

Název kurzu: Praktické základy vědecké práce - Practical basics of scientific work (B130P16)

Zajišťuje: 130

Stav předmětu: vyučován

Rozsah v ZS: 0/2 Z (hodiny/týden)

Kredity: 2

Platnost: od 2006

Počet míst: neomezen

Vyučující: Petrášek, J.

Anotace:

Kurz seznamuje s praktickými základy vědecké praxe v moderní experimentální biologii. Je určen zejména studentům druhého a třetího ročníku, kteří hodlají pokračovat ve studiu experimentálních biologických oborů. Detailně budou probírána základní pravidla vědecké práce, plánování a způsoby hodnocení pokusů, zásady práce v biologické laboratoři, vedení protokolů a etická pravidla vědecké práce. Dále budou účastníci obeznámeni s účelnými postupy vyhledávání ve vědeckých databázích a nakládání s takovými údaji. Prakticky budou demonstrovány postupy přípravy vědeckého sdělení ve formě plakátu, přednášky či článku. Hlavní důraz bude kladen na praktickou demonstraci postupů využitelných při přípravě bakalářské či diplomové práce.

Rozšířený sylabus:

1. Základní pravidla vědecké práce

1.1 Povaha vědecké práce (se zaměřením na biologické obory)

Vysvětlit jednoduše povahu vědecké práce v přírodních vědách může být často velice složité. Tato činnost má sice v případě biologie poměrně dobře definován svůj **hlavní cíl v podobě hledání pravdy** o fungování živých organismů, využívá však takové spektrum odborností, že je těžké definovat konkrétní pracovní náplň vědce dneška. Je také dobré si hned zkraje uvědomit **hlavní rozdíl mezi základní a aplikovanou vědou**. Zatímco čistě základní výzkum je v biologii veden snahou odkrývat **podstatu fungování určitých procesů** či celých organismů, aplikovaný výzkum má na prvním místě jako cíl určitý **ekonomicky a společensky více či méně prospěšný zájem**.

Dá se říci, že lidé věnující se vědě nejsou ani tak **vědci** od slova vědět, ale spíše **výzkumníci** mající povědomost o širokém spektru nezbytných odborností. K opravdovému vědění se svou činností neustále přibližují a toto přibližování je pravým současně hybatelem vědeckého poznání. Činnosti experimentálních biologů dneška se dají zhruba popsat v podobě následujících kategorií:

- **laboratorní expert** - laboratorní pracovník či expert na určitou metodiku, nejlépe na co nejvíce metodik

- **pedagogické** - učitel a současně student – předávání zkušeností mladším kolegům či studentům a naopak

- **společenské či politické** – manažer, koordinátor a popularizátor

Základní náplní práce vědce v experimentálních biologických oborech je **ověřování modelů a testování hypotéz**. Důležité je přitom kladení si **dobrych a nových otázek**. Tato činnost bohužel představuje často časově malou část činnosti vědce, ale v dobrém týmu by právě toto mělo být hlavním bodem.

1.2 Institucionalizace vědy

K dobrému fungování systematického vědeckého bádání v širším slova smyslu je potřeba mít práci dobře organizovanu a institucionalizovanu. Vzhledem ke značné složitosti dnešního vědeckého bádání existují **organizace**, které vhodně kombinují činnosti lidí k dosažení co nejlepšího výsledku tj. prokázání existence určitého fyziologického mechanismu, podstaty nemoci, funkce proteinu apod. Povaha vědecké práce v dnešní experimentální biologii prakticky vylučuje existenci konkurenceschopných izolovaných **vědců-solitérů**, kteří bádají samostatně. Má naopak výsostně **týmový charakter**.

V celosvětovém měřítku jsou hlavními hybateli vědeckého pokroku **univerzitní pracoviště** (zejména v USA a Velké Británii). K nim přistupují v některých zemích další víceméně **specializované vědecké instituce** (Max Planck Institut, SRN; Riken, Japonsko; Akademie věd, ČR, apod.). Zatímco na univerzitách je aktivita výzkumných týmu v úzkém propojení s činností pedagogickou, na výzkumných ústavech je na samotnou vědu času nepoměrně více. Ten, kdo se hodlá seriózně věnovat výzkumné činnosti by si měl poměrně záhy vyjasnit kolik času hodlá věnovat vyučování a zda-li má o něj zájem. V ČR je propojenost ústavů akademických a univerzitních velká.

Vědecká činnost určité organizace je zajišťována určitým množstvím zpravidla **mezinárodních laboratoří či vědeckých týmu**, které **kooperují navzájem**. Kvalita a hlavně efektivita pracoviště je přitom dána nejen kvalitou týmů, ale právě mírou rozumné spolupráce. Vhodná struktura vědeckého týmu by měla být kombinací zkušenosti starších pracovníků a neotřelých nápadů mladších sil. Jednotliví členové vždy řeší otázku **specializace a univerzality**. Jde o to, že každý nemusí znát do detailu všechny používané metodické postupy v laboratoři, musí však znát jejich podstatu. To samé platí i o znalostech literatury. Dělbá práce v případě typického dobrého vědeckého týmu může vypadat následovně:

Vedoucí týmu - obvykle zkušený pracovník, převažuje u něj role koordinátorská, na univerzitních pracovištích obvykle s akademickou funkcí (profesor, docent)

Samostatní vědečtí (tvůrčí) pracovníci - představují hlavní sílu týmu, obvykle lidé v nejlepších letech, často post-doktorandští pracovníci do cca 35 let, jsou nositeli vědeckých projektů, v daném problému bývají opravdovými odborníky, za kterými chodí pro rady celý tým. Běžně po určitý čas putují po celém světě, než zakotví nebo z vědy úplně odejdou.

Odborní pracovníci – představují experty na určitý metodický postup, nemají ambice na vlastní nezávislý výzkum

Postgraduální studenti - vypracovávají vlastní disertační práce odpovídající zaměření celého týmu

Diplomanti - vypracovávají v rámci týmu diplomové práce, které nemusí být nutně velmi úzce zaměřeny, diplomanti by měli mít šanci se během své práce porozhlédnout po nice svého případného budoucího působení

Mladší studenti – často pomocná pracovní síla, na západních univerzitách oblíbený způsob orientace před vlastním výběrem tématu diplomové práce, těmto studentů obvykle jsou však i svěřovány jednodušší experimenty doplňující činnost týmu.

Techničtí pracovníci, laboranté – ve vědecké hierarchii stojí nejnižše, jejich nezastupitelnost však spočívá v udržování chodu laboratoře či přípravě experimentů.

Výše uvedená struktura týmu není rigidní a během času mohou ale nemusí její členové postupovat v hierarchii vzhůru. **Předávání zkušeností** v klasickém vztahu učitel-žák by mělo v opravdu kvalitním týmu fungovat automaticky. V případě vedení disertačních a diplomových prací je vhodné, když **školitelem** nebo alespoň **školitelem-konzultantem** je vždy příslušník nejbližší vyšší třídy v hierarchii týmu. V praxi se setkáváme s nejrůznějšími „torzi“ či modifikacemi optimálního složení týmu. Nápadné může být např. příliš mnoho řešených problematik, absence studentů, absence samostatných vědeckých pracovníků atd.

1.3 Pozorování a pokus - základní činnosti experimentátora

Aby se vědecký výzkum ubíral kupředu a nové informace jsme získávali pouze správnými vědeckými přístupy je důležité **správně práci plánovat a vyhodnocovat**. Experimentátor dneška ve své praxi využívá **pozorování a pokus** k průběžnému **ověřování určitých modelů a testování pracovních či obecně platných hypotéz**. Tato činnost musí být v přísném souladu s fakty publikovanými jinými laboratoři. Také míra zobecňování určitých výsledků je závislá na zvoleném experimentálním materiálu a metodických přístupech.

Pozorování - může být čistě **explorativní či analytické**, kdy se hledá případná příčina pozorovaného jevu.

Pokus - sledování určitého faktoru či více faktorů na vhodně zvoleném pokusném souboru se zařazením příslušných kontrol. Vždy je potřeba se snažit mít kontrolní a experimentální varianty lišící se právě jen v námi aplikovaném zásahu, ostatní zdroje systematických chyb se musí co možná neefektivněji odfiltrovat.

V laboratorní praxi se přístupy pozorování a experimentu prolínají a nelze je od sebe oddělit. Důležité je proto správné **plánování, vedení a vyhodnocování pokusů**:

Plánování pokusu – k pokusu je vhodné přistoupit v situaci, kdy je alespoň částečně solidní jistota, že daný problém již někdo pokusně neřešil. Dobrou stimulací také může být nejistota či podezření, že již publikované výsledky nejsou úplně kvalitní nebo kompletní. Nejprve je tedy potřeba si položit otázku, kterou si předtím nikdo nepoložil a stanovit **nulovou hypotézu**, kterou se budeme snažit další činností zamítnout. Dále je potřeba rozmyslet **časovou náročnost, celkový metodický rozsah a hlavně způsob publikace výsledků**. Dbát je vždy potřeba na proniknutí do samé podstaty zvolené metody, nepodlehnutí lákání všech možných souprav pro snadné experimentování tzv. kitů.

Vedení pokusu - V laboratořích je nutné dodržovat základní **pravidla bezpečnosti**, která bývají velmi různá v závislosti na pracovišti. Během pokusu je nezbytné vést **laboratorní deník**, na řadě pracovišť je tento archivován a pracovník si ho v případě zájmu může pouze ofotit. Do pokusu je nutné vždy zařadit **negativní a pozitivní kontroly**, případně provést **randomizaci experimentálních objektů**. kritické využívání modelů a modelových organismů

Vyhodnocení pokusu – vždy je potřeba uvážit vhodnou metodu **statistického vyhodnocení** našich dat k vyvrácení nulové hypotézy. Vzhledem k povaze experimentální laboratorní práce se však v řadě případů statistické hodnocení běžně nedělá a to i tam, kde by to bylo vhodné. Výsledky pokusu je nutné vést přehledně v počítači podobě tabulkových, textových či obrazových dat s příslušnými komentáři. Je nanejvýš vhodné si průběžně výsledky zpracovávat formou prezentační. Výsledkem snažení je příprava **původní vědecké publikace**, která podle kvality a rozsahu práce může i zásadním způsobem ovlivnit další experimentátory na celém světě.

Činnost experimentátora se tak pohybuje v jakémsi neustálém kolotoči pokládání otázek z literatury a vlastních výsledků a kritického hodnocení literárních a vlastních dat.

2. Programy a postupy při zpracování experimentálních dat

2.1 Základní organizace práce, typy dat

Základním návykem během experimentální práce by mělo být pečlivé a hlavně průběžné **zpracovávání výsledků**, které byly získány v rámci určitého experimentu. Není účelem nahromadit např. v rámci svěřeného diplomního tématu obrovské množství dat na dané téma, ale daleko spíše pravidelně se nad získanými daty kriticky zamýšlet a průběžně je hodnotit.

K takovému průběžnému získávání a hodnocení dat využívá vědec široké spektrum počítačových programů. K základnímu laboratornímu deníku ve formě sešitu tak přibývá často dosti různorodá směsice experimentálních dat v základních podobách, **číselné, strukturní (včetně sekvenční) a obrazové**.

- **číselná data** - mohou představovat buď **surová data**, která naměříme na našem materiálu s využitím určitého přístroje či pomůcky (spektrofotometr, pravítko, průtokový cytometr) nebo to jsou do číselné podoby **převedená data** (např. densitometrie).

- **strukturní a sekvenční data** - jedná se o **analytická data** v podobě identifikace struktury určité látky (např. hormonu či proteinu) získané např. rentgenovou krystalografií či hmotnostní spektrometrií. Sekvenční data v podobě sekvencí nukleových kyselin (DNA, RNA) či aminokyselin (peptidy) představují obrovský zdroj informace a mohou sloužit jako základní soubor dat pro **bioinformatické analýzy**.

- **obrazová data** - v dnešní experimentální biologii je většina výstupů, které v laboratoři získáváme v podstatě obrazového charakteru. V tom také tkví jisté úskalí má-li být zachována **exaktnost výsledků**. Technologie rekombinantní DNA, RNA, proteinová spektra, mikroskopické metody, tyto všechny přístupu poskytují obrazová data. Je proto vhodné a nenajvýš účelné vždy zařadit k obdrženému obrazovému materiálu určitou **kvantifikaci**, např. densitometrie pruhů na proteinovém gelu či kvantifikace distribuce signálu v mikroskopických pozorováních.

K orientaci v takovém různorodém souboru dat se nejlépe hodí, jak jinak, počítač. Následující přehled není zdaleka úplný, ale může snad sloužit k základní orientaci ve spektru používaného programového vybavení dnešních experimentálních biologických laboratoří. Vzhledem k tomu, že produkty firmy Microsoft jsou v ČR na univerzitách a výzkumných ústavech oficiálně rozšířeny nejvíce (vzhledem k prodejní politice Microsoftu), setkání s nimi je nejpravděpodobnější. Samozřejmě, že existují také tzv. **Open Source** programy (operační systém Linux, kancelářský balík Open Office, atd.), jejich užívání však často nese nepříjemné problémy s kompatibilitou.

2.1 Průzkumníci souborů, správné ukládání dat

Dnes nejrozšířenější operační systém Windows XP nabízí poměrně dobrou správu souborů v podobě programu **Windows Explorer**, kde můžeme třídit soubory dle potřeby. Alternativní náhledy do adresářové struktury Windows jsou možné pomocí programů jako je oblíbený **Windows Commander**. Experimentátor by měl maximálně dbát na to, aby jeho data byla uložena spolehlivě a aby byla přehledně rozdělena. Výhodné je **protokolování podle data**, které koresponduje s datem v laboratorním deníku. Vhodné množství dat je pak možné kopírovat do složky pro přípravu publikace apod. Zásadně by však **neměl být** základní soubor dat získaný z experimentu **modifikován**, jeho data mazána či přesouvána. Nezbytné je však pravidelné **zálohování dat**. Není nutné vždy zálohovat všechna data, vhodné je např. experimenty z určitého období vypálit na několik nezávislých DVD, která je vhodné uložit na dvou místech. Cena záchrany dat z poškozených disků se pohybuje od stovek do desítek tisíc Kč. V případě nezálohování hrozí obrovská časová a finanční ztráta při opakování experimentů. Neustálé odkládání či dokonce ignorace zálohování hrozí problémem. Častou chybou bývá podcenění zapsání a uložení dat do počítače ihned po jejich získání a odložení tohoto na později. Experimentátor poté za čas zjišťuje, že mu v záznamech určitá data chybí a nechápe jak k tomu došlo. Dokončit experiment či jeho část s perfektní dokumentací patří ke cti správného experimentátora.

2.2 Tabulkové procesory, statistické programy, editory grafů

Velmi často je potřeba získaná experimentální data zpracovat hromadným způsobem. V tom případě je nejběžnější využít software, který bude zvládat jak přehledné uložení dat a jejich přepočty, tak základní statistické zhodnocení a vytvoření grafu. Všechny tyto nároky v základu splňuje nejrozšířenějším tabulkový procesor **Microsoft Excel**. V případě náročnějších statistických zpracování dat je lépe využít specializovaný software jako je **Statgraphics**, **NCSS**, apod.. Na vlastní editaci grafů se také vyplatí využívat program **Sigma Plot**, vzhledem

k tomu, že Excel nemá editaci grafů dobře uživatelsky implementovánu. Výhodou využívání **Excelu** je v běžné praxi zejména možnost automatizovat stále se opakující procedury a výpočty. **Experimentální design a vlastně celé protokolování** je poté možno vytvářet přímo v jednotlivých listech Excelu. Samozřejmě je vytvářet přehledné tabulky pro tisk a sestavy výsledků podle předem zvolených kritérií.

Sigma Plot je pokročilým editorem grafů. Platí, že zdaleka nejrozšířenějšími grafy v laboratorní praxi jsou grafy **sloupcové, spojnicové a histogramy**. Sigma plot umožňuje vytvářet i další typy grafů, prakticky bez omezení. Výhodou je, že jako datová tabulka může sloužit spreadsheet Excelu.

2.3 Zpracování strukturních a sekvenčních dat

Zatímco zpracování experimentálně získaných strukturních dat např. z rentgenové krystalografie je spíše náročnější matematicko-fyzikální aplikací, práce s jednoduššími strukturními sekvencemi je široce rozšířena. Pro práci se sekvencemi v podstatě stačí jednoduchý program typu **Notepad**, ve kterém můžeme provádět jednoduché úpravy zápisu sekvence a případně shromažďovat více sekvenčních dat. Pro náročnější nakládání se sekvenčními daty (alignment sekvencí, mapy vektorů, navrhování primerů) je vhodné využít některé z online zdrojů (bude o nich řeč podrobně v kapitole 4).

2.4 Analyzátoři obrazu, grafické programy, prezentační programy

Obrazová data jsou nejčastěji získávána jako výsledek mikroskopických a makroskopických pozorování. Software sloužící k zachycení obrazu z kamery a jeho převedení do počítače souží v mnoha případech také jako tzv. **analyzátor obrazu**. Analýzou obrazu se rozumí určitá kvantifikace scény a tato kvantifikace se dá automatizovat a hodnotit tak poměrně rozsáhlé série obrazů. Jeden z celosvětově nejrozšířenějších obrazových analyzátorů je volně šiřitelný software **ImageJ (NIH)**. V ČR je to pak zejména program **Lucia (či NIS Elements)**. Analyzátoři obrazu jsou v mnoha podobách a vybavení každého solidnějšího software obsluhujícího konfokální mikroskopy (např. **Leica, Zeiss**).

Grafické programy typu **Adobe Photoshop** či **Corel Photopaint** slouží k nezbytné úpravě fotodokumentace, neměly by však být využívány k dodatečným úpravám ve smyslu úpravy kontrastu jedné části scény na úkor druhé či umělého vytváření scén sestavených z více snímků. V případě gelů a blotů je pak nanejvýš vhodné zachovat ho celý a přiznat případné nedokonalosti.

Programy pro sestavování výsledkových tabulí, jako jsou **Corel Draw** či **Adobe Illustrator**, jsou pomyslnou konkovkou před vlastní prezentací výsledků v původním článku. Představují však také ideální možnost jak si připravit výsledky pro vlastní orientaci v experimentování. Do této kategorie programů náleží také program **Adobe Acrobat a Acrobat Reader**. Tyto programy využívají vhodně komprimovaný formát pdf, který zachovává v rozumné kvalitě jak vektorovou grafiku, tak fotodokumentaci. Konečně, prezentační programy typu **Microsoft Power Point** umožňují účelným způsobem referovat o vlastních výsledcích a závěrech.

3. Odborná literatura, její zdroje na internetu a PřFUK

3.1 Základní typy vědeckých sdělení

Vědecká komunikace se děje zpravidla dvěma základními formami, **ústní a písemnou**. Formou **ústní** se předávají informace na více či méně oficiálních seminářích na kmenovém pracovišti, vrcholnou formou jsou pak **zvané přednášky** na specializovaných konferencích. Platí, že čím lepší je konference, tím lepší a přehlednější jsou jednotlivé příspěvky. Vzhledem ke konkurenci v některých velmi vypjatých oblastech biologického výzkumu (kmenové buňky,

nádorové bujení, apod.) je obsah ústních sdělení často opatrný a prozrazuje spíše skutečnosti, které autoři mají již někde přijaté k tisku. Pravým účelem vědeckých setkání je tedy možnost seznámit se osobně s kolegy v oboru, navázat nové kontakty a případně diskutovat nadšeně převratné výsledky. Převažující formou vědecké komunikace tedy je forma **písemná**. Jednotlivé typy písemných **vědeckých sdělení** lze rozdělit podle jejich účelu takto:

- **abstrakt** ústního či plakátového sdělení z konference - zpravidla se abstrakta objevují ve sborníku abstraktů jako zcela samostatná kniha, nebo jako zvláštní číslo určitého časopisu.

- **původní sdělení** - zpravidla má formu kratšího (**short communication**) či delšího (**original article, research report, letter, apod.**) článku ve specializovaném časopisu, představuje hlavní zdroj informací, je univerzálním dorozumívacím jazykem vědeckých pracovníků. Hlavními časopisy experimentálních oborů obecně jsou časopisy **Nature, Science, Cell**, dobrých specializovaných časopisů jsou stovky.

- **přehledný článek** - shrnuje postup dosažený ve zkoumání určité struktury či jevu (**review**), či krátkou formou upozorňuje na přelomové hypotézy a důkazy (**research update**). Každý lepší časopis si udržuje tradici publikování přehledných článků, které si vyžádá u dobrých vědců. Často se takové články sdružují v tematických či specializovaných časopisech typu **Trends in** či **Current Opinion in....**

- **monografie, kniha** - souhrn obsáhlejších přehledných článků v určité oblasti, zpravidla pod editorstvím "zkušených pardálů oboru".

- **popularizační článek či kniha** - stojí mimo běžnou komunikaci vědců, je však neocenitelnou formou komunikace s dalšími obory či veřejností. O dobré popularizátory je nouze vždy.

Více o standardizované struktuře jednotlivých typů ústních a písemných vědeckých sdělení bude pojednáno v kapitolách (přednáškách) č. 5, zde jsou uváděny s ohledem na následující popis možností jejich vyhledávání v bibliografických a jiných databázích.

3.2 Internetové zdroje informací

Správná orientace ve výsledcích dosažených celosvětově v určitém oboru je základním stavebním kamenem úspěchu ve vědeckém bádání. Vzhledem k tomu, že biologické bádání dneška se většinou děje ve velmi specializovaných oborech, je vedle pravidelného sledování detailních výsledků důležité také procházet základní literaturu. Při studiu určitého biologického problému jde v zásadě o to získat **základní informace**, co možná **nejširší pohled** na studovanou problematiku a v neposlední řadě představu o **nejnovějším dění** v oboru. K tomu všemu dnes mohou bezesbytku sloužit zdroje v síti **internet**. Něco smysluplného na síti nalézt ale není vždy lehký úkol. Proto je důležité se v obrovské záplavě internetových stránek pohybovat po „vyšlapaných cestičkách“ a využívat dobře zavedené služby, které mohou (ale často nemusí) být zárukou spolehlivosti poskytované informace.

K získání základní informace o určitém termínu, sloučenině, jevu, apod. velmi často plně vyhovují obecně známé **vyhledávací nástroje** jako je www.google.com. Tento vyhledávač indexuje zdaleka největší množství stránek v porovnání s dalšími **vyhledávači** a **metavyhledávači** jako jsou www.altavista.com, www.yahoo.com, www.lycos.com, www.websearch.com, www.excite.com, www.snap.com). Pro oblast vědy a vzdělávání je vhodné při hledání využít specializovanou část google scholar.google.com, která třídí lépe vědecky relevantní informace. Často je hledání konkrétního článku úspěšné při zadání části jeho názvu, využít lze přitom pokročilé vyhledávání google s možností nastavení vyhledávání určitých **typů souborů** (např. pdf, doc, xls, atd.), **domény** (com, gov, edu) či **data**. Je třeba si uvědomit, že ani google není schopen indexovat všechny webové stránky (podle odhadů jich obhlédne okolo 30%). Mezi další velmi dobré vyhledávače vědecky relevantních odkazů patří www.scirus.com, který je v současné době zřejmě nejlépe spravován. Vyhledávače mohou

v případě správného používání v mnohém nahradit encyklopedický slovník. Jejich velkou výhodou je nezpлатněný provoz a přístup.

3.3 Účelné vyhledávání bibliografických záznamů a článků

3.3.1 Bibliografické a plnotextové databáze přístupné na PŘFUK

Výše uvedené volně dostupné databáze jsou sice výhodné pro rychlé hledání konkrétní informace, nemohou však sloužit pro **systematické hledání informací bibliografického charakteru**, které je zapotřebí provádět průběžně a pečlivě. Proto se ve vědecké praxi využívají komplexní databáze, které umožňují vyhledat a setřídít relevantní záznamy a k těmto záznamům dohledat plné texty článků. Některé tyto databáze jsou volně přístupné, většina je však předplacených a přístup k nim je omezen na počítače v určitém rozsahu IP adres. Proto se např. liší přístupy do konkrétních databází na PŘFUK a v jednotlivých ústavech AV ČR. Základní komunikací s vědeckými bibliografickými databázemi UK je na tzv. „**Brána k informacím UK**“ na adrese bi.cuni.cz. Je také přístupná z domovské stránky PŘFUK (www.natur.cuni.cz). Daleko nejlepší je ovšem velmi pěkně vedeno u a udržovanou stránku **Střediska vědeckých informací PŘFUK** (SVI) lib.natur.cuni.cz/BIBLIO. Zde se nacházejí odkazy na dále uváděné zdroje informací, které je vhodné využít, když má být určitý vědecký problém literárně podchycen a zpracován.

Jakou tedy je nejlépe zvolit strategii při hledání relevantních odkazů na literaturu? Nejlépe je přitom využít co nejkompaktnější databázi, která nám poskytne nejširší možný pohled. Pro účely vyhledání záznamu se využívají **databáze bibliografické**. Po vypracování rešerše či získání určitého záznamu je poté možno vstoupit do **databáze plnotextové**. Z **bibliografických databází** se běžně využívají následující:

ISI Web of Knowledge - wos.cesnet.cz Komplexní nástroj pro práci s databázemi citací a citačních ohlasů. Obsahuje u nás dnes vůbec nejrozšířenější a nejpoužívanější databázi referencí **Web of Science (WOS)**, **Current Contents** a řadu prohledávacích nástrojů. Z nich je pro praktické využití nejdůležitější **Cross Search** a **Journal Citation Reports**.

WOS - obsahuje tři poddatabáze - Science Citation Index Expanded, Social Sciences Citation Index a Arts & Humanities Citation. Index zahrnuje období od roku 1975-80 (podle databáze) až do současnosti. Aktualizace probíhá týdně. WOS představuje ideální zdroj čerstvých referencí a současně dává možnost vypracovat dlouhodobější rešerši. Prakticky není v této oblasti třeba uvažovat o alternativě. Hledání je možné zadat podle mnoha parametrů, hledání jsou možná ukládat a exportovat.

Cross Search - umožňuje prohledávat více databází najednou. Výhodné zejména pro porovnání s databází Current Contents, která obsahuje i knižní záznamy.

Journal Citation Reports - pomáhá vyhodnocovat a porovnávat kvalitu odborných vědeckých časopisů. Uvádí nejčastěji vyžadovaný index, tzv. Impakt faktor, jehož hodnota je přímo odvozena od počtu citací článků ze zvoleného časopisu. Více o tzv. **scientometrii** tj. měření kvality vědeckých sdělení bude uvedeno v kapitole (přednášce) 4.

National Center for Biotechnology Information – www.pubmed.com, další komplexní nástroj, v podstatě alternativa k **WOS**, obsahuje ale řadu dalších nástrojů (databáze sekvencí atd., viz kapitola 4), nevýhodou pro určité specializované oblasti biologie je to, že tato databáze z nich neobsahuje příslušné záznamy. Výhodou této databáze je naopak oproti **WOS** aktuálnost a také přímé linky na plné texty článků.

Scopus - www.scopus.com, konkurenční databáze k databázi **WOS**, vyplatí se pro kontrolu ji zkusit poté co je provedena rešerše v databázi **WOS**

Z **plnotextových databází** se běžně využívají databáze velkých nakladatelů, které jsou na PŘFUK předpláceny v podobě tzv. **konsorcií**:

Blackwell, Elsevier, JSTOR, Kluwer, Springer, Wiley a další (viz. stránky SVI) - ačkoliv tito vydavatelé pokrývají významnou část spektra plných textů článků, existují významné časopisy, které zde nejsou a je potřeba je vyhledávat online ručně. V současné době má již každý významnější odborný časopis svou elektronickou podobu vystavenou na Internetu. Přístup je většinou omezen jen pro předplatitele tištěných verzí. Stále více časopisů však zpřístupňuje své starší ročníky bezplatně komukoliv, existují i databáze volně přístupných ročníků časopisů (highwire.stanford.edu). Elektronická podoba článku se nijak neliší od tištěné verze. Je možno si jí stáhnout a uložit v **pdf** formátu (ke čtení v programu Acrobat Reader). Některé články navíc obsahují i doplňkový materiál (např. videosekvence). Výhodnou službu představuje zasílání obsahu právě vyšlého čísla časopisu přímo do e-mailové schránky (tzv. E-TOC), tuto službu poskytují i vydavatelé pro uživatelem zvolené spektrum časopisů. Při tomto způsobu kontroly nových publikací v oboru však hrozí jisté zahlcení informacemi.

V případě, že daný článek není k dispozici online vůbec, je možné článek vyhledat v **místních knihovnách**. V tom případě je nejprve vhodné zjistit, ve které knihovně je námi požadovaný časopis dostupný. Toto lze nejlépe učinit na adrese Souborného katalogu zahraničních periodik-seriálů v knihovnách ČR (přístupný ze stránky <http://sigma.nkp.cz/F>).

Poslední možností je **napsat o článek** přímo autorovi prostřednictvím e-mailu.

3.3.2 Vytváření osobních databází referencí

Záznamy z WOS, ale i další databází je možné přímo exportovat do programu **Reference Manager**, který umožňuje průběžně vytvářet **vlastní tematické databáze**. Tento postup je velmi výhodný zejména při psaní seminární či diplomové práce a vědeckých publikací, protože vkládání jednotlivých citací je jednoduché a je možné definovat výsledný formát seznamu referencí. Do vlastního textu v programu **Microsoft Word** se vkládají pouze odkazy na jednotlivé záznamy a program pak generuje seznam literatury na požádání.

3.4. Scientometrie jak orientační nástroj hodnocení kvality vědecké práce

Scientometrie představuje způsob hodnocení kvality vědecké práce. Nejpoužívanějším nástrojem při vyhledávání informací o kvalitě určitého časopisu, článku či autora je služba nabízená v rámci **Web of Knowledge** (wos.cesnet.cz) organizací **Institute for Scientific Information** (ISI). Tato organizace shromažďuje informace o počtech citací jednotlivých článků ze všech vědeckých oborů. Z praktického hlediska je nejdůležitějším nástrojem tzv. **Journal Citation Reports**, pomocí kterého lze porovnávat kvalitu vědeckých časopisů na základě tzv. **impakt faktoru (IF)**. Ten udává kolik citací průměrně bude mít určitý článek za poslední dva roky. Čím lepší je impakt faktor časopisu, tím větší zásah ve vědecké komunitě bude mít článek, který v něm bude publikován. Pořadí časopisů podle IF je sestavován pravidelně každý rok a vychází v polovině roku vždy pro předchozí kalendářní rok.

Sledováním **počtu citací** článku, který je publikován ve vědeckém časopise lze vystopovat kdo, kde a v jaké souvislosti citoval např. námi napsaný článek. Samotný počet citací nemusí být vždy nejlepším vodítkem, protože tento je dán také počtem vědců pracujících v určité oblasti. Vždy jsou ve výhodě např. výzkumníci v oblasti medicíny oproti např. výzkumníkům studujícím záludnosti života řas. Proto je dobré neomezovat se příliš jednostranně v hodnocení jen podle počtu citací, ale také podle jejich kvality. Důležitým parametrem je také počet **autocitací** (citace své vlastní práce) v porovnání s celkovým počtem citací.

K hodnocení kvality práce lze využít databázi **Faculty of 1000** (přístupná přes SVI), která k hodnocení kvality publikací využívá renomované odborníky, kteří zasílají svá hodnocení do této databáze. Nejmladším indexem, který se snaží lépe porovnat kvalitu vědců je **Hirschův index (h)** navržený **J. Hirschem** v roce 2005. Jeho hodnota je rovna počtu publikací n , které byly citovány nejméně n -krát. Pokud tedy má vědec význačnou publikaci, která je citována např. 100x a ostatních jeho 100 prací dosahuje pouze maximálně jedné citace, pak má h index pouze 2. Opravdu kvalitní vědci jsou tak hodnoceni h indexem okolo 200, z našich je na tom nejlépe biolog J. Bartek s h indexem 71. To znamená, že publikoval nejméně 71 prací s minimálně 71 citacemi.

4. Informační databáze a jejich využití v experimentální biologii

4.1 Všeobecné databáze sekvencí – nástroje systémové biologie

Kromě bibliografických informací (viz. kapitola 3.) se v moderní biologii do databází ukládají prakticky veškeré dostupné výsledky experimentů prováděných vědci po celé planetě. Tyto informace pak mohou být využívány buď jako široce dostupný zdroj sekvenční informace při studiu námi zvoleného proteinu či proteinového komplexu, mohou však také vzhledem ke své komplexitě sloužit ke studiu regulačních drah či fungování celého organismu. V tom případě je nutné aplikovat též určitý **matematický aparát** a hovoříme o tzv. systémovém přístupu či **systémové biologii**. V zásadě lze databáze hodnotit především podle jejich správy, jak často jsou aktualizovány a hlavně jak účinně filtrují chybné či nesmyslné záznamy.

V případě potřeby získání informace o sekvenci určitého genu či proteinu nejlépe slouží integrovaná databáze **Entrez** (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez/index.html>) sdružující hlavní tři **primární databáze GenBank** (USA), **EMBL-EBI** (Evropa) (<http://srs.ebi.ac.uk>) a **DDBJ** (Japonsko) (<http://www.ddbj.nig.ac.jp>). Tato databáze obsahuje celou řadu nástrojů pro hledání literárních a sekvenčních záznamů a také nástroje pro práci se sekvencí samotnou (např. predikce struktur proteinů). Nevýhodou těchto velkých databází je zejména to, že sekvence proteinů jsou zhusta hypotetické, dané pouze predikcí na základě nukleotidových sekvencí, anotace jsou často neúplné či mylné a často je též hůře ošetřena duplicita výsledků.

V případě, že pracujeme na konkrétním experimentálním modelu, vyplatí se na prohledávání sekvencí jeho genomu používat některé více specializované a **spolehlivěji anotované** databáze. Takové jsou stránky **The Institute for Genomic Research (TIGR)**, <http://www.tigr.org>, či **Sanger Institute** <http://www.sanger.ac.uk>, zaměřené na **genomiku** obecně. Pro proteomiku a vyhledávání spolehlivých sekvencí proteinů je výhodné pracovat na dobře spravované databázi v rámci <http://www.expasy.org/>.

Pro práci se sekvenčními daty lze v zásadě využívat jakýkoliv program typu **Notepad**. Je ovšem pravda, že lze na webu najít velké množství specializovaných nástrojů jako je např. <http://workbench.sdsc.edu/>, kde lze data třídit, porovnávat, měnit jejich formu atd. Poměrně dobrým nástrojem je i projekt pod **EBI**, tzv. **Biomart Project** (<http://www.biomart.org/index.html>), kde lze poměrně jednoduchým způsobem hromadně sekvence hledat, zpracovat a exportovat. Existují i komerční programy, kde lze sekvenční data porovnávat, upravovat, navrhovat primery, konstruovat mapy atd.

4.2 Některé specializované sekvenční databáze

V případě, že nás již zajímá konkrétní organismus a chceme se zaměřit pouze na hledání v jeho sekvenčních údajích či v údajích z příbuzných organismů, je lépe využít specializované databáze. Ty mají oproti výše uvedeným databázím výhodu v tom, že bývají zpravidla daleko lépe spravovány a případné chyby jsou daleko účinněji odstraňovány. Příkladem může být databáze zaměřená na oblíbený model rostlinu *Arabidopsis thaliana* na adrese <http://www.arabidopsis.org> - **The Arabidopsis Information Resource (TAIR)** nebo databáze čeledi Solanaceae <http://www.sgn.cornell.edu/>.

Informace o přepisu konkrétního genu tj. informace o tzv. **transkriptomu** lze v současné době u rostlin nejlépe získat na stránkách projektu **Genevestigator**, <https://www.genevestigator.ethz.ch/>. Tyto stránky sdružují informace z experimentů prováděných s využitím **čipové technologie** (sledující expresní profil obrovského množství genů najednou) a představují neocenitelný zdroj informací. Na stránkách genevestigatoru jsou v současné době pouze informace z myši a *Arabidopsis*, ostatní organismy je potřeba hledat s pomocí obecných databází či např. přes Google (klíč. slova jako yeast transcriptome, atd.). Příkladem pěkně spravované databáze expresních profilů je **Arabidopsis gene family profiler**, <http://aarabidopsisgfp.ueb.cas.cz/index.php>.

Podobně jako pro transkriptomická data, existují i pro **proteomická** data specializované databáze. Často se lze setkat s přístupem třídít a anotovat dostupné informace podle charakteru studovaného proteinu. Takto existují databáze rostlinných membránových proteinů (<http://aramemnon.botanik.uni-koeln.de/>) či ještě specializovanější <http://www.cbs.umn.edu/arabidopsis/>. Omezit se lze i na konkrétní organelu na její proteom prohledávat, např. rostlinné plastidy na stránkách <http://www.plprot.ethz.ch/>.

Velmi zajímavým přístupem je organizovat informaci o proteomu v integrované databázi, která kromě sekvenční informace obsahuje i informaci o **lokizaci konkrétního proteinu** v buňce. Tyto databáze jsou teprve ve stádiu zrodu, ale dá se očekávat, že v budoucnu budou takové informace běžně dostupné např. přes pubmed. Příkladem databáze lokalizací u rostlin je <http://aztec.stanford.edu/gfp/index.html>, kde lokalizační informace pocházejí z *in vivo* pozorování tagovaných proteinů.

Při rutinní laboratorní práci se též velmi hodí databáze zpracovávající informace o tom, jaký je projev mutace urč. proteinu, tzv. databáze knockoutů (**knockout databases**). Mutanty připravené pomocí technologie RNAi lze např. hledat na <http://www.agrikola.org/index.php?o=/agrikola/main>.

5. Prezentace a publikace výsledků experimentální práce

5.1 Seminární a diplomová práce

5.1.1 Seminární práce

Seminární práce předkládaná na PŘF UK např. jako tzv. **bakalářská práce** je klasickou ukázkou **literární rešerše** na dané téma. Zpravidla nemá pevně danou strukturu, jedná se v zásadě o přehled literatury pokrývající reprezentativně určitý biologický problém. Tento přehled by měl shrnovat třeba i naprosto protichůdné názory a experimentální údaje a vhodně je uvést do souvislostí. Vzhledem k tomu, že se jedná o první serióznější pokus mladých studentů o vědecké pojednání, bývá často k vidění několik základních nešvarů. Mezi ně patří zejména **nedostatečný** či naopak **příliš velký počet literárních citací**, ze kterých se při psaní vychází. Příliš malý počet vede při snaze dodržet stránkový limit k neodvratnému opisování celých vět, příliš velký počet je naopak překážkou srozumitelnosti výsledného textu. Běžná seminární práce by měla mít okolo **20-30 stránek** textu včetně referencí. Čím více literatury se podaří studentovi strávit, tím lépe. Na 20-30 stránek textu odpovídá přibližně okolo 50-100 citací (závisí na zvoleném problému). Výhodné je seminární práce vypracovávat v **anglickém jazyku**, pokud to samozřejmě jde. Nabídka témat bakalářských prací je všeobecně dostupná na stránkách jednotlivých kateder a jejich **ústní obhajoba** v trvání cca 15 minut (viz. dále) je nezbytná pro získání bakalářského diplomu. Je výhodné když je bakalářská seminární práce jakýmsi **předstupněm práce diplomové** a může tvořit základ jejího literárního přehledu.

5.1.1 Diplomová práce

Zatímco u výše uvedené seminární práce není zapotřebí prezentovat své vlastní experimentální výsledky, tato schopnost je vrchovatě prověřena sepsáním **diplomové práce**. Tato práce tak slouží jako ideální nástroj k prověření schopnosti studenta **zapojit výsledky** své experimentální práce do **širšího kontextu znalostí** určité problematiky. Toto je **absolutně nejdůležitější cíl**, ke kterému by měla být směřována veškerá aktivita diplomanta. Pokud se z různých, zejména časových důvodů nepodaří stihnout veškeré naplánované experimenty, nebo pokud experimenty z metodických důvodů selhávají, neměla by tímto být ovlivněna výsledná forma práce. **Správně diskutovat** totiž lze i důvody nefungující metodiky, nepodařeného experimentu, atd. Správná diskuse je také jedním z nejdůležitějších parametrů celé práce.

Pravidla podle nichž se lze řídit při psaní diplomové práce jsou většinou podobná pro všechny katedry experimentálních oborů, mohou se však v určitých aspektech lišit. Tato pravidla jsou dostupná na webových stránkách konkrétní katedry, jejich znění pro katedru fyziologie rostlin a katedru mikrobiologie a genetiky lze najít v **příloze** k tomuto textu. Mezi nejdůležitější

náležitosti patří dodržení **stylu (jazyka, formátu textu a citací) a členění (úvod, přehled literatury, materiál a metody, výsledky, diskuse, souhrn a seznam použité literatury)**. Je zapotřebí dodržovat co možná nejlépe přísně **vědecký styl psaní**, oprostít se od popularizačních snah, protože správný vědecký text musí být co možná nejuniverzálnější aby se bez větší námahy dal číst i rychločtením. Je výhodnější zejména v pasážích popisujících metodiku a výsledky použít **ustálené obraty a slovní spojení**.

Svému školiteli je vhodné dát práci číst **s předstihem** aby byl čas na nutné opravy. Po odevzdání diplomové práce je na ní vypracován **školitelský a oponentský posudek**. Tyto jsou základem hodnocení práce během její obhajoby. S jejich zněním je diplomant obeznámen ještě před obhajobou a má tak čas dobře si **připravit odpovědi**.

5.2 Ústní prezentace

5.2.1 Obhajoba diplomové práce

Ústní obhajoba diplomové práce je vedle státních závěrečných zkoušek nezbytným předpokladem k úspěšnému zakončení studia. Vlastní průběh obhajob je rozdělen na **referát diplomanta** (obvykle v délce 20 minut), **čtení oponentských posudků, diskusi** širokého pléna posluchačů a závěrečné **uzavřené jednání pléna katedry**. Kritéria, podle nichž se diplomové práce známkově hodnotí, se liší na jednotlivých katedrách, někde jsou pevně zakotveny, někde je volnost větší. Platí, že je vždy lepší když jsou kritéria jasně dána předem, předejde se tak odlišnému pojmání známkovací stupnice jednotlivými posuzovateli. Je určité dobré si vlastní ústní projev dobře připravit, lze tak případně vylepšit dojem z psané verze diplomové práce. Referát nemusí za každou cenu popisovat veškeré dosažené výsledky, spíše je **vhodné se zaměřit na to nejzajímavější** z celé práce. Nejprve je vhodné v krátkosti představit studovanou problematiku ze širšího pohledu (**obecný úvod**) a v návaznosti na to představit jasně **cíle práce, zvolenou strategii a experimentální materiál. Výsledkový blok** může být zjednodušený a měl by uvádět pouze to podstatné. Přednášející by se měl vždy snažit spojit výsledkový blok (a v podstatě i celý příspěvek) do podoby pokud možno **napínavého příběhu**. Tento příběh je **odrazem každodenní experimentální laboratorní praxe** probíhající v nekonečném kruhu mezi otázkou, hypotézou, odpovědí a další otázkou (viz kap. 1). Vyústěním tohoto příběhu by měla být část prezentace věnovaná **diskusi a závěrům** tj. jasné reakci na zpočátku vytyčené cíle. Pokud se např. určitá hypotéza nepotvrdila, je potřeba uvést i případné další experimenty, které by dále tuto hypotézu testovaly. V této části je též vhodné upozornit na **případné publikační výstupy**, které jsou chystány jako výstup diplomové práce. V žádném případě se **nesmí překročit čas určený na prezentaci**, správné dodržování časových limitů je obecně výsadou kvalitních přednášejících. V následné **diskusi** je třeba se snažit o **maximální přesnost** a hlavně **vstřícnost** k třeba i velmi kritickým námitkám. Na akademickou půdu nepatří jakékoliv projevy zneuznání, emotivní výlevy apod. Konstruktivní kritika je to nejlepší, čeho se může prezentujícím dostat, protože obohacuje jeho pohled na studovanou problematiku o další pohledy.

5.2.2 Ústní příspěvky na konferencích a seminářích

Příspěvky na vědeckých setkáních jsou vždy **podřízeny svému účelu**. Obecně čím lepší je konference, tím obsažnější jsou jednotlivé příspěvky. Pokud špičkový, světově uznávaný odborník hovoří o určitém problému, většinu **hovoří za velkou skupinu pracujících** v jeho laboratoři a často i za týmy s jeho laboratoří spolupracující. Velmi zjednodušeně se dá ale říci, že jak příspěvky zkušených tak i sdělení začínajících vědců jsou podřízeny **jednomu základnímu účelu**. Tímto účelem je přesvědčit posluchače o tom, že se podařilo objevit něco nového a že práce konkrétní laboratoře tento jev dobře a přesvědčivě dokazuje. Již během obhajoby diplomové práce se diplomant nevyhne zmínce o práci kolegů ve skupině, kde pracoval. A také během celé následné vědecké kariéry je vědec nucen prezentovat vedle svých vlastních výsledků i výsledky kolegů. V prezentaci musí vždy být **uveden zdroj informací**, tj. např. reference článku. Kolegům, kteří v týmu spolupracují je potřeba na konci

poděkovat a udělat patřičnou reklamu celému kolektivu autorů. Mezi některé časté chyby objevující se při ústních prezentacích patří zejména **nevyváženost příspěvku** (převažuje buď příliš obecných informací nebo naopak nudných detailů), **monotónní přednes**, příliš **malá kritičnost**, **špatné grafické ztvárnění** (červený text na tmavě zeleném pozadí, nadbytečné animace apod.) a **nedodržení časového limitu**.

Zvláštním typem příspěvků jsou **metodické příspěvky**, které shrnují buď určitou metodiku a seznamují s ní tak posluchače, nebo představují **nově vyvinuté** metodické přístupy.

5.3 Plakátová sdělení (postery)

Vědecký plakát (poster) představuje ve vědeckých kruzích ideální možnost rychlé propagace vlastních výsledků s možností jejich diskuse na nejrůznějších fórech jako jsou vědecké konference, kurzy či stálější expozice na chodbách universit a vědeckých ústavů. Plakátové sdělení **nepodléhá žádnému recenznímu řízení** a je proto ideálním způsobem prezentace nových neotřelých nápadů nebo naopak kritiky výsledků stávajících. První postery, které se na vědeckých konferencích začaly objevovat před cca 30 lety byly v podstatě pouhou volnou plochou na níž se autoři nejrůznější formou snažili zaujmout publikum. Postupně vznikaly specializované **plakátové sekce**, náležící k určitému přednáškovému bloku. Vlastní prezentace plakátů bývají v určitou hodinu, kdy se předpokládá **fyzická přítomnost autora** plakátu, případně jeho **ústní prezentace**. Hlavním cílem je upoutat pozornost, proto se s rozvojem grafických prezentačních programů vyvinula celá řada strategií. Nedá se ovšem jednoznačně říci, zda-li krásný, barevný, lesklý plakát bude lepší než pár přišpendlených listů A4. Hlavním kritériem je totiž myšlenka, neotřelá otázka, případně neotřelá odpověď, ty je vždy třeba ocenit nejvýše. Proto je vždy potřeba nezapomenout na jasné uvedení závěrů. Prezentace formou plakátu bývá nejčastější formou prezentace studentů a mladších vědeckých pracovníků na mezinárodních konferencích. Vhodné je pod plakátem dát k dispozici k rozebrání pro případné zájemce jeho vytištěné zmenšeniny. Nejčastěji se k přípravě plakátů používají programy jako je **Corel Draw** (extenze **cdr**) či **Adobe Illustrator** (extenze **ai**), případně i PowerPoint (extenze **ppt**). Po sestavení posteru v počítači je vhodné ho uzavřít pro účely **velkoformátového tisku** do formátu **eps** či **pdf**.

5.4. Vědecká publikace

Vědecké publikace představují v oblasti základního výzkumu **hlavní výstup** činnosti. Jsou to v podstatě sdělení, která přinášejí původní myšlenky a jako taková jsou také předmětem **duševního vlastnictví**. Platí, že nelze jednu práci publikovat naráz ve více časopisech. Jednou publikovaná data je poté zapotřebí **správně citovat**.

Dělení typů vědeckých písemných sdělení je uvedeno v kap. 3.1. Z těchto typů je zdaleka nejfrekventovanější tzv. **původní sdělení (original article)** ve formě kratšího či delšího vědeckého pojednání.

Platí, že je dobré vhodně **zvolit časopis**, do kterého se bude článek posílat. Pro lepší orientaci je vhodné si zjistit **impakt faktor** daného periodika, jeho **zaměření** a **složení redakce** (viz kap. 3.3). **Dále je potřeba správně odhadnout rozsah a kvalitu zamýšlené práce v kontextu konkurence** a jednoznačně stanovit na jaké otázky se hodlá odpovídat. Také je vhodné rozmyslet **publikační náklady** a počítat s nimi v grantových prostředcích.

Formální náležitosti se liší podle zvoleného časopisu. Vždy je potřeba nejprve dobře prostudovat **pokyny pro autory** a prohlédnout si poslední čísla daného časopisu. V průběhu sepisování publikace se určitě dobře osvědčí, pokud jsou dané experimenty dobře dokumentovány a v podstatě již předpřipraveny ve formě **výsledkových bloků**. **Výsledky a soupis použitých metod** jsou také prvními částmi, které se tvoří. Poté je teprve vhodné dopracovat **literární úvod** a **diskusi**. Teprve nakonec se píše **abstrakt** a vymýšlí **název** celé práce. Struktura klasického vědeckého sdělení tak poté obsahuje název (**title**), abstrakt (**abstract**), úvod (**introduction**), výsledky (**results**), diskusi (**discussion**), materiál a metody (**material and methods**) a soupis citované literatury (**references**). Obrazová (**figures**) a

tabulková (**tables**) dokumentace včetně jejich slovního popisu (**captions**) se zařazuje zvláště na konec textu.

Před odesláním práce je nutné nechat **zkontrolovat angličtinu** nejlépe rodilým mluvčím, zásadně však odborníkem v dané oblasti. Dobře se osvědčují **zahraniční kolegové**, někteří si tímto způsobem i přivydělávají. V dnešní době se již vědecké publikace většinou neodesílají v tištěné podobě, postačuje využít možnosti zaslání plně elektronické verze. Jednotlivé soubory tvořící práci, tj. vlastní text, obrázky a doplňující materiál se ukládají přímo na server časopisu. Zde je také vhodné umístit tzv. **cover letter**, tj. **dopis editorovi**, kde se jasně uvede proč se práce zasílá a co přináší nového. Po prvním shlédnutí práce **hlavním editorem** časopisu či jeho určité oblasti se práce dostává do tzv. **recenzního řízení**. Již toto je malým úspěchem na cestě k publikaci, protože často se nezdaří přesvědčit ani hlavního editora a tento posílá práci zpět autorům. Editor zasílá práci vlastním hodnotitelům z řad odborníků v dané problematice. Těch může být různé množství podle kvality časopisu (zpravidla 1-3). Vědecká komunita funguje na **principu solidarity**, recenzenti z řad odborníků na určitou oblast jsou povinni pokud s tím souhlasí do určité doby (zpravidla okolo 10 dnů) vypracovat na práci **posudek**. Na základě tohoto posudku se editor rozhoduje o přijetí či zamítnutí práce. Vlastní posudek dostávají ke čtení i sami autoři a jsou povinni následně reagovat na veškeré vznesené dotazy, případně dále experimentovat. Pokud vzájemná komunikace dopadne dobře, je práce přijata a nastává pravá **korektorská práce** spočívající ve sladění formátu článku se standardem časopisu.

6. Správná vědecká praxe v širším společenském kontextu:

(1) Věda jako

- (a) **tvůrčí činnost**: poznávání dosud nepoznaného, originální formulace otázky, neexistence návodu na řešení, možnost využití ověřených ale i zcela unikátních postupů...
- (b) **řemeslo**: zvládnutí metod a přístrojů, potřeba osobní zručnosti, úmorná opakování, studium literatury, schopnost spolupráce
- (c) **osobní koníček**: placené zaměstnání a věnování se vlastnímu koníčku.
- (d) **literární činnost**: publikace experimentálních výsledků, přehledů literatury, návrhy projektů, přednášky...
- (e) **turistika**: dlouhodobé pobyty, konference, semináře.
- (f) **utrpení a stres**: mylný odhad vlastních možností, přílišný význam získání Nobelovy ceny, konfrontace rodinného, společenského či kulturního života s potřebami neomezené „pracovní“ doby v laboratoři, honba za publikacemi, obavy o přijetí projektu...

(2) Co určuje téma výzkumu vědeckého pracovníka:

- (a) osobní zájem
- (b) vědecké zaměření týmu, laboratoře, pracoviště
- (c) lokální nebo světová aktuálnost
- (d) podněty z hraničních oborů
- (e) poskytovatel peněz!!!

(3) Proč je třeba vycházet z dosavadních poznatků:

- (a) Opakování už objeveného je neomluvitelné plýtvání
- (b) Myšlenkové bohatství těch „přede mnou“ je inspirující
- (c) Původnost „těch prvních“ si zaslouží trvalé uznání
- (d) Většina poznatků a teorií je odrazem použitých metod i myšlenkových zvyklostí
- (e) Kvalifikované zpochybnění obecných pravd může vést k převratným objevům
- (f) Prověření již použitých metod novými postupy umožňuje cenné pokroky

(4) Kdy a jak formulovat vědeckou hypotézu:

- (a) Zvládnuté základů řemesla
- (b) Paralelní studium literatury
- (c) Příprava vlastního projektu
- (d) Formulace vědecké hypotézy:
Nestudovat vliv XYZ na abc.
Na základě údajů a v souladu s teorií se účinek něčeho projeví nějak.
Následuje pokus a vyhodnocení včetně testování pravdivosti hypotézy.
- (e) Testování hypotézy usnadní formulaci obecných závěrů
- (f) Ověření hypotézy nabízí další postup výzkumu

(5) Povinnosti vědce, který je placen penězi daňových poplatníků:

- (a) „přinášet všestranný prospěch“ – dle imatrikulačního slibu.
- (b) podle Passioury: vědec má přinášet
 - nové poznatky (opravdu výjimečné, netušené, převratné...)
 - užitečné poznatky: prakticky orientované, zdůvodněné praktickou potřebou včetně řešení aktuálních praktických problémů.
- (c) Publikovat a jinak zveřejňovat svoje výsledky
- (d) Popularizovat vědu i její aplikace

(6) Obecné povinnosti slušného člověka ve vědě (a nejen tam):

- (a) Od křesťanského desatera po etické kodexy
- (b) Respektovat prioritu
- (c) Nepřivlastňovat si myšlenky ani výsledky
- (d) Neupravovat výsledky pokusů
- (e) Uznávat podíl účasti spolupracovníků
- (f) Uznávat základní ideu vedoucího (diplomové práce, konkrétního pokusu, dizertace, ...)

(7) A občasná realita?

- (a) *Ignorance už poznáního*
- (b) *zatajení myšlenkového i experimentálního zdroje*
- (c) *„vhodná“ úprava výsledků*
- (d) *předčasnost zveřejnění*
- (e) *finanční nehospodárnost*
- (f) *několikanásobné publikace téhož*
- (g) *předstírání praktické aplikovatelnosti*
- (h) *krádež nápadů z projektů a návrhů jiných*

7. Příprava projektů a grantů – základní pravidla

Ačkoliv by se na první pohled mohlo zdát, že pracovníci na univerzitách či výzkumných ústavech mají veškeré experimenty hrazeny z prostředků jejich zaměstnavatele, ve většině případů tomu tak rozhodně není. Existují sice ústavy (např. Max Planck Institut, SRN), kde má vědec pro své experimenty **zajištěn nemalý obnos peněz**, musí však podstoupit zpravidla velmi přísné přijímací pohovory a také získává pracovní místo jen na dobu určitou a na konkrétní projekt. Odměnou je mu určitě skutečnost, že se nemusí o získávání peněz víceméně starat. Toto ovšem není situace většiny vědeckých pracovníků.

Získávání finančních prostředků k uskutečňování vlastního výzkumu tak patří k **základním pracovním činnostem** vědeckého pracovníka (viz. kap. 1). K financování výzkumu vznikla celá řada specializovaných institucí, tzv. **grantových agentur**. Tyto agentury mohou být **plně státní, částečně soukromé či plně soukromé**. V různých formách udílejí tzv. grantové projekty, čili jakousi formu stipendia na řešení konkrétního vědeckého úkolu.

Grantové projekty se v zásadě dělí takto:

- **studentské, doktorské či juniorské badatelské projekty** - tyto projekty jsou zpravidla jedno až tříleté, dávají mladému vědci či studentovi určitou míru autonomie.
- **standardní či postdoktorské badatelské projekty** - nejběžnější forma projektu, bývají nejvíce tří až čtyřleté. Úspěšný vědec by měl vždy alespoň jeden takový projekt mít.
- **specializované granty** - hradí např. **cestovní či publikační náklady**
- **velké integrační projekty** - jedná se o propojení více badatelských skupin za účelem zvýšení efektivity jejich činnosti. Tyto projekty mají delší dobu trvání (5 a více let) a mohou se překrývat s menšími badatelskými projekty.

Grantové agentury lze rozdělit takto:

- **lokální (vnitřní) grantová agentura** - slouží pro potřeby konkrétní instituce, příkladem je **grantová agentura UK (GAUK; <http://www.cuni.cz/UK-33.html>)**, žádat o projekt v rámci ní mohou pouze zaměstnanci a studenti UK. Podobným příkladem je i **grantová agentura akademie věd (GAAVČR, <http://www.gaav.cz/>)**, která je ovšem otevřenější i badatelům mimo AVČR.
- **resortní grantová agentura** - slouží k podpoře výzkumu v určité oblasti (např. ministerstvo zdravotnictví, zemědělství a školství). Mezi nejštědřejší patří určitě ministerstvo školství (<http://www.msmt.cz>), které podporuje zejména velké integrační programy jako jsou **výzkumná centra a výzkumné záměry**.
- **státní grantová agentura** - agentura, která má ve státním rozpočtu přímo vyčleněn svůj podíl, v ČR je to **grantová agentura ČR (GAČR, <http://www.gacr.cz/>)**. Největší takovou agenturou je americká **National Science Foundation (NSF; <http://www.nsf.org>)**. Tyto agentury mají obvykle za cíl podporovat všechny oblasti výzkumu, které jsou v dané zemi politicky podporovány.
- **mezinárodní grantová agentura** - vzniká spojením úsilí více států, příkladem je **grantová agentura při EU (<http://cordis.europa.eu/>)**. Koordinace činnosti vědců v EU si vynutila existenci této agentury, která podporuje všechny oblasti vědecké činnosti. Často se lze také setkat s projekty dané dvoustranou mezistátní smlouvou zaštitěné určitým resortem.

Při podávání projektu je potřeba si nejprve dobře rozmyslet, který typ projektu bude nejvhodnější pro mé účely a vhodně zvolit grantovou agenturu. Zejména je třeba dbát na dodržení všech **formálních nároků** žádosti, protože jejich porušení může vést k vyřazení žádosti ze soutěže. Obvykle se projekty přijímají jednou ročně (v předjaří) a výsledky vyhlášují na podzim. Žádost se vypracovává elektronicky, nakonec je však ji nechat potřeba podepsat všem **řešitelům a členům řešitelského kolektivu** a také představitelům instituce. Rozdělení **textu žádosti** bývá standardizované a obsahuje zhruba podobné náležitosti jako standardní vědecká publikace, pouze výsledkový blok je nahrazen očekávanými výsledky a přínosy pro společnost. Důležitou součástí je pak odhad **finanční náročnosti projektu**. Grantová žádost je hodnocena zahraničními i místními **oponenty**, kteří jsou zvoleni po jednání příslušné **oborové komise** složené z odborníků v dané oblasti. Samotné hodnocení je vždy anonymní a bývá také největším kamenem úrazu - oponenti mají problém dodržovat správně předepsanou **stupnici hodnocení** (např. 1-5 či A-E). V případě udělení projektu se žadatel stává **řešitelem** a jeho instituce je pak **nositelem grantu**. Každým rokem je poté potřeba vypracovat **průběžnou zprávu** o průběhu projektu a na konci **zprávu závěrečnou**. Platí, že žádný projekt nemůže být úspěšně ukončen, pokud v jeho rámci nevznikla ani jedna vědecká publikace.