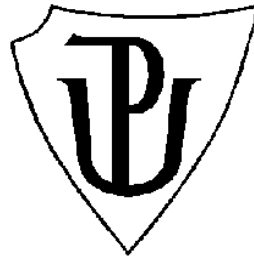


UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

Katedra botaniky



Diplomová práce

**Didaktická analýza využití e-learningových vzdělávacích
modulů ve výuce anatomie rostlin**

Bc. Kateřina Stuchlíková

2. ročník prezenčního studia

obor: Biologie-Geografie

Vedoucí práce: PaedDr. Ing. Vladimír Vinter, Dr.

Konzultant: Ing. Václav Bazgier

Olomouc

2013

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracovala samostatně podle metodických pokynů vedoucího práce a použila pouze literaturu uvedenou v příloženém seznamu.

V Olomouci dne :

.....

Bc. Kateřina Stuchlíková

„Skutečná síla e-learningu není v poskytování informací kdykoliv, odkudkoliv a komukoliv, ale v jeho možnostech poskytovat správné informace správným lidem ve správném čase a na správném místě.“ (Bejček, 2005)

Poděkování

Děkuji panu PaedDr. Ing. Vladimíru Vinterovi, Dr. a Ing. Václavu Bazgierovi, za odborné vedení diplomové práce, poskytování cenných rad a materiálních podkladů.

BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE

Jméno a příjmení:	Bc. Kateřina Stuchlíková
Název práce:	Didaktická analýza využití e-learningových vzdělávacích modulů ve výuce anatomie rostlin.
Typ práce:	Diplomová práce
Pracoviště:	Katedra botaniky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci
Vedoucí práce:	PaedDr. Ing. Vladimír Vinter, Dr.
Rok obhajoby práce:	2013

Abstrakt:

Předložená diplomová práce se zabývá problematikou e-learningové výuky v anatomii a morfologii rostlin. Byly vytvořeny e-learningové vzdělávací moduly (s využitím technologie webcastů), jejichž pilotáž byla provedena na vzorku studentů učitelství biologie PřF UP v Olomouci. Následně studenti vyplnili dotazník zaměřený na hodnocení významu e-learningu pro vzdělávání vysokoškolských studentů. Údaje získané dotazníkovým šetřením byly statisticky vyhodnoceny. Závěry práce potvrzují, že vhodně a vyváženě využívaná e-learningová forma výuky představuje moderní vzdělávací technologii, jejíž využití není vázáno na místo a čas (student se může učit kdykoliv a kdekoliv), účinně přispívající ke zvyšování atraktivity a efektivity odborné a profesní přípravy studentů učitelství biologie.

Klíčová slova: metody a formy výuky, e-learning, webcastové technologie, anatomie rostlin, buněčná stěna, pletiva, fytolity, testování

Počet stran: 111

Počet příloh: 0

Jazyk: Český

BIBLIOGRAPHICAL IDENTIFICATION

Autor's first name and surname: Bc. Kateřina Stuchlíková
Title: Didactic analysis of e-learning education modules in the teaching of anatomy of plants
Type of thesis: Master thesis
Department: Department of Botany, Faculty of Science, Palacky University in Olomouc
Supervisor: PaedDr. Ing. Vladimír Vinter, Dr.
The year of presentation: 2013

Abstract:

This diploma thesis deals with e-learning of anatomy and morphology of plants. There were created e-learning training modules (powered webcasts), whose pilotage was tested on a sample of students of Palacky University in Olomouc- future teachers of Biology. Subsequently, the students filled out a questionnaire aimed at assessing the significance of e-learning for the education of students. The data obtained from the questionnaire survey were statistically evaluated. Conclusions of the study confirm that the appropriate and balanced use of e-learning is a form of teaching modern educational technology, its use is not tied to time and place (the student can learn anytime and anywhere), effectively contributing to increasing the attractiveness and effectiveness of vocational and professional training of students of pedagogy biology.

Keywords: methods and forms of teaching, e-learning, webcast's technologies, plant anatomy, cell wall, plant tissue, fytolits, testing

Number of pages: 111

Number of appendices: 0

Language: Czech

OBSAH

Úvod a cíl práce

1. Literární rešerše	10
1.1 Stručný přehled literatury	10
1.1.1 Didaktika biologie	10
1.1.2 Anatomie a morfologie rostlin	10
1.1.3 E-learning a webcastové technologie.....	11
1.1.4 Mikroskopické techniky	12
1.1.5 Dotazníky a jejich konstrukce	12
1.2 Metody a formy ve výuce biologie	13
1.2.1 Metody výuky biologie	13
1.2.2 Formy výuky biologie	13
1.3 E-learning	14
1.3.1 Historie e-learningu.....	14
1.3.2 Definice a vymezení e-learningu.....	15
1.4 Mikroskopické preparáty	18
1.4.1 Stručný přehled o mikroskopických preparátech	18
1.5 Webcastové technologie	20
1.5.1 Co je to webcast?	20
1.5.2 Streamování	20
1.5.2.1 On-line	20
1.5.2.2 On-demand	20
1.5.3 Webcastové portály	21
1.5.4 Rozšíření Webcastů	21
1.6 Dotazník v pedagogickém výzkumu	23
1.6.1 Druhy položek v dotazníku.....	24
1.6.2 Nejdůležitější požadavky na konstrukci dotazníku	29
1.6.3 Vlastnosti dotazníku	31
1.6.4 Provedení dotazníkového šetření	33
1.6.5 Kategorizace třídění materiálů získaného dotazníkem.....	34
2. Materiál a metodika	38

2.1 Tvorba mikroskopických preparátů	38
2.1.1 Dočasné preparáty	38
2.1.1.1 Příprava rostlinného materiálu	38
2.1.1.2 Způsob přípravy objektů k mikroskopování	40
2.1.1.3 Řezy rostlinnými orgány	40
2.1.1.4 Barvení mikroskopickými barvivy	42
2.1.2 Trvalé preparáty	44
2.2 Tvorba webcastů	46
2.2.1 Tvorba scénáře	46
2.2.2 Natočení videa	47
2.2.3 Zpracování videa v počítači, střih, tvorba titulků	47
2.2.4 Tvorba prezentace	48
2.2.5 Vytvoření klíčových slov	48
2.2.6 Synchronizační soubor	49
2.2.7 Export na vzdálený server	49
2.2.8 Import na portál	50
2.3 Tvorba dotazníku	51
2.4. Organizace a provedení pedagogického experimentu	52
2.4.1 Charakteristika výzkumného vzorku	52
2.4.2 Plán a provedení experimentu	52
3. Výsledky	53
3.1 Prezentace	53
3.2 Dotazník	71
3.3 Výsledky dotazníkového šetření	73
3.4 Návštěvnost webového portálu	100
4. Diskuze	103
5. Závěr	108
Přehled informačních zdrojů	

ÚVOD A CÍL PRÁCE

Moderní dobu charakterizuje neustálý boom nároků na vzdělávání. Vítanou alternativou k tradičním metodám a formám výuky je zavádění moderních vzdělávacích technologií, včetně e-learningu.

Na zavádění multimédií do výuky botanických oborů byly na Katedře botaniky PřF UP v Olomouci zaměřeny projekty Inovace studia botaniky prostřednictvím e-learningu (<http://ibotanika.upol.cz>) a BOTASKA (Botanika s kamerou, <http://botaska.upol.cz>). První z obou projektů zpracovává problematiku anatomie a fyziologie rostlin, druhý se zabývá morfologickým popisem vegetativních a generativních orgánů mechorostů a cévnatých rostlin.

Obsahově jsou vzdělávací moduly zpracovány pro úroveň vzdělávání hlavní cílové skupiny, tedy pro studenty studující biologické obory na vysokých školách (příprava na cvičení, přednášky, zkoušky, opakování ke státním zkouškám). Vzhledem k názornému didaktickému zpracování jednotlivých témat mohou e-learningový portál využívat i studenti středních škol, např. při přípravě k maturitní zkoušce z biologie nebo při přípravě na přijímací zkoušky na vysoké školy.

Hlavním cílem obou projektů je zkvalitnění výuky anatomie, fyziologie a morfologie vyšších rostlin s důrazem na využití moderních inovativních vzdělávacích technologií, multimédií, internetu a e-learningu a zvýšení konkurenceschopnosti a uplatnitelnosti absolventů biologických oborů na trhu práce.

Navazující projekt Botaska je tematicky zaměřen na popis morfologické stavby vegetativních a generativních orgánů vyšších rostlin.

Vzhledem k tomu, že jsem na těchto projektech participovala, ráda bych využila některé z výsledků ke zpracování své diplomové práce. Moje konkrétní činnost spočívala ve:

- ◆ spolupráci s autory modulů – sběr materiálu, zhotovení fotodokumentace, schémat a obrázků, tvorba ppt prezentací;
- ◆ spolupráci s IT specialistou – průběh zpracování e-learningových opor;
- ◆ spolupráci s hlavním řešitelem projektu – pilotáž e-learningových modulů u posluchačů učitelství biologie, tvorba dotazníku, organizace vyplňování dotazníků a jejich statistické vyhodnocení;

Cíle mé diplomové práce lze stručně formulovat takto:

- 1) tvorba e-learningových vzdělávacích modulů zaměřených na anatomii a morfologii rostlin (formou spolupráce s autory modulů);
- 2) vytvoření webcastů (formou spolupráce s IT specialistou – zpracování natočeného videa, střih a export do streamovacího formátu. Synchronizace s klíčovými slovy a slidy;
- 3) konstrukce a vyhodnocení dotazníků (samostatná aktivita pod vedením hlavního řešitele);

1. LITERÁRNÍ REŠERŠE

1.1 Stručný přehled literatury

1.1.1 Didaktika biologie

Vyučovací metodu, jako záměrné uspořádání výuky, koordinovanou činnost učitele a žáků směřující k dosažení výukového cíle uvádí Vinter (2009). Tříděním metod dle různých hledisek se zabývali např. Altmann (1975, 1985), Maslowski (1990), Řehák (1967), Skalková (2007). K nejčastěji využívaným metodám ve výuce biologie patří výklad, přednáška, rozhovor, práce s literaturou, pozorování a pokus, jak popisuje Maslowski (1990).

Organizační forma představuje uspořádání podmínek k realizaci výuky. Tvoří rámec vzdělávacího procesu vymezený prostorově, časově, obsahově, použitými didaktickými prostředky a také vymezený mírou individualizace, diferenciací a kooperací žáků. Definicí, dělením a popisem jednotlivých forem se zabývá např. Vinter (2009), Kalhous et Obst (2009). Nejčastěji využívanými organizačními formami ve výuce biologie, dle Maslowského (1990), jsou hodina základního typu, biologické praktikum, laboratorní práce a biologická exkurze.

1.1.2 Anatomie a morfologie rostlin

K tvorbě prezentací a webcastů se vycházelo z odborné literatury týkající se fytolitů, tvaru a velikosti rostlinných buněk a klasifikace rostlinných pletiv podle tloušťky buněčné stěny.

Rostlinné buňky mohou mít rozmanitý tvar a velikost. Popis postupné diferenciací meristematických buněk ve specializované, plně diferencované buňky, jež utvářejí trvalá pletiva, popisují např. Bobák (1998), Campbell (2006), Luxová (1974) a další. Stavbou a vznikem buněčné stěny se zabývá např. Votrubová (2001). Inkrustací buněčné stěny rozumíme ukládání anorganických látek, impregnací naopak ukládání organických látek. Popis a příklady uvádí Campbell (2006) a Vinter (2009). Popisem symplastického a apoplastického transportního systému se věnoval např. Bobák (1998), Raven (1999), Vinter et Sedlářová (2004). Buněčná stěna určuje tvar buňky, poskytuje pletivům

mechanickou pevnost, má významnou funkci při dělení, růstu, diferenciaci. Významem a funkcemi buněčné stěny se zabývali Cutler (2008), Luxová (1974), Votrubová (2001).

Fytolity jsou mikroskopické útvary inkrustující buněčné stěny nebo krystalické inkluze nacházející se uvnitř buněk. Nejčastěji se jedná o anorganické látky, krystalické inkluze mohou však vytvářet i některé organické látky. Klasifikací fytolitů dle tvaru a podle chemického složení se zabývali např. Campbell (2006), Vinter (2009). Popis a praktické využití fytolitové analýzy uvádí např. Votrubová (2001), Vinter (2009), Bobák (1998).

Nauka o rostlinných pletivech se nazývá histologie. Popis a klasifikaci rostlinných pletiv uvádí např. Bobák (1998). Rostlinná pletiva dále popisovali a rozdělili na parenchym, kolenchym a sklerenchym Vinter (2009), Votrubová (2001), Fahn (1990), Pazourek et Votrubová (1997).

1.1.3 E-learning a webcastové technologie

Historie e-learningu sahá do 60. let 20. století, kdy byl u nás vyvinut automat UNITUTOR (Tesla), který byl v celosvětovém žebříčku považován za jeden z nejlepších. Bouřlivý vývoj e-learningu přišel s nástupem osobních počítačů v 80. letech 20. století, kdy se nastolil trend vytváření ucelených učebních pomůcek. V 90. letech se e-learning začal postupně více využívat díky internetu. Na trhu se začala objevovat rozmanitá nabídka e-learningových systémů od různých výrobců a tento trend pokračuje do dnešní doby. Historií e-learningu se například zabýval Kopecký (2005).

Existuje řada definic e-learningu, které vznikaly v různých dobách. Vzhledem k nepřetržitému dynamickému vývoji e-learningu samotného, i souvisejících informačních a komunikačních technologií, se často výrazně liší. Možné definice e-learningu uvádějí např. Korviny (2008), Wagner (2004), Průcha, Walterová, Mareš (2009). O výuce podporované počítačem hovoří např. Maňák a Švec (2003). Zařazení, zda se jedná o metodu, formu, prostředek či proces uvádí Žák (2012), Kopecký (2005), Kalhous (2009), Wagner (2004).

Zdrojová literatura k webcastovým technologiím je omezena pouze na anglickou verzi wikipedie. (<http://en.wikipedia.org/wiki/Webcast>)

1.1.4 Mikroskopické techniky

V současnosti existuje řada mikroskopických technik a jejich aplikací, které mají nezastupitelné uplatnění v mnoha vědeckých oborech a které v poslední době přispěly k mnoha důležitým objevům. Mikroskopickými technikami se zabývali např. Jurčák (1998), Hejtmánek (2001), Pazourek (1963), Pazourková (1986).

1.1.5 Dotazníky a jejich konstrukce

Velmi frekventovanou metodou získávání dat v pedagogickém výzkumu je dotazník. Jeho definováním se zabýval např. Gavora (2000), Chráska (2003, 2007). Výhody a nevýhody dotazníku uvádí Ferjenčík (2010). Druhy položek, nejdůležitější požadavky na konstrukci a vlastnosti dotazníku shrnuje Chráska (2007). Provedení dotazníkového šetření a následnou kategorizaci třídění materiálu získaného dotazníkem popisuje Chráska (2007).

1.2 Metody a formy ve výuce biologie

1.2.1 Metody výuky biologie

Vyučovací metodou rozumíme záměrné uspořádání výuky, koordinovanou činnost učitele a žáků směřující k dosažení výukového cíle. Je to tedy určitý promyšlený způsob, jímž se realizuje výuka biologie. (Vinter, 2009)

Metody lze třídit z mnoha různých hledisek – odborná literatura přináší obsáhlá klasifikační schémata vyučovacích metod. (Altmann, 1975, 1985, Maslowski 1990, Řehák 1967)

K nejčastěji využívaným metodám ve výuce biologie (Maslowski, 1990) patří výklad (nejčastěji v kombinaci s vysvětlováním, vyprávěním, demonstrací, problémovým výkladem), přednáška, rozhovor, práce s literaturou (učebnice, pracovní sešity, atlasy, klíče, encyklopedie, články v odborných časopisech), pozorování (observace), pokus (experiment). Někdy bývají, ne zcela vhodně, vyčleňovány jako samostatná kategorie metody problémové výuky. (Maslowski 1990) Problémová výuka je však každá výuka, kde jsou žákům předkládány problémy. Prvky problémové výuky lze v různé míře vysledovat u většiny výukových metod, např. heuristický rozhovor, problémový výklad aj. (Vinter, 2009)

Problémové je zařazení e-learningu, ve smyslu, zda se jedná o metodu výuky, či formu. Toto bude předmětem diskuse na závěr.

1.2.2 Formy výuky biologie

Organizační forma představuje uspořádání podmínek k realizaci výuky. Tvoří rámec vzdělávacího procesu vymezený prostorově (učebna, školní pozemek), časově (45 minut, půlden), obsahově (učivo), použitými didaktickými prostředky a také vymezený mírou individualizace, diferenciací a kooperací žáků.

Nejčastěji využívanými organizačními formami ve výuce biologie jsou hodina základního typu, biologické praktikum, laboratorní práce a biologická exkurze (Maslowski 1990). U všech organizačních forem výuky je žádoucí kooperace a různé organizační formy ji různě umožňují.

V užším slova smyslu můžeme e-learning brát, jako formu výuky, a to v případě, že se bavíme o celkovém e-learningovém prostředí.

1.3 E-learning

1.3.1 Historie e-learningu

Historie e-learningu sahá do 60. let 20. století, kdy byly poprvé použity tzv. vyučovací automaty (learning machine). Ty nabízely učební text a možnost klást kontrolní otázky.

V té době byl v České republice vyvinut automat UNITUTOR (Tesla), který byl v celosvětovém žebříčku považován za jeden z nejlepších. UNITUTOR nebyl počítačem, bylo to jednoúčelové zařízení na bázi tranzistorů s obrazovkou. Vyučovaná látka byla rozdělena ve stroji na jednotlivé stránky, na jejímž konci se nacházela kontrolní otázka s výběrem z několika možných odpovědí. Podle provedené volby bylo možné program dále větvit a pokračovat dalšími stránkami. Vyučovací automaty byly neúčinné a neujaly se. (Kopecký, 2005)

Bouřlivý vývoj e-learningu, který nastal s nástupem osobních počítačů v 80. letech 20. století, kdy se nastolil trend vytváření ucelených učebních pomůcek, v inovované formě pokračuje dodnes. Předtím, než nastal boom internetu, šířil se e-learning v organizacích prostřednictvím jejich lokálních sítí, anebo pomocí přenosných médií, jako jsou CD-ROM a diskety.

V 90. letech se e-learning začal postupně více využívat, a to právě díky internetu, který zažíval velmi rychlý rozvoj. Na trhu se začala objevovat rozmanitá nabídka e-learningových systémů od různých výrobců a tento trend pokračuje do dnešní doby. Vyvíjel se také obsah vzdělávacích programů, který byl nabízen potenciálním zájemcům o studium a další vzdělávání. V počátcích, kdy obsah jednotlivých výukových kurzů tvořil především text popř. kontrolní otázky, se s postupem doby vytvořil multimediální obsah propojující různé audiovizuální prvky – od vkládání obrázků do textu a dalších schémat, přes názorné animace, po natočená videa s komentářem a s možností kvalitního ověření nabytých znalostí prostřednictvím širokého spektra testů a kvízů.

V dnešní době lze e-learning chápat jako komplexní výukové prostředí, které kromě klasické učebnice (v elektronické formě) obsahuje rovněž animace, videa a komentáře. Student má k dispozici více stylů jak učební látku studovat a dosáhnout lepšího porozumění a celkové efektivity učebního procesu. Je nutné konstatovat, že e-learning v dnešním vzdělávacím systému hraje nenahraditelnou roli při studiu,

především vysoké školy, a to zejména v kombinované formě studia. Student se prezenčně účastní pouze tutoriálů a další, neméně důležitá část studia, probíhá samostudiem prostřednictvím e-learningu. Doplňme, že tato forma samostudia, jako každá jiná, vyžaduje určitou úroveň autoregulace učení.

1.3.2 Definice a vymezení e-learningu

V dnešní informační společnosti hrají počítače (informační technologie obecně) nezastupitelnou roli v mnoha oblastech lidské činnosti. Jednou z těchto stěžejních činností je proces vzdělávání a učení, které doprovází jedince po celou dobu jeho životní dráhy. Ať už v rámci záměrného formálního vzdělávání, anebo neformálního vzdělávání. A právě v procesu vzdělávání a učení hrají svou velkou roli počítače a studium prostřednictvím výpočetní techniky. Souhrnně tuto problematiku nazýváme e-learning (z anglických slov elektronické vzdělávání). E-learning je velice široký pojem a není jednoznačně definováno, co vše zahrnuje. Proto je možné se setkat s více definicemi, co e-learning je, co není a co je jeho součástí. Vzhledem k nepřetržitému dynamickému vývoji e-learningu samotného i souvisejících informačních a komunikačních technologií, se tyto často výrazně liší. Některé jsou až příliš jednoduché a některé naopak příliš akademické, další jsou velmi široké a jiné zužují význam až příliš.

1. E-Learning je výuka s využitím moderních technologií. (Korviny, 2008)
2. E-learning je forma distančního vzdělávání, ve které jsou vzdělavatelé a vzdělávání ve virtuálním kontaktu. (Kopecký, 2005)
3. E-Learning je vzdělávací proces, využívající informační a komunikační technologie k tvorbě kursů, k distribuci studijního obsahu, komunikaci mezi studenty a pedagogy a k řízení studia. (Wagner, 2004)
4. E-Learning je forma vzdělávání využívající multimediální prvky - prezentace a texty s odkazy, animované sekvence, video snímky, sdílené pracovní plochy, komunikaci s lektorem a spolužáky, testy, elektronické modely procesů, atd. v systému pro řízení studia (LMS). (Orzelová, 2007)

5. Jde o takový typ učení, při němž získávání a používání znalostí je distribuováno a usnadňováno elektronickými zařízeními. (Průcha, Walterová, Mareš 2009)

6. E-learning zahrnuje jak teorii a výzkum, tak i jakýkoliv vzdělávací proces (s různým stupněm intencionality), v němž jsou v souladu s etickými principy používány informační a komunikační technologie pracující s daty v elektronické podobě. Způsob využívání prostředků ICT a dostupnost učebních materiálů jsou závislé především na vzdělávacích cílech a obsahu, charakteru vzdělávacího prostředí, potřebách a možnostech všech aktérů vzdělávacího procesu. (Zounek, 2009)

7. E-learning je elektronické vzdělávání – vzdělávání pomocí počítačů a počítačových sítí dostupné pro jednotlivce i organizace, modifikace distančního vzdělávání, které využívá internet. (Kolektiv autorů, 2010)

Ze všech citovaných definic vyplývá, že e-learning v sobě zahrnuje řadu dílčích aktivit, které mohou být propojené do uceleného systému, ale také nemusejí. Může se jednat o rozsáhlé kurzy plně distančního charakteru a propracované nástroje kolaborativního učení, naopak ale může jít jen o doplnění prezenční výuky. Vhodných ICT nástrojů je řada: vystavení studijních materiálů na internetu nebo intranetu, nabídka k nim vztažených autotestů, komunikace prostřednictvím diskusních fór, e-mailů a dalších synchronních nebo asynchronních komunikačních nástrojů.

Někteří autoři považují e-learning za výuku pomocí/prostřednictvím informačních technologií, jiní za vzdělávací proces, typ učení, vzdělávací metodu či formu. V některých starších publikacích se nehovoří o e-learningu, ale o výuce podporované počítačem. Maňák a Švec (2003) výuku podporovanou počítačem řadí mezi komplexní výukové metody. Dle Kalhouse (2009) je výpočetní technika ve výuce materiální didaktický prostředek. Vojtěch Žák (2012) ve své práci řadí e-learning do komplexních výukových metod spolu s projektovou výukou a výukou dramatem. E-learning většinou zahrnuje počítačově zpracované výukové lekce (témata, problémy), které umožňují individuální a variabilní postup učivem podle zvolené strategie. Někdy se uplatňuje i přímá hlasová komunikace prostřednictvím počítačové techniky. Výuka podporovaná počítačem převzala principy programovaného učení (Žák, 2012). Odborníci ve vzdělávání zaujímají dva pohledy na e-learning (více viz (Zounek, 2009)). První pohled vnímá e-learning jako formu výuky, kdy pomocí počítače lze studovat

takové disciplíny, jako cizí jazyk nebo další typy vzdělávacích programů a je často doplněn možností autotestování právě osvojených znalostí na konci výukové lekce nebo modulu. Druhý, komplexnější pohled na e-learning jej považuje za proces výuky včetně zajištění administrativy spjaté s chodem výuky, správou a evidencí studujících, jejich dosažených výsledků. Mimo zajištění samotného procesu vyučování, systém zabezpečuje již zmiňovanou organizaci studia, tvorbu rozvrhů, je-li třeba, generování prezenčních listin, testování a elektronickou komunikaci s lektorem/tutorem. Důležitým pojmem v tomto pohledu je LMS (learning management system – systém pro řízení výuky), což je specializovaný software (převážně dostupný prostřednictvím internetu), který zajišťuje administrativně organizační potřeby celého studijního programu. Těchto systému je celá řada od komerčních aplikací (Adobe Connect, Fronter, Blackboard) až po free nebo open source software (například Moodle).

V užším slova smyslu je e-learning alternativní realizace výukového procesu pomocí LMS. Jedná se tedy o komplexní formu, která se realizuje v procesu výuky tak, aby byl učitel schopen pracovat s více studenty najednou a přitom používal individuální přístup. Jednou z možných součástí takto chápaného e-learningu může být právě webcasting.

Základním stavebním kamenem v e-learningu je komplexní e-kurz, který odlišnou formou částečně simuluje tradiční činnosti při vyučování určitého předmětu ve škole. Mezi zásadní odlišnosti e-learningu oproti kontaktní výuce ve škole patří důraz na užití netradičních metod výuky, samostatnost, svobodu studenta v organizaci studia, nepřetržitý přístup ke studijním materiálům bez osobního kontaktu s učitelem. E-learning navíc rozlišuje formy komunikace a způsoby studia na asynchronní (např. e-mail, diskusní skupiny, nástěnky) a synchronní (např. diskuse v reálném čase – chat, načasované společné sdílení pracovních ploch a aplikací, videokonference).

V současnosti je také trendem používání m-learningu (mobile learning – mobilní vzdělávání). Jak již z názvu vyplývá, jedná se o využití mobilního telefonu pro potřeby vzdělávání a učení se. Typickým příkladem je využívání m-learningu v tzv. smart telefonech (chytré telefony), které lze po instalaci výukové aplikace používat pro učení se i na cestách, například v MHD, ve vlaku.

1.4 Mikroskopické preparáty

1.4.1 Stručný přehled o mikroskopických preparátech

Botanické objekty, které chceme podrobit mikroskopickému zkoumání, musíme vhodně upravit - zhotovit z nich mikroskopický preparát. Mikroskopický preparát je tedy botanický (obecně jakýkoliv) objekt speciálně upravený k mikroskopickému pozorování.

Mikroskopické preparáty můžeme posuzovat podle různých hledisek a to podle stavu rostlinného materiálu jsou preparáty vitální (nativní) nebo fixované. Vitální preparáty jsou zhotoveny z živého materiálu, který je více méně v původním stavu. Umožňují pozorovat nezměněné (nebo jen málo pozměněné) struktury a jejich životní projevy (např. rotace a cirkulace cytoplazmy v buňkách). Jsou vhodné pro zkoumání přirozeně průhledných, drobných objektů (jednobuněčné organismy) či pletiv tvořených jedinou vrstvou buněk (např. epidermis), které lze z rostlinného orgánu odpreparovat. Fixované preparáty jsou pořizovány z usmrceného (tedy fixovaného) materiálu, který je ještě dále upravován, např. řezáním a barvením. Dále také podle trvanlivosti mikropreparátu rozlišujeme preparáty dočasné a trvalé. Dočasný (přechodný) preparát má omezenou dobu trvanlivosti. Je to takový preparát, který připravíme, prozkoumáme, dokumentujeme (popisem, proměřením, kresbou nebo mikrofotografií) a zrušíme. Uzavíracím prostředím (médiem) je nejčastěji voda, glycerol, roztok barviva, roztok histochemického činidla či fyziologický roztok). Jejich výhodou je relativně rychlá příprava, nevýhodou krátká trvanlivost, a tedy nemožnost uložení jako dokladového materiálu. Trvalé preparáty vydrží desítky let a jsou proto důležitým dokumentem vědecké práce, neboť mohou být archivovány. Objekt je zalit v trvalém médiu (klasickým médiem je kanadský balzám). Většinou však vyžadují složité speciální postupy a tím je jejich příprava náročná časově i na vybavení laboratoře, což je nevýhodné. Podle aplikace barviv rozeznáváme preparáty nebarvené a barvené. Nebarvené preparáty využíváme tam, kde není potřebné zdůrazňovat či odlišovat pozorované struktury, např. chloroplasty či chromoplasty v buňkách, trichomy, emergence apod. Barvené preparáty připravujeme s cílem zviditelnit, případně zdůraznit či odlišit mikroskopické struktury. Má-li totiž mikroskopická struktura stejný index lomu jako okolní prostředí, stává se čirou, průhlednou, a tedy neviditelnou, resp. nerozlišitelnou. Barvením se struktury zviditelní, lépe se od sebe rozeznávají, jsou snadněji identifikovatelné. Podle mechanické úpravy mohou být mikroskopické preparáty totální (celkové), roztlakové nebo řezové. Totální preparáty jsou preparáty zhotovené z celého organismu (např. jednobuněčné rostliny) nebo jeho větší části,

která nevyžaduje další mechanickou úpravu (např. fylom mechu, vlákno vláknité řasy). Roztlakové preparáty připravujeme rozmáčknutím rostlinného materiálu nejčastěji do jedné vrstvy buněk. Často se používají při studiu chromozomů. Vyžadují ovšem další, roztlaku předcházející operace, především maceraci středních lamel. Řezové preparáty připravujeme z takových objektů a jejich částí, které nejsou normálně mikroskopickému pozorování přístupné (vnitřní struktury vegetativních a generativních orgánů). Tyto objekty musíme rozřezat na co nejtenčí vrstvy. (Jurčák, 1998)

1.5 Webcastové technologie

1.5.1 Co je to webcast?

Webcastem rozumíme multimediální přenos dat, především videa, prostřednictvím internetu na uživatelský počítač. Tato forma studia velice dobře doplňuje klasické e-learningové vzdělávání a přidává tak multimediální rozměr formy výuky. Základním kamenem webcastů je technologie streamování, která umožňuje multimediální obsah distribuovat prostřednictvím internetu. V zásadě rozlišujeme dva druhy přístupů a to on-line a on-demand.

1.5.2 Streamování

Tato technologie, která je úzce spojena s prostředím internetu poskytuje přenos multimediálních dat tak, aby mohly být zobrazeny uživateli, a zároveň tyto data nejsou ukládány na disk. Jak již bylo napsáno výše, existují dvě základní dělení:

1.5.2.1 On – line

Tímto způsobem je přímo v reálném čase obraz přenášen na uživatelský počítač. Velice často se s tímto způsobem streamování můžeme setkat při živých přenosech třeba České televize a jejího kanálu ČT.

1.5.2.2 On-demand

V překladu tento výraz znamená na vyžádání a od tohoto názvu je tak patrné, co je tím myšleno. Multimediální obsah je již zpracován a nachystán na streamovacím serveru a dle výběru uživatele server začne poskytovat zmíněný obsah. Pro příklad nemusíme jít daleko od České televize a jejího archívu, kdy si uživatel vybere, co chce a obsah se mu začne přehrávat.

V dnešní době existují dvě hlavní řešení, která nabízejí firmy Microsoft a Adobe. V případě firmy Microsoft se jedná o službu Windows Media Services, která je nutná doinstalovat do windows a následně nakonfigurovat a spustit. Vstupním souborem pro tuto aplikaci je soubor WMV (Windows media video), který v sobě obsahuje několik verzí videa a na základě rychlosti internetového připojení vybere příslušnou verzi videa a začne jej posílat na uživatelský počítač.

Druhou variantou je technologie od firmy Adobe a konkrétně technologie FLV,

kteřá je založena na Flash. Do souboru FLV se konvertuje video, které se následně umístí na server a je poskytováno uživateli.

1.5.3 Webcastové portály

Portálem rozumíme takovou webovou stránku, která poskytuje pomyslný vstup na daný obsah. V současnosti existují především komerční webcastové portálové řešení, které jsou spojeny s e-learningem.

Webcasty Testy Statistiky Přihlášení O projektu Informační web 4. března 2013

W E B C A S T

Inov@ce studia botaniky prostřednictvím e-learningu - TESTOVACÍ PROVOZ PORTÁLU

Všechny moduly Všechny přednášející Podle pořadí Vyhledat klíčové slovo Vyhledat

Nalezeno 42 záznamů, zobrazit max. 32 záznamů Stránka 1 2

Charakteristika vyšších ros...	Fytolity	Tvar a velikost rostlinných...	Charakteristika a klasifika...
<p><i>Modul: Anatomie cévnatých rostlin</i> <i>Přednášející: PaedDr. Ing. Vladimír Vinte...</i></p> <p>Hodnocení: ★★★★★</p> <p>Počet hodnotících: 1 Počet zobrazení: 540</p>	<p><i>Modul: Anatomie cévnatých rostlin</i> <i>Přednášející: PaedDr. Ing. Vladimír Vinte...</i></p> <p>Hodnocení: ★★★★★☆</p> <p>Počet hodnotících: 12 Počet zobrazení: 503</p>	<p><i>Modul: Anatomie cévnatých rostlin</i> <i>Přednášející: PaedDr. Ing. Vladimír Vinte...</i></p> <p>Hodnocení: ★★★★★</p> <p>Počet hodnotících: 5 Počet zobrazení: 335</p>	<p><i>Modul: Anatomie cévnatých rostlin</i> <i>Přednášející: PaedDr. Ing. Vladimír Vinte...</i></p> <p>Hodnocení: ★★★★★</p> <p>Počet hodnotících: 1 Počet zobrazení: 159</p>
Klasifikace rostlinných ple...	Klasifikace rostlinných ple...	Systém pletiv krycích	Systém pletiv vodivých a zp...
<p><i>Modul: Anatomie cévnatých rostlin</i> <i>Přednášející: PaedDr. Ing. Vladimír Vinte...</i></p> <p>Hodnocení: ★★★★★☆</p> <p>Počet hodnotících: 42 Počet zobrazení: 486</p>	<p><i>Modul: Anatomie cévnatých rostlin</i> <i>Přednášející: PaedDr. Ing. Vladimír Vinte...</i></p> <p>Hodnocení: ★★★★★☆</p> <p>Počet hodnotících: 5 Počet zobrazení: 207</p>	<p><i>Modul: Anatomie cévnatých rostlin</i> <i>Přednášející: PaedDr. Ing. Vladimír Vinte...</i></p> <p>Hodnocení: ★★★★★☆</p> <p>Počet hodnotících: 6 Počet zobrazení: 164</p>	<p><i>Modul: Anatomie cévnatých rostlin</i> <i>Přednášející: PaedDr. Ing. Vladimír Vinte...</i></p> <p>Hodnocení: ★★★★★☆</p> <p>Počet hodnotících: 3 Počet zobrazení: 198</p>

Obr. 1 Příklad webcastového portálu

1.5.4 Rozšíření Webcastů

Protože webcasty lze zařadit mezi část vzdělávání, které se říká e-learning je možné některé webcastové portály integrovat do e-learningového prostředí instituce, kde se portály nachází. Příklad může být ten, když například jsou v elektronické formě zpracovány metodiky a teoretické části nějakých chemických pokusů a následně jsou

webcasty využity jako praktické ukázky pokusů. Jednoduše se pak lze z textu odkazovat na konkrétní webcast. Dalším rozšířením webcastů bývá často doplnění samotného webcastového portálu o možnost autotestů. Kdy si student na základě shlédnutí webcastu může udělat test, který jednoduše ověří jeho pozornost. Mezi příklady webcastových portálů řadíme např. <http://botaska.upol.cz>, <http://ibotanika.upol.cz>, <http://e-imunologie.cz> a další.

1.6 Dotazník v pedagogickém výzkumu

Velmi frekventovanou metodou získávání dat v pedagogickém výzkumu je dotazník. Dotazník v jeho základní podobě není nic jiného než standardizované interview předložené v písemné podobě. (Ferjenčík, 2010). Gavora (2000, in Chráska, 2007) vymezuje dotazník jako „způsob písemného kladení otázek a získávání písemných odpovědí“. Kladené otázky se mohou vztahovat buď k jevům vnějším (např. názory učitelů na zavádění organizační opatření), nebo k jevům vnitřním (např. postoje, motivy, citované stavy apod.). Samotný dotazník je soustava připravených a pečlivě formulovaných otázek, které jsou promyšleně seřazeny a na které dotazovaná osoba (respondent) odpovídá písemně. Někdy se ve stejném významu, jako dotazník užívá termínu anketa. Většinou se tyto dva pojmy rozlišují a za anketu se považuje takové šetření, při kterém se účastníci sami spontánně do šetření zapojují. Někdy se používá i širšího pojmu jako je dotazování, které může mít dvě formy – interview a dotazník. (Chráska, 2007)

Dotazníkové metodě bývá často oprávněně vytýkáno, že nezjišťuje to, jací respondenti skutečně jsou, ale jen to jak sami sebe vidí, nebo chtějí, aby byli viděni. R. M. W. Travers (1969, in Chráska, 2007) uvádí, že zatímco v jiných oblastech společenských věd lze pozorovat určitý odklon od používání dotazníku k interview, v pedagogice je frekvence jeho vyžívání dosud velmi (příliš) vysoká. Vysoká frekvence používání dotazníků v pedagogickém výzkumu je zřejmě dána především jeho zdánlivě snadnou konstrukcí. (Chráska, 2007)

Data získaná dotazníkem mají vždy jen podmíněnou platnost a vyžadují vždy velmi obezřetnou interpretaci, abychom očistili objektivní zjištění od subjektivních soudů. Nespornou výhodou dotazníku nesporně je, že umožňuje poměrně rychlé a ekonomické shromažďování dat od velkého počtu respondentů. (Chráska, 2007)

Ferjenčík (2010) rozlišil výhody a nevýhody dotazníku takto:

Výhody dotazníku:

- ◆ úspora času a finančních prostředků,
- ◆ data lze obvykle lépe kvantifikovat,
- ◆ rychlé a ekonomické shromažďování dat od velkého počtu respondentů.

Nevýhody dotazníku:

- ◆ Menší pružnost (např. nelze klást doplňující otázky),
- ◆ formulace otázky nemusí být dostatečně srozumitelná všem,
- ◆ obvykle nižší věrohodnost dat (zařazení tzv. lžiskóre sice umožní vyřadit nejméně věrohodné sety odpovědí, neumožňuje však přiblížit se k pravdivým odpovědím),
- ◆ příprava dotazníku si vyžaduje větší pečlivost než příprava interview.

1.6.1 Druhy položek v dotazníku

Místo termínu položka se často uvádí otázka. Označení položka je obecnější, protože některé položky nemusí mít formu otázky, nýbrž např. formu příkazu („vyberte tvrzení, se kterým souhlasíte“). Položky v dotazníku lze třídit podle různých kritérií, z nichž nejčastěji se uvádějí: cíl, pro který je položka určena, forma požadované odpovědi a obsah, který položka zjišťuje. (Chráska, 2007)

1.6.1.1 Klasifikace dle cíle, pro který je položka určena

Z toho hlediska lze rozlišovat položky obsahové (výsledkové) a položky funkcionální. Obsahové položky zjišťují údaje, které jsou nutné pro splnění výzkumného záměru, funkcionální položky mají optimalizovat průběh dotazování. Mezi funkcionální položky řadíme tzv. kontaktní položky, položky funkcionálně psychologické, filtrační a kontrolní. (Chráska, 2007)

1.6.1.1.1 Kontaktní položky

Položky slouží k vytvoření náležitého kontaktu mezi respondentem a výzkumníkem. Bývají snadné a nenáročné, plní funkci úvodu k dotazování a uvádí respondenta do zkoumané problematiky. Jako kontaktní položky nejsou zpravidla příliš vhodné dotazy na demografické údaje o respondentovi, protože mohou vzniknout pochybnosti o anonymitě dotazování a nedůvěra k výzkumníkovi. Demografické údaje bývá vhodné požadovat až v závěru dotazníku. Jako kontaktní položky také nejsou vhodné tzv. „choulostivé“ otázky nebo otázky pro respondenta nějakým způsobem znepokojující. (Chráska, 2007)

1.6.1.1.2 Funkcionálně psychologické položky

Tyto položky slouží k odstranění nežádoucího napětí u respondenta (např. po „zneklidňujících otázkách“), někdy se používají k „přeladění“ respondenta od jednoho tématu k druhému nebo pro odstranění stereotypních postojů respondenta ke zkoumané problematice. Při kladení více otázek, které se týkají jednoho problému, se může totiž u respondenta vytvořit určitý stereotyp, na jehož základě poté odpovídá. V těchto případech bývá výhodné přerušit dotazování funkcionalně psychologickou položkou, která odvede pozornost respondenta jiným směrem, a teprve potom se k původnímu tématu vrátíme. (Chráska, 2007)

1.6.1.1.3 Kontrolní položky

Kontrolní položky mají za úkol prověřit věrohodnost zjišťovaných údajů. Je možnost použít několika variant kontrolních otázek. Jedna z možností spočívá v tom, že na jednu skutečnost se respondenta ptáme více položkami v dotazníku. Např. položíme otázku „jste spokojeni se svou prací?“ a v jiné části dotazníku umístíme otázku „chtěl byste změnit zaměstnání?“. Při zjištění rozporu mezi odpověďmi můžeme položku buď vyloučit jako málo věrohodnou, anebo můžeme provést nějaké jiné doplňující šetření. Jiná varianta kontrolních spočívá v tom, že se dotazníku zařadí otázka, na níž s naprostou jistotou známe odpověď. Rozpor mezi skutečností a odpovědí respondenta opět indikuje malou věrohodnost jeho odpovědi. Další varianta kontrolních otázek užívá otázek, které se ptají na neexistující skutečnosti (např. události, osoby atd.). Odpoví-li určitým způsobem respondent v těchto otázkách, lze z toho rovněž usuzovat na malou serióznost odpovědi. Otázkou zůstává, zda můžeme malou věrohodnost či neserióznost odpovědi (odhalenou kontrolní otázkou) vztahovat na všechny položky v dotazníku, nebo jen na některou jeho část. Zřejmě bude záležet na druhu kontrolní otázky a na povaze zkoumaného problému. Důležitou zásadou, kterou musíme při používání kontrolních otázek respektovat, je, že kontrolní otázka nesmí být v dotazníku umístěna bezprostředně vedle položky, kterou kontrolujeme. (Chráska, 2007)

1.6.1.1.4 Filtrační položky

Užívají se při zkoumání problémů, které se netýkají celého souboru zkoumaných jedinců. Filtrační položky se zpravidla zařazují před položky základní a mají za úkol

eliminovat ty jedince, kteří pro šetření nemají význam. Např. týká-li se jisté šetření žáků, kteří jsou členy některého sportovního oddílu, ptá se jedna z prvních položek na členství ve sportovních oddílech. Pokud respondent neodpoví žádoucím způsobem, nejsou jeho další odpovědi již brány v úvahu. (Chráška, 2007)

1.6.1.2 Klasifikace dle formy požadované odpovědi

Podle toho, jakým způsobem má respondent v určité položce dotazníku odpovědět, lze rozdělit položky na otevřené a uzavřené (nestrukturalizované a strukturované). U otevřených položek respondent odpověď sám vytváří, u položek uzavřených určitým způsobem manipuluje s odpověďmi již navrženými (např. vybírá, seřazuje apod.). (Chráška, 2007)

1.6.1.2.1 Otevřené (nestrukturované) položky

Tyto položky nenavrhují respondentovi žádné hotové odpovědi. Je u nich určen jen předmět, ke kterému se mají přihlásit, jinak není respondent zpravidla nijak usměrňován (např. „co si myslíte o ...?“). Nevýhodou těchto položek je právě jejich volnost, která působí obtíže při vyhodnocování. Po shromáždění všech odpovědí je zpravidla nutné provést dodatečnou kategorizaci, která umožní nepřehledně velký počet individuálních odpovědí převést na menší počet zvolených kategorií, čímž se vždy jistá část informace ztrácí. Provádění dodatečné kategorizace otevřených odpovědí rovněž vyžaduje poměrně kvalifikovaného pracovníka a je časově náročné. Proto při zpracovávání velkých dotazníkových šetření je používání této formy položek málo reálné. Otevřené položky jsou výhodné používat v předvýzkumu, kde můžeme nejfrekventovanějších typů odpovědí využít pro konstrukci nabídek pro položky uzavřeného typu. Kladem otevřených položek je, že umožňuje často hlubší proniknutí k sledovaným jevům a lépe postihují skutečné mínění respondentů než položky uzavřené. Výpovědní hodnota otevřených položek také značně závisí na dovednosti nebo ochotě respondentů se vyjadřovat. Otevřené položky jsou vhodné jako položky kontaktní, anebo jako položky funkcionálně psychologické. Při grafické úpravě otevřených položek je vždy třeba pamatovat na přiměřeně velké místo pro uvedení odpovědi. (Chráška, 2007)

1.6.1.2.2 Uzavřené (strukturované) položky

Vyznačují se tím, že se u nich respondentům předkládá vždy určitý počet předem připravených odpovědí. Hlavní výhodou těchto položek je to, že se podstatně zjednodušuje vyhodnocování odpovědí. Často také respondenti ochotněji vyplňují dotazník s již připravenými odpověďmi. Nevýhodou této formy položek na druhé straně zůstává fakt, že všechny možné kvality odpovědí jsou násilně vtěsnány do schématu připravených odpovědí. Podle počtu předkládaných odpovědí lze uzavřené položky rozdělit na dichotomické a polytomické. Pokud na položku lze dát dvě vzájemně se vylučující odpovědi (např. ano – ne), hovoříme o položkách dichotomických. Pokud na položku existují dvě odpovědi, které se včas vzájemně nevylučují, jde o takzvanou nepravou dichotomii. U polytomických položek se předkládá více odpovědí než dvě. Tyto položky lze dále rozdělit na výběrové, výčtové a stupnicové. Ve výběrových položkách se respondentům předkládá několik odpovědí, z nichž jednu mají vybrat. Je důležité, aby kategorie odpovědí byly vyčerpávající, ale ne příliš početné. Abychom se vyhnuli nebezpečí, že neuvědeme některou možnou odpověď, můžeme použít i nabídky „jiná odpověď“. Tuto nabídku volí respondent v případě, že mu nevyhovuje žádná z nabízených možností. Položky tohoto typu bývají označovány za položky polouzavřené. (Chráska, 2007)

Při řazení nabídek odpovědi dbáme, aby navrhované odpovědi byly (pokud to lze) seřazeny podle určitého kritéria (např. Od odpovědi „vždy“ k odpovědi „nikdy“, podle velikosti, významu, frekvence atd.) Výsledky získané dotazníkovým šetřením lze potom snáze interpretovat. (Chráska, 2007)

Zvláštním druhem výběrových položek jsou tzv. škálové položky. U škálových položek respondent odpovídá tak, že vybírá určitý bod na předložené škále. (Chráska, 2007)

Výčtové položky se vyznačují tím, že u nich respondent vybírá současně několik odpovědí. Počet odpovědí, které se mají vybrat, je buď neomezený, anebo je určen instrukcí (např.: „Vyberte dvě z uvedených odpovědí, se kterými souhlasíte.“). (Chráska, 2007)

Ve stupnicových položkách se respondentům předkládá určitý počet odpovědí s tím, že je mají seřadit podle určitého kritéria (např. podle oblíbenosti, významu apod.). (Chráska, 2007)

Při používání výčtových a stupnicových položek mohou vznikat obtíže při vyhodnocování odpovědí vzhledem k tomu, že různé kombinace odpovědí (resp. různá pořadí odpovědí) mohou mít různou výpovědní hodnotu. Proto se výčtové a stupnicové položky užívají jen v nezbytných případech. (Chráška, 2007)

Odpovědi v uzavřených položkách je možno zaznamenávat buď přímo do formulářů dotazníků (zakroužkováním, podtržením, označením křížkem apod.), nebo lze použít zvláštních záznamových listů, které mají výhodu v tom, že samotný formulář dotazníku můžeme používat opakovaně. (Chráška, 2007)

1.6.1.3 Klasifikace dle obsahu, který položka dotazníku zjišťuje

Podle tohoto kritéria můžeme položky v dotazníku rozdělit na položky zjišťující fakta, položky zjišťující znalosti a vědomosti a na položky zjišťující mínění, postoje a motivy respondentů. (Chráška, 2007)

1.6.1.3.1 Položky zjišťující fakta

Tyto položky zpravidla nevyžadují velkou námahu při odpovídání, a proto se často používají jako úvodní položky dotazníku. Užívají se však i v průběhu dotazování, aby si respondent odpočinul od náročnějších otázek. Položky zjišťující fakta bývají velmi často dichotomické (typ ano - ne). Mezi položky zjišťující fakta patří i otázky na demografické údaje (věk, pohlaví, zaměstnání, složení rodiny, sociální postavení apod.). Z psychologického hlediska je nejvhodnější umístit otázky na demografické údaje až na konci dotazníku. (Chráška, 2007)

1.6.1.3.2 Položky zjišťující znalosti nebo vědomosti

Položky nutno v dotazníku formulovat velmi opatrně, aby se respondent necítil kompromitován při neznalosti. Dá se toho docílit např. tím, že z formulace položky vyplývá, že eventuální neznalost je zcela běžným jevem. Je možno použít např. formulaci: „Nevzpomínáte si, kdo byl posledním předsedou Federálního shromáždění ČSFR?“ (méně vhodná formulace: „Kdo byl posledním předsedou Federálního shromáždění ČSFR?“) apod. (Chráška, 2007)

1.6.1.3.3 Položky zjišťující mínění, postoje a motivy

Položky jsou velmi citlivé na formulaci a na zařazení v dotazníku. Důležitou zásadou je, že v položkách se nesmí projevovat postoje, názory a hodnocení autora dotazníku. Rada otázek tohoto typu může přivést respondenta do rozpaků, vyvolat u něho negativní reakci apod. V těchto případech se doporučuje dát ve formulaci položek najevo, že různost názorů je zcela přirozená a normální. (Chráska, 2007)

V položkách zjišťujících mínění, postoje a motivy se užívá často tzv. nepřímých (projektivních) otázek. Užívají se zvláště při zkoumání tzv. „choulostivých“ problémů, o nichž respondenti neradi hovoří. V těchto případech se např. neptáme přímo na názory dotazovaného, ale na mínění celé skupiny, ke které dotazovaný patří, na mínění „lidí vůbec“ atd. (Chráska, 2007)

U nepřímých otázek předpokládáme, že se respondent ztotožní s příslušnou skupinou a do odpovědi promítne svůj názor. Formulace a používání nepřímých otázek předpokládá určité zkušenosti a schopnost empatie vůči respondentům, jimž je dotazník určen. (Chráska, 2007)

Velkým problémem při používání položek, které zjišťují mínění, postoje a motivy, je skutečnost, že respondent může vědomě zkreslovat své odpovědi. Plně to platí u položek, kde je zřejmá souvislost mezi otázkou a tím, co se má zjišťovat. Lze očekávat, že respondenti nebudou ochotni vypovídat pravdivě např. tehdy, jestliže ze zaměření otázek dotazníku vyplývá, že cílem šetření je odhalení jejich negativních vlastností. Jestliže chceme získat věrohodné informace i z těch oblastí, kde lze očekávat vědomé zkreslování odpovědí, můžeme se pokusit použít tzv. maskované otázky. U těchto otázek nesmí být na první pohled patrné, co se otázkou zjišťuje. Vytvoření maskovaných otázek je velmi náročné a vyžaduje vedle hlubšího poučení také velké zkušenosti. Navíc, validita maskovaných otázek nebývá příliš vysoká. (Chráska, 2007)

1.6.2 Nejdůležitější požadavky na konstrukci dotazníku

V následujícím přehledu se pokusíme shrnout nejdůležitější pravidla, zásady a požadavky, které bychom měli dodržovat při návrhu jednotlivých položek dotazníku a při sestavování dotazníku jako celku.

- ◆ Položky v dotazníku musí být všem respondentům jasná a srozumitelná. To znamená, že např. musíme respektovat to, jakým respondentům je dotazník určen

(věk, vzdělání, motivace). Položky dotazníku by měly být formulovány také co možná nejstručněji.

- ◆ Formulace položek v dotazníku musí být naprosto jednoznačná a nesmí připouštět chápání více způsoby. Např. zkoumáme-li volný čas žáků, je třeba jednoznačně vymežit, co si pod pojmem volný čas představujeme.
- ◆ Velké opatrnosti je třeba při formulaci položek typu „proč“. Zpravidla není možné se přímo ptát např. na příčiny určitého chování, vzhledem k tomu, že je respondenti buď neznají, nebo si je plně neuvědomují. Na otázky o příčinách existujících jevů musí dát odpověď většinou výzkumník na základě analýzy výsledků šetření. Jinak je tomu ovšem v případech, kdy zjištění mínění respondenta o příčinách určitých jevů je výzkumným záměrem.
- ◆ Položky dotazníku by měly zjišťovat jen nezbytné údaje, které nelze získat jiným způsobem. Dotazník by také neměl být příliš rozsáhlý.
- ◆ Položky v dotazníku nesmějí být sugestivní, tj. takové, že již svou formulací napovídají, jak mají být zodpovězeny.
- ◆ Pro úspěch každého dotazníkového šetření je nezbytným předpokladem ochota respondentů spolupracovat. Ochotu spolupracovat může zvýšit přiměřená motivace v úvodu dotazníku, kde stručně vysvětlíme smysl a potřebnost prováděného šetření. Ochota spolupracovat je do značné míry závislá také na tom, jak je vyplňování dotazníku zajímavé a náročné. Nevhodné jsou položky, jejichž zodpovězení je příliš pracné (např. nutnost vyhledávat dokumenty, dlouhé písemné odpovědi apod.). V tomto směru často lépe vyhovují uzavřené, resp. polouzavřené položky.
- ◆ Dotazník musí vždy obsahovat jasné pokyny k vyplňování. Je to zvlášť důležité u dotazníků rozesílaných poštou.
- ◆ Při konstrukci dotazníku je třeba dbát na to, aby získané údaje bylo možno snadno třídit, tabelovat a zpracovávat. Přehnaná snaha usnadnit si zpracování výsledků dotazníkového šetření však někdy může vést k dezorientaci respondentů při vyplňování. Považujeme za nepřiměřené a zbytečně matoucí, jestliže se ve formulářích dotazníků objevují označení, jako např. znak, kód a jiné symboly nebo výrazy, kterým nemusí respondent rozumět a které mohou odrazovat od vyplňování.
- ◆ Při řazení položek v dotazníku dáváme vždy přednost pořadí, které vyhovuje z psychologického hlediska, před pořadím logickým. Nejdůležitější položky se doporučuje umísťovat ve střední části dotazníku. Dotazník obvykle začíná zcela jednoduchými,

konkrétními otázkami, dále následují obsahové položky, které se podle potřeby prokládají položkami filtračními, kontrolními a funkcionálně psychologickými. Někdy bývá pro řazení položek, vztahujících se k jednomu tématu, doporučována tzv. technika nálevky. Tato technika spočívá v tom, že soubor položek začíná položkou nejobecnější a další položky se potom postupně zužují. Jiná modifikace této techniky spočívá v tom, že jako první formulujeme obecnou otevřenou položku a na ni potom navazují užší položky uzavřeného typu. Někdy se mohou položky, vztahující se k určitému tématu, řadit i opačným způsobem, tj. od nejužších (nejkonkrétnějších) k nejširším (nejobecnějším). V tomto případě se hovoří o technice převrácené nálevky. (Chráška, 2007)

1.6.3 Vlastnosti dotazníku

Tak jako každý jiný prostředek měření, měl by i dotazník splňovat základní požadavky kladené na dobré měření. Jsou to zejména validita, reliabilita a praktičnost.

Validita dotazníku spočívá v tom, že dotazník zjišťuje skutečně to, co má zjišťovat, tj. to, co je výzkumným záměrem. Konstrukce dotazníku v klasických pedagogických výzkumech by měla vždy vycházet ze zdůvodněné vědecké hypotézy a jednotlivé položky musí přinášet data pro verifikaci této hypotézy. Posouzení stupně validity dotazníku je vždy do určité míry subjektivní a záleží především na fundovanosti a kompetentnosti autora dotazníku. Lze jen doporučit, aby při posuzování validity dotazníku nevycházel autor jen z vlastních názorů, ale nechal vždy posoudit navrhovaný dotazník dalšími odborníky. (Chráška, 2007)

Reliabilitou dotazníku se rozumí schopnost dotazníku zachycovat spolehlivě a přesně zkoumané jevy. Dostatečně vysoká reliabilita je nezbytným předpokladem dobré validity dotazníku, i když sama o sobě ještě validitu nezaručuje. Je bohužel skutečností, že uživatelé dotazníků se většinou o stupeň spolehlivosti a přesnosti získávaných výsledků příliš nezajímají. Přitom v mnoha pedagogických výzkumech je dotazník jediným zdrojem informací, o který se šetření opírá. V zásadě je možné stupeň reliability výsledků dotazníkových šetření vždy určitým způsobem odhadovat nebo kontrolovat. (Chráška, 2007)

1.6.3.1 Reliabilita měření prováděného dotazníkem

Pojem reliabilita se začal v pedagogice používat až v souvislosti s „didaktickými testy“. U ostatních metod sběru dat (metod měření) se zatím většinou žádné posuzování reliability neprovádí. Přitom lze pro každý systém měření nalézt způsob, jak stupeň jeho spolehlivosti a přesnosti, tj. stupeň reliability, posoudit, změřit, anebo alespoň přibližně odhadnout. (Chráska, 2007)

Při volbě příslušného statisticko-empirického postupu určování reliability dotazníkového šetření musíme v první řadě zvážit, jaký druh dat při šetření získáváme. Existují postupy využitelné pro analýzu nominálních dat, postupy pro stanovení reliability u ordinálních dat, ale také procedury určené pro metrická data. (Chráska, 2007)

Nejširší výběr metod pro stanovení reliability se nabízí v případě metrických dat. Zkušenosti ukazují, že např. mnohé škály používané v dotaznících poskytují data, která můžeme docela dobře považovat za data metrická a využívat tudíž při jejich analýze postupů, vyvinutých pro metrická data (např. jednofaktorová či dvoufaktorová analýza rozptylu apod.). (Chráska, 2007)

1.6.3.2 Metody určování reliability

Pro posouzení reliability výsledků dotazníkového šetření se v sociologicky orientované literatuře někdy doporučuje tzv. metoda štěpení. U této metody se srovnávají výsledky, jichž bylo u týchž respondentů dosaženo pomocí dvou různých, ale ekvivalentních forem dotazníku. Tato metoda je v běžných výzkumech málo reálná, protože vyžaduje velmi náročnou přípravu celého šetření a je navíc příliš náročná časově i ekonomicky. (Chráska, 2007)

V některých případech lze reliabilitu dotazníkového šetření posuzovat také tak, že dotazník předložíme týmž respondentům po uplynutí určitého optimálního období a opakovaným šetřením. V tomto případě záleží na tom, aby doba pro opakované šetření byla určena skutečně optimálně. Je-li příliš krátká, hrozí nebezpečí zapamatování, a tím zkreslení výsledků, je-li naopak příliš dlouhá, může dojít ke změně měřené vlastnosti, takže potom vlastně při opakovaném šetření měříme něco jiného než při šetření prvním. Většinou se uvádí, že nejvhodnější čas pro opakované měření je asi 2-3 týdny po měření prvním. Tato metoda ověřování reliability dotazníkového šetření není pro běžné výzkumy příliš vhodná, protože opakované šetření se stejnými respondenty je jen málokdy uskutečnitelné. (Chráska, 2007)

Jako další způsob určení reliability dotazníkového šetření se v sociologické literatuře uvádí postup, kdy se dotazník zadá dvěma reprezentativním výběrům téhož základního souboru. Získané výsledky se potom navzájem srovnávají. Ze stupně shody mezi výsledky v obou výběrech se usuzuje na stupeň reliability provedeného dotazníkového šetření. Modifikací uvedené metody je postup, při kterém přiměřeně velký reprezentativní výběr z jistého základního souboru rozdělíme náhodně na dva stejně velké výběrové soubory. Výsledky získané v těchto dvou výběrových souborech potom srovnáváme. (Chráska, 1996).

Poslední uvedená metoda má, ve srovnání s ostatními postupy, výhodu v tom, že nevyžaduje žádné opakované měření ani zadávání jiného dotazníku, nýbrž vychází pouze z dat, která byla získána při běžném dotazníkovém šetření. Metodu lze poměrně snadno aplikovat zejména při ověřování reliability u klasických dotazníků s výběrovými položkami. (Chráska, 2007)

1.6.4 Provedení dotazníkového šetření

Dotazník lze předat respondentům v podstatě třemi způsoby: rozesláním poštou, osobně nebo prostřednictvím dalších osob.

Snad nejvýhodnější (ale ne vždy proveditelné) je osobní předávání dotazníků, po kterém bezprostředně následuje vyplnění dotazníků respondenty a vybrání dotazníků zpět. Tento postup je dobře proveditelný např. ve výzkumech, jimiž se zkoumají mínění vysokoškolských studentů nebo žáků středních či základních škol. Výhodou tohoto způsobu zadávání dotazníků je prakticky stoprocentní návratnost. (Chráska, 2007)

Pokud rozesíláme dotazníky poštou, musíme počítat s poměrně malou návratností, zvláště u dotazníků anonymních. Údaje o průměrné návratnosti se v literatuře rozcházejí, ale jsou zhruba v intervalu od 30 % do 60 %. Prakticky to znamená, že u dotazníků rozesílaných poštou je třeba rozesílat alespoň dvojnásobek dotazníků ve srovnání s požadovaným rozsahem výběru. Další stinnou stránkou dotazníků rozesílaných poštou je skutečnost, že vzorek respondentů, kteří dotazník vyplnili a vrátili, nemusí být nutně reprezentativní. Výzkumy totiž ukazují, že vracení dotazníků není jen věcí náhody, nýbrž že se na něm podílejí různé další vlivy. Bylo např. prokázáno, že dotazníky vracejí spíše lidé s vyšším vzděláním, lidé s větší odpovědností a kladným postojem ke zkoumané problematice. (Chráska, 2007)

Pro úspěch dotazníkového šetření je důležité, aby respondenti měli záruku, že dotazníkem zjištěné skutečnosti nebudou zneužity proti nim. V tomto směru bývá prospěšné užívání anonymních dotazníků. Anonymním dotazníkem většinou získáme pravdivější údaje, na druhé straně však anonymní dotazník může svádět k neodpovědnému vyplňování či dokonce k recesi. (Chráska, 2007)

Před provedením vlastního dotazníkového šetření je vhodné provést předvýzkum, při kterém se doporučuje navržený dotazník vyzkoušet na vzorku alespoň 30 respondentů. Pečlivé provedení předvýzkumu zmenší riziko neúspěchu při vlastním dotazníkovém šetření. Na základě výsledků a zkušeností máme možnost navržený dotazník korigovat (upravit formulace položek, vypustit některé položky apod.). (Chráska, 2007)

1.6.5 Kategorizace třídění materiálů získaného dotazníkem

Po shromáždění vyplněných dotazníků od respondentů je potřeba získaný materiál nejdříve zkontrolovat z hlediska jeho korektnosti. Doporučuje se vyloučit z dalšího zpracování dotazníky, které jsou vyplněny zjevně nesprávně nebo neúplně (např. dotazníky, ve kterých respondent nedodržel instrukci a vybral více odpovědí apod.). (Chráska, 2007)

V dotazníkových šetřeních se často vyskytuje situace, že jednu vlastnost zjišťuje (měří) současně více položek. V těchto případech je možné (někdy dokonce výhodné) vyjádřit úroveň měřené vlastnosti syntetickým způsobem, pomocí tzv. indexů. Indexy, které vyjadřují celkovou míru zjišťované vlastnosti, je možno stanovit v podstatě dvojitým způsobem. Buď se sečtou dohromady všechny údaje u položek měřících jednu vlastnost, anebo se index vyjádří jako poměr mezi součtem údajů ze všech položek a maximálně možným součtem ve všech položkách. Při dalším zpracování se místo s jednotlivými položkami pracuje jen s indexy, čímž se celé zpracování i interpretace výsledků podstatně zjednodušuje. (Chráska, 2007)

Jednotlivé položky dotazníku vyjadřují různé znaky (proměnné) zkoumaného souboru respondentů. Znakem je např. údaj o věku určité osoby, údaj o postojích respondenta k určité události, údaj o průměrném prospěchu žáka apod. (Chráska, 2007)

Znaky, se kterými se v dotaznících setkáváme, lze rozdělit na čtyři následující:

- ◆ znaky nominální (kvalitativní), které vypovídají jen o příslušnosti respondenta k určité kategorii odpovědí. Např. v položce, která zjišťuje povolání rodičů žáka

(měřený znak), zjistíme, kolik rodičů pracuje jako dělníci, zemědělci, státní zaměstnanci atd.

- ◆ znaky pořadově (ordinální) vypovídají o vzájemném pořadí respondentů podle určitého hlediska.
- ◆ znaky intervalové vypovídají o tom, jak velké jsou rozdíly mezi vlastnostmi respondenta.
- ◆ znaky poměrové podávají úplnou informaci o kvantitě měřeného jevu. Poměrový znak informuje nejen o rozdílech mezi respondenty v určité vlastnosti, ale také o tom, kolikrát je určitá vlastnost jednoho jedince větší nebo menší než jiného.

Intervalové a poměrové znaky bývají také často označovány jako znaky metrické nebo kardinální. V dotaznících se nejčastěji setkáváme se znaky nominálními nebo ordinálními. Znaky metrické (kardinální) se často pomocí vhodné kategorizace převádějí na znaky ordinální. (Chráška, 2007)

Před statistickým zpracováním výsledků dotazníkového šetření je třeba provést (popř. jen doplnit) kategorizaci odpovědí. Znamená to u každé položky dotazníku jednoznačně určit, které kategorie (druhy) odpovědí přicházejí v úvahu. U uzavřených položek bývá kategorizace již naznačena stavbou položky (nabízené odpovědi tvoří kategorie), ale často je i zde nutno určitou dodatečnou kategorizaci provádět. U výběrových položek např. přidáváme kategorii „neodpověděl“, u položek výčtových vytváříme kategorie podle různých kombinací vybraných odpovědí. Komplikovanější situace je u položek stupnicových, kde je nutno vytvořit řadu kategorií podle uváděných pořadí odpovědí. Výsledky v položkách, v nichž získáváme metrické znaky, se většinou kategorizují do čtyř až šesti kategorií, čímž tyto znaky převádíme, jak již bylo uvedeno, na znaky ordinální. (Chráška, 2007)

U položek otevřených je třeba provést úplnou kategorizaci odpovědí, tj. musíme všechny individuální odpovědi přiřadit k určitému počtu zvolených kategorií. V některých případech se nevyhneme zavedení kategorie „jiná odpověď“, která pro získání nových poznatků většinou mnoho nepřináší. Kategorií by neměl být velký počet (většinou ne více než 4 –6), protože větší počet kategorií znemožňuje provedení statistické vztahové

analýzy. Kategorie odpovědí bývají někdy také označovány jako třídy znaků. (Chráska, 2007)

V případě, že předpokládáme zpracování výsledků dotazníkového šetření na počítači, následuje po kategorizaci odpovědí ještě tzv. kódování, kterým rozumíme přiřazení určitého číselného kódu (číselného označení) každé položce dotazníku a každé kategorii (třídě) odpovědí. Jednotlivé číselné kódy se potom vkládají do počítače. Dalším krokem při zpracování výsledků dotazníkového šetření je tzv. třídění. Třídění je postup, pomocí něhož zjišťujeme, kolik respondentu má společný buď jeden, nebo dva, popř. více společných znaků. (Chráska, 2007)

Pokud zjišťujeme, kolik jedinců má společný jeden znak, hovoříme o třídění prvního stupně. Výsledkem třídění prvního stupně bývá zpravidla tolik tabulek, kolik je v dotazníku položek. (Chráska, 2007)

Při třídění druhého stupně vyhledáváme ty respondenty, kteří mají shodné dva sledované znaky. Vyhledáváme tedy ty jedince, kteří uvádějí určitou odpověď v jedné otázce a současně uvádějí jistou odpověď v druhé otázce. Má-li dotazník n položek (znaků), potom výsledkem úplného třídění druhého stupně je $n * (n - 1) / 2$ kontingenčních tabulek např. pro dotazník o 30 položkách to představuje 435 kontingenčních tabulek. (Chráska, 2007)

Při třídění třetího stupně vyhledáváme osoby, které mají společné tři znaky, přičemž počet kontingenčních tabulek, které tyto souvislosti vyjadřují, je u dotazníku s n položkami

3!-(«-3)!

Pro dotazník o 30 položkách to představuje již 4060 kontingenčních tabulek.

Při běžných dotazníkových šetřeních zpravidla vystačíme s tříděním prvního a druhého stupně, přičemž u třídění druhého stupně se obvykle vyhledávají souvislosti jen mezi některými položkami. Volba techniky třídění závisí především na velikosti výběrového souboru. U malých výběrů (cca do 100 jedinců) můžeme použít ruční třídění. Tato technika spočívá v tom, že formuláře dotazníků rozdělujeme na „hromádky“ podle třídícího znaku, resp. třídících znaků. Hledané četnosti potom zjistíme spočítáním formulářů dotazníků v jednotlivých hromádkách. Techniku ručního třídění lze u menších výběrových souborů doporučit zejména těm pracovníkům, kteří nemají s vyhodnocováním a interpretací dotazníkových šetření zkušenosti. Tato technika totiž

umožňuje plněji pochopit podstatu této procedury a usnadňuje interpretaci získaných výsledků. U větších výběrových souborů je ruční třídění již příliš pracné, a proto se provádí pomocí počítačových programů (např. Excel, Statistica, Statgraphics apod.). (Chráska, 2007)

2. MATERIÁL A METODIKA

2.1 Tvorba mikroskopických preparátů

2.1.1 Dočasné preparáty

Při přípravě preparátů zpravidla užíváme různé kombinace postupů. Postup pro zhotovení jednoduchého dočasného preparátu: Odběr materiálu → (fixace a konzervace materiálu) → příprava objektu k mikroskopování – např. zhotovení řezů → (barvení) → uzavření objektu mezi podložní a krycí sklíčko ve vodě nebo glycerolu. (Vinter, 2009)

Pro zhotovení jednoduchého přechodného preparátu je potřeba dodržet tato základní pravidla (zásady):

- ◆ Používáme jen dokonale čistých mikroskopických skel.
- ◆ Pozorované objekty vkládáme tak, aby ležely uprostřed pod krycím sklem.
- ◆ Je-li objektů více, nesmí se překrývat.
- ◆ Preparát zhotovujeme pokud možno z co nejmenšího množství materiálu.
- ◆ Řezy musí být co nejtenčí a nepotrhané.
- ◆ Voda nebo jiné médium se nesmí dostat na vrchní plochu krycího skla.
- ◆ Vznik vzduchových bublin pod krycím sklem je nežádoucí.
- ◆ Krycí sklo nesmí plavat nebo při naklonění preparátu klouzat.

2.1.1.1 Příprava rostlinného materiálu

Mikroskopické preparáty zhotovujeme z živého nebo usmrceného (fixovaného) materiálu. Živý rostlinný materiál malých rozměrů (pylová zrna, ap.) většinou před zhotovením preparátu nevyžaduje žádnou přípravu. Živý materiál větších rozměrů (vegetativní a generativní orgány) je potřeba upravit jen nhrubo tak, abychom z něj mohli pořizovat řezy (viz řezání). (Jurčák, 1998)

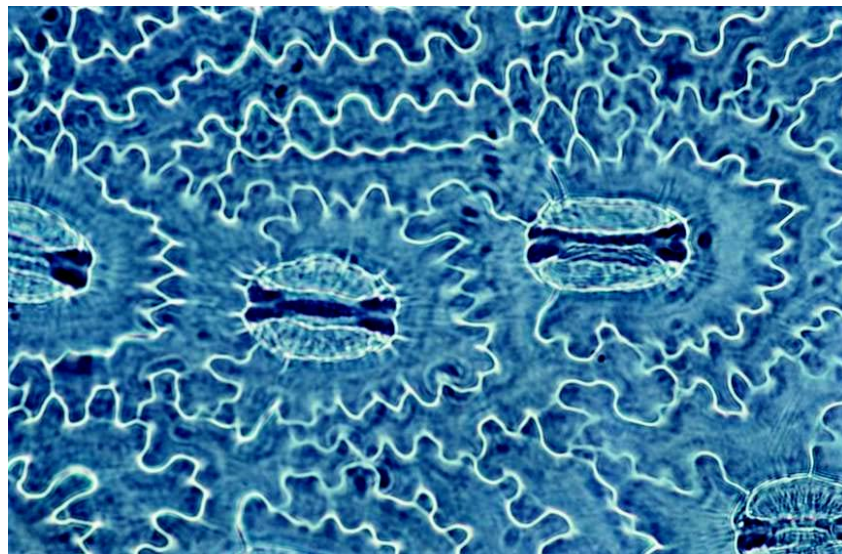
Zpracováváme-li větší množství materiálu nebo materiál, který je nsnadno dostupný, musíme ho nashromáždit, fixovat a konzervovat až do doby zpracování. Fixací rozumíme rychlé a šetrné usmrcení tak, aby byl minimalizován vznik artefaktů, čili aby byly zachovány struktury, které měl objekt zaživa. To ovšem není nikdy úplně možné, usmrcením vždy nějaké artefakty vznikají. (Jurčák, 1998)

Fixace se provádí chemickými činidly nebo fyzikální cestou (teplem, chladem, mrazem ap.). Chemické fixáže se mohou aplikovat v plynné fázi (fixace parami) nebo kapalně fázi (roztoky). Pro naši práci jsou nejdůležitější kapalně chemické fixáže. Při volbě fixačního činidla je rozhodující charakter rostlinného materiálu (buněk, pletiv, orgánů); cíl jejich studia; anatomicko-histologická studia jsou na volbu fixáže méně náročná než výzkumy cytologické; metoda dalšího zpracování, především barvení; je nutno, aby fixáž co nejlépe zachovávala barvitelnost studovaných struktur. Mezi základní požadavky na postup při fixaci patří to, že pracujeme s čerstvě připravovanými roztoky (výjimkou je např. fixáž FAA), fixovaný objekt rychle a šetrně rozřežeme na drobné kousky, přičemž předcházíme mechanickému poškození (vzniku artefaktů), fixujeme v uzavíratelných skleněných nádobách (širokohrdlé láhve), používáme mnohonásobně většího objemu fixáže (až 100 x) než je objem objektu, obsah sklenice s fixovaným materiálem občas promícháme, podle povahy materiálu a fixačního činidla fixujeme několik hodin až několik dnů, do sklenice neopomeneme vložit tužkou psané informace o materiálu a fixaci, a že po přemístění materiálu do konzervačního činidla umístíme označení s údaji na sklenici zvenčí (trvanlivost nálepky zvýšíme přelepením izolepou). Uvádím zde nejběžnější a nejdostupnější činidla. Prvním z nich můžeme uvést etanol C_2H_5OH , FAA (formaldehyd-aceto-etanolová fixáž), či FPA (formaldehyd-propiono-etanolová fixáž). (Jurčák, 1998)

Dále je potřeba materiál konzervovat. Před dalším zpracováním je potřebné z objektu fixační činidlo odstranit. Provádíme vypírání. Vypíráme nejčastěji tekoucí nebo vyměňovanou vodou či různě koncentrovanými, zpravidla však zředěnými vodnými roztoky etanolu. Mnohdy fixovaný materiál nemůžeme ihned zpracovat na preparáty. Je nutné uložit ho do vhodného konzervačního činidla, které umožňuje jeho konzervaci a zachovává dobře vlastnosti vnitřních struktur a jejich barvitelnost. Základní konzervační činidla jsou etanol (70%), formaldehyd (4–6% vodný roztok) a glycerol-etanol. Konzervační činidla obsahující glycerol nezpůsobují tvrdnutí objektů, některé dokonce změkčují (např. sekundární xylém větví). Čím je ve směsi více glycerolu, tím je změkčování výraznější. Prodlužuje se však doba vypírání. Pro anatomicko-histologická pozorování jsou glycerol-etanolová konzervační činidla velmi vhodná. (Jurčák, 1998)

2.1.1.2 Způsob přípravy objektů k mikroskopování

- ◆ objekt neupravujeme a pozorujeme in toto (lístek mechu, pylové zrno aj.);
- ◆ výřez pletiva (např. pozorování buněk suknice cibule);
- ◆ vytlačení, popř. roztlačení pletiva (dužnatá pletiva, chromozomy);
- ◆ zhotovení tenkých řezů v ruce pomocí bezové duše.
- ◆ zhotovení otiskových preparátů mikroreliefovou metodou – metoda vhodná k pozorování buněk epidermis a stomat listů. Na plochu listové čepele nanese tenkou vrstvu bezbarvého laku na nehty, necháme zaschnout, stáhneme pomocí bezbarvé izolepy a přilepíme na podložní sklíčko. Pozorujeme při silnějším zaclonění. Příprava otiskových preparátů je rychlá a jednoduchá, preparáty bývají přehledné, především u listů s tenkou kutikulou na povrchu epidermis. Otiskové preparáty však neumožňují, na rozdíl od nativních preparátů zhotovených stažením malého kousku epidermis, pozorovat vnitřní struktury buněk, např. jádro, cytoplazmu, chloroplasty. (Vinter, 2009)



Obr. č. 2 Otiskový preparát z abaxiální strany epidermis spodní strany listu kapradě samce

2.1.1.3 Řezy rostlinnými orgány

Chceme-li zkoumat vnitřní struktury rostlinných orgánů, musíme z nich pořídít řezy. Vzhledem k orientaci řezů rozlišujeme řezy podélné neboli longitudiální (tangenciální nebo radiální) a příčné neboli transverzální. Lze řezat živý i fixovaný rostlinný materiál. Pořadí postupu můžeme v případě potřeby obměnit - nejprve z živého materiálu provedeme řezy a potom je fixujeme. (Jurčák, 1998)

Uvedeme si několik způsobů řezání. První možnost je řezat volně žiletkou v ruce. Z bezpečnostních důvodů používáme jen k přípravě příčných řezů. Postup je vhodný jen pro řezání silnějších objektů (např. dužnatých bylinných stonků). Do jedné ruky uchopíme řezaný objekt, do druhé žiletku, případně břitvu. Pohodlně se posadíme (nikdy neřežeme ve stoje) a ruce zpevníme přitisknutím loktů k tělu. Ostřím přiložíme žiletku k objektu a plynule (jedním tahem) seřízneme co nejtenčí řez. Z žiletky jej setřeme štětečkem a ihned přeneseme do nádoby s vodou či barvivem. Postup opakujeme tak, abychom pořídili více řezů (ne každý se podaří). Dále můžeme řezat volně žiletkou v bezové duši. Postup používáme k příčným řezům, se zvýšenou opatrností i k podélným. Váleček bezové duše podélně rozpůlíme. Vložíme upravený řezaný objekt a řežeme jako v předcházejícím případě. Váleček můžeme zpevnit omotáním nití. Lze poříditi i podélné řezy. Část řezaného objektu necháme z bezové duše vyčnívat, podélně ho několikrát rovnoběžně nařízneme co nejbliže u sebe a pak příčným řezem plátky odřízneme a přeneseme štětečkem do vody či roztoku barviva. Bezovou duši lze nahradit např. válečkem z dužnatého kořene mrkve. Třetí možností, jak provést řez je břitvou v ručním mikrotomu v bezové duši. Lze využít k pořízení příčných i podélných řezů. Objekt opět umístíme do rozpůleného válečku bezové duše. Vložíme do ručního mikrotomu a upevníme přitážením držáčku, který ovládáme vyčnívajícím šroubem. Vyčnívajícím bezovou duší s objektem provedeme zarovnávací řez. Poté otočením šroubu ve spodní části mikrotomu vysuneme váleček o definovanou vzdálenost a opět jedním tahem seřízneme objekt i s bezovou duší. Postup opakujeme, vysunovanou vzdálenost bezového válečku zkracujeme (tím zmenšujeme tloušťku řezů). Řezy přenášíme štětečkem (i s odřezky bezové duše). (Jurčák, 1998).

Mezi nejdůležitější zásady řezání patří že, vždy jako první provedeme zarovnávací řez, řežeme zásadně jedním tahem, vždy pořizujeme více řezů (alespoň 10); ne každý je zdařilý, řezy ihned (i s odřezky bezové duše) přenášíme štětečkem do vody nebo roztoku barviva tak, aby nevyschly, mikrotom po práci musíme dokonale vyčistit; proto je vhodné předcházet znečištění především konzervačními činidly. (Jurčák, 1998)



Obr. č. 3 Příčný řez jehlicí borovice černé (*Pinus nigra*)

2.1.1.4 Barvení mikroskopickými barvivy

Cílem barvení je zviditelnit za normálních okolností neviditelné buněčné součásti, zvýraznit struktury špatně viditelné (nezřetelné) nebo odlišit od sebe struktury na první pohled podobné. Z rozmanitosti cílů a struktur vyplývá též rozmanitost používání barviv a barvicích postupů. (Jurčák, 1998)

Základní přístupy lze rozlišovat takto:

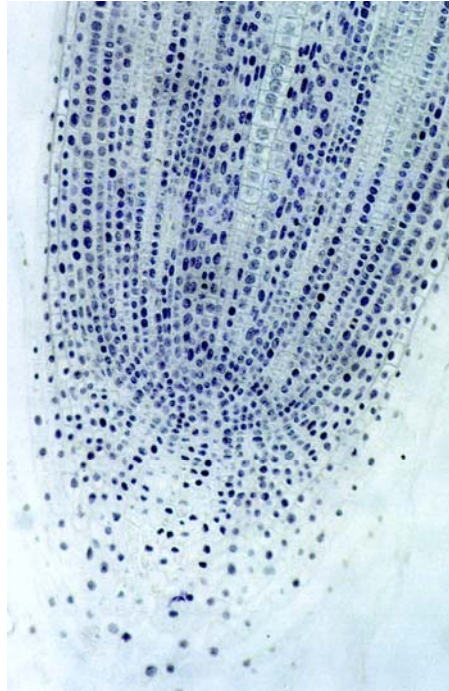
- ◆ Podle stavu zpracovaného materiálu rozlišujeme barvení vitálních nebo fixovaných objektů.
- ◆ Podle předcházející úpravy rostlinných objektů rozeznáváme barvení vcelku – in toto (je barven celý objekt) a barvení řezů (nejprve je objekt rozřezán, pak následuje barvení).
- ◆ Podle postupu při barvení řezů nebo částí rostlinných orgánů může být barvení progresivní (barvíme do žádané intenzity zbarvení) nebo regresivní (řezy přebarvíme, pak barvivo vymýváme - tzv. diferenciací až do žádané intenzity zbarvení).
- ◆ Podle předpůsobení nabarvený objekt známe barvení substantivní (objekt barvíme bez jakéhokoliv předpůsobení přímo) nebo adjektivní (před vlastním barvením působíme na objekt mořidly).
- ◆ Podle počtu užitých barviv a postupu existuje barvení jedním barvivem nebo více barvivy. Barvíme-li směsí barviv zároveň (nejméně 2 barvivy), pak hovoříme o barvení simultánním, aplikujeme-li barviva postupně, jde o barvení sukcedánní.

Postupy při přípravě a aplikaci barviv jsou velmi rozmanité a z toho důvodu je obtížné vytyčit i základní pravidla barvení, protože důležitou roli hraje zkušenost. I totéž barvivo od stejné firmy může mít odlišné vlastnosti, neboť mnohá barviva nejsou ani přesně jako chemická individua definována. (Jurčák, 1998)

Příklady vhodných barviv:

- ◆ barvení Lugolovým roztokem (jodjodkalium – roztok 1g jodidu draselného KI + 0,2 g jódu v 50 ml destilované vody) – cytoplazmu barví hnědě, škrob tmavě fialově;
- ◆ barvení floroglucinolem (roztok 1 g floroglucinolu v 70% etanolu) – barví intenzivně červeně lignifikované buněčné stěny, výborné činidlo k barvení dřeva. Barevná reakce je urychlena v kyselém prostředí – k barvenému objektu přikápneme kapku 10 – 20% kyseliny chlorovodíkové HCl;
- ◆ barvení safraninem (růžový roztok safraninu na hodinovém sklíčku) – barví červeně sklerifikované a lignifikované buněčné stěny, při vyšší koncentraci i celulosní buněčné stěny a buněčné organely;
- ◆ barvení chlórzinkjódem (roztok 20 g chloridu zinečnatého $ZnCl_2$ + 7 g jodidu draselného KI + 1,5 g jódu v 10 ml destilované vody) – barví celulosu a škrob fialově, zdřevnatělé buněčné stěny žlutohnědě. (Vinter, 2009)

Jedním ze základních požadavků na barviva je, že barvivo musí barvit ty struktury, jejichž studium je naším cílem, a že příprava barviva by měla být snadná, roztok pokud možno trvanlivý. U rychlých metod je důležité, aby čas barvení byl co nejkratší. Při barvení dodržujeme předepsaný postup přípravy barviva (jeho koncentraci) a dobu barvení. (Jurčák, 1998)



Obr. č. 4 Barvený růstový vrchol kořene

2.1.2 Trvalé preparáty

Trvalé preparáty jsou zhotovovány z fixovaného materiálu tak, aby objekty byly konzervovány po dlouhou dobu (desítky let) a zároveň odpovídaly požadavkům mikroskopování. Jejich podstatou je zalití objektu do trvanlivého, průhledného média. Příprava je náročná časově, náročná na postup i vybavení pracoviště. Jedním z hlavních požadavků při přípravě trvalého preparátu je dokonalé odvodnění objektu. Pokud postačí objekt jen odvodnit, lze postup zjednodušit. (Pazourková, 1986)

Pracovní postup zpravidla zahrnuje tyto operace:

- ◆ Fixace materiálu vhodným fixačním činidlem.
- ◆ Odvodnění vzestupnou etanolovou řadou (objekt se postupně převádí do roztoků etanolu o stoupající koncentraci alkoholu).
- ◆ Odstranění odvodňovacího činidla (etanolu) z objektů a jejich prosycení rozpouštědlem parafinu (benzen, toluen, xylen ap.) Protože se pracuje s látkami škodícími lidskému zdraví (krevní jedy, kancerogeny), je nutná digestoř a dodržování zásad bezpečnosti ve zvýšené míře.
- ◆ Prosycení parafinem a zalití objektu do parafinového bločku. Provádí se za tepla, roztaveným parafinem.

- ◆ Řezání objektu na mikrotomu, při kterém je objekt zalitý v parafinovém bločku přivařen na dřevěný hranolek a s ním upnut do svorek saňového nebo rotačního mikrotomu.
- ◆ Lepení parafinových řezů na podložní mikroskopická skla.
- ◆ Odstranění parafinu z nalepených řezů rozpouštědlem.
- ◆ Odstranění rozpouštědla parafinu z řezů a jejich převedení zpravidla do vodného prostředí. Proces se provádí sestupnou etanolovou řadou - řezy se převádějí roztoky etanolu se snižující se koncentrací alkoholu (opačný postup oproti prosycování objektu parafinem).
- ◆ Barvení řezů jedním nebo směsí barviv tak, že se do barviv vkládají řezy i s podložními skly.
- ◆ Odvodnění opět vzestupnou etanolovou řadou.
- ◆ Prosycení řezů rozpouštědlem, které rozpouští zalévací médium.
- ◆ Uzavření (montování) objektu (řezů) zalévacím médiem, přiložení krycího skla, utužení zalévacího média; nejčastějším a klasickým uzavíracím médiem je kanadský balzám.
- ◆ Popis preparátu důležitými údaji, tj. označením druhu rostliny, zpracovaného orgánu, použitého postupu (fixační činidlo, barvení) atd.
- ◆ Uložení preparátů do krabic pro skladování a úschovu mikroskopických preparátů.

2.2 Tvorba webcastů

Vytvoření kompletního webcastu je poměrně náročný úkol, který se skládá z velkého množství dílčích částí. Pokud jednotlivé části v bodech shrneme, jsou to tyto:

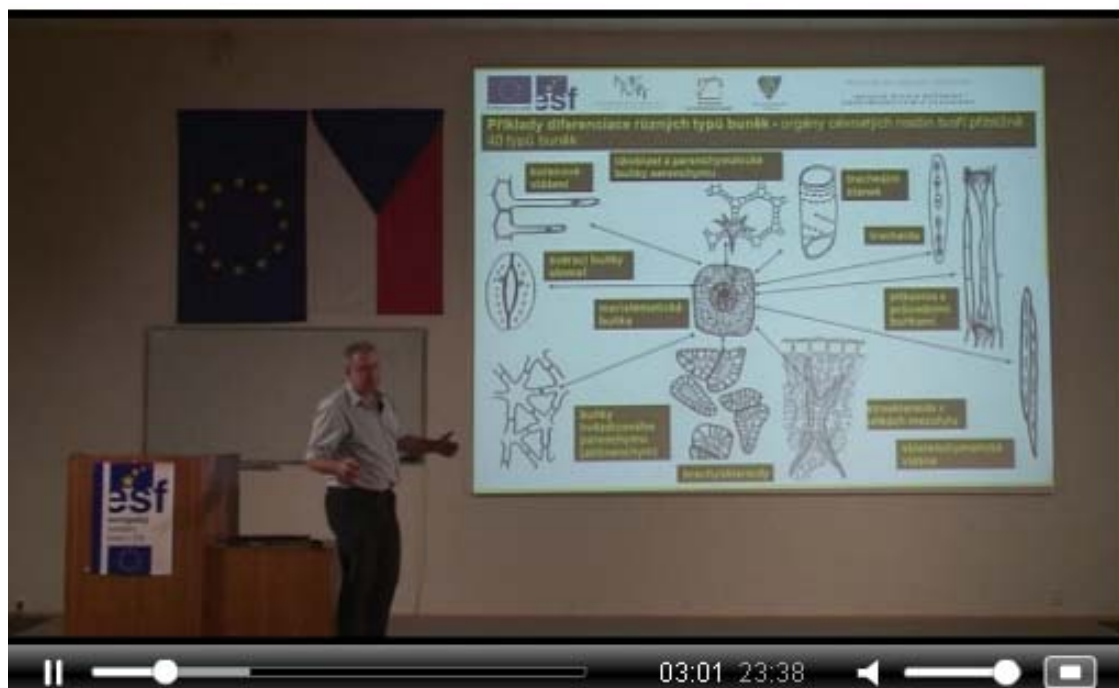
- ◆ Tvorba scénáře
- ◆ Natočení videa
- ◆ Zpracování videa v počítači, stříh, tvorba titulků atd.
- ◆ Konverze do streamovacího formátu (wmv, flv)
- ◆ Vytvoření doprovodné prezentace
- ◆ Export prezentace na obrázky a úprava formátů
- ◆ Vytvoření klíčových slov
- ◆ Vytvoření synchronizačního XML souboru pro souběh videa, doprovodných obrázků a klíčových slov
- ◆ Export na vzdálený server
- ◆ Import na webcastový portál
- ◆ Testování

2.2.1 Tvorba scénáře

Pomocí této klíčové aktivity tvorby webcastu je důležité si stanovit, co se přesně má natočit, jak to má vypadat, kdo se ve videu bude vyskytovat a jaká bude délka videa. Díky vytvoření scénáře se odhalí spousta problému, které se mohou odstranit dřív, než skutečně nastanou.

2.2.2 Natočení videa

Samotné natáčení obnáší opět řadu úkolů. Vše začíná přípravou audiovideo techniky, která by měla být 100% funkční a před samotným natáčením by měla být znovu odzkoušená. Jedním z velkých problémů při natáčení je především záznam zvuku, proto je vhodné tomuto problému věnovat maximální pozornost a předcházet tak chybám dopředu.



Obr. č. 5 Proces natáčení videa

2.2.3 Zpracování videa v počítači, střih, tvorba titulků

Jakmile je záznam natočen začíná druhá fáze zpracování videa a to převod, střih a konverze. Převod videa do počítače se provádí běžně dostupnými prostředky, které jsou v mnoha případech zdarma. Pro střih videa se používají také různé aplikace, které umožňují poskládat video tak, aby co nejpřesněji odpovídalo našim představám. Při střihu videa bychom neměli zapomínat na vložení jednoduchých přechodů mezi jednotlivými snímky a dále bychom měli video doplnit o titulky, které video na začátku nebo na konci nějakým způsobem ohraničí. Poslední fází je převod videa do datového formátu pro streamovací server. Tato fáze je často velice zdlouhavá, ale není nutná interakce s uživatelem, protože celý převod je automatizovaný počítačem.

2.2.4 Tvorba prezentace

Doplněk k videu je pak velice často v podobě prezentace, která se vytvoří například v Microsoft Powerpoint a slouží k doplnění a rozšíření informací, které jsou prostřednictvím videa sdělovány. Obsah prezentace by měl být obvyklý tvorbě běžné prezentace a neměl by obsahovat zbytečné informace navíc, které nejsou nezbytně nutné. Styl prezentace by měl být obvyklý standardně vytvářeným. Vytvořená prezentace se následně uloží po jednotlivých snímcích (slidech) do obrázků. Obrázky upravíme na potřebné rozměry a vhodně je přejmenujeme a očíslováme (například Slide01.jpg, Slide02.jpg atd.).



Obr. č. 6 Tvorba prezentace

2.2.5 Vytvoření klíčových slov

Abychom mohli v rámci webcastu vyhledávat, je nutné jednotlivé snímky (slidy) doplnit o klíčová slova, která identifikují daný snímek. Tyto klíčová slova se následně využijí při tvorbě synchronizačního souboru pro propojení slidů a videa.

2.2.6 Synchronizační soubor

V této fázi dojde k vytvoření důležitého souboru ve formátu XML, který propojí jednotlivé části do uceleného celku, který se ve výsledku nazývá webcast. Struktura souboru je následující:

- ◆ Název slidu
- ◆ Čas v rámci videa, kdy se má zobrazit
- ◆ Název obrázku, který se má zobrazit (např. Slide01.jpg)
- ◆ Seznam klíčových slov

The image shows a webcast player interface. At the top, there is a navigation bar with links: Webcasty, Testy, Statistky, Přihlášení, O projektu, Informační web, and the date 4. března 2013. Below this is a large banner with the word 'WEBCAST' in white letters on a blue background. Underneath the banner is a red text line: 'Inov@ce studia botaniky prostřednictvím e-learningu - TESTOVACÍ PROVOZ PORTÁLU'. The main content area is divided into two parts. On the left is a video player showing a person presenting in a lecture hall. On the right is a detailed view of a slide. The slide contains two text boxes with green backgrounds and white text. The first box describes 'Kryстал štávelanu vápenatého' (Calcium oxalate crystals) as monohydrates in a monoclinic system, found in citrus leaves. The second box describes 'Styloidy' (Styloids) as prismatic crystals of calcium oxalate in a tetragonal system, found in garlic bulb scales. Below the text boxes are two microscopic images: one showing purple-stained plant cells with crystals, and another showing brown-stained plant cells with crystals. To the right of the images are schematic diagrams of the crystals. Below the slide view is a search bar with the text 'Fytolity' and a 'Vyhledat' button. Below the search bar is a list of search results: Fytolity, Fytolity, Klasifikace fytolitů, Klasifikace fytolitů podle ..., Kolonizace souše cévnatými ..., Fytolitová analýza, and Aleuronová zrna. At the bottom right of the slide view, there is a rating section: 'Hodnocení: ★★★★★', 'Počet hodnotících: 12', 'Počet zobrazení: 503', and 'Klíčová slova:'. The video player at the bottom shows a progress bar with the time 07:54 / 19:01.

Obr. č. 7 Synchronizace

2.2.7 Export na vzdálený server

Tato část v sobě zahrnuje správné rozkopírování dat na jednotlivé servery, dle jejich využití v rámci webcastu. Například slidy na server, který obsluhuje slidy. Videá na streamovací server atd.

2.2.8 Import na portál

Jakmile jsou všechny potřebné součásti připraveny a správně nakopírovány, je možné provést vlastní import na webcastový portál. Podle verze portálu se musí vyplnit jednotlivá pole pro zadání, nastavit správné cesty vybrat přednášející atd.

2.3 Tvorba Dotazníku

Dotazník byl zaměřen na hodnocení pilotního ověření výsledků projektu v rámci výuky kurzu Anatomie a morfologie cévnatých rostlin. Cílem je získat podkladové data a informace o přínosnosti projektu jako celku, také o prospěšnosti jednotlivých modulů, webcastů a sad testových otázek. Dalším cílem bylo zjistit, zda-li je portál přehledný, snadno přístupný, spolehlivý či je dobře navržen samotný systém přehrávání. Důležité je také ověřit, jestli mají studenti dostatečné technické možnosti pro jeho užití. Dále bylo cílem zjistit, jak studenti srovnávají možnost učit se z e-learningu, tištěných materiálů či dávají přednost přednášce. Poslední zkoumanou oblastí bylo, zda studenti budou e-learning užívat a jak často a jestli jej zamýšlejí používat ve své učitelské praxi.

V dotazníku bylo použito 26 položek, z nichž většina položek dle cílů, pro které je položka určena jsou obsahové. Funkcionální položky byly použity kontaktní a funkcionálně psychologické. Kontrolní a filtrační položky nebyly použity. Úvodních 15 otázek je uzavřených, výběrových, škálového typu. Následující tři jsou otázky otevřené a další následující jsou položky stupnicové. Z hlediska obsahu, který položka dotazníku zjišťuje, jsou obsaženy položky zjišťující fakta (např. otázka zaměřená na uvedení demografických údajů) a položky zjišťující mínění, postoje a motivy.

Položky v dotazníku jsou jasné a snadno srozumitelné, jednoznačně formulované. Dotazník převážně zjišťuje jen nezbytné údaje. Dotazník neobsahuje pokyny pro vypracování, ty byly před samotným vyplněním sděleny respondentům ústně.

Dotazník je validní a praktický.

2.4 Organizace a provedení pedagogického experimentu

2.4.1 Charakteristika výzkumného vzorku

Dotazníky zaměřené na hodnocení pilotního ověření výsledků projektu byly vyplněny studenty Univerzity Palackého v Olomouci v rámci výuky kurzu Anatomie a morfologie cévnatých rostlin. Celkem tak dotazník vyplnilo 128 studentů. Jednalo se o studenty prvních a čtvrtých ročníků biologických oborů na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci.

2.4.2 Plán a provedení experimentu

Experiment byl realizován tak, že studenti prvních ročníků učitelství biologie absolvovali v rámci přednášek a cvičení z Obecné botaniky ukázky vybraných vzdělávacích modulů (fytolity, buňka, pletiva) a studenti čtvrtých ročníků v rámci výuky didaktiky biologie, byli seznámeni s e-learningovým prostředím – vyhledávání, navigace, stahování, přehrávání, kontrolní testy. Dále si vše sami vyzkoušeli na vybraném modulu a poté napsali kontrolní vědomostní test. Byli tak dostatečně obeznámeni s touto moderní vzdělávací technologií a mohli si vytvořit vlastní názor na využívání e-learningu při vlastním studiu. Na základě těchto získaných zkušeností vyplnili dotazník. Respondenti byli ochotni spolupracovat.

3. VÝSLEDKY

3.1 Prezentace

Součástí tvorby webcastů je vytvoření Powerpointových prezentací. Tyto prezentace byly vytvořeny celkem 3. První na téma tvar a velikost rostlinných buněk, buněčná stěna, věnující se zároveň vzniku buněčné stěny, stavbě primární a sekundární buněčné stěny, zjednodušenému modelu buněčné stěny, inkrustací a impregnací, smyplastickým a apoplastickým transportem, významem a funkcí buněčné stěny. Dalším zpracovávaným tématem byly fytolity. Prezentace pojednává o definici fytolitů, jejich klasifikaci, fytolitové analýze a aleuronových zrnech. Poslední prezentace se zaměřuje na klasifikaci rostlinných pletiv podle tloušťky buněčné stěny. Zabývá se popisem, tříděním jednotlivých typů pletiv a jejich funkcemi.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ
INOVAČNÍ STUDIA BOTANIKY
PROSTŘEDNÍM E-LEARNINGU

Modul: Tvar a velikost rostlinných buněk, buněčná stěna

❖ Tvar a velikost rostlinných buněk

❖ Buněčná stěna

- Vznik buněčné stěny
- Stavba primární a sekundární buněčné stěny
- Inkrustace a impregnace buněčné stěny
- Ztenčiny
- Symplastický a apoplastický transportní systém, plasmodesmy
- Význam a funkce buněčné stěny

Inovace studia botaniky prostřednictvím e-learningu CZ.1.07/2.2.00/07.0004

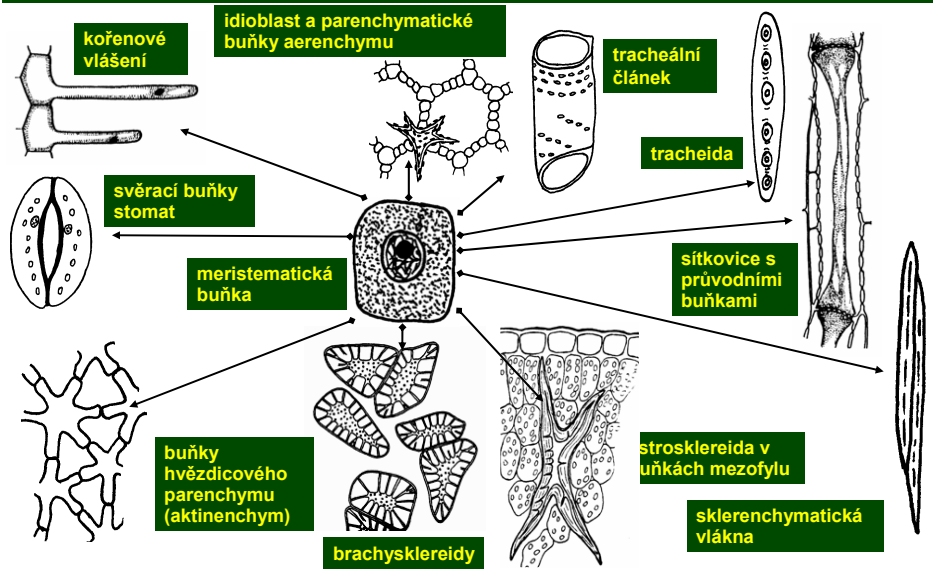
Tvar a velikost rostlinných buněk

Tvar rostlinných buněk je určen tvarem buněčné stěny. Může být např. polyedrický (mnohostěn), sférický (kulovitý), hvězdicovitý, prozenchymatický (protáhlý), zakřivený, dlaždicovitý, nepravidelný aj. Buňky, jejichž rozměry jsou přibližně ve všech směrech stejné, jsou označovány jako **buňky izodiametrické**. Buňky, jejichž tvar, velikost a popř. i obsah se liší od ostatních buněk pletiva se nazývají **idioblasty**. Celkem se na stavbě orgánů cévnatých rostlin podílí zhruba 30 – 40 různých typů buněk.

Velikost rostlinných buněk se pohybuje nejčastěji v rozmezí 10 – 100 μm . Některé specializované buňky však mohou dosahovat délky až několik centimetrů (např. trichomy), popř. až několik desítek centimetrů (mléčnice ve stoncích stromových prýsců).

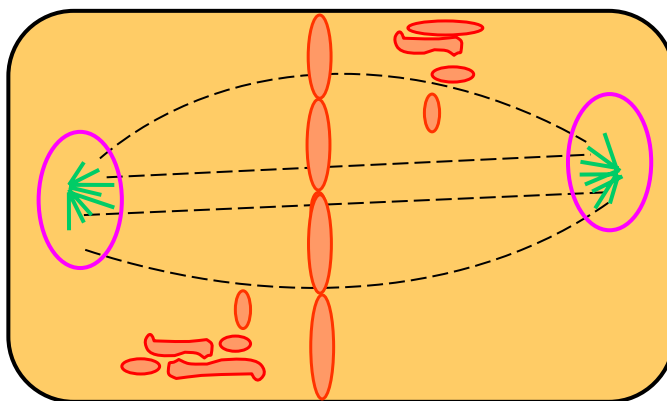
Dokonalé elektronové mikroskopy umožňují při rozlišovací schopnosti kolem 0,5 nm ($\text{nm} = 10^{-6} \text{ mm}$) pozorovat již větší molekuly. Dobré optické mikroskopy mají rozlišovací schopnost přibližně 0,2 μm ($\mu\text{m} = 10^{-3} \text{ mm}$).

Příklady diferenciacce různých typů buněk - orgány cévnatých rostlin tvoří přibližně 40 typů buněk.



Vznik buněčné stěny

Buněčná stěna tvoří celulózní obal buňky. Vytváří se během dělení buňky cytokineze, kdy již proběhlo dělení jádra (karyokineze). V ekvatoriální rovině dělicí se buňky vytvářejí přetrvávající mikrotubuly dělicího vřeténka fragmoplast. Podle mikrotubulů fragmoplastu migrují vesikuly (váčky) odškrucující se z diktyosomů Golgiho aparátu buňky. Vesikuly obsahují materiál k výstavbě buněčné stěny. Splyváním drobných vesikulů roste fragmoplast centrifugálním směrem, tj. od středu k obvodu buňky. Postupně se diferencuje tenká **střední lamela** vytvářející tmel spojující buňky pletiva. Během dalšího vývoje buňky se vytváří **primární buněčná stěna** a u některých buněk i **sekundární buněčná stěna**.



Stavba primární buněčné stěny

•**síť celulózových fibril** – celulóza je polysacharid tvořený lineárně uspořádanými glukózovými jednotkami spojenými glykosidickými vazbami. Je syntetizována tzv. terminálními rozetovými komplexy (enzym celulózasyntáza) lokalizovanými v plazmalemě. Makromolekuly celulózy se spojují vodíkovými můstky do pevných svazků – **celulózních mikrofibril** (šířka 10 – 25 nm). Mikrofibrily vytvářejí vyšší strukturální jednotky – **makrofibrily**. Makrofibrily mají průměr přibližně 0,5 μm , délku až 4 μm (viditelné v optickém mikroskopu). V meristematických buňkách jsou makrofibrily orientovány většinou náhodně. Během prodlužovacího růstu se nově syntetizované makrofibrily ukládají vzájemně paralelně, kolmo ke směru prodlužování buňky (v podélném směru nejsou makrofibrily roztažitelné);

•**hemicelulózy** – heterogenní polysacharidy, jejichž chemické složení se může u jednotlivých systematických skupin značně lišit, např. pro dvouděložné rostliny jsou charakteristické xyloglukany. Hemicelulózy jsou syntetizovány v Golgiho aparátu, do rostoucí buněčné stěny jsou transportovány sekretorickými vesikuly (váčky);

•**pektiny** – heterogenní lineární polymery nejčastěji kyseliny galakturonové, vytvářející vápenato – hořečnaté soli – polygalakturonany, rhamnogalakturonany. Pektiny jsou syntetizovány v Golgiho aparátu a do buněčné stěny jsou transportovány sekretorickými vesikuly;

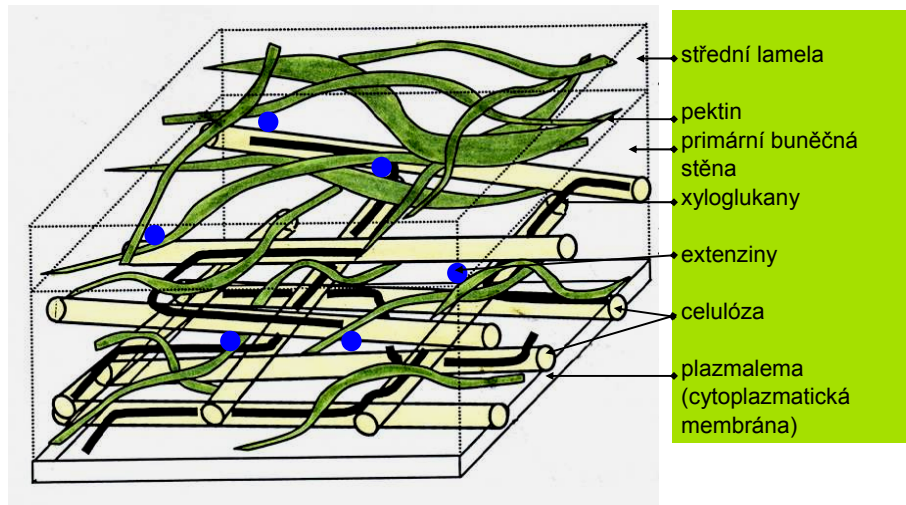
•**bílkoviny** – asi 100 druhů, z nichž většina významně ovlivňuje mechanické vlastnosti buněčné stěny – např. extenzin (glykoprotein bohatý na aminokyselinu hydroxyprolin), enzymy aj.

Obsah jednotlivých složek buněčné stěny se mění během ontogeneze rostliny a je také rozdílný u různých systematických skupin rostlin.

Tloušťka buněčné stěny nebývá vždy pravidelná. Nerovnoměrně zesílené primární buněčné stěny mají buňky kolenchymatických pletiv. V BS se také nacházejí neztloustlá místa, tzv. **ztenčiny**.

Primární buněčná stěna roste především **intususcepce** - vkládání nových stavebních složek do mikrofibrilární sítě buněčné stěny.

Zjednodušený model buněčné stěny. Hemicelulózy (např. xyloglukany) jsou napojeny na celulózové mikrofibrily. Vlákenné molekuly pektinů tvoří mezi xyloglukany a celulózou nezávislou síť. Střední lamela je tvořena pouze pektinem.



Stavba sekundární buněčné stěny

Při diferenciaci buněk (kdy již buňky nerostou) se na vnitřní stranu primární stěny přikládají lamely (destičky) **sekundární buněčné stěny (růst apozici)**. Sekundární stěna může zredukovat vnitřní prostor buňky na nepatrný objem. Vznik sekundární buněčné stěny je typický především pro sklerenchymatické (= silnostěnné) buňky a vodivé elementy xylému (tracheidy, tracheje). V místech, kde je primární buněčná stěna zeslabená (ztenčeniny), se sekundární buněčná stěna neukládá. Vně buňky se ukládá sekundární stěna u pylových zrn, spor a buněk epidermis. Vrstva sekundární buněčné stěny je tvořena celulózou, hemicelulózami a pektiny. Obsah celulózy je v sekundární buněčné stěně vyšší než v primární buněčné stěně (nejčastěji nad 40%).

Schéma stavby buněčné stěny sklerenchymatické buňky.

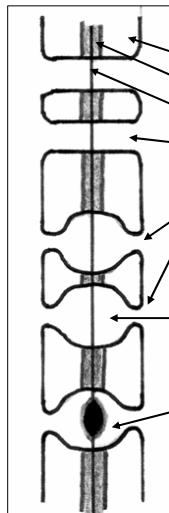


Inkrustace buněčné stěny

Ukládání anorganických látek do buněčné stěny - nejčastěji jsou buněčné stěny inkrustovány kyselinou křemičitou ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) v podobě silikátového polymeru. Méně často jsou buněčné stěny inkrustovány uhličitánem vápenatým nebo šřavelanem vápenatým.

Impregnace buněčné stěny

Ukládání organických látek do buněčné stěny - složité vysokomolekulární organické sloučeniny. Buněčné stěny mohou být **lignifikovány** (zdrěvnatělé; lignin = složitý vysokomolekulární fenylpropanový heteropolymer proměnlivého složení; v různém poměru jsou zastoupeny aromatické alkoholy kumarylalkohol, sinapylalkohol a koniferylalkohol), **suberinizovány** (zorkovatelé), **kutinizovány** (impregnovány kutinem), **cerifikovány** (impregnovány vosky). Stěny spor (= výtrusů) a pylových zrn jsou **impregnovány sporopoleniny** (sporopoleniny = složité lipidové polymery velmi odolné vůči působení vnějších činitelů). Impregnace buněčné stěny mění její fyzikální vlastnosti – původně permeabilní (propustné) buněčné stěny se vlivem impregnace stávají inpermeabilní (nepropustné), nebo organické látky.



sekundární stěna
 primární stěna
 střední lamela
 jednoduché ztenčiny (simple pit)
 dvůrkaté ztenčiny (bordered pit)
 dvůrek
 dvůrkátá ztenčina s torusem (vyklenuté dno dvůrku = zesílená uzavírací blanka)

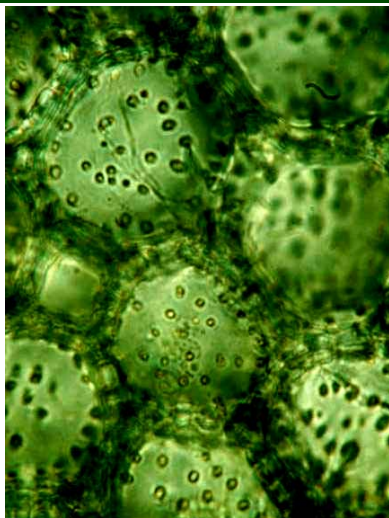
Ztenčiny - neztloustlá místa v buněčné stěně, hojný výskyt plazmodesmat, nejčastěji tvoří pár (dvě protilehlé komplementární ztenčiny):

•v primární buněčné stěně (pit-fields)

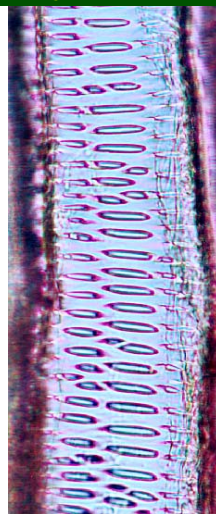
•v sekundární buněčné stěně (pits) – kruhové nebo protažené, v případě silné sekundární buněčné stěny tvoří kanálky

Schéma stavby buněčné stěny s různými typy ztenčenin.

Ztenčiny (tečky) v primárních stěnách buněk dřevě stonku rozmarýny obecné (*Rosmarinus officinalis*).



Schodovitě zesílená tracheida hasivky orličí (*Pteridium aquilinum*). Ztenčiny protáhlého tvaru v sekundární buněčné stěně tracheidy.



Symplastický transportní systém

Symplastický transport se uskutečňuje **plazmodesmaty**. Plazmodesmu tvoří kanálek (může být i větvený) o průměru přibližně 50 nm – 100 nm vystlaný plazmalemou, jímž prochází tenké vlákno endoplazmatického retikula, tzv. desmotubulus. Plazmodesmy vznikají během cytokineze jako přetrvávající vlákna endoplazmatického retikula procházející fragmoplastem nebo i sekundárně, kdy se vytvoří zcela *de novo* v již existující buněčné stěně. Plazmodesmy procházejí především ztenčeninami (od 5 do 50 plazmodesmat na μm^2). Vytvářejí propojený **symplastický transportní systém**, jímž se uskutečňuje regulovaný zrychlený transport vody, iontů, nízkomolekulárních látek (jednoduché cukry, aminokyseliny, fytohormony), ale i některých makromolekul (mRNA) a virů.

V rostlinných pletivech existují i symplasticky izolované oblasti — např. svěrací buňky stomat jsou izolované od okolních epidermálních buněk uzavřenými plazmodesmaty (zajištění nezávislé autonomní regulace turgoru svěracích buněk), komplex sítkovice a průvodní buňky je izolován od okolního pletiva.

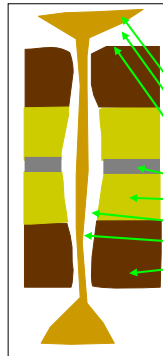


Schéma plazmodesmy
endoplazmatické retikulum
cytoplazma
plazmalema
střední lamela
primární buněčná stěna
dutina plazmodesmy
desmotubulus
sekundární buněčná stěna

Apoplastický transportní systém

Apoplastický transport je uskutečňován je tvořený mikroskopickými skulinami mezi mikrofibrilami buněčné stěny (velikost skulin je přibližně 4 nm) a také prostorem mezi buněčnou stěnou a plazmalemou. Někdy bývá k apoplastu přiřazován i systém mezibuněčných prostor (interceluláry). Apoplastickou cestou je transportována především voda a minerální látky.

Symplastický a apoplastický systém slouží k transportu na kratší vzdálenosti mimo vodivá pletiva cévních svazků (**extrafascikulární transport**), především k zajištění přítoku a odtoku látek z vodivých pletiv.

Význam a funkce buněčné stěny:

- určuje tvar buňky, poskytuje pletivům mechanickou pevnost;
- má významnou úlohu při dělení, růstu, diferenciaci buněk a morfogenezi pletiv;
- vnější stěna buněk nadzemních orgánů pokrytá kutikulou brání vysychání rostlin;
- buněčná stěna vytváří strukturu vodivých pletiv (stěny tracheid, trachejí, sítkových buněk, sítkovic) sloužících k dálkovému transportu vodných roztoků. Umožňuje i transport látek na kratší vzdálenosti mezi buňkami (symplast, apoplast);
- buněčná stěna umožňuje sekreci látek syntetizovaných v endoplazmatickém retikulu a Golgiho aparátu buňky;
- do buněčných stěn jsou vylučovány přebytečné minerální soli a některé odpadní metabolity, popř. i xenobiotika (= látky organismu cizí). Buněčná stěna může sloužit jako depo metabolizovatelných polysacharidů a depo apoplastického vápníku, který může přecházet jako tzv. druhý posel do cytoplazmy a zde aktivovat různé enzymy;
- buněčná stěna se podílí se na interakci buňky s patogenními organizmy, chrání buňku před houbovými a bakteriálními patogeny (např. impregnace ligninem, bílkovinami, sekrece obranných látek aj.).

Modul: Fytolity

❖ Fytolity

- Charakteristika fytolitů
- Klasifikace fytolitů
- Fytolitová analýza
- Aleuronová zrna

Inovace studia botaniky prostřednictvím e-learningu CZ.1.07/2.2.00/07.0004

FYTOLITY

- mikroskopické útvary inkrustující buněčné stěny nebo krystalické inkluze nacházející se uvnitř buněk. Nejčastěji se jedná o anorganické látky;
- vytvářejí pravděpodobně depo zásobních látek (např. vápníku) využitelných v případě potřeby nebo slouží jako depo odpadních produktů buňky. Silikáty inkrustující buněčné stěny také zpevňují rostlinná pletiva;
- tvar fytolitů, způsob uložení v buňce a chemické složení fytolitů se liší u různých systematických skupin rostlin.

Klasifikace fytolitů

- značně nejednotná, existuje několik přístupů k systematickému třídění fytolitů.

Klasifikace fytolitů podle tvaru:

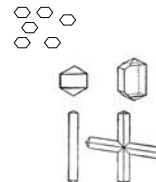
- **krystalický písek**: drobné krystaly vyskytující se ve velkém množství

- **styloidy**: jednotlivé větší hranolovité krystaly

- **rafidy**: svazky tenkých jehlicovitých zašpičatělých krystalů

- **drůzy**: srostlice tvořené více krystaly

- **sféry (sférokristaly)**: radiálně uspořádané jehlicovité krystaly



Klasifikace fytolitů podle chemického složení:

•**krystaly šťavelanu vápenatého**: jsou nejrozšířenější, vyskytují se v monoklinické (jednoklonné) soustavě jako monohydrát $(\text{COO})_2\text{Ca} \cdot \text{H}_2\text{O}$ nebo v tetragonální (čtverečné) soustavě jako trihydrát $(\text{COO})_2\text{Ca} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$. Nacházejí se v cytoplazmě nebo ve vakuole. Mohou se také ukládat na povrchu buněčné stěny. Příkladem krystalických inkluzí šťavelanu vápenatého jsou **krystalický písek** ve stoncích bezů (*Sambucus*), hranolovité **styloidy** v buňkách suknice cibule česneků (*Allium*), v listech begónií (kysala, *Begonia*), révy vinné (*Vitis vinifera*), v lýku mnohých dřevin, **rafidy** ve stoncích podeňky (*Tradescantia*), **drúzy** v lýku lípy (*Tilia*) aj.;

•**uhličitan vápenatý** (CaCO_3): může vytvářet hroznovité shluky, tzv. **cystolity** ve zveličelých idioblastech (**lithocysty**).

Vápník deponovaný v cystolitech může být pravděpodobně rostlinou metabolicky využíván.

Cystolity se vyskytují např. u zástupců čeledí kopřivovitých (*Urticaceae*), morušovníkovitých (*Moraceae*), kam patří i fíkovník, brutnákovitých (*Boraginaceae*), tykvovitých (*Cucurbitaceae*), paznehtníkovitých (*Acanthaceae*).

Uhličitan vápenatý se také nachází v buňkách starších letokruhů dřeva mnohých dřevin, např. jilmu (*Ulmus*), buku (*Fagus*), hrušně (*Pyrus*).

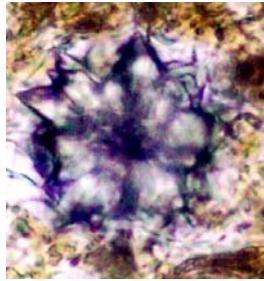
•**kyselina křemičitá** ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) inkrustuje většinou buněčné stěny epidermis ve formě pevného silikátového polymeru – např. u přesliček (*Equisetum*), trav (lipnicovité, *Poaceae*), ostřic (*Carex*), buněčné stěny žahavých trichomů kopřiv (*Urtica*). Uvnitř buněk vytváří kyselina křemičitá křemičitá tělíška.

Silikátové fytolity obsahují buňky vranečků (*Selaginella*), některých kapradin (*Marattia*, *Angiopteris*), krátké epidermální buňky trav (lipnicovité, *Poaceae*), epidermální buňky šáchorovitých rostlin (*Cyperaceae*) aj. V buňkách některých rostlin, např. u fíkovníku sykomory (*Ficus sycomorus*), se nacházejí silikátové cystolity.

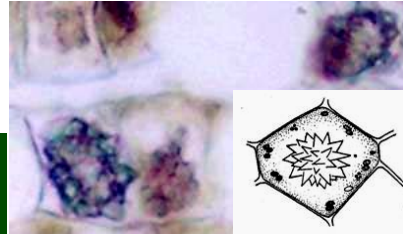
U některých druhů bambusů jsou interceluláry v internodiích stébel vyplněny křemičitými konkrecemi známými jako tabašir;

•vzácně se vyskytují i inkluze jiného chemického složení. Např. v listech bėru (*Setaria*) byly zjištěny sféřity **šťavelanu hořečnatého**, v buňkách epidermis kapary trnitě (*Capparis spinosa*) jsou uloženy krystaly **síranu vápenatého** (sádrovec) v podobě tyčinek a sféřitů, v buňkách žlutnoucích listů révy vinné (*Vitis vinifera*) se nacházejí krystaly **vinanu vápenatého**;

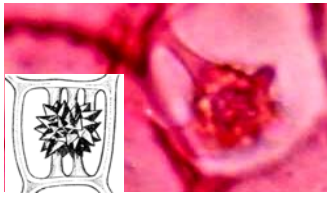
•krystalickou formu mohou mít v buňkách i některé složitější organické látky. V buňkách některých česneků (*Allium*) nebo v listech červenolistých odrůd zelí (*Brassica oleracea* var. *capitata*) se může rostlinné barvivo **anthokyan** vyskytovat v krystalické podobě.



Drůzy (srostlice krystalů) šťavelanu vápenatého v pletivech topolu černého (*Populus nigra*).



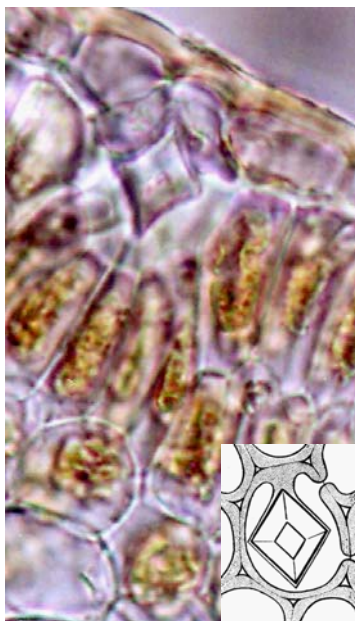
Drůzy (srostlice krystalů) šťavelanu vápenatého v pletivech lípy srdčité (*Tilia cordata*).



Drůza šťavelanu vápenatého v buňce dřeně základy japonské (*Kerria japonica*).

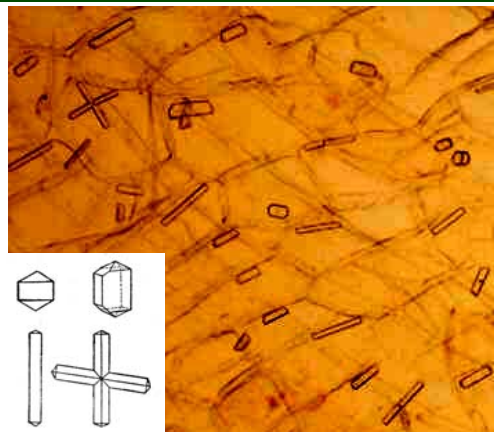


Rafidy (jehlicovité, na konci zašpičatělé krystaly) šťavelanu vápenatého v buňkách dřeně podeřky (*Tradescantia* sp.).



Krystal šťavelanu vápenatého ve formě monohydrátu v jednoklonné soustavě ve zvětšované buňce (idioblast) listu citroníku (*Citrus* sp.).

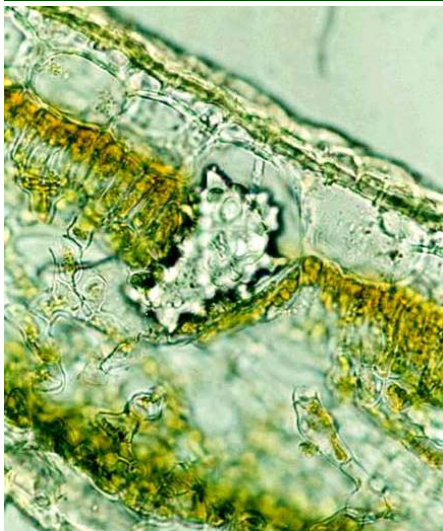
Styloidy (hranolovité krystaly šťavelanu vápenatého ve formě trihydrátu ve čtverečné soustavě) v buňkách suknice cibule česneku kuchyňského (*Allium cepa*).



Hvězdicovitý idioblast v řapíku leknínu bílého (*Nymphaea alba*). Idioblasty jsou buňky lišící se svým tvarem a obsahem od okolních buněk pletiva. V řapících leknínů se nacházejí hvězdicovité idioblasty, jejichž ramena ční do intercelulár. V buněčných stěnách idioblastu jsou uloženy **fytolity** (krystaly šťavelanu vápenatého).



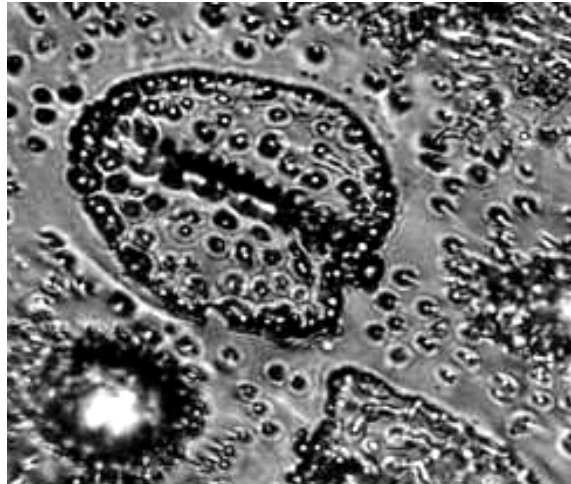
Epidermis listů fíkovníků (*Ficus*) je třívrstevná. Nápadně velké epidermální buňky se nazývají **lithocysty** (příklad idioblastu). V nich jsou na lopatkovitě rozšířených celulóznicích stopkách uloženy hroznovité shluky uhlíčitanu vápenatého, tzv. **cystolity**.



Sféřity (sférokryštaly) v trichomu listu koleusu ozdobného (*Coleus blumei*).



Otiskový preparát epidermis letní lodyhy přesličky rolní (*Equisetum arvense*). Vnější stěny epidermálních buněk, včetně svěracích buněk stomat, jsou inkrustovány silikáty. V místech kumulace silikátů se v epidermis vytvářejí protuberance (hrbolký) - patrné na černobílém otiskovém preparátu.



Fytolitová analýza

Využívá specifického utváření fytolitů a jejich schopnosti dlouhodobě přetrvávat v půdě nebo sedimentech. Fytolity se získávají dekompozicí nebo spálením rostlinných zbytků, poté jsou podrobeny mikroskopické analýze.

Využití fytolitové analýzy je mnohostranné (především využití silikátových fytolitů).

Využívá se např. **při rekonstrukci vegetace příslušného období** (nejčastěji starší holocén, pleistocén, ale i starší období), v archeologii **při determinaci pěstovaných rostlin** (často bývá zkoumán obsah obilných jam, silikátové fytolity trav jsou často činkovitého tvaru nebo nepravidelného tvaru s výběžky), při **identifikaci fosilních půd**, v některých případech umožňuje fytolitová analýza **rozlišit mořské a terestrické sedimenty**, může sloužit jako **forezní nástroj v kriminalistice** aj.

Zajímavým výsledkem fytolitové analýzy je doložení trávožravého sauropodního dinosaura v Indii z doby před 65 – 70 milióny lety (svrchní křída). Důkazem je přítomnost silikátových travních fytolitů nalezených v dinosauřím trusu – v tzv. kopolitech.

Analýza fytolitů sedimentů v oblasti San Andrés v Mexiku prokázala pěstování rané formy domestikované kukuřice předchůdci civilizace Olméků již před zhruba 7300 lety (některé nejnovější údaje naznačují ještě vyšší stáří).



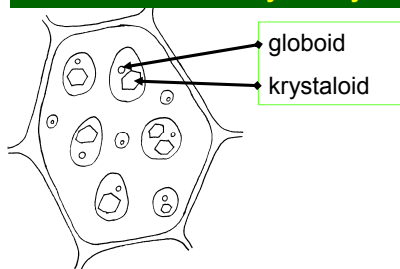
**Silikátový
travní fytolit**

V ČR se fytolity zabývá Laboratoř archeobotaniky a paleoekologie (LAPE) při PFF JU v Českých Budějovicích

Aleuronová zrna

V semenech některých rostlin, např. skočce (*Ricinus*), fazolu (*Phaseolus*), trav aj., se nacházejí buňky obsahující **aleuronová zrna**. Aleuronová zrna vznikají tak, že prekursori zásobních bílkovin pronikají z cytoplazmy do vakuoly, kde se mění na základní části zrna. V typické podobě obsahuje aleuronové zrno krystaloidy a globoidy. Krystaloid představuje krystalickou formu bílkovin. Globoid je tvořen fytinem (vápenato – hořečnatá sůl esteru kyseliny hexofosforečné a inositolu), který tvoří zásobárnu mobilního fosforu. Buňky obsahující aleuronová zrna mohou tvořit aleuronovou vrstvu pod osemením, např. u obilnin.

Buňka endospermu semene skočce obecného a aleuronovými zrny.



Aleuronová vrstva pod osemením obilky pšenice.





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ
INOVAČNÍ STUDIA BOTANIKY
PROSTŘEDNICTVÍM E-LEARNINGU

Modul: Klasifikace rostlinných pletiv podle tloušťky buněčné stěny

- ❖ Parenchym
- ❖ Kolenchym
- ❖ Sklerenchym

Inovace studia botaniky prostřednictvím e-learningu CZ.1.07/2.2.00/07.0004

Klasifikace rostlinných pletiv			
Klasifikační kritérium	Typ pletiva		
Tloušťka buněčné stěny	parenchym (buněčné stěny tenké)	kolenchym (buněčné stěny zesílené nerovnoměrně)	sklerenchym (buněčné stěny rovnoměrně ztloustlé)
Dělivá aktivita buněk (stupeň ontogenetického vývoje)	meristémy (dělivá pletiva)	trvalá pletiva	
Funkce	systém pletiv krycích		
	systém pletiv vodivých a zpevňovacích (vaskulární pletiva)		
	systém pletiv základních - asimilačních, zásobních, provětrávacích, absorpčních, vylučovacích aj.		

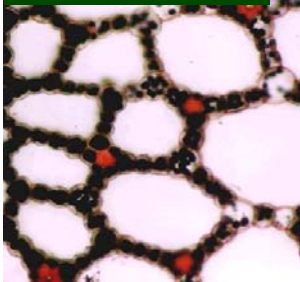
Parenchym

Pletivo tvořené tenkostěnnými buňkami, nejčastěji izodiametrického tvaru. V případě, že se parenchymatická pletiva vyznačují určitým typickým znakem, popř. plní určitou specializovanou funkci, lze pro jejich označení použít specifické termíny:

- **proenchym:** tvořen dlouze protaženými buňkami (buněčné stěny starších buněk proenchymu mohou sklerifikovat);
- **aerenchym:** parenchym s velkými intercelulárami;
- **aktinenchym:** aerenchym tvořený odumřelými parenchymatickými buňkami hvězdicovitého tvaru s velkými intercelulárami;
- **chlrenchym:** zelený asimilační parenchym, jehož buňky obsahují chloroplasty;
- **zásobní parenchym:** buňky obsahují zásobní látky, např. škrobová zrna;
- **merenchym:** pletivo sestávající z kulovitých parenchymatických buněk s hojnými intercelulárami;
- **hydrenchym:** velké buňky s velkými vakuolami u sukulentů – zásobárna vody;
- **transferový parenchym:** slouží k transportu látek na krátké vzdálenosti. Buněčná stěna transferových buněk vytváří četné výběžky (stěnový labyrint) tvořené nepravidelně orientovanými celulózními nelignifikovanými mikrofibrilami, které mnohonásobně zvětšují transportní plochu buňky. Transferový parenchym se vyskytuje v místech, kde je třeba zajistit intenzivní transport mezi sousedními buňkami, např. podél vodivých elementů xylému a floému, v sekrečních pletivech, v nektáriích, v embryích, ve stěně vystylající prašná pouzdra (tapetum) aj.

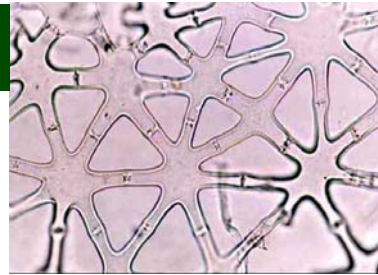
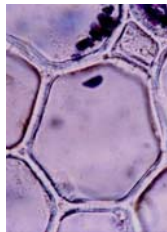
Parenchymatická pletiva mají funkci metabolických center (fotosyntéza – asimilační funkce, respirace, syntéza organických látek), dále funkci zásobní (ukládání škrobu, inulinu, tukových látek), provětrávací (aerenchym), vodivou (transferový parenchym), absorpční, sekreční, dělivou (meristémy). V omezené míře přispívají buněčným turgorem také ke zpevnění pletiv.

Aerenchym ve stonku rdestu splývavého.

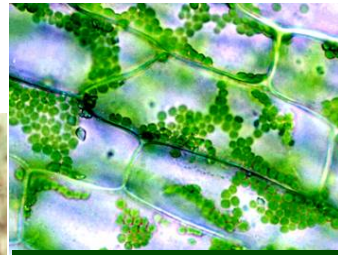
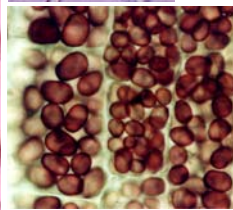
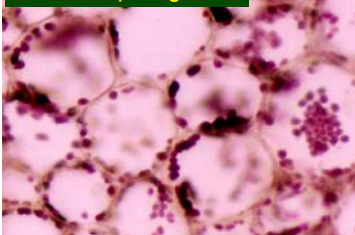


Parenchym

Aktinenchym v listenu sítiny rozkladité.



Zásobní parenchym ve stonku pelargónie.

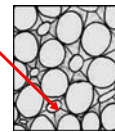
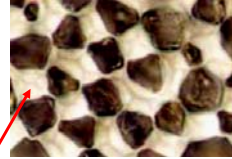


Chlrenchym v listu vodního moru kanadského.

Kolenchym

Mechanické pletivo tvořené živými, podlouhlými buňkami s nerovnoměrně ztloustlými, nelignifikovanými, plastickými (kolenchymatické buňky se mohou protahovat ve směru růstu orgánu), primárními buněčnými stěnami. Podle lokalizace ztloustnutí buněčných stěn rozlišujeme kolenchym:

- **rohový kolenchym:** buněčné stěny jsou ztloustlé v místech styku tří a více buněk, tj. v rozích, např. ve stoncích hluchavkovitých (*Lamiaceae*), bramboru (*Solanum tuberosum*);
- **deskový kolenchym:** zesílené jsou pouze tangenciální stěny (periklinální stěny, stěny rovnoběžné s povrchem orgánu), radiální stěny (antiklinální stěny, stěny orientované do středu orgánu) zůstávají neztloustlé. Často vytváří prstenec pod krycími pletivy stonku;
- **lakunární (mezerový) kolenchym:** buněčné stěny ztloustlé v místě styku s intercelulárou. Jako jediný typ mechanického pletiva má vyvinuté interceluláry. Typicky vyvinuté např. v řapících listů devětisilů (*Petasites*), stonky šalvějí (*Salvia*).



Hlavní funkcí kolenchymatických pletiv je mechanická opora rostoucích nadzemních orgánů rostlin – vytváří provazce, popř. kompaktní prstence ve stoncích (těsně pod epidermis) a v řapících listů a plodů (v kořenech kolenchymatické pletivo chybí). Diferenciací kolenchymatických pletiv ovlivňuje mechanický stres (např. proudění vzduchu stimuluje vývin kolenchymu v řapících listů). Buňky kolenchymatických pletiv ležící pod povrchem orgánu obsahují často chloroplasty a plní asimilační funkci. Lakunární kolenchym má i funkci provětrávací.

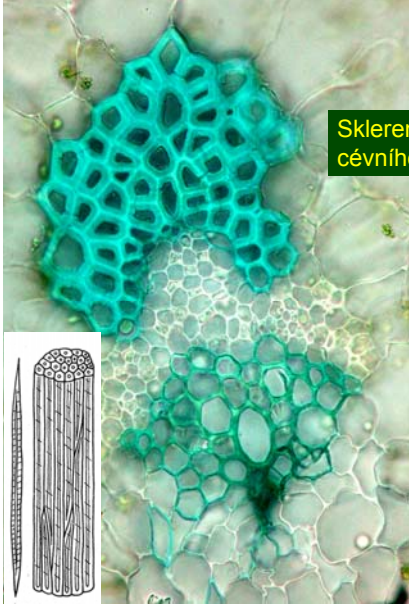
Sklerenchym

Mechanické pletivo tvořené buňkami s rovnoměrně ztloustlými sekundárními buněčnými stěnami, často lignifikovanými. Sklerifikované buňky jsou většinou mrtvé. Buňky sklerenchymu mohou mít formu sklerenchymatických fibril nebo sklereid:

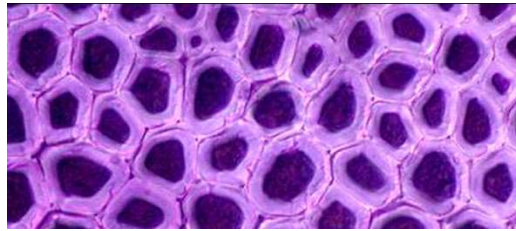
- **sklerenchymatické fibrily:** jsou silnostěnná, ve směru podélné osy orgánu dlouze protažená, na koncích zašpičatělá vlákna. Mohou se nacházet v xylému (např. u listnáčů) – intraxylární (librifórní) vlákna nebo mimo xylém – extraxylární vlákna. Extraxylární sklerenchymatická vlákna se vyskytují např. v lýku, v kůře stonků nebo tvoří zpevňující pochvy kolem cévních svazků, především na vnějším obvodu lýkové části;
- **sklereidy:** jsou jednotlivé, relativně krátké sklerifikované buňky rozmanitého tvaru. Izodiametrický tvar mají brachysklereidy, např. tzv. kamenné buňky v dužnině hrušek. Protáhlé, palisádovitě uspořádané jsou makrosklereidy tvořící palisády v osemení vikvovitých rostlin. Válcovitý tvar, s rozšířenými konci mají osteosklereidy v semenech a listech některých dvouděložných rostlin. Hvězdovitého tvaru jsou astrosklereidy, např. v listech čajovníku (*Thea*).

Sklerenchymatická vlákna společně s vodivými elementy xylému představují základní oporný systém rostliny (mechanické pletivo). Sklerenchymatické pletivo tvoří také ochranu proti býložravcům a proti pronikání patogenů.

Sklerenchymatická vlákna



Sklerenchymatická pochva obklopující lýkovou část cévního svazku v listu tenury (*Sansevieria trifasciata*).



Příčný řez sklerenchymatickými fibrilami ve stonku pelargónie.

Fibrilární sklereidy ze šípku růže šípkové (*Rosa canina*).



Sklereidy

Brachysklereidy (kamenné buňky) v dužnině receptacula hrušně (*Pyrus*).



Osteosklereida listu *Hakea suaveolens*.



Příčný řez osemením fazolu (*Phaseolus vulgaris*). Epidermis osemení tvoří palisádovitě uspořádané makrosklereidy. Buněčné stěny makrosklereid jsou nepravidelně zesílené.

Astrosklereida stonku *Trochodendron aralioides*.

3.2 Dotazník

Hodnocení pilotního ověření výsledků projektu

Kurz: Anatomie cévnatých rostlin

Odpovídající hodnocení označte křížkem

určitě spíše spíše určitě
ano ano ne ne

Muž/žena - zakroužkujte

1.	Vytvořené vzdělávací moduly (prezentace Powerpoint) byly pro zvládnutí problematiky prospěšné.				
2.	Sady testovacích otázek byly pro zvládnutí problematiky prospěšné.				
3.	Technologie webcastů (spojení videa, audia, prezentace, navigace a vyhledávání) se mi jeví jako přínosné pro zvládnutí problematiky.				
4.	Portál projektu je podle mého názoru organizován logicky a přehledně.				
5.	Systém přehrávání webcastů na portále je podle mého názoru dobře navržen a je pro studium problematiky přínosný.				
6.	Systém automatizovaného testování znalostí na portále je podle mého názoru dobře navržen a je pro studium problematiky přínosný.				
7.	Portál projektu je podle mého názoru snadno přístupný a spolehlivý.				
8.	Mám dostatečné technické možnosti (počítačové vybavení, internetové připojení) k využívání portálu projektu.				
9.	Projekt jako celek hodnotím jako přínosný pro zvládnutí problematiky				
10.	Byl(a) jsem dostatečně obeznámen(a) s faktem, že projekt je financován z prostředků Evropského sociálního fondu				
11.	E-learning mi vyhovuje lépe než studijní materiály v tištěné podobě (např. kniha Rostliny pod mikroskopem nebo studijní materiály Základy anatomie cévnatých rostlin na webových stránkách katedry botaniky).				
12.	E-learning mi vyhovuje lépe než forma přednášky (v rámci předmětu Obecná botanika)				
13.	E-learning budu při studiu nadále využívat kampaňovitě a příležitostně, např. v případě absence na přednášce				
14.	E-learning budu využívat soustavně a pravidelně				
15.	E-learning budu využívat ve vlastní učitelské praxi				

K obsahu vzdělávacích modulů mám následující připomínky:

K obsahu kontrolních otázek mám následující připomínky:

K e-learningovému portálu projektu mám následující připomínky:

Za hlavní přednosti e-learnigu považuji (oznámkujte jako ve škole 1 – 4):

nejsem časově vázán na přednášky, mohu si samostatně organizovat časový studijní plán

nemusím do školy, ušetřím za dopravu

raději se učím v klidu individuálně, spolužáci mě na přednáškách ruší

mohu si volit vlastní tempo výuky

mohu volit vlastní téma

mohu se připravit na přednášku a zefektivnit tak výukový proces

mohu si učivo zopakovat před zkouškami

mohu si zopakovat učivo, které mi na přednášce nebylo příliš jasné

3.3 Výsledky dotazníkového šetření

Statisticky bylo zpracováno dotazníkové šetření, které vzniklo při pilotním ověřování výsledků projektu financovaného prostřednictvím strukturálních fondů Evropské unie v operačním programu OPVK. Projekt je zaměřený na zlepšení výuky botaniky na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci. Název projektu je: Inovace studia botaniky prostřednictvím e-learningu (<http://info.ibotanika.upol.cz>).

Jediným zdrojem dat byl dotazník, který byl rozdaný mezi studenty na začátku přednášky a na konci přednášky byl vybrán. Cílem dotazníku bylo ověřit povědomí o projektu a dále zjistit, jestli studenti vnímají pozitivně (nebo negativně) alternativu ke klasickému studiu a to v podobě e-learningu. Struktura dotazníku je uvedena výše. Dotazník obsahuje 26 otázek. Celkový počet vydaných a přijatých dotazníků je 128. Data jsou zastoupena ordinálními proměnnými, typy odpovědí jsou určitě ano, spíše ano, spíše ne, určitě ne. Dotazník je dále rozšířen o možnost napsání vlastního názoru na danou problematiku. Tyto názory se však nějak nezpracovávají a mají pouze informativní charakter.

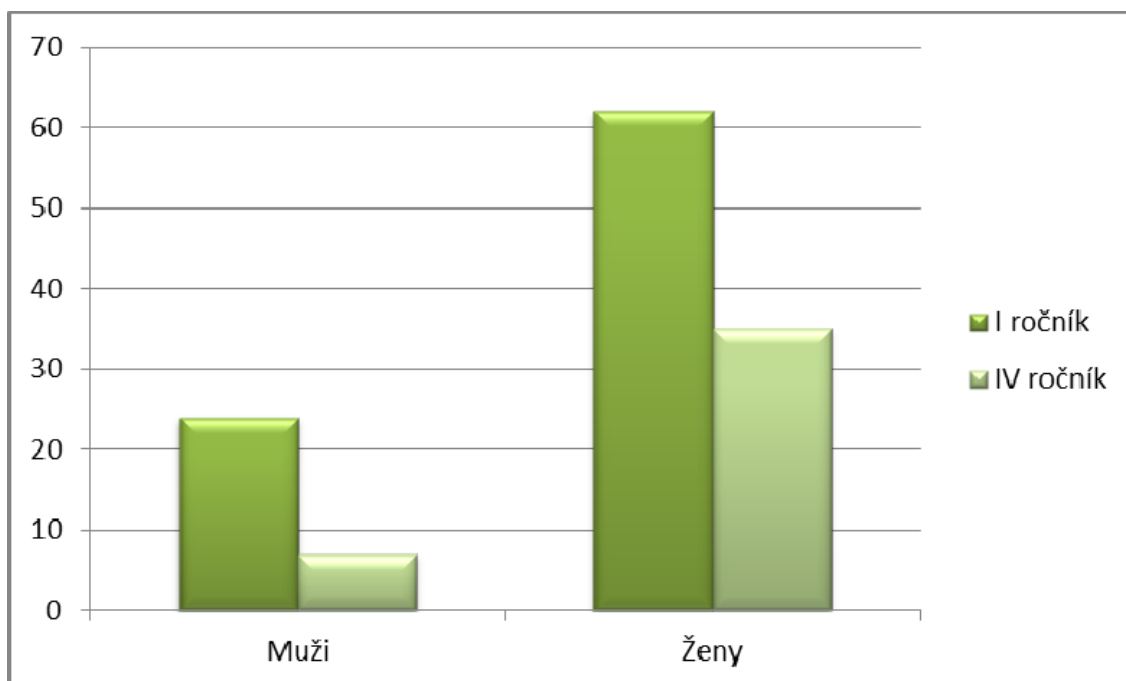
3.3.1 Explorační analýza

V této kapitole jsou rozebrány základní parametry vyhodnocených dat. Ze zpracovaného dotazníkového šetření jsem si vybrala hlavní otázky, které jsem podrobněji rozpracovala.

V další tabulce této kapitoly je uvedeno základní rozdělení mezi studenty a ročníky.

	Muži	Ženy	Celkem
1. ročník	24	62	86
4. ročník	7	35	42
Celkem	31	97	128

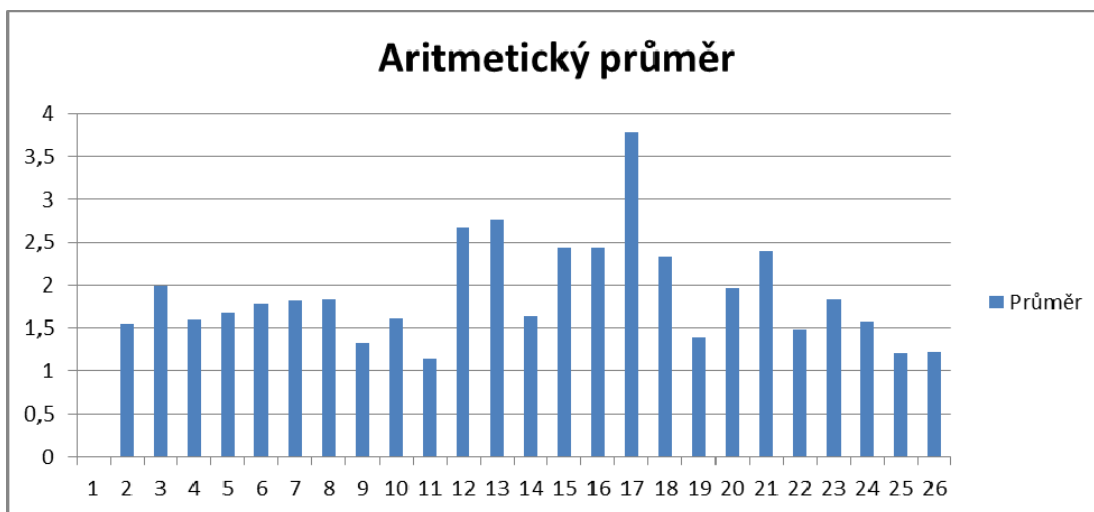
Tab. č. 1 Rozdělení studentů



Graf. č. 1 Rozdělení studentů

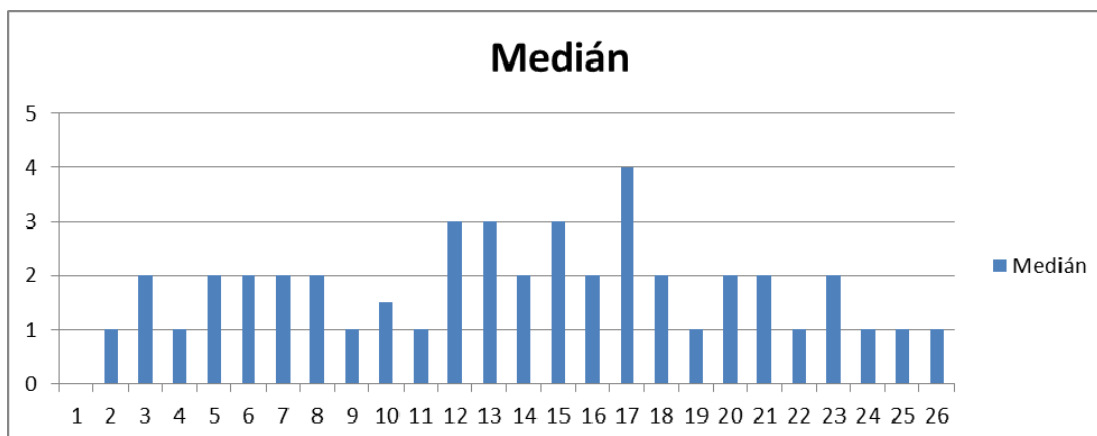
Z této tabulky a grafu je velice zajímavé zjištění o studentech oboru učitelství botaniky v kombinaci s jiným oborem. Jak je z tabulky patrné studium botaniky v prvním ročníku VŠ zahájilo 86 studentů z toho 24 mužů a 62 žen (tato čísla se až na drobné rozdíly každoročně opakují).

Na následujícím grafu je zobrazen aritmetický průměr všech odpovědí, které jsem zpracovávala. Tedy jakou odpověď nejčastěji vybírali. Například položka č. 11 v grafu se ptala, jestli jsme posluchače dobře seznámili s dostatečně s ESF projekty a položka č. 17 v grafu se ptala, jestli studenti využívali k učení e-learning na střední škole.



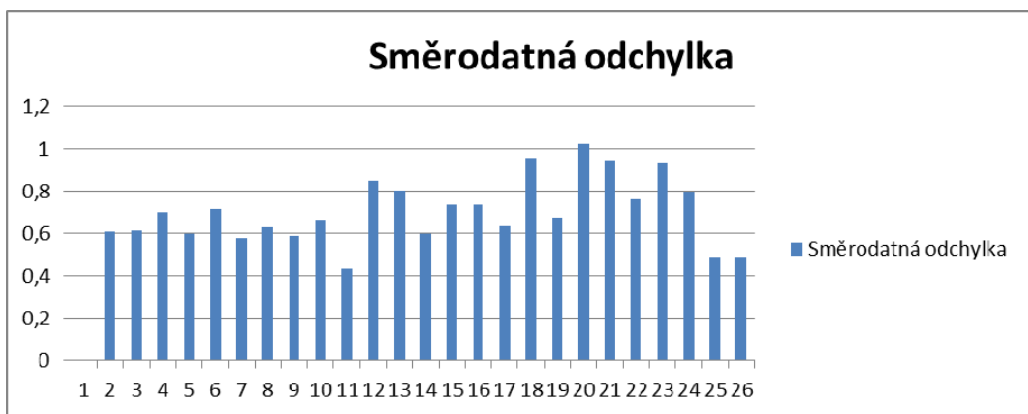
Graf č. 2 Aritmetický průměr odpovědí

V dalším grafu je zobrazen medián jednotlivých odpovědí, ten dělí skupiny studentů na dvě poloviny, přičemž medián říká, že 50 % odpovědí je pod hodnotou mediánu a 50 % nad hodnotou.



Graf č. 3 Medián

Další je graf směrodatné odchylky, který nám určuje to, jak moc se liší od sebe jednotlivé odpovědi. Čím je číslo menší, tím jsou odpovědi většinou stejné (např. položka č. 11), ale kde je číslo vyšší, odpovědi jsou v širším spektru (např. položka č. 17).

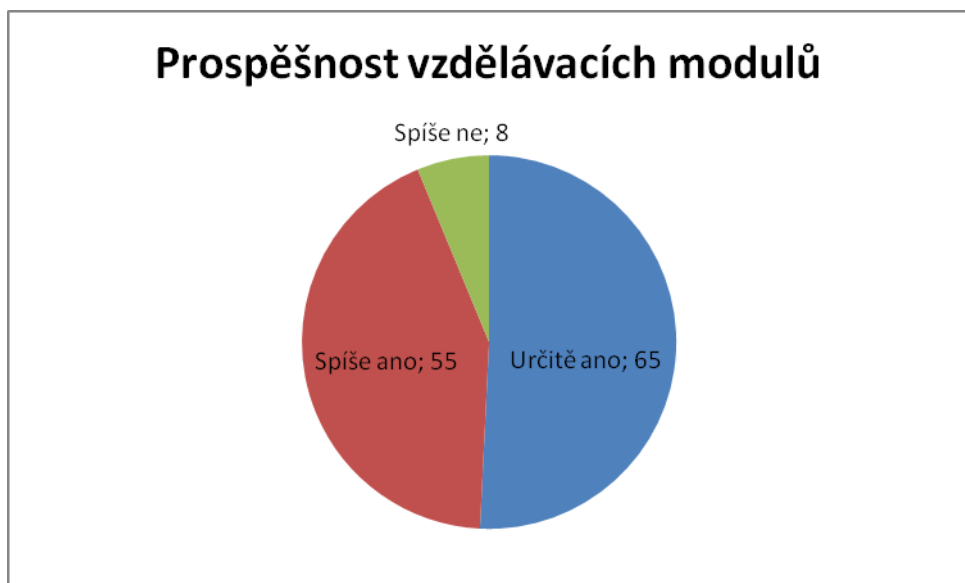


Graf č. 4 Směrodatná odchylka odpovědí

Otázka číslo jedna z dotazníku si klade za cíl zjistit, zda byly vytvořené vzdělávací moduly (prezentace powerpoint) pro zvládnutí problematiky prospěšné. V následující tabulce můžeme vidět počty studentů a jejich rozložení podle toho, jak byly moduly tyto prospěšné.

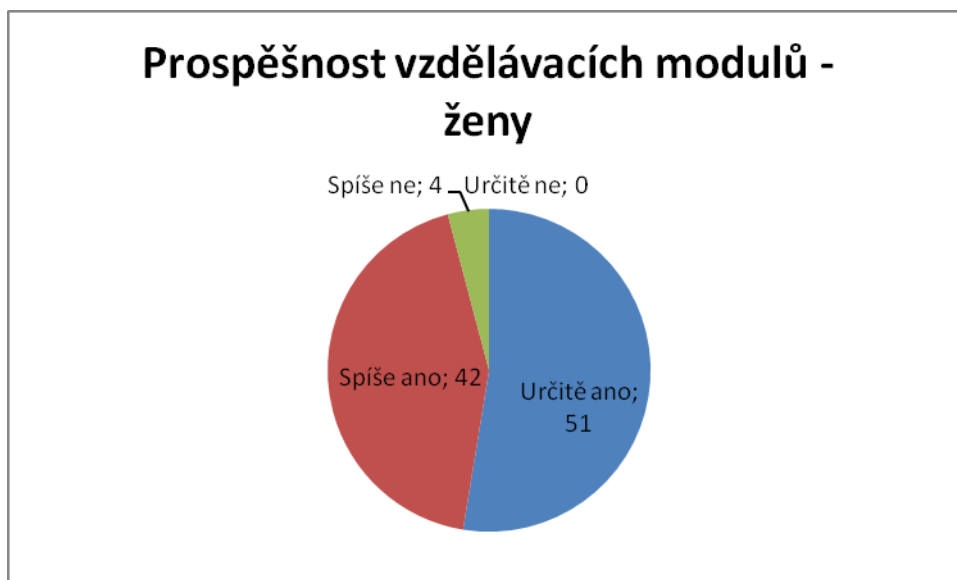
Odpověď	Počet	Relativní četnost
Určitě ano	65	51 %
Spíše ano	55	43 %
Spíše ne	8	6 %
Určitě ne	0	0 %
Celkem	128	100 %

Tab. č. 2 Prospěšnost vzdělávacích modulů

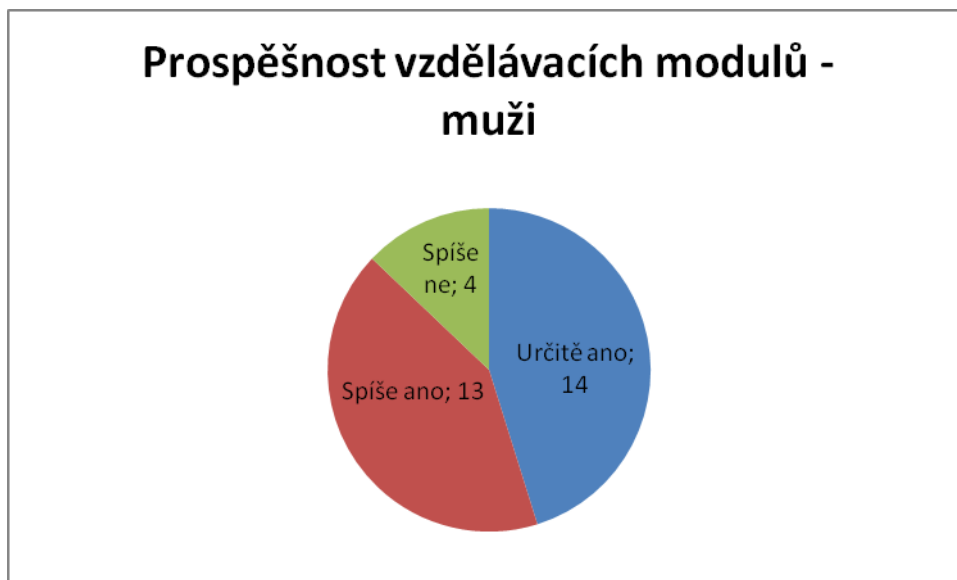


Graf č. 5 Prospěšnost vzdělávacích modulů

Dále se zkusíme podívat na srovnání, jak na tu samou otázku nahlíží muži a ženy. Kdybychom odpověď určitě ano a spíše ano sloučili a nahlíželi na ní jako na ano, tak 96 % žen si myslí, že jsou tyto vzdělávací moduly prospěšné a to samé si myslí 87 % mužů.



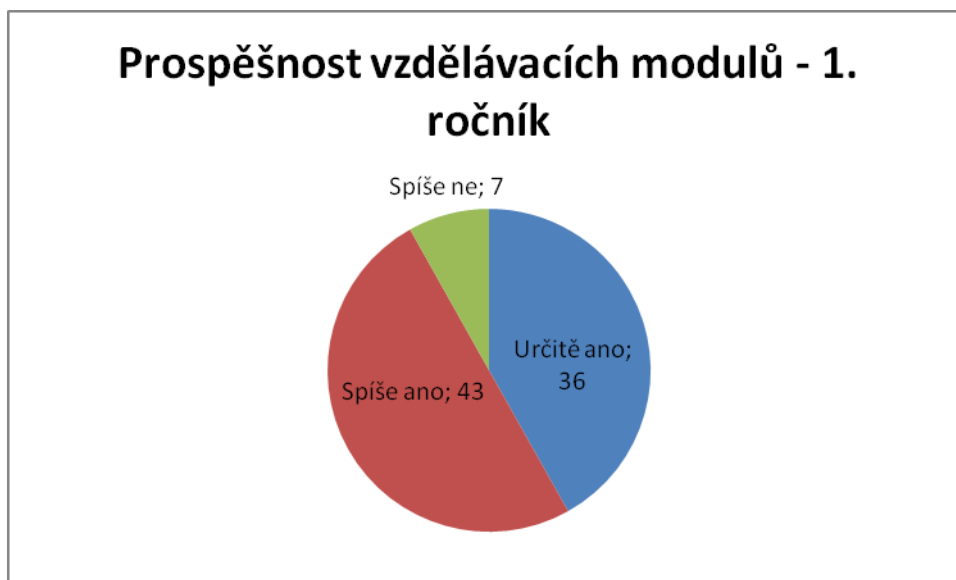
Graf č. 6 Prospěšnost vzdělávacích modulů - ženy



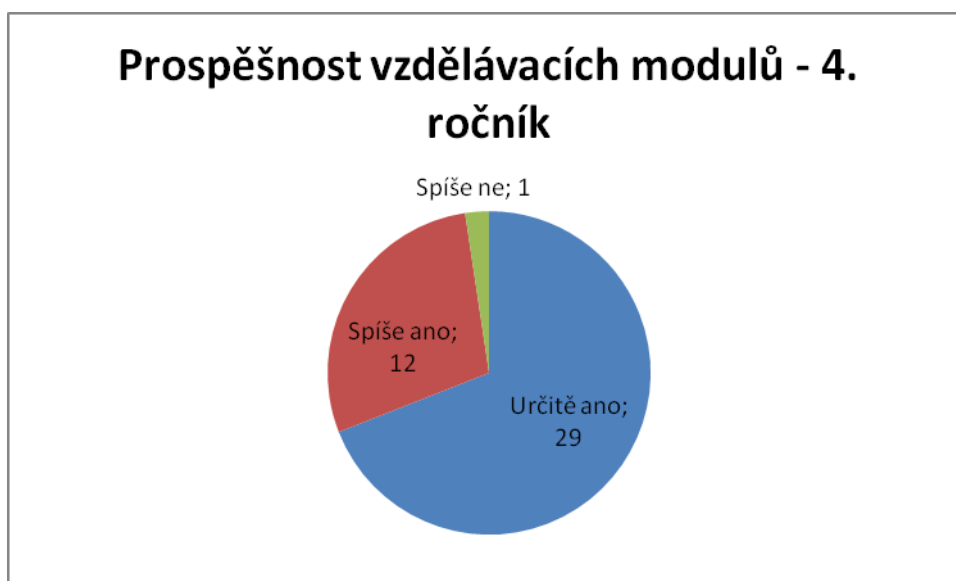
Graf č. 7 Prospěšnost vzdělávacích modulů - muži

Když srovnáme, jak se pohled na tuto otázku mění s ročníkem vysoké školy a porovnáme názor studentů 1. ročníku se studenty 4. ročníku, tak je patrné, že starší

studenti si z 98 % myslí, že se jedná o prospěšné moduly a pouze jeden respondent odpověděl, že spíše ne. U prvního ročníku je 8 % přesvědčeno, že se jedná o spíše neprospěšnou záležitost.



Graf č. 8 Prospěšnost vzdělávacích modulů - 1. ročník

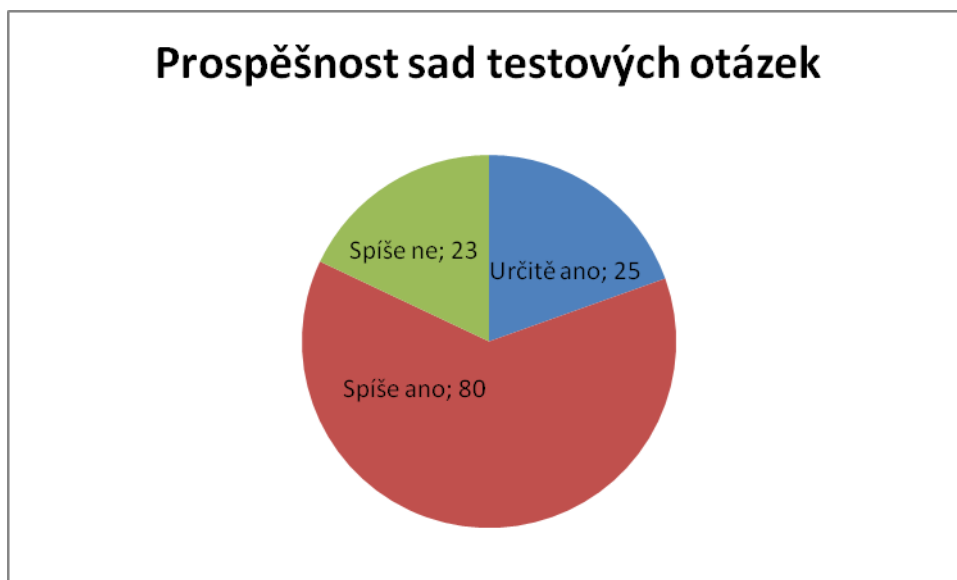


Graf č. 9 Prospěšnost vzdělávacích modulů - 4. ročník

Druhá otázka z dotazníku se ptala, zda sady testovacích otázek byly pro zvládnutí problematiky prospěšné. Z následující tabulky je patrné, že dominantní odpovědí je spíše ano a to si myslí 63 % studentů.

Odpověď	Počet	Relativní četnost
Určitě ano	25	20 %
Spíše ano	80	62 %
Spíše ne	23	18 %
Určitě ne	0	0 %
Celkem	128	100 %

Tab. č. 3 Prospěšnost sad testových otázek



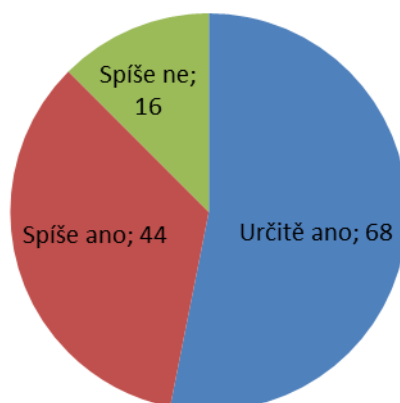
Graf č. 10 Prospěšnost sad testových otázek

Otázka číslo tři z dotazníku si klade za cíl zjistit stanovisko studentů na technologii webcast a odpovědět na otázku, je-li technologie při studiu přínosná. V následující tabulce lze vidět počty studentů a jejich rozdělení, podle toho jak jsou spokojeni s přínosem technologie webcastu při studiu problematiky. Pokud bychom spojili odpovědi spíše ano a spíše ne dosáhneme hodnot, které jsou téměř vyrovnané.

Odpověď	Počet	Relativní četnost
Určitě ano	68	53 %
Spíše ano	44	34 %
Spíše ne	16	12 %
Určitě ne	0	0 %
Celkem	128	100 %

Tab. č. 4 Přínos technologie webcastu

Přínos technologie webcastu



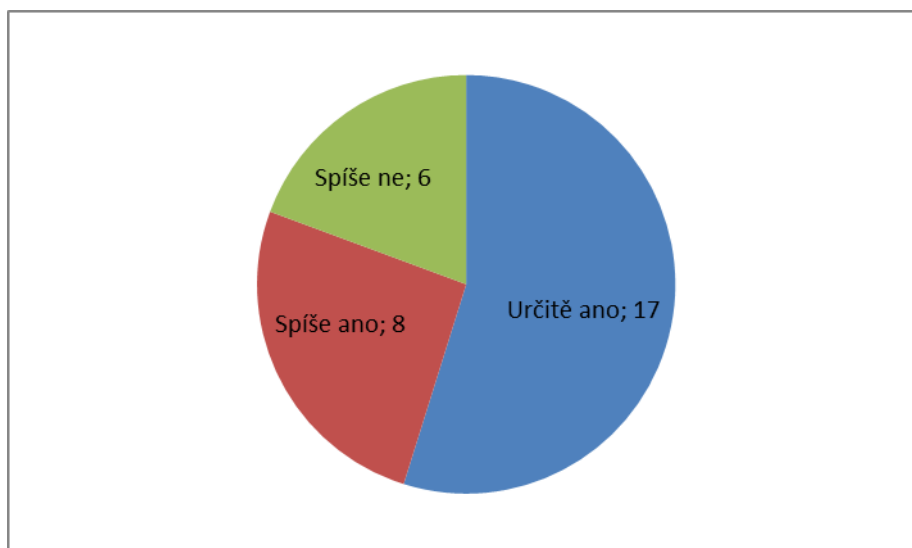
Graf č. 11 Celkový pohled na otázku č. 3

Zajímavé je také se podívat na to jak hodnotí otázku číslo 3 muži a ženy. Tímto bych ráda ukázala, jestli je nějaký rozdíl mezi tím, že technologii webcastů (forma e-learningu) lépe hodnotí muži nebo ženy.

Tabulka a následný graf pro studenty muže:

Odpověď	Počet	Relativní četnost
Určitě ano	17	55 %
Spíše ano	8	26 %
Spíše ne	6	19 %
Určitě ne	0	0 %
Celkem	31	100 %

Tab. č. 5 Otázka č. 3 z pohledu mužů



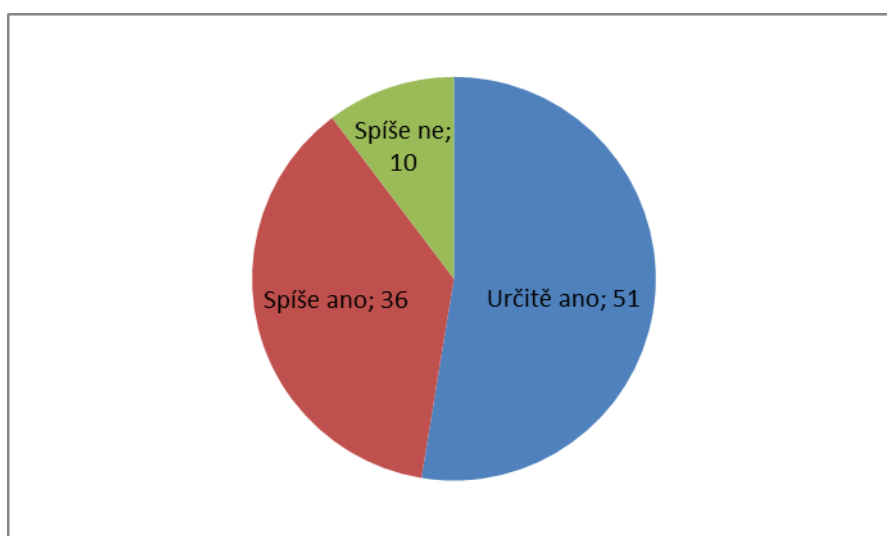
Graf č. 12 Otázka č. 3 z pohledu mužů

Pokud se na výsledný graf opět podíváme z pohledu, že odpovědi spíše ano a spíše ne jsou shodné, tak u mužů lehce převyšuje názor ten, že je technologie webcast je přínosnější.

Následuje tabulky a graf s názorem žen:

Odpověď	Počet	Relativní četnost
Určitě ano	51	53 %
Spíše ano	36	37 %
Spíše ne	10	10 %
Určitě ne	0	0 %
Celkem	97	100 %

Tab. č. 6 Otázka č. 3 z pohledu žen



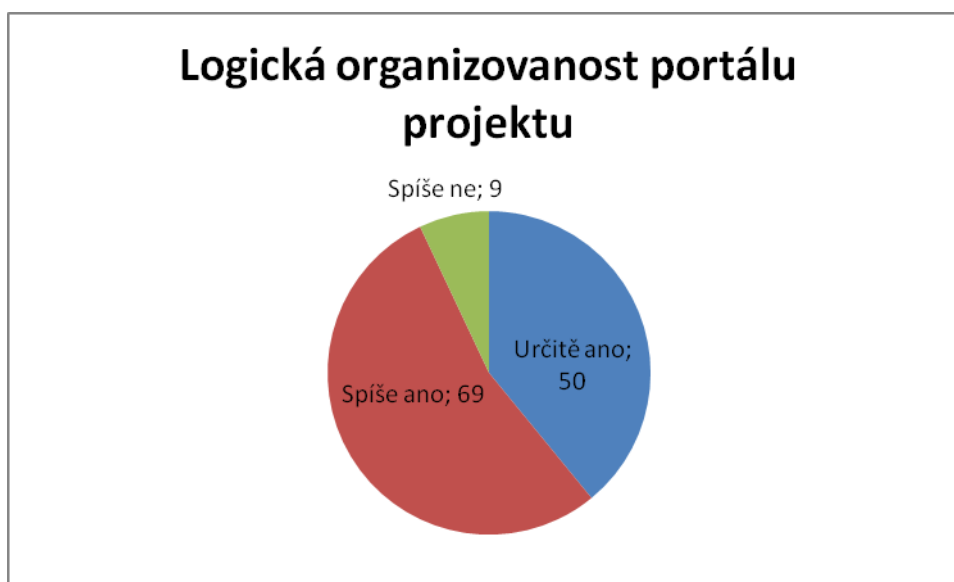
Graf č. 13 Otázka č. 3 z pohledu žen

Z grafu můžeme vyčíst, že struktura rozdělení je totožná s muži, ale s přihlédnutím k tomu, že ženy celkově kladněji hodnotí přínos webcast, při studiu.

Jestli je portál projektu organizován logicky a přehledně se ptala 4. otázka. S tímto jsou studenti převážně spokojeni, pro 9 studentů je portál spíše nelogicky uspořádán a nepřehledný.

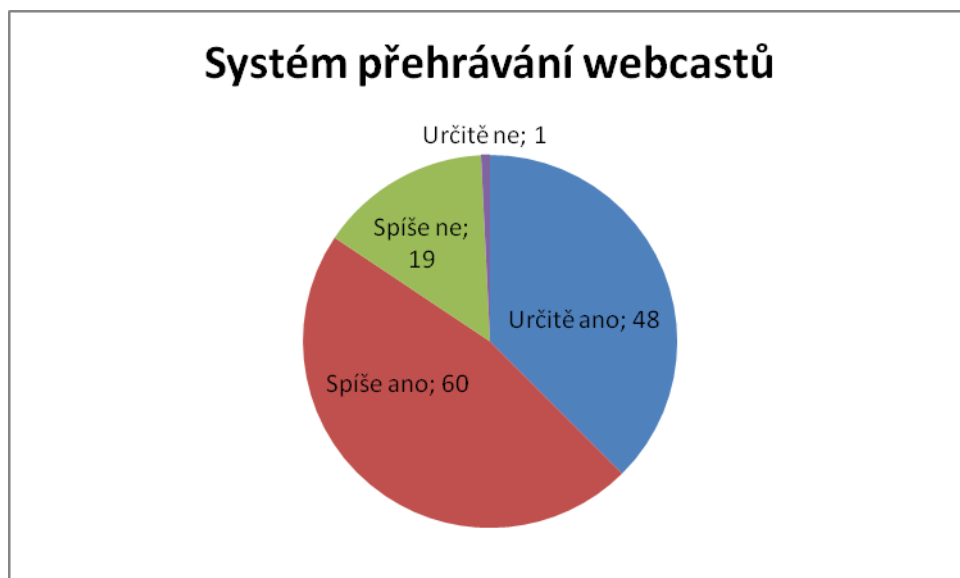
Odpověď	Počet	Relativní četnost
Určitě ano	50	39 %
Spíše ano	69	54 %
Spíše ne	9	7 %
Určitě ne	0	0 %
Celkem	128	100 %

Tab. č. 7 Logická organizovanost portálu projektu



Graf č. 14 Logická organizovanost portálu projektu

V další otázce bylo zjišťováno, jestli systém přehrávání webcastů na portále je dobře navržen a je pro studium problematiky přínosný. Zde je zajímavé, že negativní odpověď mělo 16 % respondentů. tj. 20 studentů.

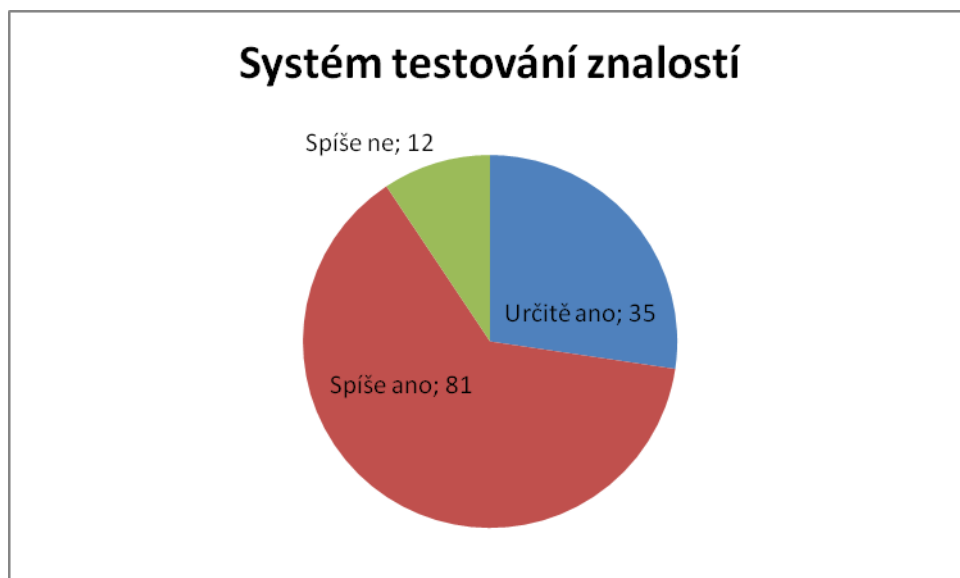


Graf č. 15 Systém přehrávání webcastů

Otázka č. 6 se zabývá tím, jestli systém automatizovaného testování znalostí na portále je dobře navržen a je pro studium problematiky přínosný. Každý desátý student si myslí, že systém automatického testování znalostí je spíše nepřínosný a ne úplně dobře navržen.

Odpověď	Počet	Relativní četnost
Určitě ano	35	27 %
Spíše ano	81	63 %
Spíše ne	12	10 %
Určitě ne	0	0 %
Celkem	128	100 %

Tab. č. 8 Systém testování znalostí



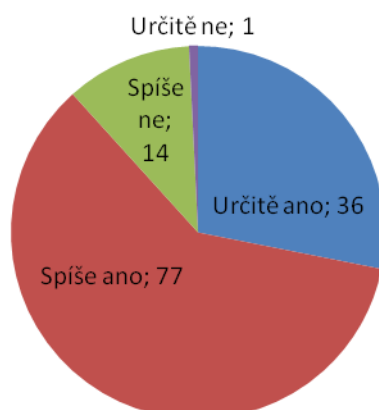
Graf č. 16 System testování znalostí

Otázka č. 7 se zabývá, zda-li je portál projektu snadno přístupný a spolehlivý. Pokud kategorie určitě ano a spíše ano sloučíme, tak 88 % respondentů s tímto souhlasí a jen 12 % zastává názor, že spíše ne a určitě ne.

Odpověď	Počet	Relativní četnost
Určitě ano	36	28 %
Spíše ano	77	60 %
Spíše ne	14	11 %
Určitě ne	1	1 %
Celkem	128	100 %

Tab. č. 9 Přístupnost a spolehlivost portálu

Přístupnost a spolehlivost portálu



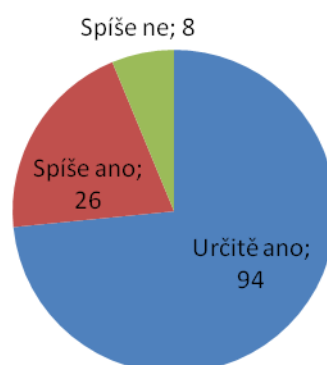
Graf č. 17 Přístupnost a spolehlivost portálu

Dalším důležitým zjištěním bylo, jestli mají studenti v této době dostatečné technické možnosti (počítačové vybavení, internetové připojení) k využití portálu projektu. Z odpovědí vyplývá, že studenti mají možnost si zajistit dostatečné technické vybavení.

Odpověď	Počet	Relativní četnost
Určitě ano	94	74 %
Spíše ano	26	20 %
Spíše ne	8	6 %
Určitě ne	0	0 %
Celkem	128	100 %

Tab. č. 10 Dostatečné technické možnosti k využití portálu

Dostatečné technické možnosti k využití portálu



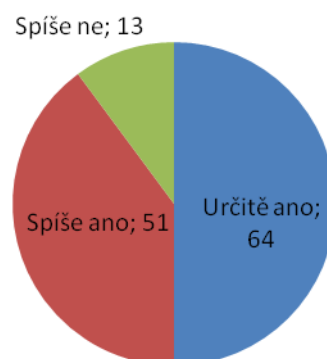
Graf č. 18 Dostatečné technické možnosti k využití portálu

V další otázce studenti hodnotili celkový přínos projektu jako celku pro zvládnutí problematiky. 90 % studentů hodnotí projekt jako přínosný.

Odpověď	Počet	Relativní četnost
Určitě ano	64	50 %
Spíše ano	51	40 %
Spíše ne	13	10 %
Určitě ne	0	0 %
Celkem	128	100 %

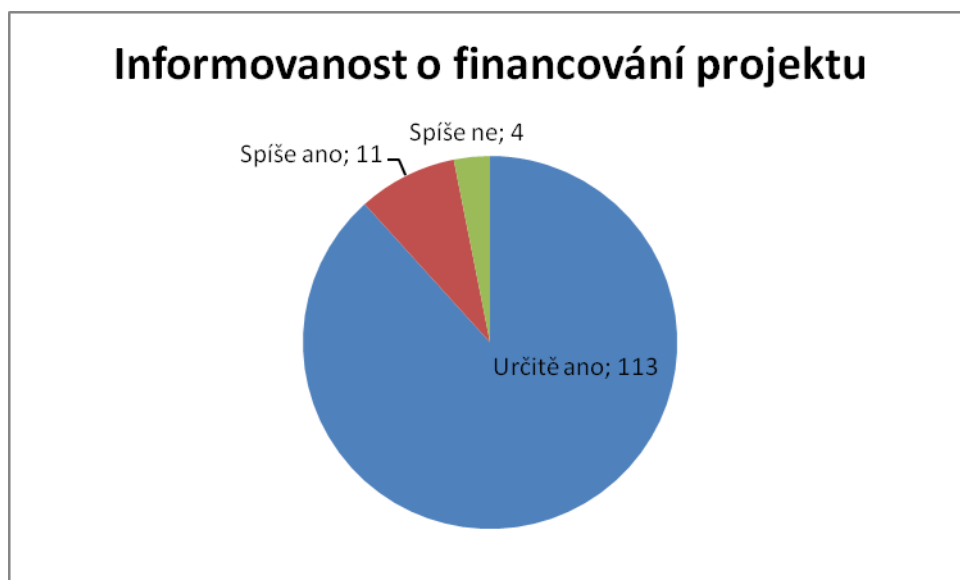
Tab. č. 11 Hodnocení přínosnosti projektu jako celku

Hodnocení přínosnosti projektu jako celku



Graf č. 19 Hodnocení přínosnosti projektu jako celku

Otázka č. 10 zjišťovala, jestli byli studenti dostatečně seznámeni s faktem, že projekt je financován z prostředků Evropského sociálního fondu. 124 studentů si myslí, že byli dostatečně seznámeni a 4 studenti, že spíše ne.

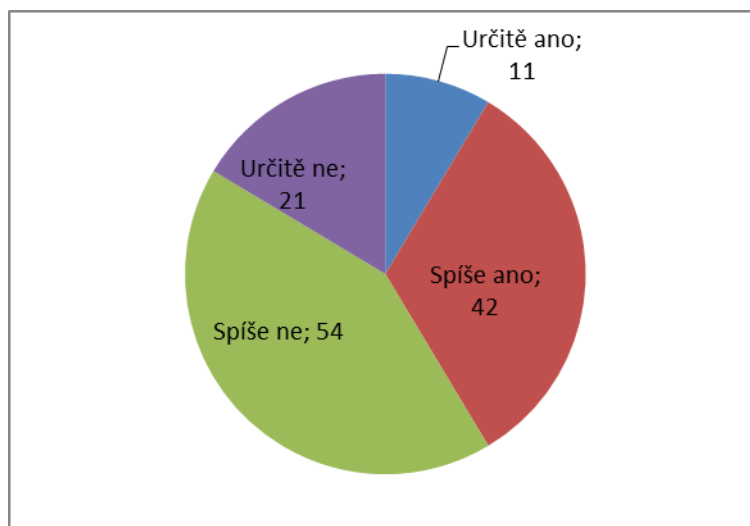


Graf č. 20 Informovanost o financování projektu

Další dvě vyhodnocené otázky si kladou za cíl porovnat webcasty s přednáškou a knihou. Tato velice zajímavá otázka číslo 11 v dotazníku, je zaměřena na názor ohledně srovnání e-learningu a klasických studijních materiálů, tedy učebnice, skript. Tabulka a následné grafy jsou provedeny v celkovém zobrazení a dále rozděleny na muže a ženy.

	Muži	Ženy	Celkem	Relativní četnost
Určitě ano	4	7	11	9 %
Spíše ano	11	31	42	33 %
Spíše ne	11	43	54	42 %
Určitě ne	5	16	21	16 %
Celkem	31	97	128	100 %

Tab. č. 12 Otázka č. 11 celkový pohled



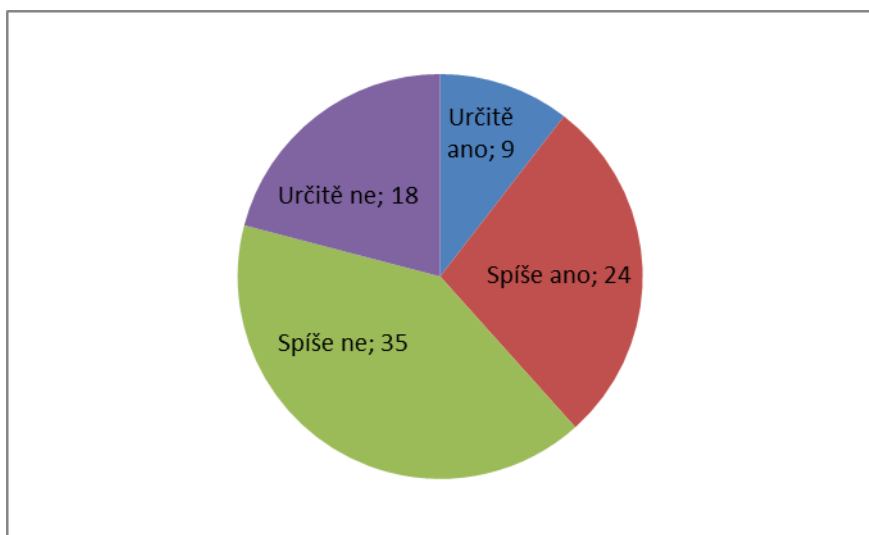
Graf č. 21 Otázka č. 11 - celkový pohled

Pokud bychom nazvali spojení odpovědí spíše ano a spíše ne za nevíím, tak je zajímavé, jak studenti nemají na položenou otázku názor. Z tabulky č. 12 je patrné, že struktura odpovědí mezi muži a ženami je téměř totožná.

U této otázky je také vhodné podívat se, jestli jsou názory stejné u studentů prvního ročníku a čtvrtého.

Odpověď	Počet	Relativní četnost
Určitě ano	9	10 %
Spíše ano	24	28 %
Spíše ne	35	41 %
Určitě ne	18	21 %
Celkem	86	100 %

Tab. č. 13 Otázka č. 11 - první ročník

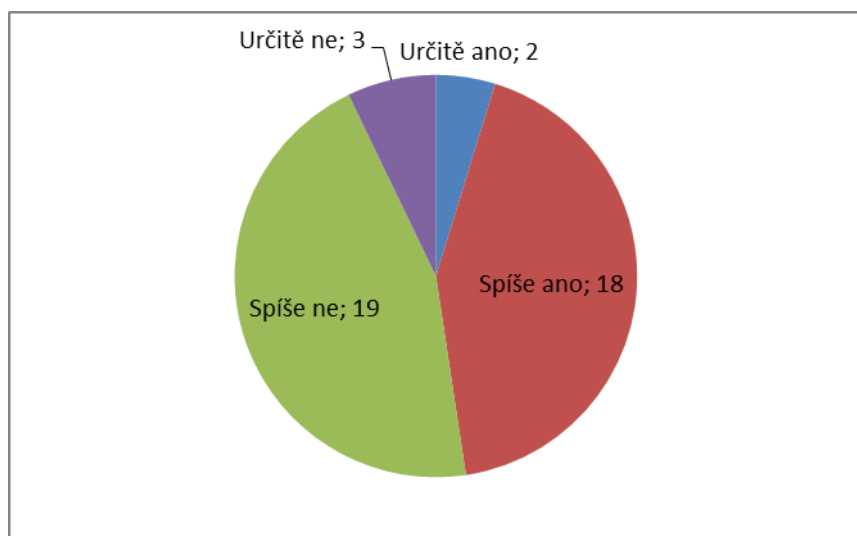


Graf č. 22 Otázka č. 11 - první ročník

U studentů prvního ročníku je vidět, že poměrně velká část neupřednostňuje e-learning před knihou. U těchto studentů by se přesto dalo očekávat, že více upřednostňují vzdělávání pomocí počítače.

Odpověď	Počet	Relativní četnost
Určitě ano	2	5 %
Spíše ano	18	43 %
Spíše ne	19	45 %
Určitě ne	3	7 %
Celkem	42	100 %

Tab. č. 14 Otázka č. 11 - čtvrtý ročník



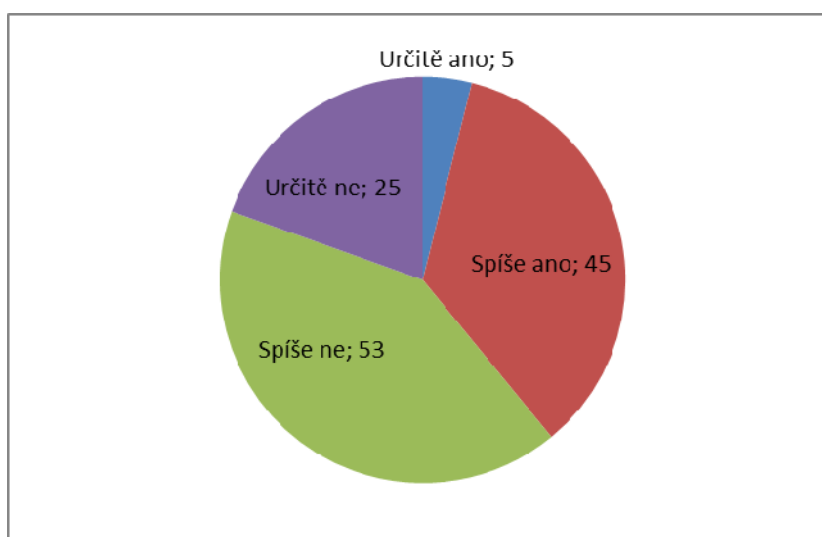
Graf č. 23 Otázka č. 11 - čtvrtý ročník

Zajímavé je u studentů čtvrtého ročníku, jak se téměř přesně rozdělili na dvě poloviny názorů s tím, že mírně vede názor, že e-learning není lepší než „klasická kniha“.

Otázka číslo 12 navazuje na předešlou otázku a srovnává e-learning s mluvenou přednáškou. Tyto odpovědi jsou velice zajímavé, protože přednášky dvou hlavních autorů jsou mezi studenty botanických oborů velice populární. Nejprve tedy celkový pohled.

	Muži	Ženy	Celkem	Relativní četnost
Určitě ano	1	4	5	4 %
Spíše ano	12	33	45	35 %
Spíše ne	10	43	53	41 %
Určitě ne	8	17	25	20 %
Celkem	31	97	128	100 %

Tab. č. 15 Otázka č. 12 celkový pohled

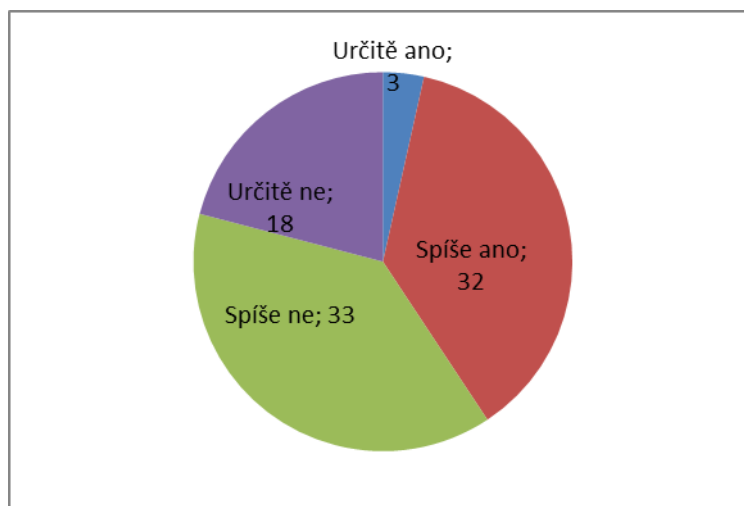


Graf č. 24 Otázka č. 12 celkový pohled

Studenti preferují přednášky. Což se dalo očekávat, protože přednášky autorů jsou populární. Dále je zde pohled na otázku číslo 12 ze strany 1. a 4. ročníku.

Odpověď	Počet	Relativní četnost
Určitě ano	3	4 %
Spíše ano	32	37 %
Spíše ne	33	38 %
Určitě ne	18	21 %
Celkem	86	100 %

tab. č. 16 Otázka č. 12 - první ročník

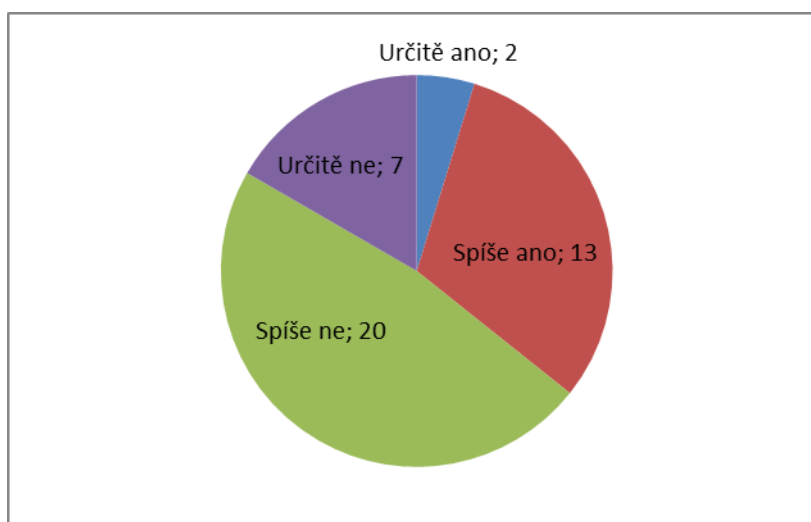


Graf č. 25 Otázka č. 12 - první ročník

U výsledku prvního ročníku jasně vyplývá, že e-learning nenahrazuje klasickou přednášku a studenti mají raději klasickou přednášku.

Odpověď	Počet	Relativní četnost
Určitě ano	2	5 %
Spíše ano	13	31 %
Spíše ne	20	48 %
Určitě ne	7	17 %
Celkem	42	100 %

Tab. č. 17 Otázka č. 12 - čtvrtý ročník



Graf č. 26 Otázka č. 12 - čtvrtý ročník

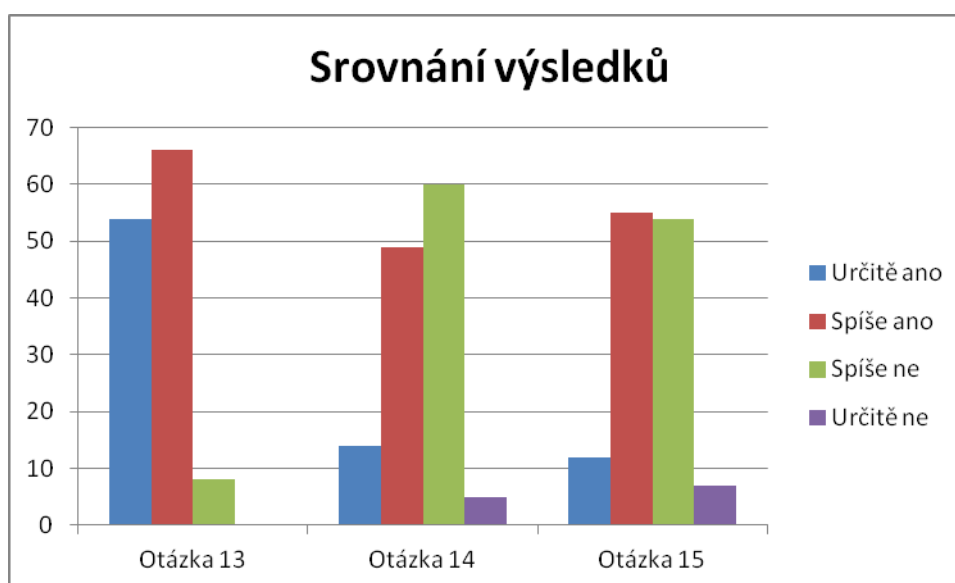
U tohoto vyhodnocení se opět potvrdilo opět to, že studenti čtvrtého ročníku jdou raději na přednášku.

Další tři otázky se ptají, zda studenti budou při studiu nadále využívat e-learning kampaňovitě a příležitostně (například v případě absence na přednášce) nebo soustavně a pravidelně a zda ve vlastní učiteléské praxi.

Odpověď	Počet-otázka 13	Počet-otázka 14	Počet-otázka 15
Určitě ano	54	14	12
Spíše ano	66	49	55
Spíše ne	8	60	54
Určitě ne	0	5	7
Celkem	128	128	128

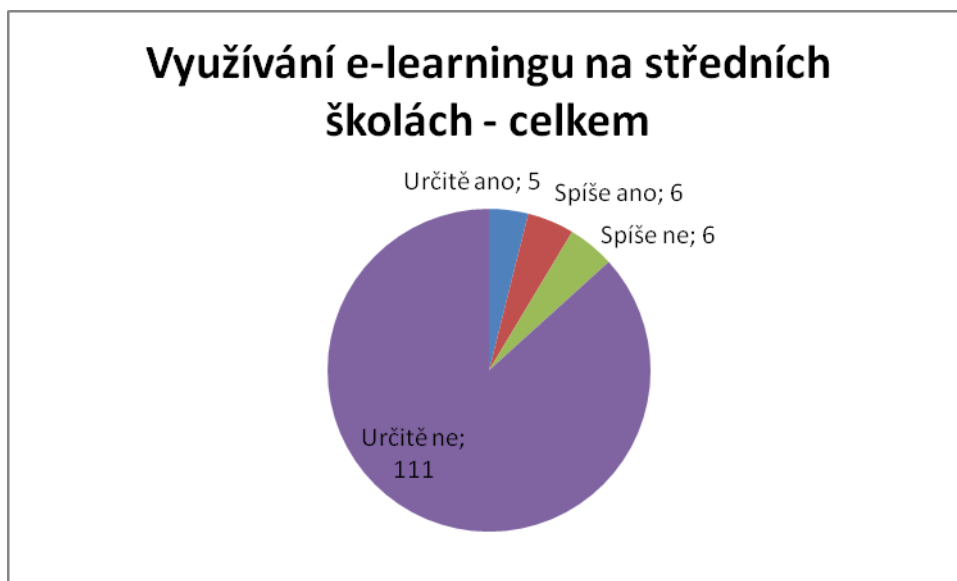
Tab. č. 18 Srovnání výsledků otázek 13, 14, 15

Z níže uvedeného grafu je vidět, že příležitostně a kampaňovitě e-learning bude využívat naprostá většina, na rozdíl od využívání ve vlastní učiteléské praxi, kde jsou názory ano a ne přibližně vyrovnané. Pro soustavné používání e-learningu není více, jak polovina respondentů.



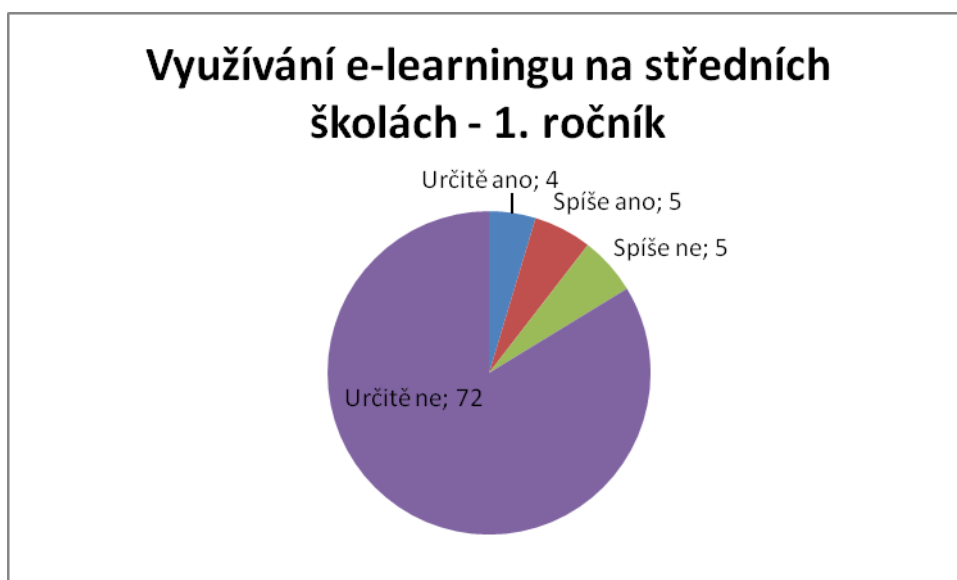
Graf. č. 27 Srovnání výsledků otázek 13, 14, 15

V další otázky jsme zjišťovali, zda studenti využívali k učení e-learning na střední škole.

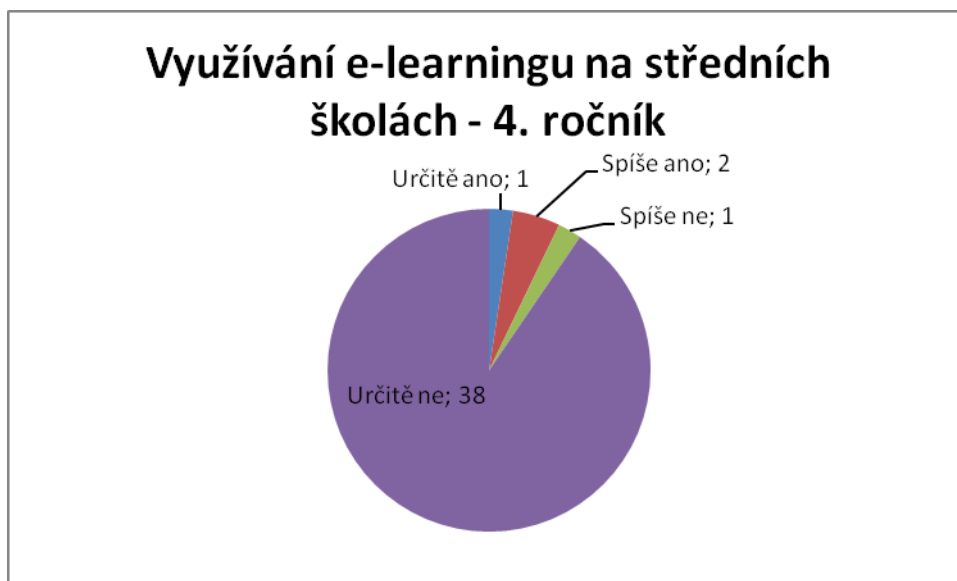


Graf. č. 28 Využívání e-learningu na středních školách

Kdybychom sloučili odpovědi spíše ne a určitě ne jako výsledek ne, tak 117 studentů na středních školách e-learning nevyužívala. Zajímavé bylo se podívat na srovnání v rámci ročníku, jestli rozdíl několika let může naznačit jistý trend. V rámci prvních ročníku poměrně dramaticky ubylo striktních odpovědí určitě. U vyšších ročníků se dá říci, že se na středních školách s touto formou výuky velmi sporadicky.



Graf. č. 29 Využívání e-learningu na středních školách - 1. ročník



Graf. č. 30 Využívání e-learningu na středních školách - 4. ročník

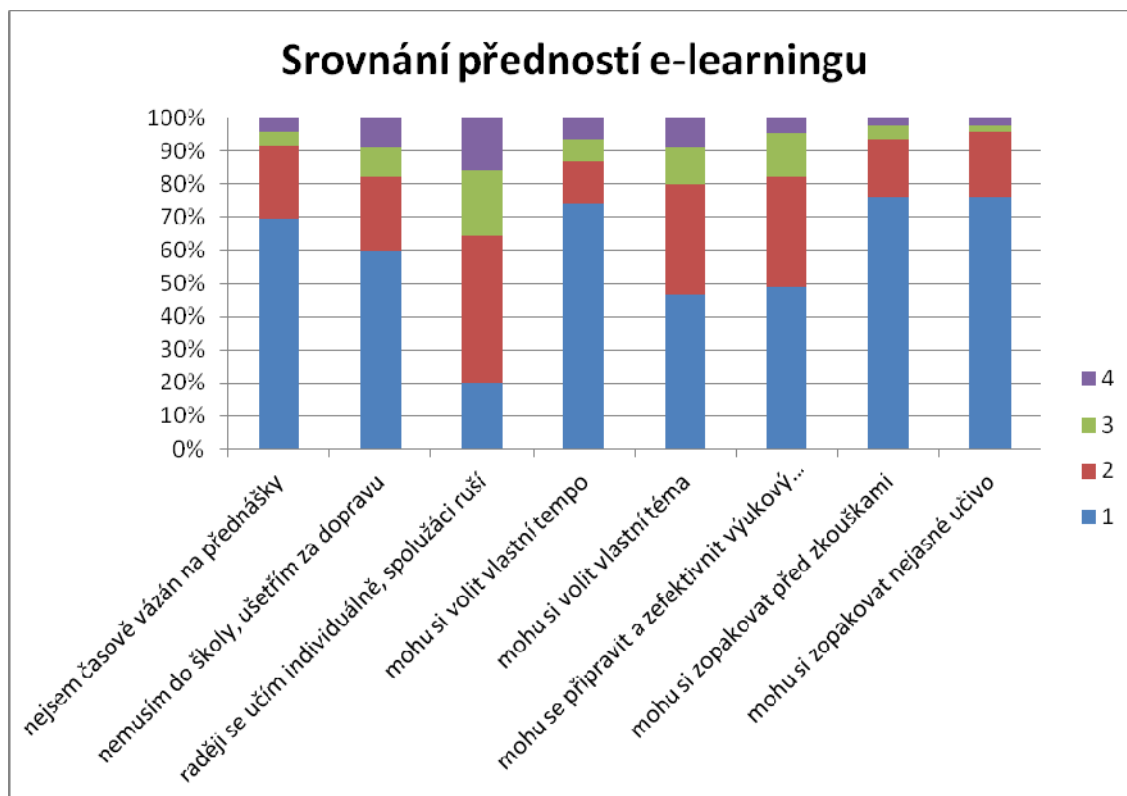
Následující otázka se zabývala, jestli by studenti měli rádi přístup k vysokoškolskému e-learningu již na střední škole. Převládá názor, že by rádi tento přístup studenti měli. Překvapivé je množství odpovědí vyjadřující negativní odpověď.



Graf. č. 31 Přístup k vysokoškolskému e-learningu již na střední škole

Na závěr dotazníku studenti měli za úkol zhodnotit známkami 1 – 4 (tj. jako ve škole) jednotlivé uvedené přednosti e-learningu, jak je po své zkušenosti subjektivně

vnímají. Na prvních přičkách se objevují argumenty, že si mohou zopakovat učivo nejasné z přednášky a zopakovat látku před zkouškami. Nejméně důležitý je pro studenty vliv ostatních spolužáků, případné vyrušování či to, že se raději učí individuálně.



Graf. č. 32 Srovnání předností e-learningu

3.3.2 Analýza v kontingenčních tabulkách

V této části bych se ráda zaměřila na zkoumání závislosti, jestli pohlaví studentů ovlivňuje názory na webcasting a e-learning. Všechny testy jsou provedeny se spolehlivostí 95% a byly provedeny za pomoci χ^2 test nezávislosti. Jednotlivé testy začínají stanovením hypotézy, dále následuje kontingenční tabulka, histogram, mozaikový graf vlastní test. Testy jsou provedeny za použití softwaru Statgraphics.

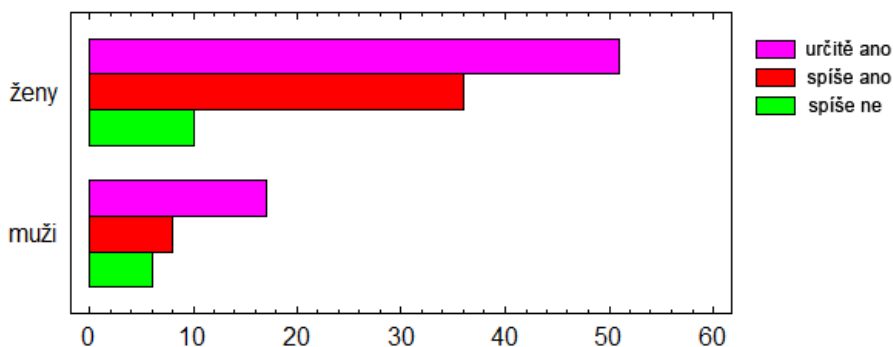
3.3.2.1 Otázka číslo 3, technologie webcastů x pohlaví studentů

H0: Spokojenost s technologií webcastů nesouvisí s pohlavím studentů

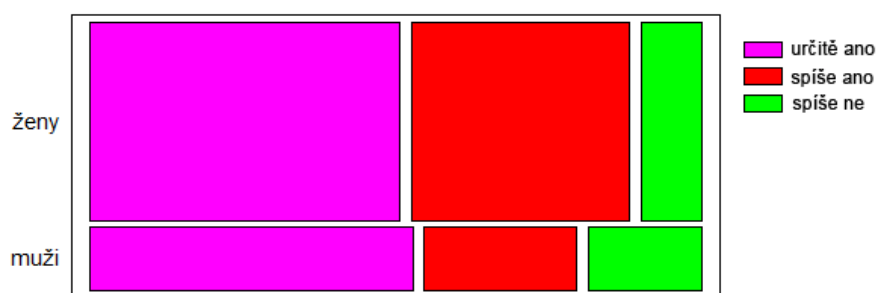
H1: Spokojenost s technologií webcastu souvisí s pohlavím studentů

	Určitě ano	Spíše ano	Spíše ne	Celkem
Ženy	51	36	10	97
Muži	17	8	6	31
Celkem	68	44	16	128

Tab. č. 19 Spokojenost s technologií webcastů



Obr. č. 8 Histogram



Obr. 9 č. Mozaikový graf

Histogram ukazuje počty studentů a jednotlivých odpovědí vzhledem k tomu, jestli jsou ženami nebo muži. Na mozaikovém grafu je následně zobrazené rozdělení četností.

χ^2 test nezávislosti

Chi-Square Test		
Chi-Square	Df	P-Value
2,43	2	0,2961

Obr. č. 10 Chi-square test

Z výsledku χ^2 testu je patrné, že hodnota p-value = 0,2961 > 0,005 a proto **nezamítáme** nulovou hypotézu. Jinými slovy, přínos technologie a studia prostřednictvím webcastu nezáleží na pohlaví studenta.

3.3.2.2 Vztah pohlaví studenta vzhledem k tomu jestli e-learning upřednostňují před tištěnými materiály

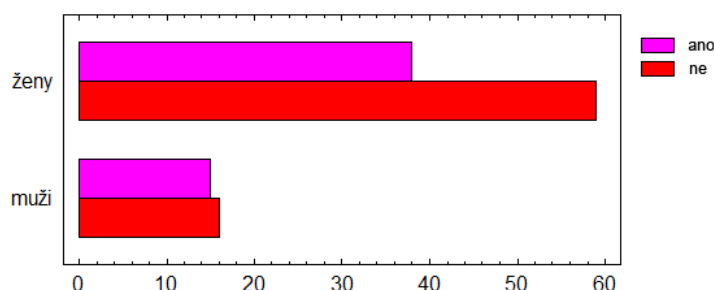
H0: Využití e-learningu oproti tištěným materiálům nesouvisí s pohlavím studentů

H1: Využití e-learningu oproti tištěným materiálům souvisí s pohlavím studentů

Vzhledem k menšímu počtu především mužů studentů jsem se rozhodla spojit kategorie Určitě ano a spíše ano dohromady a to samé provést u kategorií spíše ne a určitě ne.

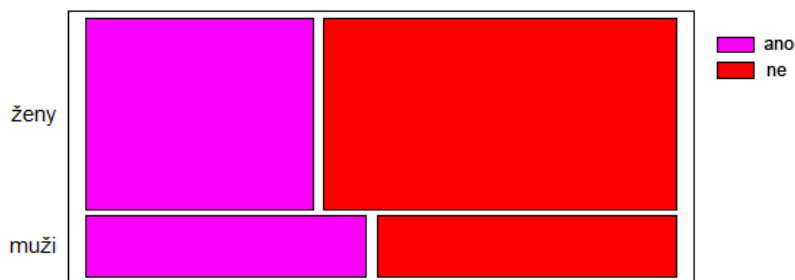
	Ano	Ne	Celkem
Ženy	38	59	97
Muži	15	16	31
Celkem	53	75	128

Tab. č. 19 Vztah pohlaví studenta vzhledem k tomu jestli e-learning upřednostňují před tištěnými materiály



Obr. č. 11 Histogram

Histogram zobrazuje počet studentů, kteří preferují e-learning před tištěnými materiály vzhledem k tomu, jestli jsou muži nebo ženy.



Obr. č. 12 Mozaikový graf

Mozaikový graf zobrazuje četnost odpovědí. Lehce převyšuje kladný názor u mužů než u žen, ale i tak preferují tištěný materiál.

χ^2 test nezávislosti

Chi-Square Test		
Chi-Square	Df	P-Value
0,82	1	0,3647
0,49	1	0,4858 (with Yates' correction)

Obr. č. 13 Chi-square test

Z testu χ^2 test nezávislosti je patrné, že hodnota p-value = 0,4858 > 0,05, proto tedy **nezamítáme** nulovou hypotézu, tedy pohlaví studentů nesouvisí s tím, že upřednostňují e-learning před tištěnými materiály.

3.3.2.3 Vztah pohlaví studenta vzhledem k tomu, jestli e-learning upřednostňují před přednáškou

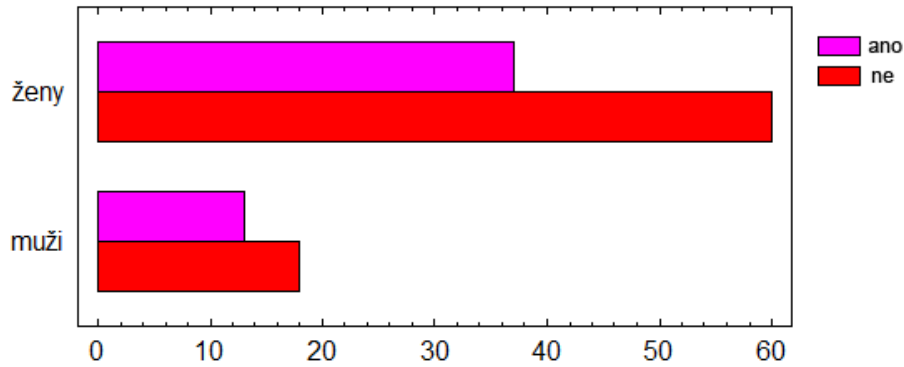
H0: Využití e-learningu oproti přednášce nesouvisí s pohlavím studentů

H1: Využití e-learningu oproti přednášce souvisí s pohlavím studentů

Stejně, jako v předešlém zkoumání jsou odpovědi spíše ano a určitě ano spojeny dohromady a odpovědi spíše ne a určitě ne také.

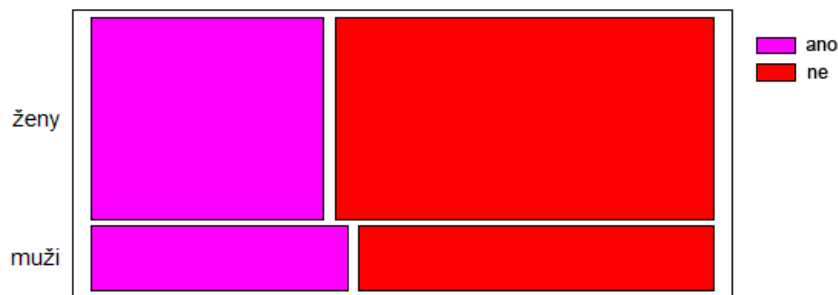
	Ano	Ne	Celkem
Ženy	37	60	97
Muži	13	18	31
Celkem	50	78	128

Tab. č. 20 Vztah pohlaví studenta vzhledem k tomu, jestli e-learning upřednostňují před přednáškou.



Obr. č. 14 Histogram

Histogram zobrazuje počet studentů, kteří preferují e-learning před přednáškou vzhledem k tomu, jestli jsou muži nebo ženy.



Obr. č. 15 Mozaikový graf

Mozaikový graf zobrazuje četnost jednotlivých odpovědí, za povšimnutí asi stojí to, že rozložení odpovědí je téměř shodné mezi ženami a muži.

χ^2 test nezávislosti

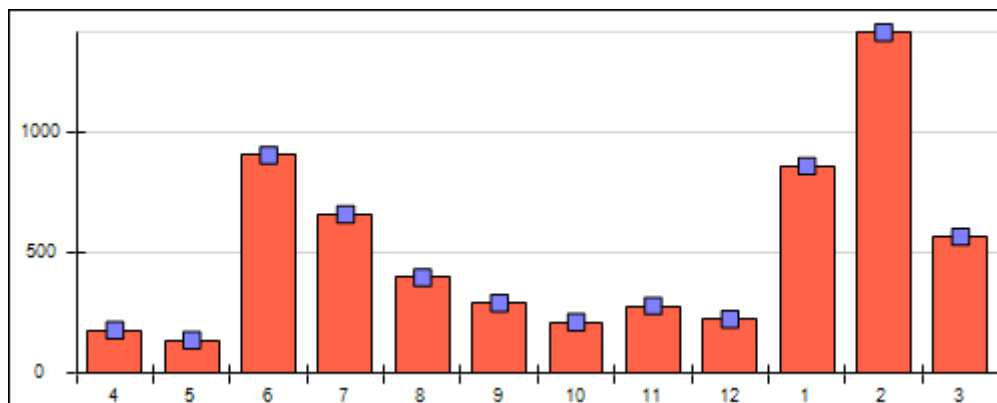
Chi-Square Test		
Chi-Square	Df	P-Value
0,14	1	0,7065
0,03	1	0,8688 (with Yates' correction)

Obr. č. 16 Chi-square test

Z testu je patrné, že hodnota p-value = 0,8688 > 0,05 a proto tedy **nezamítáme** nulovou hypotézu ve prospěch alternativní. Z toho vyplývá, že využití e-learningu ve vztahu k přenášece **nezávisí** na pohlaví.

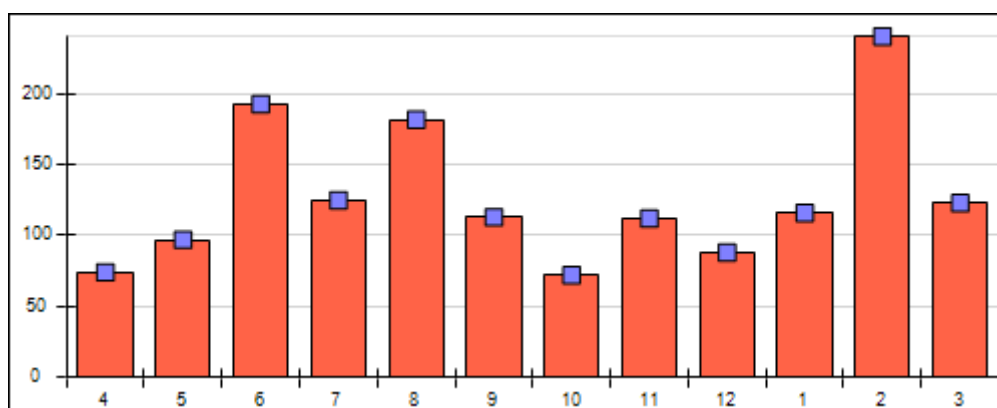
3.4 Návštěvnost webového portálu

Výchozím prvkem pro analýzu návštěvnosti jsou data o počtech přístupů k webcastům. Celkový počet přístupů k portálu za poslední rok uvádí obrázek č. 17. uvedený níže.



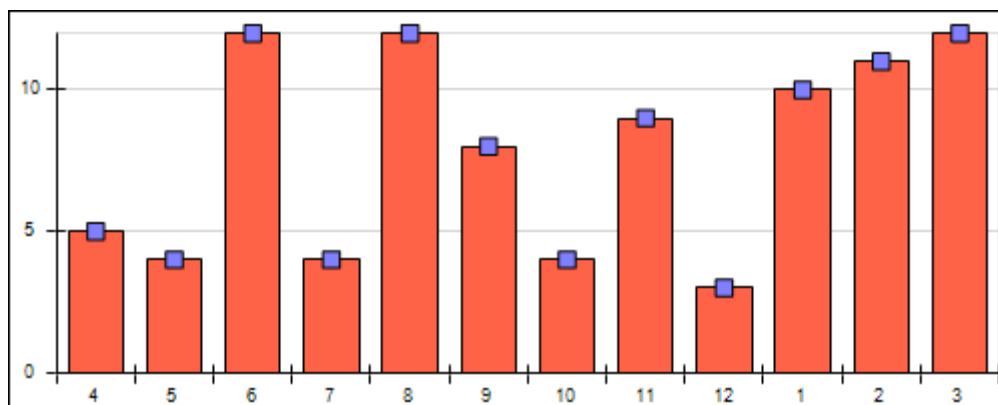
Obr. č. 17 Celkový počet přístupů k portálu za poslední rok

V obrázku lze porovnat přístupy za rozhodné období od dubna roku 2012 až po březen 2013. Největší návštěvnost registrujeme v měsíci únoru, kdy došlo téměř k 1500 přístupům. Dále je návštěvnost výrazně převyšující ostatní měsíce v červnu, lednu a červenci. Na obrázku číslo 18 se můžeme podívat na statistiku počtu přístupů k webcastům modulu anatomie rostlin, kde opět v návštěvnosti dominuje měsíc únor a červen. Na další pozici s přibližně 175 přístupy se nachází srpen.



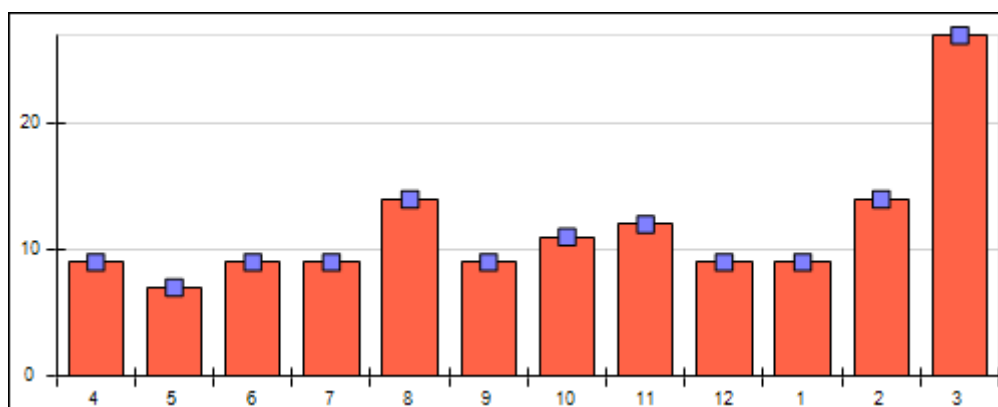
Obr. č. 18 Počet přístupů k webcastům modulu anatomie cévnatých rostlin

Obrázek níže znázorňuje počty přístupů k webcastu tvar a velikost buněk, buněčná stěna. V pěti měsících v roce webcast prohlédlo více jak 10 jedinců. Nejméně zhlédnutí bylo v prosinci.



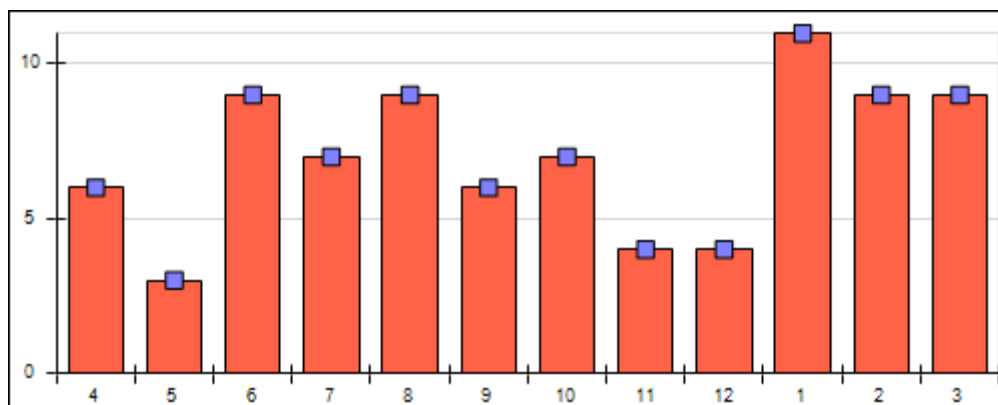
Obr. č. 19 Počet přístupů k webcastu tvar a velikost buněk, buněčná stěna

Dále je možné shrnout výsledky sledování počtu přístupů k webcastu fytoľity tak, že během celého roku návštěvnost osciluje kolem hodnoty 10 vstupů. V březnu návštěvnost několikanásobně vzrostla.



Obr. č. 20 Počet přístupů k webcastu fytoľity

Jako poslední se podíváme na počet přístupů k webcastu klasifikace rostlinných pletiv podle tloušťky buněčné stěny. Z obrázku je nasnadě, že největší návštěvnost byla v lednu. Zbývající měsíce se pohybují mezi třemi až devíti návštěvami.



Obr. č. 21 Počet přístupů k webcastu klasifikace rostlinných pletiv podle tloušťky buněčné stěny

4. DISKUZE

Ze základního rozdělení mezi studenty a ročníky je možné zjistit, že po čtyřech letech studia zůstalo studovat sedm mužů, což je oproti prvnímu ročníku dvoutřetinový úbytek. Ženy studentky jsou asi poctivější a důslednější a jejich úbytek je oproti prvnímu ročníku jen poloviční.

Otázka číslo jedna z dotazníku si klade za cíl zjistit, zda byly vytvořené vzdělávací moduly (prezentace powerpoint) pro zvládnutí problematiky prospěšné. Z výsledků je vidět, že studenti si myslí, že jsou prospěšné. Ještě více jsou o tom přesvědčeny ženy než muži. Také byly srovnány odpovědi v rámci ročníku. Posluchači ve 4. ročníku jsou téměř jednohlasně přesvědčeni o prospěchu, ale studenti prvního ročníku jsou poněkud kritičtější. Důvodem by mohlo být to, že někteří takovou záležitost vidí poprvé a nemají s ní zkušenost, a proto nedovedou ještě objektivně posoudit její význam.

Druhá otázka z dotazníku se ptala na sady testovacích otázek a jejich prospěšnost pro zvládnutí problematiky. Respondenti se shodli ve velké většině, že ano pravděpodobně proto, že díky testovacím otázkám dostali zpětnou vazbu o tom, jak byl jejich proces učení úspěšný a dávají hmatatelnou informaci o tom, zda mají učivo zvládnuté. Zbývajících 23 studentů, kteří odpověděli, že spíše ne otázku možná chápali tak, že pro jejich samotné učení testové otázky neměly význam, tudíž odpověděli takto. Pravděpodobně tím nechtěli naznačit, že nejsou prospěšné, ale že oddělují proces učení od následného testování.

Otázka číslo tři z dotazníku si klade za cíl zjistit stanovisko studentů na technologii webcastů a odpovědět na otázku je-li technologie při studiu přínosná. Pokud bychom spojili odpovědi spíše ano a spíše ne dosáhneme hodnot, které jsou téměř vyrovnané, což pro realizaci projektu není zrovna kladné hodnocení. Natáčení přednášejícího, jak před kamerou vysvětluje problematiku, která je někdy nezáživná, ale nutná je opravdu velký problém. Obecně, více pozitivně studenti hodnotí, když se zpracují a natočí třeba laboratorní pokusy, cvičení atd. Dobré je se podívat na to, jak hodnotí otázku číslo 3 muži a ženy. Pokud se na výsledný graf u mužů opět podíváme z pohledu, že odpovědi spíše ano a spíše ne jsou shodné, tak u mužů lehce převyšuje názor, že technologie webcast je přínosnější. Zato u žen lze pozorovat, že struktura

rozdělení je totožná s muži, ale s přihlédnutím k tomu, že ženy celkově kladněji hodnotí přínos webcast při studiu.

Jestli je portál projektu organizován logicky a přehledně se ptala 4. otázka. S tímto jsou studenti převážně spokojeni, pro 9 studentů je portál spíše nelogicky uspořádán a nepřehledný. Portál je řešen moderně pomocí technologie web 2.0, ale je pravdou, že hlavní strana portálu je poměrně dost informačně nabitá. Tyto informace uživatele portálu mohou mást a snižují tím přehlednost. Na úvodní straně můžeme vidět i méně podstatné informace, jako například počet zobrazení či počet hodnotících.

V další otázce bylo zjišťováno, jestli systém přehrávání webcastů na portále je dobře navržen a je pro studium problematiky přínosný. Zde je zajímavé, že negativní odpověď uvedlo 16 % respondentů, tj. 20 studentů, což je poměrně významný počet a lze tedy z tohoto výsledku vyvodit, že je co zlepšovat. Velmi častým problémem takových to portálu je jejich přesycenost informacemi. Podíváme-li se na portál očima člověka, který sice umí PC ovládat a umí s ním běžně pracovat, ale připojí se na tuto stránku, je na něj naloženo velké množství informací, které uživatel musí zvládnout, často je problém v nalezení konkrétní informace, konkrétní části a to uživatele odrazuje od dalšího hledání a setrvání na portále.

Otázka č. 6 se zabývá tím, jestli systém automatizovaného testování znalostí na portále je dobře navržen a je pro studium problematiky přínosný. 116 respondentů si myslí, že je dobře navržen a přínosný.

Otázka č. 7 se zabývá, zda-li je portál projektu snadno přístupný a spolehlivý. 88 % respondentů zastává názor, že je snadno přístupný a spolehlivý. Podle mého názoru je velmi jednoduché se na portál dostat, není potřeba ani složitého vyhledávání ani není zatížen vstupními stránkami atd. Ke spolehlivosti nemám výhrad, ještě se mi nestalo, že by portál byl nestabilní či nefungoval.

Dalším důležitým zjištěním bylo, jestli mají studenti v této době dostatečné technické možnosti (počítačové vybavení, internetové připojení) k využití portálu projektu. Z odpovědí vyplývá, že studenti mají možnost si zajistit dostatečné technické vybavení. Pokrok je velice rychlý a intenzivní a obecně při studiu začíná být téměř nutné umět IT technologie nejen obsluhovat, ale také mít častý přístup na internet a k počítačům. Nároky na jednotlivé semestrální práce, protokoly, závěrečné práce jsou

již takové, že se student již bez IT neobejde. Což nahrává zvýšené dostupnosti webcastů v porovnání s nedávnou minulostí.

V další otázce studenti hodnotili celkový přínos projektu jako celku pro zvládnutí problematiky. Projekt byl hodnocen, jako přínosný. Toto hodnocení koresponduje s hodnocením e-learningu obecně a jeho výhodami, jako jsou místní a časová dostupnost, možnost výukový proces opakovat apod.

Otázka č. 10 zjišťovala, jestli byli studenti dostatečně seznámeni s faktem, že projekt je financován z prostředků Evropského sociálního fondu. Drtivá většina byla dostatečně s tímto faktem obeznámena.

Další dvě vyhodnocené otázky si kladou za cíl porovnat webcasty s přednáškou a knihou. Tato velice zajímavá otázka číslo 11 v dotazníku, je zaměřena na názor ohledně srovnání e-learningu a klasických studijních materiálů, tedy učebnice, skript. Pokud bychom nazvali spojení odpovědí spíše ano a spíše ne za neví, tak je zajímavé, jak studenti nemají na položenou otázku názor. Dalo se více očekávat, že studenti se přikloní k názoru, že jim e-learning vyhovuje více než „klasická kniha“. Struktura odpovědí mezi muži a ženami je téměř totožná. Takže by se na základě těchto odpovědí dalo říct, že ani muži ani ženy nepreferují více e-learning, před knihou. Dále je u studentů prvního ročníku vidět, že poměrně velká část neupřednostňuje e-learning před knihou. U těchto studentů by se přesto dalo očekávat, že více upřednostňují vzdělávání pomocí počítače. Je možné, že je to dáno tím, že v jejich předchozím vzdělávání se s touto formou e-learningu nesetkali, nemají předchozí zkušenost a také prvotní nedůvěru. Za to vyšší ročník již ví, co od e-learningu očekávat a jaké možnosti a výhody jim nabízí.

Otázka číslo 12 navazuje na předešlou otázku a srovnává e-learning s mluvenou přednáškou. Studenti preferují přednášky. Což se dalo očekávat, protože přednášky obou hlavních autorů jsou populární. Studenti, jak prvního ročníku, tak čtvrtého raději jsou na přednášku.

Následující tři otázky se zabývaly, zda studenti budou při studiu nadále využívat e-learning kampaňovitě a příležitostně (například v případě absence na přednášce) nebo soustavně a pravidelně a zda ve vlastní učitelské praxi. Příležitostně bude toto využívat většina, což odpovídá také jednomu z účelů, výhod projektu. To potvrzuje i vyhodnocení otázky 14. Ve své učitelské praxi nezamýšlí používat tuto formu jen

mírně menší část dotazovaných, což je poměrně nečekané hodnocení. Studenti jsou s e-learningem spokojeni, myslí si, že je přínosný a chtěli by jako středoškoláci mít k němu přístup, ale ve své praxi jej používat příliš netouží. Asi vnímají, jak složité a náročné je kvalitní e-learning vytvořit, obsluhovat, udržovat aktuální a tím se dostávají až za hranici mezního užitku. Dalším důvodem by mohlo být neochota či technická neschopnost e-learning vytvořit a v případě webcastu také může mít vliv neochota být natočen a přístupně vystaven na webu.

Další otázka zjišťovala, jestli k učení využívali studenti e-learning na středních školách. Z reakcí je vidět, že střední školy se k tomuto zatím uchylují velmi málo. V rámci porovnání ročníku se, ale tento stav mírně zlepšuje.

Následující otázka řešila, jestli by studenti měli rádi přístup k vysokoškolskému e-learningu již na střední škole. Převládá názor, že by rádi tento přístup studenti měli. Překvapivé je množství odpovědí vyjadřující negativní odpověď. Pravděpodobně studenti nevidí přínos v tom, aby měli přístup buď z důvodu, že ještě neví, který obor bude ten pravý, anebo je v tuto životní situaci nezajímá nebo jednoduše si myslí, že by obsahu stejně v té době neporozuměli.

V rámci posledního dotazníkového úkolu studenti hodnotili známkami 1 – 4 hlavní přednosti e-learningu. Na prvních příčkách se objevují argumenty, že si mohou zopakovat učivo nejasné z přednášky a zopakovat látku před zkouškami. Je pravdou, že možnost si problematické části připomenout a zopakovat je velmi vítaná. Jsou témata velmi složitá a náročná na porozumění a zde se potvrzuje nenahraditelnost vysvětlení učitelem. V tomto případě je takový e-learning jednou z možností, která umožní studentům dovysvětlení či osvěžení aniž by museli absolvovat konzultace či žádat o toto spolužáka.

Pro studenty není až tak důležité to, že díky e-learningu by nemuseli do školy a ušetřili za dopravu a další náklady. Tady se pravděpodobně projevuje i další rozměr studia a to možnost se socializovat se spolužáky, udržovat kontakt a zůstat informován v centru dění. Ani volba tématu se ukázalo, že není to zásadní, co studenti oceňují.

Nejméně důležitý je pro studenty vliv ostatních spolužáků, případné vyrušování či to, že se raději učí individuálně. Studenti strávili před studiem na vysoké škole mnoho let na jiných školách, kde pravděpodobně byly problémy s vyrušováním spolužáky větší než na škole vysoké, kde bývá při výuce klid i v mnohonásobně větších

počtech studentů. Je to dáno jak jiným přístupem ke studiu (studuji protože chci a protože mě to baví), tak jistou vážností akademické půdy a samotným vývojem studentovy osobnosti.

V další kapitole jsme se zabývali analýzou návštěvnosti webového portálu a jednotlivých modulů. Z výsledků záznamů celkových přístupů k portálu za poslední rok lze vyčíst, že opravdu studenti využívají nejčastěji webcasty pro zopakování učiva nejasného z přednášek a také k zopakování před zkouškou, jelikož nejvíce přístupů je právě ve zkouškových obdobích.

Podrobněji jsme se na statistiky podívali i z pohledu počtu přístupů k webcastům modulu anatomie rostlin jako celku a také konkrétních webcastů (např. fytolity). V případě pohledu na modul anatomie rostlin se opět opakovaly velké návštěvnosti v únoru a červnu. Předmět, jehož obsahem je modul anatomie rostlin, je vyučován převážně v letním semestru. V zimním semestru je vyučován pro neučitelské obory, kterých je méně. Nárůst v únoru je dán pravděpodobně začátkem výuky a seznámením se s portálem. Na rozdíl od celkového počtu přístupů k portálu zde je významný počet přístupů také v srpnu. To je možné vysvětlit jednak tím, že tento předmět je vyučován v letním semestru pro studenty učitelství, kterých je velké množství a využívají srpnových zkouškových termínů a také tak, že se jedná o předmět, jehož obsahem je učivo nutné ke státním zkouškám. Protože v biologických oborech je většina studentů studenty učitelských kombinací a v rámci zakončování studia státními zkouškami využívají často rozdělení dvojkombinace na jarní termín a termín v září.

Při srovnání jednotlivých vybraných webcastů lze vidět, že nejnavštěvovanější ze studovaných je webcast je týkající se fytolitů (nejedná se ovšem o webcast nejnavštěvovanější v rámci modulu anatomie rostlin). Vzhledem k tomu, že studenti potvrdili to, že používají tuto formu hlavně v případě, kdy neporozuměli látce z přednášky, můžeme vyvodit závěr, že se jedná o učivo složitější. Studenti mají potřebu si jej znovu poslechnout a zopakovat. Také na to bude mít vliv fakt, že se jedná o látku v předchozím vzdělávání velmi pravděpodobně nevyučovanou a jejich vstupní znalost je nulová, kdežto o dalších tématech se na středních školách běžně hovoří alespoň v základech.

5. ZÁVĚR

Ve své diplomové práci jsem se zaměřila na výuku pomocí e-learningu v rámci anatomie a morfologie rostlin. Byly vytvořeny vzdělávací moduly pro úroveň vzdělávání hlavní cílové skupiny a také pro studenty středních škol, které by měly sloužit ke zkvalitnění výuky anatomie, fyziologie a morfologie vyšších rostlin. Byly vytvořeny nejen powerpointové prezentace, ale také prostředí webcastového portálu ve spolupráci s IT specialistou. Spolupracovala jsem také na pilotáži e-learningových modulů a tvorbě dotazníku. Dále proběhlo samotné vyplňování dotazníku respondenty a jejich statistické vyhodnocení. Cíle práce byly naplněny.

Teoretická část je tvořena literární rešerší a kapitolou zabývající se materiálem a metodikou. V rámci literární rešerše jsem se zabývala studiem odborné literatury, metodami a formami výuky, historií a vymezením e-learningu, mikroskopickými preparáty, dotazníky a jejich tvorbou. Vzhledem k tématu považuji za důležité se zamyslet nad samotnou definicí e-learningu, kterých je mnoho a vznikaly v různých dobách. Problémové je zařazení, zda se jedná o metodu či formu výuky. V případě, že se student z e-learningu učí, jedná se o metodu, podobně jako práce s knihou. V užším slova smyslu můžeme e-learning brát, jako formu výuky, a to v případě, že se bavíme o celkovém e-learningovém prostředí. Jako podmnožinu e-learningu můžeme chápat samotné webcasty. Kapitola materiál a metodika je zaměřena na mikroskopické preparáty, tvorbu webcastů a dotazníků a jejich hlavní teoretické východiska.

Praktická část je rozdělena na tvorbu podkladových prezentací s tím související sběr materiálu, zhotovení fotodokumentace, schémat a obrázků. Dále zhotovení dotazníků a statistické vyhodnocení pedagogického experimentu.

Domnívám se, že velmi užitečné je zjištění a zhodnocení názorů studentů na e-learning a technologii webcastů, neboť oni jsou právě ty osoby, které by měly spolurozhodovat o tom, zda a jakým způsobem se bude tato metoda rozvíjet a jakým způsobem budou v moderním vzdělávání zapojeny informační technologie.

Nejzajímavější a nejzásadnější výsledky můžeme shrnout takto: předložené vzdělávací moduly studenti považují za prospěšné, vzdělávací moduly za přínosné, portál je logicky uspořádán, dobře navržen, je přístupný a spolehlivý. Studenti mají dostatečné technické vybavení na to, aby tuto podobu vzdělávání mohli plně využívat.

Dále byl porovnán e-learning s dalšími metodami výuky. Pokud porovnáme e-learning s přednáškou, tak studenti dávají přednost přednášce. Při porovnávání s tištěnými materiály taktéž studenti dávají přednost tištěným materiálům, ale zde je rozdíl menší. S vyšším ročníkem jsou vůči e-learningu vstřícnější. Studenti budou rozhodně tuto metodu užívat alespoň příležitostně a také ve své budoucí učitelské praxi. Při porovnání předností e-learningu byly na prvních příčkách hlavně argumenty, že si mohou zopakovat učivo nejasné z přednášky a zopakovat látku před zkouškami. Naopak, jako nejméně podstatné se jeví ušetření studijních nákladů. Studenti také zhodnotili celkový přínos projektu jako celku pro zvládnutí problematiky. Projekt byl hodnocen jako přínosný.

PŘEHLED INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

1. ALTMANN, A. *Metody a zásady ve vyučování biologie*. Praha: SPN, 1975.
2. ALTMANN, A. *Vybrané kapitoly z didaktiky biologie I, II, III*. Praha: SPN, 1985.
3. BEJČEK, Vlastimil. Perspektivy e-learningu. [online]. [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.roznovskastredni.cz/dwnl/pel2005/07/bejcek.pdf>
4. BOBÁK, M. *Botanika: Anatomia a morfológia rastlín*. Bratislava: SPN, 1998.
5. CAMPBELL, Neil A a Jane B REECE. *Biologie*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2006, xxxiv, 1332 s.
6. CUTLER, D, C BOTHA a Dennis Wm STEVENSON. *Plant anatomy: an applied approach*. Malden, MA: Blackwell Pub., 2008, vii, 302 p.
7. FAHN, A. *Plant anatomy*. 4. ed., reprint. Oxford [u.a.]: Butterworth-Heinemann, 1995.
8. FERJENČÍK, Ján. *Úvod do metodologie psychologického výzkumu: jak zkoumat lidskou duši*. Vyd. 2. Překlad Petr Bakalář. Praha: Portál, 2010, 255 s.
9. GAVORA, Peter. *Úvod do pedagogického výzkumu*. Překlad Vladimír Jůva. Brno: Paido, 2000, 207 s. Edice pedagogické literatury.
10. HEJTMÁNEK, Milan. *Úvod do světelné mikroskopie*. 5. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, Lékařská fakulta, 2001, 65 s.
11. CHRÁSKA, Miroslav. *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. Vydání 1. Praha: Grada Publishing, 2007, 265 s.
12. CHRÁSKA, Miroslav. *Metody sběru a statistického vyhodnocování dat v evaluačních pedagogických výzkumech*. 1. vyd. Praha: Votobia, 2003. 155 s.
13. JURČÁK, Jaroslav. *Základní praktikum z botanické mikrotechniky a rostlinné anatomie*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, Přírodovědecká fakulta, 1998, 103 s.
14. KALHOUS, Z., OBST, O. a kol. *Školní didaktika*. 2. vyd. Praha : Portál, 2009. 447 s.
15. KOLEKTIV AUTORŮ. *Ottova encyklopedie A-Ž*. Vyd. 2. Praha: Ottovo nakladatelství, 2010,, 1144 s.
16. KOPECKÝ, Kamil. *Základy e-learningu* [online]. Olomouc: Net University s.r. o., 2004 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.net-university.cz/data/cdrom/>
17. KORVINY, P. *Moodle (nejen) na OPF* [online]. 2005 [cit. 2011-03-09]. Dostupné z WWW: <http://suzelly.opf.slu.cz/~korviny/Moodle_OPF/index.html>.
18. LUXOVÁ, M. *Zemědělská botanika I. Anatomie a morfologie rostlin*. Praha: SZN, 1974.
19. MASŁOWSKI, O. *Didaktika biologie*. Olomouc: Univerzita Palackého, 1990.

20. ORZELOVÁ, Lenka. Co je to e-learning. [online]. 2007 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://cit.osu.cz/index.php?kategorie=39&id=2280>
21. PAZOUREK, Jaroslav. *Pracujeme s mikroskopem*. Praha: SNTL, 1963.
22. PAZOUREK, Jaroslav et Olga VOTRUBOVÁ. *Atlas of plant anatomy*. Prague: PERES Publishers, 1997, 447 s. Series in natural history, 3.
23. PAZOURKOVÁ, Zdeňka. *Botanická mikrotechnika*. Praha: Univerzita Karlova, 1986.
24. PRŮCHA, Jan, Eliška WALTEROVÁ a Jiří MAREŠ. *Pedagogický slovník*. 6., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Portál, 2009, 395 s.
25. RAVEN, Peter H, Ray Franklin EVERT a EICHHORN. *Biology of plants*. 6th ed. New York: Worth Publishers, c1999, xv, 944 p.
26. ŘEHÁK, B. *Vyučování biologii*. Praha: SPN, 1967.
27. SKALKOVÁ, Jarmila. *Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování*. 2., rozš. a aktualiz. vyd., [V nakl. Grada] vyd. 1. Praha: Grada,
28. VINTER, V. *Příručka pro začínající učitele biologie*. Vyd. 1. Šumperk: Trifox, 2009. 243 s.
29. VINTER, Vladimír et Michaela SEDLÁŘOVÁ. *Co popisuje stelární teorie*. Praha: Academia, 2004, 59 – 61.
30. VINTER, Vladimír et Michaela SEDLÁŘOVÁ. *Systémy vodivých pletiv cévnatých rostlin*. Praha: Academia, 2004, 14 – 17.
31. VOTRUBOVÁ, Olga. *Anatomie rostlin*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2001, 89 s. Učební texty (Univerzita Karlova).
32. WAGNER, Jan. Nebojme se e-learningu. [online]. 2004 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.ceskaskola.cz/2004/06/jan-wagner-nebojme-se-e-learningu.html>
33. ZOUNEK, Jiří. *E-learning - jedna z podob učení v moderní společnosti*. Vyd. 1. Brno: Masarykova univerzita, 2009, 161 s.
34. ŽÁK, Vojtěch. *Metody a formy výuky* [online]. [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: http://www.nuov.cz/uploads/AE/evaluacni_nastroje/11_Metody_a_formy_vyuky.pdf 2007, 322 s.