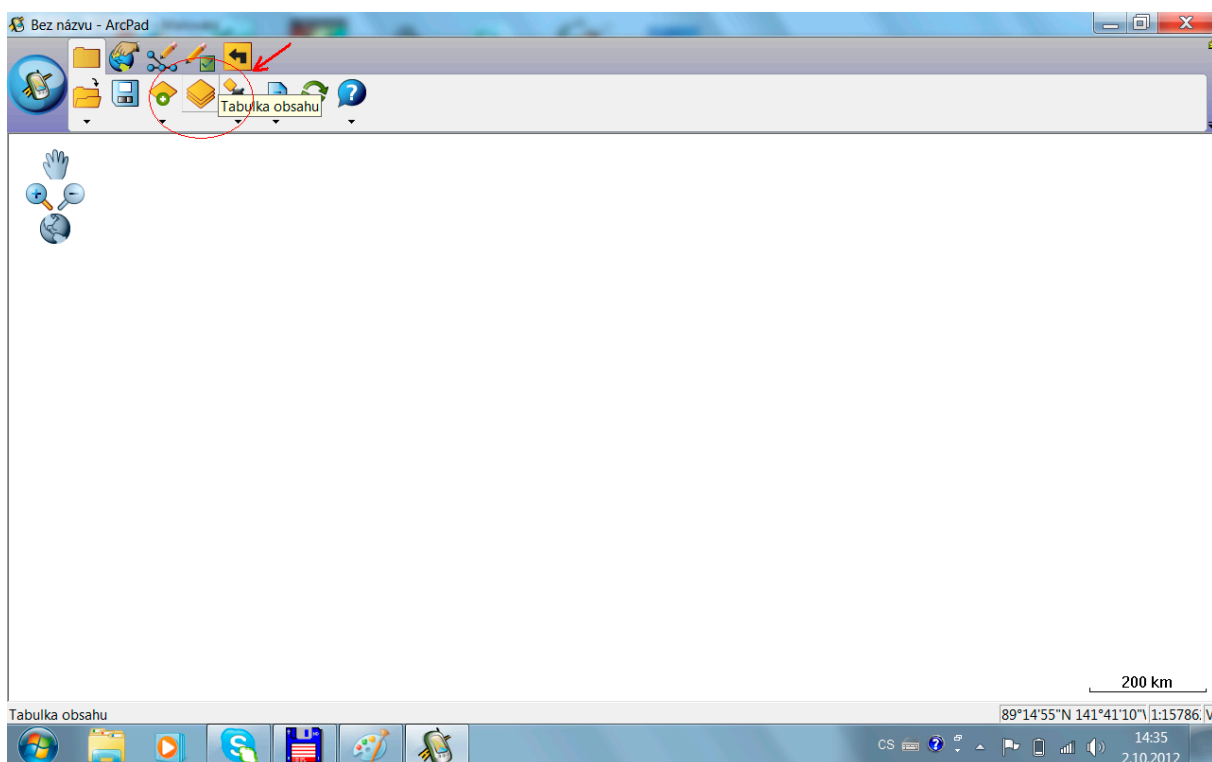
4 Návod jak zaznamenávat data v terénu pomocí programu ArcPad 10.0 (viz obr. 6 – 18)



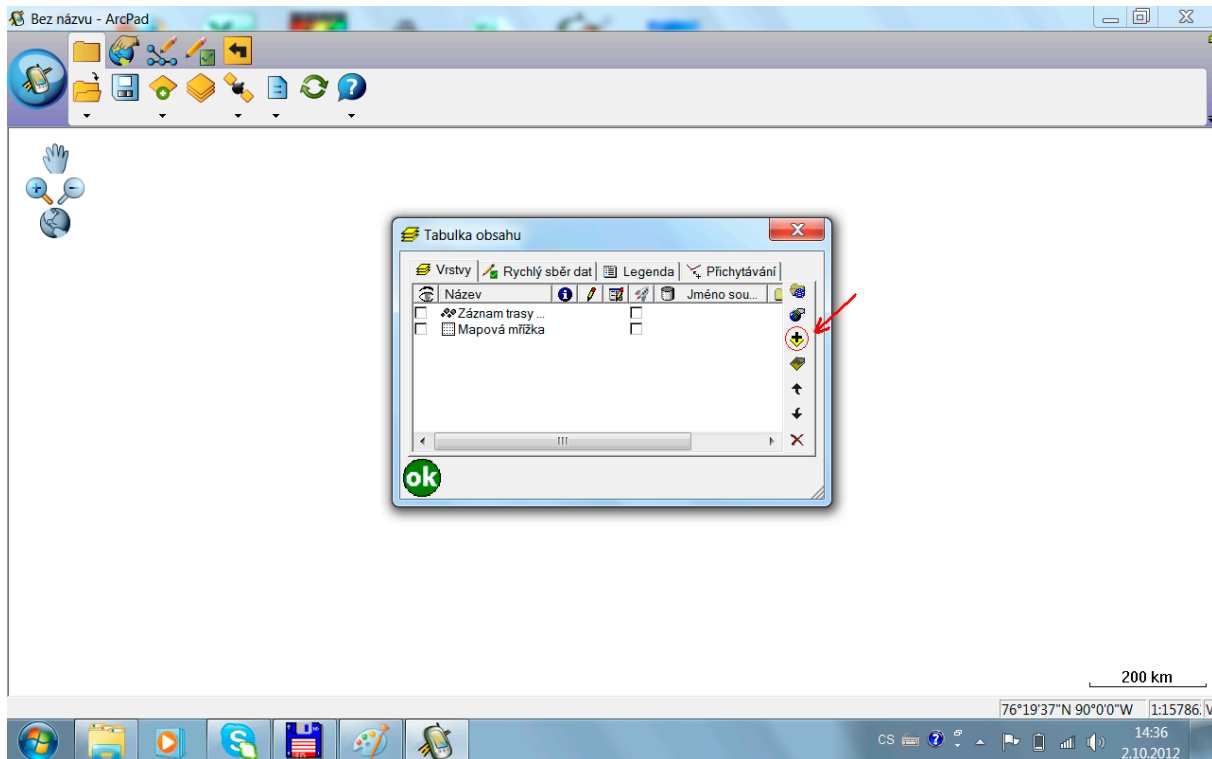
Obr. 6: Otevření programu – ArcPad 10.0, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



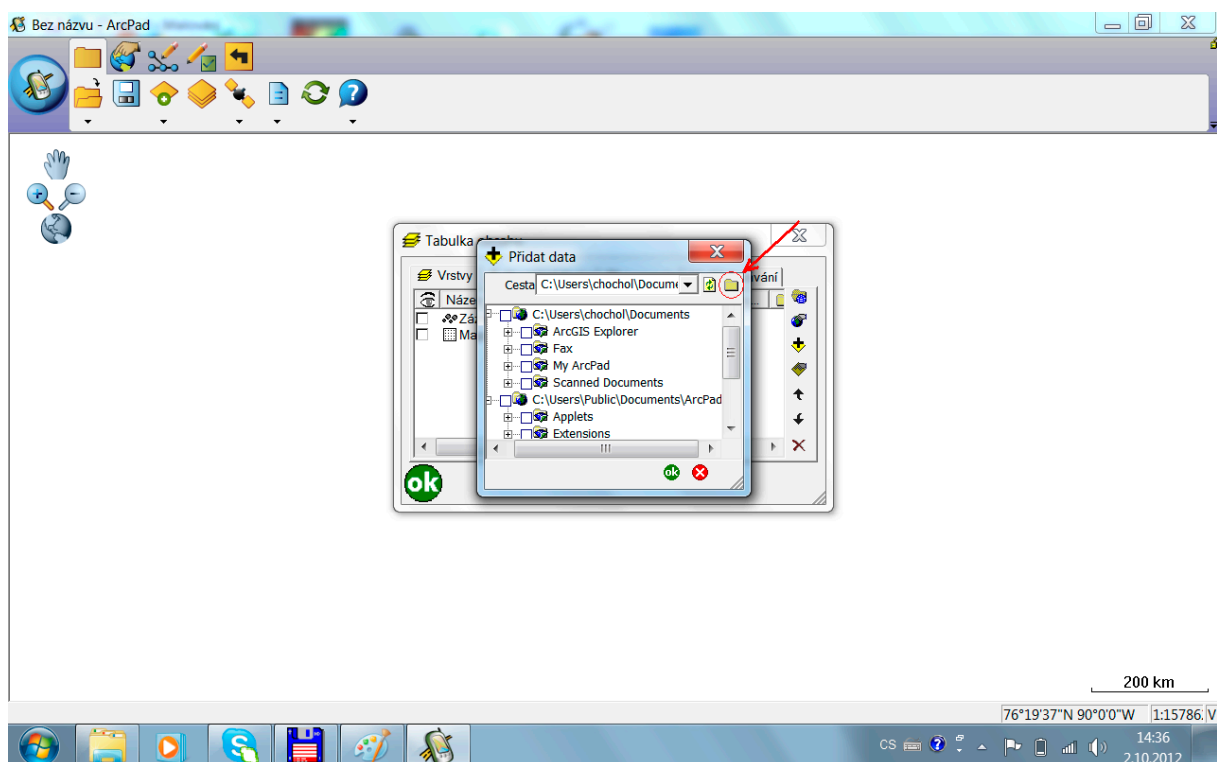
Obr. 7: Vložení mapy do programu – „Nová mapa“, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



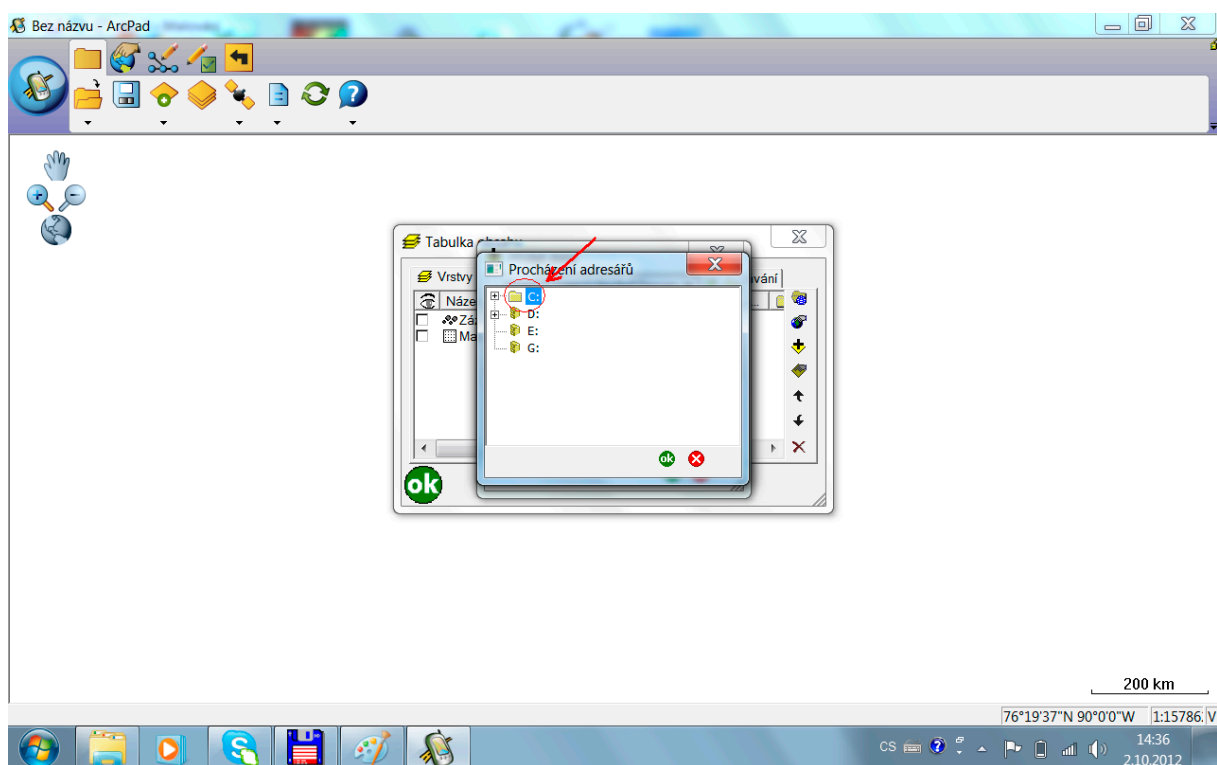
Obr. 8: Otevření mapy v programu – „Tabulka obsahu“, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková

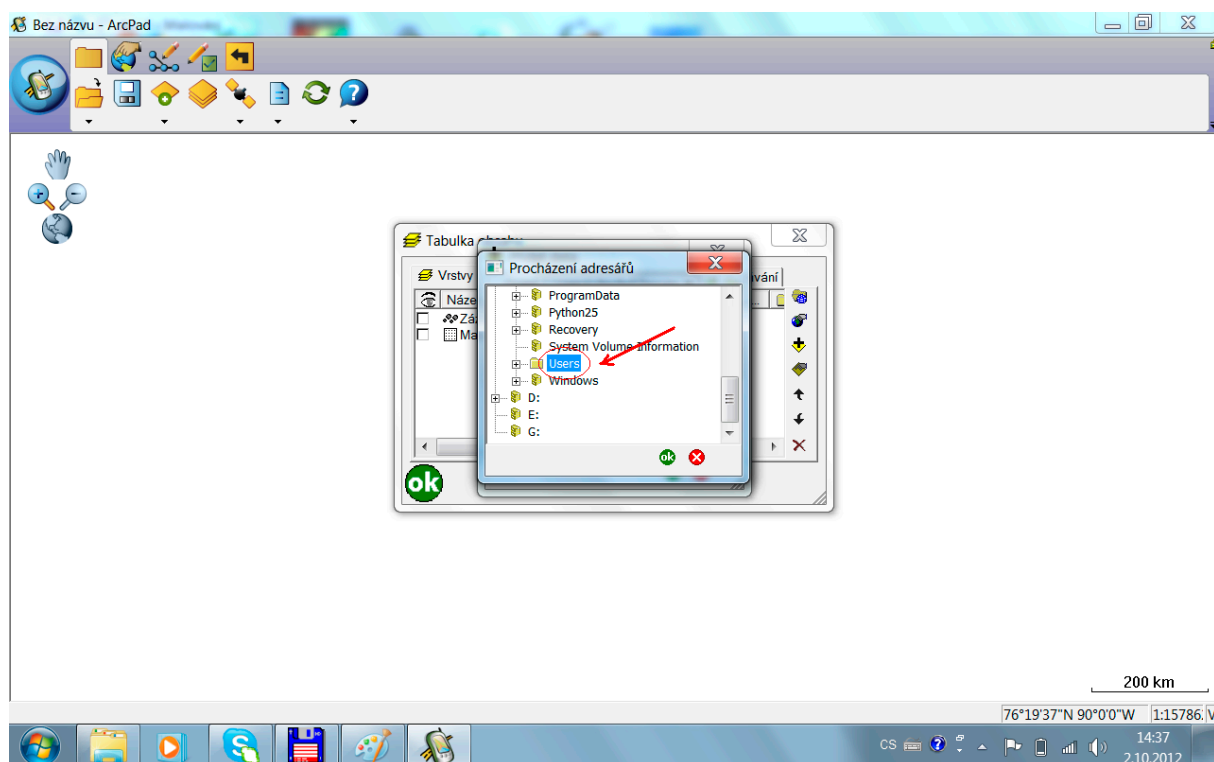


Obr. 9: Otevření mapy v programu, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková

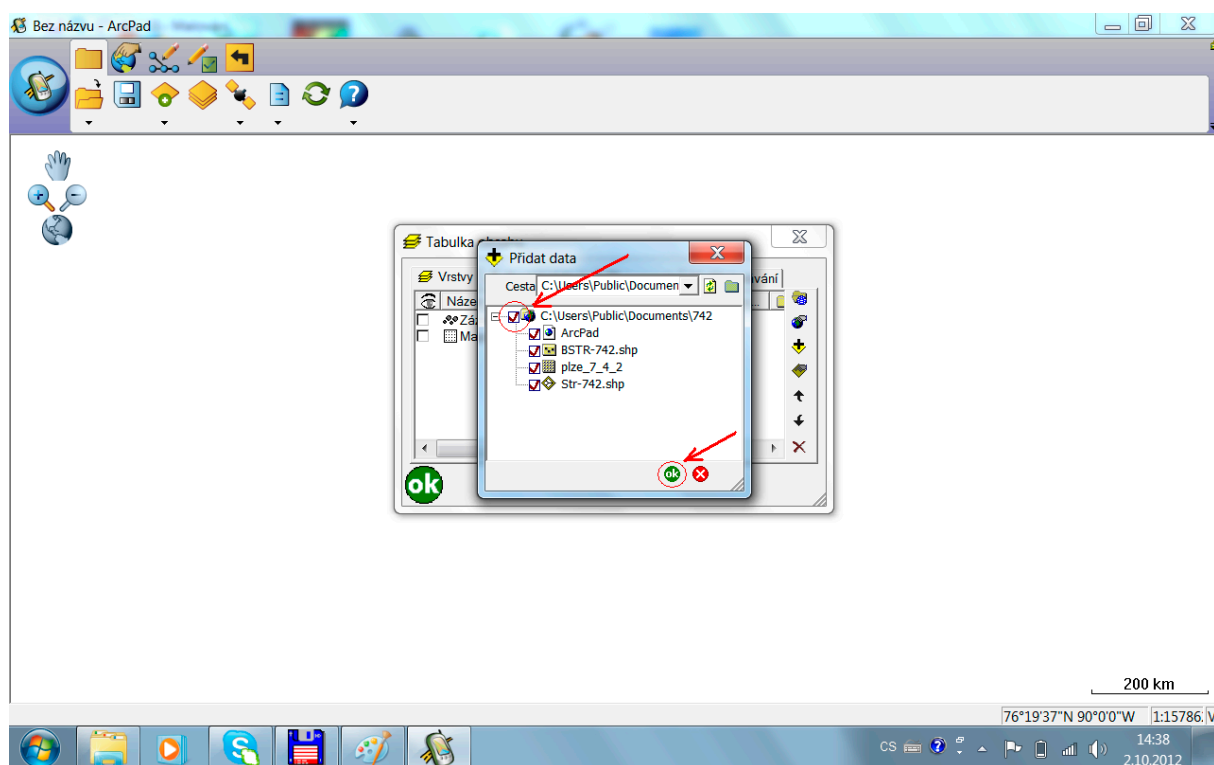


Obr. 10: Otevření mapy v programu, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková

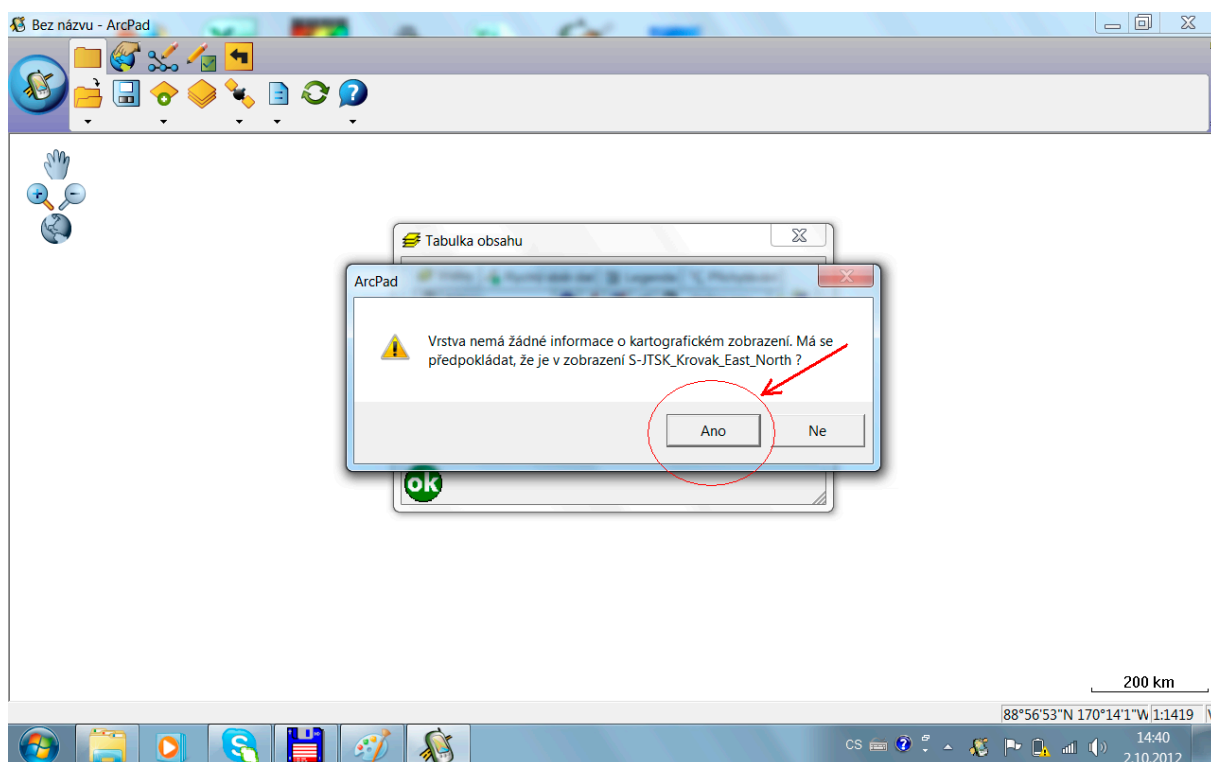

 Obr. 11: Otevření mapy v programu – mapu nalezte tam, kam jste si ji předtím uložili – „C:“,
 autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



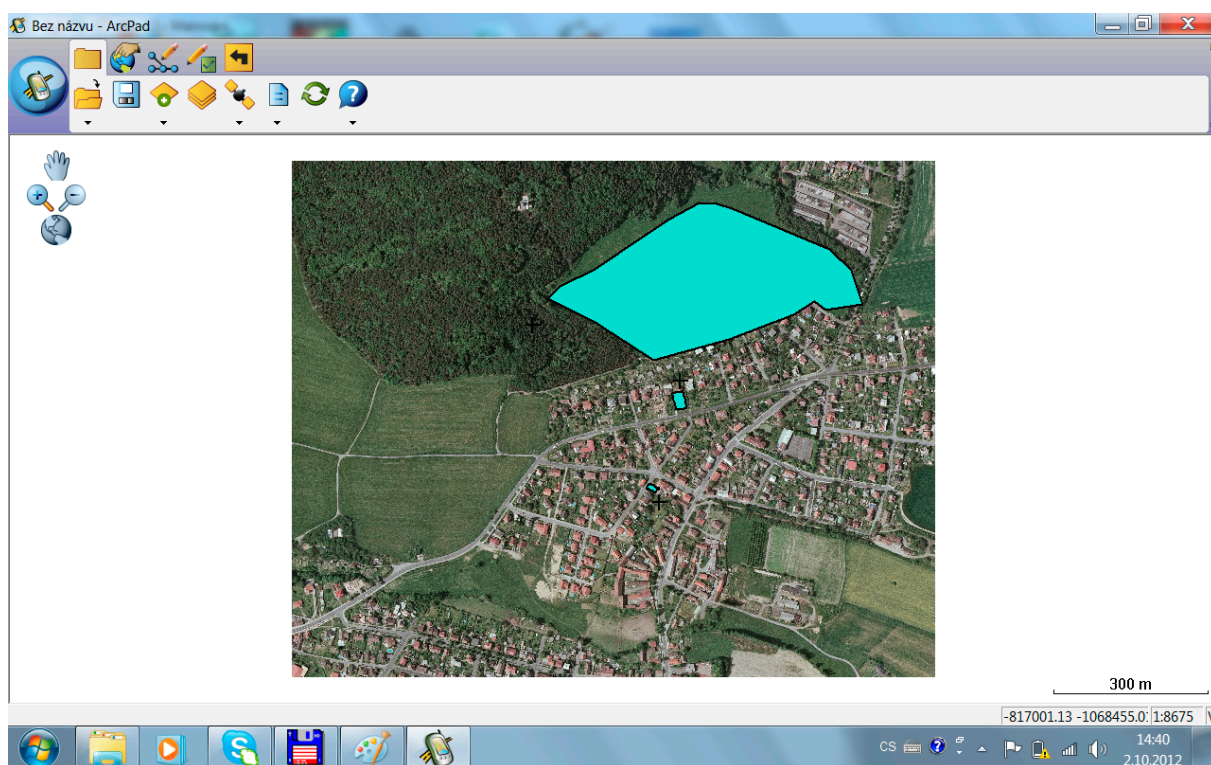
Obr. 12: Otevření mapy v programu Arc Pad – „Users“, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková

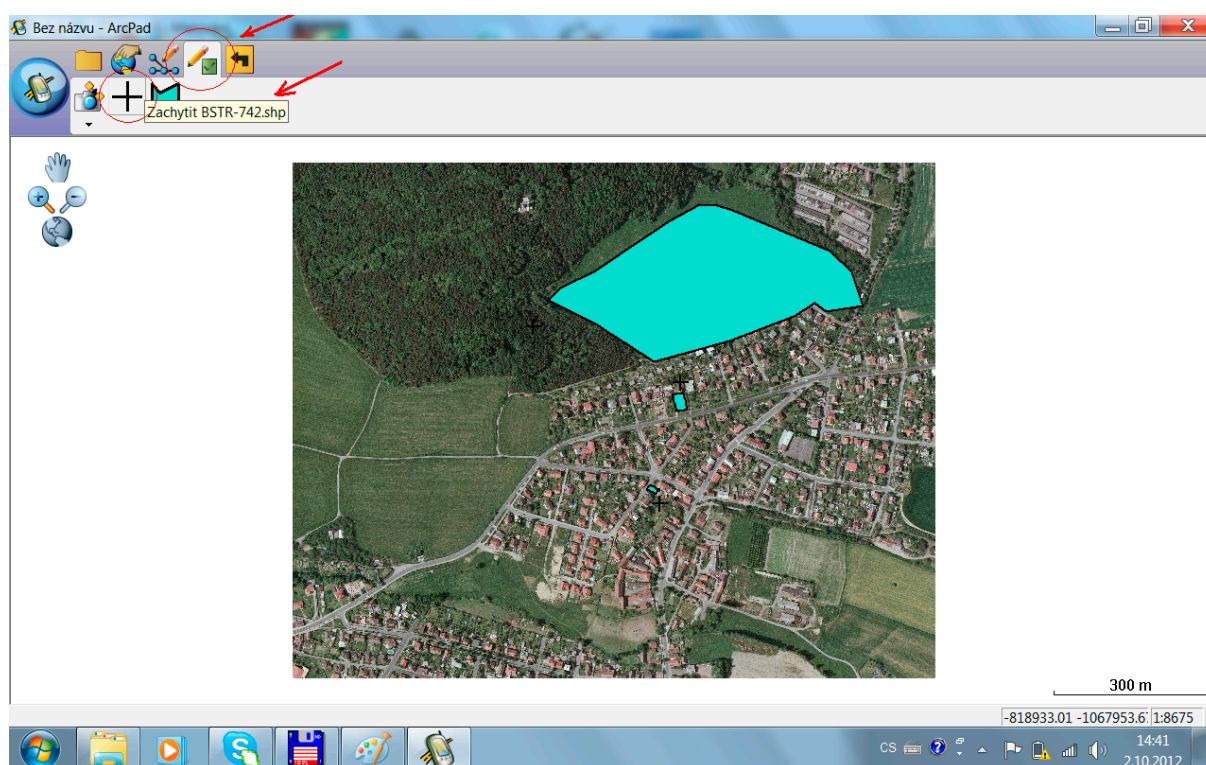


Obr. 13: Otevření mapy v programu – označit vše a „OK“, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková

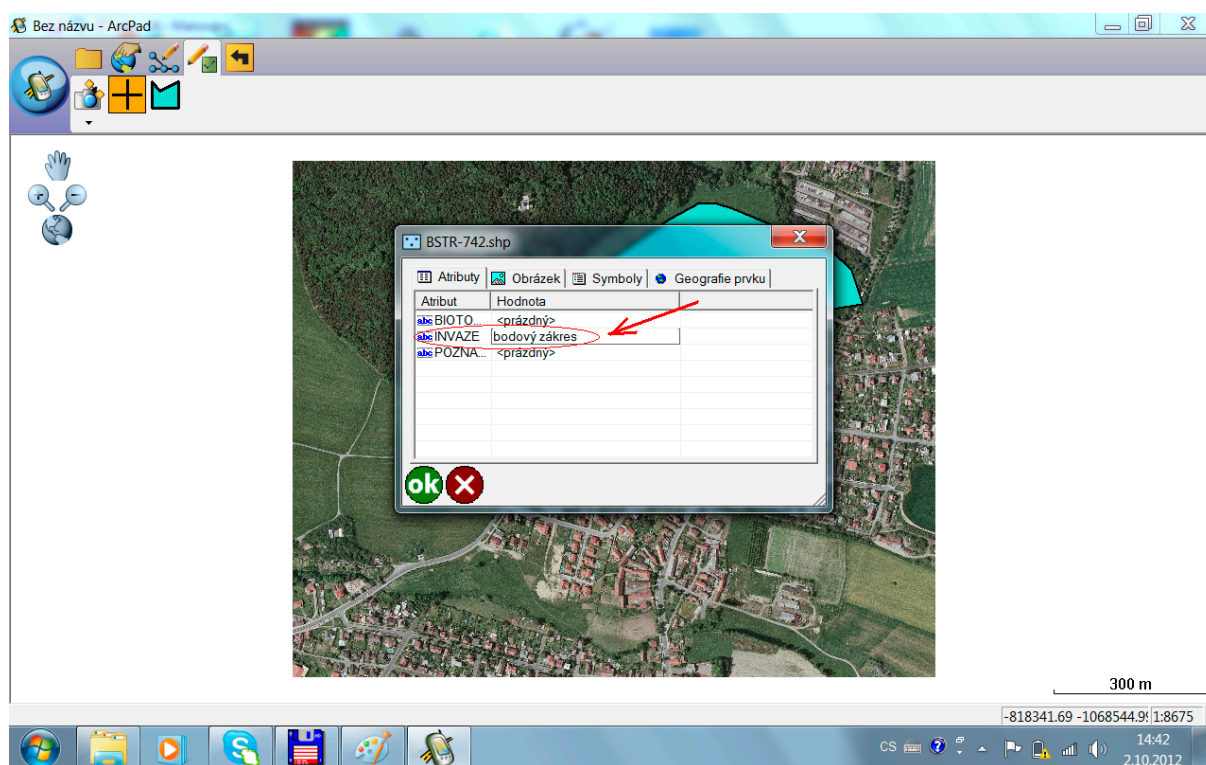


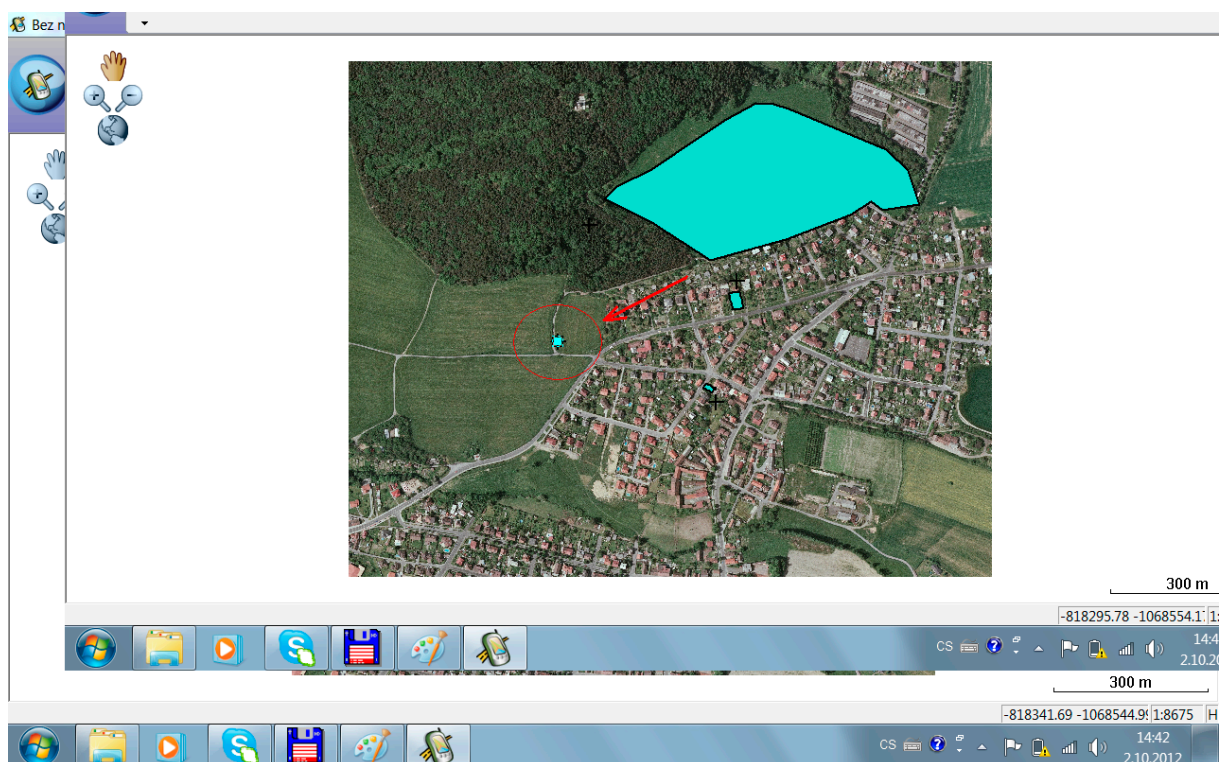
Obr. 14: Otevření mapy v programu – „Ano“, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková


 Obr. 15: Otevřená mapa – mapu lze přizpůsobit, dle potřeb (zvětšit, zmenšit, posunout),
autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



Obr. 16: Zanesení bodového zákresu – „Zachytit“, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková

Obr. 17: Otevření atributové tabulky bodového zákresu – v řádce „Invaze“ napsat požadovaný název, např. *Solidago canadensis*, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



Obr. 18: Bodový zákres, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková

5 Úkol pro studenty

- Vyhledejte jeden invazní druh v okolí vaší školy.
- Zaneste lokality výskytu vybraného invazního druhu (např. turanka kanadská) v okolí školy jako bodové zákresy a pro každý zákres vyplňte atributovou tabulku (taxon, počet jedinců).

6 Možnosti využití

Moderní přístroje lze využít k mapování polohy, výskytu a lokality např. invazních rostlin; ale i vzácných druhů rostlin a živočichů.

Mapování v husté zástavbě ve městě bývá omezeno nepřesnostmi při měření GPS přístroji, a proto používáme zakreslování do ortofotomap. Předkládané metody jsou vhodné i pro mapování ve velkém území.

7 Cíle projektu

Cílem projektu je nastínit možnost využití nových metod sběru dat v terénu s využitím moderních přístrojů.

8 Literatura

- 1) CHOCHOLOUŠKOVÁ, Z. 2003. Změny ve flóře a vegetaci Plzně v období 25 let. – Dis. práce, Depon. In. – Knihovna Přírodovědecké fakulty univerzity Karlovy, Praha.
- 2) CHOCHOLOUŠKOVÁ, Z. et PYŠEK, A. 2002. Změny ruderalní flóry Plzně během posledních 35 let. -Erica, Plzeň, 10: 17–44.
- 3) CHYTRÝ, M., LOSOSOVÁ, Z., OTÝPKOVÁ, Z., SÁDLO J., LÁNÍKOVÁ, D. et al. 2009. Vegetace České republiky. Ruderalní, plevelová, skalní a suťová vegetace. Academia, Praha, 520 s.
- 4) KOPECKÝ, K. et HEJNÝ, S. 1992. Ruderalní společenstva bylin České republiky. – Studie ČSAV 1.92. Praha: Academia, 132 s.
- 5) KUBÁT, K., HROUDA, L., CHRTEK, J. JUN., KAPLAN, Z., KIRSCHNER, J., ŠTĚPÁNEK, J. et ZÁZVORKA, J. (eds.). 2002: Klíč ke Květeně České republiky. Praha: Academia, 928 s.
- 6) NOVOTNÁ, M. 2005. GIS Nečtinsko. – Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 58 s.
- 7) PYŠEK, A. et PYŠEK, P. 1988. Ruderalní flóra Plzně. – Plzeň: Sborn. Muz. Západočes. Kraje – Přír., 68: 1–34.
- 8) PYŠEK, P. et al. 2002. Catalogue of alien plants of the Czech Republic. – Preslia, Praha.74/ 2: 97–186.

Terénní měření pH pomocí moderních přístrojů

Mgr. Luboš Zelený

1 Úvod

Jedním z kritérií dělení roztoků je jejich rozdělení podle kyselosti. Rozdělujeme je na roztoky kyselé, neutrální a zásadité. Jednotkou kyselosti je pH, která je definována jako záporný logaritmus koncentrace oxoniových iontů při teplotě 25° C. U kyselin je pH menší než sedm – čím menší číslo, tím „silnější“ kyselina; naopak zásady mají $\text{pH} > 7$, čím větší číslo, tím „silnější“ zásada. Neutrální voda má pH rovno 7.

Příklady hodnoty pH u některých tekutin:

Coca cola – 2,8

Ovocný ocet – 3,2

Pomerančový džus – 3,7

Pivo – 4,4

Káva – 5,0

Mléko – 6,6

Destilovaná voda – 7,0

Příklady hodnoty pH u některých látek:

Mořská voda – 8,0

Mýdlo – 9,0-10,0

Hašené vápno – 12,5

Louh sodný pro domácí použití – 13,5

pH vodných roztoků indikujeme buď čidly (pH metry), pH papírky, nebo různými indikátory, které ovšem indikují buď kyselé, nebo zásadité prostředí, například lakmus (kyseliny) nebo fenolftalein (hydroxidy). Pro přesná měření hodnot pH vodných roztoků se v současné době používá prakticky výlučně potenciometrie využitím skleněné elektrody jako měrného členu.

Výrobci pH metrů nabízejí široké spektrum nejrůznějších přístrojů na měření pH s rozlišením na 0,01 až 0,001 jednotky pH. Současně jsou však k dispozici cenově dostupné přístroje pro měření v terénu (úpravný a čističky odpadních vod, monitoring kyselosti zásobních roztoků v průmyslu...), které sice nedosahují špičkové přesnosti měření, ale umožňují velmi rychlé a snadné získání terénních dat.

Jestliže chceme mít jistotu, že naměřená data jsou spolehlivá, musíme pravidelně pH sondu kalibrovat, což se naučíme v následujícím cvičení.

2 Cvičení a pracovní list: Kalibrace pH metru

Při kalibraci sondy se postupuje podle návodu dodávaného k přístroji. Pro přesnou kalibraci (čili nastavení pH metru) potřebujeme alespoň dva kalibrační roztoky neboli pufrů. Pufr je v podstatě tekutina o známé hodnotě pH. Podle možností kalibrujeme přístroj tak, aby rozsah kalibrace přesahoval náš měřicí rozsah.

Měříme-li pH u kyselějších vod (pH menší než 7), kalibrujeme pomocí pufrů o pH 4,0 a pH 7,0.

Měříme-li pH u zásaditějších vod (pH větší než 7), kalibrujeme pomocí pufrů o pH 7,0 a pH 10,0.

a) Následně si vysvětlíme, jak správně postupovat při kalibraci přístroje:

- Velmi důležité je nechat pufrů ustát na pokojovou teplotu, nikdy nekalibrujeme na roztoky vyndané z lednice!
- Odstraníme z elektrody pH metru ochrannou čepičku a její povrch opláchneme důkladně destilovanou vodou. Kapičky, které zůstaly na elektrodě, opatrně otřeme savým nebo filtračním papírem.
- Elektrodu nejdříve ponoříme do pufru o pH 7. Vždy používáme čerstvý pufr. Pozor, použité pufrů nikdy nevracíme zpět do zásobní láhve s nepoužitými!
- Vyčkáme několik sekund, než se hodnota pH ustálí, a na displeji nastavíme přesnou hodnotu kalibračního roztoku (pH 7).
- Před vnořením do druhého pufru elektrodu opět důkladně omyjeme destilovanou vodou a osušíme.
- Při kalibraci pomocí druhého pufru (o pH 4 nebo 10) postupujeme stejně jako při nastavení hodnoty pH 7.
- Elektrodu opět několikrát opláchneme, osušíme a znovu vložíme do pufru o pH 7. Po nastavení této hodnoty je přístroj připraven k měření.
- V návodu k danému pH metru se dočteme, jak přesně přístroj ovládat během kalibrace. Životnost kalibračních pufrů se pohybuje kolem 5 měsíců.

b) Jak často provádět kalibrace:

Interval mezi jednotlivými kalibracemi si musíme stanovit sami pokusně. pH kontrolujeme pomocí kalibračního roztoku o pH 7, nejlépe od jiného výrobce. Interval mezi kalibracemi by neměl být delší než jeden týden. Pokud pH metr dlouho nepoužíváme, je nutné před novým měřením vždy nakalibrovat.

c) Cíl cvičení:

Cílem cvičení bude porovnání měření standardního roztoku o známé hodnotě pH před kalibrací multimetru a po kalibraci multimetru. Kalibrace bude provedena na pufrů o hodnotě pH 7 a pH 4. Výsledné hodnoty budou následně porovnány.

Hodnota pH roztoku před kalibrací:

Hodnota pH roztoku po kalibraci:

Závěr:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3 Cvičení a pracovní list: Měření pH u vybraných látek

Jak postupovat při měření:

- Sonda na měření pH musí být vždy důkladně ponořena, aby měřila správně.
- Roztok, který měříme, by měl mít teplotu okolního vzduchu, pokud nemáme přístroj s automatickou korekcí teploty.
- Vzorek nebo pufr před vlastním měřením řádně promícháme.
- Při použití míchadla dáváme pozor, aby během míchání nedošlo k poškození elektrody.
- Během měření se elektroda nesmí dotýkat stěny ani dna nádoby, došlo by ke zkreslení hodnoty pH.

Cílem tohoto cvičení je ukázat různorodost hodnoty pH na vybraných vzorcích kapalin, se kterými běžně přicházíme do styku. Byly zvoleny následující vzorky: nápoj Coca-cola, kohoutková voda, voda s příměsí jedlé sody.

Hodnota pH nápoje Coca-cola

Hodnota pH kohoutkové vody

Hodnota pH vody s příměsí jedlé sody

Závěr:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

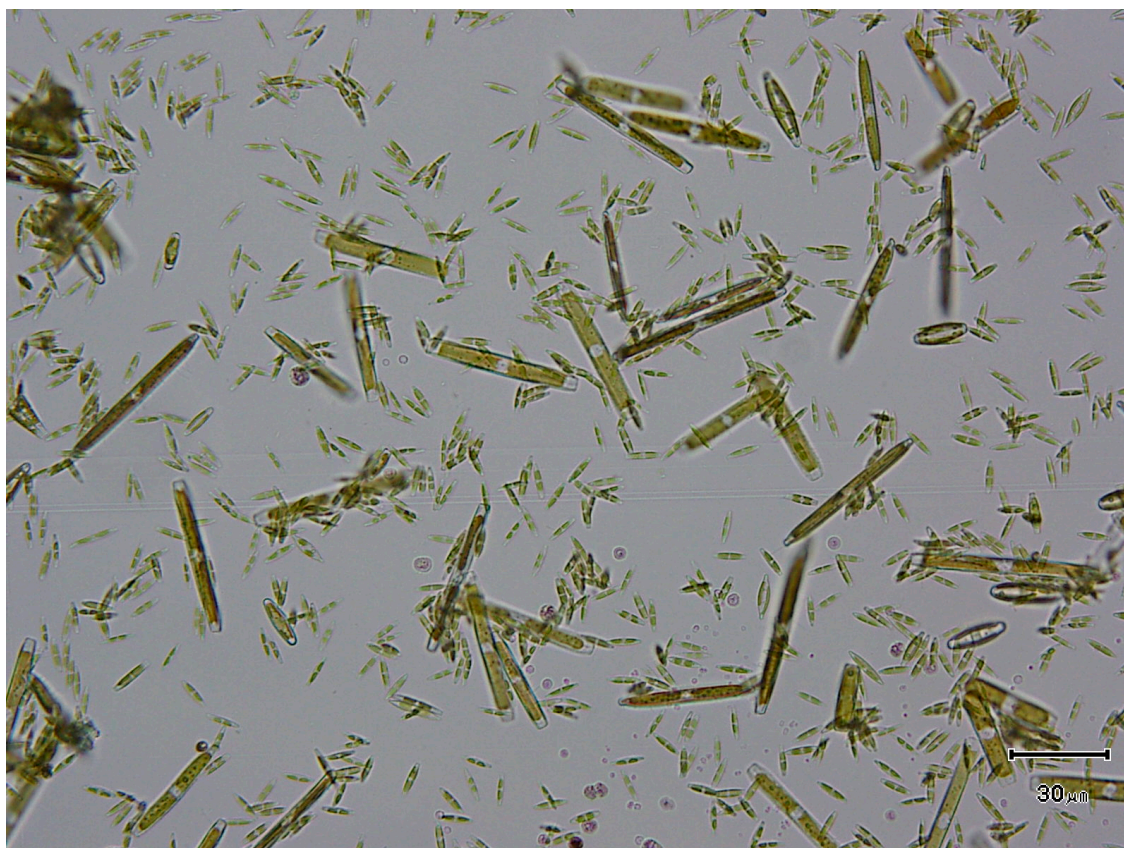
.....

4 Cvičení a pracovní list: Pozorování nárostových řas a sinic (fyto bentosu) pod mikroskopem

Společenstva sinic, řas, některých lišejníků, mechů a jätrovek, případně vyšších rostlin rostoucích na dně řek nebo stojatých vod nazýváme fyto bentos. Tyto organismy se vyskytují na kamenitém podkladu, na bahnitém substrátu, na jiné vegetaci, a dokonce i na některých živočiších. Sinice a řasy spolu s dalšími organismy (bakterie, mechy, prvoci, živočichové) vytvářejí v tekoucích i stojatých vodách bohatá nárostová společenstva.

a) Rozsivky

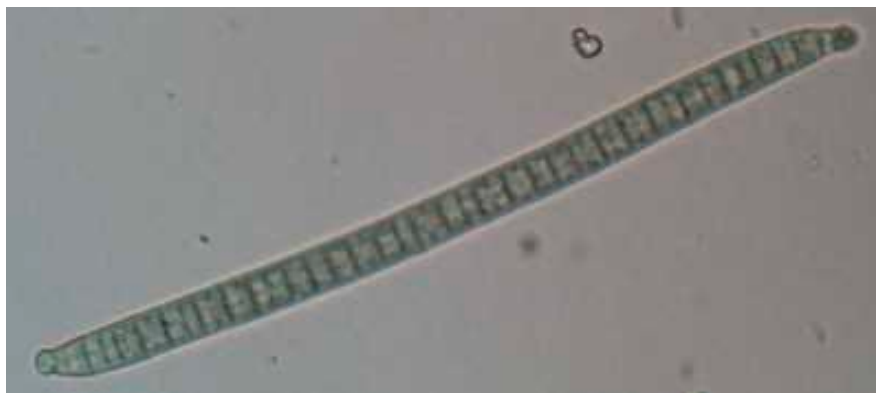
Mezi nejhojnější zástupce fyto bentosu tekoucích vod patří rozsivky, mikroskopické jednobuněčné hnědé řasy. Řadí se mezi jedny z nejrozšířenějších organismů na naší planetě. Obývají hlavně vodní ekosystémy, ale osidlují i celou řadu pozemních biotopů. Obsahují speciální barviva, která jim umožňují přijímat vzdušný oxid uhličitý a vytvářet z něj pomocí světelné energie organické látky. Rozsivky mají křemitou schránku, která se skládá ze dvou misek. Z odumřelých schránek rozsivek vniká postupem času zpevněná usazená hornina, označovaná jako diatomit. Její nezpevněný ekvivalent je označován jako křemelina.



Obr. 1 Společenstvo nárostových rozsivek (foto T.Č. Kučera, 2012)

b) Sinice

Sinice (Cyanobacteria či Cyanoprokaryota) je označení pro organismy příbuzné bakteriím, které se vyznačují schopností fotosyntézy. Český název této skupiny pochází ze slova siný, tedy modrý. Patří mezi jedny z nejstarších organismů na světě, sehrály velmi důležitou roli ve vytváření kyslíkaté atmosféry na Zemi. Vzhledem ke své jednoduché stavbě mají obrovskou schopnost přežívat nepříznivé podmínky. Proto se vyskytují téměř ve všech biotopech na Zemi, včetně extrémních stanovišť (horké prameny, pouště, polární oblasti atd.)



Obr. 2 Vlákniťá sinice rodu *Phormidium* (zdroj http://www.kbi.zcu.cz/atlas/atlas_rasy2.php)

c) Cíl cvičení:

Cílem cvičení bude pozorování organismů vytvářejících nárosty (fyto-bentos) na specifickém substrátu říčního dna, kterým je sediment. V oživené vrstvě sedimentu se nachází poměrně široké spektrum zástupců rozsivek, zelených řas a sinic. Vybrané zástupce jednotlivých skupin si zakreslíme do pracovních listů.

Obr. č. 1

Obr. č. 2

5 Literatura

[1] Lellák, J. a Kubíček, F. 1991. Hydrobiologie. UK, Praha.

[2] Kalina, T. a Váňa, J. 2005. Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. Karolinum, Praha.

Další doporučená literatura:

Holzhauser, P. a Slavíček, P. 2006. Klíč k chemii aneb kdy to bouchne? Albatros, Praha.

Škoda, J., Droulík, P. 2006. Chemie : Učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia. Fraus, Plzeň.

Vacík, J. a kol. 1999. Přehled středoškolské chemie. SPN, Praha.

VYUŽITÍ SENZORŮ VERNIER K MĚŘENÍ FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÝCH VELIČIN

Vladimír Sirotek, Jitka Štrofová

1 Cíl

Žák dokáže změřit vybrané fyzikálně-chemické veličiny (objem, tlak, teplota, pH, konduktivita) vhodnými metodami. Je schopen zpracovat a vyhodnotit výsledky měření. Žák aplikuje s porozuměním získané poznatky při řešení konkrétních úloh.

2 Obecný úvod k tématu

S řadou fyzikálně-chemických veličin se žáci setkávají v běžném životě. K jejich měření se stále častěji používají instrumentální metody, které spojením různých senzorů s PC umožňují nejen měření dané veličiny, ale také okamžité zpracování a vyhodnocování naměřených dat. Systém firmy Vernier umožňuje tento přístup aplikovat ve výuce technických a přírodovědných předmětů na ZŠ a SŠ. Vybírat lze z široké nabídky senzorů a různých možností připojení k počítači.¹

V následujícím textu jsou uvedeny náměty na několik experimentů, které jsou zaměřeny na měření teploty, tlaku a objemu plynů, pH a elektrické vodivosti roztoků. Úlohy jsou určeny žákům základních škol.

3 Úlohy

4 Izotermický děj

4.1 Čas: 45 minut

4.2 Pomůcky

Senzor tlaku plynu GPS-BTA s příslušenstvím, rozhraní Go!Link, počítač se softwarem Logger Pro (Vernier)

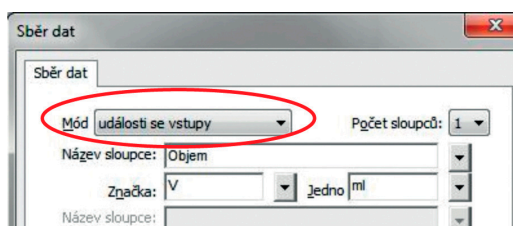
4.3 Princip

Při konstantní teplotě (izotermický děj) ideálního plynu o stálé hmotnosti je tlak plynu nepřímo úměrný jeho objemu. $p \cdot V = \text{konst.}$ (Boyleův-Mariottův zákon).

4.4 Postup

Připojte senzor tlaku GPS-BTA do vstupu rozhraní Go!Link a rozhraní propojte s počítačem. Na injekční stříkačce z příslušenství senzoru nastavte objem 10 ml a našroubujte injekční stříkačku na závit senzoru.

V programu Logger Pro v základním menu **Experiment** zvolte **Sběr dat**. Nastavte **mód**: Události se vstupem; doplňte **Název**: Objem; **Značka**: V, **Jednotky**: ml. Potvrďte **Hotovo**.



Na obrazovce se objeví graf, ve kterém je na svislé ose **tlak** a na vodorovné ose **objem**. V nastavení grafu upravit rozsah souřadnicové osy pro objem (osa x) od 0 do 20 ml a změňte nastavení grafu, aby se zobrazily jednotlivé body, které se nebudou spojovaly.

Měření zahajte stisknutím tlačítka pro sběr dat (zelená ikona) v hlavním menu. Pro uchování změřené hodnoty stiskněte vedlejší tlačítko (Zachovat aktuální hodnotu) a objeví se nové okno pro vložení hodnoty – objemu. Napište hodnotu objemu **10 ml**.

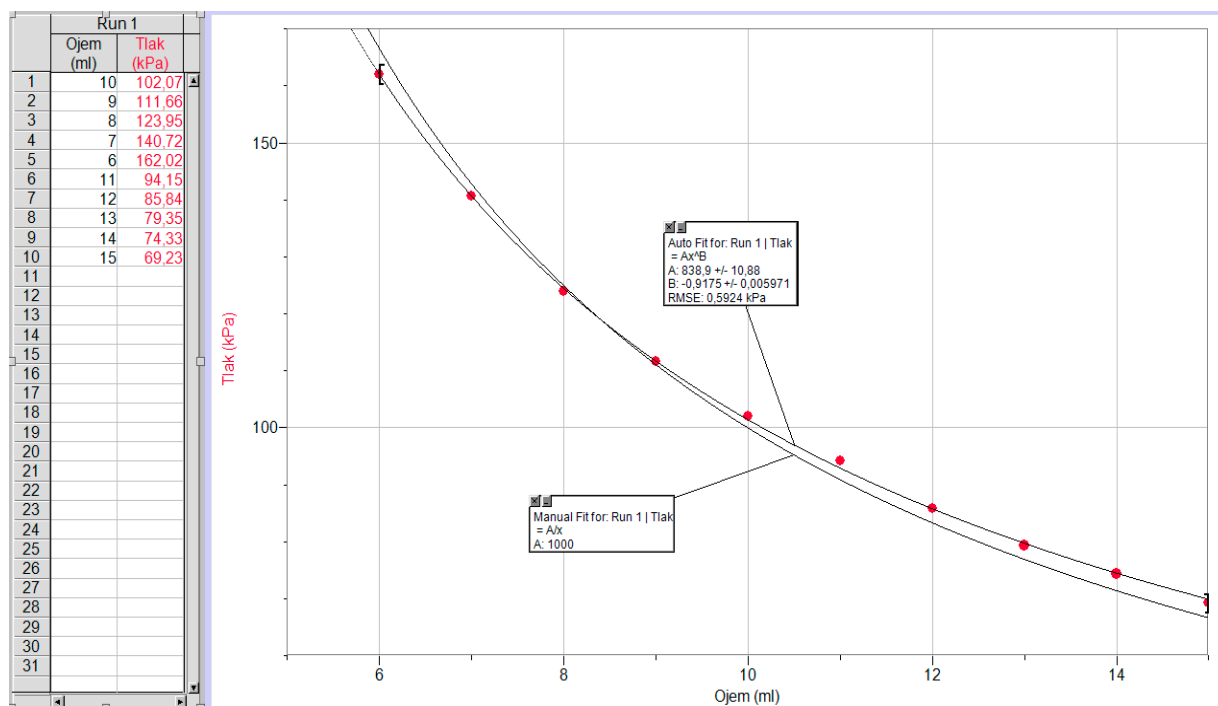
Posuňte píst injekční stříkačky na 9 ml a opakujte vložení hodnoty – tentokrát 9 ml. Pak postupně nastavujeme 8, 7, 6, 11, 12, 13, 14 a 15 ml. Při nižších a vyšších hodnotách objemu je třeba držet píst stříkačky pod tlakem přesně na dané hodnotě.

Po posledním měření potvrďte stisknutím červené ikony ukončení sběru dat.

Pozor! Objem nesmí klesnout pod 5 ml, hrozí poškození přístroje!

4.5 Otázky a úkoly pro žáky

- 9) V programu Logger Pro sestrojte graf závislosti tlaku na objemu. V menu **Analýza** zvolte **Proložit křivku** - Tlak. Vyberte typ rovnice **Mocninná**. Zvolte **Aproximovat**. Zapište rovnici funkce $p = f(V)$ i s koeficienty.
- 10) Na základě tvaru křivky rozhodněte, zda se podařilo ověřit Boyleův-Mariottův zákon.



5 Izochorický děj

5.1 Čas: 45 minut

5.2 Pomůcky a chemikálie

Senzor tlaku plynu GPS-BTA s příslušenstvím, rozhraní Go!Link, rozhraní Go!Temp, počítač se softwarem Logger Pro nebo Logger Lite (Vernier)

Voda, varná konvice, skleněná nádobka (baňka), kádinky

5.3 Princip

Při konstantním objemu (izochorický děj) ideálního plynu o stálé hmotnosti je tlak plynu přímo úměrný jeho termodynamické teplotě $p/T = \text{konst.}$ (Charlesův zákon).

5.4 Postup

Připojte senzor tlaku GPS-BTA do vstupu rozhraní Go!Link a rozhraní propojte s počítačem. Teploměr Go!Temp vsuňte do USB portu počítače. Připojte senzor tlaku GPS-BTA pomocí hadičky a zátky k nádobce (baňce). Zátka musí v hrdle nádoby držet pevně, aby vzduch nemohl zevnitř unikat. Do několika kádinek (5–6) připravte vodu o různé teplotě – do první přidejte led a u ostatních postupně více a více horké vody z varné konvice.

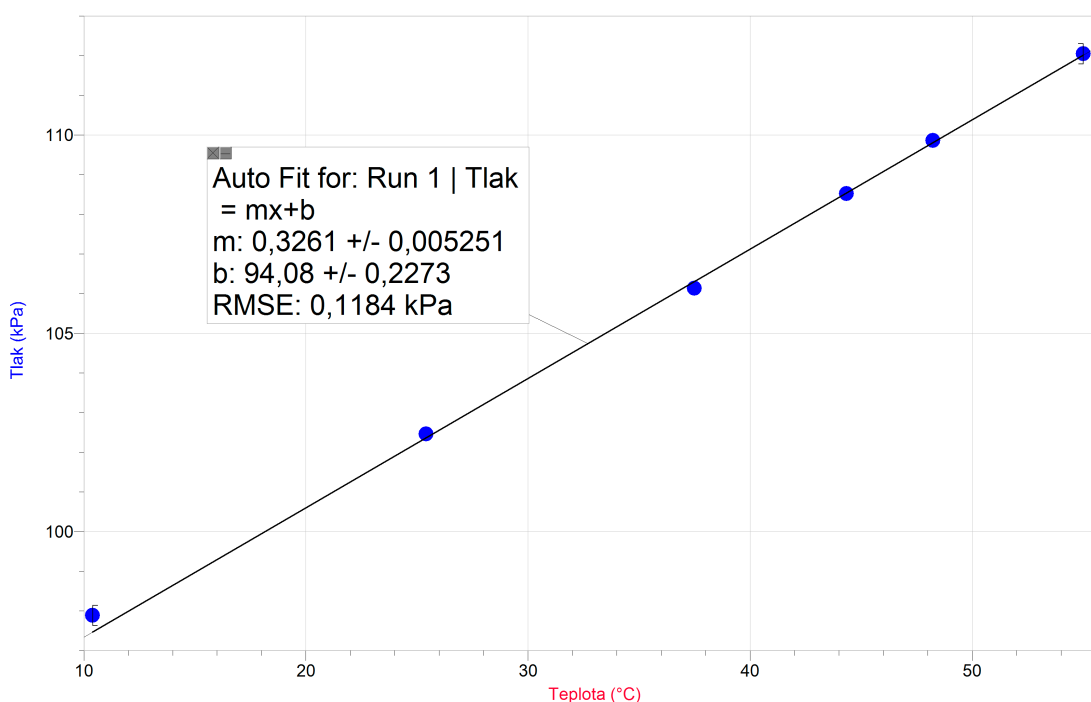
Spusťte program Logger Pro (Logger Lite) a v základním v základním menu **Experiment** zvolte **Sběr dat**. Nastavte **Mód**: Vybrané události.

Na obrazovce se objeví dva grafy, v jednom je na svislé ose **tlak** a ve druhém **teplota**. Vyberte si jeden z grafů a v nastavení grafu zadejte na svislou osu (y) **tlak** a na vodorovnou osu (x) **teplotu**. V nastavení grafu dále ještě upravte rozsah souřadnicové osy pro teplotu (osa x) od 0 do 90 °C a rozsah souřadnicové osy pro tlak (osa y) od 50 do 150 kPa. Dále změňte nastavení grafu, aby se zobrazily jednotlivé body, které se nebudou spojoval.

Měření zahajte stisknutím tlačítka pro sběr dat (zelená ikona) v hlavním menu. Vložte baňku i s teploměrem do nádoby s nejstudenější vodou. Počkejte, až nastane rovnovážný stav, pak **stiskněte** tlačítko pro zachování aktuální hodnoty. V levé části obrazovky se nám v tabulce objeví změřené hodnoty tlaku a teploty. Pokračujte postupně vložením baňky a teploměru do další kádinky s teplejší vodou a celý postup opakujte. Až budete mít údaje ze všech kádinek, **ukončete měření**. Po posledním měření potvrďte stisknutím červené ikony ukončení sběru dat.

5.5 Otázky a úkoly pro žáky

- 1) V programu Logger Pro sestrojte graf závislosti tlaku na teplotě. Proložte jej vhodnou křivkou. V menu Analýza zvolte Proložit přímkou.
- 2) Zapište si rovnici funkce $p = f(T)$ i s koeficienty.
- 3) Na základě grafu rozhodněte, zda jste ověřili Charlesův zákon.



6 Měření pH nápojů

6.1 Čas: 45 minut (+ doba na přípravu pufrů)

6.2 Pomůcky a chemikálie

Vzorky nápojů – voda, čaj černý, zelený, ovocný, minerálka, pivo, coca-cola, džus, ovocná šťáva, vzorky dalších běžně používaných látek – ocet, jedlá soda apod., pufrý ke kalibraci (pH ~ 4; 7; 9), pH-metr, rozhraní Go! Link (Vernier), notebook, 12 širších zkumavek (ø 18 mm), stojánek na zkumavky, stojan, chladičový držák, stříčka, 6 kádinek (150 cm³), kádinka (250-300 cm³)

6.3 Princip

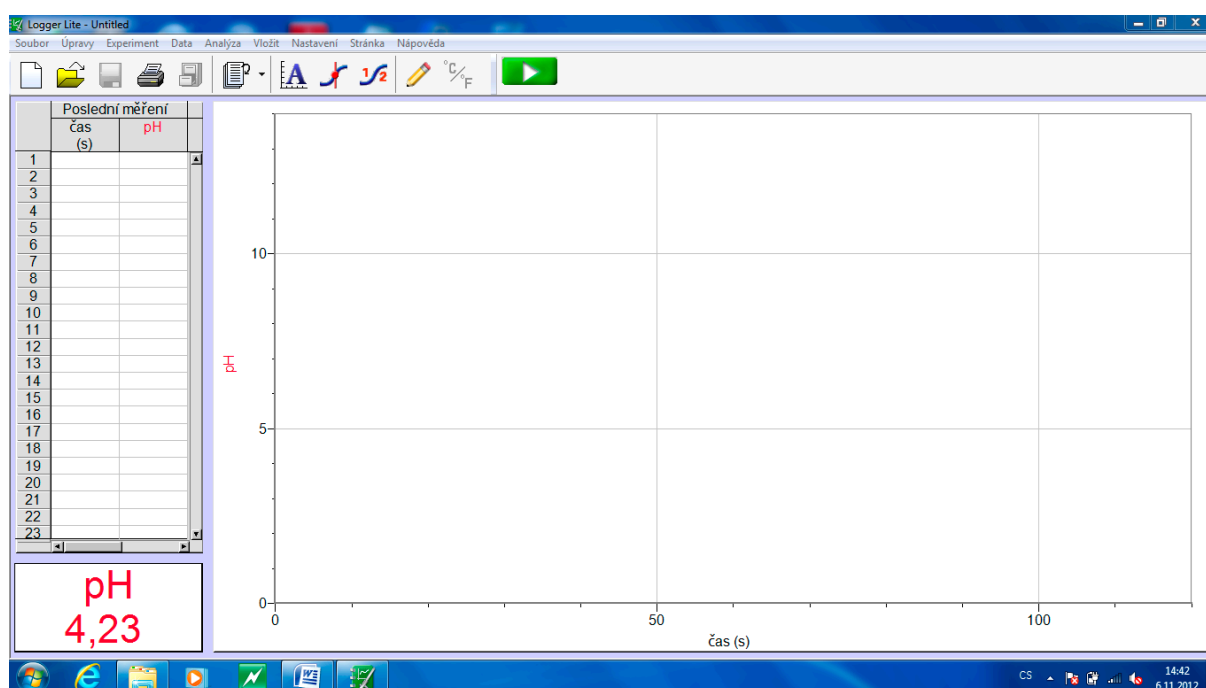
Pomocí lakmusu, fenolftaleinu či jiných acidobazických indikátorů lze rozpoznat, zda je daný roztok kyselý, nebo zásaditý. Univerzálním indikátorem či indikátorem ze zelí je možné určit přibližnou hodnotu pH daného roztoku. Přesnou hodnotu získáme měřením pH-metrem.

6.4 Postup

Příprava pH metru

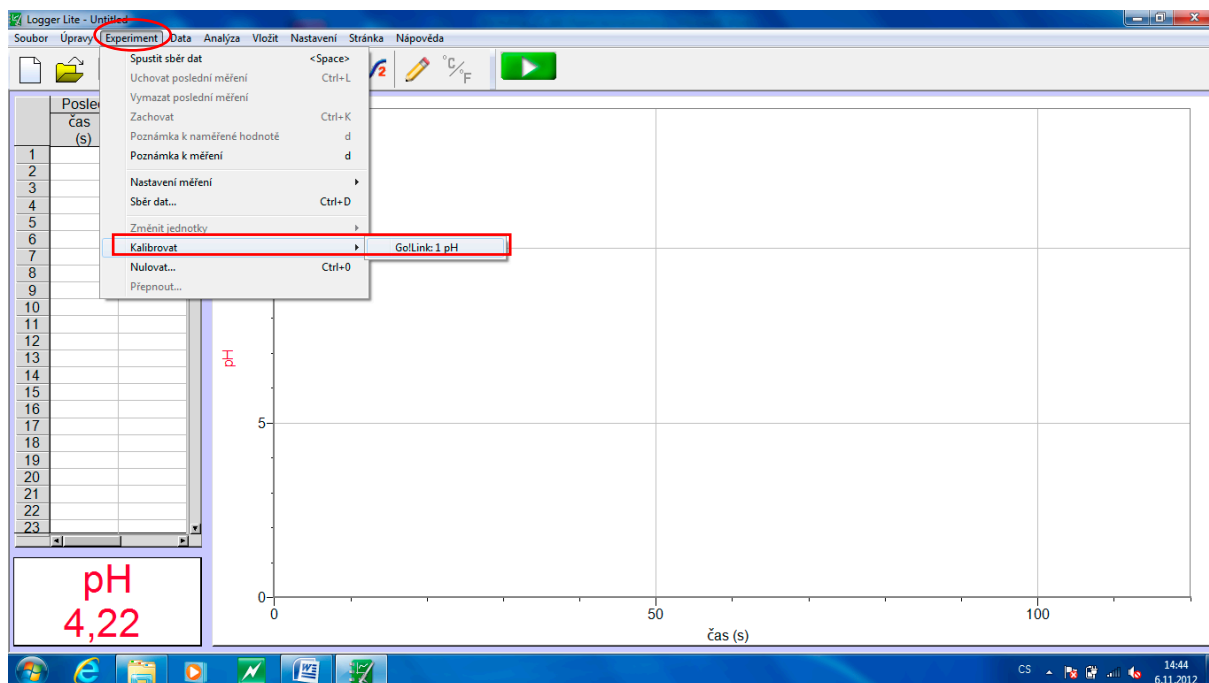
Lahvičku se skladovacím roztokem i s elektrodou pH metru upevněte do chladičového držáku. Chcete-li elektrodu vyjmout, nejprve povolte uzávěr lahvičky a potom elektrodu opatrně vytáhněte ze skladovacího roztoku.

Spusťte program Logger Lite. K notebooku připojte přes rozhraní Go! Link elektrodu pH metru PH-BTA (Vernier). Software rozpozná připojené čidlo a na obrazovce se objeví základní rozvržení pracovní plochy pro měření pH.



Kalibrace pH metru

Na horní nástrojové liště rozbalte nabídku **Experiment** a zvolte **Kalibrovat, Go! Link pH**.



Připravte pufrы pro kalibraci, jejich složení je uvedeno v tabulce 3.1, hodnoty pH pufrů v tabulce 3.2.

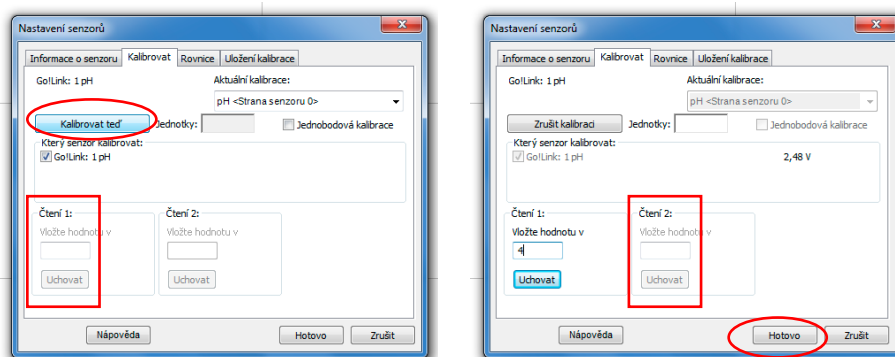
Tabulka 3.1 Složení vybraných pufrů pro kalibraci (vodné roztoky)²

Pufr	Standardní látka	Navážka na vzduchu, g na 1 dm ³ roztoku
1 ftalan	KHC ₈ H ₄ O ₄	10,12
2 fosforečnan	KH ₂ PO ₄	3,388
	Na ₂ HPO ₄	3,533
3 fosforečnan	KH ₂ PO ₄	1,179
	Na ₂ HPO ₄	4,302
4 tetraboritan	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	3,80
5 uhličitán	NHCO ₃	2,092
	Na ₂ CO ₃	2,640

 Tabulka 3.2 Hodnoty pH standardních pufrů 1–5 v závislosti na teplotě (číslování pufrů dle tab. 3.1)²

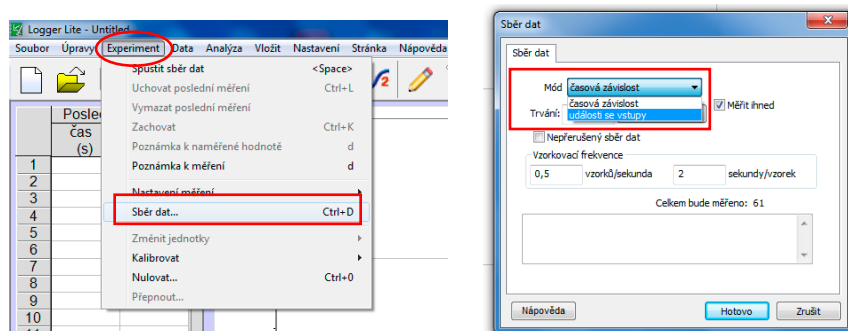
Teplota [°C]	Pufr				
	1	2	3	4	5
0	4,003	9,984	7,534	9,464	10,317
5	3,999	6,951	7,500	9,395	10,245
10	3,998	6,923	7,472	9,332	10,179
15	3,999	6,900	7,448	9,276	10,118
20	4,002	6,881	7,429	9,225	10,062
25	4,008	6,865	7,413	9,180	10,012
30	4,015	6,853	7,400	9,139	9,966
35	4,024	6,844	7,389	9,102	9,925

Do 2 označených zkumavek nalijte 2 pufrы (doporučené hodnoty pufrů pH = 4; 7; 9). Elektrodu vyjměte ze skladovacího roztoku, opláchněte důkladně vodou (nejlépe destilovanou), osušte čistým filtračním papírem a ponořte do první zkumavky s pufrém. V dialogovém okně zvolte **Kalibrovat teď**, vložte hodnotu pH prvního pufru a **uchovejte** ji. Elektrodu opět důkladně opláchněte vodou, osušte a postup opakujte s druhým pufrém. Poté zvolte **Hotovo**.

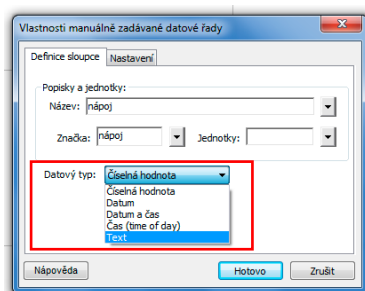


Příprava měření

V nabídce **Experiment** zvolte **Sběr dat** a v dialogovém okně místo časové závislosti vyberte možnost **Události se vstupy**, doplňte **Název sloupce** (nápoj), **Značku** (např. nápoj, vzorek, měření) a uložte tlačítkem **Hotovo**.



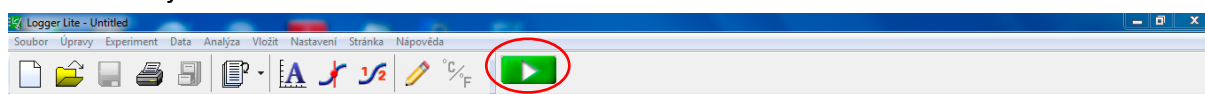
Ve sloupci je standardně nastaven číselný formát dat, je třeba jej změnit. V nabídce **Data** zvolte **Nastavení sloupce** a **Datový typ** změňte na **Text**.



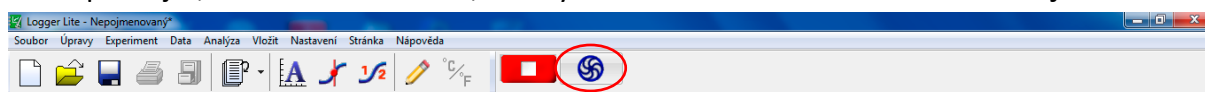
Nyní je vše připraveno k měření.

Měření pH nápojů

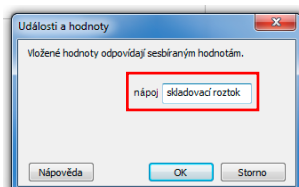
Podle seznamu odlijte do předem označených zkumavek vzorky nápojů. Elektrodu opláchněte vodou, opatrně osušte čistým filtračním papírem a ponořte ji do měřeného vzorku. Na obrazovce se objeví okamžitá hodnota pH. **Spustěte měření** zeleným tlačítkem na horní nástrojové liště.



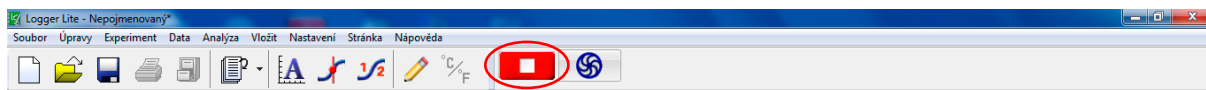
Chvilí počkejte, až se hodnota ustálí, modrým tlačítkem na liště **hodnotu uchovejte**.



Do dialogového okna **Události a hodnoty** запиšte název měřeného nápoje, data se uloží do datové tabulky.



Elektrodu vyjměte, znovu důkladně opláchněte vodou, osušte a můžete měřit další vzorek. Měření ukončíte červeným tlačítkem **Ukončit měření**.



Naměřená data uložíte příkazem **Soubor – Uložit jako**

Po skončení měření elektrodu důkladně opláchněte vodou a uložte zpět do skladovacího roztoku.

Pozor! Elektroda nesmí oschnout, musí být ponořena do skladovacího roztoku.

6.5 Otázky a úkoly pro žáky

Změřte pH-metrem hodnotu pH jednotlivých nápojů a vzorků dalších látek, výsledky запиšte do tabulky.

Vzorek		pH (pH-metr)
1	voda	
2	ovocná šťáva	
3	minerálka	
4	džus	
5	zelený čaj	
6	černý čaj	
7	ovocný čaj	
8	coca-cola	
9	pivo	
10	ocet	
11	jedlá soda	

Vzorky запиšte do řady podle vzrůstající hodnoty pH.

.....

.....

.....

6.6 Metodické poznámky

Přístrojovou metodu můžete kombinovat s orientačním určením hodnoty pH různými acidobazickými indikátory či univerzálním indikátorovým papírkem a výsledky obou metod porovnat.

7 Měření měrné vodivosti vzorků vody

7.1 Pomůcky a chemikálie

Vzorky vody – destilovaná voda, voda z vodovodu, minerální vody, senzor vodivosti, rozhraní Go! Link (Vernier), notebook, stříčka, 6 kádinek (150 cm³), kádinka (250–300 cm³)

7.2 Princip

Roztoky některých látek jsou schopné vést elektrický proud. Měřítkem vodivosti je tzv. konduktivita (měrná vodivost), kterou můžeme měřit konduktometrem. Vodivost je způsobena přítomností iontů – kationů a anionů v roztoku. Hodnota konduktivity je závislá na množství iontů v roztoku, tj. na koncentraci daného roztoku.

7.3 Postup

Do označených kádinek připravte vzorky vody (destilovaná voda, voda z vodovodu, 2 různé minerální vody aj.).

Připojte k notebooku senzor vodivosti přes rozhraní Go!Link. Senzor ponořte do měřeného vzorku. Na obrazovce se objeví okamžitá hodnota konduktivity. Chvilí počkejte, až se hodnota ustálí. Senzor vyjměte, důkladně opláchněte vodou (nejlépe destilovanou), osušte a můžete měřit další vzorek.

Po skončení měření senzor důkladně opláchněte vodou a nechte na vzduchu uschnout.

7.4 Otázky a úkoly pro žáky

Změřte měrnou vodivost vzorků vody, výsledky zapište do tabulky.

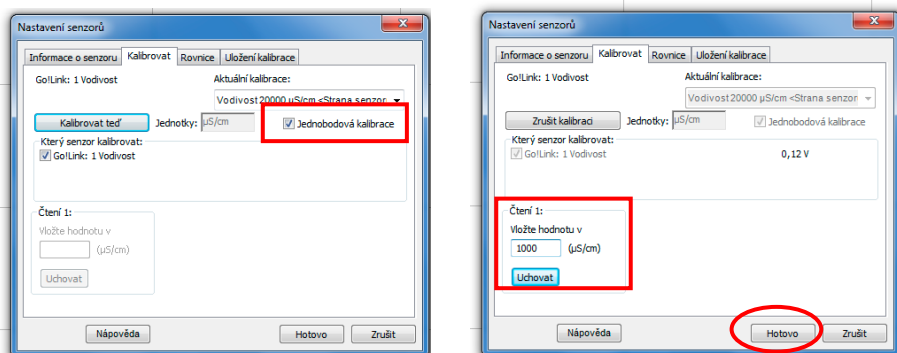
Vzorek		Konduktivita ($\mu\text{S cm}^{-1}$)
1	destilovaná voda	
2	voda z vodovodu	
3	minerálka 1	
4	minerálka 2	
5		
6		

Porovnejte vodivost jednotlivých vzorků.

7.5 Metodické poznámky

Pro školní experimenty není nutné senzor vodivosti kalibrovat, kalibraci provedl výrobce.

Chcete-li pracovat co nejpřesněji, můžete jej nakalibrovat znovu. Postup je obdobný jako při kalibraci senzoru pro měření pH (viz úloha č. 3). Budete potřebovat standardní roztoky NaCl. Pro jednobodovou kalibraci použijte roztok NaCl dodávaný přímo se senzorem, jehož měrná vodivost je $1\,000\,\mu\text{S cm}^{-1}$.



Pro dvoubodovou kalibraci zvolte roztoky z předpokládaného rozsahu vodivosti. Přehled standardních roztoků je uveden v tabulce 4.1.

Tabulka 4.1 Standardní roztoky NaCl pro kalibraci senzoru vodivosti¹

Navážka NaCl [na 1 dm ³ roztoku]	Měrná vodivost [$\mu\text{S cm}^{-1}$]
0,0474 g	100
0,491 g	1 000
1,005 g	2 000
5,566 g	10 000

Senzor má automatickou teplotní kompenzaci v rozsahu 5 až 35 °C.

POZOR! Senzor nepoužívejte pro měření v hustých organických roztocích (např. husté oleje, glycerol, ethylenglykol), v acetonu nebo nepolárních rozpouštědlech, jako je pentan a hexan.

8 Literatura:

- 1) <http://www.vernier.cz/uvod/rozcestnik>
- 2) Küster, F, W., Thiel, A.: Chemickoanalytické tabulky. Academia, Praha 1988.

FYZIKÁLNÍ ENVIROMENTÁLNÍ EXPERIMENTY FRONTÁLNĚ I DEMONSTRAČNĚ

Zdeňka Kielbusová, Pavel Masopust

1 Cíl

Žák dokáže vysvětlit a provést některé experimenty. Je schopen navrhnout vhodný experiment k demonstraci daného jevu. Žák s porozuměním aplikuje získané poznatky při řešení konkrétních úloh.

2 Obecný úvod k tématu

Žáci se v běžném životě setkávají s řadou fyzikálních jevů, nad kterými se nepozastaví a berou je jako samozřejmost.

V následujícím textu jsou uvedeny náměty na několik experimentů, které jsou rozděleny do dvou samostatných bloků. První blok je zaměřen na důkazy existence a vlastnosti plynů, měření tlaku a objemu plynů, podtlak a přetlak. Druhý blok je věnován jaderné fyzice, elektřině. Úlohy jsou určeny žákům základních škol.

3 Návod na jednotlivé experimenty

3.1 Experimenty s plyny - existence plynů

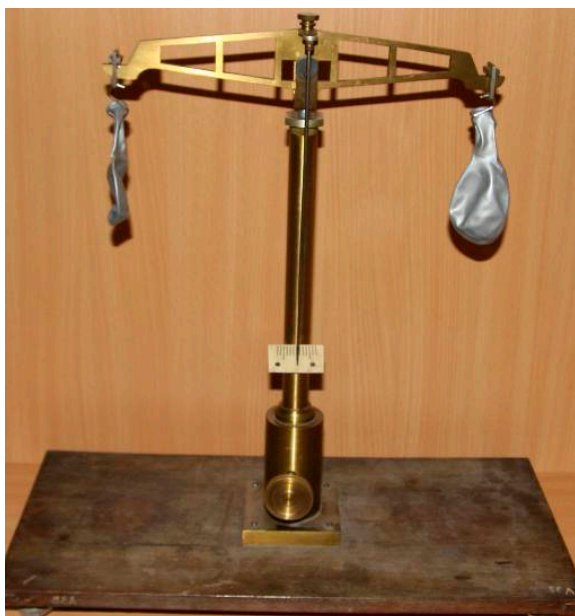
3.1.1 Má vzduch vlastní hmotnost? – varianta 1

Pomůcky:

Rovnoramenné váhy, 2 stejné pouťové balónky, 2 stejné háčky

Provedení:

K experimentu využijeme tělo starých rovnoramenných vah. Na jednotlivé konce vahadla pověsíme stejně těžké háčky. Prázdné stejně těžké pouťové balónky pověsíme na připravené háčky. Odjistíme váhy a pozorujeme, že váhy jsou v rovnováze. Váhy opět zajistíme a sejmememe jeden balónek z háčku, nafoukneme a znovu jej pověsíme zpět na původní místo. Váhy opět odjistíme a pozorujeme, že rovnováha na vahách je narušena.



Vysvětlení:

Vzduch má vlastní hmotnost a proto dojde k porušení rovnováhy na vahách. Pouťový balónek, který je naplněn vzduchem má vyšší než hmotnost, než prázdný balónek. Nafouknutý balónek má větší objem než prázdný balónek a tudíž je u něj větší i Archimédova vztlaková síla.

**3.1.2 Má vzduch vlastní hmotnost? – varianta 2 (Kielbusová, 2009)****Pomůcky:**

Pouťový balónek nebo vyfouklý míč na fotbal (volejbal), digitální váhy, podložka na balón, hustilka na míče

Provedení:

Zapneme digitální váhy a zkontrolujeme jejich funkčnost. Připravíme si na váhy podložku na balónek a vynulujeme. Vyfouklý pouťový balónek položíme na podložku a zvážíme jej. Naměřenou hmotnost si zapíšeme. Přichystáme si hustilku na míče a s její pomocí nafoukneme pouťový balónek. Nefoukáme ústy, protože výsledek měření by byl nepřesný o hmotnost vodní páry, která je obsažená ve vydechaném dechu. Pouťový balónek znovu zvážíme a naměřenou hodnotu na digitálních vahách opět zapíšeme.

**Vysvětlení:**

Jak jsme zjistili již u předchozího experimentu, vzduch má vlastní hmotnost. A proto hmotnost nafouknutého balónku bude vyšší, než hmotnost prázdného balónku. Rozdíl v hmotnostech nafouknutého a prázdného balónku, zjištěných vážením na digitálních vahách, není dán rozdílem obou hmotností, ale je to důsledek nadnášení Archimédovou vztakovou silou, která je u nafouknutého balónku vzhledem k jeho většímu objemu větší. 1 litr vzduchu za normálního tlaku má hmotnost přibližně 1,3 g.

3.1.3 Může být pod vodou papír suchý?

Pomůcky:

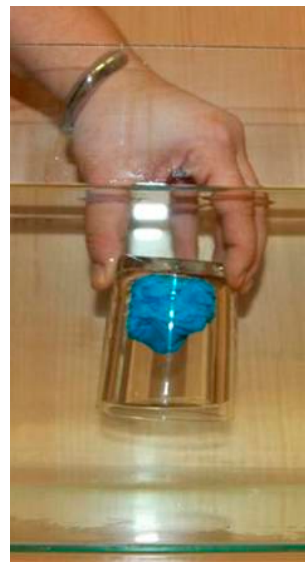
sklenička, akvárium, krepový barevný papír, voda

Provedení:

Vodou z kohoutku naplníme menší akvárium. Odstříhneme kus barevného krepového papíru a umístíme jej na dno skleničky tak, aby tam držel. Skleničku otočíme dnem vzhůru a pomalu ji ponoříme do akvária.

Vysvětlení:

Vzduch ve skleničce zabírá určitý objem a ten zabraňuje vniknutí okolní vody v akváriu do skleničky, a tím pádem i ke krepovému papíru u jejího dna.



3.1.4 Dokážete zvednout hromádku knih pomocí pouťového balónku? (Pascalův zákon)

Pomůcky:

pevná slámka, nůžky, dětský celofánový balónek, hromádka knih, izolepa

Provedení:

Do vyústění dětského celofánového balónku vsuneme slámku a zajistíme ji izolepou. Na celofánový balónek umístíme hromádku knih. Slámkou začneme pomalu nafukovat balónek. Hromádka knih umístěných na celofánovém balónku se pomalu začne zvedat.



Vysvětlení:

Uvnitř dětského celofánového balónku se tlak šíří všemi směry totožně, a proto zvedá celou hromádku knih. Tlak vzduchu uvnitř balónku je ve všech směrech stejný.

3.1.5 Dostanete balónek do láhve od sirupu?

Pomůcky:

Skleněná láhev od sirupu, pouťový balónek, pevnou slámku (kousek silikonové hadičky)

Provedení:

Do skleněné láhve od sirupu umístíme pouťový balónek tak, aby ústí balónku vyčnívalo z láhve. Pokusíme se balónek nafouknout. Pouťový balónek se nám povede nafouknout jenom trošku. Při druhém pokusu připojíme k pouťovému balónku do hrdla skleněné láhve i pevnou slámku a pokusíme se balónek opětovně nafouknout. Při druhém pokusu se nám povede pouťový balónek nafouknout mnohem více. Po vytažení pevné slámky z láhve od sirupu si pouťový balónek uvnitř láhve zachová nafouknutý tvar.

**Vysvětlení:**

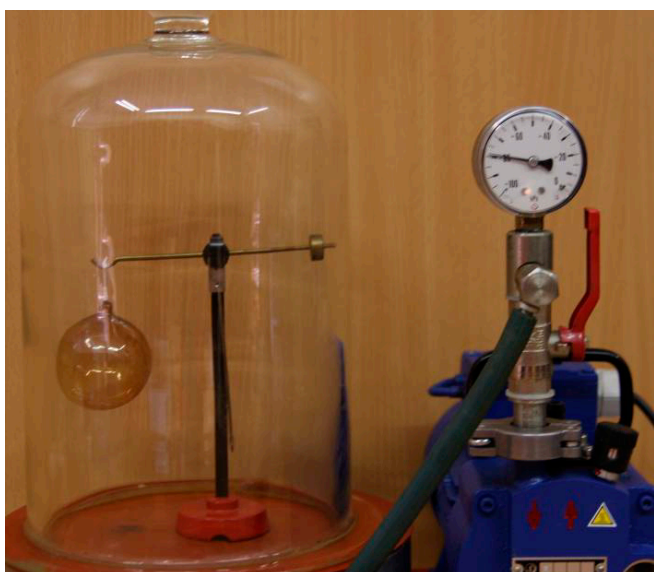
Při prvním pokusu se nám povede pouťový balónek nafouknout pouze trošku, protože tlak vzduchu uvnitř láhve tlačí zvenku na blánu pouťového balónku. Jakmile přidáme k pouťovému balónku pevnou slámkou, vzduch ze skleněné láhve může slámkou unikat a my můžeme balónek nafouknout. Jakmile nafoukneme balónek, vytáhneme slámkou a ústí balónku přetáhneme přes hrdlo láhve. Pouťový balónek se neznatelně zmenší, mezi jeho povrchem a stěnami skleněné láhve dojde ke mírnému zředění vzduchu a tudíž ke snížení tlaku. Pouťový balónek si díky tomu zachová svůj nafouklý tvar. Síla, kterou vzduch působí na vnitřek pouťového balónku, je rovna síle, kterou působí roztážená blána balónku a tlaková síla vzduchu působící na jeho vnější část.

3.1.6 Platí pro plyny Archimédův zákon? 1 (Kielbusová, 2009)**Pomůcky:**

Olejoval rotační vývěva se zvonem (recipientem), dasymetr (přístroj na principu vážek kurčování hustoty plynů)

Provedení:

Připravíme si dasymetr k použití tak, že postupně otáčíme závažím na jedné straně vážek, až je celé vyrovnáme do rovnovážné polohy na vzduchu. Takto připravený dasymetr umístíme na talíř vývěvy a přiklopíme jej zvonem. Zapneme vývěvu.



Tlak vzduchu pod zvonem klesá a vahadlo dasymetru se vychyluje z rovnovážné polohy. Pozorujeme, jak skleněná banka klesá.

Vysvětlení:

Na dasymetr (dutou skleněnou kouli i závaží) působí vztlaková i tíhová síla vzduchu. Zapnutím vývěvy jsme pod zvonem postupně odčerpávali vzduch, a tím pádem postupně klesala hustota vzduchu. Jakmile pod zvonem klesla hustota vzduchu, klesla i jeho vztlaková síla. Dutá skleněná koule, která má větší objem než závaží, postupně klesala, protože vztlaková síla vzduchu se zmenší tolikrát více, kolikrát je větší objem koule, než je objem závaží. Jakmile vypneme vývěvu a otevřením ventilu vpustíme pod zvon vzduch, obnovíme atmosférický tlak pod zvonem, zvýšíme opět hustotu vzduchu a tím i jeho vztlakovou sílu. Větší vztlaková síla působí na skleněnou kouli a rovnováha se obnoví.

3.1.7 K čemu nám poslouží brčko? (Kielbusová, 2009)**Pomůcky:**

sklenice, skleněná nebo plastová trubička, voda, potravinářské barvivo, kádinka

Provedení:

Do kádinky nalijeme vodu a přisipeme potravinářské barvivo. Obarvenou vodu nalijeme do sklenice. Uchopíme trubičku a prstem uzavřeme její horní otvor. Ponoříme část trubičky do vody a pozorujeme ji. Uvolníme prst na horním okraji a sledujeme, co se bude dít. Zakryjeme horní otvor trubičky prstem a vytáhneme trubičku z vody. S trubičkou nad sklenicí uvolníme prst a opět sledujeme, co se stane.

Vysvětlení:

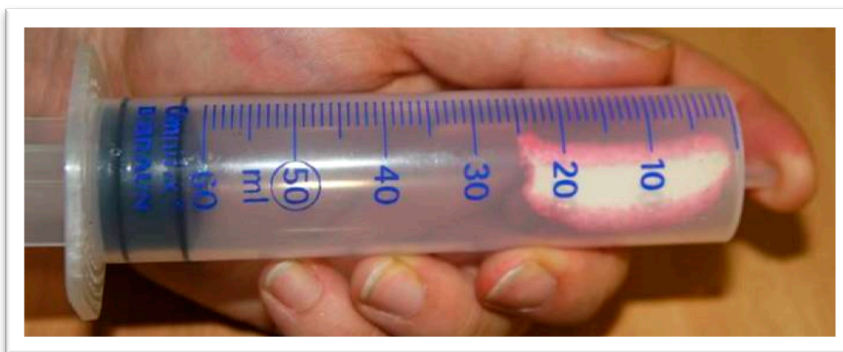
Vzduch v ucpané trubičce zaujímá určitý objem, který zabraňuje vnikání okolní vody do trubičky. Jakmile uvolníme horní okraj trubičky, vzduch má kam uniknout a voda vnikne do trubičky. Atmosférický tlak působí stejně na vodu ve sklenici i na vodu v trubičce. Když po naplnění trubičky vodou opět uzavřeme její horní okraj prstem a trubičku vysuneme z vody, zůstane voda v trubičce, protože atmosférický tlak vzduchu působící na dolní okraj trubičky přemůže tíhovou sílu. Tlak nad hladinou vody v trubičce se sníží malým poklesem vody v trubičce. Jakmile uvolníme horní okraj trubičky, tlak vzduchu na jejím horním a dolním okraji se vyrovná, tíhová síla převáží a voda vyteče ven.

3.2 Podtlak**3.2.1 Podtlak a bonbón Marschmallow****Pomůcky:**

50 ml injekční stříkačka, bonbóny marshmallow

Provedení:

Vyjmeme píst z větší injekční stříkačky, dovnitř dáme jednu polovinu bonbónu marshmallow a píst vrátíme na místo. Píst umístíme v injekční stříkačce tak, aby se téměř dotýkal poloviny bonbónu. Ústí injekční stříkačky uzavřeme vlastním prstem, nejlépe ukazováčkem. Druhou rukou pomalu zatáhneme za píst injekční stříkačky, táhneme, dokud je to možné a sledujeme, co se s polovinou bonbónu marshmallow děje. Bonbón plynule reaguje na snižující se tlak svým zvětšením.

**Vysvětlení:**

Táhnutím za píst injekční stříkačky, se uvnitř injekční stříkačky zvětšuje objem vzduchu a snižujeme jeho tlak. Uvnitř poloviny pěnového bonbónu marshmallow je mnoho uzavřených vzduchových komůrek. Snížením tlaku v okolí bonbónu dojde k rozepnutí vzduchu uvnitř jednotlivých komůrek a tím pádem ke zvětšení celého bonbónu.

3.2.2 Dokážeš zvednout skleničky pomocí podtlaku ? (Kielbusová, 2009)**Pomůcky:**

2 stejné skleničky s rovným okrajem, čajová svíčka, zápalky, maličko oleje, vakuové vazelíny, vystřižené kolečko z tvrdého papíru o poněkud větším průměru, než je okraj skleničky a dírkou uprostřed (bude nám sloužit jako těsnění)

Provedení:

Připravíme si dvě stejné skleničky, jejichž okraje potřeme olejem nebo vazelínou. Zapálíme čajovou svíčku a hořící ji umístíme do první skleničky. Na skleničku přiložíme již připravené vystřižené kolečko (pokud jsme neměli olej ani vazelínu, kolečko namočíme ve vodě) a položíme na něj druhou skleničku dnem vzhůru tak, aby okraje obou skleniček byly přesně na sobě. Na horní skleničku lehce zatlačíme.



Pozorujeme, jak svíčka postupně uhasíná. Moment počkáme, až skleničky zchladnou a pak se pokusíme obě skleničky za horní najednou zvednout.

Vysvětlení:

Zapálením čajové svíčky ve spodní skleničce jsme uvnitř ní ohřáli vzduch, který se začal rozpínat, přičemž část jej unikla ze skleničky. Přiklopením kolečka (těsnění) a druhé skleničky jsme zabránili dalšímu přístupu vzduchu, svíčka spotřebovala kyslík, hořením vznikl oxid uhličitý, a zhasla. Vzduch, který se teplem rozepnul, opět zchladl a tím se mezi skleničkami snížil tlak. Vnější atmosferický tlak je mnohem větší, a proto přidržuje skleničky u sebe.

3.2.3 Co udělá budík pod vývěvou? (Kielbusová, 2009)**Pomůcky:**

Vývěva se zvonem a příslušenstvím, budík, molitanová podložka

Provedení:

Pod zvon vývěvy umístíme natažený a nastavený budík tak, aby začal zvonit za jednu minutu. K částečnému ztišení budíku dojde již tehdy, když jej přiklopíme zvonem. Spustíme vývěvu a pomalu vyčerpáme vzduch zpod zvonu. Nezapomeneme sledovat budík, a jakmile uvidíme, že budík začal zvonit, pomalu otevřeme výpustní ventil a vpustíme pod zvon zpět vzduch. Společně se vzrůstajícím tlakem vzduchu pod zvonem vývěvy uslyšíme i zvuk budíku stále silněji.

**Vysvětlení:**

Zvuk ke svému šíření potřebuje vzduch.

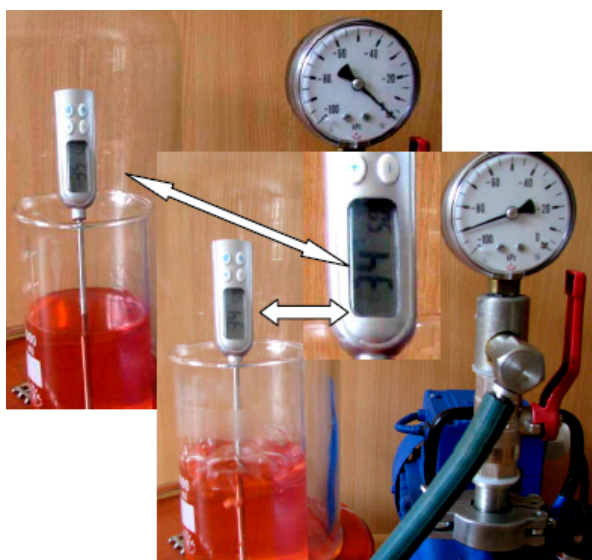
Pokud jsme jej zpod recipientu vývěvy vyčerpali, zvuk se nešíří a my jej nemůžeme slyšet. Zvonění budíku vnímáme pouze pomocí zrakového vjemu, sledujeme paličky, jak narážejí do těl zvonků.

3.2.4 Var vody za sníženého tlaku**Pomůcky:**

Vývěva se zvonem a příslušenstvím, vyšší kádinka s obarvenou vodou, digitální teploměr

Provedení:

Pod zvon vývěvy umístíme vyšší kádinku s obarvenou vodou a spuštěným digitálním teploměrem. Zapneme vývěvu a pozorujeme průběh experimentu. Jakmile začne klesat tlak pod zvonem vývěvy, voda začne pomalu vařit při nižší teplotě než je obvyklé.

**Vysvětlení:**

Při odčerpávání vzduchu zpod zvonu vývěvy klesá tlak a tím pádem se snižuje teplota varu vody.

3.2.5 Pěna na holení ve vývěvě**Pomůcky:**

Vývěva s e zvonem a příslušenstvím, pánská pěna na holení, Erlenmayerova, baňka, větší Petriho miska, podložka pod Petriho misku

Provedení:

Trošku pánské pěny na holení nastříkáme do Erlenmayerovi baňky, kterou umístíme doprostřed větší Petriho misky a tu pak na talíř pod zvonem vývěvy. Vývěvu spustíme, a začneme odčerpávat vzduch. Pánská pěna na holení reaguje téměř okamžitě na změnu tlaku tím, že začne zvětšovat svůj objem.

Vysvětlení:

Při odčerpávání vzduchu zpod zvonu vývěvy klesá tlak v okolí pánské pěny na holení a vzduchové bublinky v pěně se začnou rozpínat.

**3.3 Přetlak****3.3.1 Jak zdeformovat marshmallow****Pomůcky:**

větší plastová láhev, bonbóny marshmallow, autoventilek vzduchotěsně zasazený do víčka na plastovou láhev, autopumpička

Provedení:

Bonbóny marshmallow vhodíme do větší plastové láhve a láhev uzavřeme víčkem, ve kterém je vzduchotěsně zasazen autoventilek. Na autoventilek připojíme pumpičku. Pomalým pumpováním zvyšujeme tlak uvnitř láhve. S rostoucím tlakem uvnitř láhve se bonbóny marshmallow zmenšují a deformují. Jakmile tlak uvnitř láhve vrátíme na hodnotu atmosférického tlaku, pozorujeme, jak bonbóny získávají svoji původní velikost a tvar.

**Vysvětlení:**

Pěnové bonbóny marshmallow obsahují mnoho uzavřených vzduchových komůrek, které se vlivem zvyšování tlaku v láhvi zmenšují. A tím pádem se zmenšuje a deformuje i celý bonbon.

Když vrátíme tlak uvnitř láhve na hodnotu okolního (atmosférického) tlaku, vzduchové komůrky obnoví svoji původní velikost. Větší plastová láhev, zkumavka, kus pouťového balónku, gumička, autoventilek vzduchotěsně zasazený do víčka na plastovou láhev, autopumpička.

3.3.2 Promáčknutí bubínku (Kielbusová, 2009)

Pomůcky:

autoventilek vzduchotěsně zasazený do víčka na plastovou láhev, autopumpička, větší plastová láhev, zkumavka s vyhnutým ústím, kus pouťového balónku, gumička, autoventilek vzduchotěsně zasazený do víčka na plastovou láhev, autopumpička

Provedení:

Na ústí zkumavky napneme kus pouťového balónku jako blánu a vzduchotěsně zabezpečíme gumičkou proti posunutí. Zkumavku s přidělanou blánou vložíme do větší plastové láhve.

Plastovou láhev uzavřeme víčkem, ve kterém je vzduchotěsně zasazen autoventilek. K autoventilku připojíme autopumpičku. Pumpováním postupně zvyšujeme tlak v láhvi. Se zvyšujícím se tlakem uvnitř láhve dochází k prohnutí blány nasazené na zkumavce. Blána na zkumavce se prohýbá směrem dovnitř zkumavky. Pokud budeme pokračovat, podaří se nám blánu protrhnout.



Vysvětlení:

Blána napnutá na zkumavce představuje ušní bubínek. Se zvyšujícím se tlakem uvnitř plastové láhve roste tlak, který působí na blánu nasazenou na zkumavce. Blána se prohýbá směrem dovnitř, stlačuje vzduch a tím zvyšuje tlak ve zkumavce. Pokud se nám podaří blánu protrhnout, tlaky uvnitř zkumavky i v láhvi se vyrovnají. Můžeme upozornit na to, že tak může dopadnout i náš ušní bubínek, když je vystaven přetlaku, který způsobí prudké zvýšení tlaku například při výbuchu. Protržený bubínek pak často způsobuje poruchy koordinace rovnováhy.

3.3.3 Co dokáže s pouťovými balónky tekutý dusík?

Pomůcky:

Pouťové balónky, Dewarova nádoba s tekutým dusíkem, chemické kleště, nerezová miska, polystyrenová nádoba na tekutý dusík.

Provedení:

Pouťové balónky částečně nafoukneme a připravíme si je na nerezovou misku. Tekutý dusík přelijeme do připravené polystyrenové nádoby.

Jednotlivé balónky postupně vkládáme do tekutého dusíku. Za chvíli je s použitím chemických kleští postupně vyndáváme zpět na nerezovou misku. Pozorujeme, že jsou úplně splasklé.

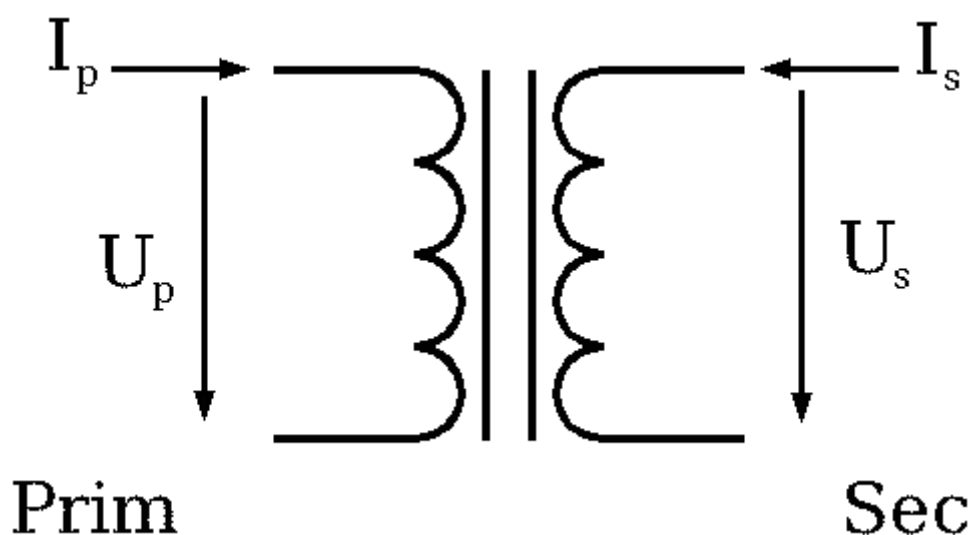


Vysvětlení:

Tekutý dusík má teplotu $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vložením částečně nafouknutého pouťového balónku do tekutého dusíku dojde k jeho prudkému zchlazení a objem vzduchu uvnitř balónku se velice zmenší.

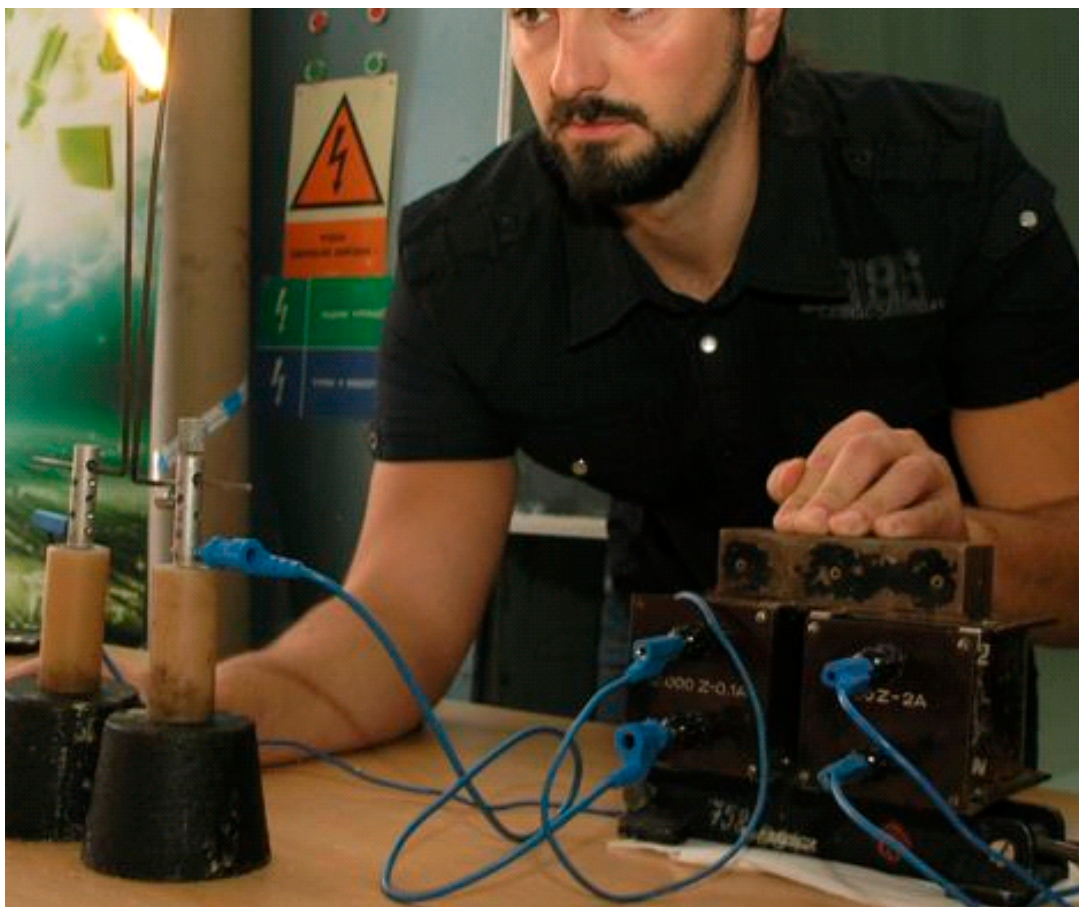
3.4 Pokusy s transformátory

Transformátory jsou zařízení, která umožňují měnit velikost střídavých napětí a proudů. V základní podobě se skládají z primární a sekundární cívky. Poměr mezi počty závitů na primární a sekundární cívce označujeme jako transformační poměr a definuje, jak se bude transformátor chovat. Pokud je například na sekundární cívce dvojnásobný počet závitů než na primární, je transformační poměr roven dvěma a dojde k zdvojnásobení napětí na sekundární cívce oproti cívce primární.



Obrázek 1 Schematická značka transformátoru

V pokusu předvedeném na semináři měla primární cívka 600 závitů, sekundární 12 000. Transformační poměr byl tedy 20 a z 230 V připojených na primární cívku se stalo cca 4 600 V na cívce sekundární. To je již napětí schopné zažehnout ve vzduchu výboj.



Obrázek 2 Výboj ve vzduchu

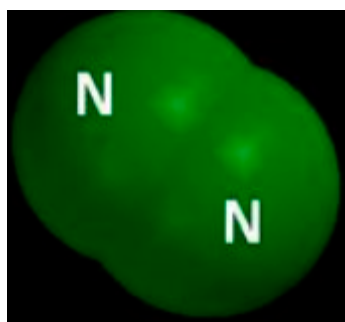
Další pokus ukazoval profesionální výrobek, Teslův transformátor. Od výše popsaného transformátoru se liší tím, že má na sekundární cívce kromě vysokého napětí (v našem případě cca 200 000 V) i vysokou frekvenci (řádově stovky tisíc hertzů). Na transformátoru lze demonstrovat tzv. skin efekt – jev, kdy je vysokofrekvenční proud vytlačován k povrchu vodiče a nedostává se do jeho vnitřního prostoru.

V praxi je tak možné dotknout se velmi vysokého napětí na sekundární cívce Teslova transformátoru rukou. Elektrická energie výboje zůstává na povrchu těla a neohrožuje vnitřní orgány. Žáci tak mohli do vlastních rukou chytat až patnácticentimetrové blesky. Další pokusy s vysokým napětím zahrnovaly např. rozsvícení žárovky v silném elektrickém poli, kvalitativní výklad elektromagnetické indukce a další.



Obrázek 3 Teslův transformátor a pokusy s vysokým napětím

3.5 Pokusy s tekutým dusíkem



Obrázek 4 Molekula dusíku [zdroj: <http://mail.zsebenese.opava.cz/tabulka/n.html>]]

3.5.1 Vlastnosti dusíku

Dusík je za normálních podmínek plyn a tvoří hlavní složku zemské atmosféry (až 78 procent). Dusíku tedy není zapotřebí se bát, nejedná se o nic jedovatého a jsme s ním neustále v kontaktu. Dusík je plyn bez barvy i zápachu. V atmosféře se vyskytuje v podobě dvouatomových molekul a je velmi slabě reaktivní. Ve vzduchu byl objeven v 18. století jako složka, která nepodporuje hoření a není dýchatelná.

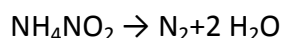
V atmosféře se kromě dvouatomových molekul vyskytuje také v podobě amoniaku, který vzniká například rozkladem sloučenin organického původu nebo v okolí elektrických výbojů (za bouřky). Při blesku také může dojít k reakci s kyslíkem a vzniká oxid dusičitý, který dále může reagovat s vlhkostí obsaženou ve vzduchu, produktem je kyselina dusičná. Ta je pak součástí takzvaných kyselých dešťů.

Vzhledem k rozpustnosti prakticky všech svých anorganických solí se téměř nevyskytuje v běžných horninách. Všechny tyto látky byly v průběhu času dávno spláchnuty do oceánů a tam se opět zapojily do různých biologických cyklů. Výjimkou je např. chilský ledek neboli dusičnan sodný NaNO_3 , který pravděpodobně vznikl rozkladem rostlinných a živočišných látek, zejména na chilském pobřeží. Významným zdrojem organického dusíku jsou především objemné vrstvy ptačího trusu, nazývané guáno a využívané především jako hnojivo.

Dusík je významný biogenní prvek, který se vyskytuje ve významných organických sloučeninách a ve všech živých organismech. Rostliny ho přijímají kvůli svému růstu a nevylučují ho. Živočichové ho využívají k tvorbě bílkovin a vylučují ho v podobě močoviny nebo amoniaku.

3.5.2 Příprava dusíku

V laboratoři se čistý dusík připravuje zahříváním koncentrovaného roztoku dusitanu amonného nebo směsi roztoku chloridu a dusitanu amonného. Aby se odstranily stopy přimíšených oxidů dusíku, promývá se dusík směsí dvojchromanu draselného a kyseliny sírové.



Dalším používaným postupem je příprava dusíku vedením vzduchu přes žhavou měď. Měď reaguje s kyslíkem a vzniká černý oxid měďnatý. Vzniklý dusík není úplně čistý, protože vzduch obsahuje okolo 1 % argonu a dalších vzácných a netečných plynů. Tomuto dusíku se říká atmosférický dusík.

Další principiálně odlišnou přípravou je tepelný rozklad amoniaku. Při tomto postupu vedeme amoniak přes práškový nikl při teplotě 1000 °C. Vodík poté od dusíku oddělíme na základě odlišných teplot varu. Tímto postupem získáme velmi čistý dusík.

V průmyslu se dusík dříve připravoval vedením vzduchu přes rozžhavené uhlí nebo koks. Oxid uhličitý se od dusíku odstraní promýváním ve vodě jako vedlejší produkt. Takto vzniklý dusík obsahuje okolo 1 % vzácných a dalších netečných plynů a nazývá se opět atmosférický dusík.

Nejčastějším způsobem zisku dusíku (a ten námi používaný při pokusech tak získán byl) je nízkoteplotní rektifikace zkapalněného vzduchu a tvoří přitom spíše přebytky při výrobě více žádaného kyslíku. Při postupném ochlazování nejprve dochází k oddělení kapalného CO_2 . Dále dochází ke zkapalnění kyslíku s dusíkem případně ještě argonem. Helium zůstává plynné a tím je ze směsi odděleno (vč. jiných vzácných plynů). Kapalná směs je pak dělena v rektifikační koloně. Představa o frakční destilaci, vyučovaná na základních a středních školách, je jen zjednodušením a má daleko k průmyslové realitě. Velkokapacitní výroba dusíku v rámci ČR je realizována např. v průmyslové zóně Litvínov-Záluží (areál spol. Unipetrol RPA). Kromě přímého expedování se přímo v areálu využívá např. k výrobě amoniaku a také jako důležitý prvek zajišťující bezpečnost umístěných chemických výrob.



Obrázek 5 Nádoba na tekutý dusík, [zdroj:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Liquid_nitrogen_tank.JPG]

3.5.3 Použití

Amoniak a následně z něj vyrobená kyselina dusičná jsou látky, kterých se vyrábí v chemickém průmyslu velmi mnoho.

Amoniak hlavně jako hnojivo a chemická látka k výrobě dalších amonných a jiných sloučenin a kyselina dusičná jako významné oxidovadlo, které se používá i k dalším anorganickým a organickým syntézám.

Plynný dusík nalézá využití jako inertní atmosféra, např. v prostředí, kde hrozí nebezpečí výbuchu, při výrobě integrovaných obvodů, nerezové oceli, používá se k plnění obalů výrobků, aby nedošlo k jejich zmačkání a zvlhčení – například sáčky s brambůrkami.

Další velmi významnou aplikací dusíku jsou hnojiva. Dusíkatá hnojiva jsou látky, které se rostlinám dodávají, aby rostly rychleji. Rostliny dusík nevylučují a plně ho využívají k růstu. Rostliny, které byly hnojeny dusíkatými hnojivy, poznáme podle velkého vzrůstu, velkých listů, ale takovéto rostliny se lehce ve větru lámou a jsou celkově málo odolné.

Amoniak NH_3 a jeho sloučeniny jsou jedním z nejvyužívanějších hnojiv v zemědělství. Plynný amoniak se v poslední době stává náhradou freonů v chladičích. Amoniak se vyrábí přímou syntézou z plynů tzv. Haberovým procesem.

Dusičnan amonný NH_4NO_3 je další často používané hnojivo, bohaté na obsah dusíku. Dnes se však stejně jako síran amonný $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ a dusíkaté vápno neboli kyanamid vápenatý CaCN_2 využívá méně. Dusičnan amonný se také využívá k výrobě výbušnin, bengálských ohňů a samozápalných směsí.

Močovina $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ neboli diamid kyseliny uhličité se jako hnojivo v poslední době využívá stále více. Její výroba je nenáročná a velmi levná. Močovina se také používá k výrobě kopolymerů, jako jsou například močovinoformaldehydové pryskyřice.

Ostatní dusičnany, které se používají jako hnojiva, nejsou samy o sobě významné. Používají se hlavně ve směsi s dalšími látkami a vytváří tak komplexní hnojiva. Například dusičnan sodný NaNO_3 a dusičnan draselný KNO_3 .

Mimořádných oxidačních vlastností sloučenin dusíku s valencí $\text{N}+5$ se již od dávnověku využívá při výrobě explozivních látek. Již v starověké Číně byla známa výroba střelného prachu, jehož podstatnou složku tvoří dusičnan sodný nebo draselný. V současné době se v tomto oboru uplatňují spíše organické sloučeniny, ať již jde o nitroglycerin nebo trinitrotoluen (zkratka TNT).

Jako palivo raketových motorů se v minulosti používala jak kyselina dusičná jako oxidační činidlo, tak hydrazin jako zdroj spalovaného vodíku.

Organické sloučeniny dusíku, jako například aminy, se používají k výrobě barviv a léčiv. Jiné dusíkaté organické deriváty se používají například k výrobě indikátorů v analytické chemii.

3.5.4 Kapalný dusík

Pokud za běžných podmínek plynný dusík ochladíme na teplotu varu (-196°C), zkapalní. Naše zkušenost (studentů a žáků) s varem souvisí s varem, s kterým přicházíme do styku nejčastěji – s varem vody. Voda mění své skupenství z plynného na kapalné při teplotě 100°C . Var tedy máme spojen s vysokou teplotou. Je vhodné poukázat na to, že var nemusí probíhat za vysoké teploty, ale že je tato teplota pro každou látku specifická. Pro dusík je tato teplota již zmíněných -196°C . Kapalný dusík je poměrně nenákladný a je velmi vhodnou látkou pro experimenty s nízkými teplotami.



Obrázek 6 Nalévání tekutého dusíku [zdroj: http://files.molekularnikuchyne-eshop.cz/system_preview_200000103-5083a52772/tekutý%20dusík.jpg]

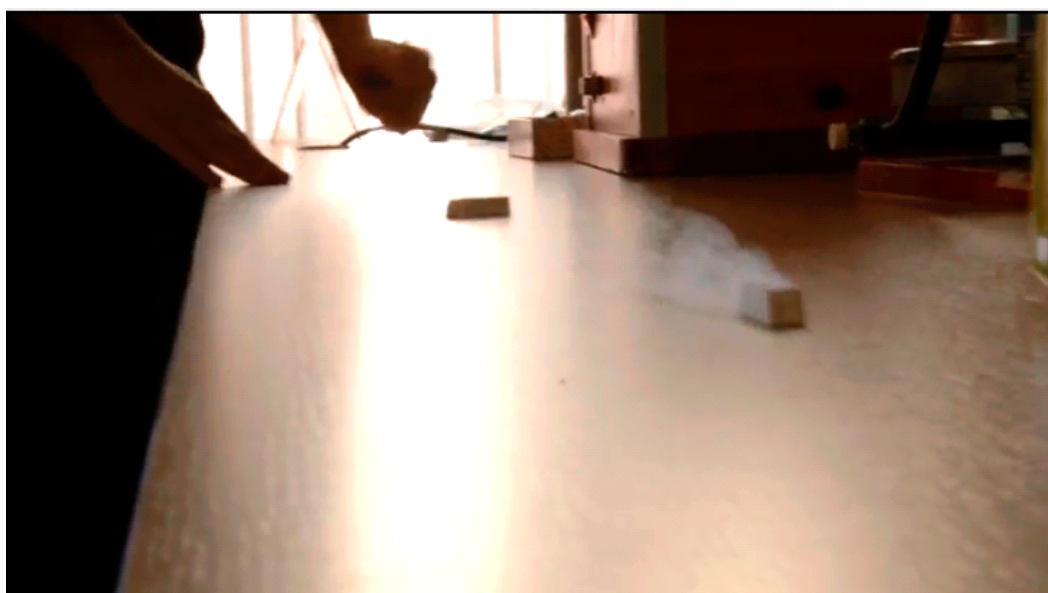
Léčba kapalným dusíkem využívá nízkých teplot a patří mezi fyzikální terapeutické metody. V kožní medicíně se kapalný dusík používá na kryoléčbu kůže (např. k léčbě ložiskových vypadávání vlasů), na povrchové destrukční ošetření kůže (změny kůže v souvislosti s chronickým působením UV záření, například solární keratózy, ploché virové bradavice na obličeji aj.) nebo na hlubší kryodestrukci kůže (virové bradavice na končetinách a některé kožní útvary).

3.5.5 Pokusy s kapalným dusíkem

- **Přelévání dusíku** z termosky do polystyrénové nádoby (viz obrázek 6), pozorování ochlazené vlhkosti obsažené ve vzduchu v podobě kotoučů mlhy.
- **Zmrazení různých předmětů** – rychlé zmrazení vody ve zkumavce, lihu ve zkumavce. Zmrazením listu ze stromu dojde ke zmrazení vody v něm obsažené, list je potom křehký a velmi snadno se láme.
- **Zmenšení objemu ochlazené látky** – nafouknutý balónek po koupeli v tekutém dusíku rapidně zmenší svůj objem. Obrázek 7.



Obrázek 7 Balónek zmrazený v tekutém dusíku [zdroj <http://www.physics.umd.edu/lecdem/services/demos/demosi4/i4-52.htm>]

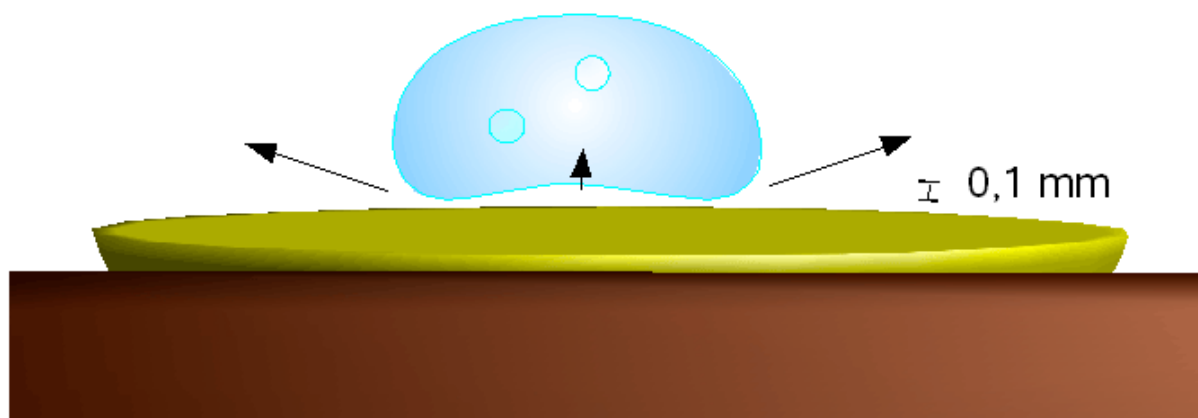


Obrázek 8 Pohyb v dusíku ochlazené křídý

- **Pohyb zmrazené křídý** po hladkém povrchu stolu na vrstvě plynného dusíku. Obrázek 8.
- **Leidenfrostův jev.** Tento jev je pozorován při dotyku kapaliny s objektem, jenž je o mnoho teplejší než kapalina. Dojde k prudkému odpaření části kapaliny a tato pára brání dalšímu ohřevu kapaliny. Mezi kapalinou a pevnou látkou tak nepůsobí přitažlivé síly a kapalina zaujme tvar koule. Tento jev můžeme pozorovat například při dotyku vody a povrchu horké plotýnky vařiče. Zde se navíc může kapalina v podobě kuličky volně pohybovat po rozpáleném povrchu a klouže po vrstvičce páry. S tekutým dusíkem lze jev pozorovat při styku se stolem (teplota stolu vůči kapalnému dusíku velmi vysoká).

Obrázek 9 Leidenfrostův jev, dusík na stole [zdroj <http://www.popsci.com/diy/article/2010-08/cool-hand-theo>]

- **Dotek dusíku a holé ruky.** Také zde je pozorovatelný Leidenfrostův jev. Vrstvička odpařeného dusíku brání v kontaktu holé kůže a vlastního kapalného dusíku. Pokud je doba kontaktu mezi dusíkem a rukou krátká, zabrání vrstva odpařeného dusíku popálení ruky vlivem nízké teploty.



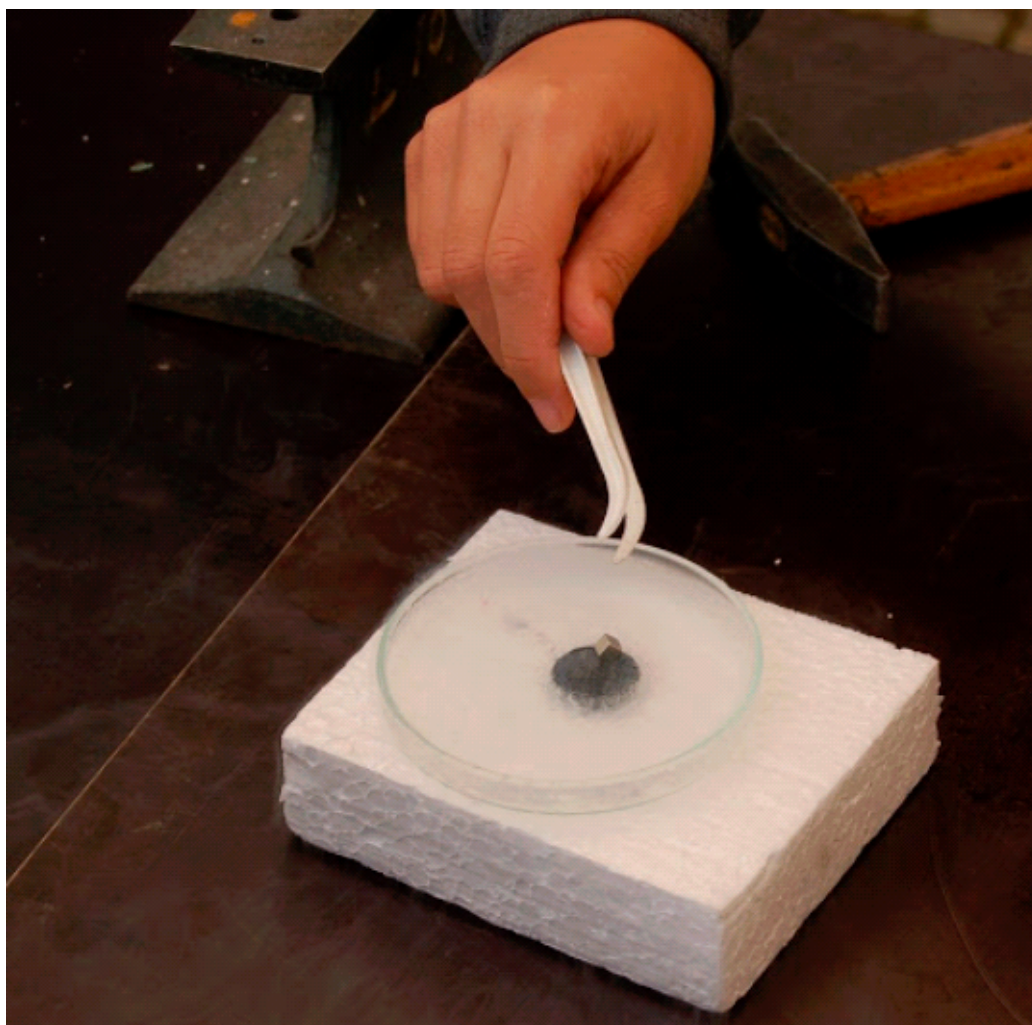
Obrázek 10 Leidenfrostův jev, náčrt [zdroj
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:BoilingWaterdropletLeidenfrost.png>]



Obrázek 11 Kontakt kapalného dusíku a ruky [zdroj <http://www.popsci.com/diy/article/2010-08/cool-hand-theo>]

3.6 Supravodivost

Supravodivými nazýváme látky, které při ochlazení pod jistou kritickou teplotu vykazují snížení elektrického odporu na nulu a dokonalého vytěsnění magnetického pole ze svého objemu. Za objev supravodivosti obdržel holandský fyzik *Heike Kammerlingh Onnes* v roce 1913 Nobelovu cenu. Zjistil, že pokud je rtuť ochlazená pod cca $-270\text{ }^{\circ}\text{C}$, ztratí elektrický odpor. Takto nízkých teplot jen za pomoci kapalného dusíku nelze dosáhnout. Aby bylo možné jevy spojené se supravodivostí demonstrovat i na školské úrovni, bylo nutné počkat na objev takzvaných vysokoteplotních supravodičů. To nějakou chvíli trvalo. Ještě v roce 1960 byla jako látka s nejvyšší kritickou teplotou známa slitina Nb_3Ge . Její kritická teplota byla cca $-250\text{ }^{\circ}\text{C}$, tedy stále mimo možnosti kapalného dusíku.



Obrázek 12 Levitace magnetu nad supravodičem

V roce 1986 byl v laboratořích IBM připraven první keramický supravodič s kritickou teplotou $-238\text{ }^{\circ}\text{C}$. Rok poté byla připravena látka s kritickou teplotou $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$, což je již teplota za pomoci kapalného dusíku dosažitelná. Tím se otevřela cesta k supravodivosti i „amatérům“. Látky s nízkou kritickou teplotou totiž bylo nutné chladit velice drahým tekutým héliem. Jak již bylo zmíněno, pro vysokoteplotní supravodiče je dostačujícím chladivem kapalný dusík, který je mnohonásobně levnější. Nyní je rekordmanem na poli vysokoteplotní supravodivosti sloučenina s kritickou teplotou $-135\text{ }^{\circ}\text{C}$. Studentům na semináři byl demonstrován Meisnerův jev.

Ten byl objeven až v roce 1933 a jedná se o dokonalé vypuzování magnetického pole z objemu supravodiče. Pokud nad supravodivý materiál umístíme magnet, dojde k vypuzování magnetického pole od vzorku a magnet se začne nad supravodičem vznášet. Můžeme tedy říci, že supravodič je dokonalé diamagnetikum (přesněji platí pouze pro supravodiče I. typu).

V praxi je supravodivé levitace využito v konstrukci vlaků MAGLEV. Na bocích vlaku jsou umístěny supravodivé cívky a další, tekutým dusíkem chlazené cívky, jsou umístěny v kolejišti. Magnetické pole obou cívek spolu interaguje a tvoří sílu, která je schopná udržet celý vlak ve výšce 5–10 cm nad kolejemi.



Obrázek 13 Levitující vlak Transrapid v Německu [zdroj
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Transrapid.jpg>]

Vlak se tak pohybuje bez tření mezi koly a kolejemi. Energetické nároky na pohon vlaku jsou pak mnohonásobně menší než při použití klasických vagónů. Další velkou výhodou je také nízká hlučnost vlaků. I při rychlosti nad 200 km/h je hluk srovnatelný s nákladním autem pohybujícím se rychlostí 40 km/h. Další vlastnosti [zdroj <http://www.svazdopravy.cz/html/cz/maglev.html>]:

- provozní rychlost do 400–500 km/h,

- bezkontaktní levitace bez opotřebení, technologie vedení a pohonu nezávislá na tření,
- velké zrychlení, vysoký brzdový výkon,
- bez kontaktu s vodící dráhou a díky plynulé regulaci rychlosti (ne po krocích) je jízda stabilní a pohodlná,
- bez vykolejení a kolizí, tedy i vysoká bezpečnost,
- nižší hlučnost ve srovnání s jinými dopravními prostředky pohybujícími se stejnou rychlostí,
- bez emisí zplodin hoření a jiných znečišťujících látek jak uvnitř vozidla, tak i podél trati,
- magnetické pole uvnitř vozidla i vně je srovnatelné se zbytkovým geomagnetickým polem, je mnohem nižší než např. kolem vysoušeče vlasů, resp. než složky vyskytující se v elektromagnetickém spektru,
- nízká specifická spotřeba energie a nízké provozní náklady,
- flexibilní volba trasy vodící dráhy vzhledem k malým poloměřům zakřivení a vysoké stoupavosti (10 %),
- minimální územní nároky na vodící dráhu,
- vlak pevně obepíná vodící dráhu (vykolejení je vyloučeno),
- na rozdíl od dvoukolejného provozu s možností obratu nikdy nedojde k čelním kolizím dvou vlaků,
- ani kolize zezadu se nikdy nevyskytují, neboť vlak je napájen energií pouze v jednom napájecím úseku.

Jsou zde ovšem nemalé energetické nároky na chlazení cívek jak na vlaku, tak na kolejích, což zatím brání jejich většímu rozšíření.

Nejblíže od ČR je možné vlaky na magnetickém polštáři pozorovat v Dolním Sasku u města Lathen. Německý systém MAGLEVu se nazývá Transrapid a v Číně je možné se „magnetickým“ vlakem svézt od roku 2002 na trati spojující centrum Šanghaje a letiště.

První komerční projekt v Evropě byl ohlášen v roce 2007 v Mnichově. Vlak zde měl spojit letiště a centrum Mnichova. V březnu 2008 byl však projekt zastaven z důvodu chybného odhadu nákladů. Původní náklady 1,85 miliard eur se zvýšily až na 3,4 miliardy.



Obrázek 14 Maglev v Japonsku zdroj[<http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:JR-Maglev-MLX01-2.jpg>]

Na workshopu byla předvedena magnetická levitace dusíkem podchlazeného supravodiče a magnetu, na kterém byl umístěn setrvačnick.



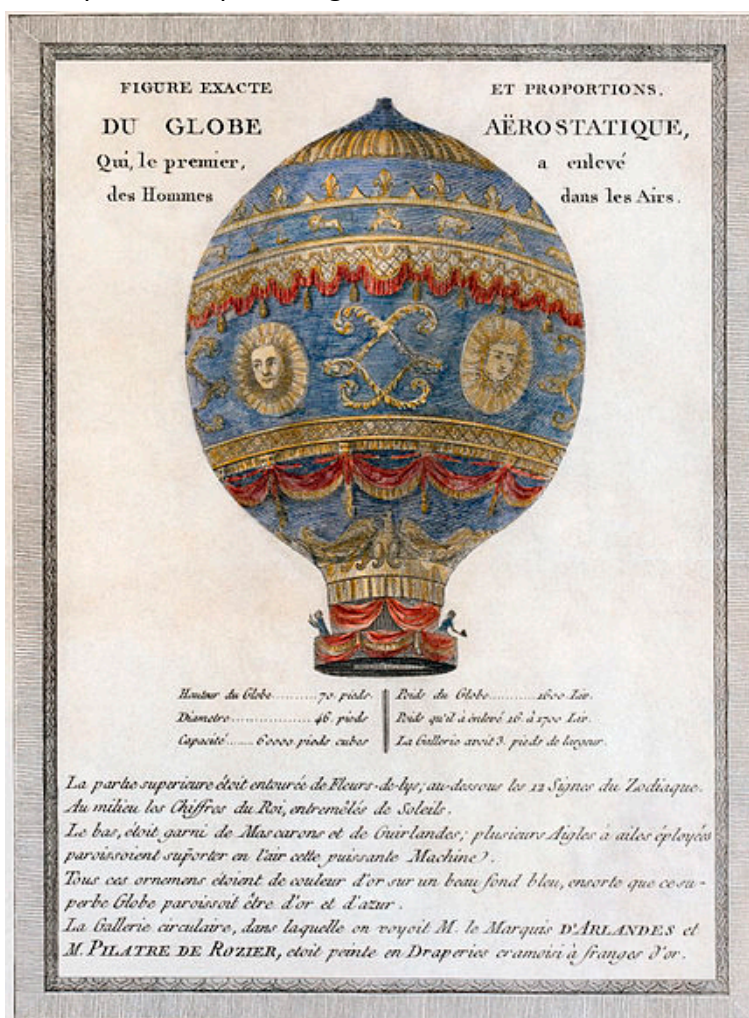
Obrázek 16 Setrvačnick levitující na magnetickém polštáři

3.7 Levitace a létání s fyzikou

Workshop se pokoušel demonstrovat jednotlivé síly, jež mohou působit jako antigravitační, a tedy umožnit levitaci. Za normálních podmínek padají tělesa působením tíhové síly k zemi. Aby se těleso vznášelo, je na něj nutné působit silou, jež bude namířena proti této tíhové síle. Možné levitační (proti tíze působící) síly jsou představeny v několika experimentech.

3.7.1 Vztlaková síla

Na historickém příkladu vzletu bratří Montgolfierů byla studentům a žákům představena vztlaková síla. Pokud existuje rovnováha tíhové a vztlakové síly (a těleso není podrobeno vlivu jiných sil), těleso se vznáší. Více o vztlakové síle viz <http://cs.wikipedia.org/wiki/Vztlak>. Princip vznášení balónu lze popsat podobně jako plavání tělesa v kapalině. Popsaný princip byl demonstrován na balónu vyrobeném z plastických sáčků do koše, ohřev vzduchu obstaral fén, např. <http://fyzweb.cz/materialy/debrujari/modely/balon.php>. Více o balónovém létání: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Balon>.



Obrázek 17 Balón bratří Montgolfierů

3.7.2 Magnetická síla

Existence magnetů s dvěma druhy pólů (severním a jižním) je jistě téměř všem známa. Ovšem použít jeden magnet a čekat, že druhý, přiblížený opačným pólem, se bude nadnášet a setrvávat na místě, by bylo naivní. Earnshawův teorém stanovuje (http://en.wikipedia.org/wiki/Earnshaw's_theorem), že nelze vytvořit systém ve stabilní rovnováze jen čistou magnetickou nebo elektrostatickou interakcí. Aby tedy magnety mohly „viset“ jeden nad druhým a druhý se vznášel v magnetickém poli prvního magnetu, je potřeba nějak magnet stabilizovat. Tohoto využívá i množství komerčních přístrojů (spíše hraček), např. <http://fyzmatik.pise.cz/98309-levitron-levitujici-disk.html>. Hračka levitron, popsaná na této stránce, využívá pro stabilizaci „setrvačnickového efektu“ (toho, že se rotující setrvačnick snaží udržet orientaci své osy v prostoru). Jiná předváděná hračka, levitující globus (<http://www.levitron.cz>), zase využívá stabilizace pomocí přídavných magnetických polí řízených zřejmě magnetorezistory.



Obrázek 18 Levitron vznášející se v magnetickém poli

3.7.3 Elektrostatická síla: Další předváděná hračka

(<http://www.thinkgeek.com/geektoys/science/af4c/>) ukazuje elektrostatické odpuzování pomocí náboje vytvořeného miniaturním Van de Graaffovým generátorem. Náboj je přenesen na lehký proužek hliníkové fólie, tento je pak odpuzován od tyčky se zabudovaným generátorem. Pohybem hůlky je možné i „řídít“ pohyb hliníkového proužku.



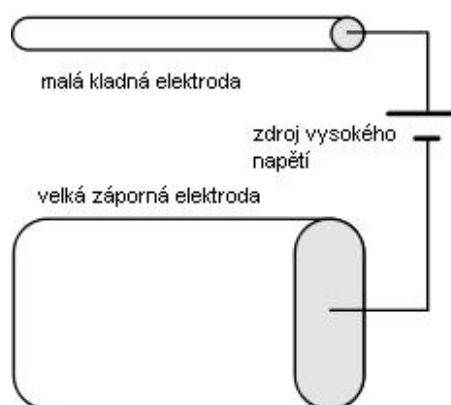
Obrázek 19 Elektrostatické odpuzování stejných nábojů

3.7.4 Lifter, asymetrický kondenzátor:

Předváděný jev byl poprvé pozorován ve dvacátých letech dvacátého století Thomasem Townsendem Brownem při pokusech s Coolidgeovou trubicí. Pozoroval, že při zapnutí trubice se tato snaží pohybovat směrem zpět, proti směru emitovaného záření.

Jev lze v laboratorních podmínkách demonstrovat konstrukcí tzv. lifteru.

Lifter je asymetrický kondenzátor, tedy takový kondenzátor, u něž je velká geometrická odlišnost kladné a záporné elektrody. Jedna z možných konstrukcí je na obrázku 21. Právě pro tuto odlišnost nazýváme lifter asymetrickým kondenzátorem.

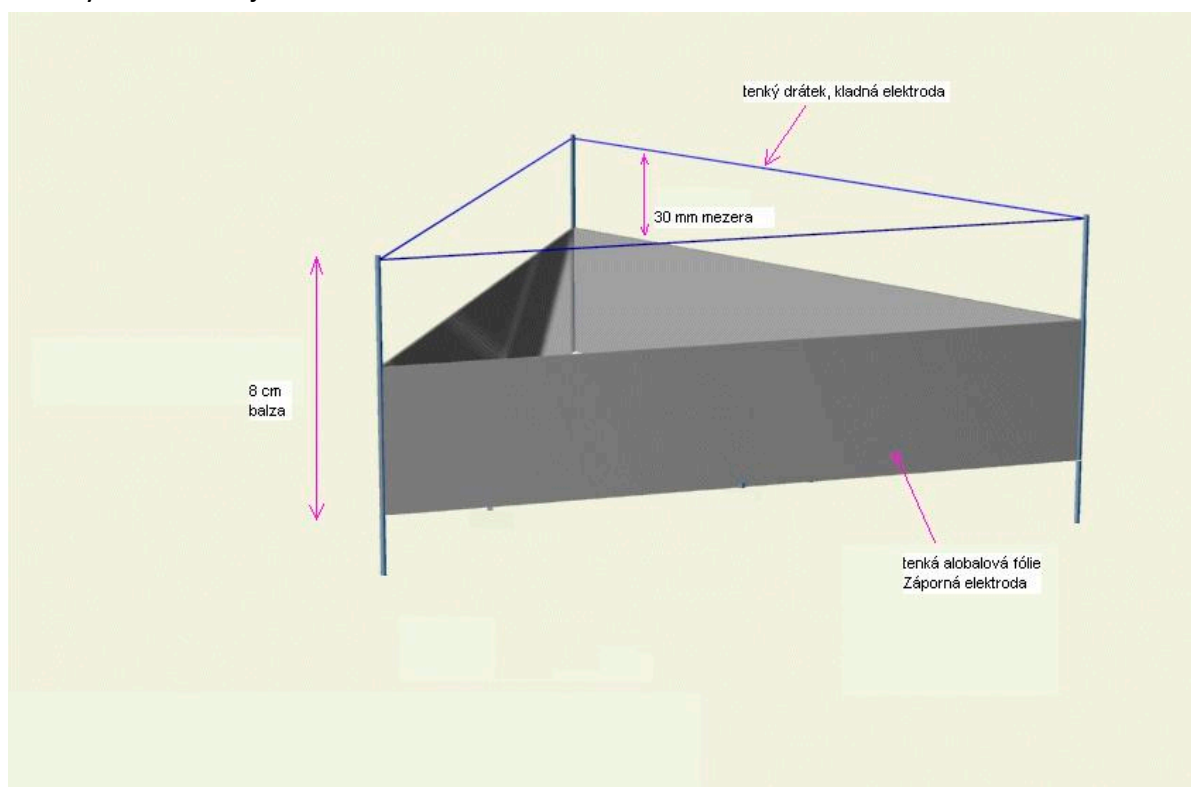


Obrázek 20 Princip lifteru

Samotnou konstrukci pak ukazuje obrázek 22. Funkci malé kladné elektrody plní tenký měděný drátek, funkci záporné elektrody alobalový obal lifteru.

Pokud na tenký drátek přiložíme kladný a na alobal záporný pól vysokého napětí, vznikne silný proud vzduchu směrem dolů od lifteru a s trochou štěstí se lifter vznese. Jako zdroj vysokého napětí byl použit počítačový monitor. Více o konstrukci lifterů např. na <http://jnaudin.free.fr/lifters/main.htm>.

Hotový lifter ukazuje obrázek 23.



Obrázek 21 Hotový lifter



Obrázek 22 Lifter "v akci" [zdroj <http://elektronik.webz.cz/img/lifter2.jpg>]

4 Použitá literatura a další zdroje

[1] <http://www.vernier.cz/uvod/rozcestnik>

[2] KIELBUSOVÁ, Zdeňka. *Motivace a aktivizace žáků ve výuce fyziky – Experimenty s plyny*. Plzeň, 2009. 180 s. Rigorózní práce. Západočeská univerzita v Plzni, FPE, katedra obecné fyziky.

<http://www.kozni-kromeriz.cz/dusik/dusik.html>

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Dus%C3%ADk>

<http://www.svazdopravy.cz/html/cz/maglev.html>

<http://cs.wikipedia.org/wiki/JR-Maglev>

<http://www.fzu.cz/popularizace/supravodivost-a-levitace>

5 Závěr

V rámci workshopu bylo žákům několika základních škol předvedeno několik zajímavých pokusů z různých oblastí fyziky s přihlédnutím ke vztahu k životnímu prostředí. Pokusy byly studenty přijaty s velkým nadšením a vyvolaly značný ohlas a množství doplňujících dotazů. Celý fyzikální blok byl koncipován z pokusů, se kterými na školách spíše nepřišli do styku (tekutý dusík, vysoké napětí, ...), a měl ukázat, jak různorodá fyzika může být a že to není jen věda plná suchopárných vzorců. Doufáme, že se nám podařilo přispět alespoň malou troškou ke zvýšení zájmu o přírodovědné předměty.

Enviroexperiment – laboratorní praktika pro základní školy

editoři: RNDr. Zdeňka Chocholoušková
Mgr. Veronika Kaufnerová

autoři: RNDr. Zdeňka Chocholoušková
Mgr. Luboš Zelený
Bc. Veronika Němcová
Bc. Kristýna Kokošková
PhDr. Zdeňka Kielbusová
PhDr. Pavel Masopust, Ph.D.
Mgr. Jitka Štrofová, Ph.D.
PaedDr. Vladimír Sirotek, CSc.

obálka: Mgr. Denis Mainz

jazyková korektura: PaedDr. Jitka Málková

vydavatel: Západočeská univerzita v Plzni

tisk: Typos, Tiskařské závody, s.r.o, Plzeň

1. vydání

Plzeň 2012

ISBN 978-80-261-0175-8