ENVIRO
XPERIMENT

LABORATORNÍ PRAKTIKA

PRO STŘEDNÍ ŠKOLY

ISBN 978-80-261-0176-5

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

evropský sociální fond v ČR

EVROPSKÁ UNIE

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost

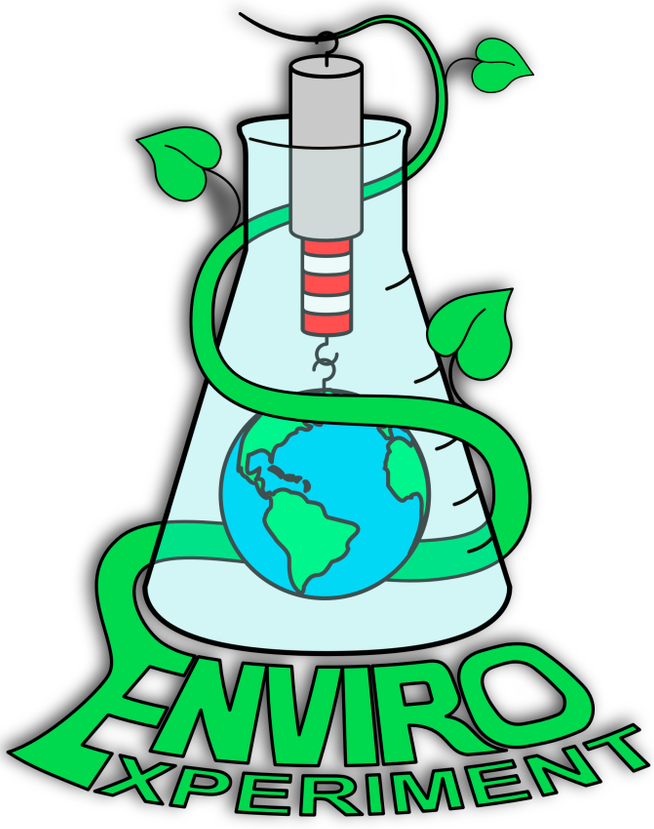
PLZEŇSKÝ KRAJ

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Enviroexperiment

-

laboratorní praktika pro střední 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, Vladimír Sirotek, Jitka Štrofová, Plzeň 2012

ISBN 978-80-261-0176-5
Vydala Západočeská univerzita v Plzni

Obsah

METODY SBĚRU DAT V TERÉNU A VYUŽITÍ MODERNÍCH PŘÍSTROJŮ PŘI MONITORINGU ENVIRONMENTÁLNÍCH ZMĚN V EKOSYSTÉMECH..... 5

Sběr biologických dat v terénu pomocí moderních přístrojů 5
Zdeňka Chocholoušková, Kristýna Kokošková, Veronika Němcová.....5
Centrum biologie, geověd a envigogiky , Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Univerzitní 8, 306 14 Plzeň, chochol@kbi.zcu.cz.....5
1 Úvod.....5
2 Přístroje.....5
2.1 PDA (Personal Digital Assistant).....6
2.2 Tablet PC 6
2.3 Ipad 7
2.4 Smart phone.....7
2.5 Fotoaparát.....8
3 Seznámení s ArcPadem.....8
4 Návod jak zaznamenávat data v terénu pomocí programu ArcPad 10.0 (viz obr. 6 – 25) 8
5 Úkol pro studenty 17
6 Možnosti využití.....17
7 Cíle projektu.....17
8 Literatura 18

TERÉNNÍ MĚŘENÍ PH POMOCÍ MODERNÍCH PŘÍSTROJŮ..... 19

Mgr. Luboš Zelený.....19
1 Úvod.....19
2 Cvičení a pracovní list: Kalibrace pH metru 20
3 Cvičení a pracovní list: Měření pH u vybraných látek.....22
4 Cvičení a pracovní list: Pozorování nárostových řas a sinic (fytobentosu) pod mikroskopem.....23
4.1 Cíl cvičení.....24
5 Literatura 25

VYUŽITÍ SENZORŮ VERNIER K MĚŘENÍ FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÝCH VELIČIN 26

Vladimír Sirotek, Jitka Štrofová.....26
1 Cíl 26
2 Obecný úvod k tématu.....26
3 Úlohy.....26
3.1 Experimentální ověření Boyleova-Mariottova zákona (izotermický děj).....26
3.2 Experimentální ověření Charlesova zákona (izochorický děj).....27
3.3 Závislost pH na koncentraci 29
3.4 Měření měrné vodivosti vzorků vody 34
4 Literatura: 35

FYZIKÁLNÍ ENVIRONMENTÁLNÍ EXPERIMENTY FRONTÁLNĚ I DEMONSTRAČNĚ 36

Zdeňka Kielbusová, Pavel Masopust 36
1 Cíl 36
2 Obecný úvod k tématu 36
3 Návody na jednotlivé experimenty 36
3.1 Experimenty s plyny - Existence plynů 36
3.2 Důkazy atmosférického tlaku 39
3.3 Experimenty s plyny - Podtlak 41
3.4 Přetlak 45
3.5 Pokusy s tekutým dusíkem 47
3.6 Pokusy s kapalným dusíkem 50
3.7 Supravodivost 53
3.8 Levitace a létání s fyzikou 56
3.9 Pokusy s radioaktivitou 61
4 Použitá literatura a další zdroje 63
5 Závěr 63

Metody sběru dat v terénu a využití moderních přístrojů při monitoringu environmentálních změn v ekosystémech.

Sběr biologických dat v terénu pomocí moderních přístrojů

Zdeňka Chocholoušková, Kristýna Kokošková, 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 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, tablet (zleva doprava), autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková

2.1 PDA (Personal Digital Assistant)

PDA je přístroj s dotykovým displejem a rozlišením displeje 640 x 480 bodů (viz obr. 2). 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. Vyrábí se také částečně voděodolné, prachuvzdorné a nárazuvzdorné robustnější přístroje, které jsou pro použití v terénu ještě vhodnější.

Obr. 2 PDA (Personal Digital Assistant), 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 Tablet PC

Tato varianta přístrojového vybavení je dražší, ovšem modernější a atraktivnější alternativou PDA. Hlavní výhodou, které si každý všimne, je bezesporu větší displej, naopak nevýhodou je větší hmotnost, která je při celodenní práci v terénu nezanedbatelná. Ovládají se pomocí stylu („dotykového pera“), aby bylo možné zakreslit přesný bod. I zde se vyrábí robustnější přístroje, které jsou vodě, prachu a nárazu odolné.

Obr. 3 Lenovo Think Pad X 220, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková

Obr. 4 Odolný Trimble Yuma, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková

2.3 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

2.4 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 fakt, 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.

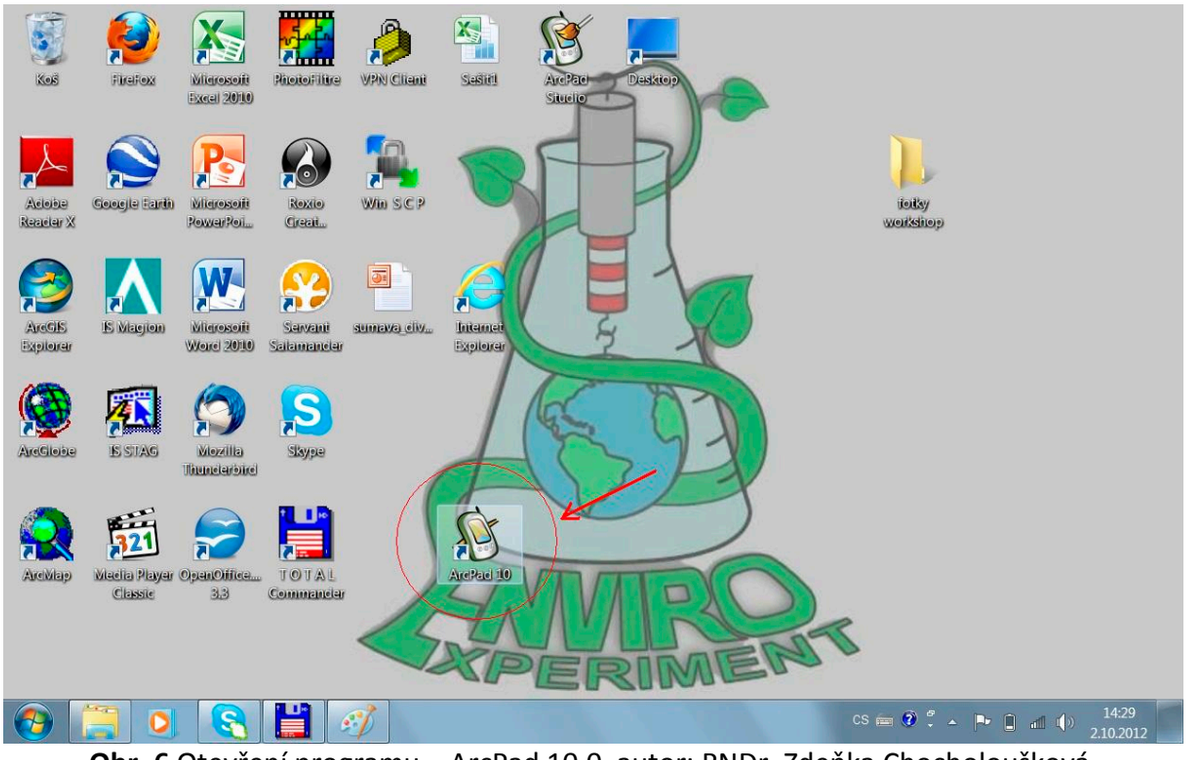
2.5 Fotoaparát

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

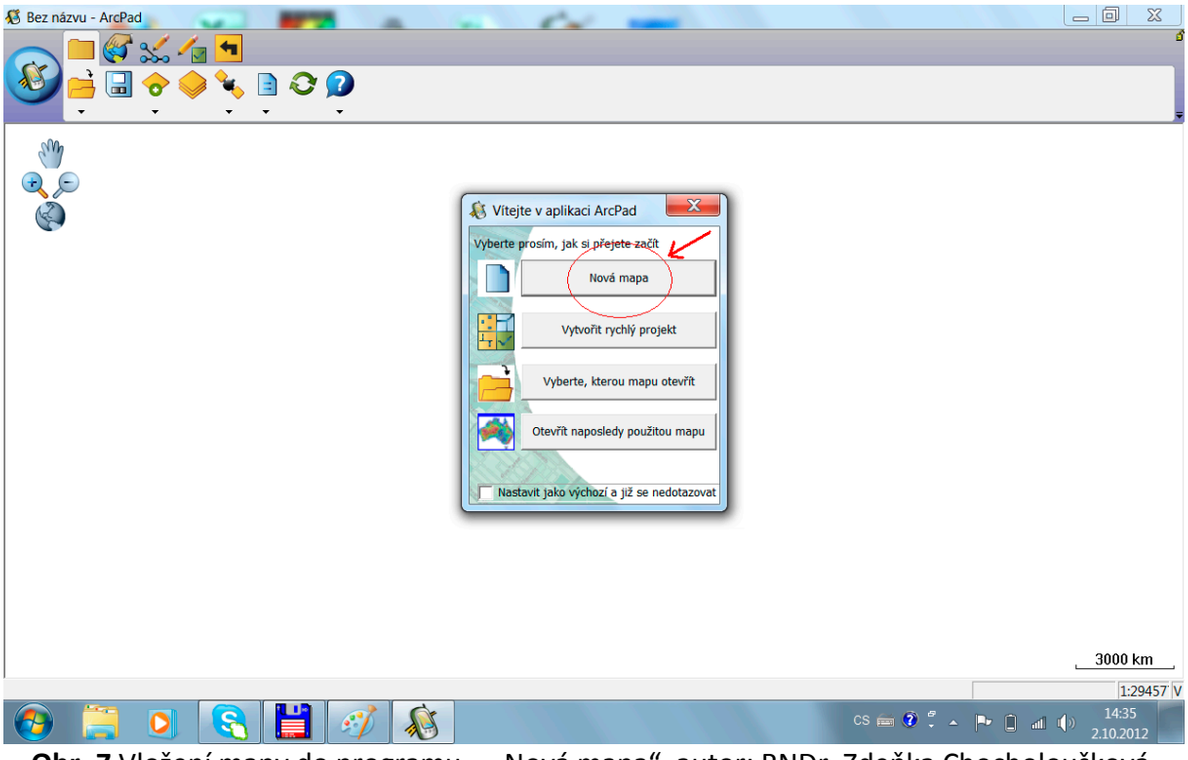
3 Seznámení s ArcPadem

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 pomocí 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).

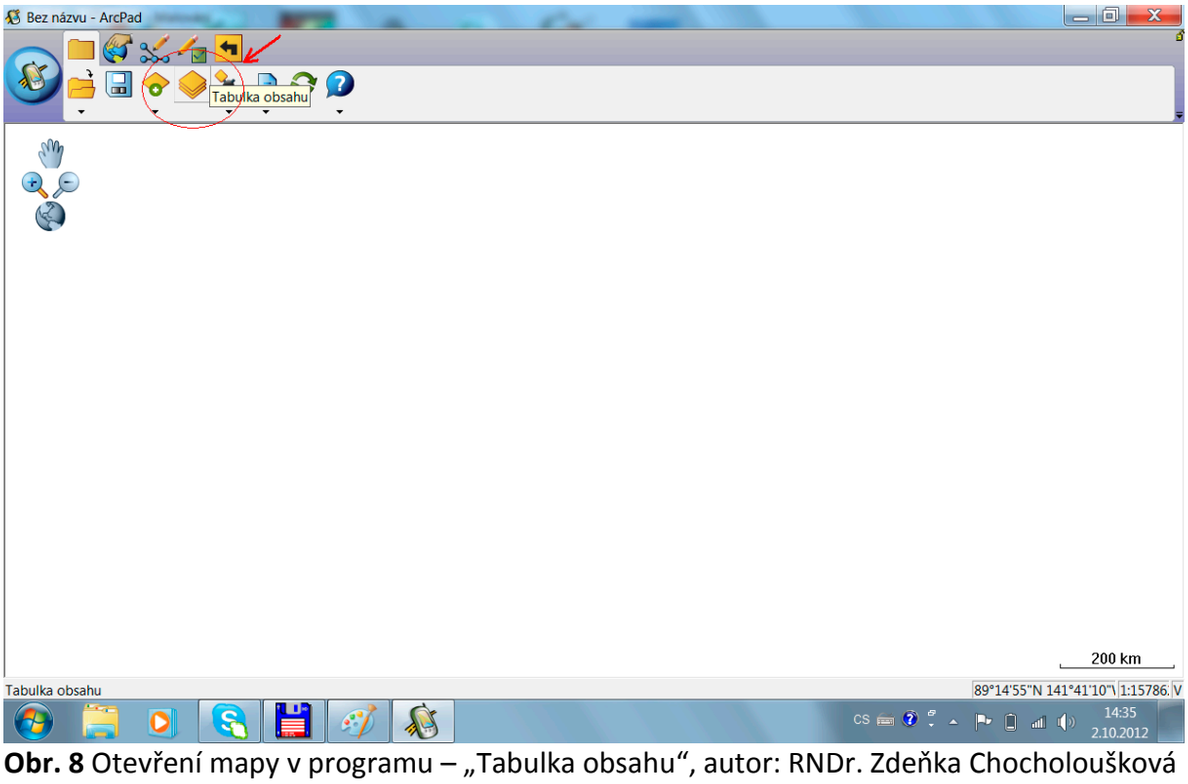
4 Návod jak zaznamenávat data v terénu pomocí programu ArcPad 10.0 (viz obr. 6 – 25)



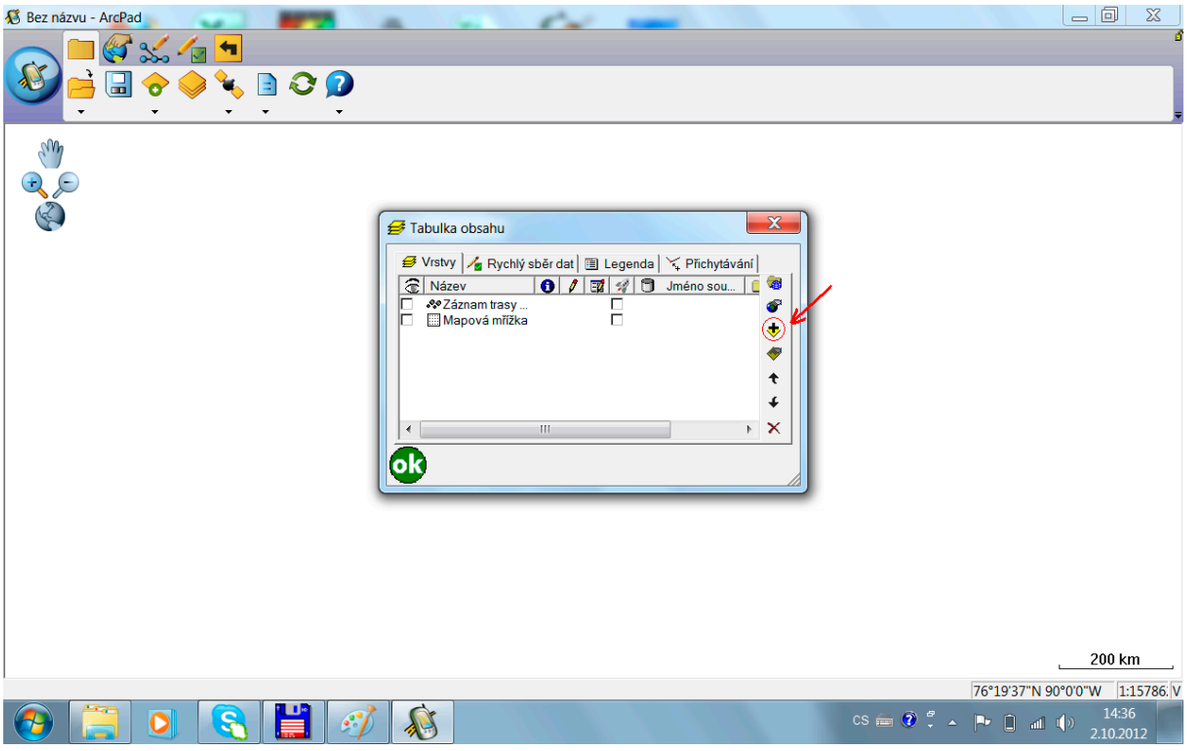
Obr. 6 Otevření programu – ArcPad 10.0, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



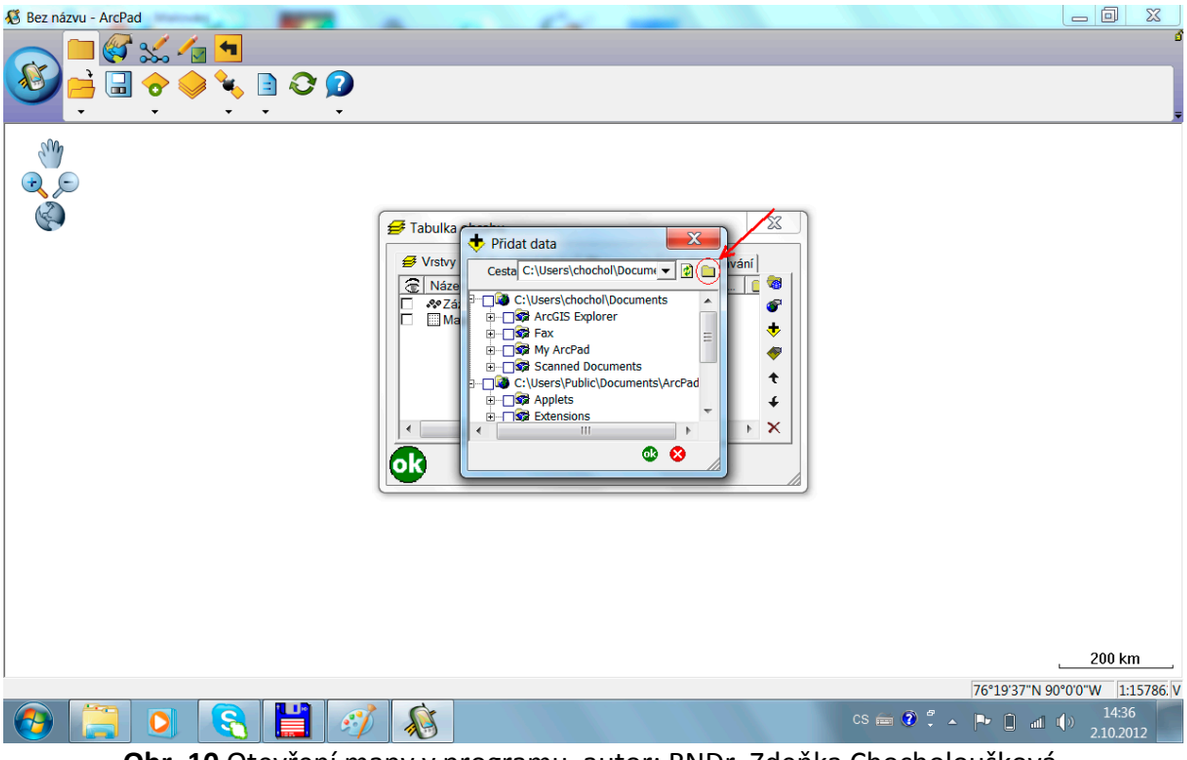
Obr. 7 Vložení mapy do programu – „Nová mapa“, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



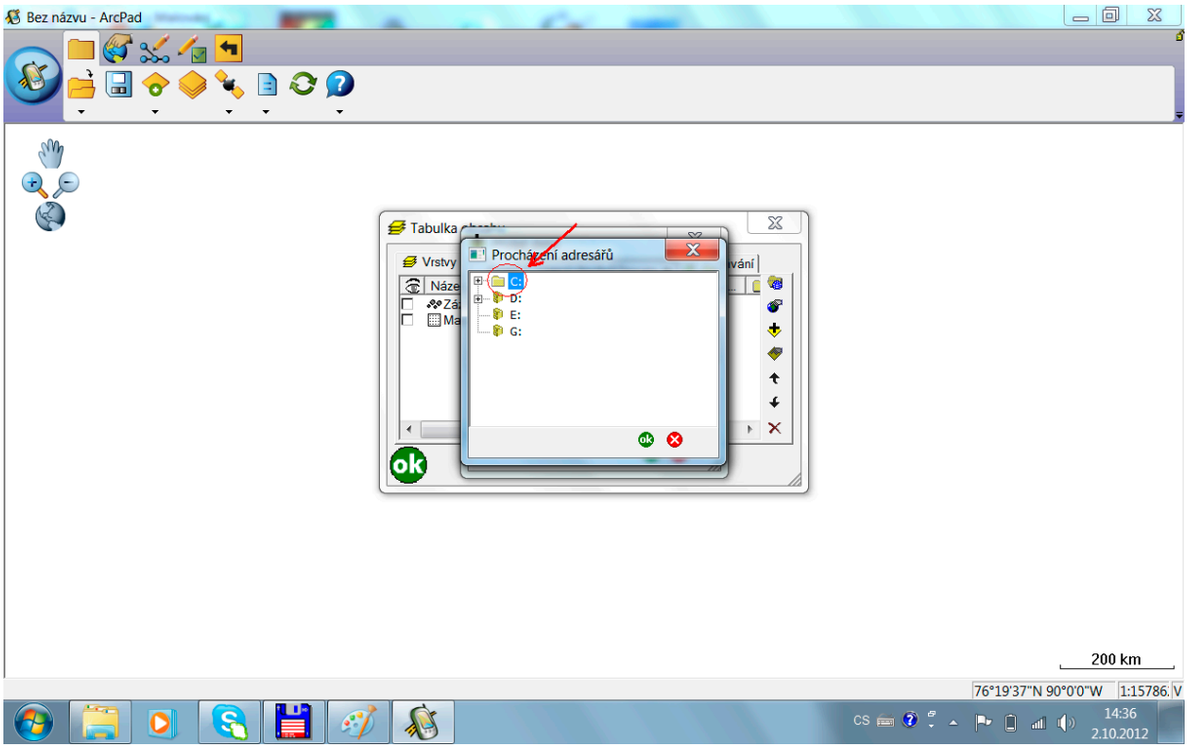
Obr. 8 Otevření mapy v programu – „Tabulka obsahu“, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



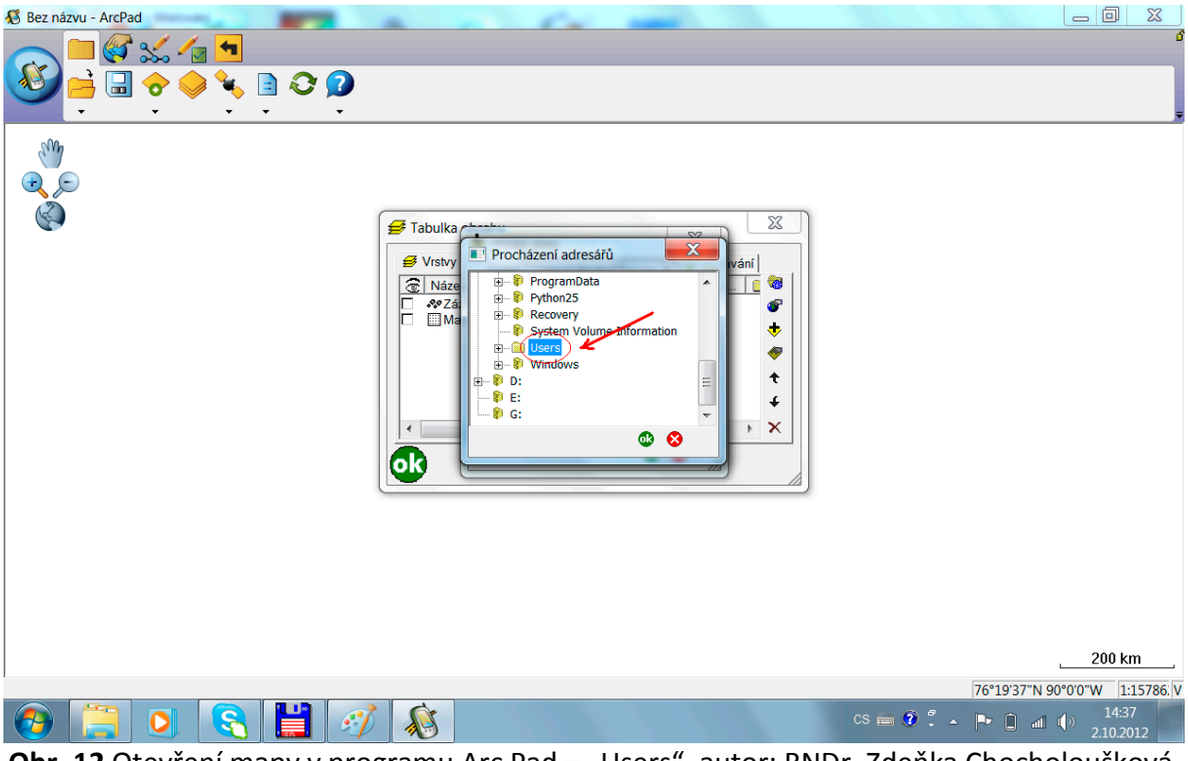
Obr. 9 Otevření mapy v programu, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



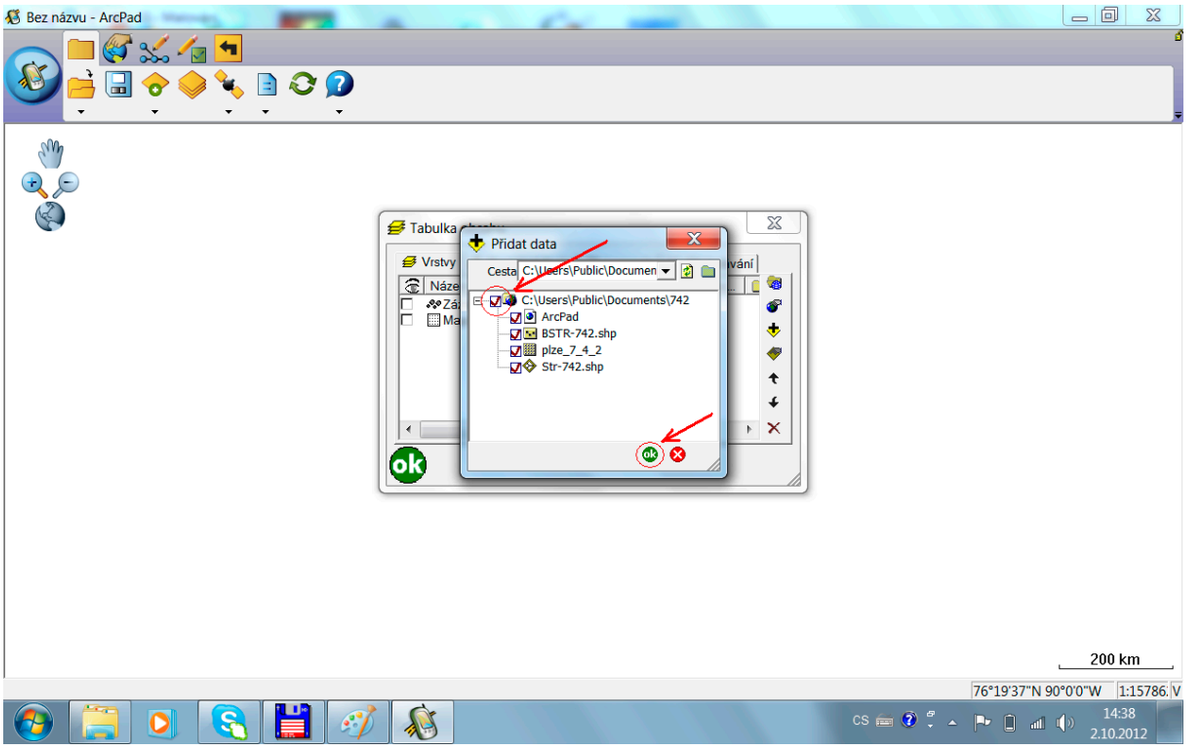
Obr. 10 Otevření mapy v programu, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



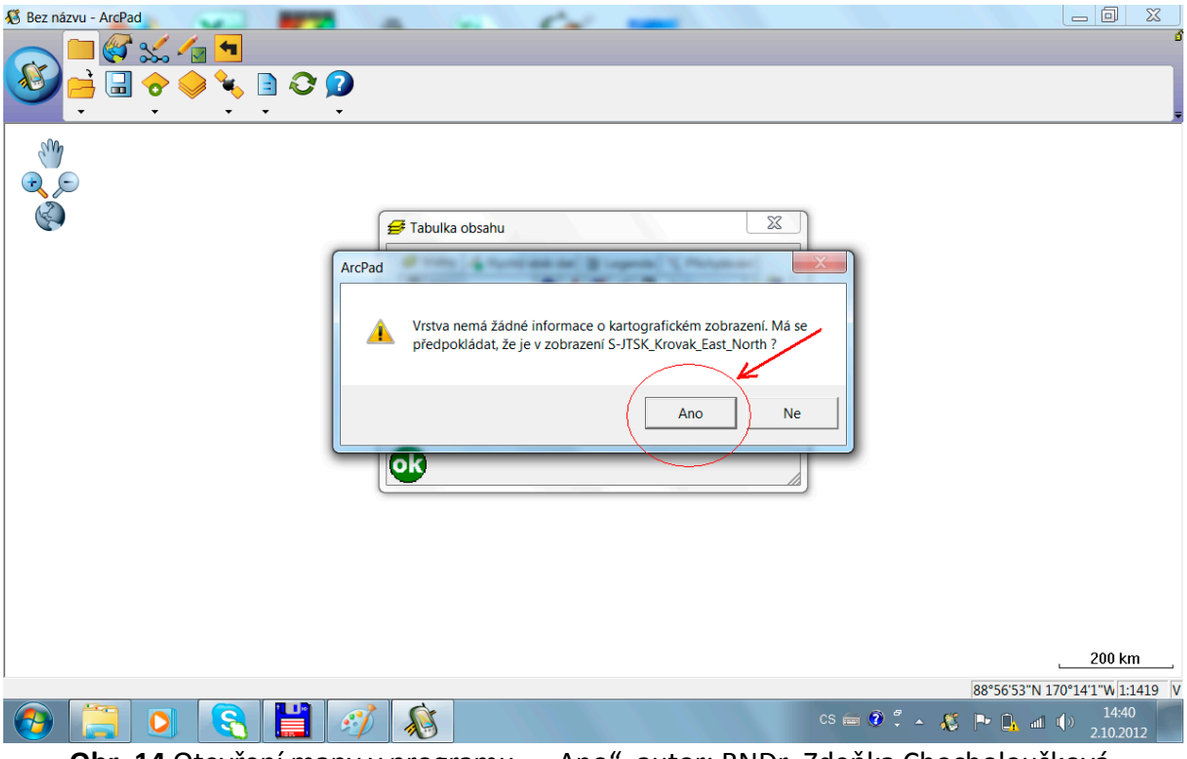
Obr. 11 Otevření mapy v programu – mapu nalezte tam, kam jste si ji předtím uložili – „C:“, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



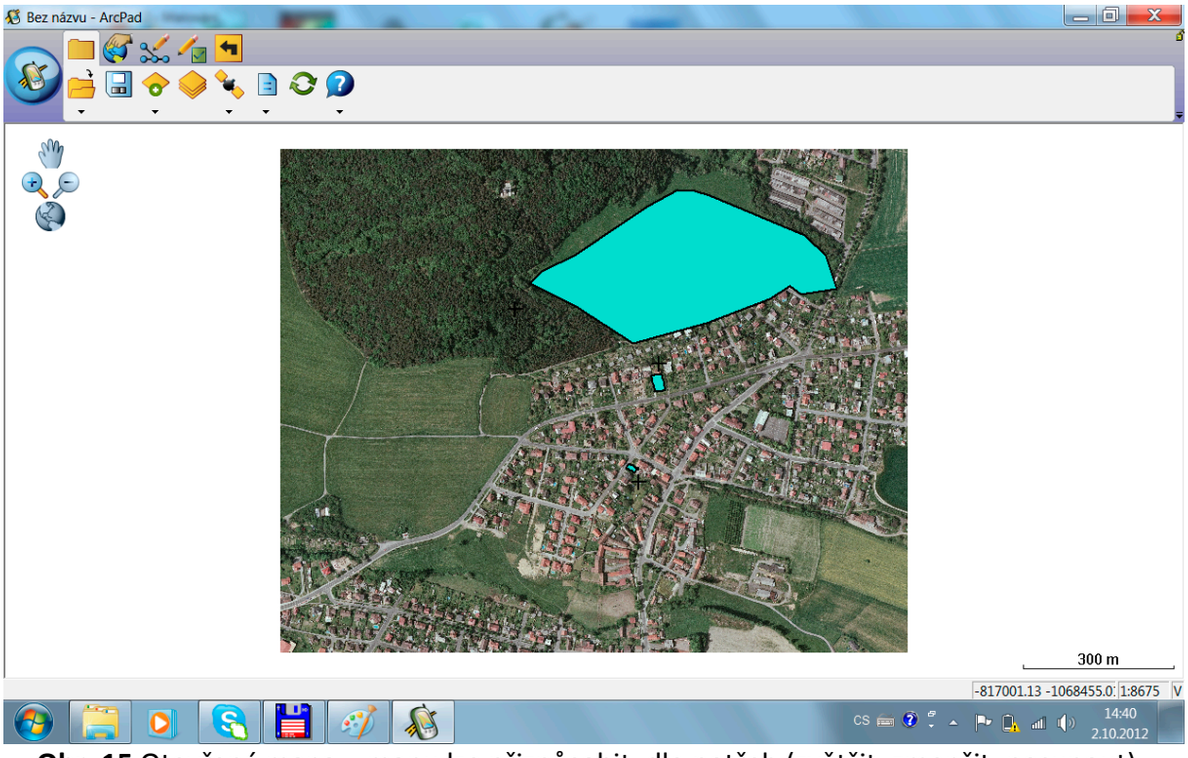
Obr. 12 Otevření mapy v programu Arc Pad – „Users“, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



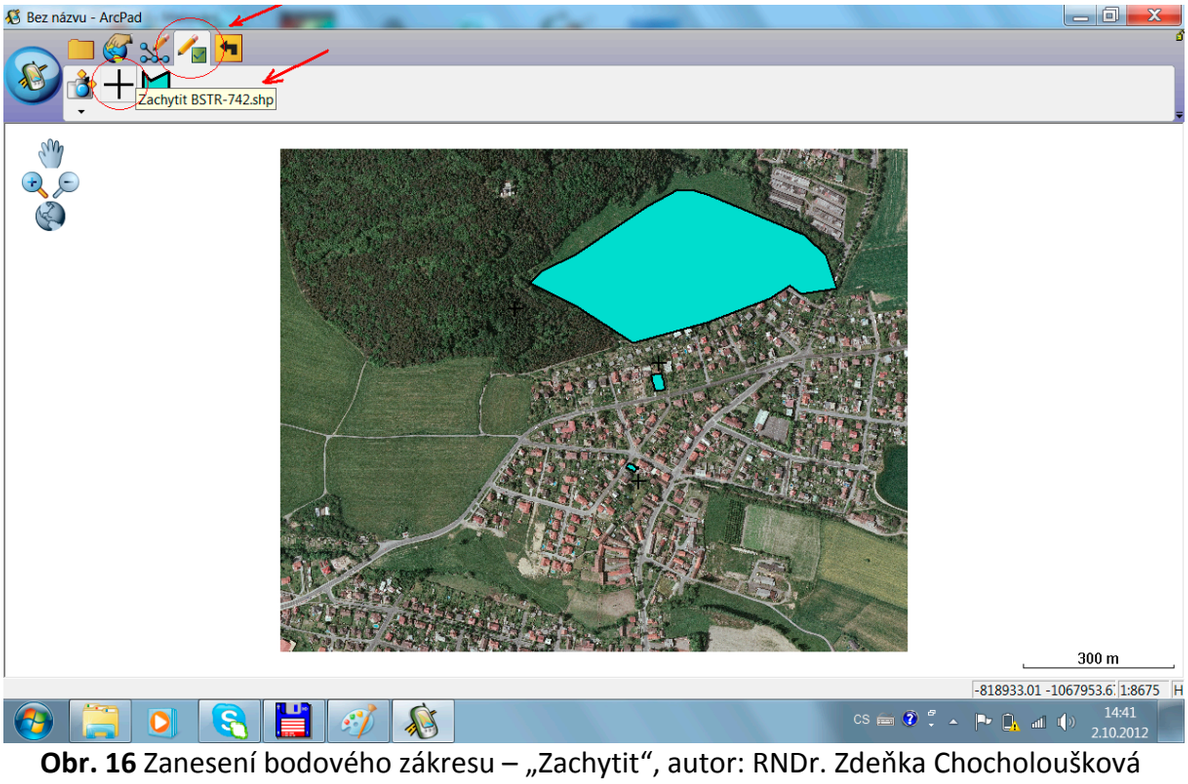
Obr. 13 Otevření mapy v programu – označit vše a „OK“, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



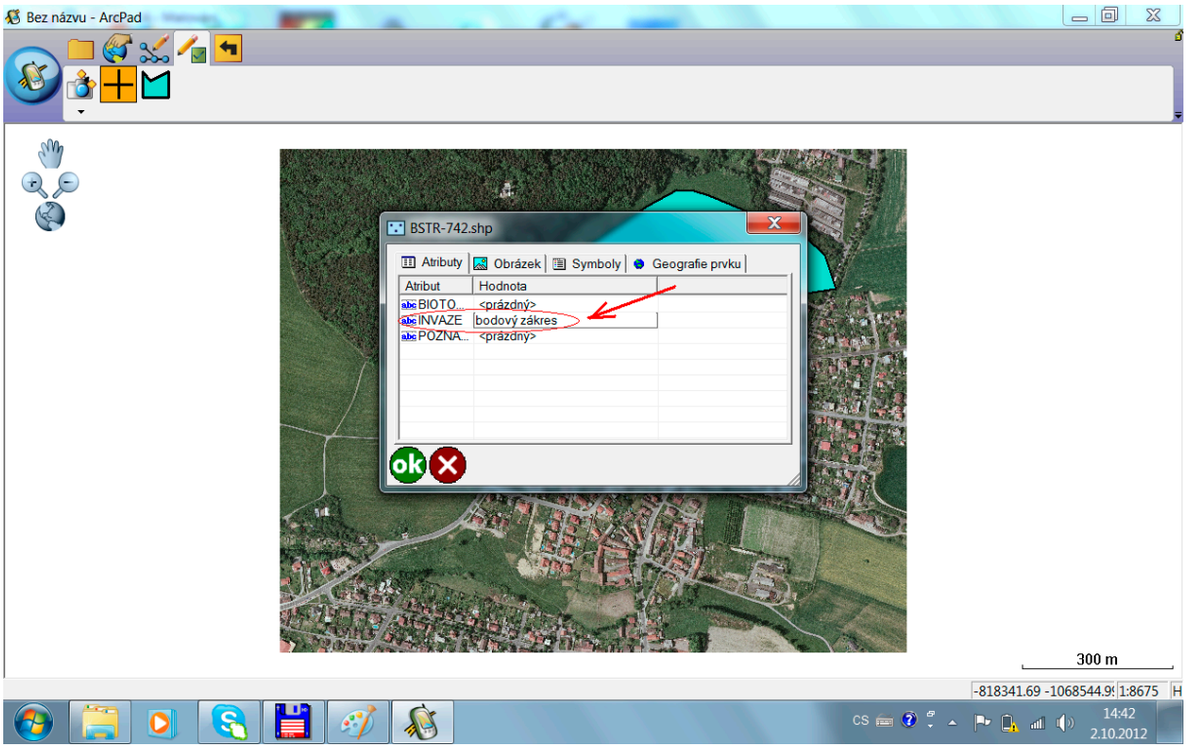
Obr. 14 Otevření mapy v programu – „Ano“, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



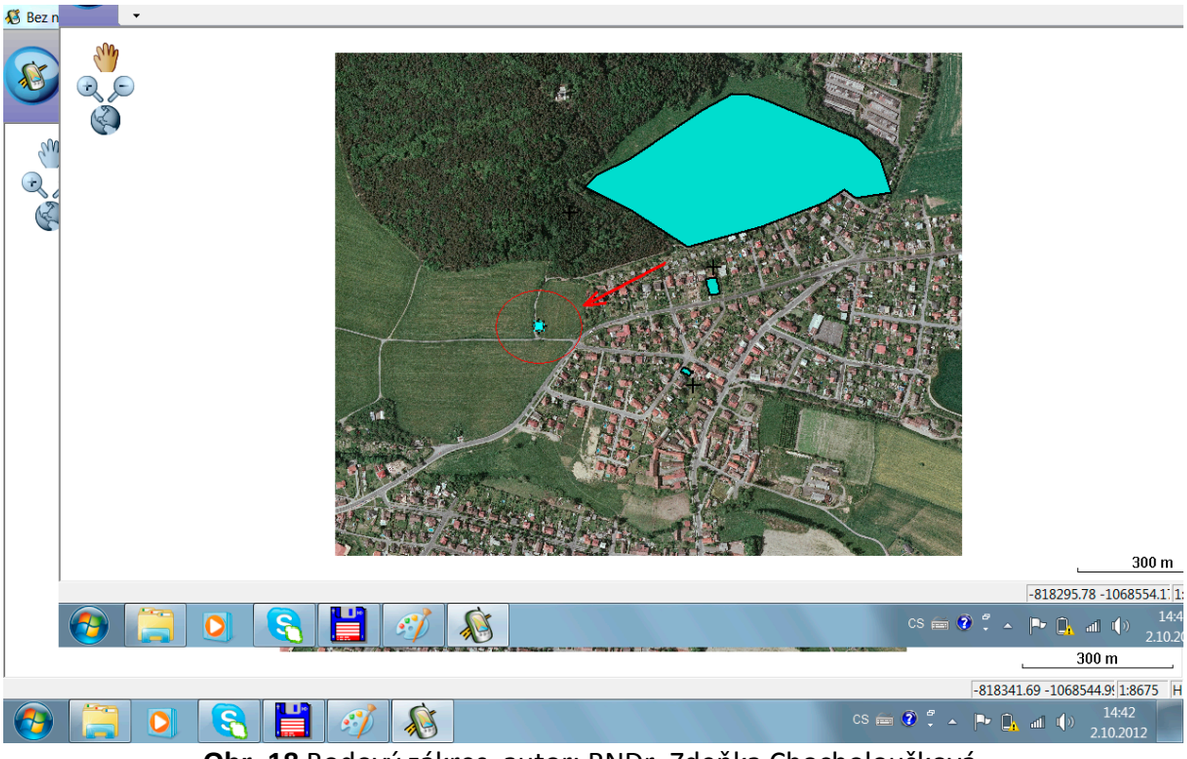
Obr. 15 Otevřená mapa – mapu lze přizpůsobit, dle potřeb (zvětšit, zmenšit, posunout), autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



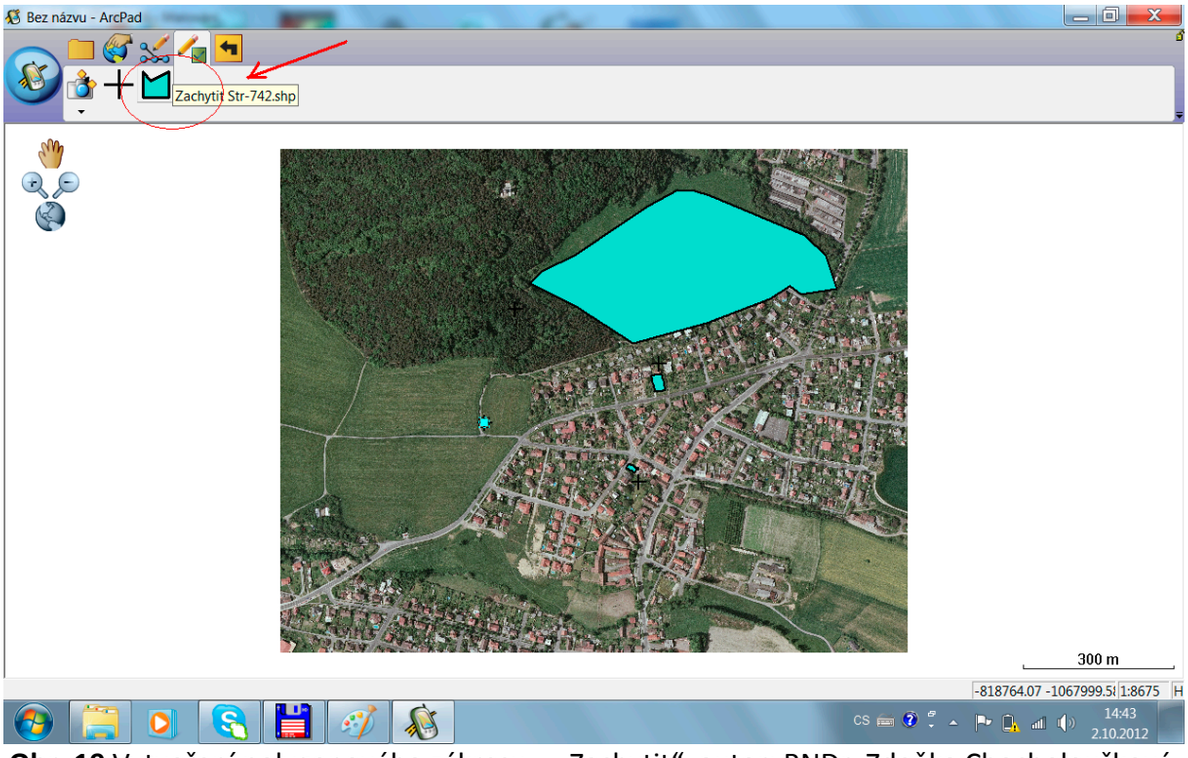
Obr. 16 Zanesení bodového zákresu – „Zachytit“, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



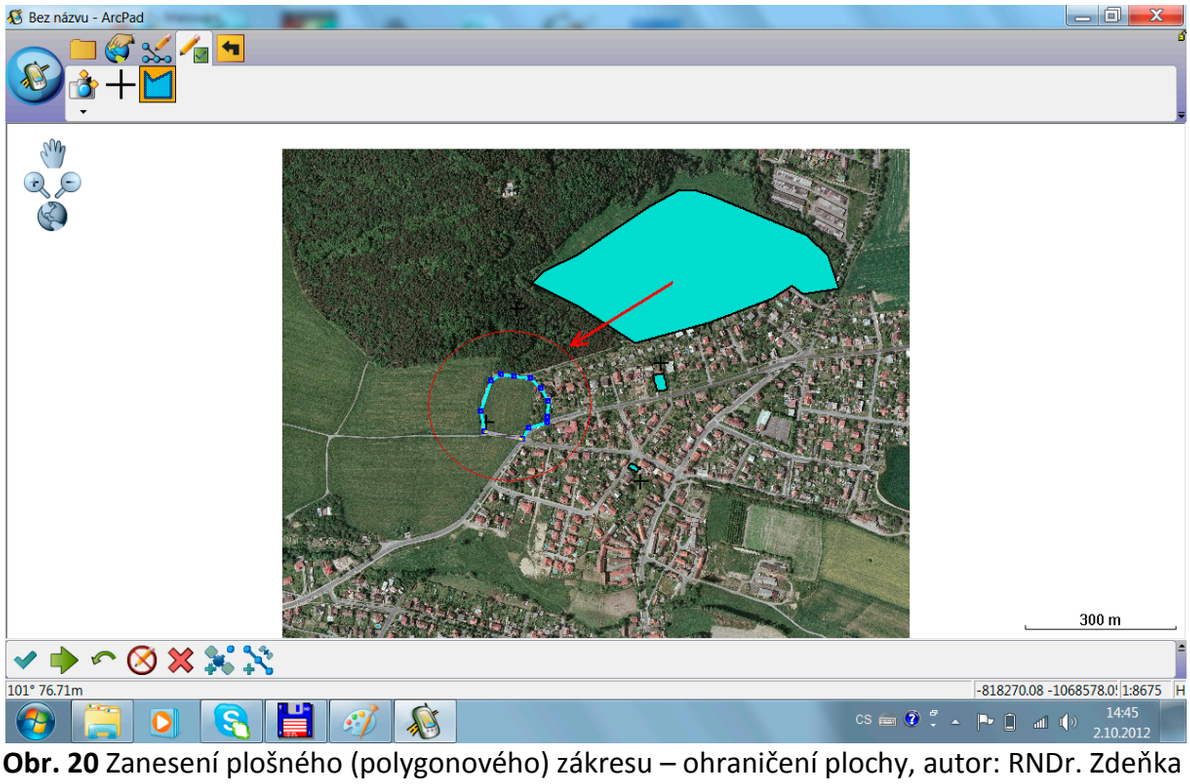
Obr. 17 Otevření atributové tabulky bodového zákresu – v řádce „Invaze“ napsat požadovaný název, např. *Solidago canadensis*, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



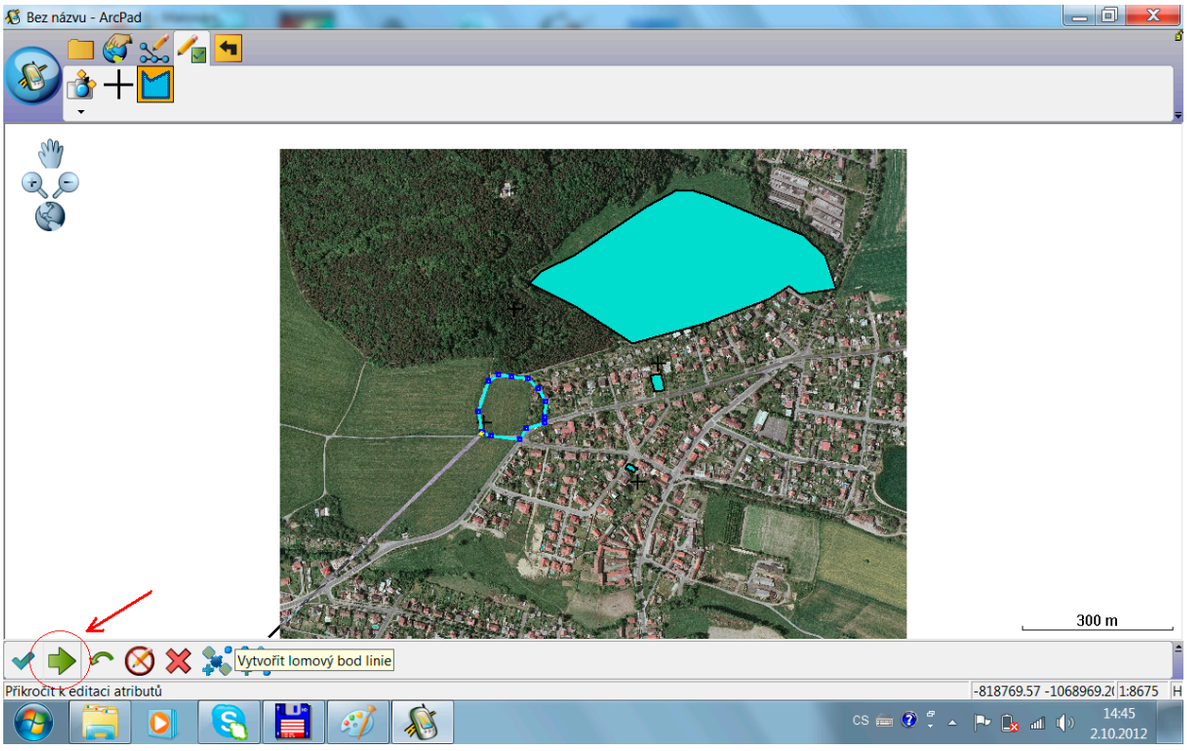
Obr. 18 Bodový zákres, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



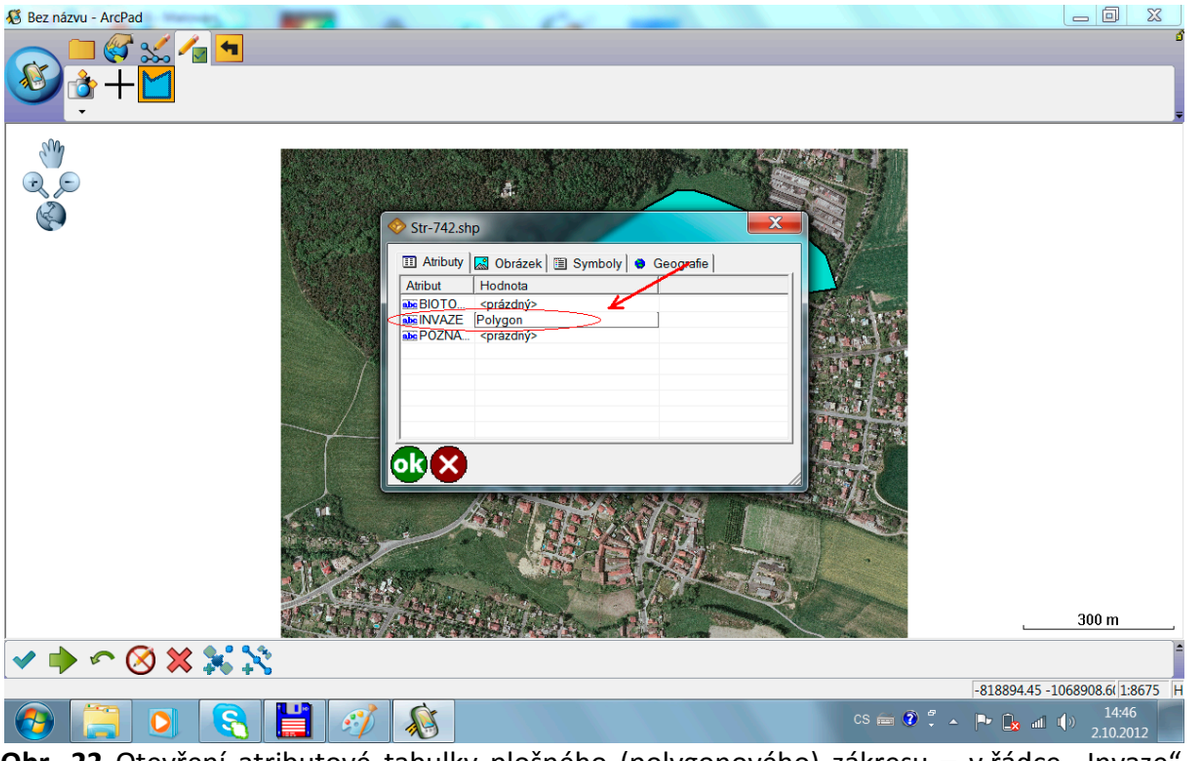
Obr. 19 Vytvoření polygonového zákresu – „Zachytit“, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



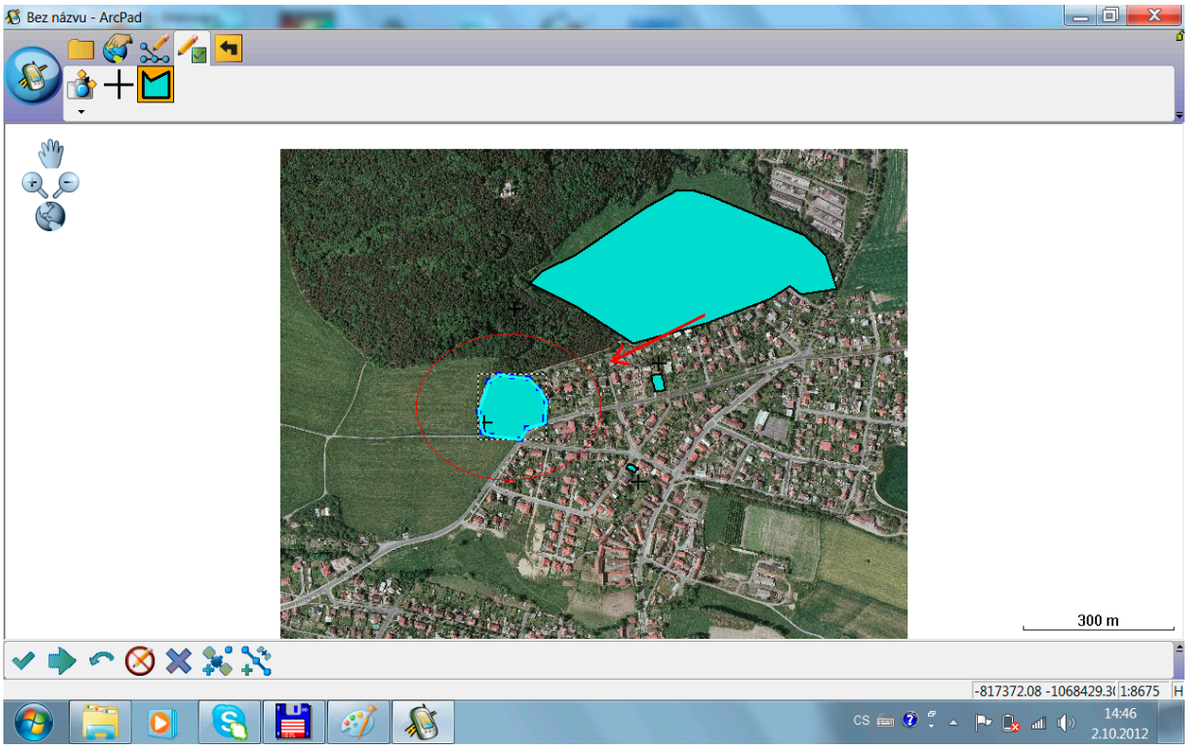
Obr. 20 Zanesení plošného (polygonového) zákresu – ohraničení plochy, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



Obr. 21 Zanesení plošného (polygonového) zákresu – uzavření polygonu – „Zelená šipka“, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



Obr. 22 Otevření atributové tabulky plošného (polygonového) zákresu – v řádce „Invaze“ napsat požadovaný název např. *Solidago canadensis*, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková



Obr. 23 Zanesený plošný (polygonový) zákres, autor: RNDr. Zdeňka Chocholoušková

5 Úkol pro studenty

a) Zaneste lokality výskytu invazního druhu turanka kanadská (*Conyza canadensis*) v okolí školy jako bodové zákresy a pro každý zákres vyplňte atributovou tabulku (taxon, počet jedinců).

b) Vytvořte polygonový zákres pro výskyt sešlapového společenstva s převahou jílku vytrvalého (*Lolium perenne*) před školou, kterou navštěvujete.

6 Možnosti využití

Moderní přístroje při monitoringu environmentalních změn v ekosystémech 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 limitováno nepřesnostmi při měření GPS, 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

GRÜLL, F. 1981. Fytocenologická charakteristika ruderálních společenstev na území města Brna. – Stud. Čs. Akad. Věd, 1981/10: 1–127.

CHOCHOLOUŠKOVÁ, Z. 2003. Změny ve flóře a vegetaci Plzně v období 25 let. – Dis. práce, Depon. In. – Knihovna Přírodovědecké fakulty univerzity Karlovy, Praha.

CHOCHOLOUŠKOVÁ, Z. et PYŠEK, A. 2002. Změny ruderální flóry Plzně během posledních 35 let. -Erica, Plzeň, 10: 17–44.

CHOCHOLOUŠKOVÁ, Z. et PYŠEK P. 2003. Changes in composition and structure of urban flora over 120 years: a case study of the city of Plzeň. – Flora 198 (2003): 366–376.

CHYTRÝ, M., LOSOSOVÁ, Z., OTÝPKOVÁ, Z., SÁDLO J., LÁNÍKOVÁ, D. et al. 2009. Vegetace České republiky. Ruderální, plevelová, skalní a suťová vegetace. Academia, Praha, 520 s.

CHYTRÝ, M., WILD, J., PYŠEK, P., TICHÝ, L., DANIHELKA, J. et KNOLLOVÁ, I. 2009. Maps of the level of invasion of the Czech Republic by alien plants. – Preslia, Praha. 81/3: 187–207.

KLOTZ, S. et GUTTE, P. 1992. Biologisch-ökologische Daten zur Flora von Leipzig – ein Vergleich. – Acta Acad. Sci. 1: 94-97.

KOPECKÝ, K. et HEJNÝ, S. 1992. Ruderální společenstva bylin České republiky. – Studie ČSAV 1.92. Praha: Academia, 132 s.

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.

LANDOLT, E. 2000. Some results of a floristic inventory within the city of Zürich (1984 – 1988). – Preslia 72: 441–445.

NOVOTNÁ, M. 2005. GIS Nečtinsko. – Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 58 s.

PYŠEK, A. et PYŠEK, P. 1988. Ruderální flóra Plzně. – Plzeň: Sborn. Muz. Západočes. Kraje – Přír., 68: 1–34.

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

pH (anglicky *potential of hydrogen*, tj. „potenciál vodíku“), též **vodíkový exponent** je číslo, kterým v chemii vyjadřujeme, zda vodný roztok reaguje kysele, či naopak alkalicky (zásaditě). Jedná se o logaritmickou stupnici s rozsahem hodnot od 0 do 14 (pro vodu, jiné než vodné roztoky mohou nabývat jiných hodnot); přitom neutrální voda má pH rovno 7. U kyselin je pH menší než sedm – čím menší číslo, tím „silnější“ kyselina; naopak zásady mají pH > 7, čím větší číslo, tím „silnější“ zásada.
Hodnota pH je definována jako záporný dekadický logaritmus aktivity vodíkových iontů (pH = -log a(H^+).

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

Pro přesná měření hodnot pH vodných roztoků se v současné době používá prakticky výlučně potenciometrie využitím skleněné elektrody jako měrného členu. Podstatou uvedené metody je velmi přesné měření elektrického potenciálu mezi měrnou (skleněnou) a referentní elektrodou. Jako referentní elektrody lze v tomto případě využít prakticky každé elektrody II. druhu, tedy elektrody, jejíž potenciál zůstává konstantní při změně prostředí, v němž je ponořena. Nejčastěji se zde uplatňuje kalomelová nebo argentchloridová srovnávací elektroda.
V současné době patří potenciometrické měření pH k velmi kvalitně i komerčně zvládnutým instrumentálním technikám. Na trhu je celá řada přístrojů špičkové kvality, umožňujících měření pH s rozlišením na 0,01 až 0,001 jednotky pH. Současně jsou však k dispozici cenově dostupné přístroje pro měření v terénu (úpravny 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

Většinou se postupuje podle návodu uváděného v příbalové příručce pH metru. Aby byla kalibrace přesná, potřebujeme dva kalibrační roztoky (pufry). Podle možností kalibrujeme přístroj tak, aby rozsah kalibrace přesahoval náš měřicí rozsah.

Např. při měření:

Menších než pH 7, kalibrovat pomocí pufrů o pH 4,0 a pH 7,0.

Větších než pH 7, kalibrovat pomocí pufrů o pH 7,0 a pH 10,0.

a) Postup při kalibraci:

- Pokud byly kalibrační roztoky v ledničce, necháme je ohřát na pokojovou teplotu, což je velmi důležité!
- Odstraníme z elektrody 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. Použité pufry nikdy nevracíme zpět do zásobní láhve s nepoužitými!
- Vyčkáme několik sekund, než se 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 příbalovém návodu daného pH metru se dočteme, jak přesně přístroj ovládat během kalibrace. Životnost kalibračních pufrů se pohybuje kolem 5 měsíců.

b) Jak často kalibrovat:

Interval mezi jednotlivými kalibracemi si musíme stanovit sami pokusně. Ze začátku pH kontrolujeme častěji, tím zjistíme periodu kalibrace. 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 pufry 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

a) Jak postupovat při měření:

- Během měření se nedoporučuje ani přístroj, ani vlastní elektrodu držet v rukou (tím zamezíme skokům potenciálů mezi elektrodou a přístrojem). Pokud nelze jinak, přístroj držíme v jedné ruce a elektrodu v druhé.
- Měřicí elektroda musí být ponořena až po referenční otvor (vždy dobře viditelný), aby měřila správně.
- Roztok, který měříme, by měl mít teplotu okolního vzduchu. Pouze v případě, kdy pH metr obsahuje i teplotní sondu, je možné pracovat s roztoky o různých teplotách. (Teplota má vliv na změřené pH - hodnota pH stejného roztoku je jiná při 25 °C než při 75 °C. Pouze při hodnotách pH kolem 7 je tento vliv zanedbatelný.)
- Vzorek nebo pufr před vlastním měřením řádně promícháme.
- Při použití míchadla dáváme pozor, aby během míchání nedošlo k poškození elektrody. Míchání roztoku během měření lehce snižuje změřenou hodnotu pH (až o desetinu).
- Během měření se elektroda nesmí dotýkat stěny ani dna nádoby, došlo by ke zkreslení hodnoty pH.

b) Cíl cvičení:

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: .....

.....

.....

.....

.....

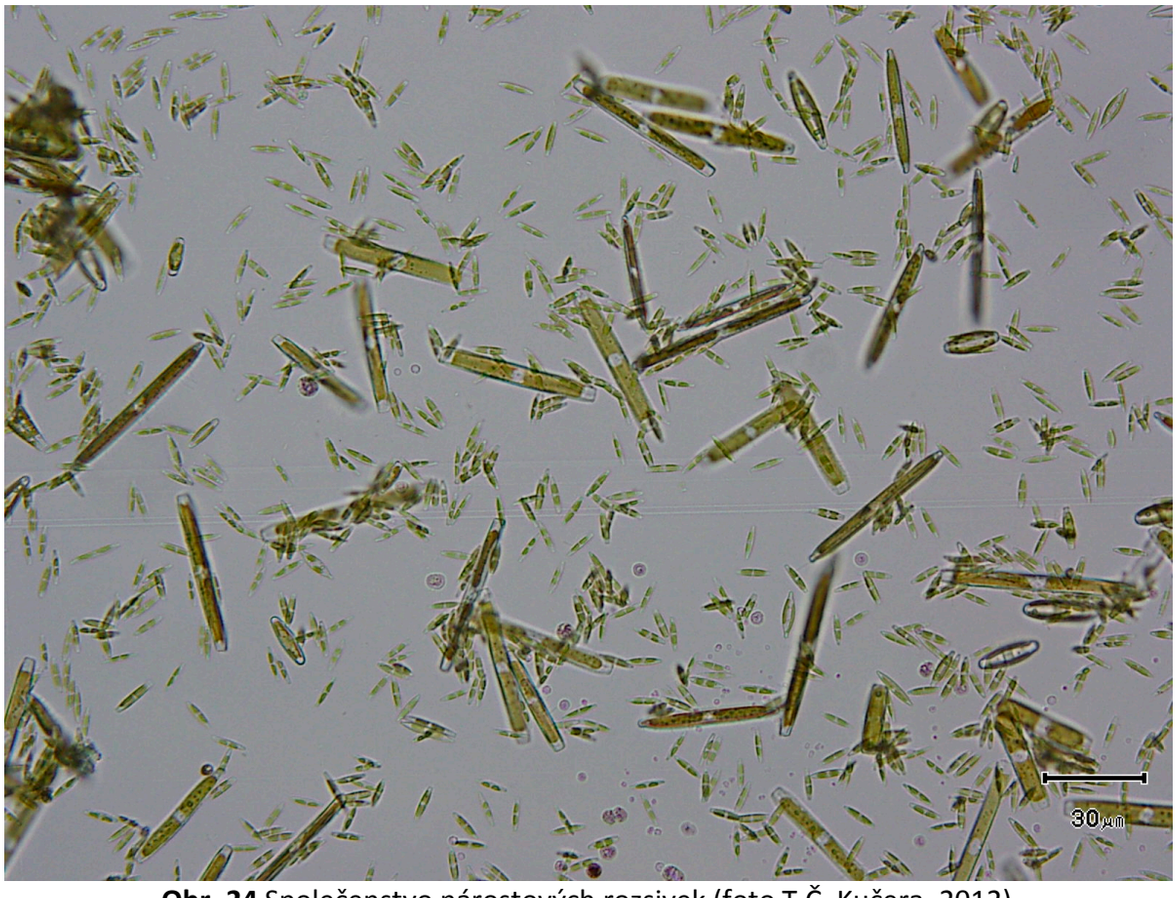
.....

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

Společenstva sinic, řas, některých lišejníků, mechů a játrovek, případně vyšších rostlin rostoucích na dně řek nebo stojatých vod nazýváme fytobentos. Tyto organismy se vyskytují na kamenitém podkladu (epilitické organismy), na bahnitém substrátu (epipelické), na jiné vegetaci (epifytické) a na některých živočiších (epizoické). Sinice a řasy spolu s dalšími organismy (bakterie, mechy, prvoci, živočichové) vytvářejí nárostová společenstva nazývaná perifyton (Lelák et Kubíček, 1991).

a) Rozsivky

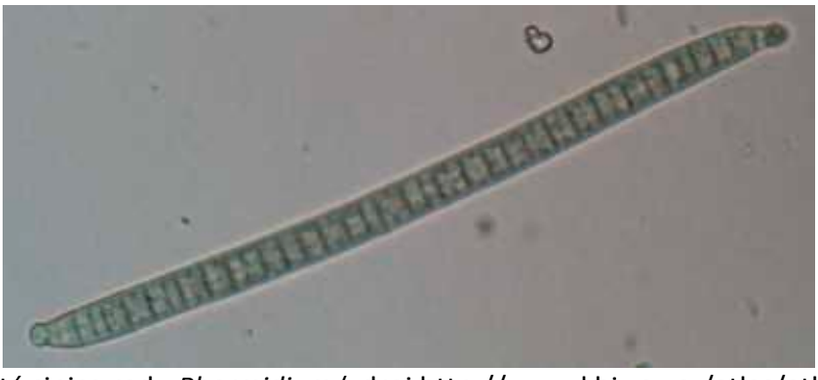
Mezi nejhojnější zástupce fytobentosu tekoucích vod patří rozsivky, mikroskopické jednobuněčné hnědé řasy. Řadí se mezi jedny z nejrozšířenějších organismů na naší planetě. Obývají hlavně vodní ekosystémy, ale osidlují i celou řadu terestrických biotopů. Obsahují fotosyntetické pigmenty (chlorofyl a, chlorofyl c a další přídavné pigmenty, především fukoxanthin), které 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, odtud i starší latinský název této skupiny organismů – Diatomae. Z odumřelých schránek rozsivek vniká postupem času zpevněná usazené hornina, označovaná jako diatomit. Její nezpevněný ekvivalent je označován jako křemelina.



Obr. 24 Společenstvo nárostových rozsivek (foto T.Č. Kučera, 2012)

b) Sinice

Sinice (Cyanobacteria či Cyanoprokaryota) je označení pro prokaryota (organismy příbuzné bakteriím), jež 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. 25 Vláknitá sinice rodu *Phormidium* (zdroj http://www.kbi.zcu.cz/atlas/atlas_rasy2.php)

4.1 Cíl cvičení

Cílem cvičení bude pozorování organismů vytvářejících nárosty (fytobentos) na specifickém substrátu říčního dna – sediment (epipelické organismy). 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.
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 středních škol.

3 Úlohy

3.1 Experimentální ověření Boyleova-Mariottova zákona (izotermický děj)

3.1.1 Čas

45 minut

3.1.2 Pomůcky

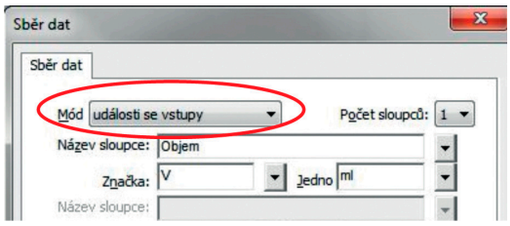
Senzor tlaku plynu GPS-BTA s příslušenstvím, rozhraní Go!Link, počítač se softwarem Logger Pro nebo Logger Lite (Vernier)

3.1.3 Princip

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

3.1.4 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 vstupy; doplňte **Název**: Objem; **Značka**: V, **Jednotky**: ml. Potvrďte **Hotovo**.

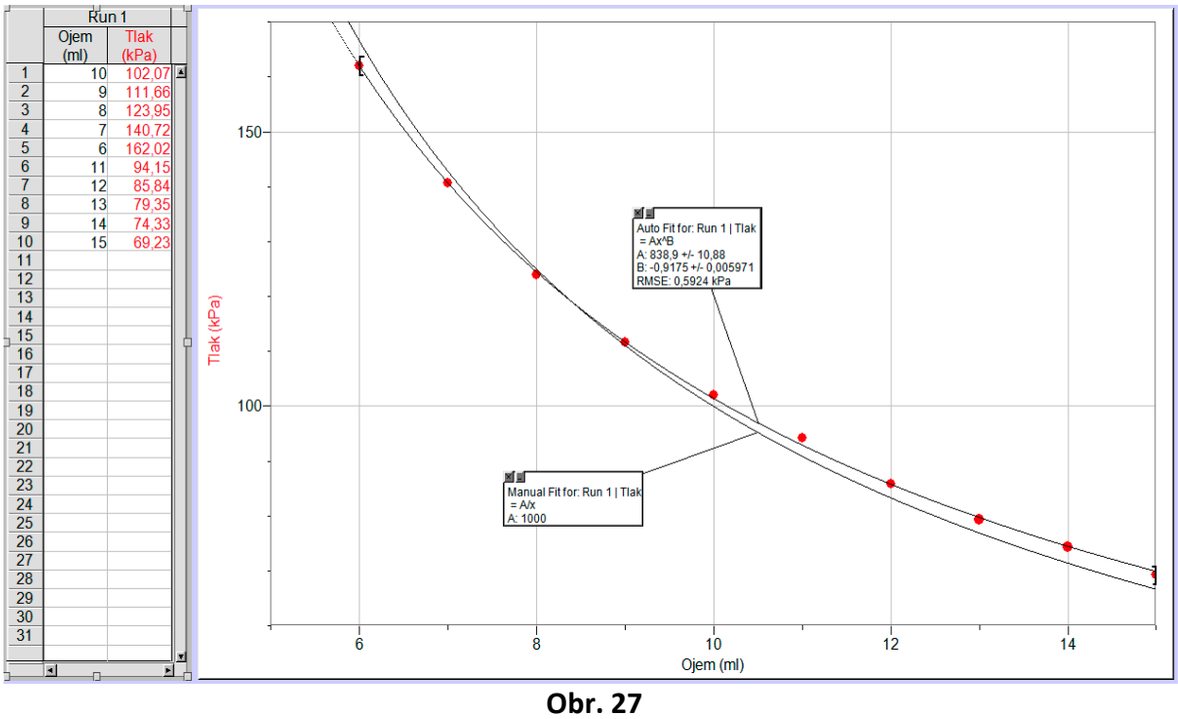


Obr. 26 Program Logger Pro - základní menu Experiment

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

3.1.5 Otázky a úkoly pro žáky

1. 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.
2. Na základě tvaru křivky (Obr. 27) rozhodněte, zda se podařilo ověřit Boyleův-Mariottův zákon.



Obr. 27

3.2 Experimentální ověření Charlesova zákona (izochorický děj)

3.2.1 Čas

45 minut

3.2.2 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

3.2.3 Princip

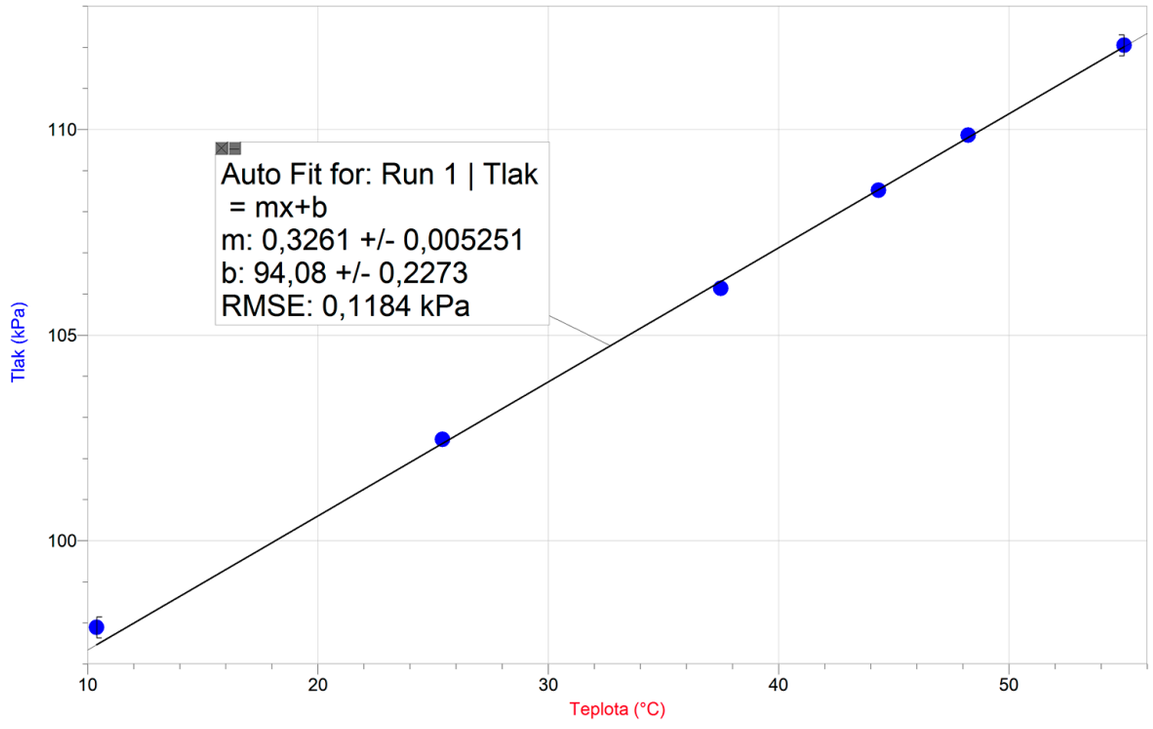
Při konstantním objemu (izochorický děj) ideálního plynu o stálé hmotnosti je tlak plynu přímo úměrný jeho termodynamické teplotě $p/T = konst.$ (Charlesův zákon).

3.2.4 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 nádobky 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 tak, aby se zobrazovaly jednotlivé body, které se nebudou spojovat.
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.

3.2.5 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 přímku.
2. Zapište si rovnici funkce $p = f(T)$ i s koeficienty.
3. Na základě grafu (Obr. 28) rozhodněte, zda jste ověřili Charlesův zákon.



Obr. 28

3.3 Závislost pH na koncentraci

3.3.1 Čas

45 minut (+ doba na přípravu pufrů)

3.3.2 Pomůcky a chemikálie

Hydroxid sodný NaOH, kyselina chlorovodíková HCl, kyselina octová CH_3COOH, pufry ke kalibraci (pH ~ 4; 7; 9), pH-metr, rozhraní Go! Link (Vernier), notebook, 15 širších zkumavek (ø 18 mm), stojánek na zkumavky, stojan, chladičový držák, střička, 12 odměrných baněk (250 cm^3), 3 pipety (25 cm^3), 3 kádinky (150 cm^3), kádinka (250-300 cm^3)

3.3.3 Princip

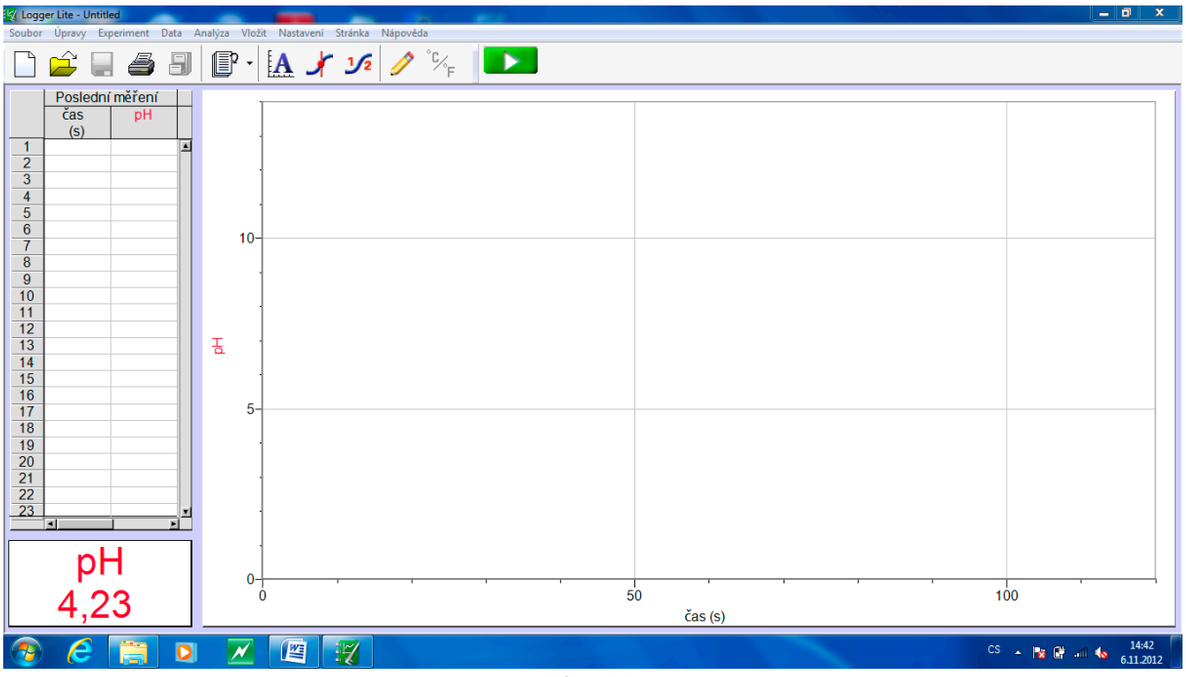
Podle hodnoty pH je možné rozdělit roztoky na kyselé, neutrální a zásadité. Hodnota pH je závislá na koncentraci daného roztoku.

3.3.4 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.

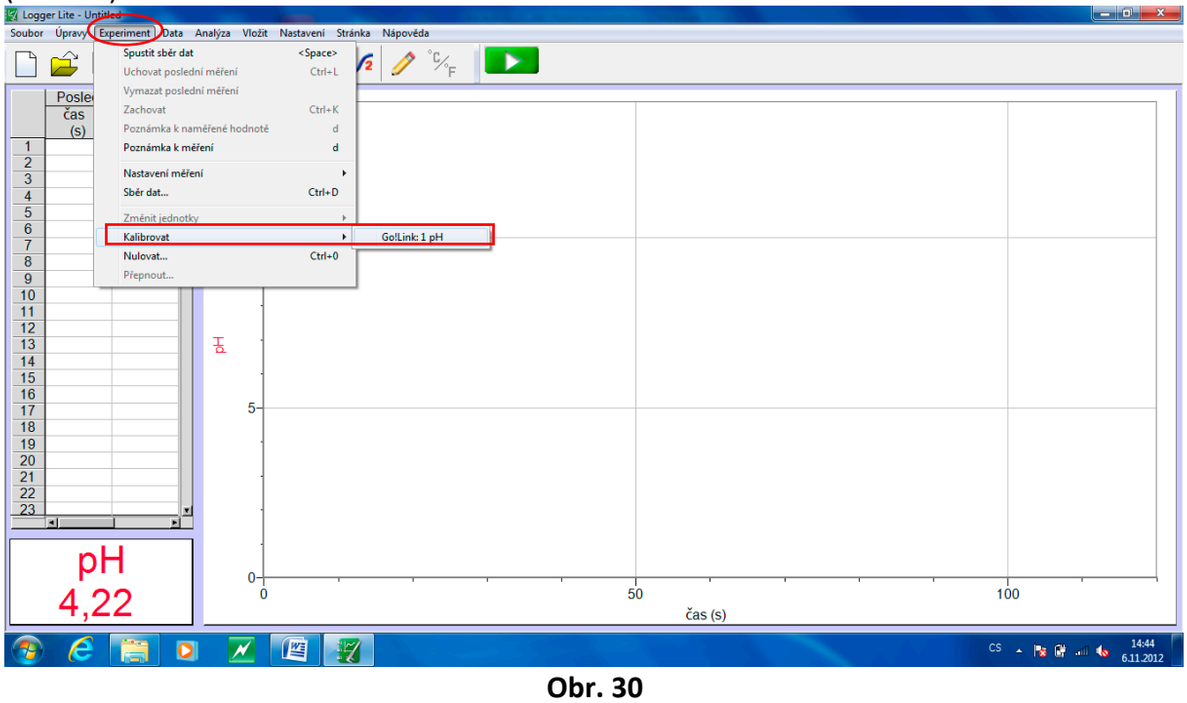
Spusťte program Logger Lite. K notebooku připojte přes rozhraní Go! Link elektrodu pH metru PH-BTA (Vernier). Software rozpozná připojené čidlo a na obrazovce se objeví základní rozvržení pracovní plochy pro měření pH (Obr. 29).



Obr. 29

Kalibrace pH metru

Na horní nástrojové liště rozbalte nabídku **Experiment** a zvolte **Kalibrovat, Go! Link pH**. (Obr. 30)



Obr. 30

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

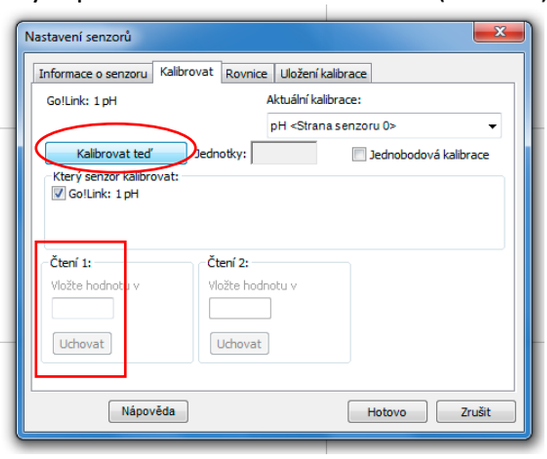
Tabulka 3.1 Složení vybraných pufrů pro kalibraci (vodné roztoky)[2]

Pufr	Standardní látka	Navážka na vzduchu, g na 1 dm^3 roztoku
1 ftalan	$KHC_8H_4O_4$	10,12
2 fosforečnan	KH_2PO_4	3,388
	Na_2HPO_4	3,533
3 fosforečnan	KH_2PO_4	1,179
	Na_2HPO_4	4,302
4 tetraboritan	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	3,80
5 uhličitan	$NHCO_3$	2,092
	Na_2CO_3	2,640

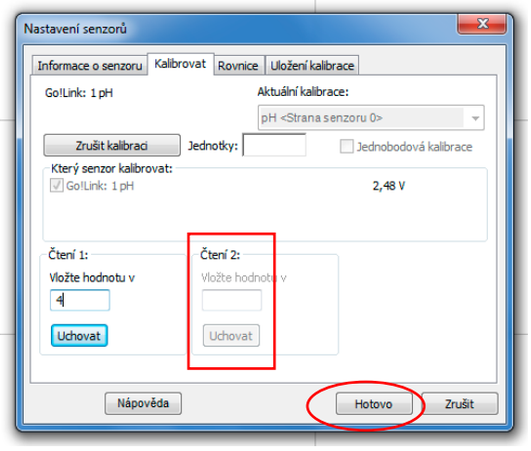
Tabulka 3.2 Hodnoty pH standardních pufrů 1–5 v závislosti na teplotě (číslování pufrů dle tab. 3.1)[2]

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 pufry (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 pufrem. V dialogovém okně zvolte **Kalibrovat teď** (Obr. 31), **vložte hodnotu** pH prvního pufru a **uchovejte** ji. Elektrodu opět důkladně opláchněte vodou, osušte a postup opakujte s druhým pufrem. Poté zvolte **Hotovo** (Obr. 32).



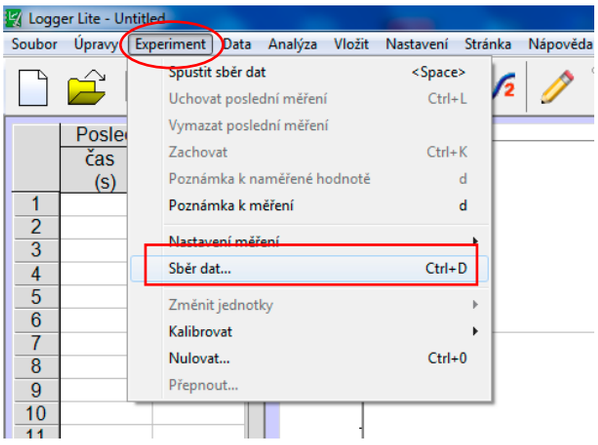
Obr. 31



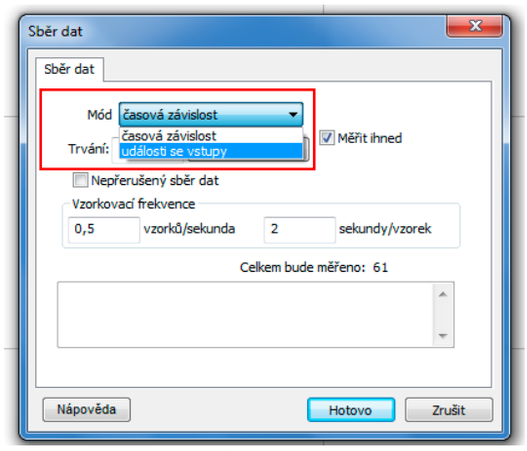
Obr. 32

Příprava měření

V nabídce **Experiment** zvolte **Sběr dat** (Obr. 33) a v dialogovém okně místo časové závislosti vyberte možnost **Události se vstupy**, doplňte **Název sloupce** (*koncentrace*), **Značku** (*c*) a uložte tlačítkem **Hotovo** (Obr. 34).



Obr. 33



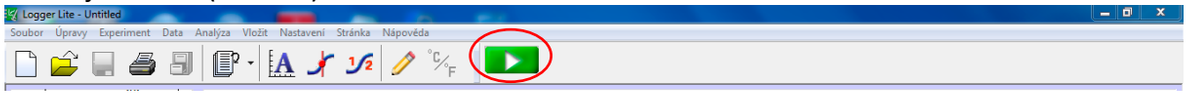
Obr. 34

Nyní je vše připraveno k měření.

Měření pH roztoků o různé koncentraci

Připravte odměrné roztoky (250 cm^3) HCl, CH_3COOH a NaOH o koncentraci 1 $mol.dm^{-3}$. Z těchto roztoků připravte postupným ředěním roztoky o koncentraci 0,1; 0,01 a 0,001 $mol.dm^{-3}$.

Z odměrných roztoků odlijte vzorky do předem označených zkumavek. Elektrodu opláchněte vodou, opatrně osušte čistým filtračním papírem a ponořte ji do měřeného vzorku. Na obrazovce se objeví okamžitá hodnota pH. **Spusťte měření** zeleným tlačítkem na horní nástrojové liště (Obr. 35).

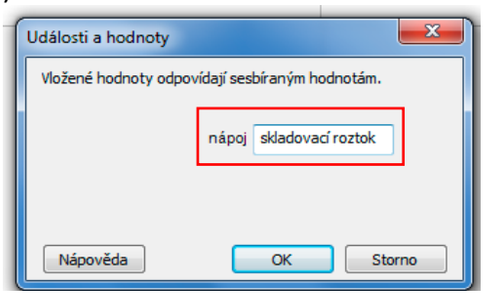


Obr. 35

Chvíli počkejte, až se hodnota ustálí, modrým tlačítkem na liště **hodnotu uchovejte** (Obr. 36).

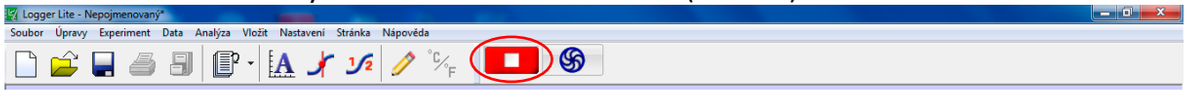
Obr. 36

Do dialogového okna **Události a hodnoty** zapište koncentraci roztoku, data se uloží do datové tabulky (Obr. 37).



Obr. 37

Elektrodu vyjměte, znovu důkladně opláchněte vodou, osušte a můžete měřit další vzorek. Měření ukončíte červeným tlačítkem **Ukončit měření** (Obr. 38).



Obr. 38

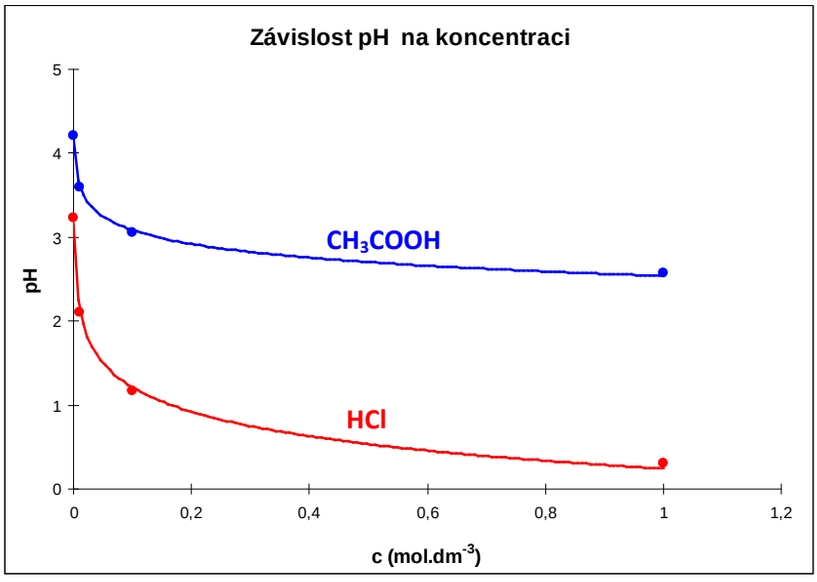
Naměřená data uložíte příkazem **Soubor – Uložit jako ….**. Pro každou látku budou hodnoty pH uloženy jako samostatný soubor.
Po skončení měření elektrodu důkladně opláchněte vodou a uložte zpět do skladovacího roztoku.
Pozor! Elektroda nesmí oschnout, musí být ponořena do skladovacího roztoku.

3.3.5 Otázky a úkoly pro žáky

Změřte pH-metrem hodnotu pH roztoků HCl, CH_3COOH a NaOH o koncentracích 0,001; 0,01; 0,1 a 1 $mol.dm^{-3}$, výsledky zapište do tabulky.

Koncentrace [$mol.dm^{-3}$]	pH		
	HCl	CH_3COOH	NaOH
0,001			
0,01			
0,1			
1			

Naměřená data exportujte do Excelu a sestrojte bodový graf závislosti pH na koncentraci daného roztoku. Pokuste se jednotlivé body proložit vhodnou křivkou (přímka, polynom, exponenciála, logaritmus).
Která křivka nejlépe vyhovuje naměřeným hodnotám?



Obr. 39. Ukázka grafického zpracování závislosti pH roztoků HCl a CH_3COOH na jejich koncentraci (body jsou proložené logaritmickou křivkou).

3.3.6 Metodické poznámky

Vzorky měřte od nejnižší koncentrace.
Máte-li nainstalovaný software Logger Pro, můžete využít širší nabídky analýzy dat a jednotlivé body proložit vhodnou křivkou přímo v tomto programu. Odpadá tím export datové tabulky a následné zpracování v Excelu.

3.4 Měření měrné vodivosti vzorků vody

3.4.1 Pomůcky a chemikálie

Kyselina chlorovodíková HCl, kyselina octová CH_3COOH, senzor vodivosti, rozhraní Go! Link (Vernier), notebook, 10 širších zkumavek (ø 18 mm), stojánek na zkumavky, střička, 8 odměrných baněk (250 cm^3), 2 pipety (25 cm^3), 2 kádinky (150 cm^3), kádinka (250–300 cm^3)

3.4.2 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.

3.4.3 Postup

Připravte odměrné roztoky (250 cm^3) HCl a CH_3COOH o koncentraci 1 $mol.dm^{-3}$. Z těchto roztoků připravte postupným ředěním roztoky o koncentraci 0,1; 0,01 a 0,001 $mol.dm^{-3}$.
Z odměrných roztoků odlijte vzorky do předem označených zkumavek.
Připojte k notebooku senzor vodivosti přes rozhraní Go!Link. Senzor ponořte do měřeného vzorku. Na obrazovce se objeví okamžitá hodnota konduktivity. Chvíli 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.

3.4.4 Otázky a úkoly pro žáky

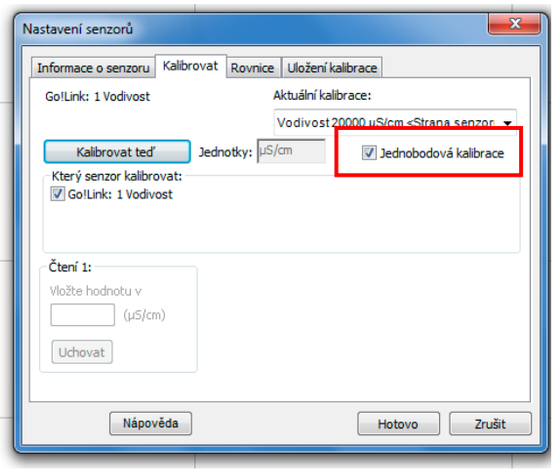
Naměřené hodnoty měrné vodivosti zapište do tabulky.

Koncentrace [$mol.dm^{-3}$]	**Konduktivita ($\mu S\ cm^{-1}$)**	
	HCl	**CH_3COOH**
0,001		
0,01		
0,1		
1		

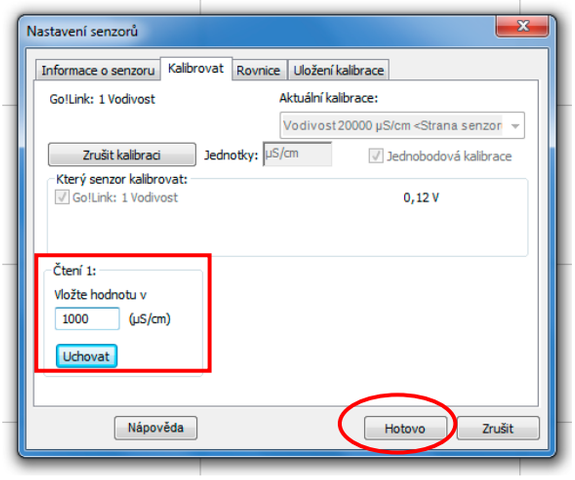
Porovnejte hodnoty měrné vodivosti HCl a CH_3COOH.
Jak se mění měrná vodivost s koncentrací daného roztoku?

3.4.5 Metodické poznámky

Pro školní experimenty není nutné senzor vodivosti kalibrovat, kalibraci provedl výrobce.
Chcete-li pracovat co nejpřesněji, můžete jej nakalibrovat znovu (Obr. 40 a Obr. 41). 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 $\mu S\ cm^{-1}$.



Obr. 40



Obr. 41

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 vodivosti[1]

Navážka NaCl [na 1 dm^3 roztoku]	Měrná vodivost [µS 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.

4 Literatura:

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

Fyzikální environmentální 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 aplikuje s porozuměním 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 středních škol.

3 Návody na jednotlivé experimenty

3.1 Experimenty s plyny - Existence plynů

3.1.1 Jaká je hmotnost vzduchu? (Kielbusová, 2009)

Pomůcky:
pouťový balónek, pumpička s vhodným šlauchem, citlivé digitální váhy

Provedení:
Připravíme si zapnuté digitální váhy. Vezmeme pouťový balónek a zvážíme ho. Zjištěnou hmotnost si zapíšeme. Připravíme si pumpičku s vhodným šlauchem a nafoukneme s její pomocí pouťový balónek. Nefoukáme ústy, abychom výsledek nezkreslili vodní párou obsaženou ve vydechovaném dechu. Balónek opět zvážíme a hodnotu na vahách si zase zapíšeme.

Vysvětlení:
Hmotnost balónku naplněného vzduchem je vyšší než hmotnost prázdného balónku, z tohoto zjištění můžeme vyvodit, že vzduch má vlastní hmotnost. Pozor, rozdíl hmotností, který jsme zjistili vážením, není dán rozdílem obou hmotností v prázdném a v nafouklém balónku, ale je to následek nadnášení balónku Archimédovou vztlakovou silou, která je u nafouknutého balónku vzhledem k většímu objemu větší. 1 litr vzduchu za normálního tlaku má hmotnost přibližně 1,3 g.

3.1.2 Co je více stlačitelné?

Pomůcky:
obarvená voda, voda, injekční stříkačka, utavená jehla (palec)

Provedení:
Injekční stříkačku naplníme vodou, na ústí injekční stříkačky nasadíme utavenou jehlu nebo ústí ucpeme palcem vlastní ruky a pokusíme se stlačit píst injekční stříkačky. Vylejeme vodu a nasajeme do injekční stříkačky vzduch a porovnáme stlačitelnost mezi vzduchem a vodou. Poté opět vezmeme injekční stříkačku a nasajeme do její jedné poloviny objemu obarvenou vodu, otočíme ji ústím vzhůru a do druhé poloviny objemu injekční stříkačky nasajeme vzduch. Poté na otvor nasadíme utavenou jehlu nebo jej opět ucpeme palcem a opět se pokusíme o stlačení.

Vysvětlení:
Vzduch je na rozdíl od kapalin stlačitelný, protože mezi molekulami plynu jsou mnohem větší vzdálenosti než mezi molekulami kapalin. Vzduch je pružný a působením vnější síly lze vzdálenosti mezi molekulami výrazně zmenšit.
Jakmile přestaneme působit vnější silou na píst, plyn se opět rozepne a vyplní celý prostor injekční stříkačky.

3.1.3 Demonstrace Pascalova zákona

Pomůcky:
dětský celofánový balónek nebo nafukovací kruh, pevnější brčko, hromádka knih, izolepa

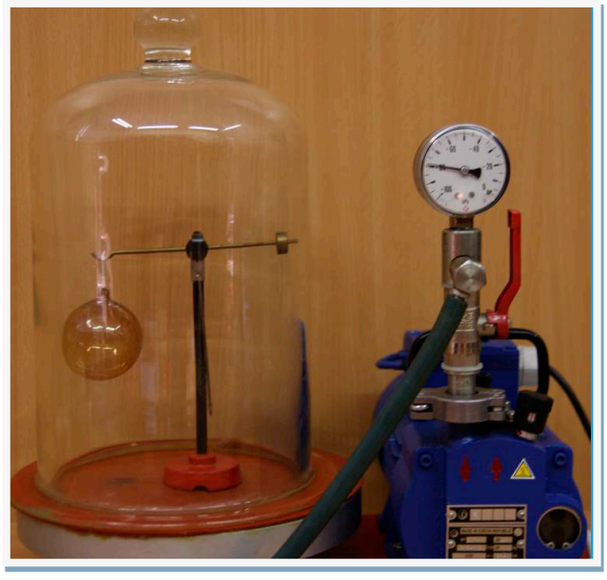
Provedení:
Vezmeme silnější brčko a vsuneme jej do ústí dětského celofánového balonku. Brčko k balónku připevníme izolepou, aby nám nevypadlo a neutíkal nám okolo vzduch.

Na balónek položíme připravenou hromádku knih. Přes připevněné brčko začneme pomalu balónek nafukovat ústy. Balónek se pomalu začne nafukovat a knihy se pomalu začnou zvedat.

Vysvětlení:
Tlak uvnitř dětského celofánového balónku se šíří všemi směry stejně, proto zvedá celý stoh knih. Tlak vzduchu uvnitř dětského balónku je ve všech směrech stejný.

3.1.4 Platí Archimédův zákon i pro plyny? 1 (Kielbusová, 2009)

Pomůcky:
rotační vývěva s recipientem, dasymetr



Provedení:
Dasymetr nastavíme do rovnovážné polohy na vzduchu tak, že pomalu otáčíme závažím na vahadlu. Takto vyvážený dasymetr přendáme na talíř vývěvy a přiklopíme jej recipientem. Zapneme vývěvu. Tlak vzduchu pod recipientem klesá a vahadlo dasymetru se vychyluje z rovnovážné polohy. Pozorujeme, jak skleněná baňka klesá.

Vysvětlení:
Na skleněnou kouli a závaží působí tíhová i vztlaková síla vzduchu. Tím, že jsme pod recipientem odčerpali vzduch, klesla hustota vzduchu a tím i jeho vztlaková síla. Koule, která má větší objem než závaží, klesne, protože se vztlaková síla zmenší, tolikrát více, kolikrát je větší objem koule než objem závaží. Tím, že vypneme vývěvu a obnovíme atmosférický tlak pod recipientem, zvýšíme hustotu vzduchu a tím i jeho vztlakovou sílu. Větší vztlaková síla působí na skleněnou kouli a rovnováha se obnoví.

3.1.5 Archimédův zákon platí i pro plyny 2 (Kielbusová, 2009)

Pomůcky:

dasymetr, akvárium, skleněná deska na přikrytí akvária, sifonová láhev, 30 cm dlouhá plastová hadička o vhodném průměru (musí jít nasadit na vypouštěcí trubičku sifonové láhve), 3–4 sifonové bombičky

Provedení:
Na dno akvária umístíme vyvážen dasymetr. Do suché a prázdné láhve na přípravu sodovky vypustíme 3–4 sifonové bombičky obsahujících oxid uhličitý. Na vypouštěcí trubičku sifonové láhve nasadíme plastovou hadičku, jejíž konec umístíme na dno akvária. Akvárium částečně zakryjeme skleněnou deskou a uzavřeme výpustní ventil. Pomalu začneme napouštět akvárium oxidem uhličitým z láhve. Sledujeme, jak dochází k narušení rovnováhy na dasymetru. Dutá skleněná koule se vychýlí vzhůru.

Vysvětlení:
Hustota plynu v akváriu se zvětšila, protože oxid uhličitý má vyšší hustotu než vzduch. Této změně hustoty odpovídá zvětšení vztlakové síly působící na dutou skleněnou kouli dasymetru, která je větší než menší závaží.

3.2 Důkazy atmosférického tlaku

3.2.1 Důkaz atmosférického tlaku 1

Pomůcky:
Malé skleněné akvárium, vhodná sklenička, inkoust, voda

Provedení:

Do malého skleněného akvária nalijeme vodu obarvenou několika kapkami inkoustu. Vhodnou skleničku ponoříme celou do akvária a naplníme ji obarvenou vodou. Naplněnou skleničku obarvenou vodou otočíme dnem vzhůru a pomalu ji začneme zvedat nad hladinu tak, až se sklenička skoro celá ocitá nad hladinou.

Vysvětlení:
Obarvená voda drží ve skleničce díky atmosférické tlakové síle, která působí na hladinu obarvené vody v akváriu. Jakmile zvedneme skleničku nad hladinu, obarvená voda ze skleničky vyteče.

3.2.2 Důkaz atmosférického tlaku 2

Pomůcky:
fotomiska, kádinka, voda, potravinářské barvivo, dvojice zkumavek, z nichž jedna je menší a je možné ji zasunout do větší zkumavky, pozor, menší zkumavka nesmí mít vyhnuté ústí ven

Provedení:
Do kádinky si napustíme vodu a obarvíme ji potravinářským barvivem. První a větší ze zkumavek naplníme obarvenou vodou z kádinky a zasuneme do ní druhou menší zkumavku. Obě zkumavky rychle nad fotomiskou obrátíme dnem vzhůru. Přitom do vnitřní menší zkumavky malinko zatlačíme.

Vysvětlení:
Obarvená voda začne pomaličku z velké zkumavky po stěnách té menší vytékat a vnitřní zkumavka pomalu stoupá vzhůru, dokud se její dno nezarazí o dno větší zkumavky Menší zkumavku dovnitř tlačí atmosférický tlak vzduchu.

3.2.3 Důkaz atmosférického tlaku 3

Pomůcky:
sklenička, pevná pohlednice, voda, potravinářské barvivo, fotomiska, kádinka

Provedení:
Vodu nalijeme do kádinky a obarvíme ji potravinářským barvivem. Skleničku naplníme po okraj obarvenou vodou. Pohlednicí překryjeme skleničku a při jejím stálém přidržování ji otočíme dnem vzhůru.
Pomalu přestaneme pohlednici přidržovat. Pohlednice drží na sklenici a voda nevyteče.

Vysvětlení:
Tlak vody ve skleničce na pohlednici je menší než vnější tlak vzduchu na pohlednici.

3.2.4 Důkaz atmosférického tlaku 4

Pomůcky:
sklenička, pevná pohlednice, fotomiska, kádinka s vodou, malá závažíčka

Provedení:
Skleničku naplníme do poloviny vodou z kádinky a umístíme do ní pár závažíček. Pohlednicí překryjeme skleničku a při jejím stálém přidržování otočíme skleničku dnem vzhůru. Pomalu přestaneme pohlednici přidržovat. Pohlednice drží na sklenici a voda nevyteče.

Vysvětlení:
Hmotností vody a zátěže se papír mírně prohne a objem vzduchu ve skleničce se zvětší, ale jeho tlak bude stále menší než tlak atmosférický. Tlak vody ve skleničce na pohlednici je menší než vnější tlak vzduchu na pohlednici. Určitou roli zde hraje i povrchové napětí vody na rozhraní sklenička a pohlednice.

3.3 Experimenty s plyny - Podtlak

3.3.1 Marshmallow a podtlak (Kielbusová, 2009)

Pomůcky:
větší injekční stříkačka nejlépe (60 ml a více), bonbóny marshmallow (různé tvary), zatavená jehla na injekční stříkačku nebo prst

Provedení:
Vyndáme píst z injekční stříkačky a dovnitř vložíme jednu polovinu bonbónu marshmallow. Na injekční stříkačku nasadíme zpět píst. Při otevřeném ústí injekční stříkačky zatlačíme píst do injekční stříkačky tak, aby se téměř dotýkal bonbónu. Na ústí stříkačky nasadíme zatavenou jehlu. Pokud ji nemáme, využijeme vlastní prst, nejlépe ukazováček. Druhou rukou táhneme za píst injekční stříkačky, dokud je to možné a pozorujeme, co se s bonbónem marshmallow děje. Bonbón evidentně reaguje na snižující se tlak svým zvětšením.

Vysvětlení:
Tím, že táhneme za píst injekční stříkačky, zvětšujeme objem vzduchu a snižujeme jeho tlak. Uvnitř pěnového bonbónu marshmallow je mnoho uzavřených vzduchových komůrek. Snížením tlaku v okolí bonbónu dojde k rozepnutí vzduchu uvnitř komůrek, a tím ke zvětšení celého bonbónu.

3.3.2 Vnikání vody do skleničky

Pomůcky:
větší sklenička, mělký talíř, kancelářskou sponku, čajová svíčka, voda, potravinářské barvivo, kádinka

Provedení:
Do kádinky nalijeme vodu a přidáme potravinářské barvivo. Na dno talířku položíme kancelářskou sponku. Obarvenou vodu nalijeme na mělký talíř. Doprostřed talíře umístíme zapálenou čajovou svíčku. Vezmeme větší skleničku a přiklopíme jí na čajovou svíčku tak, aby hranou stála na kancelářské sponce. Když svíčka zhasne, můžeme sledovat, jak je do skleničky vtlačována voda.

Vysvětlení:
Když čajová svíčka zhasne, teplý vzduch, plyny vzniklé hořením a vodní pára pod skleničkou zchladnou. Tím klesne tlak ve skleničce ve srovnání s venkovním (atmosférickým) tlakem. Atmosférická tlaková síla vtlačí vodu do skleničky. Platí zde, že vnější tlak se rovná tlaku uvnitř skleničky mínus hydrostatický tlak vody.

3.3.3 Magdeburské skleničky

Pomůcky:
2 stejné skleničky s rovným okrajem, čajová svíčka, zápalky, špejle, troška oleje nebo vakuové vazelíny (lukosan), vystřižené kolečko z tvrdého papíru o větším průměru, než je okraj skleničky

Provedení:
Rovné okraje obou skleniček potřeme olejem nebo vakuovou vazelínou. Do jedné skleničky postavíme na dno čajovou svíčku a zapálíme ji. Na skleničku přiklopíme vystřižené kolečko a na něj umístíme druhou skleničku tak, aby na sebe okraje obou skleniček přesně naléhaly. Na horní skleničku s citem zatlačíme. Sledujeme, jak svíčka zhasíná. Chvilku počkáme a pak horní skleničku zdvihneme. Obě skleničky lze za horní najednou zvednout.

Vysvětlení:
Zapálením svíčky ve spodní skleničce jsme ohřáli plyny, které se začaly rozpínat, přičemž část jich unikla ze skleničky. Přiklopením kolečka a druhé skleničky jsme zabránili dalšímu přístupu vzduchu, svíčka spotřebovala kyslík a zhasla. Plyny, které se teplem rozepnuly, opět zchladly a tím se v prostoru mezi skleničkami snížil tlak. Vnější tlak je mnohem větší, proto přidržuje „magdeburské“ skleničky u sebe.

3.3.4 Šíření zvuku ve vakuu (Kielbusová, 2009)

Pomůcky:
Budík (ideální klasický se zvonky), měkká podložka pod budík (ideální je kus molitanu), vývěva s recipientem a příslušenstvím,

Provedení:
Na střed talíře vývěvy umístíme měkkou podložku pod budík a na ni dáme natažený a nastavený budík tak, aby začal zvonit za jednu minutu. Takto připravené pomůcky poklopíme recipientem vývěvy. Při poklopení recipientu zaznamenáme částečné ztišen budíku.

Spustíme vývěvu a vyčerpáme z pod recipientu vzduch. Pozorně sledujeme budík, jakmile vidíme, že budík začal zvonit, otevřeme ventil pod talíře vývěvy a napustíme vzduch zpět pod recipient. Zvuk budíku společně se stoupajícím tlakem uslyšíme stále silněji.

Vysvětlení:
Zvuk je vlastně mechanické vlnění a ke svému šíření potřebuje vzduch. Když jsme vzduch zpod recipientu vývěvy vyčerpali, zvuk se nešířil a my jej nemohli slyšet. Zvonění budíku si domýšlíme pouze prostřednictvím zrakového vjemu, když sledujeme paličky narážející do těl zvonků. Jakmile otevřeme ventil a začneme zpět napouštět vzduch pod recipient, slyšíme, jak se postupně zesiluje hlasitost zvonků na budíku.

3.3.5 Var vody za sníženého tlaku

Pomůcky:
vývěva s recipientem a příslušenstvím, kádinka s vodou, digitální teploměr

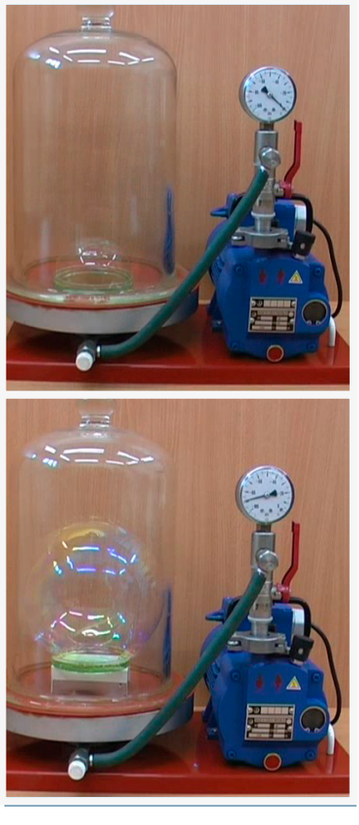
Provedení:
Na talíř vývěvy postavíme kádinku s vodou a zapnutým digitálním teploměrem. Vše přiklopíme recipientem a spustíme vývěvu. Začneme odčerpávat vzduch a sledujeme, jak voda pomalu začíná s klesajícím tlakem vřít při nižší teplotě, než je obvyklé

Vysvětlení:
Při odčerpávání vzduchu zpod recipientu vývěvy klesá tlak pod recipientem a tím pádem se snižuje teplota varu vody.

3.3.6 Bublina a vývěva

Pomůcky:
vývěva s recipientem a příslušenstvím, podložka pod Petriho misku, Petriho miska, roztok na bubliny, brčko

Provedení:
Na talíř vývěvy postavíme podložku pod Petriho misku a na ni dáme Petriho misku, do které nalijeme bublinový roztok. Za pomoci brčka vyfoukneme přes celou Petriho misku bublinu. Vše poklopíme recipientem a spustíme vývěvu. Jakmile začneme odčerpávat vzduch z pod recipientu, bublina na Petriho misce se začne pomalu zvětšovat.



Vysvětlení:
Při odčerpávání vzduchu zpod recipientu vývěvy klesá tlak v okolí bubliny. Bublina se pomalu začne rozpínat a tlak uvnitř bubliny se snaží vyrovnat s klesajícím tlakem pod recipientem a začne se zmenšovat.

3.3.7 Šmoula ve vývěvě

Pomůcky:
vývěva s recipientem, Petriho miska, bonbon marshmallow ve tvaru šmouly, podložka pod Petriho misku

Provedení:
Na talíř vývěvy postavíme podložku pod Petriho misku a na ni dáme Petriho misku s bonbony marshmallow ve tvaru šmouly. Vše přiklopíme recipientem a spustíme vývěvu. Jakmile začneme odčerpávat vzduch z pod recipientu, pozorujeme, jak se bonbon na Petriho misce pomalu začne zvětšovat. Po vypnutí vývěvy otevřeme ventil pod talířem a opět vpustíme pod recipient vzduch. S narůstajícím tlakem pod recipientem se bonbon začne bortit a zmenšovat svůj objem. Na konci experimentu je bonbon menší než na začátku.

Vysvětlení:
Bonbony marshmallow jsou pěnové, což znamená, že obsahuj velké množství uzavřených vzduchových komůrek, které se začnou rozpínat vlivem snižování okolního tlaku pod recipientem. V důsledku snižování tlaku se bonbon celkově zvětší. Hmota, ze které jsou bonbony vyráběny je sice pružná, ale ne dostatečně. V důsledku rozpínaní některé vzduchové komůrky popraskají, a tudíž jsou bonbony na konci experimentu menší než na začátku.

3.3.8 Pouťové balónky ve vývěvě

Pomůcky:
vývěva recipientem s příslušenstvím, pouťové balónky

Provedení:
Několik pouťových balónků trochu nafoukneme, zavážeme a dáme do recipientu, který poklopíme na talíř vývěvy. Spustíme vývěvu a sledujeme, jak se vlivem snižujícího tlaku pod recipientem balónky pouťové zvětšují.

Vysvětlení:
Při odčerpávání vzduchu zpod recipientu vývěvy klesá tlak v okolí pouťového balónku. Tlak uvnitř pouťových balónků je větší, aby se tlaky vyrovnaly, začnou se balónky rozpínat.

3.3.9 Špička ve vývěvě

Pomůcky:
vývěva s recipientem, Petriho miska, Špička (cukrářský výrobek), podložka pod Petriho misku

Provedení:

Na talíř vývěvy postavíme podložku pod Petriho misku a na ni dáme Petriho misku se Špičkou. Vše přiklopíme recipientem a spustíme vývěvu. Jakmile začneme odčerpávat vzduch z pod recipientu, pozorujeme, jak Špičce na Petriho misce pomalu začne praskat čokoláda a zvětšuje se. Po vypnutí vývěvy otevřeme ventil pod talířem a opět vpustíme pod recipient vzduch. S narůstajícím tlakem pod recipientem se Špička začne bortit a zmenšovat svůj objem.

Vysvětlení:
Našlehaný krém uvnitř Špičky obsahuje velké množství uzavřených vzduchových komůrek, které se začnou rozpínat vlivem snižování okolního tlaku pod recipientem, a tím se celkově zvětší objem krému. Čokoláda žádné vzduchové komůrky neobsahuje a tak vlivem zvětšujícího se objemu krému popraská.

3.4 Přetlak

3.4.1 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.

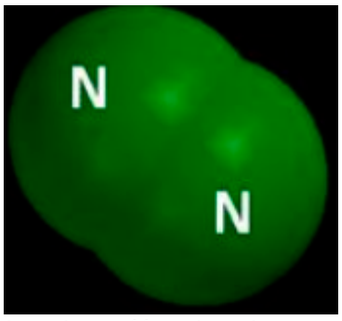
3.4.2 Vznik přetlaku pomocí účinků hydrostatického tlaku

Pomůcky
plastová láhev, balónek, těsnící kroužek, 15 m hadice, stejně dlouhý provázek, lepidlo

Provedení:
Do dna plastové láhve vyvrtejte malý otvor, kterým protáhněte balónek. Balónek částečně nafoukněte a pevně zavažte. Konec balónku vyčnívající ze dna láhve přilepte lepidlem k otvoru tak, aby byl jej zcela utěsnil. Provrtejte uzávěr láhve a připevněte k němu hadici. Místo spoje důkladně utěsněte gumovým kroužkem. Hadici i nádobu s nafouknutým balónkem naplňte vodou a spojte uzávěrem. K volnému konci hadice připevněte provázek. Pomocí provázku pomalu vytáhněte hadici do nejvyšší možné výšky. Sledujte změnu velikosti nafouknutého balónku.

Vysvětlení:
Zvedáním hadice s vodou se zvyšuje hydrostatický tlak v láhvi, roste tlaková síla působící na povrch balónku, který se proto zmenšuje a vzniká uvnitř přetlak. Velikost hydrostatického tlaku závisí na výšce sloupce nikoliv na jejím objemu. Proto je smršťování balónku (a vznik přetlaku uvnitř něj) patrné, přestože v hadici, ačkoliv je plná vody, je jen malé množství vody.

3.5 Pokusy s tekutým dusíkem



Obr. 42 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.

$$NH_4NO_2 \rightarrow N_2 + 2\ H_2O$$

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.

Obr. 43 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 brambůrky.
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 chladírenství. 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 $(NH_4)_2SO_4$ a dusíkaté vápno neboli kyanamid vápenatý $CaCN_2$ využívá méně. Dusičnan amonný se také využívá k výrobě výbušnin, bengálských ohňů a samozápalných směsí.
Močovina $(NH_2)_2CO$ 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 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.

Obr. 44 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).

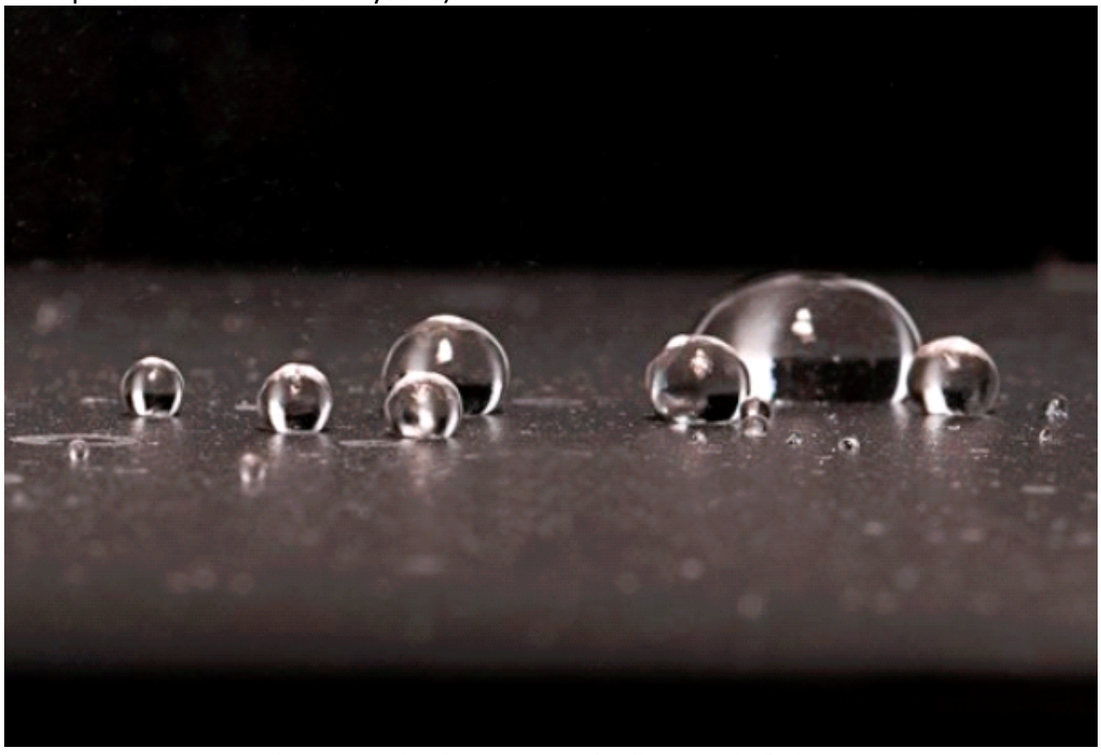
3.6 Pokusy s kapalným dusíkem

- **Přelévání dusíku** z termosky do polystyrénové nádoby (viz obrázek 3), 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 4.

Obr. 45 Balónek zmražený v tekutém dusíku [zdroj http://www.physics.umd.edu/lecdem/services/demos/demosi4/i4-52.htm]

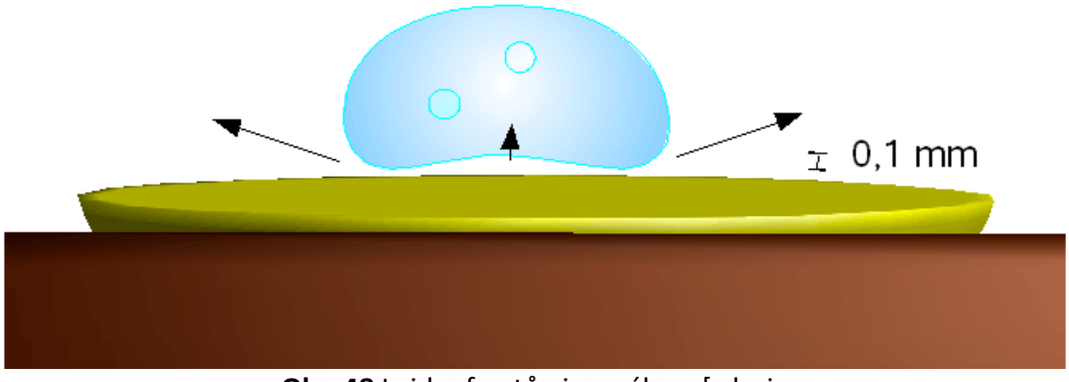
Obr. 46 Pohyb v dusíku ochlazené křídy

- **Pohyb zmrazené křídy** po hladkém povrchu stolu na vrstvě plynného dusíku. obrázek 5.
- **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).



Obr. 47 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.

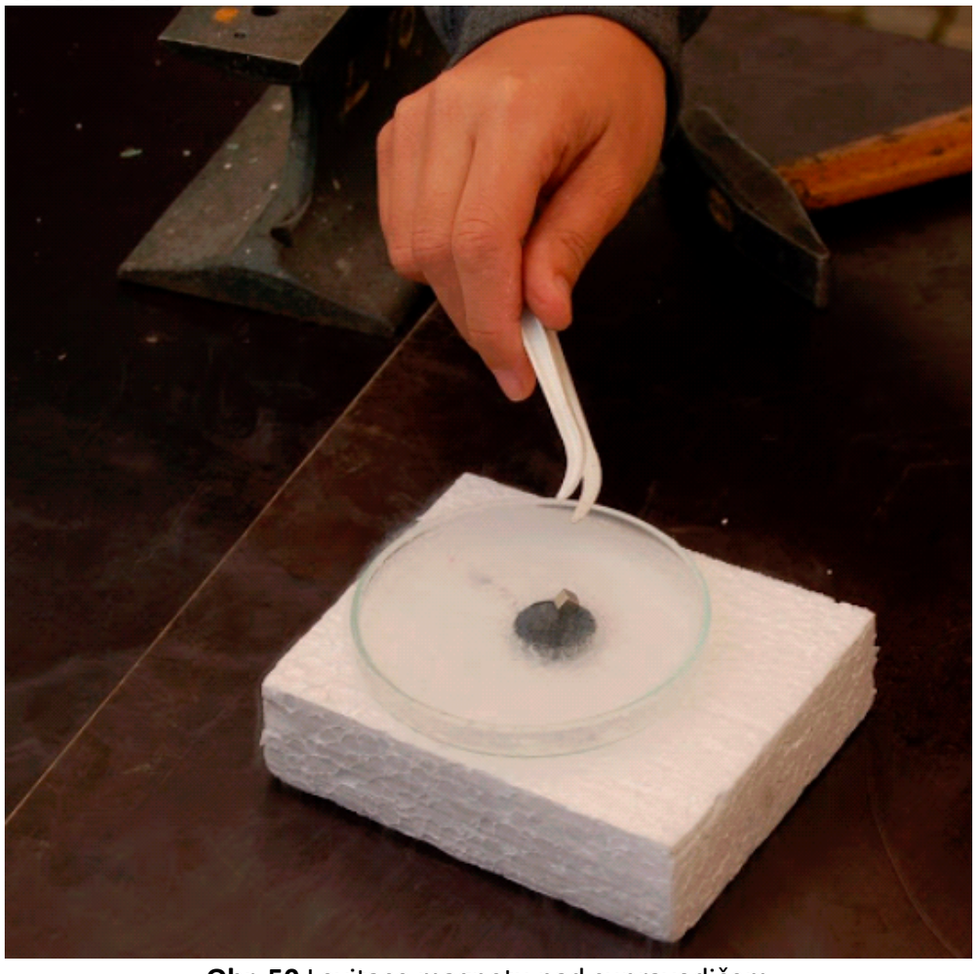


Obr. 48 Leidenfrostův jev, nákres [zdroj: http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:BoilingWaterdropletLeidenfrost.png]

Obr. 49 Kontakt kapalného dusíku a ruky [zdroj: http://www.popsci.com/diy/article/2010-08/cool-hand-theo]

3.7 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 ochlazena pod cca -270* °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* °C, tedy stále mimo možnosti kapalného dusíku.



Obr. 50 Levitace magnetu nad supravodičem

V roce 1986 byl v laboratořích IBM připraven první keramický supravodič s kritickou teplotou -238 °C. Rok poté byla připravena látka s kritickou teplotou -183 °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 °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.

Obr. 51 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 brzdný výkon,
- bez kontaktu s vodicí drahou 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 vodicí dráhy vzhledem k malým poloměrům zakřivení a vysoké stoupavosti (10 %),
- minimální územní nároky na vodicí dráhu,
- vlak pevně obepíná vodicí 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 energii 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 spojovat 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.

Obr. 52 JR-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 setrvačník.

Obr. 53 Setrvačník levitující na magnetickém polštáři

3.8 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.

3.8.1 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 plastikových 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.

Obr. 54 Balón bratří Montgolfierů

3.8.2 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. Ernshawův 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 „setrvačníkového efektu“ (toho, že se rotující setrvačník 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.

Obr. 55 Levitron vznášející se v magnetickém poli

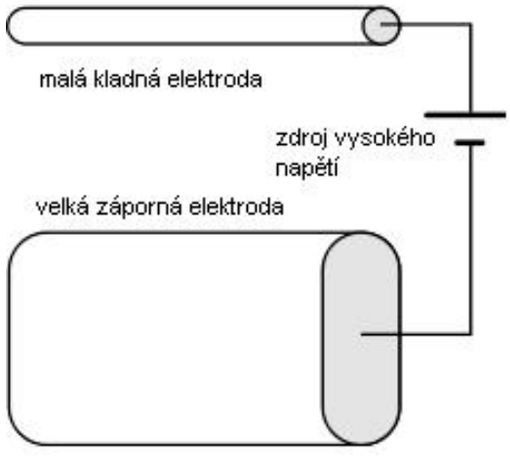
3.8.3 Elektrostatická síla: Další předváděná hračka

(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 „řídit“ pohyb hliníkového proužku.

Obr. 56 Elektrostatické odpuzování stejných nábojů

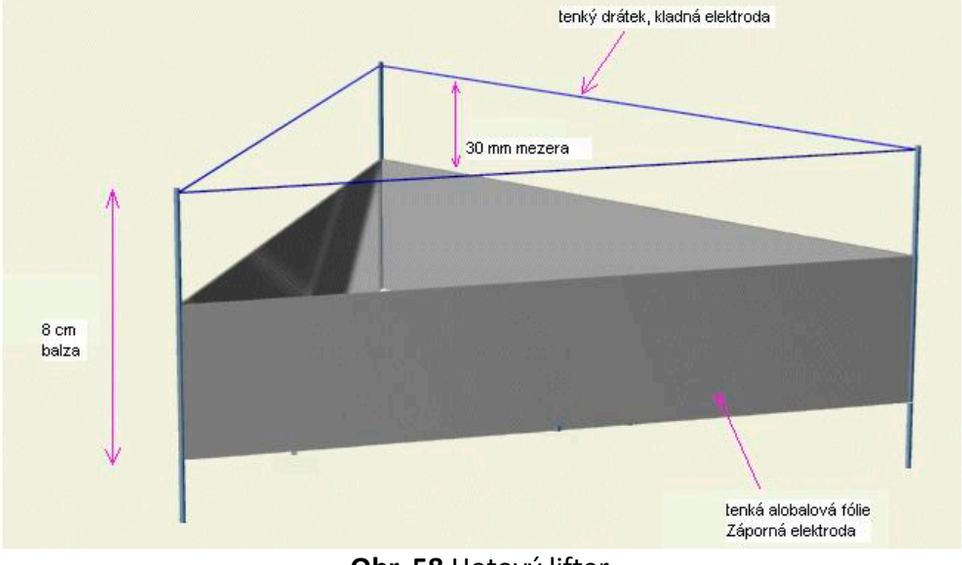
3.8.4 Lifter, asymetrický kondenzátor:

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 nějž je velká geometrická odlišnost kladné a záporné elektrody. Jedna z možných konstrukcí je na obrázku 57. Právě pro tuto odlišnost nazýváme lifter asymetrickým kondenzátorem.



Obr. 57 Princip lifteru

Samotnou konstrukci pak ukazuje obrázek 17. 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 59.



Obr. 58 Hotový lifter

Obr. 59 Lifter "v akci" [zdroj http://elektronik.webz.cz/img/lifter2.jpg]

3.9 Pokusy s radioaktivitou

Obr. 60 Symbol pro radioaktivitu [zdroj http://cs.wikipedia.org/wiki/Radioaktivita]

Radioaktivita neboli radioaktivní rozpad je samovolná přeměna jader nestabilních nuklidů na jiná jádra, při níž vzniká ionizující záření. Změní-li se počet protonů v jádře, dojde ke změně prvku. Radioaktivitu objevil v roce 1896 Henri Becquerel u solí uranu. K objasnění podstaty radioaktivity zásadním způsobem přispěli francouzští fyzikové Pierre Curie a Maria Curie-Skłodowska (polského původu). Radioaktivita se běžně rozděluje na radioaktivitu přirozenou a umělou.

Přirozená radioaktivita je důsledkem samovolného rozpadu atomového jádra. Přirozeně radioaktivních je mnoho látek v přírodě (takové látky se pak označují jako radioaktivní látky), včetně tkání živých organismů.

Umělou radioaktivitu získají prvky transmutací, vlivem řetězové reakce nebo působením urychlených částic. Umělá radioaktivita je tedy podmíněna přeměnou jádra, která je způsobena vnějším vlivem, např. při ostřelování částicemi α se jádra mohou dále samovolně rozpadat, vykazují radioaktivitu. Takováto jádra v přírodě běžně neexistují, ale byla vytvořena uměle. Zákonitosti rozpadu těchto uměle vytvořených jader jsou shodné se zákony popisujícími rozpad přirozeně radioaktivních jader. Poněvadž však ke vzniku těchto jader byl nutný vnější umělý zásah, hovoříme o umělé radioaktivitě.

Jev umělé radioaktivity lze demonstrovat na následujícím příkladu. Vložením radioaktivního izotopu polonia ^{210}Po do hliníkové nádoby pozorujeme pronikavé záření, které vychází z nádoby a které neustává ani po odstranění polonia z nádoby. Hliníková nádoba se tedy působením radioaktivního polonia sama stala (uměle) radioaktivní. Polonium je totiž přirozeně radioaktivní, přičemž při svém rozpadu vyzařuje α-částice, které přeměňují hliník na izotop fosforu

$$^{27}_{13}Al + ^{4}_{2}\alpha \rightarrow ^{30}_{15}P + n,$$

kde *n* označuje neutron.

Izotop fosforu ^{30}P je však nestabilní s poločasem rozpadu 135 s. Prostřednictvím kladného beta rozpadu přechází na stabilní křemík, tzn.

$$^{30}_{15}P \rightarrow ^{30}_{14}Si + e^{+} + \nu,$$

kde e^+ je vyzářený pozitron a *ν* představuje neutrino.

Umělou radioaktivitu poprvé pozorovali manželé Joliot-Curie v prosinci 1933. Omylem zapomenutá hliníková fólie po pokusech s pozitrony zůstala u čítače paprsků. Na něm se později objevil nezvykle vysoký počet záznamů. Při pátrání po příčině se podařilo objevit výše zmíněnou reakci a chemicky ji dokázat. Za svůj objev byli oba objevitelé oceněni Nobelovou cenou.

Rozlišujeme základní čtyři typy radioaktivního záření:

- Záření α je proud jader helia (α-částic) a nese kladný elektrický náboj, má nejkratší dosah (lze ho zastavit např. i listem papíru).
- Záření β je proud záporně nabitých elektronů. Někdy se rozlišuje záření β- (elektrony) a β+ (kladně nabité pozitrony), lze ho zachytit 1 cm plexiskla nebo 1 mm olova.
- Záření γ je elektromagnetické záření vysoké frekvence neboli proud velmi energetických fotonů. Nemá elektrický náboj, a proto nereaguje na elektrické pole. Jeho pronikavost je velmi vysoká, pro odstínění se používají velmi tlusté štíty z kovů velké hustoty (např. olovo) nebo ze slitin kovů velké hustoty. Platí, že čím je vyšší hustota a tloušťka štítu, tím více je záření odstíněno.
- Neutronové záření je proud neutronů. Nemá elektrický náboj. Pohltí jej tlustá vrstva vody nebo betonu.
- Na workshopu byla stručně zmíněna problematika podstaty a vzniku radioaktivního záření i možného vlivu na životní prostředí a lidské zdraví. Studenti byli okrajově seznámeni s principem funkce jaderné elektrárny jako velmi významného zdroje elektrické energie a s vojenským využitím atomové energie.

Dále byly demonstrovány pokusy se soupravou Gama-Beta:

- Existence přirozeného záření, které nás obklopuje.
- Možnosti detekce záření (světelný a zvukový signál ze senzoru soupravy Gama-Beta).
- Možnosti odstínění záření vrstvou vzduchu, papíru, lidskou rukou, textilem, kovem, …
- Důkaz statistického rozdělení počtu částic vyletujících ze zdroje.

Obr. 61 Americiový radioaktivní zdroj ze soupravy GamaBeta

4 Použitá literatura a další zdroje

[1] 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.

[2] JINDRA, Jaroslav. Experiment jako motivační prvek ve výuce mechaniky kapalin na základní škole, 2009, 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
http://cs.wikipedia.org/wiki/Radioaktivita
http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/802-radioaktivita
http://www.cez.cz/cs/vyzkum-a-vzdelavani/pro-pedagogy/materialy-pro-vyuku/gamabeta/3.html

5 Závěr

V rámci workshopu bylo žákům několika středních 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, radioaktivita, …), 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 střední 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., PaedDr. Vladimír Sirotek, CSc. Mgr. Jitka Štrofová, Ph.D.
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 978-80-261-0176-5