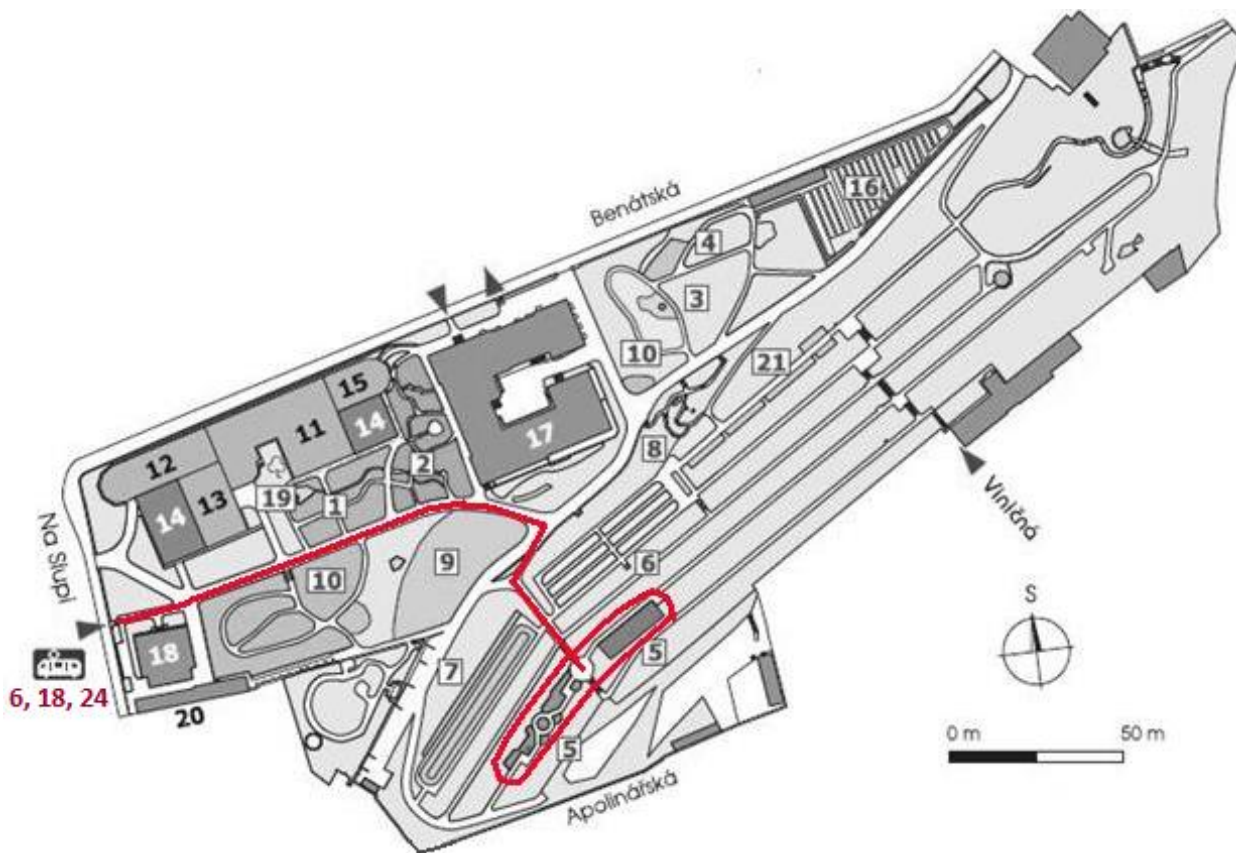




## AUTORSKÉ ŘEŠENÍ

### Plán botanické zahrady s vyznačenou expozicí vodních a bahenních rostlin:



- |                                                                       |                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>1</b> Středoevropská květena (Háj)                                 | <b>13</b> Kaktusy a sukulenty                          |
| <b>2</b> Středoevropská květena (Vápnomilná vegetace)                 | <b>14</b> Zásobní skleníky (nepřístupné veřejnosti)    |
| <b>3</b> Středoevropská květena (Rašellna)                            | <b>15</b> Horní výstavní skleník                       |
| <b>4</b> Středoevropská květena (Písčina)                             | <b>16</b> Zásobní úsek (nepřístupný veřejnosti)        |
| <b>5</b> Vodní a bahenní rostliny                                     | <b>17</b> Katedra botaniky a Ústav životního prostředí |
| <b>6</b> Léčivé a užitkové rostliny                                   | <b>18</b> Ředitelství botanické zahrady                |
| <b>7</b> Systém rostlin (uspořádání rostlin podle jejich příbuznosti) | <b>19</b> Jinan dvoulaločný (Ginkgo biloba 'Praga')    |
| <b>8</b> Vřesovcovité rostliny                                        | <b>20</b> WC                                           |
| <b>9</b> Sbírka jehličnanů                                            | <b>21</b> Geologický park                              |
| <b>10</b> Subtropické rostliny (v létě) a středomořská skalka         |                                                        |
| <b>11</b> Tropický skleník s bazénem s viktorii královskou            |                                                        |
| <b>12</b> Subtropický skleník (v létě výstavní skleník)               |                                                        |

### Vysvětlivky k práci s pracovním listem:

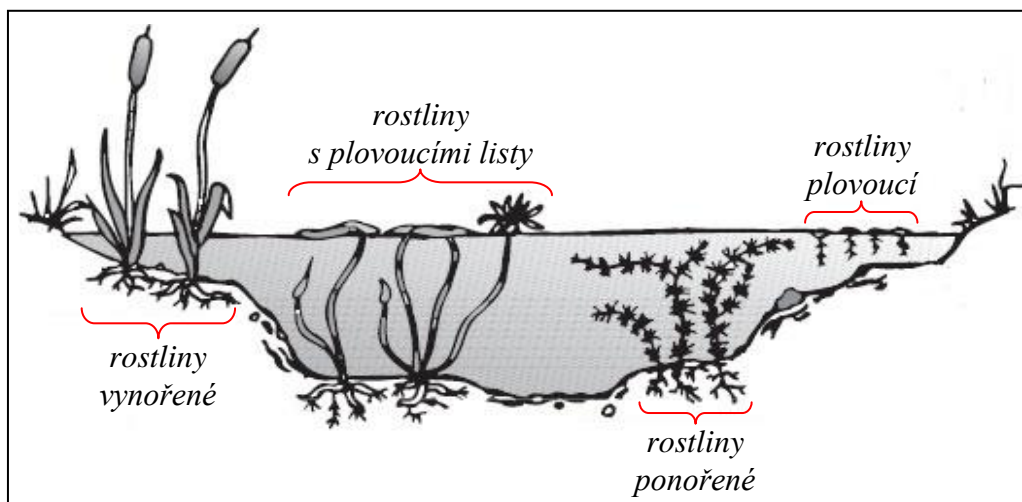
- jednotlivé úlohy jsou označeny číslem a názvem, v úvodu každé z nich je **doprovodný text** různé délky
- **konkrétní úkoly** u každé úlohy jsou označeny kytičkou: 
- po stranách textu jsou doplněny **zajímavosti k tématu**, označené žabkou: 

## AUTORSKÉ ŘEŠENÍ

S využitím expozice vodních a bahenních rostlin vyřešte následující úlohy:

### 1) Kategorie vodních rostlin

Vodní rostliny (hydrofyty) lze podle způsobu, jakým ve vodě rostou, a podle způsobu uchycení k substrátu rozdělit do 4 skupin (viz Obr. 1):



Obr. 1

✿ Projděte si expozici vodních a bahenních rostlin a s využitím obrázku (Obr. 1) uveďte ke každé skupině alespoň 3 příklady konkrétních zástupců.

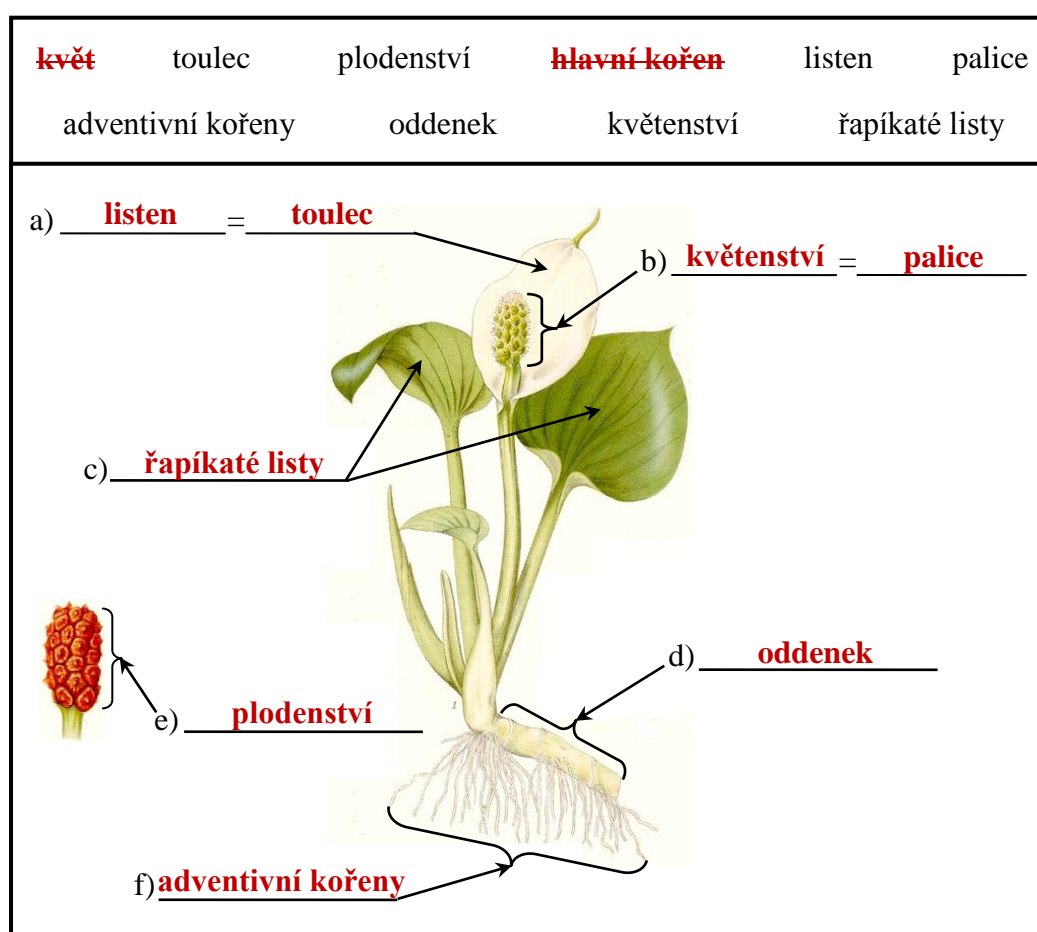
- rostliny zcela ponořené (submersní) zakořeňují ve dně, stonky s listy nevyčnívají nad hladinu  
- **příklady: žebrotka bahenní, stolítek střídavokvětý, rdest světlý, rdest prorostlý,...**
- rostliny vynořené nad hladinu (emersní) zakořeňují v bahnitěm dně mělkých vod, stonky s listy a květy vyrůstá nad hladinu  
- **příklady: orobince, rákos obecný, chrastice, zblochan vodní, ostřice, skřípinec, přeslička poříční, šípátka vodní, žabníky, bahnička, řezan pilolistý, d'áblík bahenní, puškvorec obecný,...**
- rostliny plovoucí = vzplývavé (pleustofyty) nezakořeňují ve dně, ale ve vodním sloupci, celá rostlina je nad nebo pod vodní hladinou  
- **příklady: okřehek menší, okřehek trojbrázdý, okřehek hrbatý, závitka mnohokořená, nepukalka vzplývající,...**
- rostliny s plovoucími listy (natantní) zakořeňují ve dně, listy vzplývají na hladině, často jsou celokrajné a tuhé  
- **příklady: plavín štítnatý, leknín bílý, leknín bělostný, stulík žlutý, stulík malý, kotvice plovoucí, rdesno obojživelné, rdest vzplývavý, rdest uzlinatý, rdest trávolistý,...**

## 2) Ďáblík bahenní

V mokřadech a tůních se vzácně můžeme setkat s ďáblíkem bahenním (*Calla palustris*) z čeledi áronovité (Araceae), který patří mezi ohrožené druhy naší květeny a je chráněn zákonem.

Ďáblík je vytrvalá, až 30 cm vysoká bylina s válcovitým, zeleným oddenkem. Z oddenku vyrůstají dlouze řapíkaté listy a bezlisté stonky zakončené palicí květů. Palice je podepřena zašpičatělým listenem bílé barvy. Květy jsou velmi drobné, převážně oboupohlavné a nemají květní obaly. Plodem ďáblíku jsou vícesemenné sytě červené bobule. Celá rostlina je díky obsahu saponinových látek jedovatá.

 **Za pomoci doprovodného textu přiřad'te k obrázku ďáblíku bahenního (Obr. 2) popisky z nabídky (2 pojmy přebývají):**



K blízkým příbuzným ďáblíku patří antúrie (*Anthurium* sp.), kterých se díky nápadnému červenému toulci využívá do vázaných kytic. Příbuzné jsou mu také často pěstované pokojové rostliny - monstery (*Monstera* sp.) a dieffenbachie (*Dieffenbachia* sp.).

Obr. 2

 **Prohlédněte si expozici ďáblíku bahenního a rozhodněte, která tvrzení o něm jsou pravdivá:**

- Jednotlivé rostliny ďáblíku vyrůstají nahloučeny v trsech po 4 - 5 jedincích.      ano  ne
- Toulec podpírající květenství je na vnitřní straně bílý, na rubu zelenavý.       ano ne
- Oddenky ďáblíku jsou dlouhé, výrazně článkované a plazí se v bahně.       ano ne

### 3) Tělní stavba

a) V důsledku života pod vodou / na vodě došlo u vodních rostlin k mnoha anatomickým a morfologickým adaptacím, které často nejsou na první pohled vidět.

☼ **K uvedeným adaptacím vodních rostlin přiřaďte správně příčiny jejich vzniku.**

*Adaptace vodních rostlin:*

*Příčiny adaptací:*

1. snižování počtu průduchů	<u>c</u>	a) Slouží k lepšímu zachycení světla pod vodou.
2. redukce zpevňovacích pletiv	<u>e</u>	b) Mají menší význam, protože k výměně látek dochází ve vodním prostředí i povrchem listů.
3. redukce vodivých pletiv	<u>b</u>	c) Jsou zbytečné, protože v důsledku obklopení vodou ztrácí svoji funkci.
4. zvětšení povrchu listů	<u>a</u>	d) Mají klíčový význam, neboť zprostředkovávají vedení a výměnu plynů do ponořených částí rostliny.
5. zvětšení mezibuněčných prostor	<u>d</u>	e) Vodní prostřední klade rostlinám menší odpor, protože je nadnáší.

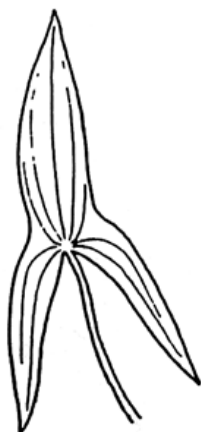
☼ **U rostlin s listy vzplývavými na hladině (např. lekníny) jsou průduchy umístěny pouze na jedné straně listu. Která strana to je a proč?**

**U rostlin se vzplývavými listy jsou průduchy umístěny pouze na svrchní straně listů. Spodní strana listů je ponořená. Průduchy jsou obklopeny vodou a nemohou tak plnit svoji funkci, proto zde nemají význam. Svrchní strana listů je vynořená, a tedy v kontaktu se vzduchem, takže průduchy mohou být plně využity k výměně plynů.**

b) Některé vodní rostliny mají velice charakteristický tvar listů, podle kterého získaly své jméno. Patří mezi ně např. šípatka střelolistá (*Sagittaria sagittifolia*) a řezan pilolistý (*Stratiotes aloides*).

☼ **Tyto druhy si prohlédněte a jejich listy zakreslete.**

- list šípatky střelolisté:



- list řezanu pilolistého:



#### 4) Leknínovité

a) Dobře známé a velmi oblíbené jsou ozdobné byliny z čeledi leknínovité (Nymphaeaceae). Jedná se o bazální dvouděložné byliny, rozšířené po celém světě, obzvláště v tropech a subtropích. Z našich zástupců sem patří např. stulík žlutý (*Nuphar lutea*) a leknín bílý (*Nymphaea alba*).

☞ **Pozorně si prohlédněte celkový vzhled leknínu a stulíku. V následujícím textu vyberte správné varianty.**

Lekniny i stulíky jsou vytrvalé **vodní / bahenní** byliny. Listy obou rodů vyrůstají ze silného oddenku, jsou **přisedlé / řapíkaté** a mají **celokrajnou / členěnou** čepel. Lekniny vytvářejí **květy / květenství** bílé barvy, zatímco stulíky tvoří **květy / květenství** barvy žluté a výrazně **větší / menší**. Liší se také květní obaly. Zatímco stulíky vytváří okvěť s **pěti / mnoha** okvětními lístky, lekniny mají květní obaly rozlišené. Kalich je tvořen ze čtyř až pěti kališních lístků a koruna z **pěti / mnoha** lístků korunních. Stulíky i lekniny mají **pět / velký počet** tyčinek a **pět / velký počet** plodolistů. Jedná se tedy o rostliny **jednopohlavné / oboupohlavné**.

☞ **Na základě vlastního pozorování a s využitím předchozího textu přiřaďte z nabídky k oběma druhům odpovídající květní vzorec.**

a)  $\checkmark * P_5 A_\infty G_\infty$

b)  $\checkmark * K_5 C_5 A_\infty G_\infty$

c)  $\checkmark * K(5) C(5) A_\infty G_\infty$

d)  $\checkmark \downarrow P_5 A_\infty G_\infty$

e)  $\checkmark * K_{4-5} C_\infty A_\infty G_\infty$

- květní vzorec leknínu bílého: e
- květní vzorec stulíku žlutého: a



Obr. 3: leknín bílý



Obr. 4: stulík žlutý



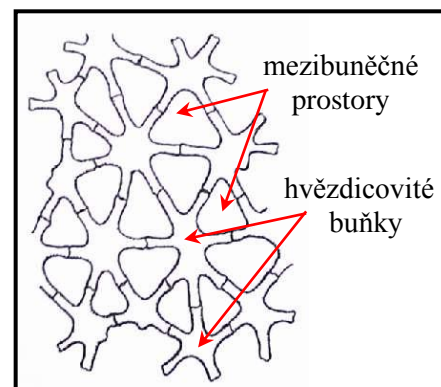
Rekordmanem mezi leknínovitými je viktorie královská (*Victoria regia*), jejíž listy měří v průměru až 3 metry a unesou zátěž více než 30 kg.

b) Stejně jako většina vodních a bahenních rostlin, mají i lekniny a stulíky v lodyhách a listech speciální typ parenchymatického pletiva, které obsahuje velké množství mezibuněčných prostor vyplněných vzduchem, aerenchym.

☞ **Jaké jsou funkce tohoto pletiva? Uveďte alespoň 2 příklady.**

**Aerenchym slouží např. k:**

- provzdušňování rostlin, zprostředkovává vedení a výměnu plynů, zajišťuje přívod kyslíku z nadzemních částí rostliny ke kořenovému systému,
- nadnášení stonků a listů u vodních rostlin,
- odvádění plynného ethanolu, který vzniká jako produkt anaerobního metabolismu, z pletiv kořene do nadzemní části rostliny a odtud do okolního prostředí,
- odvádění CO<sub>2</sub> a methanu z pletiv kořene do nadzemní části rostliny a odtud do okolního prostředí.



Obr. 5: aerenchym - příčný řez stonkem sítiny (*Juncus* sp.)



## 5) Vodní kapradiny

Vodní kapradiny jsou jedinými kapradinami s odlišenými samčími a samičími výtrusy (sporami) vznikajícími v odlišených samčích a samičích výtrusnicích (sporangiiích). Proto jsou označovány jako kapradiny různovýtrusé (heterosporické). Vyskytují se převážně ve stojatých sladkých vodách, vzácněji na obnažených dnech.

🌸 Prohlédněte si z blízka nepukalku vzplývající (*Salvinia natans*). Čím je pokryt povrch jejích listů a proč?

**Povrch listů je pokryt rozvětvenými chlupy. Díky nim jsou listy na lici nesmáčivé.**

🌸 Co je to rhizofyl a jakým způsobem vznikl?

**Rhizofyl je svazek kořenových vláken vzniklý přeměnou třetího listu nepukalky vzplývající.**

🌸 Prohlédněte si z blízka marsilku čtyřlístou (*Marsilea quadrifolia*). Co jsou to sporokarpy a kde jsou na marsilce umístěny? Zakreslete umístění sporokarpů do obrázku (Obr. 6).

**Sporokarpy jsou útvary, ve kterých jsou umístěny výtrusnice. U marsilky čtyřlísté jsou umístěny pod vodou na bázi řapíků.**



Obr. 6

## 6) Skrývačka

🌸 Najděte rodová jména vodních a bahenních rostlin ukrývající se ve větách.

- Alík chodí o pamlsek **žebat** každou chvíli. a) **žebatka** bahenní
- Ze skříně na mě vypadla stará **kostra**. b) **rákos** obecný
- Anička hodně zhu**bla tou ch**orobou, co ji trápila. c) **blatouch** bahenní
- Z ke**ře za n**ámi vyběhl veliký pes. d) **řezan** pilolistý
- Pirátská loď se **plaví n**a sever. e) **plavín** štítnatý
- V nedovřené garáži jsme ráno měli nános **os tři centimetry** sněhu. f) **ostřice** měchýřkatá
- Měla jsem k obědu dušenou mrkev. **Ach ta** byla dobrá! g) **yachta** trojlistá
- Krom horečky provází spoustu **chorob i nechutenství**. h) **orobinec** úzkolistý
- Nezapomeň ty růže za**sít i na** záhon pod kuchyňskými okny. i) **sítina** rozkladitá
- „Cítím se nějak **okře**“, **hekl** starý popletený vodník. j) **okřehek** trojbrázdý

## 7) Trávy a jejich příbuzní

Lipnicovité (Poaceae), šáchorovité (Cyperaceae) a sítinovité (Juncaceae) jsou tři čeledi jednoděložných rostlin, které se vzhledově velmi podobají, a proto se lidem často pletou. Přesto je několik znaků (např. vzhled stonku, uspořádání listů na stonku, typ plodu), podle kterých se od sebe dají bezpečně odlišit.

☞ **Prohlédněte si zástupce těchto čeledí. Do tabulky ke každé z nich přiřad'te odpovídající charakteristiky (2 přebývají). Ke každé čeledi uveďte alespoň 2 konkrétní zástupce.**

 tobolka	 trojhranná lodyha bez kolének	 obilka	 oblý stvol bez kolének
 oblá lodyha bez kolének	 nažka	 oblé stéblo s kolénky	 lusk

	lipnicovité	šáchorovité	sítinovité
<b>vzhled stonku</b>	<b>oblé stéblo s kolénky</b>	<b>trojhranná lodyha bez kolének</b>	<b>oblá lodyha bez kolének</b>
<b>plod</b>	<b>obilka</b>	<b>nažka</b>	<b>tobolka</b>
<b>příklady konkrétních druhů</b>	<b>zblochan vzplývavý, tajnička rýžovitá, chrastice rákosovitá, rákos obecný, ovsucha široolistá,...</b>	<b>kamyšík přímořský, bahnička jehlovitá, skřipinec, Tabernaemontanus, ostřice ježatá,...</b>	<b>sítina článkovaná, sítina smáčknutá, sítina rozkladitá,...</b>

## 8) Kachna divoká

Jedním z našich nejběžnějších ptáků obývajících vodní biotopy je kachna divoká (*Anas platyrhynchos*). Ta se stejně jako mnoho jiných druhů živočichů vyznačuje výrazným pohlavním dimorfismem - tedy, že samička a sameček se liší svým vzhledem.

☞ **Popište hlavní rozdíly ve zbarvení kachny a kačera. V čem spočívá význam zbarvení samice a k čemu slouží zbarvení samci?**

**Samice je hnědě čárkovaná s bíle olemovanou modrou částí křídla (zrcátko), zobák má oranžovočerný. Samec má zeleně lesklou hlavu s bílým obojkem, matně žlutý zobák, červenavě hnědou hrud', zbytek těla většinou světle šedý, konec těla černý. Také je přítomno zrcátko. Samice je záměrně zbarvená nenápadně, aby splynula s prostředím a byla co nejlépe maskovaná v době hnízdění, kdy vysedává snůšku vajec, a později, když pečuje o svá mláďata. Zbarvení samců slouží k upoutání samice při námluvách.**

☞ **V expozici vodních a bahenních rostlin je kachna divoká častým, ale nevídaným návštěvníkem. Proč?**

**Mnoho vodních rostlin, např. rdesty a okřehky, které jsou součástí expozice, slouží jako potrava pro kachny. Kachny jejich vyžíráním expozici ničí.**



Obr. 7: kachna divoká - samice



Obr. 8: kachna divoká - samec



Pohlavní dimorfismus kachen je výrazný zejména pokud je samec v tzv. svatebním šatu (viz Obr 8.). Prostý šat je méně nápadný a více se podobá zbarvení samice.

## 9) Obyvatelé vodních nádrží

Nádrže vodních rostlin hrají důležitou roli také pro mnoho živočichů, kteří jsou na vodu vázáni svým životním cyklem. Poskytují jim místo k životu či útočiště pro období rozmnožování a následného vývoje.

a) Na začátku jara se zde pravidelně množí několik druhů žab, zejména ropuchy (*Bufo* sp.) a skokani (*Rana* sp.). Žáby zde poté snášejí vajíčka, ze kterých se vyvíjejí pulci. Ti postupně procházejí metamorfózou a přeměňují se v dospělé žáby.

✿ **Pojmenujte vývojová stádia ropuchy na obrázcích (Obr. 9 - 11).**



Obr. 9

**vajíčka**



Obr. 10

**dospělec**



Obr. 11

**pulec/larva**



Ropuchy kladou vajíčka spojená do dlouhých řetízků, zatímco skokani vytváří snůšky kulovité.

✿ **Pozorně si prohlédněte jednotlivé nádrže s vodou. Našli jste některé vývojové stádium žab? Které?**

**(Záleží na načasování exkurze a na počasí.)**

b) Pozorujete-li pořádně, můžete v nádržích kromě žab spatřit i spoustu dalších živočichů, obratlovců i bezobratlých.

✿ **Přiřaďte k vyobrazeným živočichům (Obr. 12 - 14) správnou charakteristiku (1 charakteristika přebývá):**



Obr. 12: čolek obecný

**IV.**



Obr. 13: plovatka bahenní

**I.**



Obr. 14: okružák plošký

**II.**

**I.** Sladkovodní plž živící se vodními rostlinami a rostlinnými zbytky. Hermafrodit. Ulitu má pravotočivou protáhle vejčitou, s vrcholem protaženým do špičky.

**II.** Sladkovodní plž živící převážně řasami a rostlinnými zbytky. Ulita je silnostěnná, pravotočivá, ze stran zploštělá. Hermafrodit.

**III.** Sladkovodní mlž živící se filtrováním vody - planktonem. Je odděleného pohlaví. Larvy cizopasí na kůži nebo zábrách ryb.

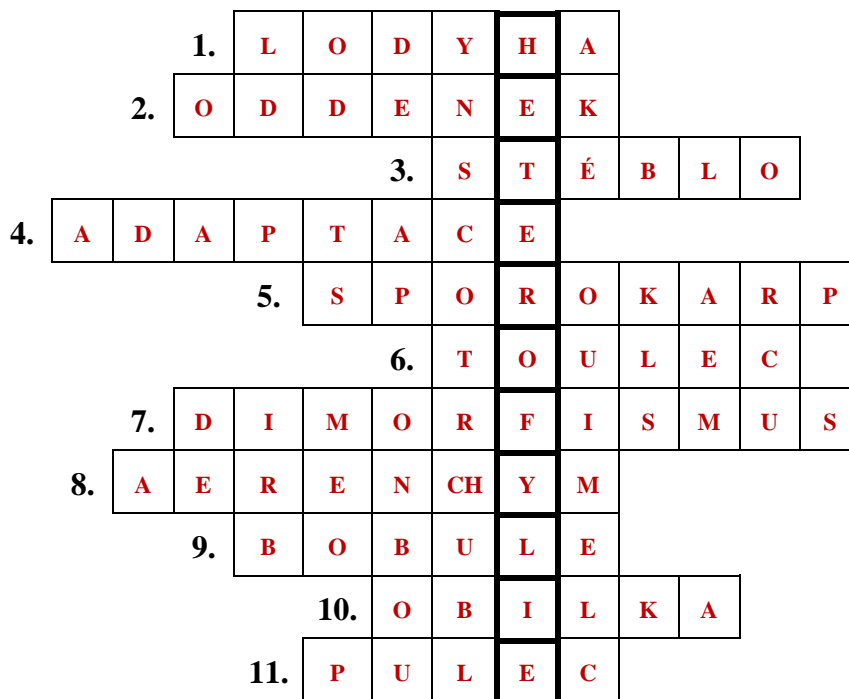
**IV.** Ocasatý obojživelník s nepřímým vývojem a výrazným pohlavním dimorfismem. Zimu přečkává v půdě ve stavu strnulosti.



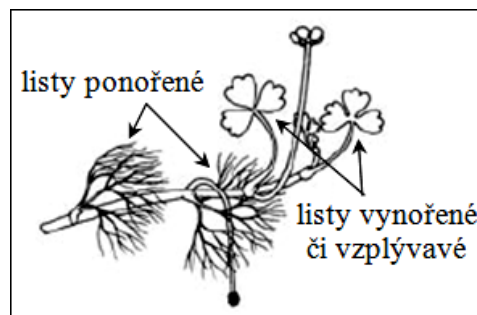
## 10) Křížovka

Pro mnoho vodních rostlin je charakteristické, že jinak vypadají listy ponořené a jinak vynořené (viz Obr. 15). Tento fenomén se nazývá různolistost, neboli **viz tajenka**.

🌿 **Vyluštěte křížovku a z tajenky zjistěte, který cizí termín se používá jako synonymum pro různolistost.**



1. nadzemní olistěný stonek
2. podzemní stonek s adventivními kořeny sloužící k nepohlavnímu rozmnožování
3. zpravidla dutý stonek trav
4. přizpůsobení se podmínkám prostředí
5. orgán vodních kapradin, v němž jsou umístěny výtrusnice
6. zveličelý listen d'áblíku bahenního
7. dvojtvárnost (např. pohlavní)
8. provzdušňovací rostlinné pletivo
9. červené plody d'áblíku bahenního
10. suchý, nepukavý jednosemenný plod lipnicovitých
11. larvální stádium obojživelníků



Obr. 15: Lakušník (*Batrachium* sp.)

**TAJENKA: HETEROFYLIE**

### **Použité zdroje:**

- CRONK, Julie K. a M. FENNESSY. *Wetland plants: biology and ecology*. Boca Raton: Lewis Publishers, 2001. 462 s. ISBN 1-56670-372-7.
- ČIHAŘ, Jiří a kol. *Příroda v ČSSR*. 2. vyd. Praha: Práce, 1976. 384 s. ISBN 24-001-78.
- DEYL, Miloš a Květoslav HÍSEK. *Naše květiny*. 3. vyd. Praha: Academia, 2001. 690 s. ISBN 80-200-0940-X.
- GAISLER, Jiří a Jan ZIMA. *Zoologie obratlovců*. 2. vyd. Praha: Academia, 2007. 692 s. ISBN 978-80-200-1484-9.
- HEJNÝ, Slavomil, B. SLAVÍK a kol. *Květena České republiky: 1*. 2. vyd. Praha: Academia, 1997. 557 s. ISBN 80-200-0643-5.
- HEJNÝ, Slavomil, B. SLAVÍK a kol. *Květena České republiky: 2*. 2. vyd. Praha: Academia, 2003. 540 s. ISBN 80-200-1089-0.
- KUBÁT, Karel a kol. *Klíč ke květeně České republiky*. 1. vyd. Praha: Academia, 2002. 927 s. ISBN 80-200-0836-5.
- PODUBSKÝ, Václav a Eduard ŠTĚDRONSKÝ. *Vodní, bažinné a pobřežní rostliny: výskyt, život a význam, zvláště v rybářství*. 2. přeprac. a rozš. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1954. 215 s.
- ROSYPAL, Stanislav. *Nový přehled biologie*. 1. vyd. Praha: Scientia, 2003. 797 s. ISBN 978-80-86960-23-4.
- SCULTHORPE, C. D. *The biology of aquatic vascular plants*. 1. vyd. London: Edward Arnold, 1967. 610 s.
- SLAVÍK, Bohumil, J. ŠTĚPÁNKOVÁ a kol. *Květena České republiky: 7*. 1. vyd. Praha: Academia, 2004. 767 s. ISBN 80-200-1161-7.
- SVENSSON, Lars a kol. *Ptáci Evropy, severní Afriky a Blízkého východu*. 2. vyd. Plzeň: Ševčík, 2012. 447 s. ISBN 978-80-7291-224-7.
- VANĚK, Vlastimil a Jiří STODOLA. *Vodní a vlhkomilné rostliny*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1987. 305 s.
- VĚTVIČKA, Václav. *Rostliny na louce a u vody*. 1. vyd. Ilustrace Zdeňka Krejčová. Praha: Aventinum, 2009. 223 s. ISBN 978-80-86858-90-6.

### **Zdroje obrázků:**

**Mapa BZ:** <http://www.natur.cuni.cz/fakulta/aktuality/soubory-aktualit/plan-botanicke-zahrady>

**Obr. 1:** <http://pubs.ext.vt.edu/426/426-044/426-044.html> (upraveno)

**Obr. 2:** <http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de/lindman/420.jpg> (upraveno)

**Obr. 5:**

[http://web2.mendelu.cz/af\\_211\\_multitext/obecna\\_botanika/preparaty/nakresy/pletiva\\_podle\\_BS/velke\\_aerenchym\\_sitina.jpg](http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/preparaty/nakresy/pletiva_podle_BS/velke_aerenchym_sitina.jpg) (upraveno)

**Obr. 6:** [http://en.wikisource.org/wiki/File:BB-0085\\_Marsilea\\_quadrifolia.png](http://en.wikisource.org/wiki/File:BB-0085_Marsilea_quadrifolia.png) (upraveno)

**Obr. 9:** <http://www.nppodyji.cz/tune-mokrady-a-rybniky-podyji-nabizi-desitky-skrytych>

**Obr. 10:** <http://zviraata-atakdal.blog.cz/1002/ropucha-obecna>

**Obr. 15:**

CRONK, Julie K. a M. FENNESSY. *Wetland plants: biology and ecology*. Boca Raton: Lewis Publishers, 2001. s. 132. ISBN 1-56670-372-7. (upraveno)

**Obr. 3, 4, 7, 8, 11, 12, 13, 14:** vlastní foto