

Univerzita Karlova  
Pedagogická fakulta  
Katedra biologie a environmentálních studií

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Jedovatí živočichové a jejich toxiny  
Poisonous and venomous animals and their toxins

Magdaléna Gotthardová

Vedoucí práce: prof. RNDr. Lubomír Hanel, CSc.  
Studijní program: Specializace v pedagogice (B7507)  
Studijní obor: Biologie, geologie a environmentalistika se zaměřením na  
vzdělávání – Výchova ke zdraví se zaměřením na vzdělávání

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Jedovatí živočichové a jejich toxiny vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze, dne 18. 4. 2017

.....

podpis

### **Poděkování:**

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu prof. RNDr. Lubomíru Hanelovi CSc. za cenné rady, odborné vedení i všestrannou pomoc při zpracování bakalářské práce.

## **ANOTACE**

Bakalářská práce pojednává o vybraných skupinách jedovatých živočichů, kteří představují nebezpečí pro člověka. Jedná se o živočichy, kteří jsou svou jedovatostí notoricky známí v povědomí lidí. U jednotlivých skupin jsou popsány způsoby intoxikace, příznaky otravy i následné terapie.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

jedovatí živočichové, toxiny, otrava, léčení

## **ANNOTATION**

This bachelor thesis deals with selected groups of poisonous and venomous animals which represent danger for human. These are animals which are well known for their poisonous and venomous characteristics. Envenomation means are described at these separate groups, as well as symptoms of poisoning and followed therapy.

## **KEYWORDS**

venomous animals, poisonous animals, toxins, poisoning, medication

## OBSAH:

1	Úvod.....	6
2	Toxikologie.....	6
2.1	Dělení jedovatých živočichů .....	7
3	Význam jedovatých živočichů pro člověka.....	8
4	Jedovaté druhy živočichů .....	9
4.1	Kmen: ČLENOVCI (Arthropoda) .....	9
4.1.1	Třída: Pavoukovci (Arachnida).....	9
4.2	Kmen: STRUNATCI (Chordata).....	29
4.2.1	Třída: Obojživelníci (Amphibia) .....	29
4.2.2	Třída: Plazi (Reptilia).....	36
5	Seznam toxinů a jejich složek (podle Hrdiny, 2004).....	61
6	Závěr .....	66
7	Použité zdroje: .....	67
7.1	Knihy a články.....	67
7.2	Internetové zdroje .....	70
7.3	Obrázky .....	72

## **1 Úvod**

S jedovatými druhy zvířat přicházíme do kontaktu již od pradávna. Jsou zastoupeni ve všech skupinách živočichů a představují hrozbu pro velké množství lidí. Společnost je však o problematice jedovatých živočichů málo informována. Mnohdy dochází k zabíjení neškodných zvířat z neznalosti, jindy je napadení nebezpečným druhem podceňováno.

Proto jsem se rozhodla vytvořit tuto práci, ve které se zabývám jedovatými živočichy, kteří představují opravdové nebezpečí pro člověka. Řadíme sem ta zvířata, která jsou schopna jed sama vyprodukovat nebo ve svém těle shromažďovat látky, které u ostatních živočichů vyvolávají otravu. Je to velice rozsáhlá skupina, avšak tato práce není koncipovaná jako výčet všech jedovatých živočichů. Zaměřuji se v ní pouze na běžně známé jedovaté druhy, se kterými může člověk nejčastěji přijít do kontaktu, a to především v různých cizokrajných regionech, které jsou mnohdy oblíbenými turistickými destinacemi.

Většina laické společnosti si při představě jedovatého živočicha vzpomene na nebezpečné hady, štíry nebo pavouky. Právě na tyto skupiny a obojživelníky jsem se zaměřila a vytvořila práci, ve které se věnuji nejen popisu, místě výskytu a způsobu života těch nejvýznamnějších jedinců, ale i příznakům otravy a následné terapii. Mým cílem bylo seznámit s možnými riziky, která hrozí při kontaktu s jedovatým druhem a představit možnosti první pomoci i následné léčby.

Tato práce má podobu literární rešerše, z které hodlám vycházet v navazující práci diplomové.

## **2 Toxikologie**

Látky, mající velice škodlivé účinky na organismus již při malých dávkách, nazýváme jedy. Pokud se jedná o látky přírodního původu, označují se jako toxiny.

Živočišné toxiny jsou látky, které při styku s organismem vyvolají poruchu jeho správné funkce. Na závažnosti otravy se odráží celkový zdravotní stav ohroženého, povaha ale i množství toxické látky vpravené do těla. I silné toxiny mohou mít v malých dávkách pozitivní účinky na organismus.

K intoxikaci může dojít několika způsoby, neboť živočichové se od sebe anatomicky i morfologicky liší. Jed se do organismu může dostat skrze sdělný orgán, kterým může být např. jedový zub hadů, žihadlo hmyzu či hrot štírů. K otravě však může dojít i požitím jedovatého živočicha, nebo kontaktem s povrchem jeho těla (Kůrka a Pflieger, 1984).

Nejnebezpečnější jedy mají bílkovinou povahu. Mezi živočišné toxiny však patří i další látky se složitou povahou (steroidy, alkaloidy), jednodušší (deriváty purinu, indolu, guanidinu) až jednoduchou (aminy).

Jedy bílkovinné povahy nalezneme především u hadů (chřestýš - **crotalustoxin**, kobra indická - **cobrotoxin**). **Batrachotoxin** vyskytující se u tropických žab (*Phyllobates*), **bufotoxin** (ropucha obecná) ale i **samandarin** (mlok skvrnitý) patří do steroidních toxinů. Mezi polypeptidy patří jed australských taipanů **taipoxin** (*Oxyuranus scutellatus*) i **paradoxin** (*Parademansia microlepidota*). Jedním z nejnebezpečnějších toxinů je guanidinový derivát **tetrodotoxin**, který způsobuje jedovatost ryb zvaných fugu (*Sphaeroides rubripes*) (Vodrážka, 2002).

## 2.1 Dělení jedovatých živočichů

Jedovaté živočichy lze rozdělit do dvou velkých skupin. Hledí se při tom na původ toxické látky a výskyt jedového ústrojí. Mezi **kryptotoxické** živočichy řadíme ty, kteří nemají orgán, který by tvořil jed. Jejich jedovatost spočívá v tom, že toxiny jsou buď produkty jejich metabolických pochodů, nebo tvoří součást samotných orgánů. V orgánech jedovatého živočicha se vytváří primárními fyziologickými procesy – **primární toxicita**, nebo se do těla dostanou z okolního prostředí (potravou) – **sekundární toxicita** (Kůrka a Pflieger, 1984).

Druhou skupinou jsou **fanerotoxičtí** živočichové, kteří mají jedovou žlázu a někteří i specializovaný jedový aparát, který využívají k obraně, omráčení nebo usmrcení kořisti – jedná se o **aktivní toxicitu**. Živočichové, kteří tento sdělný orgán postrádají, nazýváme **pasivně toxickými**. Příkladem mohou být obojživelníci, u kterých dochází k intoxikaci při kontaktu s kůží (Kůrka a Pflieger, 1984).

### 3 Význam jedovatých živočichů pro člověka

U jedovatých živočichů se setkáváme spíše s negativním významem pro člověka. Podle statistických údajů WHO z roku 2013 dochází ročně až k 5 milionům uštknutí hady. Z celkového počtu uštknutí dochází ke 2,4 milionům otrav z hadího kousnutí, 94 000 – 125 000 úmrtím a dalším 400 000 případům končící amputací či jinými zdravotními následky (jizvy, tetanus, infekce, psychické problémy).

Při uštknutí je důležitá imobilizace postiženého místa a následný rychlý přesun do zdravotnického zařízení. Velice účinnou léčbou je podání protijedu, který vyhovuje danému regionu, čím se eliminují toxické účinky hadího jedu.

Nejvíce ohrožení jsou lidé žijící na chudém venkově a pracující v zemědělství, převážně v Africe a jihovýchodní Asii. Nedostává se jim dostatečné lékařské péče, neboť v těchto zemích je zdravotnictví na nízké úrovni.

Živočišný jed obsahuje vysoce výkonné neurotoxiny, které umožňují hadům, pavoukům a dalším predátorům znehybnit kořist a zajistit si tak snadnější přísun potravy. Vzhledem k tomu, že jedy způsobují nehybnost, brání srážení krve a mohou rozkládat bílkoviny, jsou užitečné pro vývoj léků, které mohou léčit bolest, krevní sraženiny a další lidské problémy (Boyle, 2015).

Z hadích toxinů se vyrábějí léky proti vysokému krevnímu tlaku, pro léčbu rakoviny a trombózy (Goswani et al, 2014). Vlach a Chocholoušková (2014) píší i o působení hadích jedů proti revmatu, zánětům šlach, svalů i oparům. První, z lékařského hlediska účinná látka, byla izolována z jedu brazilského hada křovináře žararaka (*Bothrops jararaca*) v roce 1949. Jed tohoto hada rozšiřuje cévy, což vede ke ztrátě krevního tlaku. Získaný materiál se později stal základem skupiny léků pro léčbu krevního tlaku, tzv. ACE-inhibitory.

Jedy malajských chřestýšů se využívají pro výrobu léků k léčbě pacientů, kteří trpí krevními sraženinami. V jeho čisté formě zapříčiňuje jed kořisti smrt z masivního krvácení, neboť zabraňuje srážení krve. Hadí jedy často působí jen na určité typy buněk. Tato specifická jedu vedla k významnému výzkumu léčby rakoviny. Klasické chemoterapeutické léky způsobují mnoho vedlejších nežádoucích účinků, protože nerozlišují v těle zdravé rakovinné buňky. V roce 2008 probíhaly výzkumy, při kterých se

experimentovalo s využitím hadího jedu ke zničení krevních cév, které nesou živiny k nádoru.

Mnoho neurotoxinů funguje na principu zabránění nebo úplné blokace nervové aktivity. Proto existují zajímavé výzkumy pro vývoj léků s analgetickým účinkem, či pro léčbu epilepsie (Popular Science, 2008).

V lékařství se využívají i jedy štírů, které mají imunosupresivní, cytotoxické a antiproliferační účinky. Obsahují peptidy, jež vykazují léčebné účinky proti různým typům rakoviny. Jeden z peptidů má schopnost brzdit růst intraperitoneálních rakovinných buněk (Mishal, 2013). Heinen a Veiga (2011) se také zmiňují o schopnosti štířího jedu specificky se vázat na určité typy buněk (rakovinné buňky). Při zkoumání jedů různých druhů štírů bylo zjištěno, že se jednotlivé jedy skládají z 50 až 100 různých toxických polypeptidů. Jednou z nejpozoruhodnějších účinných látek nalezených ve štířím jedu je chlorotoxin, peptid izolovaný z druhu *Leiurus quinquestriatus*. Tento peptid se váže pouze na buňky gliomu, u normálních buněk vykazuje pouze malou nebo žádnou aktivitu.

Jedy štírů byly zkoumány i v souvislosti s výzkumem léků pro léčbu HIV (Mishal, 2013).

## **4 Jedovaté druhy živočichů**

### **4.1 Kmen: ČLENOVCI (Arthropoda)**

#### **4.1.1 Třída: Pavoukovci (Arachnida)**

Pavoukovci patří mezi velice rozsáhlou skupinu živočichů, kteří se vyskytují na nejrůznějších místech po celém světě. Setkat se s nimi můžeme v tropických lesích až po suché pouště, ve vysokých horách až po hlubokomořské příkopy, ve sladké i slané vodě. Jejich životní strategie dosahují zajímavých rozměrů, přičemž nevynechávají ani parazitický život na rostlinách, zvířatech i lidech.

Mezi řády pavoukovců, které vylučují toxiny, patří pavouci (Araneida), štíři (Scorpiones) a štírci (Pseudoscorpiones). Tyto skupiny řadíme mezi fanerotoxické živočichy, kteří svůj jed aktivně využívají k usmrcení kořisti pomocí jedového aparátu.

Mají šest párů končetin, z nichž čtyři páry tvoří kráčivé nohy, první pár klepítka (chelicery), druhý makadla (pedipalpy). Dýchací soustavu tvoří plicní vaky nebo a/nebo keříčkovité vzdušnice (Hanzák, Halík a Mikulová, 1973).

### **Řád: Pavouci (Araneida)**

Pavouci patří mezi lidmi k nejobávanějším živočichům na světě. Lidem přijde odporný nejen jejich vzhled, ale mívají i iracionální obavy z jejich jedovatosti. U některých lidí může strach z pavouků vést až k arachnofobii.

Většina pavouků nepředstavuje pro člověka velké nebezpečí. Pavoučí jed působí především na bezobratlé živočichy, kteří jsou pro ně potravou. Obratlovci, tedy i lidé, jsou na pavoučí toxiny méně citliví. Avšak i přesto žije na světě několik druhů pavouků, které mohou v nejhorším případě zapříčinit smrt člověka.

Díky antiséru a dobré lékařské péči se od roku 1950 prudce snížil počet úmrtí z pavoučího kousnutí, a to podle údajů vedených národními toxikologickými středisky (Oskin, 2014).

### **JEDOVÉ ÚSTROJÍ**

Jedové ústrojí pavouků tvoří chelicery (klepítka), které jsou uloženy v přední části hlavohruď. Jsou složeny ze dvou částí, kdy první část tvoří poměrně veliký článek a druhý je drápkovitého vzhledu s vývodem jedové žlázy. Z hlediska jedového aparátu můžeme pavouky rozdělit do dvou skupin.

**Labidognátní** chelicery má většina pavouků. Směřují kolmo k břišní straně a drápkovité části jsou obráceny k sobě (připomínají kleště). Tyto chelicery mají jedovou žlázu uloženou v hlavohruď.

**Ortognátní** chelicery nalezneme u sklípkanů. Jsou více protažené a jejich drápkovité části směřují dolů a dozadu. Jedové žlázy jsou uloženy v prvním článku chelicer (Kůrka a Pflieger, 1984).

U *labidognátních* pavouků se chelicery při zakousnutí pohybují k sobě, u *ortognátních* se chelicery zakusují paralelně dozadu.

## JED PAVOUKŮ

Toxiny pavouků jsou čirou až mléčně zakalenou tekutinou bez chuti (Kornalík, 1967). Jedná se o biologicky neobyčejně účinné látky bílkovinné a nebílkovinné povahy. U většiny pavouků tvoří významnou složku jedu neurotoxiny, které mají vliv na vegetativní i motorické nervstvo. Významné jsou i nekrotoxiny, které způsobují odumření tkáně (nekrózy) (Kazbundová a Patočka, 2006).

## ROZŠÍŘENÍ

Po celém světě žije okolo 25 000 druhů pavouků, avšak jen malý počet z nich může svým kousnutím zapříčinit člověku závažné zdravotní problémy.

Vyskytují se na všech kontinentech, převážně však v Jižní Americe, kde mohou jedovatí pavouci způsobovat srovnatelné zdravotní problémy jako jedovatí hadi.

Otravy z pavoučího kousnutím způsobují převážně druhy, které žijí v těsné blízkosti lidských obydlí (zahrady) nebo na hospodářsky obdělávaných místech (vinice, pole). Smrtelné případy jsou však vzácné i v místech, kde se jedovatí pavouci vyskytují ve velkém množství (Kůrka a Pfleger, 1984).

S nebezpečně jedovatými pavouky se v České republice setkáme jen velice vzácně až nepravděpodobně (Kazbundová a Patočka, 2006).

## PŘÍZNAKY OTRAVY

S převážně neurotoxickými toxiny se setkáme u druhů z čeledi snovačkovití (Theridiidae) a palovčíkovití (Ctenidae). Jejich jed vyvolává pouze nepatrnou lokální reakci. Po kousnutí pociťuje pacient silnou lokalizovatelnou bolest. Později bolest vystřeluje do těla. Kolem místa kousnutí se objevuje vyrážka a tuhý otok. Vyrážka většinou rychle vymizí a otok se nešíří. Mízní uzliny a žlázy jsou postiženy zánětem. Projevy celkové intoxikace se objevují v intervalu několika minut až dvou hodin. Během následujících 12-24 hodin se příznaky stupňují a ve většině případů ustupují po 36 hodinách.

U pacienta se objevuje zvýšená sekrece žláz, studený pot, slinění, slzení, hlen v dýchacích cestách a časté močení způsobené zvýšenou činností ledvin. Dále je pozorována nevolnost, zvracení a průjem. Nemocný má nepravidelný tep, zrychlený dech, zimnici a klesá mu teplota. K neposledním příznakům patří motorický neklid, nekoordinované pohyby a svalové křeče provázené silnými bolestmi. Všechny příznaky obvykle vymizí během několika málo dní.

Převážně hemolytické, hemoragické a cytolytické projevy mají toxiny druhů z čeledi slíďákovití (Lycosidae) a křížákovití (Araneidae). Kousnutí je též provázeno intenzivní bolestí, která se však může objevit až po několika hodinách. Bolest má záchvatovitý charakter. Nejprve se záchvaty objevují v krátkých intervalech, později se doba prodlužuje, až bolest zcela vymizí (za několik hodin až dní).

U této skupiny je lokální reakce mnohem silnější a výraznější. Dochází k místnímu zarudnutí a vzniku rozsáhlých povrchních krevních podlitin. Krvavé puchýře se vytvářejí v těsné blízkosti kousnutí. Vzniká tvrdý a bolestivý otok v podkoží, který se dále šíří. Mízní uzliny jsou zduřelé, mízní cévy zánětlivé. Po celém těle se někdy objevuje vyrážka. V dalším průběhu se kolem místa kousnutí mohou objevit povrchové nekrózy.

Pokud je lokální reakce velmi intenzivní, následují příznaky celkové intoxikace. Dochází k rozpadu červených krvinek doprovázené žloutenkou, zvýšenou teplotou, dýchacími obtížemi a krví v moči. Pokud pacient trpí těmito obtížemi, je jeho zdravotní stav velmi vážný. Smrt nastává v důsledku selhání ledvin (Kůrka a Pfleger, 1984).

## TERAPIE OTRAVY

Při kousnutí pavoukem může dojít ke vzniku lokální infekce, případně tetanu. Proto je nezbytné ránu dobře vyčistit.

Konkrétní opatření při kousnutí pavouky rodu *Latrodectus* je popsáno níže. Krmenčík [s.a.] nedoporučuje užívání léčiv pro zvýšení krevního tlaku a uvádí, že podání specifického antiséra (proti *Latrodectus mactans*) je nutné pouze v ojedinělých případech a v situacích, kdy níže uvedená léčba nezabírá.

O konkrétním lokálním ošetření v případě kousnutí zástupci rodu *Loxosceles* se dočteme níže. Pokud dojde ke vzniku systémových příznaků, následuje symptomatická terapie. Při rozpadu červených krvinek a problémech s krvácivostí pomáhá transfúze krve (Krmencík, [s.a.]).

## VÝZNAMNÉ DRUHY

Čeľed': Hexathelidae/Dipluridae

Mezi nejnebezpečnější pavouky na světě můžeme zařadit rod *Atrax*. Jedná se o velmi agresivní tvory žijící na území Austrálie. Vyskytují se v travnatých porostech, kde staví husté sítě do tvaru trychtýře, v jehož nejužší části čekají na svou kořist.

### **Sklípanec jedovatý** (*Atrax robustus*) (viz obr. 1)

Je nejvýznamnějším zástupcem této čeledi. Žije převážně v okolí Sydney. Často vniká do lidských obydlí, kde se ukrývá v prádle a oblečení. Tímto způsobem často dochází k nebezpečnému kousnutí, které díky specifickému antiséru nemusí končit smrtí (Kazbundová a Patočka, 2006). Mezi vzácnější druhy patří *Atrax versuta/ Hadronyche versuta* a *Atrax formidabilis*.

V místě kousnutí dochází k intenzivní bolesti. Postižený se výrazně potí a špatně se mu dýchá. K dalším projevům patří zesílené slinění a nepříjemný kašel (Hrdina, 2004).

Kousnutí je spojené s lokálním krvácením a zarudnutím kůže. Projevuje se oběhová nestabilita s vysokým krevním tlakem. Ohrožené jsou převážně děti a starší lidé, kteří mají problémy s krevním oběhem (dochází k oběhovému selhání). Průběh otravy je velmi rychlý – smrt může nastat již 15 min po kousnutí (Kazbundová a Patočka, 2006). Hanel a Andreska (2016) uvádějí nástup příznaků otravy do 10 minut, smrt po několika hodinách.

Účinnými složkami jedu jsou acylpolyaminové toxiny, které mají za následek paralýzu kořisti. Dále polypeptidové toxiny, díky nimž dochází k usmrcení kořisti. Jed druhu *Atrax robustus* se nazývá **robustoxin**, v případě *Atrax versuta/ Hadronyche versuta* mluvíme o **versutoxinu**, který má vliv na propustnost sodíkových kanálů. Toxiny se vážou na

napěťově řízené sodíkové kanály. Součástí jedu jsou nejen neurotoxiny, ale i enzymy (hyaluronidáza, alkalická fosfatáza, fosfodiesteráza, proteáza).

Intoxikace těmito pavouky se nazývá **atraxismus**. I přes jejich nebezpečnost je úmrtnost velmi nízká. Při kousnutí se nejprve provádí znehybnění končetiny a následně je vyhledána lékařská pomoc (Hrdina, 2004).

Obrázek 1: Sklípanec jedovatý (*Atrax robustus*)



(Zdroj: [http://vignette3.wikia.nocookie.net/spidapedia/images/b/b7/Sydney\\_Funnel-Web.jpg/revision/latest?cb=20130219122622](http://vignette3.wikia.nocookie.net/spidapedia/images/b/b7/Sydney_Funnel-Web.jpg/revision/latest?cb=20130219122622))

Čeleď: SKLÍPKANOVITÍ (Theraphosidae)

Tuto čeleď tvoří největší pavouci světa. Součástí jsou obávaní pavouci, nesprávně označováni jako tarantule. Jedná se však o téměř neškodné druhy. Vyskytují se po celé Africe, v Austrálii, na značném území USA, ve Střední i Jižní Americe. Menší druhy se vyskytují i v Evropě.

Od ostatních pavouků se liší tím, že mají chelicery namířené dopředu a jedové žlázy umístěny jen v bazální části klepítek.

### **Sklípkan největší (*Theraphosa leblondi*)**

Tento pavouk je jedním z největších pavouků světa. Jedná se o jihoamerický druh, jehož tělo dorůstá délky 10-12 cm (s rozpětím nohou může mít až 30 cm). Je hustě porostlý hnědými chloupky a jeho chelicery mohou mít až 2,5 cm. Přesto, že je mezi lidmi velice obávaným druhem, jeho kousnutí nezpůsobuje otravu. Kousnutí je pouze velice nepříjemné až bolestivé (Kůrka a Pflieger, 1984).

Čeľad': Loxoscelidae

Hnědí pavouci rodu *Loxosceles* žijí v teplejších oblastech po celém světě. Mezi nejpočetnější a nejvýznamnější druhy patří *Loxosceles reclusa* (viz obr. 2), *L. rufescens*, *L. laeta* a *L. gaucho*. Vyznačují se stavěním řídkých nepravidelných sítí, nočním lovem (především hmyz) a obýváním klidných míst (kůlny). Ke kousnutí dochází v situacích, kdy pavouk zaleze do oblečení, bot či ložního prádla (Patočka, 2013). Od ostatních pavouků se odlišují tím, že mají pouze šest očí (Hrdina, 2004). *Loxosceles* spolu s rody *Atrax*, *Latrodectus* a *Phoneutria* patří z pohledu medicíny mezi ty nejvíce nebezpečné (Kazbundová a Patočka, 2006).

Jed pavouků rodu *Loxosceles* je velmi složitá směs vysokomolekulárních a nízkomolekulárních látek s různou biologickou aktivitou (glykoproteiny, polyaminy, deriváty aminokyselin, sulfáty nukleotidů, enzym fosfolipáza-D).

Kousnutí způsobuje vážné lokální nekrózy spojené s devastací měkkých tkání, známé pod pojmem **loxoscelismus**. Ke vzniku nekrotéz dochází postupně. Nejdříve rána vůbec nebolí, po několika hodinách dochází k bolestivému zčervenání kůže, postupně se objevují puchýřky, které se mohou změnit ve vředy a nekrotizující ložiska. Rány mohou dosahovat velikosti až 15 cm, pomalu se hojí a zanechávají hluboké jizvy. Onemocnění je doprovázeno zvracením, teplotou, křečemi, hemolytickou anémií a selháváním ledvin (Patočka, 2013).

Pro zmírnění bolesti se lokálně aplikují studené obklady (kostky ledu). Vzniklé vředy se potírají peroxidem, vodnými roztoky brilantové zeleni nebo genciánovou violetí. Přes noc se místa kousnutí pokrývají mastí obsahující antibiotika (Kazbundová a Patočka, 2006).

Bowles a Swaby (2006) uvádějí, že pod dozorem lékaře lze podávat analgetika a injikovat kortikosteroidy do rány pro snížení bolesti a zánětu. V případě sekundární infekce lze podávat systémová antibiotika. Úmrtí nejsou příliš častá, avšak dochází k nim tehdy, pokud dojde k závažné oportunní infekci nebo akutnímu selhání ledvin.

Obrázek 2: Koutník jedovatý (*Loxosceles reclusa*)



(Zdroj: <http://www.spiders.us/files/loxosceles-reclusa-16-580x419.jpg>)

Čeleď: SLÍDÁKOVITÍ (Lycosidae)

**Slídák jedovatý** (*Lycosa erythrognatha*)

Tento pavouk je jedovatým jihoamerickým příbuzným slídáka tarentského. Žije v jižní Brazílii a dorůstá téměř 4 cm. Nejčastěji obývá zahrady, pole, okraje lesů a místa v blízkosti vody. Ke kousnutí dochází nejčastěji poté, co se pavouk ukryje v odloženém oblečení. Jed má cytolytické účinky s vážnými následky (Kůrka a Pflieger, 1984).

**Slídák tarentský** (*Lycosa tarantula*) (viz obr. 3)

Slídák tarentský je považován za nebezpečného jedovatého pavouka. Tato domněnka je však zcela mylná, neboť kousnutí nepřevyšuje účinek vosího bodnutí.

Jedná se o poměrně mohutného pavouka, dosahující délky těla 25-30 mm. Samci jsou bělavě zbarvení, samice jsou hnědé s tmavou kresbou. Vytváří si hluboké nory vystlané pavučinou, kde tráví většinu dne a lovit odchází v noci. Vyskytuje se ve Středomoří na

slunných kamenitých místech, převážně v jižní Francii a jižní Itálii (Bellmann, 2003). Od roku 2003 byl několikrát zaznamenán opětovný výskyt slíďáka na našem území. Vyskytoval se zde v první polovině 20. stol., poté však na dlouhou dobu vymizel. Nyní je podložený výskyt na jižní Moravě, v okolí měst Uherské Hradiště, Hodonín a Břeclav (Řezáč, 2008).

Obrázek 3: Slíďák tarentský (*Lycosa tarantula*)



(Zdroj: <http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id8937/?taxonid=125409>)

Čeleď: SNOVAČKOVITÍ (Theridiidae)

**Snovačka jedovatá** (*Latrodectus mactans*) (viz obr. 4)

Tento 15 mm velký druh pavouka zvaný „černá vdova“ (black widow) má charakteristické černé zbarvení s červeným vzorem na zadečku ve tvaru přesýpacích hodin. Ukřívá se v tmavých sklepích, skladech či půdách (Hanel a Andreska, 2016). Vyskytuje se v teplejších oblastech, převážně na americkém kontinentu, v Austrálii a na Novém Zélandu.

Nejvýznamnější složkou jedu rodu *Latrodectus* je neurotoxicky působící  **$\alpha$ -latrotoxin**. Krátce po kousnutí se objevuje nevolnost, slabost, bolest hlavy a břicha. Následují svalové křeče a vysoký krevní tlak. Po několika hodinách dochází k lokálnímu zčervenání kůže a začínajícím nekrotám. Pacient má vysokou teplotu, na kůži objevující se petechie a v moči nadměrné množství hemoglobinu zapříčiněné hemolýzou (Kazbundová a Patočka, 2006). Kousnutí snovačkou jedovatou je 15x jedovatější než uštknutí chřestýše (Bright, 2002).

Tento jedovatý druh pavouka představoval velké nebezpečí pro člověka před vyvinutím účinného antiséra. Avšak v současné době jsou úmrtí způsobené kousnutím „černé vdovy“ vzácná. Podle statistik vedených Americkou asociací toxikologických center bylo mezi lety 2000 a 2008 hlášeno kolem 23 000 kousnutí ve 47 státech, avšak žádné úmrtí (Oskin, 2014). V případě kousnutí snovačkou jedovatou se nedoporučuje tlaková imobilizace končetiny. Místo kousnutí je dobré chladit, v žádném případě však nesmí dojít k lokálnímu zmražení (Hrdina, 2004). Pokud není k dispozici antisérum, doporučuje se nitrožilní podání soli kalcia (kalcium glukonát, 10 ml 10% roztoku) v intervalu 4-6 hodin. Jestliže soli kalcia dostatečně nezabírají, přidává se užívání Diazepamu 5-10 mg třikrát denně (Kazbundová a Patočka, 2006).

Obrázek 4: Snovačka jedovatá (*Latrodectus mactans*)



(Zdroj:[http://www.livescience.com/images/i/000/029/219/original/15.WesternblackwidowRMedited.jpg?1343082669?interpolation=lanczos-none&downsize=\\*:1400](http://www.livescience.com/images/i/000/029/219/original/15.WesternblackwidowRMedited.jpg?1343082669?interpolation=lanczos-none&downsize=*:1400))

Čeleď: ZÁPŘEDNICOVITÍ (Miturgidae)

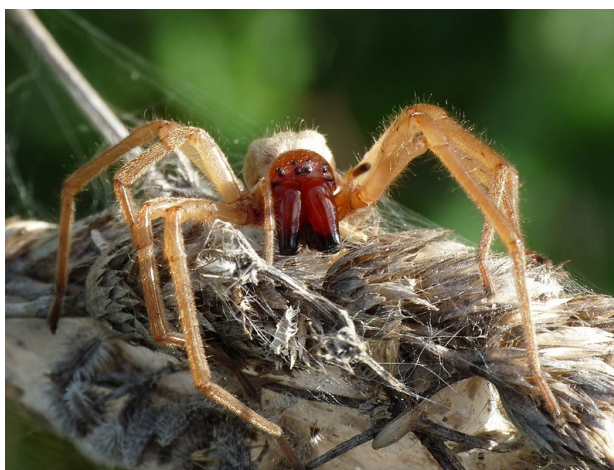
**Zápřednice jedovatá** (*Cheiracanthium punctorium*) (viz obr. 5)

V posledních letech se začalo více diskutovat o šíření tohoto jedovatého pavouka na území České republiky. Jedná se o největší střeoevropský druh svého rodu. Samice dosahuje

délky 10-15 mm, samci jsou o něco menší. Od samic se liší také tím, že mají žlutě zbarvený zadeček, na makadlech kopulační orgán a prodloužená klepítka. Obě pohlaví mají oranžovou až červenou hlavohruď i klepítka, která mají tmavý konec. Celkové zbarvení přechází ze zelenavé do béžovohnědé. Přes den jsou k vidění spíše samci hledající partnerku, samice jsou ukryté v pevných zámotcích.

Od 90. let minulého století byl zaznamenán opětovný výskyt zářednice v České republice. V současné době se vyskytuje téměř na celé jižní Moravě. V Čechách se výskyt omezuje na okolí Pardubic, Přelouče, Nymburka, Litoměřic a pár míst v Českém Středoohoří. Zářednice je teplomilným pavoukem, který obývá především nesečené louky, stráně a okraje polí. V porovnání s našimi pavouky se jedná o poměrně velký druh. Má dostatečně velké a ostré chelicery, se kterými dokáže prokousnout kůži člověka. Kousnutí je bolestivější než bodnutí vosou. Okamžitá bolest přechází k lehkému otoku a silnému lokálnímu zarudnutí. Podle citlivosti postiženého a množství jedu může být zranění doprovázeno horečkou, zvýšeným pocením a znečitlivěním místa vpichu. Příznaky obvykle odezní během následujících 24 hodin. U zdravého dospělého člověka se nepředpokládají vážnější komplikace (Dolanský, Korba a Košulič, 2013).

Obrázek 5: Zářednice jedovatá (*Cheiracanthium punctorium*)



(Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cheiracanthium\\_punctorium\\_2.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cheiracanthium_punctorium_2.JPG))

Čeleď: PALOVČÍKOVITÍ (Ctenidae)

**Palovčík jedovatý (*Phoneutria nigiventer*)**

Jedná se o nejvýznamnější druh jihoamerických pavouků tohoto rodu. Jeho tělo dorůstá délky 5 cm, což ho staví na přední místo ve velikosti amerických pavouků. Někteří autoři považují tyto pavouky za nejjedovatější na světě (Hanel a Andreska, 2016).

Druhy brazilských pavouků rodu *Phoneutria* se zřídka vyskytují mimo své území, ačkoli právě oni bývají zmiňováni v děsivých příbězích o pavoucích napadajících banánové zásilky. K této záměně dochází díky podobnosti *Phoneutria* s neškodným rodem *Cupiennius*, vyskytující se v Mexiku a Střední Americe. Smrtící druh *Phoneutria fera* (viz obr. 6) žije hluboko v tropickém pralese, daleko od banánových plantáží (Oskin, 2014). Avšak mnoho dalších autorů považuje právě tyto pavouky za nežádoucí vetřelce zásilek s banány.

Jed těchto pavouků obsahuje množství různorodých látek, z nichž biologicky neúčinnější jsou polypeptidy, biogenní aminy, polyaminy a acylpolyaminy (Kazbundová a Patočka, 2006). Má rychle působící neurotoxické účinky, které ihned po kousnutí vyvolávají silnou palčivou bolest. Dostavuje se lokální otok, studený pot, slinění a v dýchacích cestách dochází k nadprodukci hlenu (Hanel a Andreska, 2016).

Obrázek 6: Palovčík brazilský (*Phoneutria fera*)



(Zdroj: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3325271>)

Čeľad: STÍNOMILOVITÍ (Cybaeidae)

### **Vodouch stříbřitý (*Argyroneta aquatica*)**

Jedná se o vodní druh pavouka, který žije téměř po celé Evropě a v mírném pásu Asie. Vyskytuje se v čistých stojatých vodách, u nás hlavně v okolí Třeboně, České Lípy a podél řeky Odry. Pod hladinou si vytváří vzduchový zvon, který je pro něj úkrytem, místem k rozmnožování i konzumaci potravy. Má hnědé zbarvení a dorůstá délky 10-15 mm. Živí se převážně vodními bezobratlými.

Na rozdíl od většiny našich pavouků dokáže vodouch prokousnout kůži člověka. Nepříjemné kousnutí je srovnatelné s bodnutím vosou nebo včelou (Machač, 2008). Avšak i u tohoto pavouka byly pozorovány projevy celkové intoxikace. Po kousnutí může dojít k bušení srdce, třesu, zvracení, pocitu horečky či zrudnutí obličeje (Hanel a Andreska, 2016).

### **Řád: Štíři (Scorpionidea)**

#### **JEDOVÉ ÚSTROJÍ**

Štíři patří mezi aktivně jedovaté živočichy. Dominují velice specifickým vzhledem, který představují mohutně vyvinutá klepeta (makadla) a šestičlankový postabdomen zakončený ostrým hrotem, do něhož ústí dvě jedové žlázy ukryté v posledním článku. Jejich těla dotváří hlavohruď a přední část zadečku (preabdomen).

Jsou to převážně plachá zvířata, která ve většině případů využívají k usmrcení kořisti svá silná klepeta a jedový osten si šetří. Tato úspora spočívá v dlouho se obnovující zásobě jedu vyloučené z jedových žláz. Koncentrace jedové látky v roztoku sloužícím k uštknutí se liší na základě aktivity jedince. Pro srovnání, průměrná váha suchého jedu v dávce činí 0,3 mg, u odpočatého jedince může být koncentrace jedu až desetinásobná (Hanzák, Halík a Mikulová, 1973). Při určování těch nejnebezpečnějších druhů lze použít jednoduché pravidlo, které však není zcela univerzální. Velice nebezpečné druhy mají většinou dlouhá a štíhlá klepeta, zatímco méně jedovaté druhy mají spíše klepeta robustní (Bowles a Swaby, 2006).

Štíři spolu s hady představují z hlediska jedovatosti pro člověka největší hrozbu. Jejich jed může vyvolat vážná onemocnění, některá končící i smrtí. V současné době se roční počet bodnutí štíry odhaduje na 1 200 000, z nichž 3250 případů končí smrtí (David Cheng, 2016).

## JED ŠTÍRŮ

Jed štírů je čirou až mléčně zakalenou bílkovinnou tekutinou, jejíž hlavní složkou je neurotoxin. Přestože je jed poměrně chudý na přítomnost enzymů, mají značný vliv na neurotoxický účinek jedu. Hyaluronidáza urychluje průnik jedu ze tkáně do oběhu, proteázy způsobují lokální zánětlivou reakci a další enzymy zvyšují propustnost červených krvinek i tkáňových buněk.

Jed působí na centrální i vegetativní nervový systém. Jeho aktivní složky mají vliv na hybnost kosterního i hladkého svalstva, způsobují zvýšení krevního tlaku a slinění. Vyvolává ochrnutí dýchací soustavy, což má za následek smrtící účinek jedu (Kornalík, 1967).

## ROZŠÍŘENÍ

Štíři se vyskytují především v tropických a subtropických oblastech. V Evropě se s nimi můžeme setkat v teplých krajích na území Španělska, Itálie, Francie a Balkánského poloostrova, ale i severněji, např. v Nizozemí. Na území České republiky byl spatřen štír kýlnatý (*Euscorpius carpathicus*) roku 1959 (Kůrka a Pflieger, 1984). Odborníci se domnívali, že se jednalo o kolonii štírů na území Slapské přehrady, a že tento druh k nám byl zavlečen. Hanel, Buchar a Kovařík (2002) zpracovali celou historii výskytu štíra u Slapské nádrže, přičemž konstatují, že se jednalo o druh jiný, a to *Euscorpius tergestinus*, který byl zřejmě na našem území původní. V současné době je výskyt štíra v Čechách otázkou.

Evropští štíři rodu *Euscorpius* nepředstavují nebezpečí pro člověka. Reakce na jejich jed jsou srovnávány s reakcemi po bodnutí včelou. Nejjedovatějším evropským druhem je *Buthus occitanus* žijící ve Středomoří.

Do skupiny štírů, kteří způsobují smrtelně závažné bodnutí, patří také rody *Centruroides*, *Tityus*, *Leiurus*, *Androctonus*, *Buthus*, *Parabuthus*, *Buthacus* a *Buthotus* (Bücherl, 1971).

## PŘÍZNAKY OTRAVY

Příznaky otravy mohou být velice variabilní v intenzitě i projevech na lidský organismus. V zásadě neexistuje pravidlo, které by dokazovalo přímou úměrnost mezi velikostí štíra a nebezpečností jeho bodnutí. I bodnutí stejným druhem štíra může mít rozdílné účinky. Jed se může kvalitativně i kvantitativně lišit, což je způsobeno odlišným životním prostředím i ročním obdobím, ve kterém štír bodnul. Je také známo, že člověk je mnohem citlivější na jed štírů než ostatní savci.

Jed štírů způsobuje lokální i celkovou reakci organismu. Pokud má jed projevy spíše lokálního rázu, způsobuje otoky v místě bodnutí. Povrch kůže je buď nápadně bledý, nebo naopak zarudlý. Edém se pak dále rozšiřuje a může vést až k flegmonóznímu zánětu. Postižený může mít zvýšenou teplotu a pociťovat bolest, která je výrazným symptomem lokálního účinku toxinu. V případech, kdy převládá systémové poškození a bodnutí končí smrtí, pociťuje nemocný velice silnou bolest. Bolest se může šířit do celé končetiny, která je pak velice citlivá a již lehký dotek způsobuje záchvaty škubavých bolestí. Dále se udává pocit zdřevěnění končetiny či bolest podobná účinku elektrického proudu. Avšak většina případů, mající lokální účinky, končí odezněním příznaků během 12 až 36 hodin (Kornalík, 1967).

Pokud pronikl jed do krevního oběhu, projevují se příznaky celkového rázu. Začínají bolestí v nadbřišku a citlivostí břišních svalů. Dále se objevuje svírání a suchost v hrdle, které je doprovázeno poruchami řeči. Postižený se cítí podrážděně a je neklidný až úzkostný. Objevuje se série kýchání, zvracení a zvyšuje se sekrece žláz, které způsobují nadměrné slinění s tvorbou řídké pěny kolem úst. Pacient se silně potí a dochází u něj k povolení svěračů s únikem moči i stolice. Krevní tlak silně stoupá a srdeční činnost se zrychluje. Zprvu se objevující svalové záškuby přecházejí v neovladatelné pohyby končetin i celého těla. Postižený je stále při vědomí. Někdy dochází ke zvýšení reflexů, jindy je popisováno oslabení svalových reflexů s možným vymizením zornicového reflexu.

Dýchání je nejprve povrchní a rychlé, později však přechází v nepravidelný až lapavý dech. Smrt je způsobena ochrnutím dýchacího svalstva (Kůrka a Pflieger, 1984).

Projevy intoxikaci zřídka přetrvávají déle než 2 až 3 dny. Většina případů bodnutí štírem však nemá fatální následky a příznaky otravy brzy odezní. Pokud je to možné, je důležité pacientovi zajistit lékařské ošetření (zvláště u dětí). Avšak pokud se žádné příznaky neobjeví do 24 hodin, lze považovat případ za lehkou otravu bez dalších následků (Kornalík, 1967).

## TERAPIE OTRAVY

Bowles a Swaby (2006) informují o tom, že každé bodnutí štírem vyžaduje lékařskou péči, zvláště tehdy, pokud se jedná o napadení dítěte. Oběti bodnutí by měli být sledováni nejméně po dobu 24 hodin, zejména v případě, kdy jde o incident se známým jedovatým druhem. Ošetření pacienta se liší podle závažnosti otravy. Pohybuje se od lokálního přikládání studených obkladů či ledu, po podání antiséra. Od lokální bolesti mohou ulevit anestetika (Xylocain), při neurologických symptomech může lékař předepsat Diazepam, barbituráty a Atropin. Při řešení závažnějších problémů se používají kortikosteroidy, krevní transfúze, diuretika a hydratace pacienta. Při známkách a příznacích systémové intoxikace je velice důležité podání antiséra.

U štírů pocházejících ze severoamerické oblasti se nevyžaduje žádná speciální terapie. V některých zemích se nedoporučuje podání morfinu, meperidinu ani pethidinu, protože by mohlo dojít k zesílení účinku jedu (Hrdina, 2004).

## VÝZNAMNÉ DRUHY

Všechny významně jedovaté druhy štírů patří do čeledi Buthidae. Vyskytují se především v Africe a jihovýchodní Asii, ale obývají i jiné kontinenty. Mezi nejnebezpečnější štíry na světě patří *Centroides suffusus* žijící v Mexiku, *Tityus serrulatus* z Brazílie a žlutý štír ze Středního východu, *Leiurus quinquestriatus*. V západní Africe je významným jedovatým druhem *Parabuthus granulatus*, zatímco v severní Africe dominují štír tlustorepý (*Androctonus australis*) a štír středomořský (*Buthus occitanus*). V jihozápadním Íránu

představuje největší nebezpečí *Androctonus crassicauda*, který je zde zodpovědný za mnohá úmrtí ročně, převážně dětí (Bowles a Swaby, 2006).

Čeleď: Buthidae

**Štír tlustorepý** (*Androctonus australis*) (viz obr. 7)

Tento druh patří mezi nejedovatější a biologicky nejnebezpečnější štíry. Vyskytuje se v severní Africe i Přední Indii. Na rozdíl od druhů *Androctonus amoreuxi* a *Leiurus quinquestriatus* obývá vlhká prostředí palmových hájů a oáz (Goyffon et al, 2012). Zbarvení štíra je žluté nebo hnědé, dorůstá délky až 12,5 cm (Hanzák, Halík a Mikulová, 1973). V místě výskytu má na svědomí 80% všech případů bodnutí štíry a 90% všech úmrtí (Hanel a Andreska, 2016).

Obrázek 7: Štír tlustorepý (*Androctonus australis*)



(Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Androctonus\\_australis\\_02.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Androctonus_australis_02.JPG))

**Štír středomořský** (*Buthus occitanus*) (viz obr. 8)

Vzhledem podobný druhu *Euscorpis italicus*, liší se však žlutohnědým zbarvením a délkou těla (8 cm). Vyskytuje se v jižních oblastech Francie a Španělska, na Krétě, na Balkáně a v severních oblastech Afriky (Kůrka a Pflieger, 1984). Obývá velmi suchá a horká stanoviště s chudou vegetací. Nenalezneme ho v hustě zalesněných krajích. Je

aktivní především v noci, přes den se schovává pod kameny nebo se zahrabává hluboko do země (Bellmann, 2003).

Toxicita se projevuje lokálním zčervenáním v místě vpichu, které přechází v bolestivé svědění až znecitlivění místa. Poraněný pociťuje slabost, potí se a může se mu zpomalit tep. Zrychlení tepu nastává spolu s úzkostí po 4-6 hodinách. V některých případech může po 10 hodinách dojít k otoku plic.

Při poranění je nutné stáhnout končetinu nad místem vpichu, nechat ji v klidu a zajistit odbornou lékařskou pomoc. Terapií je případné rozříznutí rány, podání speciálního séra, léku proti bolesti a kortizonu. V závažnějších případech dostává pacient krátkodobě působící léky na zklidnění centrální nervové soustavy – barbituráty (Altmann, 2004).

Obrázek 8: Štír středomořský (*Buthus occitanus*)



(Zdroj:[http://wiki.spinnen-forum.de/index.php?title=Buthus\\_occitanus](http://wiki.spinnen-forum.de/index.php?title=Buthus_occitanus))

### ***Buthus tamulus***

Jedná se o indického červeného štíra, který je zodpovědný za četné případy bodnutí štírem na indickém subkontinentu (Bhoite et al, 2015). Hlavní účinky jedu jsou způsobené toxiny, které mají vliv na sodíkové kanály v nervech a svalech. Zvýšené uvolňování neurotransmiterů v periferním nervovém systému může zapříčinit kardiovaskulární a respirační problémy (Rowan et al, 1992).

### *Centruroides*

Tento rod štírů se vyskytuje na území Mexika i USA (Kovařík, 2009). Mají na svědomí mnohá nebezpečná poranění i smrtelné případy. V Mexiku dochází ročně k tisícům zranění (Hrdina, 2004). Mezi významné druhy patří *Centruroides gracilis*, *Centruroides margaritatus*, *Centruroides noxius*, *Centruroides sculpturatus* a další.

### Štír smrtonoš (*Leiurus quinquestriatus*) (viz obr. 9)

Tento druh štíra se vyskytuje převážně v severní Africe, kde tvoří spolu se štírem tlustopým (*Androctonus australis*) dva nejnebezpečnější druhy. Při srovnání s tímto druhem má mnohem účinnější jed, ale jeho množství je menší, tudíž i úmrtnost dospělých jedinců je nižší. Bodnutí má bolestivější účinky než poranění štíry rodu *Centruroides* a *Androctonus* (Kovařík, 2009). Jed má neurotoxické účinky, smrt nastává v důsledku kardiovaskulárních a respiračních poruch (Ross, 2008).

Obrázek 9: Štír smrtonoš (*Leiurus quinquestriatus*)



(Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Deathstalker\\_ST\\_07.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Deathstalker_ST_07.JPG))

### *Parabuthus granulatus*

V jižní Africe, kde se štíři rodu *Androctonus* nevyskytují, je právě tento štír údajně nejnebezpečnějším druhem (Kovařík, 2009). Má poměrně velké tělo zbarvené do tmavě

žlutých až hnědých odstínů. Obývá písčité půdy, kde se ukrývá pod keři, travnatými trsy či kameny. Je zodpovědný za většinu závažných případů napadení štíry v jižní Africe (Larsen, [s.a.]).

### ***Tityus bahiensis***

Je z medicínského hlediska druhým nejvýznamnějším štírem na rozsáhlém území Brazílie, s výjimkou severní oblasti. Bodnutí tímto štírem vyvolává lokální bolest, kardiovaskulární problémy (včetně změny krevního tlaku) i respirační obtíže. Pro kojence může mít napadení fatální následky (Oliveira et al, 2015).

### ***Tityus serrulatus*** (viz obr. 10)

Žije na území Brazílie, Peru a Venezuely (Kovařík, 2009). Je považován za nejnebezpečnějšího štíra této oblasti. Mezi příznaky těžké otravy, zvláště u dětí, patří gastrointestinální problémy jako zvracení, bolest břicha i nadměrné slinění (Bucarechi et al, 1999). Cajado-Carvalho et al (2016) popisují i vysoký krevní tlak a neurotoxické projevy jedu.

Obrázek 10: *Tityus serrulatus*



(Zdroj: <https://www.flickr.com/photos/pedrohmartins/9172950561>)

Mezi další toxikologicky významné štíry patří např. *Androctonus crassicauda*, *Androctonus aeneas*, *Buthus caucasicus*, *Buthus gibbosus*, *Mesobuthus eupeus* a *Mesobuthus martensii*.

## 4.2 Kmen: STRUNATCI (Chordata)

### 4.2.1 Třída: Obojživelníci (Amphibia)

Obojživelníci patří mezi obratlovce, kteří přechodně žijí ve vodním a suchozemském prostředí. Jejich tělesná teplota je ovlivněna vnějším prostředím.

Pohybují se obvykle pomocí 2 párů končetin. První pár má u dnes žijících druhů 4 prsty, druhý pár disponuje 5 prsty. Z oplozených vajíček se vyvíjejí larvy, které téměř vždy žijí ve vodě a dýchají žábrami. Dospělí jedinci dýchají většinou plicemi. Velkou roli hraje kůže obojživelníků, která se významně podílí na dýchání. Rohovatění kůže se projevuje pouze minimálně, kůže je jemná a silně prokrvená. Na povrchu je zvlhčená pomocí žláz, které jsou v kůži uloženy.

Obojživelníky rozdělujeme na tři systematické skupiny, které se od sebe morfologicky liší. Jedná se o **ocasaté obojživelníky** (Caudata), mezi které patří mloci a čolci. Jsou charakterizováni protáhlým štíhlým válcovitým tělem s dlouhým ocasem. Jejich dva páry končetin jsou přibližně stejně dlouhé. Druhou skupinou jsou **bezocasí obojživelníci** (Anura) zahrnující žáby. Ty se vyznačují robustním, krátkým a lehce zploštělým tělem, které je v dospělosti, až na výjimky, bez ocasu. Při srovnání končetin, mají mohutnější a mnohem delší zadní pár končetin (Dungel a Řehák, 2011). Třetí skupinou obojživelníků, z toxikologického hlediska nevýznamnou, jsou **červoiři**.

## JEDOVÉ ÚSTROJÍ

Obojživelníci patří mezi pasivně fanerotoxické živočichy, kteří nemají žádný speciální orgán, který by jim umožnil vpravit jed do těla jiného živočicha. Toxiny těchto živočichů plní ochrannou funkci a do cizího organismu se dostávají skrze zažívací systém (Kůrka a Pfleger, 1984). Hanel a Andreska (2017) považují obojživelníky za aktivně jedovaté živočichy, ačkoli obvykle nebývají anatomicky přizpůsobení k tomu, aby dokázali vpravit

jed do těla jiného organismu. Jako výjimku lze uvést rosničku Brunovu (*Aparasphenodon brunoi*) a rosničku Greeningovu (*Corythomantis greeningi*). Mají na čelní straně hlavy kostěné výrůstky spojené s jedovými žlázami, kterými mohou poranit i kůži člověka. Primární funkcí kožních výměšků je ochrana proti mikrobiální a plísňové infekci. Splňují také funkci obrany před predátory, pro člověka většinou nepředstavují velké nebezpečí.

Jedovým orgánem jsou kožní žlázy, které můžeme rozdělit do dvou typů. Prvním typem jsou menší **mukózní žlázy**, jež jsou nepravidelně umístěny v kůži živočicha. Někdy mohou být více nahromaděny v místech, kde dochází k nejpravděpodobnějšímu kontaktu s nepřítelem. **Granulární žlázy** jsou naopak vždy nahromaděny v určitých místech. Mohou být umístěny po stranách těla nebo v místech na hlavě za očima. Takto umístěné žlázy nazýváme parotoidní a nalezneme je u ropuch a mloků (Kůrka a Pfleger, 1984). Pokud predátor uchopí mloka nebo ropuchu do tlamy, jed vyvolá dávení a křeče (Čihař, 1993).

## JED OBOJŽIVELNÍKŮ

Toxin obojživelníků se tvoří v jedových žlázách umístěných v kůži. Jsou větší než žlázy slinné produkující hlen a skládají se z polygonálních buněk. Na bázi každé žlázy jsou svalové buňky, které svou kontrakcí zajišťují vypuzení jedu na povrch těla. U člověka mohou jedy obojživelníků vyvolat spíše lokální reakci na kůži, příp. zánět sliznice.

Jedové žlázy mloků vylučují hustý, bělavý a lepkavý jed, který má aromatickou vůni. Jeho nejúčinnější složkou je alkaloid **samandarín**. Mezi další účinné látky jedu mloků patří samandaron a samandaridin. Dále alkaloidy cykloneosamandion, cykloneosamandaridin, samandenon, samandinin a proteiny (Kornalík, 1967).

Účinnou složkou sekretu čolků jsou bílkovinné látky, které mají hemolytické účinky. Žlázy produkující sekret jsou rozmístěny po celém těle, bez shluků jedových žláz na hlavě. Jed čolků může u člověka vyvolat lokální zánět na kůži a sliznici. Ve srovnání s mloky jsou však méně nebezpeční.

Jedové žlázy žab tvoří více či méně jedovaté sekrety. U ropuch jsou umístěny po stranách hlavy a za očima, kde tvoří velké shluky. Také se vyskytují v četných bradavicích a hrbolcích na těle ropuch i jiných žab. Z biologického hlediska jsou nejúčinnější složkou

jedu ropuch steroidy **bufogeniny**. Vykazují větší toxicitu než **bufotoxiny**, které jsou další steroidní složkou jedu. Obě skupiny mají vliv na funkci srdečního svalu. **Cinobufagin**, který patří mezi bufogeniny, působí jako anestetikum. Některé další bufogeniny mají schopnost vyvolat křeče. Další složkou sekretu jsou **bufoteniny**, které ovlivňují centrum dýchání. Mohou vyvolat poruchy koordinace pohybu nebo halucinogenní stavy (Kůrka a Pfleger, 1984).

Mezi další steroidní sloučeniny patří bufotalin, zetotoxiny a tetrodotoxiny. Jedním z nejnebezpečnějších jedů je **batrachotoxin**, jež produkují žáby rodu *Phyllobates*. Jedná se o steroidní toxin, který se řadí k neurotoxinům (Prokeš et al, 2005).

## ROZŠÍŘENÍ

Z hlediska jedovatosti patří mezi významné druhy především rod *Salamandra* z čeledi mlokovitých. Vyskytuje se v Evropě, Přední Asii a v severozápadní Africe. Nejčastěji ho nalezneme ve vlhkém a zastíněném prostředí, blízko tekoucích vod. Preferuje listnaté či smíšené lesy ve středních i vyšších nadmořských výškách.

Mezi významné jedovaté žáby patří ropuchy (*Bufo*). Ropuchy žijí téměř po celém světě s výjimkou Grónska, Austrálie, Nové Guinee, Nového Zélandu a Madagaskaru. Vyskytují se v blízkosti lidských sídel, v zahradách i na polích.

V tropických lesích Střední a Jižní Ameriky žije několik druhů velmi jedovatých žab rodu *Phyllobates* a *Dendrobates* z čeledi pralesničkovitých (Kůrka a Pfleger, 1984).

## PŘÍZNAKY OTRAVY

**Samandarin**, jakožto biologicky nejvlivnější složka jedu mloků, vyvolává u chladnokrevných i teplokrevných živočichů prudké křeče. Působí na centrální nervovou soustavu a způsobuje ochrnutí dýchacího centra v prodloužené míše. V nepatrném množství způsobuje zvýšení krevního tlaku, zrychlení srdeční činnosti a dechu.

V čistém stavu má samandarin silné lokální anestetické účinky, které se však nedají využít terapeuticky, neboť po znecitlivění místa dochází k zánětlivé reakci (Kornalík, 1967).

U člověka se mohou vyskytnout problémy v případě, kdy se kožní sekret mloků dostane do oka. To může vyvolat pálivý pocit na sliznici a vleklé záněty (Kůrka a Pfleger, 1984).

**Batrachotoxiny (BTX)** jsou součástí jedu žab rodu *Phyllobates* a *Dendrobates*. Jsou to látky mající schopnost ovlivňovat sodíkové a draslíkové kanály. Dokáží blokovat nervosvalový přenos. Mají zesilující účinky na uvolňování acetylcholinu z nervových zakončení před vznikem blokády. Následkem účinku batrachotoxinu jsou poruchy srdečního rytmu, zvýšená tepová frekvence i fibrilace komor. Smrt nastává především v důsledku paralýzy dechového centra.

Domorodci jej využívají jako základ k vytvoření šípového jedu. Z hlediska toxicity se jedná o jeden z nejprudších jedů živočišného původu. Indiáni tvrdí, že z jedné žáby lze získat tolik jedu, kolik by stačilo na výrobu až 50 otrávených šípů (Hrdina, 2004).

## TERAPIE OTRAVY

Specifická terapie otravy u obojživelníků není známa. Důležité je s nebezpečnými druhy nemanipulovat, případně si poté důkladně omýt ruce.

## VÝZNAMNÉ DRUHY

**Mlok skvrnitý** (*Salamandra salamandra*) (viz obr. 11)

V oblasti České a Slovenské republiky se vyskytuje poddruh *S. s. salamandra*. Zdržuje se v členitém terénu listnatých i smíšených lesů, v blízkosti vody. Ve dne a v suchém období se ukrývá v kůře pařezů, pod kořeny stromů, ve skalních štěrbinách či v norách hlodavců. Přes den ho lze spatřit, pokud je po dešti. Živí se především suchozemskými bezobratlými živočichy.

Jeho válcovité tělo má černou barvu s výraznými nepravidelnými žlutými až oranžovými skvrnami (aposematické zbarvení). U západoevropského poddruhu *S. s. terrestris* skvrny na hřbetě splývají do dvou podélných pruhů. Kožní žlázy produkující toxin vyúsťují na povrchu kůže v podobě černých teček (patrné na skvrnách) (Dungel a Řehák, 2011). Pokud se jed dostane do oka, může vyvolat pálivý pocit na sliznici i vleklé záněty. U tohoto druhu bylo pozorováno vystřikování jedu na větší vzdálenosti (Hanel a Andreska, 2017).

Obrázek 11: Mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*)



(Zdroj:

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6d/Salamandra\\_salamandra\\_BM3.jpg/800px-Salamandra\\_salamandra\\_BM3.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6d/Salamandra_salamandra_BM3.jpg/800px-Salamandra_salamandra_BM3.jpg))

### **Taricha kalifornská** (*Taricha torosa*)

Je to americký druh mloka, z jehož jiker byl získán jed **tarichotoxin**. Tento toxin je shodný s tetrodotoxinem, který způsobuje otravy masem ryb z čeledi Tetraodontidae (Kůrka a Pflieger, 1984).

### **Ropuchy** (*Bufo*)

Mezi významné druhy ropuch (*Bufo*) patří **ropucha obrovská** (*Bufo marinus/Rhinella marina*). Je to jedna z největších ropuch žijící v Jižní a Střední Americe. Dorůstá délky až 22 cm a váží okolo 450-700 g. Je vynikajícím predátorem škodlivého hmyzu (Hrdina, 2004). Nezřídka dochází k těžkým otravám psů a koček, kteří uchopí ropuchu do tlamy. Působení sekretu uvolněného z paratoidních žláz a bradavic může mít u psů i koček až letální následky. Vajíčka ropuchy obrovské jsou také jedovatá.

U nás se vyskytují tři druhy ropuch. Nejhojnějším druhem je **ropucha obecná** (*Bufo bufo*). Má šedohnědé nebo žlutavé zbarvení a na našem území dosahuje délky až 12 cm. Žije na území Evropy, v mírném pásu Asie a v severozápadní Africe. **Ropucha krátkonohá** (*Bufo calamita*) se vyznačuje světlým podélným pruhem na zádech a délkou těla 5-8 cm. Jedná se o západoevropský druh zavlečený na naše území, do Polska i Pobaltí. **Ropucha zelená**

*(Bufo viridis)* má světlé šedozelené tělo s výraznými zelenými skvrnami. Délka těla je až 9 cm. Vyskytuje se po celé Evropě s výjimkou Pyrenejského poloostrova, v severní části Afriky a v mírném pásu Asie.

Vniknutí jedového sekretu ropuch do lidského organismu způsobuje pálivé až bolestivé pocity na sliznici, zánět spojivek a hypersekreci hlenu při vniknutí do nosohltanu (Kůrka a Pfleger, 1984). Proto je nutné, abychom si po kontaktu s ropuchou důkladně umyli ruce. Ovšem představa, že se na rukou objeví bradavice, je zcela mylná. Vznik bradavic je ovlivněn působením virů (Hanel a Andreska, 2017).

Významné druhy drobných jedovatých žab z čeledi **pralesničkovitých** (Dendrobatidae) žijí v tropických lesích Střední a Jižní Ameriky. Svou toxicitu získávají konzumací jedovatých členovců, případně vlastní syntézou v kůži (Hošek, 1994).

#### **Pralesnička mnohobarvá** (*Dendrobates tinctorius*) (viz obr. 12)

Tato pralesnička žije v oblasti Surinamu, Guayany a Brazílie. Její zbarvení může být velice různorodé. Samice jsou větší než samci a dorůstají velikosti až 6 cm. Jsou aktivní ve dne a pobývají na vlhkém bažinatém podloží pralesa. Samice nekladou vajíčka do vody, ale na souš, kde je samec oplodní a následně hlídá do vylíhnutí. Larvy pak odnáší na zádech do mělké vody, kde se již samostatně vyvíjí. Dospělí jedinci se živí drobným hmyzem (Verhoef-Verhallen, 2001).

Je jednou z nejvýznamnějších jedovatých žab, jež domorodci nejčastěji využívají k získání šípového jedu. Jedovatý sekret získávají zahříváním žab nad ohněm, při čemž dochází k vylučování sekretu z kůže a domorodci jej zachytávají do připravené nádoby. V jedu si poté namáčejí špičky šípů. Při vniknutí jedu do organismu způsobuje paralýzu svalů a centrální nervové soustavy. Dochází k ochrnutí dýchacího centra a zástavě srdce (Kůrka a Pfleger, 1984).

Obrázek 12: Pralesnička mnohobarvá (*Dendrobates tinctorius*)



(Zdroj:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9e/Dendrobates.tinctorius.7037.jpg/1024px-Dendrobates.tinctorius.7037.jpg>)

### **Pralesnička strašná (*Phyllobates terribilis*) (viz obr. 13)**

Tato žlutě zbarvená pralesnička dorůstá v dospělosti až 5,5 cm. Je největší ze všech tzv. šípových žab, jež používají domorodé kmeny k získání jedu pro své jedovaté šípy. Je jednou z nejobávanějších svého druhu. Pokožka této žáby vylučuje velice silný jed, který může být smrtelný pro člověka. Inhibuje přenášení nervových impulzů, svaly tak zůstávají ve stavu smrštění, což může zapříčinit selhání srdce, případně jeho fibrilaci. Živí se drobným hmyzem a jeho larvami (Verhoef-Verhallen, 2001; Hanel a Andreska, 2017).

Obrázek 13: Pralesnička strašná (*Phyllobates terribilis*)



(Zdroj: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Schrecklicherpfeilgiftfrosch-01.jpg>)

Kožní sekrety neotropických žab rodu *Phyllobates* a *Dendrobates* obsahují **batrachotoxin** a jeho analogy, **pumiliotoxiny**, alkaloidy spiropiperidinu, histrionicotoxiny, gephyrotoxiny a mnohé další alkaloidy. Mezi další významně jedovaté druhy patří **pralesnička zlatopruhá** (*P. aurotaenia*), **pralesnička batiková** (*D. auratus*) a **pralesnička drobná** (*D. pumilio*). Součástí sekretu těchto žab jsou i dekahydrochinoliny, indolizidiny, homopumiliotoxin a quinolizidiny (Hrdina, 2004).

Jedovaté žáby bývají často výstražně zbarveny. U nás se jedná o **kuňku žlutobřichou** (*Bombina variegata*) a **kuňku obecnou** (*Bombina bombina*), které se v případě ohrožení převrátí na záda. Mohou vylučovat jedovatou viskózní bílou tekutinu, která působí dráždivě na pokožku i sliznici (Vlach a Chocholoušková, 2014).

#### 4.2.2 Třída: Plazi (Reptilia)

Jedovatí plazi osídlili všechny kontinenty světa, s výjimkou Antarktidy. Nejpočetnější výskyt je v tropických a subtropických oblastech.

Mezi nejvýznamnější jedovaté plazy patří bezesporu hadi. Na Zemi však žije i několik druhů ještěřů, kteří dokáží vyprodukovat jed. Příkladem mohou být **korovci** (*Heloderma*), kteří žijí v Severní a Střední Americe. Jejich jedové žlázy se nacházejí v zadní části dolní čelisti. Jed působí neurotoxicky a kousnutí může mít i pro člověka smrtelné následky. Druhou skupinou jsou **varani** (*Varanus*), jejichž slinné žlázy produkují jed, který ovlivňuje srážlivost krve. Kořisti varanů umírají na následky vykrvácení nebo na otravu krve (Vlach a Chocholoušková, 2014).

#### Podřád: Hadi (Ophidia)

V knize Kůrky a Pfliegera (1984) se dočteme o informaci, že na Zemi žije zhruba 400 druhů hadů (z celkového počtu cca 2600 druhů), kteří jsou jedovatí a pro člověka nebezpeční.

## JEDOVÉ ÚSTROJÍ

U jedovatých hadů se setkáme s různými charaktery jedového aparátu, který je tvořen jedovou žlázou a jedovými zuby. V knize Kůrky a Pfliegera (1984) se dočteme o zajímavosti, že jedová žláza byla původně žlázou slinnou a schopnost produkovat toxiny získala postupem vývoje.

Zmije a chřestýši mají nejdokonaleji vytvořené jedové zuby (**solenoglyfní**), které tak nejlépe splňují svou funkci. Jsou duté s jehlovitým vzhledem a v tlamě hada jsou v klidovém stavu sklopené dozadu. Mají přední postavení a jsou spojené s jedovými žlázami.

Jedovaté užovky a mořští tropičtí hadi mají jednodušší jedové ústrojí. Jejich jedové zuby (**proteroglyfní**) nejsou duté, tudíž jed neprochází skrze zub, ale stéká po zubech rýhami. Také nedisponují funkcí pákového mechanismu a jejich špičatost nedosahuje takové úrovně, jako jedové zuby zmijí a chřestýšů (Diesener a Reichholf, 1997). Nacházejí se na prvním místě v řadě maxilárních zubů, jsou poměrně krátké a masivní (Kornalík, 1967).

Jedové ústrojí tzv. **opistoglyfních** užovek (např. bojga africká) považujeme za nejméně dokonalé. Jedové zuby těchto hadů jsou uloženy v zadní části horní čelisti, a tudíž dochází ke styku s jedem, až když je kořist dostatečně hluboko. Mají rýhovanou strukturu a jsou nepohyblivé (Diesener a Reichholf, 1997). Od ostatních zubů jsou odděleny větší mezerou.

U solenoglyfních a proteroglyfních hadů jsou jedové zuby kryty slizniční řasou, která se při uštknutí shrnuje podél zubu nahoru. U těchto hadů dochází během roka 5-7 krát k obnově jedových zubů novými, které se stále tvoří v podslizničním vazivu (Kornalík, 1967).

## HADÍ JED

Knihu Kůrky a Pfliegera (1984) zmiňuje tvorbu hadího jedu v jedových žlázách různé velikosti, které jsou uloženy v postranních částech hlavy pod očima. Konzistence jedu je hustá a barva bílá, žlutá až oranžová.

Jedy mají charakter proteinové směsi, která obsahuje zejména velké množství vody (70-80%) a mnoho dalších látek. Jedná se o proteiny především enzymatické povahy, peptidy,

polysacharidy a jednoduché aktivní a toxické látky (Bureš, 2014). Mezi enzymatické a toxické proteiny patří fosfolipáza A2, myotoxiny, hemoragické metaloproteinázy a další proteolytické enzymy, koagulační látky, kardiotoxiny, cytotoxiny a neurotoxiny. Hadí jed dále obsahuje anorganické kationty sodíku, draslíku, hořčíku a malé množství zinku, niklu, kobaltu a železa (Goswami et al, 2014).

Množství jednotlivých složek se u různých druhů hadů liší, avšak podle biologického účinku můžeme jedy rozdělit do několika kategorií:

**Neurotoxiny** - látky inhibující správnou funkci nervové soustavy. Způsobují chabou obrnu, která má za následek pokles očních víček s ochrnutím okoohybných svalů, rozšíření zornic, poruchu polykání a řeči, svalovou slabost a ochrnutí dechového svalstva. V tomto případě je nezbytná umělá plicní ventilace.

**Kardiovaskulárně účinné látky** – dělí se na látky vazodilatační (rozšiřující cévy), vazokonstrikční (zuzující cévy) a kardiotoxiny. Vazodilatační látky patří mezi enzymy, které stimulují uvolňování kininů, čímž dojde ke snížení krevního tlaku. Opačně působí vazokonstrikční látky, které zvyšují krevní tlak a způsobují svalové kontrakce věnčitých tepen s případnou ischemií. Kardiotoxiny negativně ovlivňují samotný srdeční sval i převodní systém. Následkem jsou poruchy srdečního rytmu a poškození stažitelnosti srdce.

**Hemoraginy** – látky poškozující bazální membrány endotelu, který vystýlá vnitřní stěny krevních cév. Tato devastace vede k poškození cévních stěn a následnému krvácení.

**Hemokoagulačně aktivní látky** – látky ovlivňující proces srážení krve (Bureš, 2014).

**Cirkulační toxiny** – látky způsobující hypotenzi (pokles krevního tlaku) s následným zvýšením tepové frekvence.

**Hemolyziny** – látky, které uvolňují krevní barvivo (hemoglobin) z červených krvinek (Hanel a Andreska, 2016).

Hadi používají svůj jed zejména k usmrcení kořisti či k obraně. Při uštknutí však nemusí vždy dojít k výronu jedu. Záleží nejen na přírodních podmínkách, ale i na tom, v jakém fyzickém stavu se had nachází, zda má dostatek jedu nebo kdy naposledy uštknul. Různé druhy hadů mají odlišný způsob lovení kořisti. Někteří se po uštknutí napřímí a čekají, až kořist zahyne, jiní svou kořist drží, dokud se nepřestane hýbat. Jedovaté užovky svou oběť zakousnou a ihned žvýkají, proto často dochází k polykání ještě živého zvířete. Hadí jed zlepšuje trávení kořisti, proto mohou při polykání vstříknout do kořisti další dávku jedu (Diesener a Reichholf, 1997).

## ROZŠÍŘENÍ

Jedovatí hadi jsou převážně suchozemští plazi žijící po celém světě. Vyskytují se však i mořské druhy hadů a hadi žijící obojživelným způsobem života, tudíž je nalezneme i ve sladkých vodách.

V některých oblastech se jedovatí hadi nevyskytují vůbec. V Evropě jsou to oblasti za polárním kruhem, Island, Irsko, Baleáry, Korsika, Kréta, Sardinie, Malta a některé řecké ostrovy. Při africkém kontinentu sem patří Madagaskar, Kanárské a Kapverdské ostrovy. Na území Ameriky se nevyskytují v Grónsku, na Galapágách, v Chile a na ostrovech Západní Indie (kromě ostrovů Tobago, Santa Lucia, Trinidad, Martinik). Nežijí také na území Nového Zélandu, Havajských ostrovů, Polynésie, ostrovů Loyalty, Mikronésie a Vanuatu (Kůrka a Pfleger, 1984).

## TERAPIE OTRAVY

V současné době se jako první pomoc při uštknutí jedovatým hadem doporučuje stabilizovat postiženou končetinu a zajistit, aby byl pacient v klidu. Pokud byla zasažena ruka, je důležité sundat náramky, hodinky i prsteny, které by mohly způsobit problémy při otoku. Dříve používané zaškrcování končetiny se již nedoporučuje, neboť nezamezí případnému šíření jedu a může spíše končetinu poškodit. Ani dříve doporučované vysávání jedu, rozřezávání či vypalování rány není vhodné. Pokud je to možné, místo kousnutí dezinfikujeme a překryjeme sterilním obvazem. Nepodáváme kávu ani alkohol. Je důležité,

aby byla zajištěna lékařská pomoc, zvláště u dětí a v případech napadení exotickými hady (Patočka, 2006).

Jediným účinným prostředkem proti hadímu uštknutí je podání antiséra. Je velice přínosné, pokud postižený dokáže identifikovat druh hada, který ho napadl. Při podání antiséra hrají totiž velkou roli antigeny v hadím jedu. Jsou to látky, které způsobují tvorbu specifických protilátek (antitoxinů) v organismu. Takto vytvořené obranné látky pak ruší účinky antigenů.

Všechny složky hadího jedu obsahují své specifické antigeny. U některých druhů hadů nalezneme až 5 druhů antigenů. Z tohoto důvodu nelze použít stejné antisérum pro dva různé druhy hadů, i když budou mít oba jed s převážně neurotoxické účinky (Felix, 1978).

První antisérum vyvinul Alberte Calmette proti indické kobře (*Naja naja*). Antiséra se vytváří imunizací a jsou izolována z krve savců (koně, kozy, králíci), kteří jsou záměrně infikováni jedem. Antiséra lze rozdělit do dvou typů. Jde o **monovalentní** protijedy, které jsou účinné proti určitému druhu hada a **polyvalentní** protijedy, které se využívají proti řadě druhů (Goswani et al, 2014).

Po podání antiséra by měl být pacient nejméně následující 2 hodiny pod lékařským dohledem. Pokud by se objevily náznaky anafylaxe, je nutné aplikovat adrenalin (Warrell, 2010).

## VÝZNAMNÉ DRUHY

Jedovatí hadi se dělí do pěti čeledí (užovkovití, korálovcovití, vodnářovití, zmijovití, chřestýšovití).

### Čeď: UŽOVKOVITÍ (Colubridae)

I v této zdánlivě neškodné čeledi najdeme několik jedovatých druhů. Jedná se o užovky zvané bojgy, které žijí v mírném, subtropickém i tropickém pásmu. Mají docela dlouhé jedové zuby a pro malé živočichy představují smrtelné nebezpečí.

Užovkovití i korálovcovití patří mezi proteroglyfní jedovaté hady. Mají společné znaky, mezi které patří stejná anatomie lebečního skeletu, kulaté zornice, hladkost a lesklost šupin. Jejich hlava je kryta velkými štítky a plynule přechází v tělo (Kornalík, 1967).

#### **Bojga africká (*Dispholidus typus*)** (viz obr. 14)

Bojga africká je zeleně, někdy hnědě až černě zbarvený had s výraznými tmavými šupinami. Dorůstá délky až 2 m a žije v Africe, jižně od Sahary. Leze po stromech a živí se chameleony, ještěrkami, žábami i vejci ptáků. Ke kousnutí dochází poměrně často, ve většině případů však pouze nejedovatými předními zuby (Kůrka a Pflieger, 1984).

I přesto, že bojga má zadní postavení jedových zubů, její kousnutí je velice nebezpečné. Jed má hemoragické účinky, které vedou k masivnímu krvácení a postižený člověk musí dostat až 3 l krve skrze transfúzi (Felix, 1978).

Obrázek 14: Bojga africká (*Dispholidus typus*)



(Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dispholidus\\_typus.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dispholidus_typus.jpg))

#### **Šírohlavec ještěrčí (*Malpolon monspessulanus*)**

Je největší jedovatou užovkou v Evropě. Dosahuje délky až 2 m. Vyskytuje se v jižní Evropě, západní Asii a v severní Africe. Má rád slunná kamenitá místa, která jsou porostlá pichlavými křovinami. Loví hlavně ještěrky, ale i hady, menší savce a ptáky. Šírohlavec

není pro člověka smrtelně jedovatý, avšak jeho kousnutí je velice nepříjemné a dlouho se hojí (Čihař, 1993).

Čeleď: KORÁLOVCOVITÍ (Elapidae)

Korálovcovití se vyskytují ve všech světadílech s výjimkou Evropy. Zahrnují nejjedovatější a nejútočnější, ale i nejdelší a největší druhy jedovatých hadů. Vzhledem podobní užovkovitým, popsáno výše.

Tito hadi mají jedy převážně s neurotoxickými účinky. Otrava se projevuje palčivou bolestí v místě kousnutí, avšak u některých druhů kober a u indického bungara se tyto příznaky neobjevují. Také otok a zarudnutí, které se postupem času lehce zvětšují, nejsou typickým příznakem pro všechny korálovcovité. Mohou se objevit i krevní podlitiny na postižené končetině s následným rozšířením na dalších částech těla.

Celkové příznaky se ve většině případů objevují během 30-60 minut. V některých případech však mohou propuknout až za 3-6 hodin. U pacienta se projevují malátností, slabostí, ospalostí i lehkým třesem. Cítí nevolnost, zrychluje se mu tep, zvyšuje se slinění a dýchá pomalu a povrchně. Postupem času dochází k obrně končetin, dýchacích svalů a dýchacího centra, což vede k následné smrti. Pacient bývá až do poslední chvíle plně při vědomí (Kůrka a Pflieger, 1984).

**Kobra indická** (*Naja naja*) (viz obr. 15)

Kobra indická i její poddruhy žijí na asijském kontinentu. Dorůstá délky 1,5 m a některé poddruhy mohou mít až 2 m. Dokáže roztáhnout krční žebra do podoby kápě, čímž protivníkovi připadá větší. V této pozici můžeme na zadní straně krku pozorovat kresbu ve tvaru brýlí, které vděčí za laické označení brejlovec (Verhoef-Verhallen, 2001).

Ukrývá se v hromadách dříví nebo kamení, ve starých zdech i v dalších možných štěrbinách. Loví myši, krysy, žáby i ryby (Kůrka a Pflieger, 1984).

V době páření a kladení vajec žije kobra indická v páru. O snůšku vajec se střídavě stará samec i samice, kteří neváhají ihned zaútočit na přibližující se ho nepřítele (Felix, 1978). Nejedná se však o útočný druh, jak se mnozí domnívají. K uštknutí dochází pouze

v případě, cítí-li se bezprostředně ohrožena. Pokud se nachází ve vzpřímeném postoji s roztaženou kápí, je dobré zachovat klid, neboť kobra reaguje na pohyb (Kůrka a Pfleger, 1984).

Jed kobry indické je pro člověka nebezpečný. Působí na nervový systém s následkem ochrnutí (Verhoef-Verhallen, 2001). Smrtelná dávka pro člověka je asi 12 mg jedu. Jedové žlázy obsahují tolik jedu, kolik by mohlo usmrtit 10 až 16 lidí. Při kousnutí může kobra několikrát vstříknout jed do rány. Pokud se do těla dostane smrtelná dávka jedu, objevují se příznaky otravy již během několika minut (Kůrka a Pfleger, 1984).

Obrázek 15: Kobra indická (*Naja naja*)



(Zdroj: [http://calphotos.berkeley.edu/imgs/512x768/0000\\_0000/0705/1078.jpeg](http://calphotos.berkeley.edu/imgs/512x768/0000_0000/0705/1078.jpeg))

### **Kobra egyptská (*Naja haje*)**

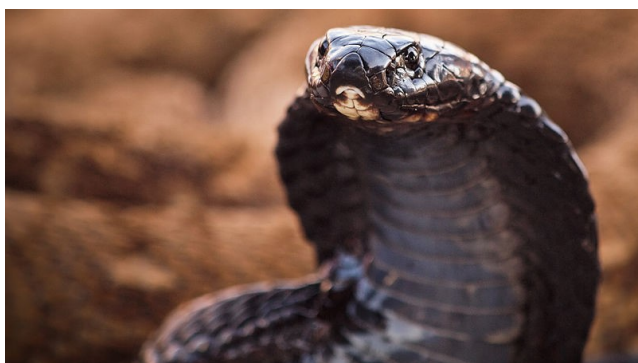
Kobra tohoto druhu žije téměř na celém africkém kontinentu. Dosahuje délky 2 m a její zbarvení je hnědé až olivové. Obývá teplá suchá místa, ukrývá se v křovinách či v hromadách kamení. Ačkoli se jedná o obávaného hada, k uštknutí dochází vzácně (Kůrka a Pfleger, 1984). Její jed má převážně neurotoxické a cytotoxické účinky. Inhibuje přenos nervových signálů, což může způsobit smrt v důsledku respiračního selhání (Al-Quraishy et al, 2014).

### **Kobra černokrká (*Naja nigricollis*)** (viz obr. 16)

Kobra černokrká žije v Africe, je černě, tmavošedě až olivově zbarvená a délka jejího těla dorůstá 1,5 – 1,8 m. Pro své dlouhodobé úkryty využívá nory hlodavců, skalní štěrby či termiště. Potravou jí jsou žáby, ještěrky, hlodavci i hadi (Kůrka a Pflieger, 1984).

Tento druh patří k nejobávanějším africkým plivajícím kobrám, který svou obranu používá zřídka, avšak s děsivou přesností. Jed stříká pouze při sebeobraně, neboť svou kořist raději uštkne jedovými zuby. V případě ohrožení vztyčí kobra přední část těla a varovně roztáhne kůži podél hlavy. Svými silnými čelistními svaly vytlačí jed ze žláz uložených po stranách hlavy. Dva proudy jedu vystříknou z malých otvorů u špiček zubů a roztříští se do malých kapiček. Při zasažení očí dojde k nesnesitelné bolesti, kdy člověk může i oslepnout (Bright, 2002). Jed má cytotoxické i neurotoxické vlastnosti, které mohou způsobit smrtelné následky (Abdou et al, 2015).

Obrázek 16: Kobra černokrká (*Naja nigricollis*)



(Zdroj: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:N.nigricollis.jpg>)

### **Kobra kapská (*Naja nivea*)**

Tento druh kobry žije v horských oblastech na území jižní Afriky. Dosahuje délky 1,5 m až 2 m. Její rychle působící jed má vliv na nervový systém oběti (Verhoef-Verhallen, 2001). Patří mezi nejnebezpečnější kobry, které snadno útočí a často způsobují úhyn hospodářských zvířat. K úmrtí člověka může dojít již několik hodin po uštknutí (Kůrka a Pflieger, 1984).

**Kobra královská** (*Ophiophagus hannah*) (viz obr. 17)

Tuto kobru nalezneme v Číně, Malajsii, na Filipínách, v Indonésii a Indii. Obývá lesnaté prostředí a živí se drobnými druhy hadů, případně ještěry (varani). Délka těla dosahuje nejčastěji 4 m (Verhoef-Verhallen, 2001). Kůrka a Pfleger (1984) uvádějí, že se jedná o největšího jedovatého hada na světě. Zbarvení je černé, hnědé, olivové nebo žlutavé, s těžko viditelnými příčnými pruhy. Snůška se obvykle skládá asi z 30 vajec, o které se stará nejen samice, ale i samec. Rodiče s péčí ustanou teprve po vylíhnutí asi 50 cm mláďat.

Jed kobry královské patří k nejnebezpečnějším hadím jedům na světě. Dokáže usmrtit člověka během 15 minut. Jedovatost je tak silná, že jediné kousnutí může usmrtit i slona. V ohrožení se kobra napřímí a roztáhne kápi na krku, čímž se snaží protivníka zastrašit. Přes svou jedovatost však kobra v nebezpečí raději uniká, než aby skutečně zaútočila (Verhoef-Verhallen, 2001). Mezi projevy intoxikace patří rychle vzniklý lokální otok, závratě, ztráta vědomí, problémy s dýcháním a kardiovaskulárním systémem. Účinnou pomocí je podání antiséra (Hrdina, 2004).

Obrázek 17: Kobra královská (*Ophiophagus hannah*)



(Zdroj: <https://taxo4254.wikispaces.com/Ophiophagus+hannah>)

**Mamba černá** (*Dendroaspis polylepis*) (viz obr. 18)

Mamby jsou afričtí hadi žijící na stromech. Největší a nejnebezpečnější je právě mamba černá, která dorůstá velikosti až 4 m. Obývá zarostlé savany i řídké lesy, žije v okolí řek i v blízkosti skal. Živí se především ptáky a hlodavci. Je schopna vyvinout rychlost pohybu až 20 km/h. V případě ohrožení vztyčí přední část těla, otevře tlamu a dokáže velmi rychle zaútočit. Její zuby mohou být dlouhé až 6,5 cm (Čihař, 1993). Navzdory jejímu názvu je zbarvena spíše šedě, olivově nebo hnědě (Hrdina, 2004). Název je odvozen od černého zbarvení dutiny ústní (Závada et al, 2011).

Patří mezi nejnebezpečnější jedovaté hady na světě. Její kousnutí končí téměř vždy smrtelně, pokud není podáno účinné antisérum. K uštknutí dochází poměrně často (Kůrka a Pfleger, 1984). Mezi příznaky intoxikace patří lokální bolestivost s možností zanícení rány. Postižený si stěžuje na bolest břicha, potí se, je světloplachý a malátný. Může dojít k ochrnutí dechového svalstva (Jiskrová, 2011).

Obrázek 18: Mamba černá (*Dendroaspis polylepis*)



(Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dendroaspis\\_polylepis\\_by\\_Bill\\_Love.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dendroaspis_polylepis_by_Bill_Love.jpg))

### **Mamba zelená** (*Dendroaspis angusticeps*)

Tento štíhlý, dlouhý, zelený had obývá keře a stromy v jihovýchodní Africe. Jeho jed je méně účinný než jed mamby černé (Kůrka a Pfleger, 1984), ale symptomy po uštknutí se objevují ve velice krátkém intervalu 15 minut až 2 hodin. Postižený si stěžuje na bolest hlavy, špatný zrak, spavost, bolest na hrudníku, střevní problémy a poruchy motoriky. Po uštknutí je dobré zachovat klid, znehybnit končetinu a zajistit odbornou lékařskou pomoc s účinným antiserem (Hrdina, 2004).

### **Korálovec žlutavý** (*Micrurus fulvius*) (viz obr. 19)

Korálovec žlutavý žije především v jižních částech Spojených států a v Mexiku. Ukrývá se v norách hlodavců a je aktivní pouze časně z rána a při setmění. Dorůstá délky asi 60 cm a potravou mu jsou menší hadi a plazy. Snůška se skládá z 3 až 12 vajec, o které korálovec nepečuje (Verhoef-Verhallen, 2001). Tělo je výrazně zbarveno širokými černými a červenými pruhy, které jsou od sebe odděleny užšími pruhy žlutými. Má velice krátké jedové zuby, které nedokáží prokousnout obuv ani silnější oděv. Jedná se o poměrně plachý druh, který se často ukrývá a není útočný. Dojde-li však k uštknutí, je průběh intoxikace velice vážný. Nezvyklé není ani pouhé škrábnutí zubem, kdy dojde pouze ke slabému otoku (Kůrka a Pfleger, 1984).

Obrázek 19: Korálovec žlutavý (*Micrurus fulvius*)



(Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coral\\_009.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coral_009.jpg))

### **Bungar proužkovaný** (*Bungarus fasciatus*)

Tento had žije na rozsáhlém území jižní a jihovýchodní Asie (Anwar, 2011). Jeho 1,5 m dlouhé tělo střídavě lemují široké černé a zlaté pruhy. Ve dne se ukrývá v různých štěrbinách a nepředstavuje žádné nebezpečí. V noci však vyráží na lov a může uštknout i člověka, který na něj našlápne. Jeho jedové zuby jsou pouze 2-3 mm velké, dokáží však do těla vstříknout jed, který působí na nervový systém, především na dýchací centrum (Kůrka a Pflieger, 1984).

### **Smrtonoš zmijí** (*Acanthopsis antarcticus*)

Tento had dorůstá délky 60-90 cm, má velmi silný trup a krátký ocas s neškodným ostnem (Kůrka a Pflieger, 1984). Je nočním druhem, hojně se vyskytujícím v Austrálii. Pokud na něj člověk šlápne, dokáže zaútočit s obrovskou rychlostí. Nejčastěji kousne do nohy, kotníku nebo do ruky (Hrdina, 2004).

Jed je převážně neurotoxický, ale má i koagulační a lehce hemolytické účinky. Pokud nedojde k podání protijedu, úmrtí nastane v 50% případů (Kůrka a Pflieger, 1984).

Úzce příbuzným druhem je **smrtonoš pouštní** (*Acanthopsis pyrrhus*), jehož toxin má neurotoxické účinky vyvolávající paralýzu i smrt (Hrdina, 2004).

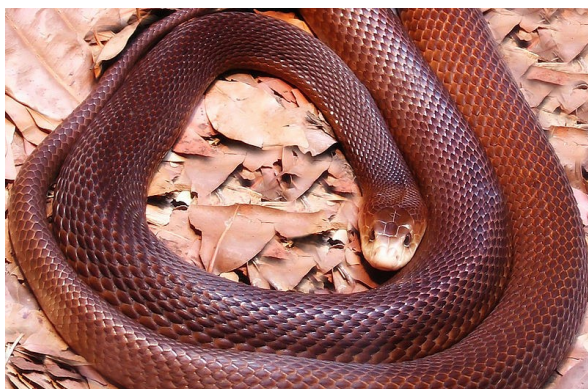
### **Taipan** (*Oxyuranus scutellatus*) (viz obr. 20)

Taipan je jedním z nejjedovatějších hadů světa. Žije na australském kontinentu, kde je největším jedovatým hadem (dosahuje délky 3 m). Svrchu je zbarvený hnědě, na spodu krémově až žlutě. Vyskytuje se v savanových krajinách, ale i v prostředí lesů. V případě ohrožení dokáže velmi rychle zaútočit a uštknout. Na rozdíl od ostatních korálovcovitých hadů má mohutné jedové zuby, které jsou dlouhé více než 1 cm (Kůrka a Pflieger, 1984).

Felix (1978) označuje taipana za nejjedovatějšího hada světa. V průměru dosahuje 100 mg suchého jedu, ale dokáže vyprodukovat až 400 mg jedu, což je 94 112 smrtelných dávek pro myši. Do člověka se při kousnutí dostane asi 20 mg jedu, což jsou 4 smrtelné dávky. Jeho jed má hemoragické účinky, ale obsahuje i prvky, které způsobují srážení krve. Kůrka a Pflieger (1984) označují jed za vysoce neurotoxický.

Taipan klade vejce, na rozdíl od všech australských korálovcovitých, kteří jsou živorodí (Felix, 1978).

Obrázek 20: Taipan (*Oxyuranus scutellatus*)



(Zdroj: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coastal-Taipan.jpg>)

### **Pakobra páskovaná** (*Notechis scutatus*)

S touto pakobrou se můžeme setkat v jižní Austrálii, na ostrově Kangaroo nebo v Tasmánii. Je velice rozmanitě zbarvená a dorůstá délky kolem 1,5 m. Nemá ráda suchá prostředí, vyskytuje se převážně v okolí mokřadů, bažin, řek či vlhkých lesů. Je aktivní za dne, agresivnější než smrtonoš zmijí a toxicita jejího jedu je srovnatelná s jedem taipana. Disponuje jedním z nejúčinnějších hadích toxinů, který je i v malém množství vysoce neurotoxický s koagulačními a hemolytickými účinky (Kůrka a Pflieger, 1984).

Mezi další významně jedovaté korálovcovité hady patří **bungar modravý** (*Bungarus caeruleus*), **pakobra červenobřichá** (*Pseudechis porphyriacus*), **pakobra australská** (*Pseudechis australis*), **pakobra hnědá** (*Demansia textilis*), **pakobra olivová** (*Demansia olivacea*) a **pakobra diamantová** (*Denisonia superba*).

Čeď: VODNÁŘOVITÍ (Hydrophiidae)

Tato čeď zahrnuje asi 50 druhů prudce jedovatých hadů. Jedná se hlavně o tropické mořské druhy dosahující velikosti 70 cm až 3 m. Mají zploštělé tělo přizpůsobené životu ve vodě. Žijí v Indickém a Tichém oceánu mezi 30° s. š. - 30° j. š. (Warrell, 2010). Většinou se shlukují do velkých hejn, která mohou čítat i více než 10 000 kusů (Kornalík, 1967).

Vodnářovití se živí především rybami a spolu s nimi bývají často chyceni do rybářských sítí. K uštknutí člověka však dochází vzácně. Na suchu jsou vodnáři zcela bezmocní. Výjimkou je podčeď vlnožilů, kteří se dokáží pohybovat i po souši a někteří tam dokonce kladou vejce. Ostatní vodnáři jsou většinou vejcoživorodí (Čihař, 1993).

K nejnebezpečnějším jedincům této čeledi patří **vodnář kobří** (*Enhydrina schistosa*), **vodnář dvoubarevný** (*Pelamis platurus*), vodnář *Hydrophis caeruleus*, vodnář *Hydrophis nigrocinctus* a **vodnář Hardwickův** (*Pelamis hardwicki*).

Bílkovinné složky jejich jedu obsahují velice účinné neurotoxiny. Uštknutí mořským hadem je zpočátku téměř nebolestivé. Následně se však objevují svalové záškuby, vzestupný typ paralýzy, poruchy polykání, nesrozumitelná řeč a ochrnutí očních svalů. V závažnějších případech dochází ke svalovým nekrotám, bulbární paralýze, selhání jater a dechových funkcí, k srdečnímu a ledvinovému kolapsu.

Léčba je zaměřena na příznaky, k úmrtí dochází vzácně. V nejtěžších případech se podává antisérum účinné proti australské pakobře páskované (*Notechis scutatus*) (Hrdina, 2004).

**Vlnožil ploský** (*Latucauda laticaudata*)

Tento vlnožil je nejznámějším druhem své podčeledi. Jedná se o 1 m dlouhého hada, který je zbarvený modrošedě až tmavozeleně s příčnými tmavými proužky. Areál rozšíření je od břehů Indie až k pobřeží Austrálie (Kůrka a Pflieger, 1984). Vyskytuje se u korálových ostrovů, korálových útesů, mangrovových porostů i v otevřeném oceánu (Lane et al, 2010).

### **Vlnožil užovkovitý** (*Laticauda colubrina*)

Tento vlnožil se hojně vyskytuje při korálových ostrovech Nové Kaledonie a v přilehlých oblastech na východ od Austrálie. Dosahuje délky kolem 1 m a živí se převážně rybami. Jeho ocas je dobře přizpůsoben pohybu ve vodě. Kousnutí může být velice nebezpečné i pro člověka, avšak k uštknutí dochází velmi vzácně (Verhoef-Verhallen, 2001).

### **Vodnář kobří** (*Enhydrina schistosa*)

Letální dávka pro člověka je u tohoto vodnáře pouhých 0,05 mg/kg. U průměrně vzrostlého člověka je to asi 3,5 mg jedu (Kůrka a Pfleger, 1984).

### **Vodnář dvoubarevný** (*Pelamis platurus*) (viz obr. 21)

Tento vodnář je považován za nejrozšířenějšího mořského hada. Nejčastěji dosahuje délky asi 1 m (Čihař, 1993). Má tmavý hřbet a světlé břicho. Vyskytuje se prakticky napříč celého Indického a Pacifického oceánu (Kůrka a Pfleger, 1984).

Obrázek 21: Vodnář dvoubarevný (*Pelamis platurus*)



(Zdroj: <http://www.whatsnakeisthat.com/category/family/front-fanged-venomous/>)

K dalším významným vodnářovitým řadíme druhy *Hydrophis semperi*, *Thalassophis anomalus*, **vodnář podivný** (*Microcephalopsis gracilis*) a **vodnář obrovský** (*Astrotia stokesi*), který je podle Čihaře (1993) největším ze všech vodnářů (až 3 m).

Čeleď: ZMIJOVITÍ (Viperidae)

Zmijovití se vyznačují velice specifickým vzhledem trojúhelníkové hlavy, která je ostře oddělena od zbytku těla. Jejich velké jedové žlázy jsou obklopeny mohutnými svaly, které tvoří rozšířenou bazální část hlavy. Mají relativně krátké a silné tělo, které je pokryto matnými, drsnými a překrývajícími se šupinami, jež u zmijovitých pokrývají i hlavu. Očím dominují vždy svisle štěrbinovité zornice.

Areál rozšíření se rozkládá pouze na území Evropy, Asie a Afriky (Kornalík, 1967).

Toxiny zmijovitých hadů mají převážně hemoragické účinky – postihující cévy. Rychlou smrt však mohou způsobit neurotoxické složky jedu. Krevní oběh může selhat i během 30 minut, pokud je dávka jedu příliš velká nebo je aplikována přímo do žíly.

Lokální příznaky otravy se projevují silnou bolestí v místě kousnutí, která se postupně zvyšuje a vystřeluje do okolí. Během krátké doby dochází k rychle se šířícímu zarudlému otoku a zvýšené citlivosti mizních uzlin. Po několika hodinách se vytvářejí krevní podlitiny i na vzdálenějších místech těla. Tyto příznaky vrcholí většinou během prvních 24 hodin, avšak v ojedinělých případech může dojít k maximálnímu otoku končetiny již během jedné hodiny.

Mezi celkové příznaky řadíme snižující se krevní tlak, studený pot, nevolnost, zvracení až ztrátu vědomí. Postižený je i zrak pacienta, neboť dochází k rozšíření zornic nereagujících na světlo a k poruchám vidění. V dalším průběhu nastává krvácení z plic, ledvin i do zažívacího traktu. Člověk dýchá obtížně a povrchně (Kůrka a Pflieger, 1984).

**Zmije obecná** (*Vipera berus*) (viz obr. 22)

Je jediným jedovatým hadem, který se přirozeně vyskytuje na území České republiky. Mezi suchozemskými hady má nejrozsáhlejší areál rozšíření, neboť ji nalezneme od Skandinávie k severnímu Řecku, od Velké Británie až Primorskému kraji na Sibíři. Dospělá zmije dorůstá délky 60-70 cm. Vyskytuje se v mnoha barevných odstínech (nejčastěji šedé až modrošedé) s výraznou lomenou tmavou čarou na zádech. Má štěrbinovité zorničky. Nejčastěji se vyskytuje při okrajích lesů, na březích rybníků, slunných pasekách či horských loukách, kde vyhledává dostatek tepla a vlhka. Nejraději

obývá místa, jež zajišťují možnost úkrytu i zazimování (kamenité hromady, křoví). Nenalezneme ji uprostřed lesa ani v nížinách (Patočka, 2006), avšak Altmann (2004) zmiňuje i výskyt v nížinách. Tradiční názor o tom, že zmije vyhledává pouze slunné paseky a kamenitá místa, kde se může vyhřívat, není zcela pravdivý. Zmije především vyhledává místa, kde je dostatek potravy. Takovým místem mohou být i mokřiny a bažiny. Živí se převážně hlodavci a hmyzožravci (Kůrka a Pfleger, 1984).

Zmije obecná je velice klidným neútočným hadem. Uštkne opravdu jen v případě našlápnutí nebo při neopatrné manipulaci. Jed je nažloutlou a nahořklou tekutinou bez zápachu, která se neustále tvoří v jedových žlázách uložených za očima (max. obsah žláz je 8-10 mg suchého jedu). Je to směs několika látek, která je tvořena především vodou. Dalšími složkami jedu jsou peptidy, aminokyseliny, proteiny a enzymy, které pozitivně ovlivňují proces trávení ještě před spolknutím kořisti. Z hlediska biologického účinku patří mezi hemolytické a hemoragické jedy. Těsně po uštknutí dochází k lokální bolesti, poté následuje otok spojený se zduřením mizních uzlin. Edém se může rozšířit z postižené končetiny na trup, k ústupu dochází během 3-4 dnů po uštknutí. Pokud je intoxikace silnější, postižený může pociťovat nevolnost, nadměrné pocení, bolesti břicha, průjem i problémy s močením. U velice citlivých jedinců může dojít k otoku celého těla, poklesu krevního tlaku, poruchám vědomí, studenému pocení a cyanóze. V nejtěžších případech dochází k úpadku do bezvědomí. K úplnému vyléčení dochází během 1-3 týdnů, avšak během následujících měsíců se mohou občasné objevovat otoky a bolestivost (Patočka, 2006).

Maximální množství jedu zmije obecné je 10 mg. Smrtná dávka pro člověka je 15 mg tohoto jedu. Při uštknutí však dochází k uvolnění pouze jedné třetiny maximálního množství. Z toho plyne, že kousnutí zmijí obecnou není pro zdravého dospělého člověka smrtelně jedovaté. Nebezpečí hrozí dětem do 10 kg, pro které je smrtná dávka již 2,5 mg jedu (Felix, 1978).

Proti této zmiji se v České republice využívá injekční antisérum zvané Viper Venom Antitoxin. Jedná se o koncentrovaný purifikovaný specifický globulin (globulin antivipericum). Získává se imunizací koní jedem **zmije růžkaté** (*Vipera ammodytes*) a zmije obecné (Hrdina, 2004).

Obrázek 22: Zmije obecná (*Vipera berus*)



(Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Benny\\_Trapp\\_Vipera\\_berus.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Benny_Trapp_Vipera_berus.jpg))

**Zmije řetízková (*Vipera russelli*)** (viz obr. 23)

Tato zmije je považována za nejnebezpečnější druh rodu *Vipera*. Vyskytuje se na rozsáhlém území tropické Asie. Je asi 1,6 m dlouhá a zbarvená do žluto-červeno-hněda s výraznými ohraničenými kroužky. Často vniká do lidských obydlí, aby ulovila myši a potkany. Nejedná se o útočný druh, avšak k mnohým uštknutím dochází právě kvůli častému zvyku zmijí žít v těsné blízkosti domů. Smrtelná dávka pro člověka je 42 mg, v jednom odběru však může být až 200 mg jedu (Kůrka a Pflieger, 1984).

Mezi příznaky otravy patří lokální bolest, otok končetiny, krvácení, zvracení, pokles krevního tlaku i srdeční frekvence (Mallow et al, 2003).

Obrázek 23: Zmije řetízková (*Vipera russelli*)



(Zdroj: <http://indonesiatravelmagazine.com/vipera-russelli-daboia-3/>)

### **Zmije růžkatá** (*Vipera ammodytes*) (viz obr. 24)

Vyskytuje se hlavně v jižní Evropě (Rumunsku, Bulharsku a Řecku) a to převážně v písčitých půdách, ale i ve skalách a městských oblastech. Dorůstá délky až 90 cm. Zmije je vejcoživorodá. Mláďata se rodí v tenkých obalech, které krátce po porodu protrhávají. Tuto zmiji lze dobře identifikovat podle rohovitého výstupku na nose. Ve srovnání se všemi jedovatými hady má zmije růžkatá nejdelší jedové zuby. V klidovém stavu jsou uloženy podél horní čelisti, při otevření tlamy se vztyčí.

Jed má velice rychlý účinek. Během krátké doby dokáže usmrtit menší živočichy, jako jsou ještěři, myši i jiní hlodavci. Nebezpečí úmrtí může hrozit i kousnutému dítěti. U dospělého člověka může i zásah pouze jedním zubem vyvolat silný otok. Končetina může částečně ochrnout až na dobu 3 dnů (Verhoef-Verhallen, 2001). Intoxikace má oproti kousnutí zmijí obecnou vážnější průběh, neboť zmije růžkatá může do těla oběti vstříknout až dvojnásobné množství jedu (Kůrka a Pflieger, 1984).

Obrázek 24: Zmije růžkatá (*Vipera ammodytes*)



(Zdroj: <http://www.inaturalist.org/taxa/81522-Vipera-ammodytes>)

### **Zmije paví** (*Echis carinatus*)

Zmije paví žije ve střední, východní a severní Africe až po Indii. Má ráda slunná písčité místa, ale i blízkost lidských sídel. Ukrývá se v nejrůznějších štěrbinách i norách hlodavců (Kůrka a Pflieger, 1984). Patří k nejobávanějším jedovatým hadům, zejména v Indii. Má na

svědomí mnohá smrtelná zranění. Smrtelná dávka pro člověka je 5 mg jedu (Vlach a Chocholoušková, 2014).

#### **Zmije útočná** (*Bitis lachesis* = *Bitis arietans*)

Je nejrozšířenějším jedovatým hadem v celé Africe, vyskytuje se i na Arabském poloostrově. Obývá stepní i horské oblasti, dorůstá délky 1,5 m a je zbarvena žlutavě až tmavohnědě, se světlými tmavě lemovanými skvrnami. Při ohrožení výstražně syčí a nafukuje své tělo do dvojnásobné velikosti. V jižní a střední Africe má na svědomí mnohá vážná zranění (Kůrka a Pflieger, 1984).

#### **Zmije levantská** (*Vipera lebetina*)

Je největším evropským jedovatým hadem, tělo dosahuje délky až 2 m. Vyskytuje se v severní Africe, Malé Asii, na Kypru, Kykladských ostrovech, v Íránu, Iráku, Zakavkazsku, Afganistánu i v Indii. Zbarvení může přecházet ze žluté až zelené, do šedé i hnědé, s tmavšími skvrnami na hřbetě i bocích. Obývá hornaté i nížinné oblasti s kamenitým i travnatým terénem. Může se objevit na obhospodařovaných místech i v lesích.

V severní Africe i na Blízkém východě představuje významné nebezpečí. Kousnutí může být i smrtelné (Kůrka a Pflieger, 1984). Jed je neurotoxický a hemoragický (Hrdina, 2004).

Mezi další významné jedovaté zmijovité hady patří rod *Atractaspis*, **zmije gabunská** (*Bitis gabonica*), **zmije menší** (*Vipera ursinii*), **zmije rohatá** (*Cerastes cerastes*), **zmije vejcorodá** (*Causus rhombeatus*), *Echis coloratus*, *Vipera aspis* a *Vipera xanthina*.

#### Čeled': CHŘESTÝŠOVITÍ (Crotalidae)

Chřestýšovité se od ostatních čeledí vyznačují zvláštní jamkou umístěnou mezi nozdrami a očima. V této jamce mají umístěný speciální orgán vnímající teplo (Kornalík, 1967). Nazývá se termosenzorický orgán, díky němuž dokáží chřestýšovité vnímat rozdíl teplot

kolem sebe a tím určit polohu předmětu s vyšší teplotou. Zjišťují tak přítomnost teplokrevných živočichů, kteří jim jsou hlavní potravou.

Všechny druhy těchto hadů dokáží u člověka vyvolat velice nebezpečnou intoxikaci. Příznaky se projevují, stejně tak jako u zmijí, celkové i místní. Díky vysoké koncentraci proteáz v jedu chřestýšů dochází k rozpadu tkáně, což může vést během 2-3 dnů až k obnažení dlouhých kostí končetin. V těchto místech může dojít k infekci, která způsobí smrt pacienta. Závažným problémem může být i rychlá obrna dýchacích svalů nebo srážení krve v cévách.

Množství jedu, které se dostane do lidského organismu, závisí na velikosti hada, útočnosti i na tom, před jakou dobou had naposledy uštknul. Z pravidla bývá had agresivnější, pokud má hlad a je teplo. Smrtelná dávka jedu pro člověka činí asi 0,3 ml = 70 mg. Je však známo, že takové množství jedu je aplikováno v necelé polovině případů uštknutí (40%). Velkou roli zde hraje i místo kousnutí. Nejčastěji to bývají končetiny, zejména dolní. Nejnebezpečnější je však kousnutí do hlavy či krku (Kůrka a Pfleger, 1984).

### **Chřestýš kostkovaný (*Crotalus adamanteus*) (viz obr. 25)**

Tento druh se vyskytuje v jihovýchodních oblastech Spojených států. Žije na pouštích a obvykle přezimuje v dutinách skal s dalšími stovkami jedinců. Délka těla dorůstá až 2,5 m, čímž se stává největším druhem ze všech chřestýšů (Verhoef-Verhallen, 2001). Celkové zbarvení těla je šedohnědé nebo zelenošedé, na hřbetě jsou výrazné světlé kosočtverce (Kůrka a Pfleger, 1984).

Typickým znakem chřestýšů je schopnost vydávat chřestivé zvuky. Na konci ocasu mají chřestidlo, které je tvořeno zbytky svlečené pokožky. Živí se především malými hlodavci, případně drobnými hady nebo ještěřmi. Rodí živá mláďata. Kousnutí může mít pro člověka smrtelné následky (Verhoef-Verhallen, 2001), neboť jed chřestýše kostkovaného je vysoce účinný. Smrtelná dávka pro člověka je asi 60 mg jedu, ale při uštknutí může dojít k několikanásobnému převýšení této dávky. Ve srovnání s ostatními chřestýši má tento jed nejvyšší nekrotizující efekt. Vykazuje vysokou koagulační schopnost a silné hemoragické účinky (Kůrka a Pfleger, 1984).

Obrázek 25: Chřestýš kostkovaný (*Crotalus adamanteus*)



(Zdroj: <http://www.uniprot.org/taxonomy/8729>)

### **Chřestýš brazilský (*Crotalus durissus*)**

Areál rozšíření tohoto chřestýše se rozkládá od Mexika až po jižní Brazílii a Argentinu. Jedná se o jediného jihoamerického chřestýše. Dorůstá 1,8 m a jeho zbarvení je žluté, červené až olivově zelené, s výraznými světlými kosočtverci.

Tvoří 12 poddruhů, z nichž nejvýznamnější je *Crotalus durissus terrificus* (viz obr. 26). Jeho jed má neurotoxické a hemolytické účinky. Smrtelná dávka je odhadnuta na 18 mg, avšak jedové žlázy tohoto hada mohou obsahovat až 300 mg jedu. V případě neposkytnutí léčby je úmrtnost vyšší než 70% (Kůrka a Pflieger, 1984).

Obrázek 26: *Crotalus durissus terrificus*



(Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cobra\\_cascavel\\_280707-23\\_04\\_40s\\_-\\_49\\_06\\_55w\\_REFON\\_\(4\)a.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cobra_cascavel_280707-23_04_40s_-_49_06_55w_REFON_(4)a.jpg))

### **Křovinář žararaka** (*Bothrops jararaca*)

Tento křovinář má v Jižní Americe na svědomí nejvíce lidských životů. K nejčastějším útokům dochází večer a v noci, kdy had opouští své podzemní úkryty (Čihař, 1993).

Jedná se o 1,5 m dlouhého hada, který je zbarven červenohnědě nebo šedavě s výraznými trojúhelníkovými vzory (Kůrka a Pfleger, 1984).

### **Křovinář němý** (*Lachesis mutus*)

Tento křovinář je nejobávanějším hadem ve Střední a Jižní Americe. Dorůstá ještě větších rozměrů, než jeho příbuzný chřestýš kostkovaný, který je největší ze všech chřestýšů. Tělo dosahuje délky 2,5 až 3 m, v ojedinělých případech až 4 m. Kousnutí může mít pro člověka smrtelné následky, avšak naštěstí se zdržuje především na málo přístupných místech v horských pralesích (Čihař, 1993). Domorodí obyvatelé ho nazývají „bushmaster“ a od chřestýšů se liší tím, že postrádá typické chřestítko (Vlach a Chocholoušková, 2014).

### **Ploskolebci** (*Agkistrodon*)

Nejvíce lidských obětí mají na svědomí chřestýši a ploskolebci rodu *Agkistrodon*. Jedná se především o druhy **ploskolebec dvoupruhý** (*Agkistrodon bilineatus*) (viz obr. 27), **ploskolebec americký** (*Agkistrodon contortrix*) a **ploskolebec vodní** (*Agkistrodon piscivorus*).

V případě ohrožení zdvihají ploskolebci hlavu, zplošťují šiji a výhružně syčí. Pro člověka jsou nebezpeční hlavně tím, že dokáží do rány uvolnit velké množství jedu. Látky obsažené v jedu mají hemoragické účinky a mají vliv i na některé složky krve. Z jedu některých jedinců tohoto rodu byly získány **fibrinopeptidy** s proteolytickým účinkem. V nejhorších případech může napadení končit smrtí (Hrdina, 2004), které bývá způsobeno krvácením do mozku, selháním plic a ledvin (Jiskrová, 2011).

Mezi další významné ploskolebce patří **ploskolebec stepní** (*Agkistrodon halys*) a **ploskolebec plantážní** (*Agkistrodon rhodostoma*).

Obrázek 27: Ploskolebec dvoupruhý (*Agkistrodon bilineatus*)



(Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Agkistrodon\\_bilineatus\\_2.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Agkistrodon_bilineatus_2.jpg))

Dalšími jedovatými chřestýšovitými jsou druhy *Bothrops jararacusu*, **křovinář sametový** (*Bothrops atrox*), **chřestýš malý** (*Sistrurus catenatus*) a **chřestýš texaský** (*Crotalus atrox*).

## 5 Seznam toxinů a jejich složek (podle Hrdiny, 2004)

**Acanthoxin (AcTX)** – enzym, smrtonoš zmijí (*Acanthopsis antarcticus*), účinkuje neurotoxicky a hemolyticky

**Afaacytin** – proteáza, zmije rohatá (*Cerastes cerastes*), vyvolává uvolňování serotoninu z krevních destiček

**Agitoxiny (AgTX-1, -2, -3)** – peptidové sloučeniny, různé druhy štírů (Scorpiones), specificky a selektivně blokují draslíkové kanály

**Agkistrodotoxin (AgkTX)** – fosfolipáza, ploskolebec stepní (*Agkistrodon halys pallas*), katalyzuje hydrolýzu mastných kyselin

**Ancrod** – enzym (serinová proteináza), ploskolebec plantážní (*Agkistrodon rhodostoma*), štěpí fibrinogen, využívá se při léčbě periferních vaskulárních onemocnění

**Applaggin** – antitrombotická látka, ploskolebec vodní (*Agkistrodon piscivorus*), vyvolává agregaci krevních destiček

**Batrachotoxiny (BTX)** - steroidní alkaloidy, žáby rodu *Dendrobates* a *Phyllobates*, ovlivňují sodíkové a draslíkové kanály, blokují nervosvalový přenos, mají zesilující účinky na uvolňování acetylcholinu z nervových zakončení před vznikem blokády; je několik druhů batrachotoxinů, všechny jsou izomery stejného empirického vzorce  $C_{24}H_{35}NO_4$

**Batroxobin (BaXb)** - enzym (serinová proteináza), ploskolebec dvoupruhý (*Agkistrodon bilineatus*), ploskolebec americký (*Agkistrodon contortrix*), v nízkých dávkách působí

hemostaticky, při vyšších dávkách má antikoagulační efekt, využívá se k léčbě periferních poruch arteriální cirkulace

**Bilineobin (Biln)** – enzym, ploskolebec dvoupruhý (*Agkistrodon bilineatus*), vykazuje koagulační účinky

**Bitiscetin** – bazický protein, zmijské útočná (*Bitis arietans*), vyvolává shlukování krevních destiček

**Botrocetin (BCTN)** – jedový koaglutinin, křovinář žararaka (*Bothrops jararaca*), má proteolytické i koagulační účinky

**Bothrojaracin (BJC)** – protein, křovinář žararaka (*Bothrops jararaca*), má specifické inhibiční účinky vůči trombinu

**Bufotoxiny (BuTX)** – steroidy, ropuchy čeledi Bufonidae, mají inhibiční účinek na aktivitu sodíkové pumpy v buňkách tvořících tkáň srdeční svaloviny

**Catrocollastin** – protein, chřestýš texaský (*Crotalus atrox*), selektivně zabraňuje přilnutí krevních destiček ke kolagenu

**Cinobufagin (CiB)** – kardiotonický steroid, ropuchy čeledi Bufonidae, anestetické účinky

**Convulxin (CVX)** – glykoprotein, chřestýš brazilský (*Crotalus durissus terrificus*), vyvolává agregaci krevních destiček

**Crotoxin** – proteinový komplex, chřestýš brazilský (*Crotalus durissus terrificus*), má vliv na uvolňování acetylcholinu na nervosvalových zakončeních, je neurotoxický i hemolytický s nekrotickým efektem

**Echicetin** – heterodimerický protein, zmije paví (*Echis carinatus*), má antikoagulační účinky, zabraňuje shlukování krevních destiček

**Gabonin** – antiagregační složka jedu, zmije gabunská (*Bitis gabonica*), zabraňuje shlukování krevních destiček

**Halysin** – antiagregační peptid, ploskolebec stepní (*Agkistrodon halys*), zabraňuje shlukování krevních destiček

**Hannalgesin** – toxin, kobra královská (*Ophiophagus hannah*), má neurotoxické a analgetické účinky

**Histrionicotoxiny (HnTX)** – alkaloidy, žáby čeledi pralesničkovitých (Dendrobatidae), ve vyšších koncentracích ovlivňují Na<sup>+</sup> a K<sup>+</sup> kanál, nikoli však Ca<sup>2+</sup> kanál

**Charybdotoxin (ChTX)** – polypeptid, štír *Leiurus quinquestriatus hebraeus*, selektivně blokuje K<sup>+</sup> kanály s vysokou vodivostí, aktivovaných Ca<sup>2+</sup>

**Iberitoxin (IbTX)** – neuropeptid, štír *Buthus talamus*, selektivně blokuje K<sup>+</sup> kanály s vysokou vodivostí, aktivovaných Ca<sup>2+</sup>

**Jararhagin** – metaloproteináza, křovinář žararaka (*Bothrops jararaca*), je hemoragický

**Kobrotoxiny (KoTX)** – čeleď korálovcovitých (Elapidae), mají neurotoxické, hemotoxické, myotoxické a kardiotoxické účinky

**$\alpha$ -Latrotoxin (LaTX)** – polypeptid, snovačka jedovatá (*Latrodectus mactans*), specificky se váže na receptory presynaptické membrány v centrální nervové soustavě i v periferní nervové soustavě

**Lebetiny (Leb-1, -2)** – polypeptidy, zmijs levantská (*Vipera lebetina*), jsou hemoragické a neurotoxické, zabraňují shlukování krevních destiček

**Leiurotoxin (Lq2)** – protein, štír *Leiurus quinquestriatus hebraeus*, má inhibiční účinky na draslíkové kanály, které jsou řízené napětově nebo ovlivňované draslíkem

**Marinobufotoxin** – ropucha obrovská (*Bufo marinus*), dráždí sliznici i kůži, působí neurotoxicky i smrtelně u malých zvířat

**Paradoxin (PDX)** – enzym, taipan (*Oxyuranus mikrolepidus*), dokáže blokovat zpětné vychytávání určitých neurotransmiterů, vyvolává silnou bolest i celkové příznaky

**Pumiliotoxiny (PuTX)** – alkaloidy, žáby čeledi pralesničkovitých (Dendrobatidae), mají vliv na nervové a svalové procesy, na které působí draselné a vápenaté ionty

**Rhodostomin (RHO)** – peptid, ploskolebec plantážní (*Agkistrodon rhodostoma*), má rozkládající účinky

**Robustoxin (RoTX)** – neurotoxin, sklípkanec jedovatý (*Atrax robustus*), má vliv na sodíkové kanály

**Samandaridin** – steroidní alkaloid, různé druhy mloků, má neurotoxické, anestetické a hypertenzivní účinky

**Samandarin (SaRn)** – lipofilní alkaloid, mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*), má velký vliv na centrální nervovou soustavu a poškozující účinky na některá životně důležitá centra

**Taipoxin** – enzym, taipan (*Oxyuranus scutellatus*), má neurotoxické a koagulační účinky, schopnost ovlivňovat synaptickou aktivitu, dokáže vyvolat blokádu synaptického přenosu nervového vzruchu

**Tarichatoxin (TaTX)** – neurotoxin shodný s tetrodotoxinem, taricha kalifornská (*Taricha torosa*), blokuje sodíkové kanály ve vzrušivých membránách

**Tityustoxiny (TsTX)** – směs několika různých složek, štír *Tityus serrulatus*, má vliv na funkci draslíkových kanálů

**Versutoxin** – polypeptid, sklípkan *Hadronyche versuta*, ovlivňuje napěťově řízené sodíkové kanály

## 6 Závěr

Tato bakalářská práce pojednává o vybraných, pro člověka obávaných skupinách jedovatých živočichů. Podrobněji je zpracováno na 40 druhů živočichů náležících mezi pavouky, štíry, obojživelníky a hady. Pozornost je upřena hlavně na jejich toxiny, jejich působení a následnou terapii otravy.

První kapitoly práce jsou zaměřeny na všeobecné základní informace o toxikologii, dělení jedovatých živočichů i na jejich medicínský význam pro člověka. Bylo doloženo, že z mnohých jedovatých živočichů lze získat cenné látky využitelné v humánní medicíně (např. k přípravě léků proti vysokému krevnímu tlaku, k léčbě trombozy, revmatu, zánětů šlach a svalů, oparů a dokonce i k léčbě epilepsie či některých typů rakoviny).

V dalších kapitolách jsou informace o jednotlivých skupinách živočichů a významných druzích se zaměřením na výskyt, jedové ústrojí, charakteristiku jedu, příznaky otravy a terapii otravy. Uvedena je konkrétní nebezpečnost pro člověka. Je zřejmé, že ve všech uvedených skupinách živočichů nacházíme druhy, které mohou způsobit úmrtí člověka. V závěrečné části je přehledně abecedně uvedeno 40 nejvýznamnějších živočišných toxinů, jejich stručná charakteristika, u jakých druhů se vyskytují a jaký je jejich účinek.

Údaje v práci mohou pedagogové využít ve výuce v rámci primární prevence a seznámení žáků s nejvýznamnějšími jedovatými druhy. Lze je také využít jako cenné informace před návštěvami a případnými exkurzemi do různých exotických přírodovědně zajímavých lokací. Práce bude sloužit i jako zdroj výchozích informací pro navazující diplomovou práci.

## 7 Použité zdroje:

### 7.1 Knihy a články

1. ABDOU, Fatma Y., et al. Ability of Gamma Radiation to Detoxify Black-necked Spitting Cobra (*Naja Nigricollis*) Snake Venom. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 2015, 5 (5). ISSN 2250-3153.
2. AL-QURAI SHY, Saleh et al. Hepatotoxicity and oxidative stress induced by *Naja haje* crude venom. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases* 2014, 20: 42.
3. ALTMANN, Horst. *Jedovaté rostliny, jedovatí živočichové*. Vyd. 1. Praha: Knižní klub, 2004. 160 s. Průvodce přírodou. ISBN 80-242-1156-4.
4. ANWAR, Meraj. First record of banded krait (*Bungarus fasciatus*) from Pilibhit District, Uttar Pradesh – India. *TAPROBANICA*, 2011, 3 (2), 102-103. ISSN 1800-427X.
5. BELLMANN, Heiko. *Pavoukovci a další bezobratlí*. Zoologická encyklopedie. Ilustroval Enno KLEINERT, přeložil Antonín KŮRKA. V Praze: Knižní klub, 2003. ISBN 80-242-1114-9.
6. BHOITE, R. R., BHOITE, G. R., BAGDURE, D. N., BAWASKAR, H. S. Anaphylaxis to scorpion antivenin and its management following envenomation by Indian red scorpion, *Mesobuthus tamulus*. *Indian J Crit Care Med* 2015, 19, 547-9.
7. BOWLES, D. E.; SWABY, J. A. *Field Guide to Venomous and Medically Important Invertebrates Affecting Military Operations: Identification, Biology, Symptoms, Treatment*. Version 2.0. USAF Institute for Operational Health. Brooks City-Base, 31 July 2006.
8. BRIGHT, Michael. *1000 divů přírody*. Vyd. 1. Praha: Reader's Digest Výběr, 2002. 448 s. ISBN 80-86196-39-9.
9. BUCARETCHI, F.; VINAGRE, A. M.; CHAVÉZ-OLÓRTEGUI, C.; COLLARES, E. F. Effect of toxin-g from *Tityus serrulatus* scorpion venom on gastric emptying in rats. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 1999, 32, 431-434. ISSN 0100-879X.

10. BÜCHERL, W.; BUCKLEY, E. E. *Venomous animals and their venoms. II. Venomous vertebrates*, 607 s; *III. Venomous invertebrates*, 537 s. New York-London: Academic Press. 1971.
11. BUREŠ, Jan; HORÁČEK, Jiří; MALÝ, Jaroslav et al. *Vnitřní lékařství*. Druhé, přepracované a rozšířené vydání. Praha: Galén, 2014. ISBN 978-80-7492-145-2.
12. CAJADO-CARVALHO, D.; KUNIYOSHI, A. K.; DUZZI, B.; IWAI, L. K. et al. Insights into the Hypertensive Effects of *Tityus serrulatus* Scorpion Venom: Purification of an Angiotensin-Converting Enzyme-Like Peptidase. *Toxins*, 2016, 8, 348; doi:10.3390/toxins8120348.
13. ČIHAŘ, Jiří. *Plazi a obojživelníci*. Vyd. 1. Praha: Artia a. s./Granit s.r.o, 1993. ISBN 80-85805-07-3.
14. DIESENER, Günter; REICHHOLF, Josef. *Obojživelníci a plazi*. Praha: Ikar, 1997. Průvodce přírodou. ISBN 80-7202-098-6.
15. DOLANSKÝ, Jan; KORBA, Jan; KOŠULIČ, Ondřej. Zápřednice jedovatá – opravdu nejedovatější pavouk České republiky? *Časopis ŽIVA*. Rozhled v oboru veškeré přírody. Praha: Academia, 2013, 4, 188-191. ISSN 0044-4812.
16. DUNGEL, Jan; ŘEHÁK, Zdeněk. *Atlas ryb, obojživelníků a plazů České a Slovenské republiky*. Vyd. 2. Praha: Academia, 2011. ISBN 978-80-200-1979-0.
17. FELIX, Jiří. *Zvířata celého světa – Hadi*. Vyd. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1978. 156 s.
18. GOSWAMI, P. K.; SAMANT, M; SRIVASTAVA, RS. Snake venom, anti-snake venom & potential of snake venom. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. Indore: Innovare Academic Sciences Pvt Ltd, 2014, 6 (5). ISSN- 0975-1491.
19. GOYFFON, M.; DABO, A.; COULIBALY, S. K.; TOGO, G.; CHIPPAUX, J. P. Dangerous scorpion fauna of Mali. *The Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, 2012, 18 (4), 361-638. ISSN 1678-9199.
20. HANEL, Lubomír; ANDRESKA, Jan. Jedovatí živočichové. *Biologie, chemie, zeměpis*. Časopis pro výuku na základních a středních školách. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, a. s., 2016, 25 (2), 55-58. ISSN 1210-3349.

21. HANEL, Lubomír; ANDRESKA, Jan. Jedovatí bezobratlí (suchozemští). *Biologie, chemie, zeměpis*. Časopis pro výuku na základních a středních školách. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, a. s., 2016, 25 (5), 214-219. ISSN 1210-3349.
22. HANEL, Lubomír; ANDRESKA, Jan. Jedovatí obojživelníci. *Biologie, chemie, zeměpis*. Časopis pro výuku na základních a středních školách. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2017, 26 (1), 29-34. ISSN 1210-3349.
23. HANEL L., BUCHAR J., KOVAŘÍK F. Historie výskytu štíra kýlnatého u Slapské nádrže. Sborník vlastivědných prací z Podblanicka, 2002, 42, 21-32.
24. HANZÁK, Jan; HALÍK, Ladislav; MIKULOVÁ, Marie. *Světlem zvířat. V. díl (1. část), Bezobratlí*. Vyd. 1. Praha: Albatros, 1973. 321 s.
25. HEINEN, T. E.; VEIGA, A. B. G. Arthropod venoms and cancer. *Toxicon*. Elsevier, 2011, 57 (4), 497-511. ISSN 0041-0101.
26. HOŠEK, P. Tajemství šípových jedů. *Vesmír*, 1994, 73 (11), 655.
27. HRDINA, Vratislav. *Přírodní toxiny a jedy*. Praha: Galén a Karolinum, 2004. ISBN 80-7262-256-0 (Galén), ISBN 80-246-0823-5 (Karolinum).
28. JISKROVÁ, Martina. *Jedovatí živočichové*. Praha, 2011. Bakalářská práce. Univerzita Karlova. Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Lubomír HANEL.
29. KAZBUNDOVÁ, J.; PATOČKA J. Jedovatí pavouci a nebezpečí jejich kousnutí. *Voj Zdrav Listy* 2006, 75(2), 65-69.
30. KORNALÍK, František. *Živočišné toxiny*. Vyd. 1. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, n. p., 1967. 288 s. ISBN 21-010-67.
31. KOVAŘÍK, František. *Illustrated catalog of scorpions*. Part I. Introductory remarks; keys to families and genera; subfamily Scorpioninae with keys to *Heterometrus* and *Pandinus* species. Prague: Clairon Production, 2009. ISBN 978-80-904340-0-4.
32. KŮRKA, Antonín; PFLEGER, Václav. *Jedovatí živočichové*. Vyd. 1. Praha: Academia, 1984. 168 s.
33. MALLOW, David; LUDWIG, David; NILSON, G. *True vipers: natural history and toxinology of Old World vipers*. Original ed. Malabar, Fla.: Krieger Pub. Co., 2003. ISBN 0-89464-877-2.

34. MISHAL, R.; TAHIR, H. M.; ZAFAR, K.; ARSHAD, M. Anti-cancerous applications of scorpion venom. *International Journal of Biological and Pharmaceutical Research*. 2013, 4(5), 356-360. ISSN 2229 – 7480.
35. OLIVEIRA, U. C.; CANDIDO, D. M.; DORCE, V. A. C.; JUNQUEIRA-DE-AZEVEDO, I. L. M. The transcriptome recipe for the venom cocktail of *Tityus bahiensis* scorpion. *Toxicon*. Elsevier, 2015, 95, 52-61. ISSN 0041-0101.
36. PROKEŠ, Jaroslav et al. *Základy toxikologie*. Obecná toxikologie a ekotoxikologie. Vyd. 1. Praha: Galén a Karolinum, 2005. ISBN 80-7262-301-X (Galén), ISBN 80-246-1085-X (Karolinum).
37. ROSS, Lucian K. *Leiurus quinquestriatus* (Ehrenberg, 1828). The Scorpion Files, 2008.
38. ROWAN, E. G., VATANPOUR, H., FURMAN, B. L., HARVEY, A. L., TANIRA, M. O., GOPALAKRISHNAKONE, P. The effects of Indian red scorpion *Buthus tamulus* venom in vivo and in vitro. *Toxicon*, 1992, 30 (10), 1157-64.
39. ŘEZÁČ, Milan a kolektiv autorů. Návrat tarantule aneb slíďák tatarský opět v České republice. *Časopis ŽIVA*. Rozhled v oboru veškeré přírody. Praha: Academia, 2008, 1, 25-27. ISSN 0044-4812.
40. VERHOEF-VERHALLEN, Esther. *Encyklopedie volně žijících zvířat*. Přeložil Ruben PELLAR. Vyd. 1. Dobřejovice: Rebo, 2001. ISBN 80-7234-213-4.
41. VLACH, Pavel; CHOCHOLOUŠKOVÁ, Zdeňka. *Biologie všedního dne*. Západočeská Univerzita v Plzni, 2014. ISBN 978-80-261-0415-5.
42. VODRÁŽKA, Zdeněk. *Biochemie*. Vyd. 2. Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-0600-1.
43. WARRELL, DA. Snake bite. *The Lancet*, 2010, 375, 77-88.
44. ZÁVADA, J.; VALENTA, J.; KOPECKÝ, O.; STACH, Z.; LEDEN, P. Black mamba *Dendroaspis polylepis* bite: A case report. *Prague Medical Report*, 2011, 112 (4), 298-304.

## 7.2 Internetové zdroje

1. Animal bites. *World Health Organization* [online]. February, 2013 [vid. 2016-10-20]. Dostupné z: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs373/en/>

2. BOYLE, Rebecca. HOW ANCIENT SPIDERS WEAPONIZED AN ARACHNID VERSION OF INSULIN. *Popular Science* [online]. June 12, 2015 [vid. 10-02-17]. Dostupné z: <http://www.popsci.com/how-ancient-spiders-weaponized-arachnid-version-insulin>
3. CHENG, David. Scorpion Envenomation. *Medscape* [online]. April, 2016 [vid. 17-11-2016]. Dostupné z: <http://emedicine.medscape.com/article/168230-overview?pa=It%2BcR%2Bmcx%2BwBPIDz5ayrsC8tllloW7%2FH%2BkcsbP3%2Bv%2F0Ko%2BPwTFs5aP2yaxghFLLnSW7DC%2Ftd2pz1Mou%2B7Uk3Bt1%2FDMAAtBBAsM6eN9kpLn%2Fas%3D>
4. KRMENČÍK, Pavel. Jedy pavouků (Araneidea). Toxikon. *Biotox.cz* [online]. [s.a.] [vid. 14-03-2017]. Dostupné z: <http://www.biotox.cz/toxikon/zivocich/pavouci.php>
5. LANE, A.; GUINEA, M.; LOBO, A.; GATUS, J. *Laticauda laticaudata*. The IUCN Red List of Threatened Species, 2010: e.T176771A7301306. [vid. 09-04-2017]. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-4.RLTS.T176771A7301306.en>.
6. LARSEN, Norman. *Parabuthus granulatus* (Granulated thick-tailed scorpion). *Biodiversity Explorer* [online]. Iziko Museums. [s.a.] [vid. 08-04-2017]. Dostupné z: [http://www.biodiversityexplorer.org/arachnids/scorpions/buthidae/parabuthus\\_granulatus.htm](http://www.biodiversityexplorer.org/arachnids/scorpions/buthidae/parabuthus_granulatus.htm)
7. MACHAČ, Ondřej. *Argyroneta aquatica* – vodouch stříbrný. *Natura Bohemica* [online]. 10-6-2008 [vid. 17-3-2017]. Dostupné z: <http://www.naturabohemica.cz/argyroneta-aquatica/>
8. PATOČKA, Jiří. Jak je to s jedovatostí zmije obecné? *Toxicology* [online]. 13-12-2006 [vid. 1-12-2016]. Dostupné z: <http://toxicology.cz/modules.php?name=News&file=article&sid=64>
9. PATOČKA, Jiří. Jedovatý pavouk koutník má svou další oběť – kytaristu Jeffa Hannemana. *Toxicology* [online]. 05-05-2013 [vid. 07-02-2017]. Dostupné z: <http://toxicology.cz/modules.php?name=News&file=article&sid=568>
10. *Popular Science*. Science [online]. SNAKE VENOM IS NATURE'S MOST EFFECTIVE KILLER. March 6, 2008 [vid. 10-02-2017]. Dostupné z: <http://www.popsci.com/scitech/article/2008-03/evolution%E2%80%99s-most-effective-killer-snake-venom>

11. OSKIN, Becky. World's Deadliest Spiders a Toxic Myth? *Live Science* [online]. November 18, 2014 [vid. 07-02- 2017]. Dostupné z: <http://www.livescience.com/48787-worlds-deadliest-spiders-myth.html>

### 7.3 Obrázky

1. Obrázek – Sklípkanec jedovatý:  
[http://vignette3.wikia.nocookie.net/spidapedia/images/b/b7/Sydney\\_Funnel-Web.jpg/revision/latest?cb=20130219122622](http://vignette3.wikia.nocookie.net/spidapedia/images/b/b7/Sydney_Funnel-Web.jpg/revision/latest?cb=20130219122622)
2. Obrázek – Koutník jedovatý:  
<http://www.spiders.us/files/loxosceles-reclusa-16-580x419.jpg>
3. Obrázek – Slíďák tarentský:  
<http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id8937/?taxonid=125409>
4. Obrázek – Snovačka jedovatá:  
[http://www.livescience.com/images/i/000/029/219/original/15.WesternblackwidowRMedited.jpg?1343082669?interpolation=lanczos-none&downsize=\\*:1400](http://www.livescience.com/images/i/000/029/219/original/15.WesternblackwidowRMedited.jpg?1343082669?interpolation=lanczos-none&downsize=*:1400)
5. Obrázek – Zápřednice jedovatá:  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cheiracanthium\\_punctorium\\_2.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cheiracanthium_punctorium_2.JPG)
6. Obrázek - Palovčík brazilský:  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3325271>
7. Obrázek - Štír tlustorepý:  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Androctonus\\_australis\\_02.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Androctonus_australis_02.JPG)
8. Obrázek – Štír středomořský:  
[http://wiki.spinnen-forum.de/index.php?title=Buthus\\_occitanus](http://wiki.spinnen-forum.de/index.php?title=Buthus_occitanus)
9. Obrázek – Štír smrtonoš:  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Deathstalker\\_ST\\_07.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Deathstalker_ST_07.JPG)
10. Obrázek - *Tityus serrulatus*:  
<https://www.flickr.com/photos/pedrohmartins/9172950561>
11. Obrázek – Mlok skvrnitý:  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6d/Salamandra\\_salamanca\\_BM3.jpg/800px-Salamandra\\_salamanca\\_BM3.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6d/Salamandra_salamanca_BM3.jpg/800px-Salamandra_salamanca_BM3.jpg)
12. Obrázek - Pralesnička mnohobarvá:

- <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9e/Dendrobates.tinctorius.7037.jpg/1024px-Dendrobates.tinctorius.7037.jpg>
13. Obrázek – Pralesnička strašná:  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Schrecklicherpfeilgiftfrosch-01.jpg>
  14. Obrázek – Bojga africká:  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dispholidus\\_typus.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dispholidus_typus.jpg)
  15. Obrázek – Kobra indická:  
[http://calphotos.berkeley.edu/imgs/512x768/0000\\_0000/0705/1078.jpeg](http://calphotos.berkeley.edu/imgs/512x768/0000_0000/0705/1078.jpeg)
  16. Obrázek – Kobra černokrká:  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:N.nigricollis.jpg>
  17. Obrázek – Kobra královská:  
<https://taxo4254.wikispaces.com/Ophiophagus+hannah>
  18. Obrázek – Mamba černá:  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dendroaspis\\_polylepis\\_by\\_Bill\\_Love.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dendroaspis_polylepis_by_Bill_Love.jpg)
  19. Obrázek – Korálovec žlutavý:  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coral\\_009.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coral_009.jpg)
  20. Obrázek – Taipan:  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coastal-Taipan.jpg>
  21. Obrázek - Vodnář dvoubarevný:  
<http://www.whatsnakeisthat.com/category/family/front-fanged-venomous/>
  22. Obrázek – Zmije obecná:  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Benny\\_Trapp\\_Vipera\\_berus.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Benny_Trapp_Vipera_berus.jpg)
  23. Obrázek – Zmije řetízková:  
<http://indonesiatravelmagazine.com/vipera-russelli-daboia-3/>
  24. Obrázek – Zmije růžkatá:  
<http://www.inaturalist.org/taxa/81522-Vipera-ammodytes>
  25. Obrázek – Chřestýš kostkovaný:  
<http://www.uniprot.org/taxonomy/8729>
  26. Obrázek - *Crotalus durissus terrificus*:  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cobra\\_cascavel\\_280707-23\\_04\\_40s-49\\_06\\_55w\\_REFON\\_\(4\)a.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cobra_cascavel_280707-23_04_40s-49_06_55w_REFON_(4)a.jpg)

27. Obrázek – Ploskolebec dvoupruhý

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Agkistrodon\\_bilineatus\\_2.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Agkistrodon_bilineatus_2.jpg)