



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Podpora talentovaných žáků v Plzeňském kraji Reg. č. CZ.1.07/1.2.03/02.0001

SBORNÍK

ODBORNÝ PŘÍRODOVĚDNÝ KEMP

BIOLOGIE, CHEMIE

26. - 30. SRPNA 2013

WWW.PODPORATALENTU.CZ

TENTO PROJEKT JE FINANCOVÁN Z PROSTŘEDKŮ PLZEŇSKÉHO KRAJE.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

OBSAH

BILOGICKÝ KEMP..... 3

CHEMICKÝ KEMP 30

BIOLOGICKÝ KEMP

Méně běžné druhy rostlin nalezené při exkurzi 27. 8. 2013

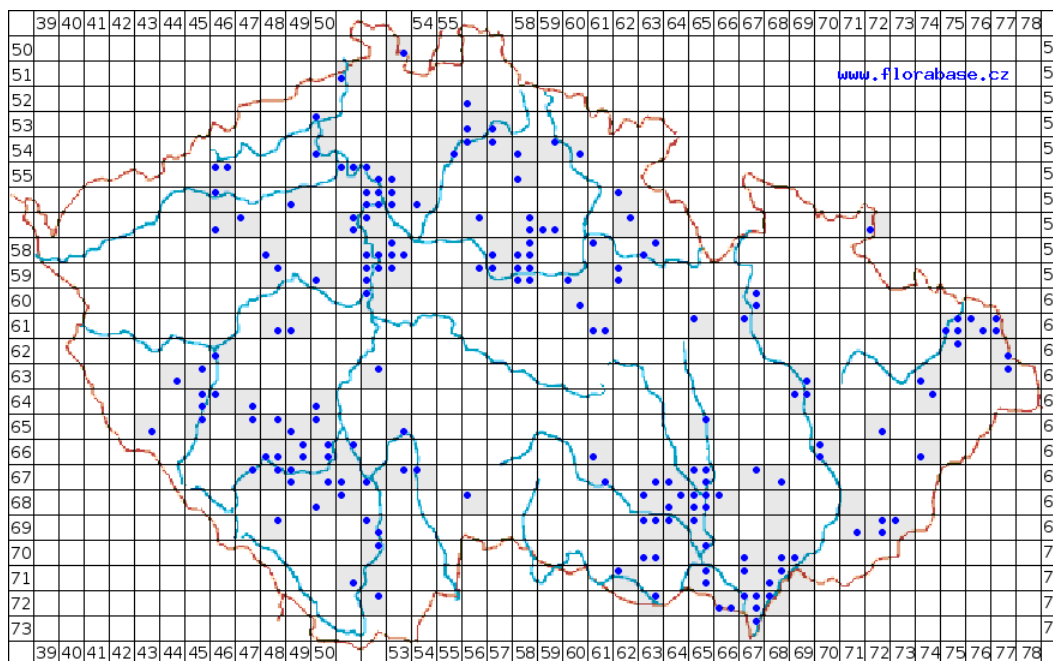
Zdeňka CHOCHOLOUŠKOVÁ

1 Úvod

Praktické poznávání rostlin při exkurzích je často cenným zdrojem informací o jejich výskytu. I v době internetových databází plných lokalit a fotografií, je nenahraditelné pořizování dalších terénních dat. Tato data mohou sloužit jak k obohacení databází, tak i ke studiu změn v čase. Pro příklad využití databáze použijeme databázi www.florabase.cz. Exkurze umožňují účastníkům praktickou zkušenost s daným druhem, možnost osahat si tuhost listů, přivonět a tak si druh lépe zafixovat v paměti, což zatím žádná internetová databáze nezvládne.

2 Zajímavé byliny

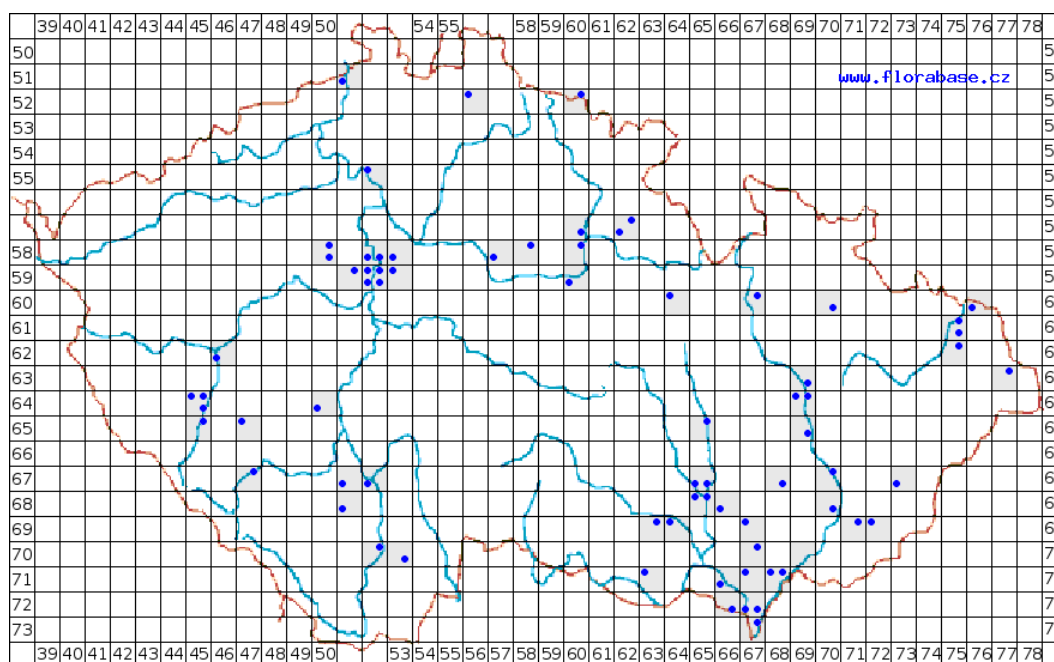
Milička menší (*Eragrostis minor*) – jednoletá, drobná, trsnatá tráva z čeledi lipnicovitých (*Poaceae*), původní ve Středomoří a na středním Východě. Na naše území se dostala jako archeofyt (před objevením Ameriky). V poslední době se šíří na sušších stanovištích, podél silnic, ve spárách dlažby ve městech, což je pravděpodobně způsobeno odolností vůči zasolení a vůči vyšším dávkám dusíkatých látek. Z České republiky je uváděno 378 nálezů (www.florabase.cz). Při exkurzi byla demonstrována ve spárách dlažby před budovou internátu SPŠD v Plzni na Slovanech.



Obr. 1: Výskyt miličky menší (*Eragrostis minor*) na území České republiky (Zdroj: www.florabase.cz)

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

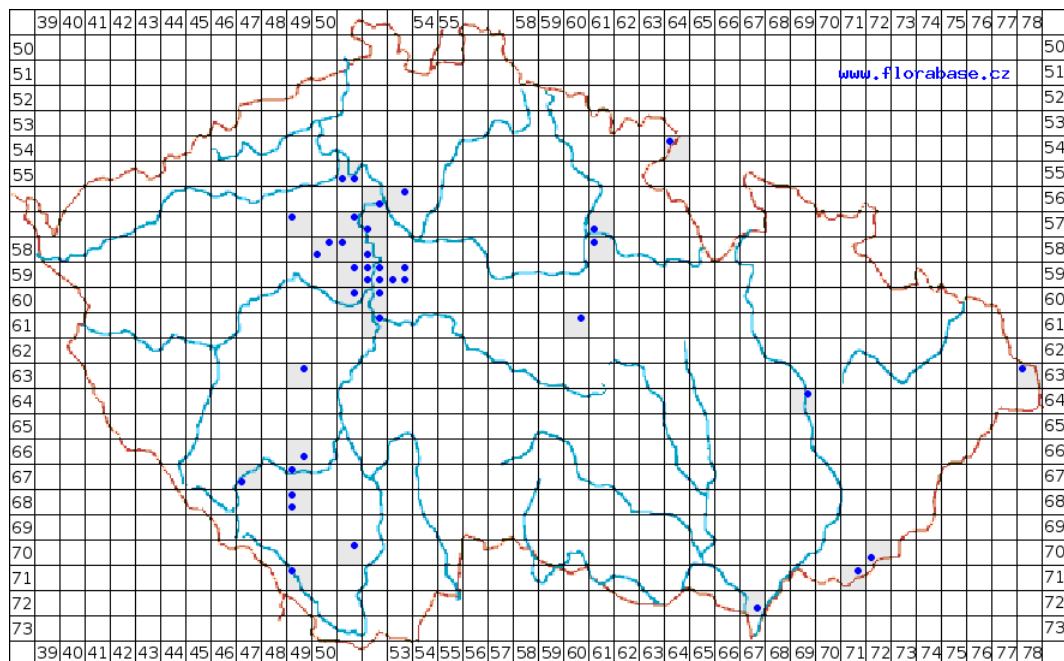
Laskavec bílý (*Amaranthus albus*) – teplomilná, jednoletá bylina z čeledi laskavcovitých (*Amaranthaceae*). Původní v Mexiku a jižních částech USA. Do České republiky je nejčastěji zavlékán železniční dopravou s obilím, olejninami, osivem, železnou rudou (Jehlík, 1998). Druh se drží sekundárních stanovišť a neproniká do volné krajiny. Ve světě je místy používán jako topivo (Střední Asie) nebo jako přísada do salátů (Německo, Kanada) (Mlíkovský et Stýblo, 2006). Nízké, sešlapávané rostliny, cca do 15 cm rostou hojně ve spárách dlažby před budovou internátu SPŠD v Plzni na Slovanech vedle vypuštěné kašny. Z České republiky je uváděno 218 nálezů (www.florabase.cz).



Obr. 2 Výskyt laskavce bílého (*Amaranthus albus*) na území České republiky (Zdroj: www.florabase.cz)

Štětíčka větší (*Virga strigosa*) – neofytní dvouletá vysoká bylina s pichlavými kulatými strbouly z čeledi štětkovitých (*Dipsacaceae*), původní v Malé Asii, na Kavkaze, v jižním Rusku, severním Íránu a Turkmenistánu. V České republice byla pěstována jako okrasná bylina. V současné době je z České republiky uváděno 64 nálezů (www.florabase.cz). Při exkurzi byla ověřena již z Plzně známá lokalita na Doubravce, Rokycanské ulici, pod mostem přes Úslavu. Porost se nezvětšuje, nachází se vpravo u cesty směrem k Letné v počtu 8 plodných rostlin.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 3 Výskyt štětičky větší (*Virga strigosa*) na území České republiky (Zdroj: www.florabase.cz)

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



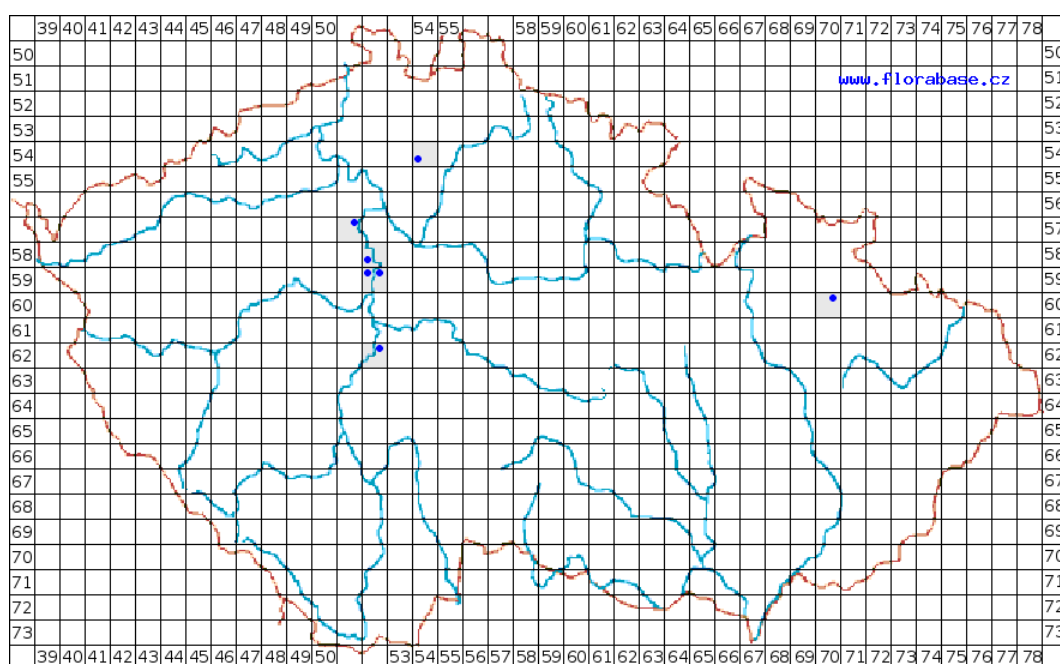
Obr. 4 Štětíčka větší (*Virga strigosa*) (Foto: Z. Chocholoušková)



Obr. 5 Štětíčka větší (*Virga strigosa*), detail strboulu (Foto: Z. Chocholoušková)

2.1 Zajímavé dřeviny

Křídlatec trojlistý (*Ptelea trifoliata*) – neofyt z čeledi routovitých (*Rutaceae*). Nápadné vonné trojlistky střídavě uspořádané na větvi a křídlaté nažky nás upozorní na v Plzni nepříliš často pěstovaný opadavý mnohomanželný keře nebo nízký strom. Při exkurzi jsme se s ním setkali v parku u cesty, kde jsou vysazeny 3 stromky před budovou ÚMO 1 Slovany. Původní je v atlantické části USA a v Mexiku, do Evropy byla introdukována v roce 1724 a do Čech v roce 1835, kdy byla vysazena do pražské Královské obory (Slavík 1997). V současné době je z České republiky uváděno 7 nálezů (www.florabase.cz).



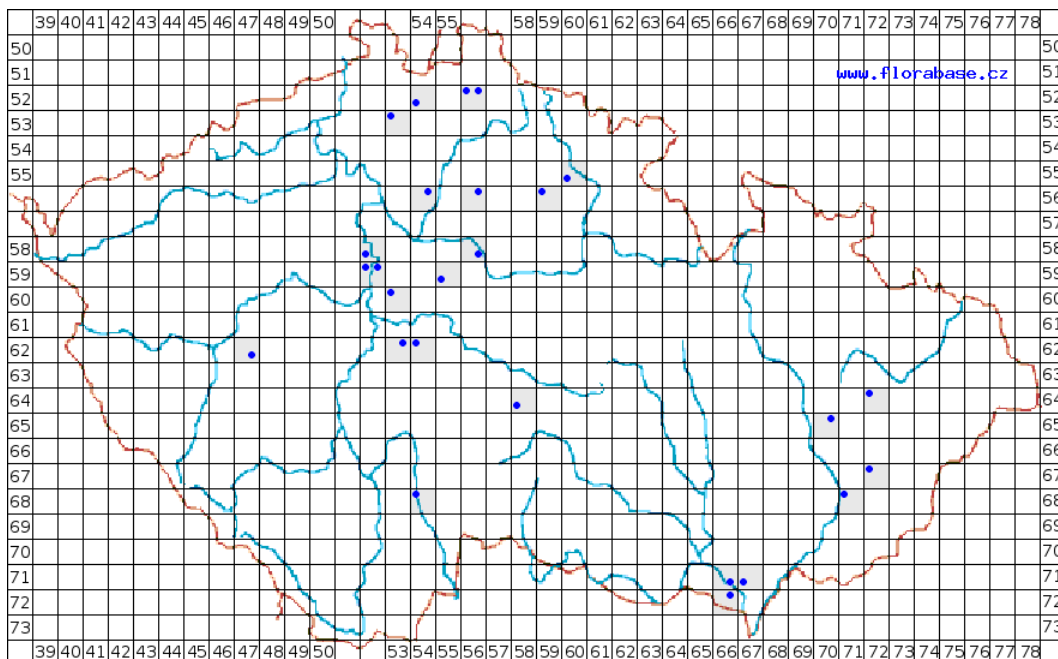
Obr. 6 Výskyt křídlatce trojlistého (*Ptelea trifoliata*) na území České republiky (Zdroj: www.florabase.cz)



Obr. 7 Křídlatec trojlistý (*Ptelea trifoliata*), trojčetné listy a křídlaté nažky (Foto: Z. Chocholoušková)

Javor stříbrný (*Acer saccharinum*) – jednodomý nebo dvoudomý strom z čeledi javorovitých (*Aceraceae*) s listy svrchu zelenými, zrubu bílými. Při exkurzi jsme obdivovali stromořadí podél cesty lemující Úslavu ze Slovan na Doubravku. Původní je ve střední části Severní Ameriky, kde osidluje vlhké až zbahnělé půdy. Do Evropy byl introdukován v roce 1725 a do Čech v roce 1835, kdy byl vysazen do pražské Královské obory (Slavík 1997). V současné době je z České republiky uváděno 36 nálezů (www.florabase.cz).

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 7 Výskyt javoru stříbrného (*Acer saccharinum*) na území České republiky (Zdroj: www.florabase.cz)

3 Závěr

Vysazovaným druhům botanici obvykle nevěnují velkou pozornost, často při exkurzích mívají tyto druhy se slovy: „To je pěstovaný druh“ a už vůbec nesbírají herbářové položky. O tom svědčí i skutečnost, že křídlatec trojlistý (*Ptelea trifoliata*) není v Plzni vůbec v použité databázi uveden a stejně tak štetička větší (*Virga strigosa*), která už z kultury evidentně utíká a zplaňuje. Sledování těchto druhů je velmi důležité, nejen pro jejich estetickou hodnotu, ale i proto, že některé z nich mohou pronikat i do přirozených porostů a potencionálně se mohou chovat invazně – jako např. javor jasanolistý (*Acer negundo*) nebo borovice vejmutovka (*Pinus strobus*), které jsme na exkurzi rovněž měli možnost vidět.

4 Použitá literatura

JEHLÍK, V.: Cizí expanzivní plevele České republiky a Slovenské republiky. Academia, Praha. 506 s. ISBN 80-200-0656-7

MLÍKOVSKÝ, J., STÝBLO, P. Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. 1. vyd. Praha: Český svaz ochránců přírody, 2006. 496 s. ISBN 80-86770-17-6.

PYŠEK P., SÁDLO J. et MANDÁK B.: Catalogue of alien plants of the Czech Republic. – Preslia, Praha, 2002. 74: 97-186.

SLAVÍK B. (ed): Květena České republiky 5. Academia, Praha. 568 s. ISBN 80-200-590-0
Dostupné na internetu: <<http://www.florabase.cz/>>.

5 Kontakt na autora

RNDr. Zdeňka Chocholoušková, Ph.D.

Centrum biologie, geověd a envigogiky, FPE, ZČU v Plzni

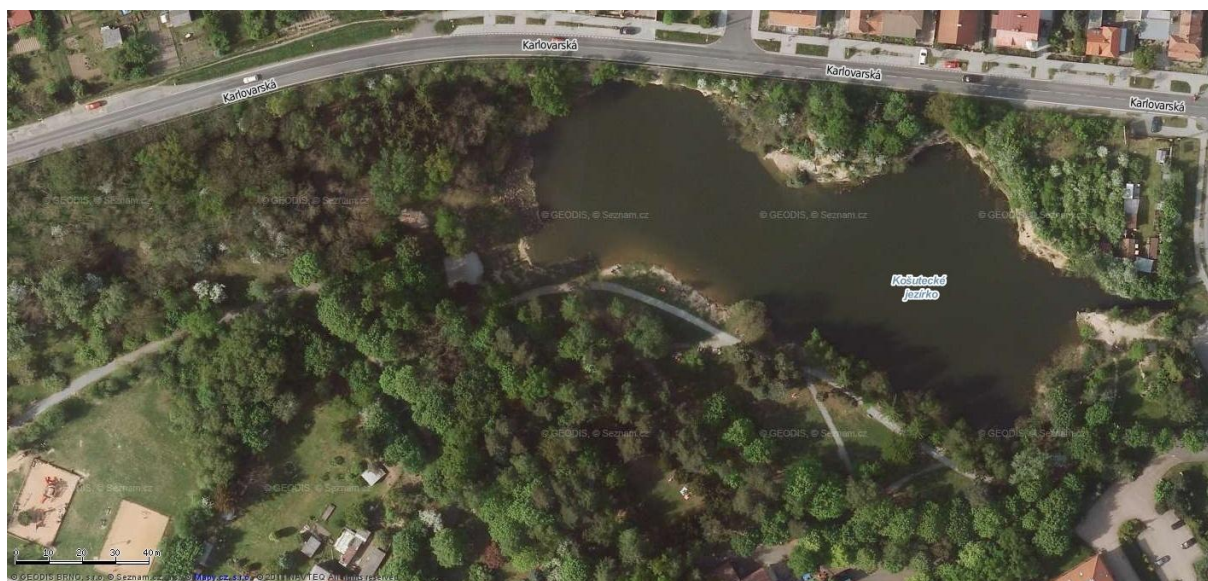
chochol@cbg.zcu.cz

KOŠUTECKÉ JEZÍRKO – JAK ZLEŠIT KVALITU VODY?

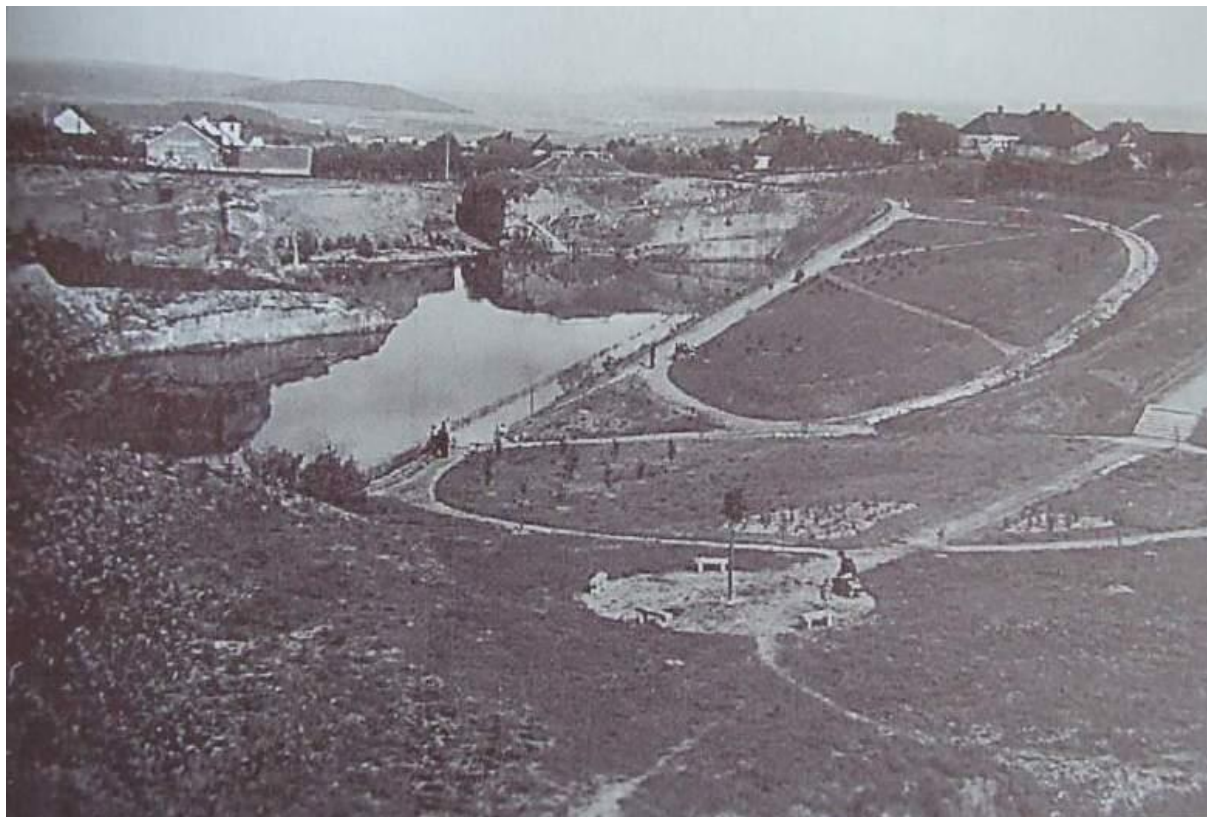
Jindřich DURAS, Tomáš Č. KUČERA, Luboš ZELENÝ

1 Úvod

Košutecké jezírko v Plzni (obr. 1) vzniklo po ukončení těžby pískovce (a písku) v kamenolomu. Lokalita byla rekultivována a v roce 1937 bylo jezírko jako součást nově založeného parku předáno veřejnosti. Při zakládání parku (obr. 2) byly použity rychle rostoucí dřeviny (smrky, osiky...) a také tehdy módní akát, jehož dnes považujeme za invazivní dřevinu. Byly sice vysazeny i cennější dřeviny (duby) ale většina z nich uhynula zamokřením v období zvýšené hladiny vody v jezírku.



Obr. 1: Košutecké jezírko v Plzni a jeho mikropovodí v současnosti.



Obr. 2: Košutecké jezírko a nově budovaný park. Pohled na lokalitu v roce 1941.

Za 75 let existence jezírka se lokalita stala vyhledávaným místem ke koupání. Jezírko má rozlohu 1 hektar, maximální hloubku 10 m a průměrnou hloubku 4 m. Košutecké jezírko nemá žádný stálý přítok povrchové vody, voda do něj infiltruje z podzemí.

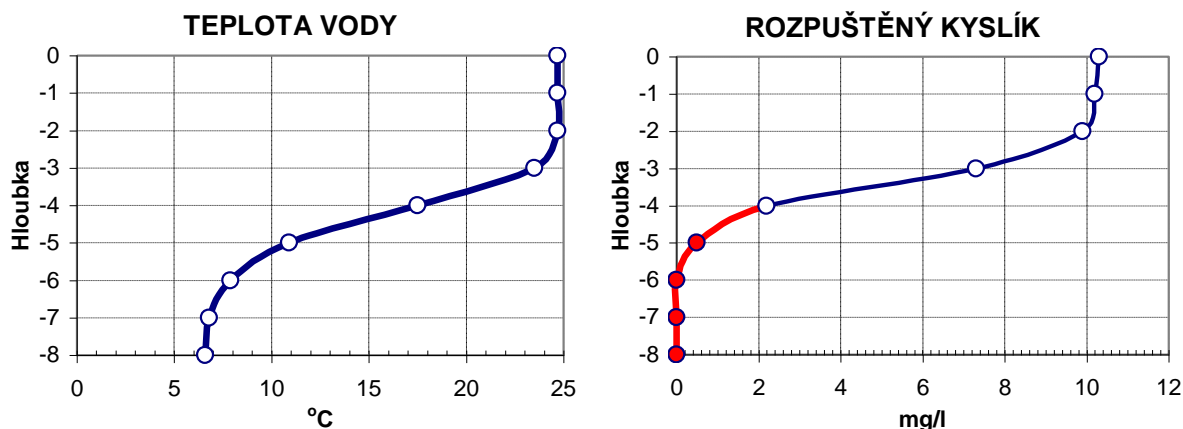
2 Situace – kvalita vody v jezírku

V posledních zhruba 10 letech byly zaznamenány sezóny se zhoršenou kvalitou vody: snížená průhlednost vody a vegetační zákal fytoplanktonem, v některých letech (2012) dokonce zřetelná přítomnost sinic tvořících vodní květ. Tyto sinice jsou schopny produkovat látky nepříznivě působící na lidské zdraví (tzv. cyanotoxiny), a proto je jejich zvýšený výskyt v koupacích vodách velmi nežádoucí.

Příčinou rozvoje sinic je dostatek fosforu. Právě fosfor je ve sladkovodních ekosystémech tou nejdůležitější živinou. Kolik je fosforu, taková je i biomasa organismů: planktonních řas ⇒ zooplanktonu ⇒ ryb. Pokud se v ekosystému usadí sinice, vytvářejí vysokou biomasu ony.

Kde se fosfor v Košuteckém jezírku bere? Dostává se sem například se splachy z povodí jezírka, a to zejména v podobě listů a dalšího rostlinného opadu. Tento materiál se po celou dobu trvání jezírka postupně hromadil na dně, kde se pomalu rozkládal – a spotřebovával při tom kyslík rozpuštěný ve vodě. U dna se postupně vytvořily bezkyslíkaté (anoxické) poměry, které způsobily, že prakticky celá plocha dna je neobyvatelná nejen pro ryby, ale také například pro larvy vodního hmyzu (pakomáři – čeled' *Chironomidae*) či pro mlže. V posledním desetiletí se u dna vyskytuje také jedovatý sulfan (H_2S).

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 3: Košutecké jezírko – změna teploty a obsahu rozpuštěného kyslíku v hloubkovém profilu (od hladiny ke dnu). Situace na začátku srpna 2013. Na křivce koncentrací rozpuštěného kyslíku je červeně vyznačena oblast, kde už není možný život ryb.

Poměry v jezírku ukazují grafy na obr. 3. Pro pochopení toho, co se v jezírku děje, má zásadní význam poznat tzv. teplotní zvrstvení, neboli stratifikaci. Je vidět, že ve hloubce mezi 3 a 5 m se náhle mění teplota vody z 24 na 11 °C. Protože se zde teplota vody mění skokem, nazývá se tato vrstva skočná. Skočná vrstva odděluje teplou vodu při hladině, kde žije běžný plankton a ryby, od studené vody u dna. Oddělení je velmi účinné, takže ani nedochází k doplňování rozpuštěného kyslíku ke dnu. V chladné bezkyslíkaté vodě v hloubce tak žijí pouze anaerobní organismy, které nepotřebují ke svému životu kyslík. Jsou to především bakterie a prvoci (bezbarví bičíkovci). Z bakterií jsou zajímavé sírné bakterie, které využívají jako náhražku za kyslík sírany. Přitom dochází k redukci síranů až na sulfan.

Z pohledu růstu sinic je důležité, že za bezkyslíkatých poměrů se ze dna uvolňují sloučeniny fosforu, které pomalu (difuzí) přecházejí směrem ke hladině a zásobují sinice. Je tedy vidět, že teplotní zvrstvení má velký vliv na kyslíkový režim a také na koloběh živin v jezírku.

Pro rozvoj sinic, a tedy i pro kvalitu vody je důležitá také úloha rybí obsádky, která má schopnost fosfor recyklovat. Fosfor vázaný v potravě, např. v zooplanktonu, ryby částečně zabudují do svého těla. Většinu fosforu ale trávením přemění na rozpuštěné sloučeniny, zejména na fosforečnany, které jsou výborně využitelné pro růst řas a sinic. Rybí obsádka si tak vlastně sama zvyšuje úživnost svého prostředí.

Na jezírku se trvale zabydly kachny, což dělá radost návštěvníkům s dětmi. Krmit zvířátka je oblíbená činnost. Z pohledu kvality vody ale kachny představují spíše potíže. Kachny svými výkaly obohacují vodu nejen o živiny využitelné sinicemi, ale také o své střevní bakterie, které pro koupající se lidi jsou zdravotním rizikem (hlavně průjmová onemocnění). Navíc bývají kachny pravidelným hostitelem motolic. Vajíčka motolic se s trusem kachen dostávají do vody. Tam se z nich líhnou mikroskopické larvičky, které se zavrtávají do vodních plžů. V nich se larvičky dále vyvíjejí a rozmnožují – jedná se už o tzv. cercárie. Cercárie plže průběžně opouštějí a při hledání svého hlavního hostitele, kachny, se mohou omylem zavrtat do kůže koupajícího se člověka. Náš imunitní systém sice cercárie zneškodní, ale zůstane nám nepříjemný svědivý pupínek. Kachny jsou tedy v koupacích vodách všestranně rizikové a to musíme ještě vzít v úvahu i obrovské množství pečiva, které do vody naházejí návštěvníci jako krmivo.

Shrnutí: Z toho, co bylo uvedeno, vidíme, že snaha o zlepšení kvality vody Košuteckého jezírka musí vést přes fosfor, který je pro růst sinic klíčovou živinu. V této souvislosti je třeba se

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

věnovat omezení splachů do jezírka, dále uvolňování fosforu z bahna na dně a řešit bude nezbytné i rybí obsádku a také početné hejno kachen.

2.1 Terénní práce a pozorování

Při návštěvě jezírka byly odebrány vzorky vody z hloubky 20 cm a z hloubky 6-7 m (z lodky, odběrák typu Friedinger uzavíraný trhnutím). Přenosnou terénní sondou byla na břehu změřena u obou vzorků teplota vody, hodnota pH a koncentrace rozpuštěného kyslíku. Voda z hloubky byla studená, bez kyslíku a výrazně páchla sirovodíkem (sulfan, H₂S). Vorky vody byly přeneseny do laboratoře k mikroskopickému pozorování.

Zároveň byly odebrány vzorky síťového planktonu (planktonní síť, fixace formaldehydem), nárostu na ponořených rostlinách a také vzorek sedimentu speciálním odběrákem (tzv. jádrový sběrač). Bahno bylo černé, páchlo sirovodíkem a obsahovalo četné bubliny bahenního plynu.

Při průzkumu litorálu (příbřeží) bylo nalezeno několik druhů bahenních a vodních rostlin, např. stolítek klasnatý (*Myriophyllum spicatum*), růžkatec ponořený (*Ceratophyllum demersum*), rdesno obojživelné (*Persicaria amphibia*) – vodní i suchozemská forma, orobinec širokolistý (*Typha latifolia*)...

3 Situace – mikropovodí jezírka

Poměry v jezírku nelze zkoumat odděleně od jeho povodí. Povodí jezírka totiž rozhoduje o množství a kvalitě vody, která do jezírka vstupuje. Také všechny zásahy v povodí a všechny lidské činnosti, které zde probíhají, mají na jezírko nějaký vliv.

Břeh jezírka je poměrně hustě porostlý stromy, které se naklánějí nad hladinu, zejména bříza a akát (obr. 4). Stromy sice hezky vypadají, ovšem listí, které padá do vody, zhoršuje kyslíkové poměry u dna. Je tedy nezbytné uvažovat o částečné redukci těchto porostů.

Odvodnění plochy parku je provedeno tak, že odtékající voda je svedena ke strmě spadajícím břehům. Ty jsou vodou narušovány (zhoršení přístupu k vodní hladině) a zemina je splavována do jezírka (obr. 5). Zároveň je do vody splavováno množství rostlinného materiálu – listy, zbytky trávy, jehličí, šišky... Část tohoto materiálu je zachycována v pásu orobinců podél břehu u pláže. Tím sice orobinec plní svoji funkci, tedy chránit jezírko před splachy, ovšem za dlouhé období se v příbřežním pásu nahromadilo značné množství organických zbytků, z nichž se mohou uvolňovat živiny a podporovat růst sinic.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 4: Košutecké jezírko – břehové porosty, které jsou zdrojem opadu.



Obr. 5: Košutecké jezírko – erozí narušený břeh.

Obr. 6: Košutecké jezírko – nevhodné parkové dřeviny (smrky), které podporují rychlý povrchový odtok vody. Stromy jsou navíc ve špatném zdravotním stavu.

Park obklopující jezírko je v současné době tvořen převážně málo hodnotnými dřevinami. Jedná se o invazivní akát, rychle rostoucí (tedy krátkověké) břízy a osiky či o skupinu smrků ve špatném zdravotním stavu. Jedním z důsledků je, že půda v parku má poměrně hodně míst, kde se dešťová voda špatně zasakuje. Jakmile srážková voda rychle odtéká, dochází nejen k erozi půdy v parku, ale do jezírka se také splavuje velké množství rostlinného materiálu.

Shrnutí: Při úvahách, jak zlepšit kvalitu vody v jezírku, se musíme zabývat i celým jeho povodím. Pozornost je třeba soustředit na skladbu zeleně a odtokové poměry v parku, protože se projevují příliš vysokým vstupem organické hmoty do jezírka.

3.1 Terénní práce a pozorování

Při pochůzce okolím Košuteckého jezírka jsme prohlédli erozí poškozené břehy a dráhy soustředěného odtoku vody. Ukázali jsme si, kde přibližně a jakým způsobem je třeba vybudovat drobné objekty na zachytávání splavovaného materiálu. Ten se musí průběžně odvážet.

4 Projekt zlepšení kvality vody

Návrh projektu vycházel z poznatků, které byly stručně shrnuty v předchozím textu. Navíc byla podrobně hodnocena společenstva zoo i fytoplanktonu, porosty vodních rostlin a také chemické analýzy bahna. Projekt zahrnuje opatření zaměřená současně na jezírko i na jeho povodí.

4.1 Opatření zaměřená přímo na jezírko

Už v roce 2013 byl proveden zásah do koloběhu fosforu v jezírku práškovým síranem hlinitým. Jemný bílý prášek se při sypání z lodi rychle rozpouští a síran hlinitý ve vodě během několika desítek vteřin hydrolyzuje na hydroxid hlinitý, který vytvoří bílou sraženinu. Během následujících několika minut sraženina vyvločkuje. Vločky na sebe nachytávají drobné částičky z vodního sloupce včetně fytoplanktonu a zároveň vychytávají i sloučeniny fosforu. Pak během jednoho až tří dnů vločky klesnou na dno, kde začíná jejich nejdůležitější působení – zachycují sloučeniny fosforu, které se uvolňují z bahna. Tím dochází k ochuzování vodního ekosystému o nejdůležitější ze všech živin. Aplikace sloučenin hliníku se bude muset po několik let opakovat.

Regulace rybí obsádky zatím proběhla jen málo – rybáři, kteří jezírko obhospodařují, slíbili nasadit méně kaprů a naopak vysadit více štik, které by dokázaly omezit početná hejna plotic. V dalším roce bude třeba tlak na rybí obsádku zvýšit. Především bude vhodné odlovit větší část populace planktonožravých ryb: plotic, cejnů a ouklejí, které jsou v recyklování fosforu neúčinnější. K lovu ryb se bude muset použít buď záťahových sítí nebo elektrolov.

Počítá se s obnovou příbřežního pásu orobinců, které jsou silně zanesené organickým materiálem, jenž se sem naplavil z povodí jezírka. Je otázka, zda bude stačit porost pouze důkladně pročistit a nebo ho celý odtěžit a znova vysadit.

Regulace kachen je velký oříšek, protože se velmi rády zdržují tam, kde je lidé krmí. Zároveň je velmi obtížné lidem vysvětlit, že krmit kachny není dobré. Zajistit soustavné plašení kachen tak, aby nebyli rušeni i návštěvníci parku, je v zásadě nemožné. Ani odchyt a přemísťování kachen není jednoduchá záležitost. Otázka tedy zatím rozřešena není.

4.2 Opatření zaměřená na povodí jezírka

Tato opatření lze rozdělit na ta, která lze uskutečnit ihned a v blízké budoucnosti, a na opatření dlouhodobá.

Už v roce 2013 byla provedena první probírka stromů sklánějících se nad vodní hladinu. V dalším roce budou odstraněny další dřeviny. Zároveň budou opraveny erozí poničené strmé břehy jezírka tak, aby vznikl schůdný přístup ke břehu. Připravovány jsou také změny v systému odvodnění povodí jezírka, aby odtékající voda nepoškozovala břehy. Na stružkách budou navíc osazeny nízké přehrážky na zachycování splavovaného rostlinného materiálu, jenž by se jinak dostával rovnou do jezírka. Důležité je zabránit tomu, aby ze silnice nad pískovcovými stěnami (Karlovarská třída) stékala za deště voda omývající komunikaci přímo do jezírka.

Z dlouhodobých opatření je nejdůležitější zpracovat plán, jak dále pečovat o celý park. Které dřeviny odstranit, které ponechat jako trvalý základ vzhledu parku, jak park dále doplnit. Přitom ale bude muset zahradní architekt mít na zřeteli nejen to, aby park byl krásný, ale také to, aby bylo podporováno zasakování dešťové vody do půdy, tedy aby byl co nejvíce omezen povrchový odtok vody

5 Mikroskopické praktikum – vzorky odebrané v Košuteckém jezírku

Fytoplankton byl pozorován po centrifugaci vzorku v epruvetách na odstředivce. Povrchová vrstva vody byla poměrně chudě oživena – zcela převažovaly obrněnky rodu *Peridinium*. Tyto řasy jsou zajímavé svou schopností migrovat ve vodním sloupci a vytvářet husté populace v určitých vrstvách vody – například na vodárenské nádrži Nýrsko obvykle ve hloubce kolem pěti nebo sedmi metrů. Zajímavá je i schopnost obrněnek žít se mixotrofně – kromě fotosyntézy jsou schopné pohlcovat i bakterie či dokonce rozsivky.

V planktonu v bezkyslíkaté vrstvě vody byly zastíženy pouze blíže neurčené bakteriální organismy a bezbarví bičíkovci. Celkově bylo oživení velmi chudé druhově i početně.

Síťový plankton byl odebrán planktonní sítí o velikosti ok 100 um. Prohlížen byl především vzorek živý, a to v kapce na podložním sklíčku nejprve bez přiklopení krycím sklíčkem, aby se pozorované organismy mohly přirozeně pohybovat.

Ve vzorku byli hojně zastoupeni vířníci (*Rotatoria*), zejména rod *Hexarthra*, méně často byly vidět i další, jako třeba rod *Brachionus* s velkou svalnatou nohou. Vířníci mají v planktonu úlohu tzv. mikrofiltrátorů – vychytávají z vody drobné částičky bakteriální velikosti i větší, například drobné řasy. Výjimkou je dravý planktonní vířník rodu *Asplanchna*, který se ve vzorku vyskytoval jen vzácně.

Z korýšů byly pozorovány buchanky, vznášivky (obr. 7) a jejich vývojová stádia a perloočky. Buchanky (*Copepoda*) se vyznačují krátkými tykadly a dospělé samice mají dva sáčky s vajíčky (ovisaky). Jsou to dravci, stejně jako jejich nedospělá stádia, kopepoditi. Naproti tomu nauplia (obr. 8), která jsou nejmladšími vývojovými stádii, se živí planktonními řasami – sama pak slouží jako potrava kopepoditům a dospělým buchankám. Svými vlastními potomky si tak vlastně dravé buchanky zajišťují dostatek živočišné potravy a zpřístupňují si tak primární produkci fytoplanktonu.



Obr. 7: Vlevo buchanka (*Cyclops*), vpravo vznášivka (*Eudiaptomus*)



Obr. 8: Nauplius – nejmladší vývojové stádium buchaneč a vznášivek.

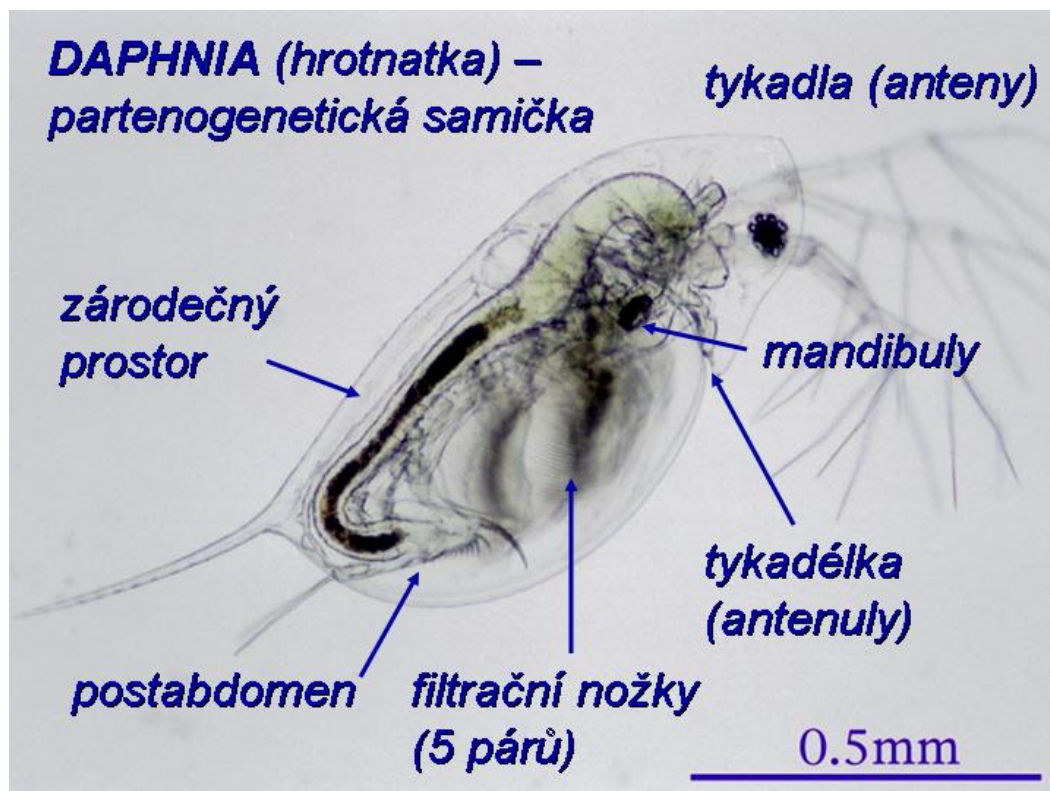
Vznášivky jsou filtrátoři, potravně zaměřeni na menší částice, tedy na drobné planktonní řasy. Býložravá jsou také jejich vývojová stádia (kopepoditi a nauplia). Od buchaneč se dospělé vznášivky na první pohled liší dlouhými tykadly (obr. 7). Prudkým švihnutím doširoka rozpažených tykadel dokáže vznášivka uniknout z dosahu predátora, zejména ryb.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Perloočky byly zastoupeny především rodem nosatička (*Bosmina*), dále drobnou perloočkou rodu *Ceriodaphnia* a méně i hrotnatkami (*Daphnia*). Všechny uvedené druhy jsou filtrátoři specializující se na fytoplankton. Perloočky po většinu sezóny rodí živá mláďata, která se vyvíjejí z vajíček v jejich zárodečném prostoru na zádové straně těla. Jedná se o tzv. partenogenezi, tedy o proces, kdy se vyvíjejí neoplozená vajíčka a vznikají tak jedinci se shodnými vlastnostmi jako jedinec mateřský. Filosofii tohoto způsobu rozmnožování je, že když se daří dobře rodičům, bude se stejně dobře dařit i jejich stejně nadaným potomkům. Když se podmínky pro život partenogenetické generace zhorší, z některých vajíček se vylíhnou samci a dojde na pohlavní rozmnožování, které zajišťuje kombinaci vlastností. Záměr se změnil: když podmínky nevyhovují rodičům, budou třeba vyhovovat potomstvu, které bude mít jiné vlastnosti, než rodič.



Obr. 9: Perloočky - vlevo nosatička (*Bosmina*), vpravo *Ceriodaphnia*.



Obr. 10: Perloočka rodu *Daphnia* a hlavní části jejího těla

Zooplankton je důležitou potravou pro ryby. Kromě vyloženě dravých druhů (štika, candát, sumec) se zooplanktonem ve větší či menší míře živí všechny druhy ryb. Ryby se při lovu orientují především zrakem a vybírají si ty největší jedince perlooček. Proto podle velikostního složení zooplanktonu můžeme usoudit na hustotu rybí obsádky. V Košuteckém jezírku byly zjištěny hlavně drobné druhy perlooček (*Bosmina*, *Ceriodaphnia*) a druhy schopné obratně unikat predátorům (buchanky, vznášivky). Naopak z větších perlooček (rod *Daphnia*) byl zastoupen jen drobný druh (*D. cucullata*), a to velmi řídko. Závěr lze učinit snadno: Rybí obsádka v Košuteckém jezírku je poměrně hustá, početné budou zřejmě hlavně planktonožravé ryby jako plotice a cejn.

6 Kontakt na autora

RNDr. Jindřich Duras, Ph.D.

Povodí Vltavy, státní podnik, Denisovo nábřeží 14, Plzeň

jindrich.duras@pvl.cz

Život v mořích kambria a devonu ve středních Čechách

MICHAL MERGL

1.1 Úvod

Střední Čechy jsou světově proslulou oblastí s mořskými usazeninami kambria, ordoviku, siluru a spodního a středního devonu. Výrazný je kontrast mezi kambriem a devonem. Kambrium je klastické, s druhově chudou avšak příznivě zachovalou faunou. Devon je karbonátový, s mimořádně bohatou a diverzifikovanou faunou, která je bohužel spíše úlomkovitá. Exkurzní zastávky vedou na dvě proslulé lokality těchto útvarů.

2 Exkurzní lokality

2.1 Kambrium: Rejkovice, vrch Ostrý

- Čas: Střední kambrium, 510 MA
- Geografické místo: Jižní polokoule, 30° jižní zeměpisné šířky; severní okraj prapevniny Gondwany
- Klima: Subtropy až teplejší mírné klima
- Prostředí: Mělké moře v blízkosti pobřeží
- Usazeniny: Prachovce
- Současné místo: Jinecko, Rejkovice, jižní svahy Ostrého
- Jednotka: Jinecké souvrství, zóna *Paradoxides gracilis*

Ve spodním kambriu byly střední Čechy souší, s nevýrazným pohořím, které bylo rychlou erozí postupně snižováno. Ve středním kambriu se při jižním okraji tohoto pohoří (přibližně na místě dnešních Brd) vytvořil mělkovodní mořský záliv či mírně členité pobřeží, které pokračovalo dále do prostoru dnešních středních, západních a východních Čech. Zachovány máme však jen erozní zbytky usazenin tohoto moře a to ve třech oblastech: na Jinecku, na Skryjsko-Týřovicku a na Chrudimsku. Všude tyto horniny dnes vystupují v úzkých pruzích, které vznikaly zvrásněním původně vodorovně uložených usazenin v průběhu variského vrásnění v mladších prvohorách.

Nejlépe známé, a to více než 150 let, jsou usazeniny středního kambria na Jinecku. Jsou proslulé bohatstvím a příznivým zachováním fosilií, především trilobitů, v menší míře i ramenonožců, ostnokožců a dalších živočišných skupin (Šnajdr, 1958). Celková mocnost mořských usazenin na Jinecku je asi 400 metrů. Usazeniny se dají rozdělit na několik zón na základě odlišného obsahu fosilií. K nejmladším patří zóny *Paradoxides gracilis* a zóna *Ellipsocephalus hoffi*.

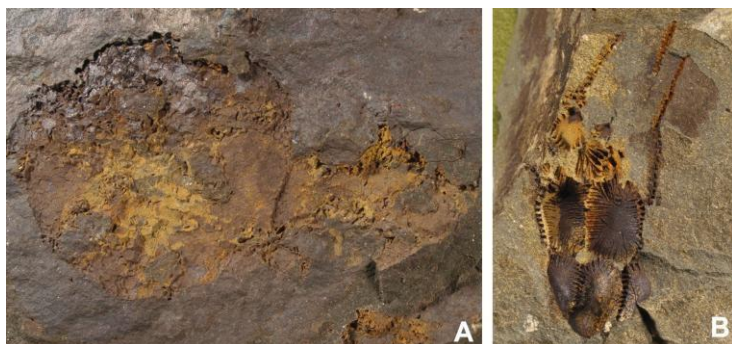
Většina klasických nalezišť na Jinecku je dnes chráněna zákonem a sběr fosilií na nich není možný. Proto se aktivity sběratelů přesouvají na jiné méně známé nebo nové lokality. Jižní svahy Ostrého jsou využívány mnoha sběrateli, kteří vyhloubili v lesích četné jámy, především v horninách zóny *Paradoxides gracilis*. Šedozelené prachovce jsou bohaté na fosilie, reprezentované izolovanými štíty trilobitů, vzácněji i kostrami ostnokožců. K významným fosiliím patří velký trilobit *Paradoxides gracilis* (Obr. 3), častým druhem je menší *Conocoryphe sulzeri* (Obr. 1) a *Ptychoparia mutica*. Další druhy trilobitů jsou vzácnější. Kromě toho se hojně vyskytuje i drobný agnostidní trilobit *Peronopsis integra*. K hojným fosiliím patří malé výrazně skultované desticky pralilijice *Lichenoides priscus* a

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

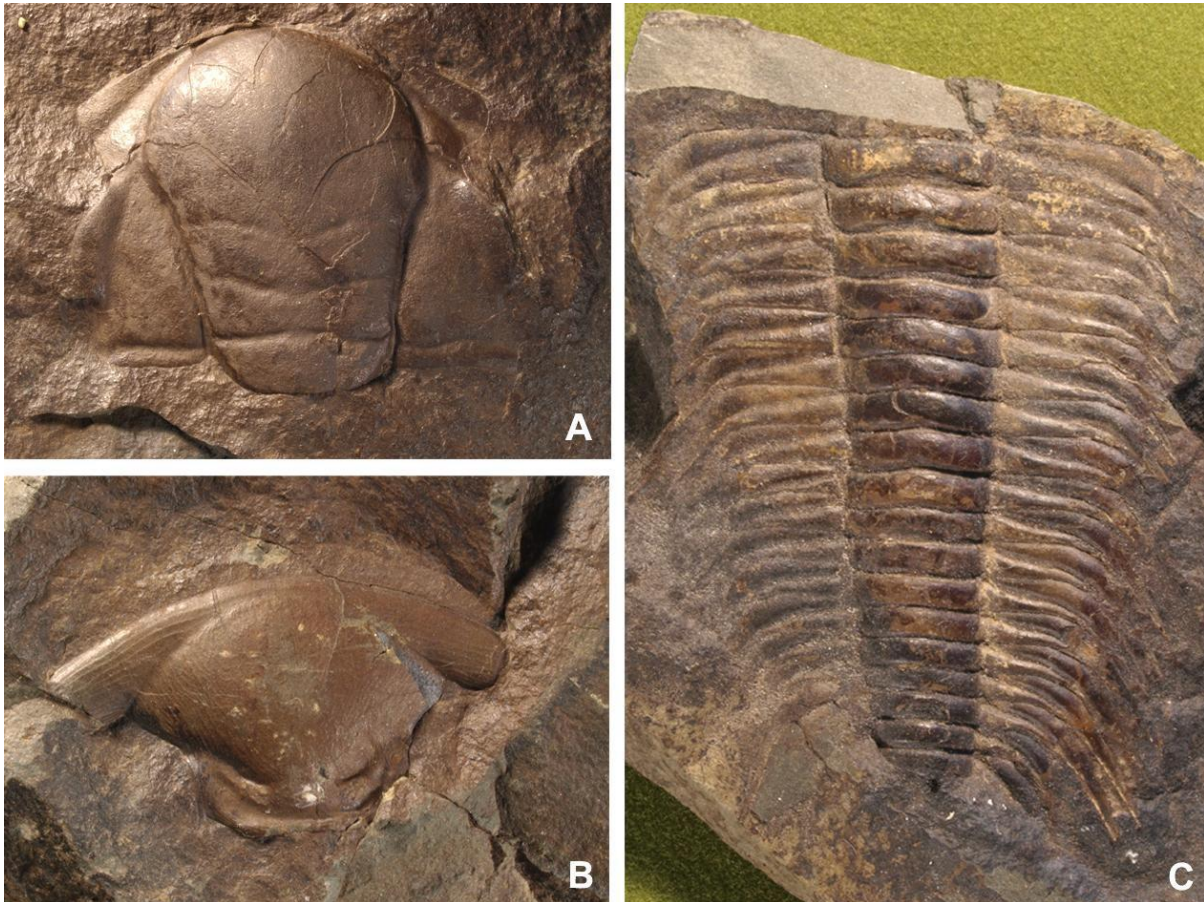
těky terčovce *Stromatocystites pentangularis* (Obr. 2). Vzácně lze nalézt i zbytky hyolitů a další fauny. Fosilie mají modravě-hnědý metalický povlak, který je pro otisky z Jinecka charakteristický. Trilobiti a další fauna známá z této lokality žila v prostředí mírně hlubokého moře (asi několik desítek metrů) s víceméně stálým přínosem bahna a jemného písku z pevniny. Štíty trilobitů reprezentují nejspíše svlečky – exuvie – trilobitů. Nálezy celých neporušených jedinců jsou poměrně vzácné.



Obr. 1. Hlavový štít trilobita *Conocoryphe sulzeri*



Obr. 2 Těky terčovce *Stromatocystites pentangularis* a eokrinoida *Lichenoides priscus*.



Obr. 3 Část hlavového štítu, tzv. kranididum (A), rostrum a hypostom (B) a trup (C) trilobita *Paradoxides gracilis* z jineckého souvrství Jinecka.

2.2 Devon: Koněprusy, Zlatý Kůň

- Čas: Spodní a střední devon, 400 MA
- Geografické místo: 10° jižní zeměpisné šířky na severním okraji prapevniny Gondwany na pobřeží dávného Rheického oceánu
- Klima: Tropy
- Prostředí: Korálový útes
- Usazeniny: Biodetritické vápence
- Současné místo: Koněprusko, Koněprusy, návrší Zlatého koně, Voskopu a Kobyly
- Jednotka: Stupně prag, dalej a eifel; koněpruské, suchomastské a acanthopygové vápence



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Koněprusko je světově klasickou oblastí spodního devonu. Zdejší korálový útes byl rozeznán jako unikátní zdroj fosilií již J. Barrandem a jeho skalníky. Pochází odtud více nežli 400 druhů živočichů snad všech živočišných skupin včetně primitivních obratlovců.

Koněpruský útes vznikl na tektonické elevaci z počátku spodního devonu, ve stupni pragu. Na podmořské vyvýšenině, tehdy snad dosahující nehluboko pod mořskou hladinu, se vytvořil součinitel řas, korálů a stromatopor (vymřelá skupina příbuzná houbám) útes, za kterým se směrem k severu vytvořilo lagunární prostředí a směrem k jihu a k východu soustava mělkovodních drobných útesů a mělčím, bohatě osídlených nejrůznějšími skupinami živočichů. Tak jako v dnešních tropických mořích, i v tropickém klimatu devonu zde vzniklo prostředí mimořádně příznivé pro rozvoj života. Moře, v blízkosti Zlatého koně mělké s útesem dosahujícím až k hladině se směrem k JV prohlubovalo a přecházelo do relativně hlubokovodnějšího prostředí, do kterého byl z útesu splavován písek z úlomků schráněk a koster a jemný vápencový kal.

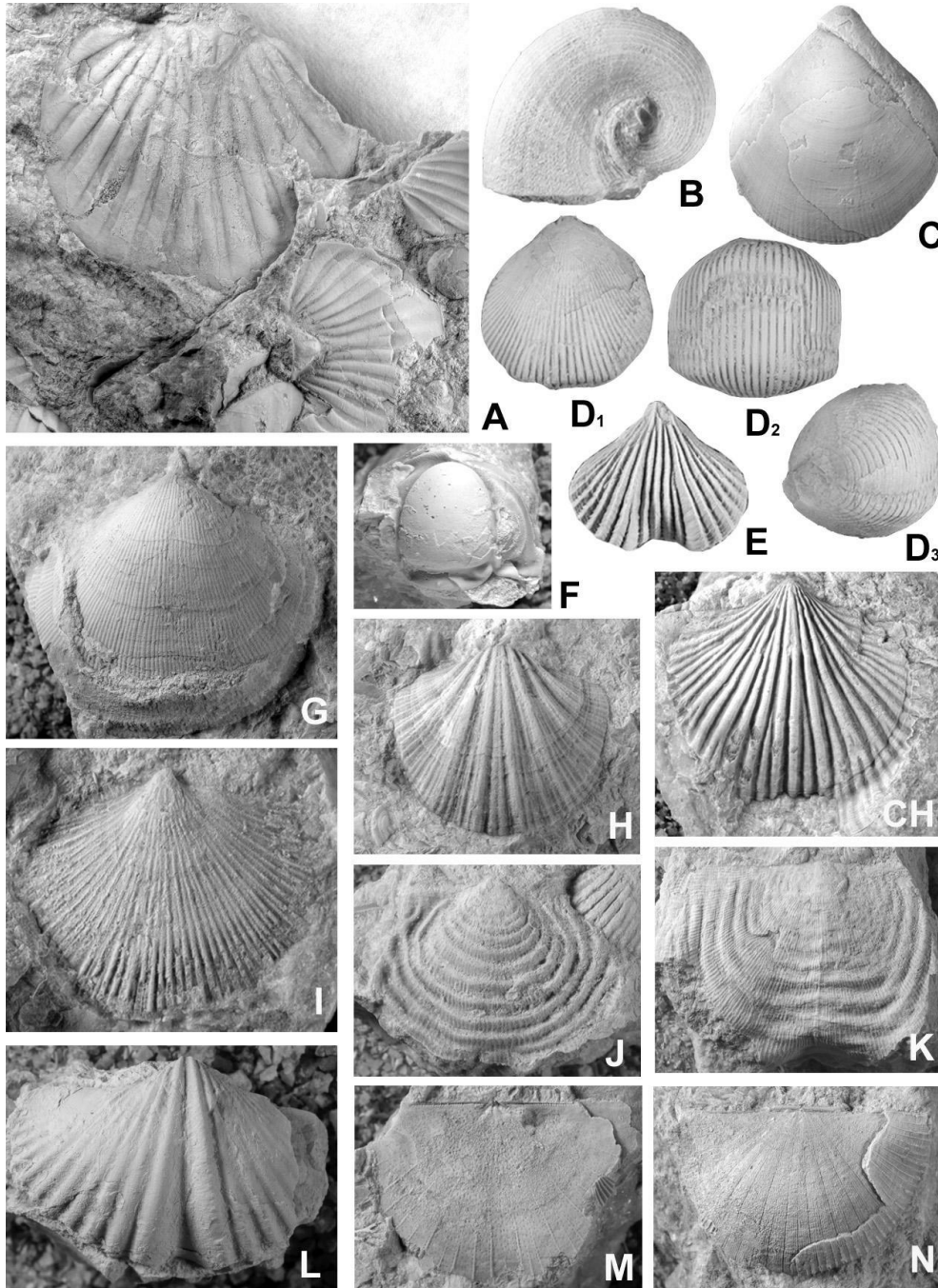
Útes má zajímavou historii související s opakovaným poklesem a vzestupem mořské hladiny. Vlivem poklesu mořské hladiny na konci stupně pragu došlo k vynoření útesu. Vznikl menší ostrov, který byl mořskou erozí seříznut. Ve spodním emsu byla vrcholová plošina útesu nad hladinou. Ve svrchním emsu byl ostrov znovu zaplaven mořem, ale hloubka dosahovala jen několika metrů či maximálně desítek metrů. Další změlčení na počátku středního devonu umožnilo růst korálnatců, stromatopor a řas a opět se zde vytvořily menší útesy v hloubce jen několika metrů. Po této etapě došlo k zániku útesotvorného prostředí; korálnatci vymizeli a celý útes byl zanesen písčitémi a jílovitými usazeninami středního devonu (stupně givetu).

Změny hloubky, proudů, vynoření či ponoření se projevilo v charakteru usazenin a jejich fosilním obsahu. Koněpruské vápence z období budování útesu obsahují obrovské množství fosilií. Vápence jsou z 99 % tvořeny uhličitanem vápenatým a mají bílou nebo světle šedou barvu, bez patrné vrstevnatosti. Hlavními skupinami tvořícími vápence jsou lilijice, dnes téměř vymřelá skupina ostnokožců. Kromě jejich destiček, většinou ze stonků (Obr. 5), tvoří hmotu vápenců korovité inkrustáty řas, misky ramenonožců, plžů a mlžů, keříčky mechovek a krunýře trilobitů. Obsah fosilií je velmi proměnlivý, liší se místo od místa a dokládá různá prostředí na útesu – laguny, klidné mělčiny, místa vystavená proudům, kde se uplatňovala třídící činnost nebo klidné tišiny, kde se rozrůstaly křehké trsy mechovek a vznikaly podmořské louky z lilijic. Některé partie vápenců vzniklé naplavením vápnitého kalu jsou bez patrných fosilií, některé jiné polohy jsou doslova přeplněné fosiliemi.

Převládající skupinami jsou ramenonožci (více než 100 druhů různých ekologických skupin), mechovky (více skupin, významné jsou krajčím podobné trsy fenestrálních mechovek), lilijice (většinou nepříznivě zachovalé), trilobiti (zejména proetidní, v menší míře i harpetidní, skutellidní a odontopleuridní), mlži, hlavonožci, plži, vzácněji ostrakodi, konulárie, hyoliti, korálnatci, tentakuliti, fylokaridní korýši i zbytky prvních čelistnatých obratlovců. Úplný výčet druhů by byl velmi dlouhý.

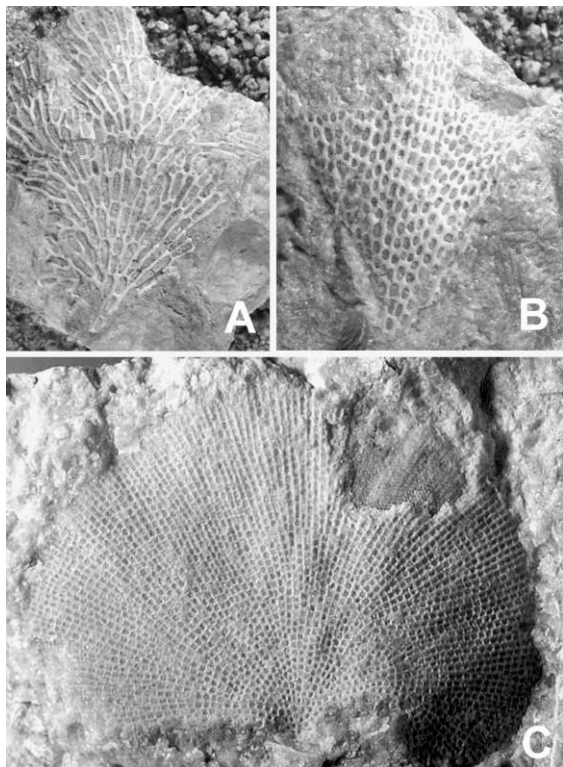
Z ramenonožců je významné atrypa *Carinatina comata*, terebratulid *Cryptonella melonica*, rhynchonelly rodů *Eoglossinotoechia*, *Uncinulus*, *Sicorhyncha* a *Stenorhyncha*, ze spiriferidů *Hysterolites nereis*, *Najadospirifer najadus*, ze strofomenidů *Cymostrophia stephani*,

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 4. Významné fosilie koněpruských vápenců: A – trilobit *Radioscutellum intermixtum*, B – plž *Boiotremus*, C – terebratulid *Cryptonella melonica*, D – rhynchonella *Uncinulus maledictus* v různém pohledu, E – rhynchonella *Sicorhyncha trinacria*, F – trilobit *Gerastos bohemicus*, G – orthid *Schizophoria zephyrina*, H – orthid *Fascietina konieprusensis*, CH – atrypa *Carinatina comata*, I – ortotetid *Areostrophia distorta*, J – strofomena *Leptagonia goldfusiana*, K – strofomena *Leptaenopyxis bouei*, L – spirifer *Hysterolites nereii*, M – strofomena *Strophonella bohemica*, N – strofomena *Gorgostrophia gorgo*.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 5 Destičky ze stonků lilijic tvoří nejvýznamější horninotvornou složku koněpruských a suchomastských vápenců

Obr. 6. Významné mechovky spodního devonu z koněpruských vápenců: A – *Utropora nobilis*, B – *Reteporella*, C – *Hemitrypa*

z pentameridů *Sieberella sieberi* a mnoho dalších (Obr. 4).. Mechovky jsou velmi hojné. Fenestrátní, zde převažující typy patří rodům *Fenestella*, *Utropora*, *Semicoscium*, *Hemitrypa*, *Isotrypa*, *Cyclopelta*, *Reteporina* a mnoha dalším (Obr. 6). Z plžů je nejčastější velký *Platyceras*, z dalších měkkýšů je běžná rostrakoncha *Conocardium bohemicum*. K význačným trilobitům patří *Radioscutellum intermixtum*, *Lioharpes venulosus* a proetidí rodů *Gerastos*. Lilijice se určují velmi obtížně, jejich stonkové články však svědčí o vysoké druhové rozmanitosti této skupiny. Mezi korálnatci převažují rody *Favosites*, *Heliolites* a *Xystiphyllum*.

Na erozí seříznutém vrcholu útesu se po jeho zaplavení ve svrchním emsu začaly znovu usazovat vápence. Jsou narůžovělé až tmavě červeně, podle blízké vesnice pojmenované vápence suchomastské. Jsou zřetelně vrstevnaté, s drcenou, rozplavovanou a celkově drobnou faunou. Kromě všudypřítomných lilijic jsou hojní proetidní trilobiti, ramenonožci a další fauna. Z trilobitů převažují drobní proetidní trilobiti rodů *Unguliproetus*, *Phaetonellus*, *Eremiproetus*, *Myoproetus* a *Orbitoproetus*, a phacopidi *Phacops major* a *Phacops regius*. Hojný je také skutelidní rod *Scabriscutellum*, zde s několika druhy. K vzácnějším trilobitům patří odontopleutid *Ceratocephala* a cheirurid *Crotalocephalus*. Významnou součástí fauny suchomastských vápenců, stejně jako nadložních akantopygových vápenců jsou primitivní hlavonožci ze skupiny goniaticitů. Tito předchůdci druhohorních ammonitů jsou zastupeni několika druhy rodů *Mimagoniatites*, *Anarcestes*, *Werneroceras* aj. Goniaticiti mají velký stratigrafický význam.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 7. Ocasní štíty trilobitů ze suchomastských (A) a acanthopygových (B-C) vápenců. A – *Phacops major*, B – *Phacops hoseri*, C – *Proetopeltis neglecta*, D – *Eremiproetus eremita*.

V porovnání s předchozí faunou koněpruských vápenců je nápadná drobná velikost fosilií. Koráli a mechovky téměř chybí, což lze považovat za doklad větší hloubky moře a neexistence mělkovodního prostředí. Po usazení těchto vápenců se sedimentační podmínky opět změnila. Znovu se vytváří výrazně mělkovodní prostředí, s hojnými korálnatci doprovázanými ramenonožci, hlavonožci a trilobity. Vznikají šedané, často korálové vápence, podle charakteristického trilobita pojmenované vápence akantopygové. Významný je lichidní trilobit *Acanthopyge haueri*, phacopid *Phacops hoseri* (Obr. 7), harpid *Lioharpes montagnei*, proetidi rodů *Orbitoproetus*, *Phaetonellus*, *Aulacopleurina*, *Eremiproetus*, *Koneprusia* a další (Obr. 7). Ramenonožci patří především rodům *Obesaria*, *Karbous*, *Rhynchatrypa*, *Quasi-davidsonia*, *Trigonatrypa* i dalším. Za zmínku stojí, že většina ramenonožců má hladké nežebrovné misky, což svědčí o klidném prostředí a dostatku prostor k úkrytu mezi korálovými trsy. K zajímavostem patří hojný výskyt drobných úlomků koster prvních čelistnatců. Tyto tzv. akantodi byly několik cm velké „rybky“. Kromě nich jsou známy i drobné destičky thelodontů – bezčelistných obratlovců připomínající drobné žraloky, a destičky pancířnatců, tj. další skupiny čelistnatých, rybám podobných obratlovců středního devonu.

Po tomto období dochází k nápadné změně barvy sedimentů. Vápence se stávají tmavě šedé. Je to projev tzv. kačáckého eventu, tedy nápadné změny v obsahu kyslíku ve vodě a tím i života v mořské pánvi.

Po obnově normálního mořského prostředí se na vrcholu mělčiny znovu vytváří drobné korálovo-stromatoporové útesy. Jejich existence má však jen krátké trvání. Svědčí o tom několik decimetrů mocná poloha šedých brekciovitých vápenců. Vápence obsahují vlnami a proudy rozlámané a oválené korálové trsy a kostry stromatopor. Ostatní fauna je velmi vzácná. Tento splach je reprezentován poslední lavicí vápenců v Jiráskově lomu (=acanthopygový lom). Následuje ukládání písčito-prachovitěho materiálu srbských vrstev, který koněpruský útes posléze pohřbívá.

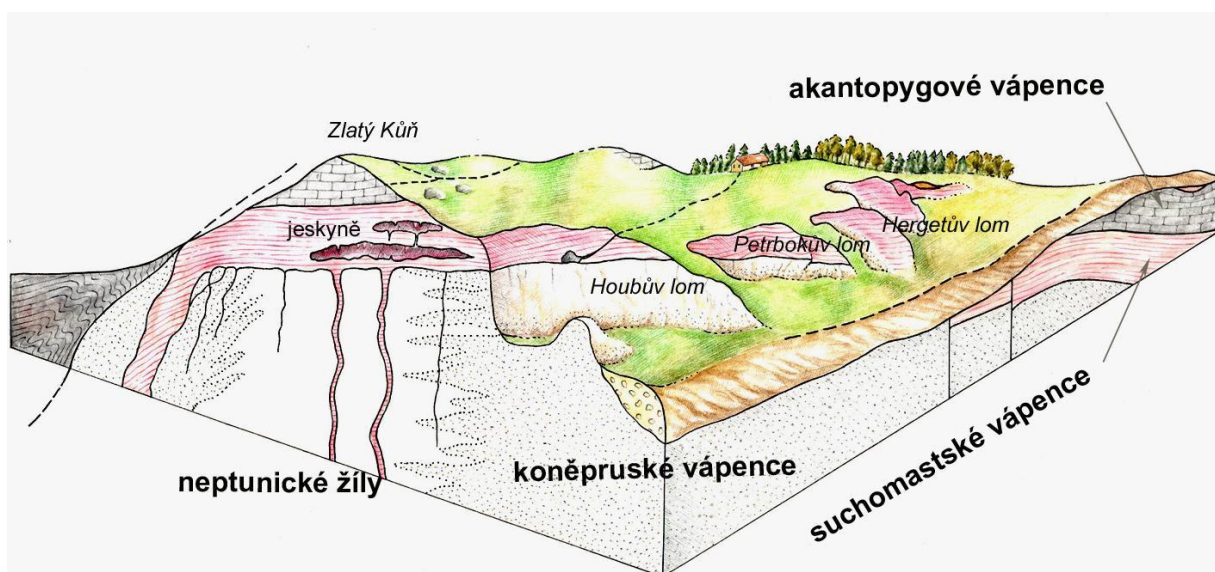
Celé masívní těleso útesu bylo postiženo nejenom variským vrásněním v mladších prvohorách, ale k rozlamování masívního tělesa docházelo již ke konci spodního devonu. V tělese se objevovaly až desítky metrů hluboké trhliny, které byly průběžně vyplňovány bioklastickým materiálem napadaným z vrcholové plošiny útesu. Tyto tzv. neptunické žíly

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

(Chlupáč 1996, 1998) byly vyplňovány i několikrát opakovaně za sebou. Převážnou část výplně žil tvoří silně fosiliferní červené suchomastské vápence. Neptunické žíly byly skalníky odedávna vyhledávané jako zdroje výborně zachovalých a nezřídka i unikátních fosilií. Samotné těleso útesu je na severu a severovýchodě omezeno výraznou tektonickou strukturou, tzv. očkovským přesmykem (Obr. 8, 9).

Oblast Zlatého Koně a přilehlého Kotýzu byla několik století zdrojem vápence pro pálení vápna a stavebního kamene. Svědčí o tom celá řada zašlých malých jam a lůmků rozestých v blízkém okolí (Obr. 8). Těžba narůstala do poloviny 20. století. Až objev jeskynního komplexu Koněpruských jeskyní v roce vedl k ochraně návrší Zlatého Koně. Zbývající vápencové kopce byly těženy dále. Západně od návrší vznikl rozsáhlý a hluboký Císařský lom. Počátkem 80. let minulého století se vytvořila nová lomová oblast na Voskopu, kde je koněpruský vápenec lámán dodnes. Další, prozatím opuštěné lomy jsou asi o 2 km dále k východu. Lomy na Plešivci a Homoláku jsou zčásti zavezené, ale jsou stále zásobami vápence pro případnou těžbu. Suchomastské vápence byly lámány pro dekorativní účely v Červeném lomu za silnici na Suchomasty.

Lomy na jižním úpatí Zlatého Koně, kterými vede naučná stazka se jmenují Houbův, Petrbokův a Hergetův, dále cesta vede okolo tzv. malých lůmků do Jiráskovu lomu, také označovanému jako Acanthopygový lom. Stezka vede dále k východu do lomu Na Kobyle, ve kterém je příznivě odkryt očkovský přesmyk.



Obr. 8. Blokdiagram návrší Zlatého Koně s geologickou stavbou a hlavními lomy (podle Chlupáče, 1999).

Koněpruské jeskyně mají tři patra, z nichž horní a střední patro jsou přístupné veřejnosti. Jejich vznik souvisí s výrazným rozhraním mezi koněpruskými a suchomastskými vápenci. Nevrstevnaté koněpruské vápence vytvářely nepropustné podloží pod vrstevnatými a

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

rozpukanými suchomastkými vápenci. Právě na tomto rozhraní byly krasové procesy nejintenzivnější. Bohaté zkrasovatění na povrchu Zlatého Koně vedlo ke vzniku mnoha krasových kapes. Z jejich výplní pochází proslulé nálezy savců z chladných i teplých období čtvrtohor (würmského glaciálu). Byly zde nalezeny kosterní pozůstatky zubrů, jelenů, šavlozubých tygrů a dokonce i makaka. Jeskyně jsou proslulé i penězokazeckou dílnou ukrytou ve svrchním patře jeskyní (Chlupáč, 1984, 1988, 1999).



Obr. 9. Východní stěna Velkolomu Čertovy schody (Císařský lom) – západ. Defilé bílých koněpruských vápenců překryté červenými vápenci suchomastkými a šedými vápenci akantopygovými

2.3 Závěr

Staroprvohorní výplň ve středních Čechách je světově unikátní. Uvedené lokality patří k těm nejcennějším pozůstatkům staroprvohorních moří v Barrandienu a jako takové jsou nebo měly by být chráněny pro další generace paleontologů.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

3 Použitá literatura

- CHLUPÁČ, I. Devon Zlatého Koně. Český Kras, 1984, 9, 17-27. Beroun.
- CHLUPÁČ, I. Geologické zajímavosti pražského okolí. – Praha. Academia. 1988.
- CHLUPÁČ, I. Neptunian dykes in the Koněprusy Devonian: Geological and palaeontological observations. Věstník Českého geologického ústavu, 1996, 71, 3, 193-208. Praha.
- CHLUPÁČ, I. K faciím a stratigrafii spodnudevonského útesového komplexu u Koněprus. Věstník Českého geologického ústavu, 1998, 73, 1-13. Praha.
- CHLUPÁČ, I. Vycházky za geologickou minulostí Prahy a okolí. Praha. Academia. 1999. ISBN 80-200-0680-X.
- ŠNAJDR, M. Trilobiti českého středního kambria. Rozpravy Ústředního Ústavu geologického, 1958, 24, 1-280. Praha.

4 Kontakt na autora

doc. RNDr. Michal Mergl, CSc.

Západočeské univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická, Klatovská 51, 30619, Plzeň

mmergl@cbg.zcu.cz

CHEMICKÝ KEMP

ATRAKTIVNÍ CHEMICKÉ EXPERIMENTY

Vladimír SIROTEK, Jitka ŠTROFOVÁ

1 Úvod

Experimentální činnost v laboratoři je neodmyslitelnou součástí chemie. Bohužel k vlastní experimentální práci se žáci základních a středních škol dostanou sporadicky. Proto jsme stejně jako v předcházejících ročnících chemického kempu pro úspěšné řešitele chemické olympiády připravili řadu praktických úloh v chemické laboratoři. V programu kempu byly mimo jiné zařazeny také atraktivní pokusy, které jsou doprovázeny výraznými barevnými změnami nebo zvukovými a světelnými efekty.

Pod vedením lektorů z katedry chemie FPE ZČU si účastníci chemického kempu prakticky vyzkoušeli tyto pokusy:

- Duha z rajčatové šťávy
- Faraónův had - modifikace
- Hořící bankovka
- Hořící pěna
- Hořlavý gel
- Chameleon mineralis
- Chemické hodiny
- Chromatografie
- Indikátor vlhkosti
- Indikátor ze zelí
- Kouzlení s barvami
- Model hasicího přístroje
- Ohnivá koule
- Platinová spirála s methanolem
- Plnění balonku CO₂
- Reakce jodu se škrobovým mazem
- Samozápalný papír
- Tajné písmo
- Termobarvy
- Tříbarevný inkoust
- Vznik a vlastnosti acetylenu
- Zubní pasta pro slony

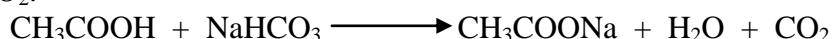
Účastníci obdrželi materiály s kompletními pracovními návody ke všem uvedeným pokusům. V následujícím textu jsou velmi stručně popsány jen některé vybrané experimenty.

2 Práce s plyny

V další části jsou uvedeny experimenty, při kterých se uvolňuje nějaká plynná látka.

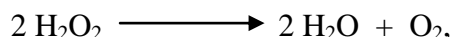
2.1 Plnění balonku CO₂

K tomuto pokusu potřebujeme ocet, jedlou sodu (NaHCO₃) zkumavku a nafukovací balonek. Do nafukovacího balonku nasypeme malou laboratorní lžičku jedlé sody a navlékneme jej na zkumavku s 5 ml octa (~ 8% CH₃COOH). Balonek se okamžitě plní vznikajícím CO₂.



2.2 Zubní pasta pro slony

Do Erlenmeyerovy baňky (150 ml) nalijeme 10 ml 30% H₂O₂, přidáme 5 ml saponátu, promícháme a baňku postavíme do skleněné vany. K tomuto roztoku přilijeme 10 ml nasyceného roztoku KI. Velmi rychle a prudce se začne tvořit bohatá pěna – „zubní pasta pro slony“. KI mnohonásobně urychlí rozklad peroxidu vodíku, vznikající kyslík napění saponát a pěna „tuhne“ uvolněným teplem

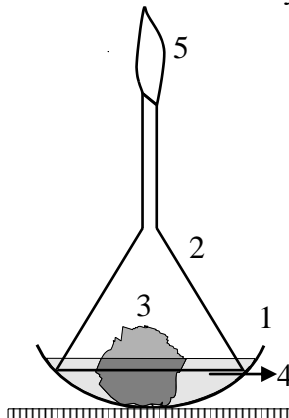


2.3 Ohnivá koule

Tento pokus je založen na hořlavosti propanu a butanu. Samotný butan či ve směsi s propanem lze koupit jako plyn do zapalovačů. V ní jsou uhlovodíky pod vysokým tlakem, proto jsou kapalné. V okamžiku, kdy malou část z náplně přepustíme do zkumavky, začne kapalina vřít, i když je její teplota pod bodem mrazu. Důvodem je snížení tlaku, za něhož jsou oba uhlovodíky plynné. Přelijeme-li kapalinu ze zkumavky do velké kádinky, po chvíli se kapalina zcela vypaří. Protože je propan i butan těžší než vzduch, zůstane plyn u dna kádinky. Z ní jej můžeme nalít do šikmo skloněného plechového žlábků, který ústí těsně nad hořící svíčku. Od ní vzplane plyn tekoucí žlábkem.

2.4 Vznik a vlastnosti acetylenu

Acetylen C₂H₂ (systematickým názvem ethyn) lze připravit reakcí karbidu vápníku CaC₂ s vodou. Malý kousek karbidu položíme na porcelánovou misku, přiklopíme obrácenou nálevkou, kolem níž přilijeme malé množství vody (viz obr. 1).

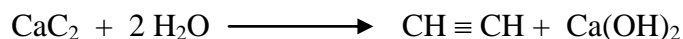


- 1 – porcelánová miska
- 2 – skleněná nálevka
- 3 – karbid vápníku
- 4 – voda
- 5 – hořící acetylen

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. 1 Aparatura na přípravu acetylenu

Okamžitě dochází k reakci



U ústí stonku nálevky můžeme vznikající acetylen zapálit. Hoří silně čadivým plamenem, protože obsahuje velké množství uhlíku. Přilítím další dávky vody se zvýší vývoj acetylenu, plamen se zvětší. V okamžiku, kdy plamen skočí dovnitř nálevky, dojde k malému výbuchu, protože acetylen tvoří se vzduchem výbušnou směs. Fenolftaleinem prokážeme vznik alkalického roztoku (hydroxid vápenatý). (Richtr, 1995, s. 33).

2.5 Hořící pěna

Tento pokus prokazuje hořlavost zemního plynu či propan-butanu.

Varianta A: Do kádinky si připravíme saponátový roztok, kterým necháme probublávat zemní plyn nebo propan-butan. Vzniklou pěnu zapálíme hořící špejlí.

Varianta B: Zemní plyn necháme probublávat saponátovým roztokem ve větší porcelánové misce, vzniklou pěnu nabere rukou a přímo na ruce zapálíme hořící špejlí.

POZOR! Ruku zdola osušíme.

Pěnu tvoří bublinky naplněné zemním plynem nebo směsí propan-butanu, což jsou látky extrémně hořlavé.

3 Závěr

Uvedené experimenty je možné využít na základní a střední škole v různých fázích výuky. Vysvětlení principu musí být adekvátní věku a znalostem žáků. V rámci chemického kempu bylo možné mechanismus jednotlivých dějů objasnit mnohem podrobněji. Účastníci také ocenili, že většinu experimentů mohli provádět samostatně.

5 Použitá literatura

RICHTR, V., KRAITR, M. Atraktivní pokusy ve výuce chemie II. In: CHEMIE XV. Sborník Pedagogické fakulty ZČU v Plzni. Plzeň: Pedagogická fakulta ZČU, 1995. s. 33.

RICHTR, V., KRAITR, M., ŠTROFOVÁ, J. Atraktivní pokusy ve výuce chemie III. In: CHEMIE XVI. Sborník Pedagogické fakulty ZČU v Plzni. Plzeň: Pedagogická fakulta ZČU, 1996. s. 49.

RICHTR, V., ŠTROFOVÁ, J., KRAITR, M. Atraktivní pokusy ve výuce chemie V. In: CHEMIE XXII. Sborník katedry chemie FPE ZČU. Plzeň: ZČU, 2008. s. 65. ISBN 978-80-7043-683-7.

ŠKODA, J., DOULÍK, P. Chemie 8. Učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia. 1. vyd. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2006. s. 79. ISBN 80-7238-442-2.

6 Kontakt na autory

PaedDr. Vladimír Sirotek, CSc., Mgr. Jitka Štrofová, Ph.D.

Katedra chemie, FPE ZČU v Plzni

sirotek@kch.zcu.cz, strofova@kch.zcu.cz

EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘENÍ ZÁKONŮ PRO IDEÁLNÍ PLYN

Vladimír SIROTEK

1 Úvod

Pro popis chování ideálního plynu byly odvozeny některé zákony, které pro skutečně reálné plyny platí jen za určitých mezních podmínek. Tyto zákony vystihují přesně chování tzv. *ideálního plynu* a jeho vlastnosti. Pro svou jednoduchost se dají použít i k přibližnému vystižení vlastností některých reálných plynů (Vacík 2007, s. 132).

2 Izotermický děj

Při konstantní teplotě (izotermický děj) ideálního plynu o stálé hmotnosti je tlak plynu nepřímo úměrný jeho objemu. $p \cdot V = konst.$ (*Boyle-Mariottův zákon*). Znamená to, že součin tlaku plynu a jeho objemu je pro dané množství plynu konstantní. Tuto závislost nazýváme *izotermou* ideálního plynu a jejím grafickým vyjádřením je rovnoosá hyperbola.

2.1 Ověření Boyle-Mariottova zákona

Ověření Boyle-Mariottova zákona lze provést s měřicím systémem Vernier. Pro realizaci je potřebné následující vybavení: senzor tlaku plynu GPS-BTA s příslušenstvím, rozhraní Go!Link, počítač (notebook) se softwarem Logger Pro nebo Logger Lite (Vernier). Sestavíme aparaturu dle schématu:



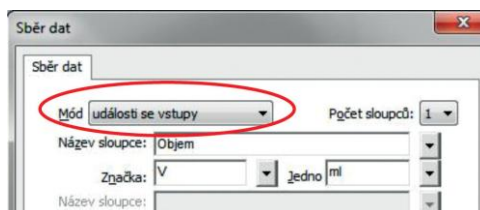
Obr. 1 Aparatura na ověření izotermického děje (podle www.vernier.cz)

2.2 Postup práce

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*.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Na obrazovce se objeví graf, ve kterém je na svislé ose je *tlak* a na vodorovné *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.

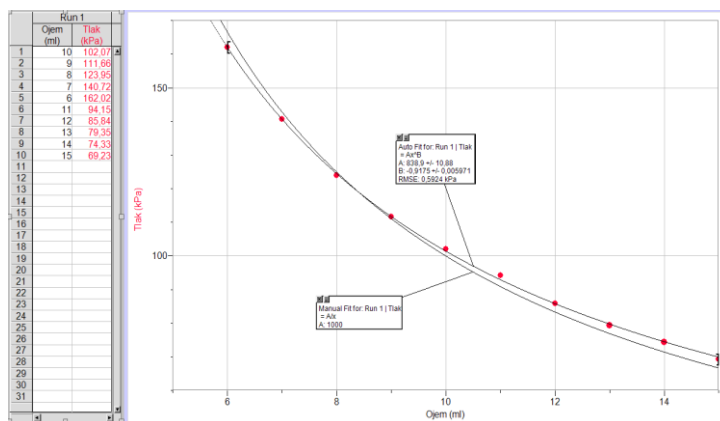
Posuňte píst injekční stříkačky na 9 ml a opakujte vložení hodnoty – tentokrát 9 ml. Pak postupně nastavujeme 8, 7, 6, 5, 11, 12, 13, 14 a 15 ml. Při nižších a vyšších hodnotách objemu, je třeba držet píst stříkačky pod tlakem přesně na dané hodnotě.

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

Po posledním měření potvrďte stisknutím červené ikony ukončení sběru dat.

2.3 Otázky a úkoly pro studenty

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. Na základě tvaru křivky rozhodněte, zda se podařilo ověřit Boyle-Mariottův zákon.



Obr. 2 Izoterma ideálního plynu

3. Izochorický děj

Při konstantním objemu (izochorický děj) ideálního plynu o stálé hmotnosti je tlak plynu přímo úměrný jeho termodynamické teplotě $p/T = konst.$ (Charlesův zákon). Znamená to, že podíl tlaku a teploty je konstantní. Grafickým vyjádřením této závislosti je *izochora* (lineární závislost – přímka).

3.1 Ověření Charlesova zákona

Ověření Charlesova zákona lze provést s měřicím systémem erner. Pro realizaci je potřebné následující vybavení: senzor tlaku plynů GPS-BTA s příslušenstvím, rozhraní Go!Link, rozhraní Go!Temp, počítač (notebook) se softwarem Logger Pro nebo Logger Lite (erner). Voda, varná konvice, skleněná nádoba (baňka), kádinky. Sestavíme aparaturu např. dle obrázku:



Obr. 3 Aparatura k ověření izochorického děje (podle www.vernier.cz)

3.2 Postup práce

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 unikát. 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*.

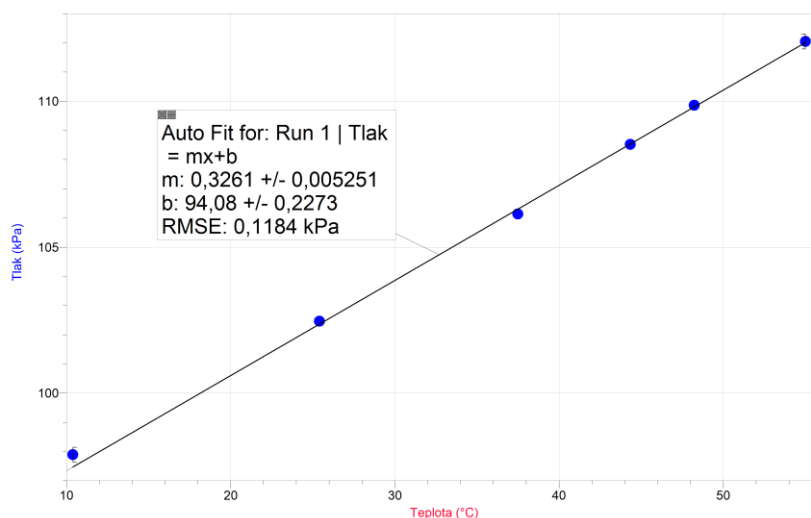
Na obrazovce se objeví dva grafy, v jednom je na svislé ose je *tlak* a ve druhém *teplota*. Vyberte si jeden z grafů a v nastavení grafu zadejte na svislou osu (y) *tlak* a na vodorovnou osu (x) *teplotu*. V nastavení grafu dále ještě upravte rozsah souřadnicové osy pro teplotu (osa x) od 0 do 90 °C 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 tlačítka 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, tak ukončete měření. Po posledním měření potvrďte stisknutím červené ikony ukončení sběru dat.

3.3 Otázky a úkoly pro studenty

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

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 4 Izochora ideálního plynu

4 Závěr

V rámci této úlohy se studenti naučili pracovat s vybranými senzory od firmy Vernier a díky tomuto zařízení jednoduše a efektivně experimentálně ověřili dva zákony pro ideální plyny – izotermický a izochorický děj. Teoretické znalosti aplikovali na praktické úlohy a uvědomili si souvislosti mezi jednotlivými studovanými jevy.

5 Použitá literatura

VACÍK, J. Obecná chemie. 1. vyd. Praha: SPN 1986. 303 s.

<http://www.vernier.cz/experimenty/prehled/oblast/vyhledavani>

6 Kontakt na autora

PaedDr. Vladimír Sirotek, CSc.

Katedra chemie FPE ZČU v Plzni

sirotek@kch.zcu.cz

TĚŽBA A VYUŽITÍ KAOLINU NA PLZEŇSKU (EXKURZE DO ZÁVODŮ LB a LB MINERALS V CHLUMČANECH)

Milan KRAITR

1 Úvod

Ke specifickým průmyslovým oborům, které se na Plzeňsku úspěšně provozují ve velkém měřítku již 150 let, patří keramické výroby. Vznik tohoto průmyslového odvětví byl podmíněn vynikající surovinovou základnou. Za počátek lze označit objev kaolinového ložiska na Orlíku severně od Plzně, který se datuje rokem 1858. Od 70. let XIX. století se rozvíjela v řadě lokalit na severním i jižním Plzeňsku těžba kaolinové suroviny, její úprava a zpracování na keramické výrobky různého typu. Na sever od Plzně to byla především oblast kolem Horní Břízy, na jižním Plzeňsku oblast Chlumčan (od r. 1873).

Společenské změny po r. 1990 a změněné ekonomické podmínky vedly k tomu, že v 90. letech byl velký keramický průmysl na Hornobřízsku omezován a posléze prakticky, až na malé výjimky, byla výroba zastavena. V oblasti Horní Břízy a Kaznějova se v současnosti provozuje pouze těžební činnost, při čemž vyráběný kaolin se prodává ze značné části pro využití v jiných průmyslových oborech než v keramickém průmyslu (plasty, papírenství ap.).

2 Chlumčanský těžebně-průmyslový komplex

Nejvýznamnější centrum keramické výroby dnes na Plzeňsku představuje Chlumčanský těžební výrobní komplex. Ten je součástí nadnárodní skupiny Lasselsberger Holding International. V současné době je chlumčanský kombinát složen ze dvou sesterských závodů:

- těžbu a zpracování surového kaolinu provozuje společnost LB MINERALS, s.r.o.
- navazující keramickou výrobu provozuje firma LASSELSBERGER, s.r.o..

Oba závody patří k nejvýznamnějším výrobcům na jižním Plzeňsku, jsou zde zaměstnány stovky pracovníků.

Chlumčanský těžebně-průmyslový komplex představuje v současnosti jedinou lokalitu, kde lze shlédnout těžbu a úpravu suroviny i její zpracování na keramické výrobky. Představuje proto ideální příležitost pro žákovské exkurze z přírodovědných oborů (především chemie, fyzika, biologie).

Těžba kaolinu v objemu cca 500 kt/r probíhá v lomu těsně přiléhajícímu k úpravně (lom „Dobřany“). Zásoby ložiska se odhadují na 20-25 let. Starý lom („Chlumčany“) na jih od závodu je ve fázi dotěžování a v nejbližší době zde bude těžba zastavena. Současná těžba pomocí bagrů se provádí selektivní metodou.

V úpravně se provádí výroba plaveného kaolinu. Jeho výtěžek vztažený k těžené surovině kolísá podle poloh ložiska od 10 do 30 %. Surovina se mele ve válcových či kladivových drtičích, rozplavuje, separuje v hydrocyklonech. Kaolinové mléko se pro získání expedičního kaolinu gravitačně zahušťuje, odvodňuje na vakuových filtrech a separuje v kalolisech. Získaný kaolin s obsahem asi 26 % vody se suší v horkovzdušné sušárně na výslednou vlhkost pod 12 %.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Výrobní program keramického závodu tvoří slinutá dlažba (mrazuvzdorná vzhledem k nepatrné nasákavosti vody do 0,5 %). Vyrábí se glazovaná i neglazovaná v nejrůznějších formátech až do 60 x 60 cm. Ročně se vyrobí 11 mil. m² dlaždic ve 24 základních barevných odstínech se stovkami typů dekoru.

K výrobě dlaždic se užívá pestrá surovinová směs (40 různých receptur), v níž se kromě kaolinu (neodvodněného) užívají další suroviny (živce, jíly, barvítka, ztekucovadla atd.), v celkovém objemu asi 1 kt/den. Suroviny se melou za mokra v bubnových rotačních mlýnech s provozem kontinuálním nebo diskontinuálním. Vzniklý kal je sušen v rozprachových sušárnách na zbytkovou vlhkost asi 5 %. Získané granule se lisují tlakem až 40 MPa. Vlhké polotovary dlaždic se suší na vlhkost pod 1 % v horizontálních nebo vertikálních sušárnách. U glazovaných výrobků (asi polovina produkce) se provádí nástřik glazury a dekorace různými tiskovými technikami. Rozhodující fáze výroby probíhá v pecích, kde při vysoké teplotě proběhnou složité chemické reakce přeměny silikátových surovin na výsledný produkt. Výpal v tunelových pecích podle typu výrobku a pece trvá 50–80 minut, z toho 5–7 minut v žárovém pásmu při maximální teplotě 1200 °C. Poté se dlaždice prudce zchladí na 600–700 °C. Následuje pomalé chlazení, při němž dojde k objemovému smrštění o 8 %. Část sortimentu je rozměrově kalibrována diamantovými brusy. Po kontrole kvality následuje balení a expedice.

3 Závěr

Exkurzi do chlumčanského kombinátu je možno realizovat po částech: a) těžba + úpravna, b) keramická výroba. Pro vyspělejší žáky a studenty je při dostatečném časovém fondu (alespoň 2 hodiny) daleko nejvhodnější a didakticky nejúčinnější komplexní exkurze od těžby po hotový výrobek.

4 Použitá literatura

MALIŇÁKOVÁ, L., HODEK O. Lasselsberger/LB Minerals Chlumčany (seminární práce, KCH FPE ZČU v Plzni, 2013).

<http://www.lb-minerals.cz> [cit. 12. 8. 2013], <http://www.rako.cz> [cit. 12. 8. 2013]

5 Kontakt na autora

Prof. Ing. Milan Kraitr, CSc.

Katedra chemie FPE ZČU v Plzni

kraitr@kch.zcu.cz

KRYSTALIZACE

Vladimír SIROTEK

1 Úvod

Krystalizace je pochod, při kterém se látka vylučuje z roztoku (nebo z taveniny) v krystalickém stavu. Krystaly se vyznačují určitou strukturou, která je dána pravidelným uspořádáním atomů v tzv. *mřížce*. Krystalizace je jednou z nejběžnějších metod, užívaných k čištění látek.

Většina krystalických látek je rozpustná v některém rozpouštědle (nejčastěji ve vodě). Rozpustnost je dána množstvím rozpuštěné látky v určitém objemu rozpouštědla nebo roztoku a závisí na teplotě. U většiny látek se s rostoucí teplotou zvyšuje, pouze u malého počtu látek je tomu naopak.

Vylučování krystalů z roztoku je možno vyvolat ochlazením nasyceného roztoku. Nasycený je takový roztok, v němž se za dané teploty již více látky nerozpouští. Tohoto způsobu použijeme u látek, jejichž rozpustnost s teplotou podstatně vzrůstá. Množství vykrystalované látky je dáno rozdílem rozpustnosti při původní teplotě připraveného nasyceného roztoku a konečné teplotě krystalizace.

U látek, u nichž se rozpustnost s teplotou příliš nemění, je třeba z nasyceného roztoku nejprve část rozpouštědla odpařit.

Velikost krystalů je dána rychlostí a způsobem ochlazování resp. odpařování nasyceného roztoku. Podle toho rozeznáváme:

1. *Krystalizaci volnou*: roztok nasycený za horka necháme v klidu velmi zvolna chladnout. S poklesem teploty dochází k růstu krystalů. Lépe je vyjít z nasyceného roztoku za obvyčejné teploty, z něhož necháme rozpouštědlo odpařovat velmi zvolna (i několik týdnů nebo měsíců). Získané krystaly jsou větší, ale méně čisté, zůstává v nich uzavřen tzv. matečný louh.
2. *Krystalizaci rušenou*: horký nasycený roztok chladíme rychle (např. tekoucí vodou, ledem apod.) za stálého míchání nebo třepání. Přitom se vylučují drobné, poměrně čisté krystalky.
3. *Krystalizace srážením*: přidáme-li např. k vodnému roztoku modré skalice ethanol, vyloučí se sůl v drobných krystalech. Podstata tohoto způsobu krystalizace spočívá v tom, že přidané srážedlo (alkohol) je s původním rozpouštědlem (vodou) mísitelné v libovolném poměru, kdežto daná látka (modrá skalice) je v použitém srážedle (alkoholu) prakticky nerozpustná.

Nerozpustné nečistoty odstraníme z výchozího roztoku filtrací. Rozpustné nečistoty, které zůstávají v matečném louhu, tj. roztoku, který zbývá po oddělení krystalů. Tento matečný louh obsahuje kromě toho ještě určité množství krystalované látky, neboť je jejím nasyceným roztokem při teplotě krystalizace.

2 Úkoly

1. Vyčistěte rušenou krystalizací kyselinu trihydrogenboritou, H_3BO_3 .
2. Překrystalujte modrou skalici, $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$, srážením z vodného roztoku ethanollem.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

2.1. Příprava nasyceného roztoku za horka:

K odváženému množství rozetřené látky přidáme v kádince horkou vodu za současného míchání tak dlouho, dokud se vše nerozpustí (až na mechanické nečistoty). Rozpouštění probíhá někdy dosti pomalu a je proto třeba dát pozor, abychom si roztok příliš nezředili.

2.2 Filtrace nasyceného roztoku

Připravený roztok oddělíme od nerozpuštěného zbytku filtrací. Sestavíme aparaturu k filtraci. Do skleněné nálevky složíme filtrační papír sestřižený tak, aby po vložení do nálevky sahal asi 1 cm pod její horní okraj. Filtrační papír ovlhčíme vodou a přitiskneme k nálevce. Při vlastní filtraci postupujeme tak, že roztok vléváme na filtr opatrně tenkým proudem po tyčince, aby nedošlo k protření filtračního papíru. Kádinka s zfiltrovaným roztokem (filtrátem) má být zpravidla naplněna maximálně do dvou třetin. Dojde-li při filtraci k vylučování krystalů, je třeba mírným zahřátím roztoku je opět převést do roztoku.

2.3 Odpaření části rozpouštědla

Jestliže jsme připravili roztok příliš zředěný nebo jde o látku, jejíž rozpustnost se s teplotou příliš nemění, je třeba část rozpouštědla odpařit, čili *zahustit roztok* ke krystalizaci. Filtrát zahříváme pomalu na vodní lázni. Není-li v laboratoři vodní lázeň k dispozici, postavíme misku na kádinku naplněnou asi do jedné třetiny vodou (průměr kádinky musí být jen o málo menší než je průměr misky). Roztok zahříváme tak dlouho, až se začnou buď vylučovat u stěny první krystalky, nebo až se začne na hladině roztoku tvořit blanka z krystalků.

2.4 Krystalizace

Horký, nasycený roztok, připravený popsáním způsobem, necháme chladnout. V tomto cvičení se provádí krystalizace *rušená*, a proto chladíme opatrně pod tekoucí studenou vodou za stálého míchání skleněnou tyčinkou. Pokud během ochlazování celý obsah kádinky ztuhne a nezbude prakticky žádný matečný louh, je třeba ztuhlou hmotu znovu rozpustit přidáním malého množství horké vody a roztok odpařit na vhodný objem. Po ukončení krystalizaci musí být přítomen matečný louh; není-li tomu tak, byl roztok příliš zahuštěn a všechny rozpustné nečistoty (příp. přimíšené látky) přecházejí do krystalků.

Někdy tvoří látka přesycený roztok a krystaly se nevylučují ani po úplném vychladnutí. Krystalizaci potom můžeme vyvolat tím, že roztok naočkujeme vložением několika krystalků téže látky, nebo třeme stěny misky tyčinkou.

2.5 Krystalizace srážením

Při krystalizaci srážením (úkol č. 2) postupujeme podle bodů 2.1 a 2.2 a k přefiltrovanému roztoku za obyčejné teploty přidáme opatrně přibližně stejný objem srážedla - ethanolu. Za stálého míchání se vylučují drobné krystalky, které dále zpracujeme podle bodu 2.6.

2.6 Odsátí a sušení krystalů

Vyloučené krystaly oddělíme od matečného louhu odsátím, tj. *filtrací za sníženého tlaku*. Používá se k tomu odsávací baňka, Büchnerova nálevka, kterou upevníme buď zátkou nebo pěnovou gumou, vývěva a pojistná nádoba, zařazená mezi baňku a vývěvu. Na dno

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

nálevky vložíme filtrační papír. Velikost papíru je třeba dodržet, protože při použití většího papíru vznikají v ohybu podél stěn kanálky, kterými může část látky procházet.

Sestavíme aparaturu k odsávání. Filtrační papír ovlhčíme vodou a mírným odsátím docílíme toho, že dokonale přilne k perforovanému dnu nálevky. Potom pomalu po tyčince vléváme filtrovaný roztok (nejvýše 1 cm pod okraj nálevky) a silně odsáváme tak dlouho, dokud z nálevky odkapává matečný louh (filtrát).

Krystaly nikdy nesušíme na filtračním papíru, protože se po vysušení od papíru obtížně oddělují. Větší krystaly z Büchnerovy nálevky od odsátí přímo vysypeme na hodinové sklo a na něm je sušíme. Při oddělování drobnějších krystalků otočíme Büchnerovu nálevku, postavíme ji na hodinové sklo a poklepem nebo fouknutím do jejího stonku (tak, abychom se stonku nedotýkali ústy) uvolníme filtrační papír s krystalky. Suchým filtračním papírem obsah opatrně přitlačíme ke sklu a odstraníme všechn filtrační papír. Pokud na něm zůstaly ještě krystalky, opatrně je tyčinkou setřeme na sklo.

Sušení krystalů provádíme za zvýšené teploty v sušárně; látky, které se za vyšší teploty rozkládají, např. hydráty, sušíme pouze na vzduchu při teplotě laboratoře. Vzhledem k tomu, že jak z kyseliny trihydrogenborité, tak z modré skalice za vyšší teploty uniká snadno voda, sušíme obě látky pouze za obvyčejné či mírně zvýšené teploty na vzduchu.

3 Závěr

Vysušený preparát zvážíme a vypočteme procentuální výtěžek. Zvážený preparát přesypeme opatrně do zásobní nádoby s přečištěnou látkou.

4 Použitá literatura

DRÁTOVSKÝ, M., PAČESOVÁ, L., ROSICKÝ, J. Laboratorní technika. Praha: UK, 1982. 119 s.

EYSSELTOVÁ, J., MIČKA, Z., LUKEŠ, I. Základy laboratorní techniky. Praha: UK, 2004. 95 s. ISBN 80-246-0783-2.

5 Kontakt na autora

PaedDr. Vladimír Sirotek, CSc.

Katedra chemie, FPE ZČU v Plzni

sirotek@kch.zcu.cz

KVASNÁ CHEMIE

Vladimír NÁPRAVNÍK

1 Úvod

Kvasná chemie je poměrně široký obor chemických výrob. Využívá při výrobě činnosti mikroorganismů a jejich metabolických pochodů. V letošním Chemickém kempu jsme se zaměřili na výroby kvasných produktů nápojového průmyslu, jako jsou pivo, víno a destiláty. Na přednášku navazovala exkurze do podniku likérky STOCK Plzeň–Božkov, s.r.o.

2 Výroba sladu a piva

Hlavními surovinami pro výrobu sladu a piva jsou:

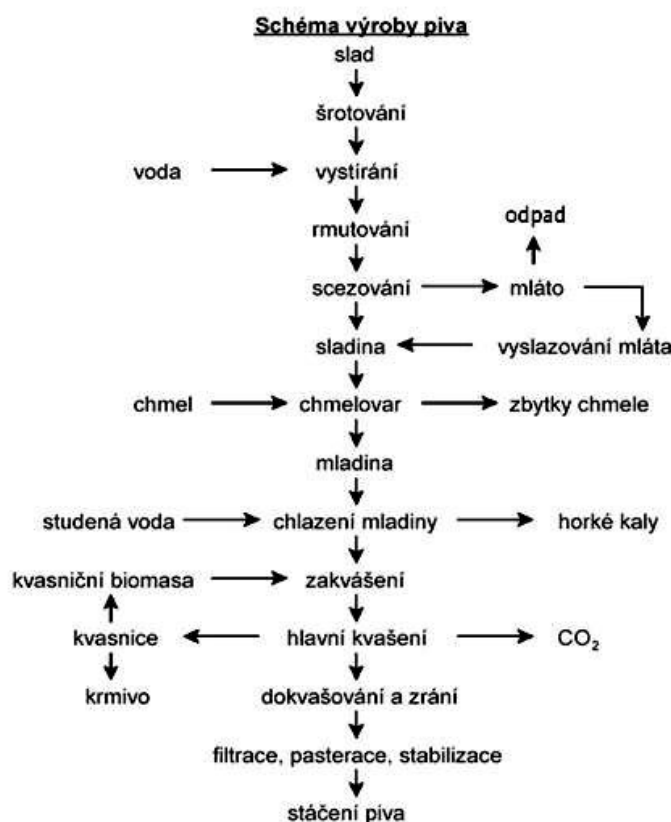
- voda
- ječmen (*Hordeum sp.*)
- chmel (*Humulus lupulus*)
- pivovarské kvasinky (*Saccharomyces cerevisiae*)

Jednotlivé kroky při výrobě sladu a následně i piva jsme s účastníky probrali podle následujících schémat:

Schéma výroby sladu



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obecné postupy jsme srovnávali s průběhem výroby v Plzeňském Prazdoji, kam mají účastníci nejbližší možnost zajít na prohlídku (exkurzi).

3 Výroba vína

Studenti se seznámili s jednotlivými vinařskými oblastmi v České republice. Rozdělili jsme si vína do jednotlivých kategorií podle cukernatosti výchozího moštu. Prošli jsme jednotlivé kroky v postupu výroby: příprava moštu, alkoholické kvašení moštu (fáze kvašení), formování vína, zrání mladého vína a školení vína. Představili jsme si jednotlivé druhy vín a změřili jsme se na „tradiční metodu“ výrovy šumivých vín.

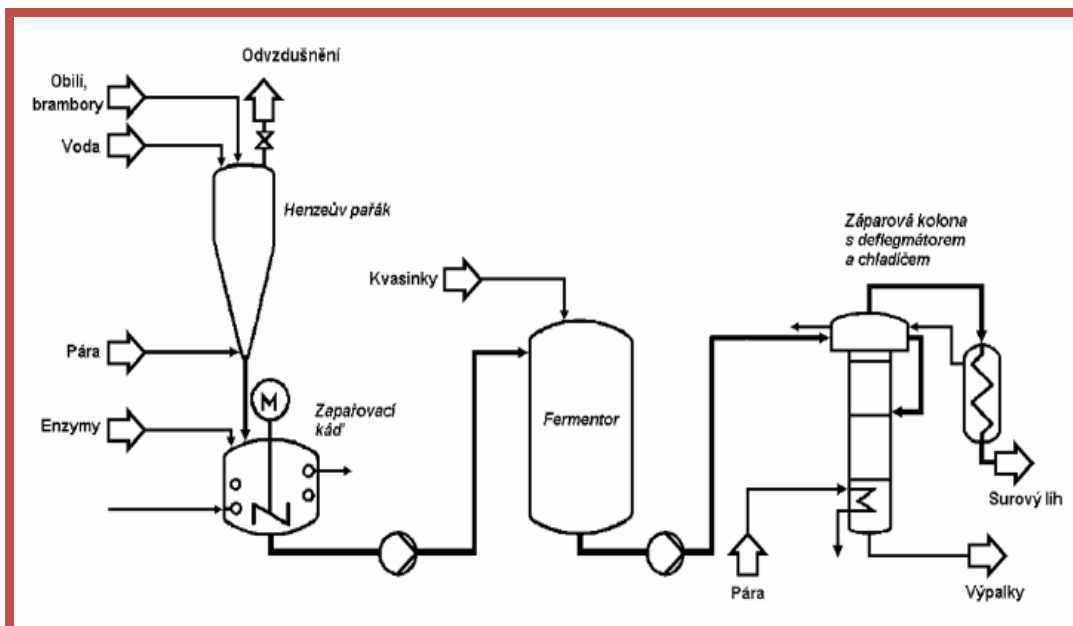
4 Výroba destilátů

Charakterizovali jsme si pojem lihovina a představili základní kategorie lihovin, tj. vyrobené studenou cestou a vyrobené teplou cestou (kvašením a destilací). Vysvětlili jsme si podstatu výroby obou kategorií. Prošli jsme postupně jednotlivé druhy po dle složení (obsahu cukru) a konzistence.

5 Výroba lihu

U kvasného způsobu výroby lihu jsme porovnali postupy výroby ze dvou surovin: melasy a obilí.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



6 Závěr

Všichni účastníci sledovali přednášku se zaujetím. Většina účastníků byla mladší 18 let a neměla tedy vlastní zkušenosti se sortimentem výrobků, který byl součástí přednášek. Přesto vládli všeobecným přehledem o jejich existenci.

7 Použitá literatura

BASAŘOVÁ, G. a kol. Pivovarství: teorie a praxe výroby piva. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2010.

FARKAŠ, J. Biotechnologie vína. Bratislava: Alfa, 1983.

GRÉGR, V. Výroba lihovin. Praha: SNTL, 1974.

8 Kontakt na autora

Mgr. Vladimír Nápravník, Ph.D.

Katedra chemie Fakulty pedagogické ZČU v Plzni

napravni@kch.zcu.cz

MĚŘENÍ FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÝCH VELIČIN

Jitka ŠTROFOVÁ

1 Úvod

Stejně jako v minulých letech tvořila vlastní experimentální činnost účastníků podstatnou část programu chemického kempu. Mezi úlohy, které během týdne řešili, patřilo mimo jiné i měření pH a určení jeho závislosti na koncentraci nebo sledování průběhu oscilačních reakcí.

2 Měření pH a jeho závislost na koncentraci

Podle obsahu iontů H_3O^+ a OH^- v roztoku se rozlišují roztoky kyselé, zásadité nebo neutrální. Je-li $c(\text{H}_3\text{O}^+) > c(\text{OH}^-)$, je roztok kyselý. Je-li $c(\text{H}_3\text{O}^+) < c(\text{OH}^-)$, pak je roztok zásaditý. V případě $c(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{OH}^-)$ je roztok neutrální. Pro posouzení acidobazických vlastností byla zavedena stupnice pH. Při teplotě 25 °C má kyselý roztok $\text{pH} < 7$, neutrální $\text{pH} = 7$ a zásaditý $\text{pH} > 7$. Přibližnou hodnotu je možné zjistit acidobazickými indikátory, což jsou látky, které mění zbarvení v závislosti na pH. Přesnou hodnotu pH lze změřit.

Účastníci měli k dispozici pH-metr od firmy Vernier, který je připojen k počítači. Díky softwaru Logger Pro lze sledovat na obrazovce nejen aktuální hodnotu pH měřeného roztoku, ale také naměřená data uložit a následně vyhodnotit. Úkolem studentů bylo změřit pH roztoků kyseliny chlorovodíkové a kyseliny octové o různých koncentracích a nalézt vztah, který by nejlépe vystihoval závislost hodnoty pH na koncentraci daného roztoku.

2.1 Pracovní postup

Senzor na měření pH se připojuje k počítači přes rozhraní Go! Link. Před začátkem měření je třeba provést kalibraci senzoru a nastavit parametry sběru dat. Podrobné instrukce k obsluze pH-metru byly součástí pracovních návodů, které účastníci dostali.

Nejprve postupným ředěním připravíme do odměrných baněk o objemu 100 cm³ roztoky kyseliny chlorovodíkové HCl a kyseliny octové CH₃COOH o koncentracích 1; 0,5; 0,1; 0,01 a 0,001 mol dm⁻³.

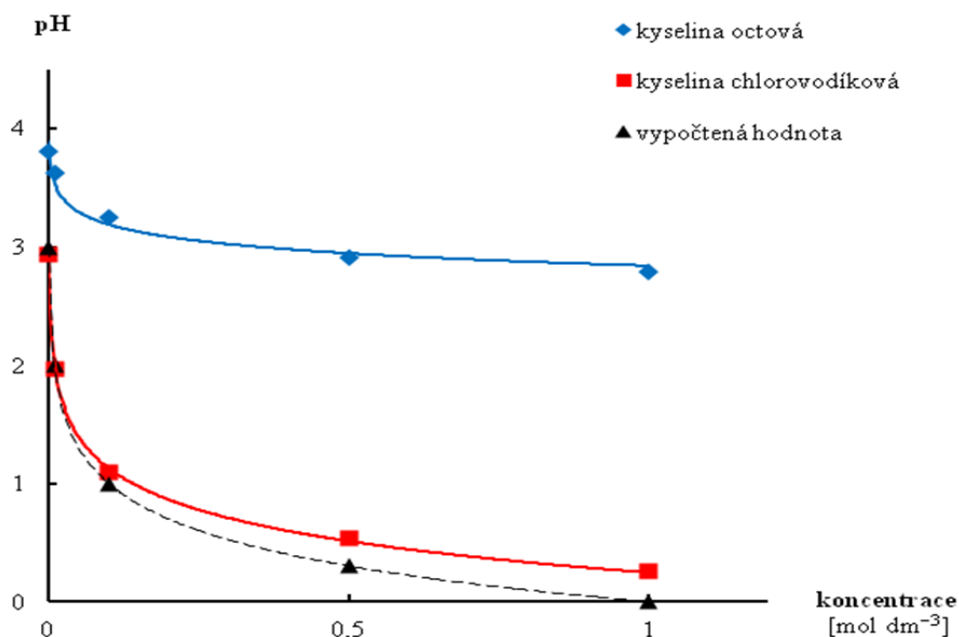
Z takto připravených roztoků odlijeme vzorky kyseliny chlorovodíkové o různých koncentracích do předem označených zkumavek (plníme je zhruba do jedné poloviny). Elektrodu pH-metru vyjmeme ze skladovacího roztoku, opláchneme destilovanou vodou, opatrně osušíme filtračním papírem a ponoříme do měřeného vzorku. Na obrazovce se objeví okamžitá hodnota pH. Spustíme měření, chvíli počkáme, až se hodnota ustálí, a uchováme ji. V dialogovém okně budeme vyzváni, abychom zadali koncentraci měřeného vzorku. Po doplnění tohoto údaje se data uloží do datové tabulky. Elektrodu vyjmeme ze vzorku, znovu opláchneme destilovanou vodou, osušíme a celý postup opakujeme pro další koncentrace. Naměřená data pro kyselinu chlorovodíkovou uložíme jako samostatný soubor. Stejným způsobem proměříme pH roztoků kyseliny octové. Po skončení měření elektrodu důkladně opláchneme destilovanou vodou, osušíme a vrátíme do skladovacího roztoku.

Již během samotného měření vidíme kromě aktuální hodnoty pH a dosud naměřených dat také grafickou závislost pH na koncentraci sledovaného roztoku. Abychom mohli

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

porovnávat hodnoty pH u obou kyselin současně a najít vhodný matematický vztah mezi hodnotou pH a koncentrací daného roztoku, zkopírujeme datovou tabulku do Excelu a sestrojíme graf závislosti pH na koncentraci. Jednotlivé body postupně prokládáme různými křivkami a sledujeme, která z nich vyhovuje nejlépe.

2.2 Výsledky měření



Obr. 1 Závislost pH roztoku kyseliny chlorovodíkové a octové na jejich koncentraci

Výsledky měření byly zpracovány do datové tabulky a následně sestrogen graf v Excelu, v němž bylo možné porovnat naměřené hodnoty pH obou kyselin s teoreticky vypočtenou hodnotou pH. Jednotlivé body byly postupně proloženy různými křivkami, nejlépe vyhovovala logaritmická křivka, čímž byla ověřena platnost definice $\text{pH} = -\log c(\text{H}_3\text{O}^+)$. Závislost pH na koncentraci daného roztoku zachycuje obr. 1. Z něj je patrné, že pH kyselin s rostoucí koncentrací klesá, roztok je kyselejší. Hodnoty pH kyseliny chlorovodíkové se příliš neliší od teoreticky vypočtených hodnot, naopak u kyseliny octové jsou odchylky výrazné. To je způsobeno rozdílným chováním silné (HCl) a slabé kyseliny (CH₃COOH). Roli hraje stupeň disociace, který se v případě silných kyselin blíží k jedné, naopak u slabých kyselin je velmi nízký a disociace probíhá jen částečně.

3 Sledování průběhu oscilačních reakcí

Oscilační reakce jsou reakce, při nichž se děje a jim odpovídající změny periodicky opakují. Příkladem takové reakce může být katalytická oxidace methanolu vzdušným kyslíkem, kdy se platinová spirála opakovaně žhaví a pohasíná. Dalším příkladem jsou tzv. reakce Bělousovova-Žabotinského, při nichž můžeme pozorovat pravidelně se opakující barevné změny. Do této skupiny patří i zeleno-modro-červené oscilace, jejichž průběh

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

sledovali účastníci chemického kempu. Jedná se o složité reakční systémy, v nichž probíhá řada simultánních a následných reakcí. Uplatňují se zde vztahy kinetické (různé reakční rychlosti) a rovnovážné (konkurenční rovnováhy). Ionty Ce^{4+} a Ce^{3+} působí jako oxidační a redukční činidla. Dochází k redukci bromičnanu a oxidaci bromidu na brom, který se aduje na kyselinu malonovou. Katalyzátorem je ferroin. Železnaté a železité kationty poskytují s 1,10-fenantrolinem barevné komplexy (Fe^{2+} červený, Fe^{3+} modrý). Roztoky solí Ce^{3+} jsou bezbarvé, Ce^{4+} žluté až oranžové. Vznikající brom zbarvuje roztok do červenohněda. (Roesky, 1994)

V důsledku probíhajících reakcí se mění hodnoty redoxních potenciálů, které studenti měřili pomocí ORP senzoru od firmy Vernier.

3.1 Pracovní postup

Do čtyř odměrných válců postupně odlijeme po 50 cm^3 roztoku A, B, C a 3 cm^3 roztoku D. Složení roztoků je uvedeno v tabulce 1.

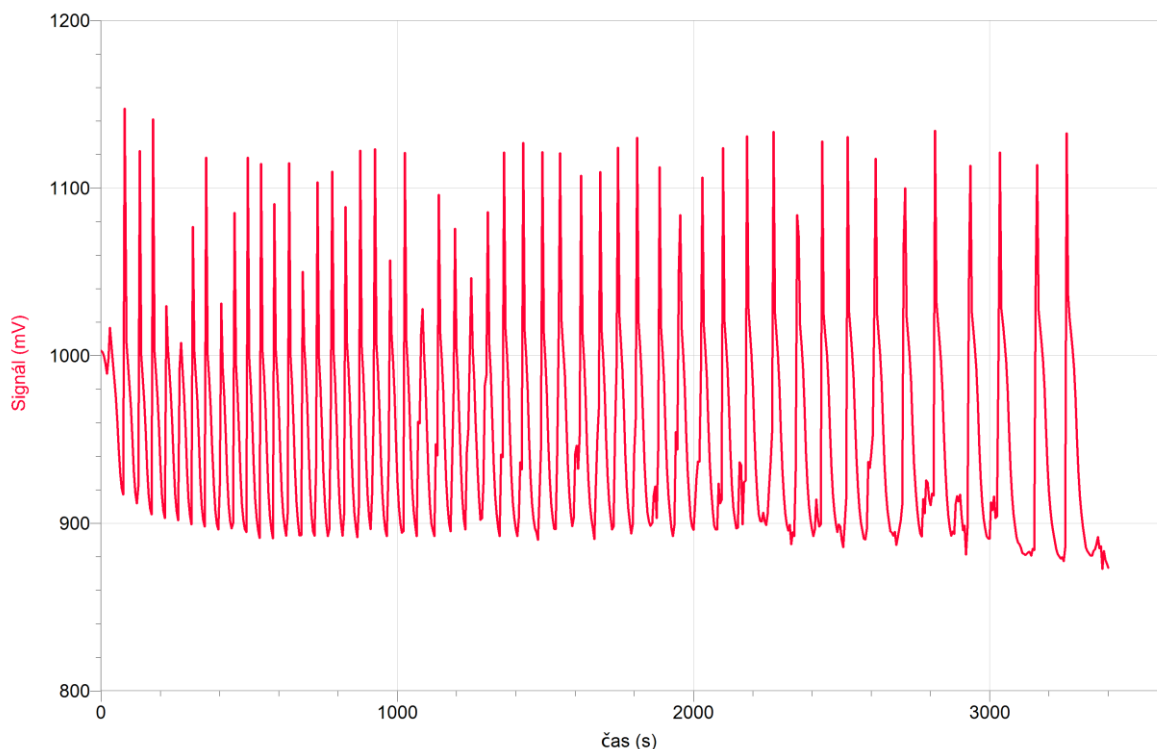
Tabulka 1 Složení roztoků pro zeleno-modro-červené oscilace

Roztok	Složení
A	9,5 g KBrO_3 ve 250 cm^3 destilované vody
B	8 g kys. malonové + 1,75 g KBr ve $250 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}$
C	2,65 g $\text{Ce}(\text{NH}_4)_2(\text{NO}_3)_6$ + 37,5 ml konc. H_2SO_4 doplnit do $250 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}$
D	0,5% roztok ferroinu (0,23 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ + 0,56 g 1,10-fenantrolin ve $100 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}$)

Senzor ORP připojíme přes rozhraní Go! Link k počítači. Na elektromagnetickou míchačku postavíme kádinku s 50 cm^3 roztoku A a začneme míchat. Po chvíli přilijeme 50 cm^3 roztoku B, poté 50 cm^3 roztoku C a nakonec 3 cm^3 roztoku D. Ze skladovacího roztoku vyjmeme elektrodu, opláchneme ji destilovanou vodou, osušíme filtračním papírem a upevníme do stojanu tak, aby byla ponořená do roztoku v kádince. Spustíme měření a na obrazovce sledujeme změny potenciálu během probíhající reakce.

Měření ukončíme po 30 minutách. Elektrodu důkladně opláchneme vodou a uložíme zpět do skladovacího roztoku. Záznam z měření je na obr. 2.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 2 Hodnoty redoxního potenciálu během zeleno-modro-červených oscilací
(zpracováno softwarem Logger Pro)

4 Závěr

Studenti se naučili pracovat s vybranými senzory od firmy Vernier a díky tomuto zařízení jednoduše a efektivně změřili pH roztoků a redoxní potenciál v průběhu oscilačních reakcí. Teoretické znalosti aplikovali na praktické úlohy a uvědomili si souvislosti mezi jednotlivými studovanými jevy.

Použitá literatura

MALIJEVSKÝ, A. a kol. Breviář z fyzikální chemie. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2000. 280 s. ISBN 80-7080-403-3.

ROESKY, W. H., MÖCKEL, K. Chemische Kabinettstücke. VCH, Weinheim 1994. 314 s. ISBN 3-527-29220-9.

5 Kontakt na autora

Mgr. Jitka Štrofová, Ph.D.
Západočeská univerzita v Plzni
strofova@kch.zcu.cz

STANOVENÍ SACHARIDŮ A BÍLKOVIN

Vladimír NÁPRAVNÍK

1 Úvod

V biochemii jsou velice zajímavé náměty na experimenty a laboratorní cvičení zaměřené na identifikaci sacharidů a bílkovin (Barthová, Sofrová, Tichá, 1980). Identifikace sacharidů a bílkovin byla tématem biochemických praktik letošního chemického kempu.

2 Důkazové reakce sacharidů

V rámci biochemických pokusů studenti prováděli důkazové reakce sacharidů. Všichni účastníci měli nejprve k dispozici známé vzorky zástupců sacharidů – glukosa (zástupce hexos), arabinosa (zástupce pentos), sacharosa (zástupce neredukujícího disacharidu) a škrob (zástupce polysacharidů). Na těchto známých vzorcích si účastníci vyzkoušeli používané důkazové reakce:

- Molischova reakce,
- Fehlingova reakce,
- Tollensova reakce,
- Barfoedova reakce,
- Tollensova a Wheelerova reakce
- Bialova reakce
- a důkaz škrobu s jódem.

Studenti si tak ověřili, jaké barevné produkty při jednotlivých reakcích vznikají.

3 Důkazové reakce bílkovin

Druhou skupinou látek, která sloužila jako substrát pro důkazové reakce, byly bílkoviny. Konkrétně měli účastníci k dispozici bílkovinu kasein. Na ní si vyzkoušeli jednotlivé důkazové reakce:

- biuretová reakce,
- ninhydrinová reakce,
- xanthoproteinová reakce.

Po provedení všech důkazových reakcí na známých zástupcích jednotlivých skupin, následovala identifikace neznámého vzorku.

4 Identifikace neznámého vzorku

Neznámý vzorek obsahoval 1 až 2 vzorky příslušných sacharidů a účastníci měli za úkol tyto sacharidy, případně přítomnou bílkovinu určit právě pomocí důkazových reakcí. Návody se všemi potřebnými postupy a chemikáliemi získali účastníci předem vytištěné. Chemikálie a potřebná činidla již měli účastníci připravená.

5 Závěr

Všichni účastníci se úkolu zhostili s umem jejich vlastním a prokázali svoji obratnost a zručnost jak v experimentální činnosti jako takové, tak i logickém myšlení během úvah nad postupy, jak neznámé vzorky identifikovat.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

6 Použitá literatura

BARTHOVÁ, J., SOFROVÁ, D., TICHÁ, M. Základní praktikum z biochemie. 1. vyd.
Praha: SPN, 1980. 184 s.

7 Kontakt na autora

Mgr. Vladimír Nápravník, Ph.D.
Katedra chemie Fakulty pedagogické ZČU v Plzni
napravni@kch.zcu.cz

PEKTROFOTOMETRICKÉ STANOVENÍ

Jan HRDLIČKA

1 Úvod

Pro mnoho různých látek jsou dodnes používány metody, které využívají zabarvení roztoku reakčním produktem sledované látky. Intenzita tohoto zabarvení je přitom za určitých podmínek přímo úměrná koncentraci stanovované látky. Od původního prostého porovnávání intenzity zabarvení roztoku se standardy pouhým okem se postupem času tyto metody dostaly k objektivnímu přístrojovému měření množství roztokem pohlceného záření.

2 Spektrální analytické metody

Soubor fyzikálně-chemických metod, jejichž společným znakem je mechanismus založený na reakci hmoty a záření. Hmotou zde rozumíme atomy, molekuly nebo ionty zkoumané látky v homogenním prostředí „průchodném“ pro elektromagnetické záření.

Hmota a záření si vyměňují energii, přičemž u absorpční spektroskopie je mechanismus interakce mezi hmotou a zářením založen na schopnosti atomů, molekul nebo iontů přecházet ze stavů s menší energií do stavů energeticky bohatších a využívat k těmto přechodům dodanou zářivou energii. Naopak u emisní spektroskopie může atom, molekula nebo iont při přechodu v opačném smyslu energii vyzářit.

Polychromatické záření obsahuje interval vlnových délek, naopak monochromatické záření obsahuje pouze jednu vlnovou délku z elektromagnetického spektra. Spojité spektrum získáme, necháme-li procházet polychromatické záření disperzním prvkem. Vznikne barevné spektrum (ve kterém jsou zastoupeny všechny vlnové délky), které vydávají všechny rozpálené tuhé a kapalné látky (např. rozžhavená wolframová žárovka, rozžhavený platinový drátek).

3 Lambert–Beerův zákon

Lambert-Beerův zákon vyjadřuje vztah mezi absorbancí světla určité vlnové délky a koncentrací analytu. Je vyjádřen rovnicí

$$A = \varepsilon \cdot c \cdot l,$$

kde A je absorbance při dané vlnové délce, ε je molární absorpční koeficient [$\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$] pro danou vlnovou délku a daný analyt, l je délka optické dráhy, na které dochází k absorpci (tloušťka kyvety) [cm] a c je molární koncentrace stanovovaného analytu [$\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$].

Lambert–Beerův zákon je limitní tzn. že platí pouze za určitých podmínek:

- pro přesně monochromatické záření
- pro zředěné roztoky ($c \ll 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$)
- absorbující částice nepodléhají žádným změnám (interakcím)

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

d) v měřeném systému existuje pouze 1 absorbující složka (je-li v měřeném systému více absorbujících složek absorbující při dané λ , pak je absorbance sumou všech složek).

4 Železo a mangan ve vodě

Železo a mangan nepatří v běžných koncentracích v pitné vodě mezi látky zdraví škodlivé. Ovšem vyšší koncentrace těchto kovů významně ovlivňují jiné vlastnosti pitné vody.

Z hygienického hlediska je důležitý vliv na chuť a vzhled vody. Dále pak při vyšších koncentracích může docházet k významnému vylučování sloučenin železa a manganu ve formě různých povlaků, které pak mohou zhoršovat průchodnost potrubí a zvyšovat opotřebení ventilů. Zároveň jsou tyto povlaky živnou půdou pro určité typy bakterií, díky kterým pak voda získává i nepříjemný zápach.

Z těchto důvodů je omezeno maximální možné množství těchto prvků obsažené v pitné vodě pomocí vyhlášky 252/2004 Sb. a pro mangan je limit $0,05 \text{ mg.l}^{-1}$, pro železo $0,2 \text{ mg.l}^{-1}$. V případě, že obsahuje geologické podloží významná množství těchto prvků, platí limity vyšší, a to $0,2 \text{ mg.l}^{-1}$ pro mangan a $0,5 \text{ mg.l}^{-1}$ pro železo. To se obvykle týká studní, kde je doporučená hodnota množství těchto prvků i tak často překračována.

5 Stanovení železa a manganu ve vodě spektrofotometricky

5.1 Měření na spektrofotometru Vernier

Spektrofotometr Vernier je zařízení, které je možno připojit k notebooku pomocí USB konektoru. Pak je řízen pomocí nainstalovaného software LoggerPro 3.1. Spektrofotometr je vybaven zdrojem záření, který umožňuje měření v oblasti vlnových délek od 380 nm do 950 nm. Detektorem záření je pak fotodioda. Přístroj je vyroben jako jednopaprskový.

V ovládacím programu je možné nastavit možnost měření závislosti absorbance na koncentraci při zvolené vlnové délce. Přímou v programu lze změřit libovolný počet standardů a naměřené údaje pak proložit kalibrační přímkou.

5.2 Příprava roztoků pro měření kalibrační křivky

a) Příprava zásobního roztoku síranu železitého: $0,050 \text{ g Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9 \text{ H}_2\text{O}$ je rozpuštěno přidávkem 10 ml koncentrované HCl a doplněno destilovanou vodou do 100 ml odměrné baňky. Zásobní roztok Fe^{3+} obsahuje v 1 ml 0,1 mg Fe, tj. v 1 litru 100 mg Fe.

b) Příprava zásobního roztoku manganistanu draselného: $0,0287 \text{ g KMnO}_4$ předem vysušeného při teplotě $105 \text{ }^\circ\text{C}$ je rozpuštěno a doplněno destilovanou vodou do 100 ml odměrné baňky. Roztok je potřeba připravit vždy čerstvý! Zásobní roztok MnO_4^- obsahuje v 1 ml 0,1 mg Mn, tj. v 1 litru 100 mg Mn.

Tab. 1 Pracovní návod pro přípravu kalibračních roztoků o c 0 - 20 mg.l^{-1}

c [mg/l]	Do 50 ml odměrné baňky	
	Zásobní roztok [ml]	Destilovaná voda
0	-	doplnit po rysku

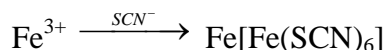
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

2,5	1,25	doplnit po rysku
5	2,5	doplnit po rysku
7,5	3,75	doplnit po rysku
10	5	doplnit po rysku

c) Příprava kalibračních roztoků podle Tab. 1, kdy do 50 ml odměrné baňky odměříme pipetou daný zásobní roztok a baňku pak doplníme po rysku destilovanou vodou.

5.3 Stanovení Fe^{3+} s thiokyanatanem

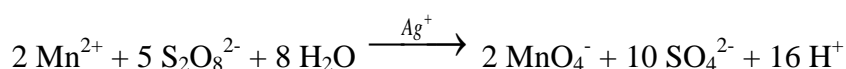
Trojmocné železo reaguje v kyselém prostředí s thiokyanatanem za vzniku červeného zbarvení.



Do 100 ml kádinky k 50 ml vzorku (objem je odměřen pipetou) se přidá 2,5 ml HCl (1:1) a zamíchá se. Potom se přidá 5 ml 20% roztoku KSCN a po promíchání se za 10 minut změří absorbance vzorku při vlnové délce 500 nm. Hmotnostní koncentrace Fe v mg.l^{-1} se určí z kalibrační křivky.

5.4 Stanovení Mn^{2+} oxidací na manganistan

Manganaté ionty jsou v kyselém prostředí oxidovány peroxodisíranem za katalýzy stříbrnými ionty za vzniku výrazně fialově zbarveného iontu manganistanového.



Do 100 ml kádinky k 50 ml vzorku se přidá 2,5 ml směsného činidla obsahující stříbrné ionty a 0,5 g peroxodisíranu draselného. Směs se pomalu ohřeje k varu a vaří se po dobu 10 min. Po ochlazení na teplotu laboratoře se přidá asi 0,1 g peroxodisíranu draselného navíc a objem roztoku se doplní destilovanou vodou zpět na 50 ml. Po 10 minutách se změří absorbance vzorku při vlnové délce 525 nm. Hmotnostní koncentrace Mn v mg.l^{-1} se určí z kalibrační křivky.

6 Závěr

V rámci této úlohy si studenti při přípravě roztoků osvojili přípravu kalibrační řady s využitím odměřování roztoků pomocí pipet a odměrných baněk. Přesnost jejich práce pak bylo možné zhodnotit podle toho, jak přesně protínala kalibrační přímka jednotlivé body v kalibračním grafu.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zároveň se seznámili s možnostmi přístrojových metod při stanoveních nízkých koncentrací vybraných analytů. Jako vzorek sloužil jak umělý vzorek, tak přímo vodovodní voda, kde však byly koncentrace tak nízké, že nebylo možno je spolehlivě změřit. Pouze bylo možné konstatovat, že limitní koncentrace daná normou nebyla překročena.

7 Použitá literatura

OPEKAR, F.; JELÍNEK, I.; RYCHLOVSKÝ P. Základní analytická chemie pro studenty, pro něž analytická chemie není hlavním studijním oborem 1. vyd. Karolinum, Praha 2002.

HORÁKOVÁ, M. Analytika vody 2. vyd. VŠCHT, Praha 2003.

KOŽENÁ, L. Přímé stanovení dusičnanů ve vodě UV spektroskopii na přístroji HITACHI U-2010, Bakalářské práce, ZČU v Plzni, Plzeň 2007.

Měření koncentrace s Vernier SpectroVis Plus [online]. Dostupné na internetu <<http://www.vernier.cz/experimenty/gml/chemie/ch11.pdf>>

6 Kontakt na autora

Ing. Jan Hrdlička, PhD.
Katedra chemie FPE ZČU v Plzni
hrdlicka@kch.zcu.cz

udržitelnost projektu PODPORA TALENTOVANÝCH ŽÁKŮ V PLZEŇSKÉM KRAJI

CHEMICKÝ KEMP

STANOVENÍ SLOŽENÍ ROZTOKŮ

Jan HRDLIČKA

1 Úvod

Koncentrace roztoků je možno stanovit různými způsoby, dnes velmi často s využitím různých instrumentálních metod. Pro vyšší koncentrace jsou však dodnes využívány odměrné metody (též titrace, volumetrická analýza). Ty totiž mají malé nároky na potřebné vybavení, jsou dostatečně přesné a zároveň je znám průběh reakce, která při stanovení probíhá.

Titrace (odměrná analýza) je stanovení látek založené na měření objemu roztoku činidla právě potřebného k úplnému zreagování stanovované složky ve známém objemu analyzovaného roztoku, tj. k dosažení bodu ekvivalence. Známe-li přesnou látkovou koncentraci roztoku činidla (tzv. titr), můžeme na základě stechiometrie reakce vypočítat množství nebo koncentraci stanovované složky v roztoku.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

V bodě ekvivalence dochází k tomu, že je všechna stanovovaná látka zreagována a naopak se objevuje nadbytek titračního činidla. Tuto změnu obvykle nelze postřehnout smysly, a proto se využívá tzv. indikátorů, chemických látek, které mění svou barvu v závislosti na vlastnostech roztoku. Okamžik změny barvy tedy odpovídá dosažení bodu ekvivalence, kdy je nutno titraci ukončit.

2 Odměrování objemů

Odměrné nádobí slouží k přesnému odměření potřebného objemu. Dělí se na dvě skupiny. Byreta a pipeta jsou odměrné nádobí kalibrované tzv. na vylití, na nádobí je nápis Ex. To znamená, že pokud naplníme nádobí přesně po rysku, pak to co vyteče je objem, který je určen popiskem na daném nádobí.

Odměrná baňka je oproti tomu odměrné nádobí kalibrované tzv. na dolití, na nádobí je nápis In. Znamená to, že pokud odměrnou baňku doplníme přesně po rysku, obsahuje objem určený popiskem na dané baňce.

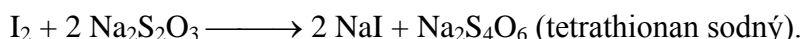
Při odečítání hodnoty nebo doplňování kapaliny po rysku se díváme vždy vodorovně s hladinou vody a kolmo na skleněnou trubici. Protože v úzké trubici se výrazně projeví hydrofilita skla, hladina vodného roztoku v trubici má tvar misky. Zajímá nás nejnižší bod (tzv. meniskus) kapaliny. Ten je určující pro korektní odměření objemu.

3 Titrační stanovení

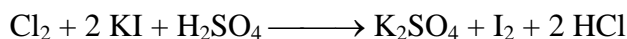
3.1 Stanovení celkového chloru ve vodě

Chlor se ve vodě vyskytuje v důsledku využívání chloru a jeho sloučenin jako dezinfekčních činidel. Protože je ve vyšších koncentracích škodlivý, jsou stanoveny hygienické normy, které jeho množství ve vodě omezují. Dodržování těchto norem je pak kontrolováno různými metodami. Jednou z nich je i titrační stanovení.

Titrační stanovení, při nichž je k indikaci bodu ekvivalence využita výrazná a velmi citlivá reakce jodu se škrobem, jsou obecně nazývána titracemi jodometrickými. Stanovení je založeno na reakci jodu s thiosíranem podle rovnice



Vzhledem k velmi přesnému určení bodu ekvivalence této reakce je často využívána při nepřímých nebo zpětných titracích, kdy této titraci předchází oxidace jodidu na jod nebo naopak redukce nadbytku jodu sledovanou látkou. V případě stanovení molekulárního chloru ve vodě je využita schopnost chloru oxidovat v kyselém prostředí jodid na jod podle reakce



Vzniklý jod potom vytitrujeme thiosíranem a z jeho spotřeby určíme množství chloru ve vzorku.

Protože množství chloru v pitné vodě je nízké, nelze je obvykle touto metodou stanovit. Proto byl připraven umělý vzorek přidávkem několika kapek přípravku Savo do litru pitné vody. Do baňky pak studenti odměřili 50 ml vzorku, přidali 1 cm³ H₂SO₄ zředěné v poměru 1:4 a do roztoku pak sesypali z lodičky navážku 1 g KI. Pak baňku zazátkovali a asi 3 minuty

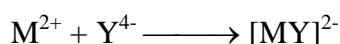
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

mírně promíchávali její obsah. Potom byl vzniklý jod titrován thiosíranem ($c = 0,01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$) do slabého žlutého zbarvení a po přidání škrobového mazu dotitrován do odbarvení.

3.2 Stanovení hmotnostní koncentrace vápníku a hořčíku ve vodovodní vodě

Vyhláška 252/2004 Sb. o hygienických požadavcích na pitnou vodu mimo jiné upravuje i doporučené koncentrace vápenatých a hořečnatých iontů. Tyto ionty výrazně souvisí s tzv. tvrdostí vody. Oba tyto ionty lze stanovit chelatometricky, liší se jen pH, při kterém je stanovení prováděno a použitým indikátorem.

Situace v chelatometrii je pro výpočty zjednodušena tím, že chelaton III reaguje s kationtem vždy v látkovém poměru 1:1, tedy 1 mol chelatonu III zreaguje přesně s jedním molem stanovovaného kationtu. Obecně lze reakci dvojmocného kationtu popsat rovnicí



kde M je obecný symbol pro kov a Y je anion chelatonu III po odštěpení dvou iontů sodíku a dvou iontů vodíku.

Při stanovení vápenatého iontu ve vodě studenti pipetou odměřili 100 cm^3 vodovodní vody, která byla předem odstátá. Ke vzorku přidali 2 cm^3 roztoku NaOH o látkové koncentraci $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ a tolik indikátoru murexidu, až byl roztok růžově zbarven. Za stálého míchání pak přidávali z byrety odměrný roztok chelatonu III o látkové koncentraci $0,02 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ do první stálé změny barvy na fialovou.

Při stanovení celkové tvrdosti vody jde o vytitrování obsahu součtu iontů $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$. Protože murexid není dostatečně citlivý na Mg^{2+} , provádíme titraci na eriochromčern T. Pokud odečteme od spotřeby chelatonu III potřebné k vytitrování celkové tvrdosti spotřebu chelatonu III na vytitrování vápenatých iontů, dostaneme spotřebu chelatonu III odpovídající reakci s hořečnatými ionty.

Ke stanovení celkové tvrdosti vody studenti odpipetovali 100 cm^3 vzorku vody, přidali 5 cm^3 amonného tlumivého roztoku k úpravě pH, zahřáli na $50 \text{ }^\circ\text{C}$ a přidali tolik eriochromčerně T, kolik je třeba pro vznik vínově červeného zbarvení. Pak titrovali roztokem chelatonu III ($c = 0,02 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$) do čistě modrého zbarvení.

4 Závěr

Studenti si vyzkoušeli laboratorní stanovení s praktickými vzorky, přičemž si vyzkoušeli základy práce při odměřování roztoků pomocí pipety a byrety. Vzhledem k tomu, že v prvním i druhém úkolu studenti používali stejné roztoky a odměřit měli i stejné množství standardu, bylo možné porovnávat mezi sebou přímo spotřeby při provedených titracích, kterých jednotliví studenti dosáhli. Z těchto hodnot pak byly po vyloučení odlehlých výsledků vypočteny průměrné hodnoty pro obsah chloru ve vzorku vody i pro výpočet obsahu vápenatých a hořečnatých iontů ve vodovodní vodě. Tyto údaje pak byly porovnány s normou pro pitnou vodu a mohli jsme konstatovat, že vodovodní voda v tomto ohledu vyhovuje.

5 Použitá literatura

KRAITR, M. Příručka pro laboratorní cvičení z analytické chemie. PF Plzeň, Plzeň 1965.
HORÁKOVÁ, M. Analytika vody 2. vyd. VŠCHT, Praha 2003.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

6 Kontakt na autora

Ing. Jan Hrdlička, PhD.

Katedra chemie FPE ZČU v Plzni

hrdlicka@kch.zcu.cz