

Univerzita Karlova v Praze
Pedagogická fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2015

Jaroslav Zatočil

Univerzita Karlova v Praze

Pedagogická fakulta

Katedra pedagogiky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Návrh a ověření koncepce učebny pro výuku odborného výcviku oboru

Mechanik elektronik

Design and evaluation of a classroom concept for vocational training of the
electronics mechanic

Jaroslav Zatočil

Vedoucí práce: Ing. Karolina Duschinská Ph.D.

Studijní program: Specializace v pedagogice

Studijní obor: Učitelství praktického vyučování a odborného výcviku

2015

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Návrh a ověření koncepce učebny pro výuku odborného výcviku oboru mechanik elektronik vypracoval pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Praha 01. 12. 2015

.....

podpis

Za cenné rady a konstruktivní připomínky bych na tomto místě chtěl vyjádřit díky mé vedoucí práce Ing. Karolině Duschinské Ph.D. Dále své dceři Ivetě za podporu během celého studia a velkou motivaci k němu.

ANOTACE

Tato práce se zabývá návrhem a realizací učebny odborného výcviku pro obor mechanik elektronik. Návrh je tvořen tak, aby se zohlednily didaktické zásady, možné organizační formy výuky, které připadají v úvahu. Zvolené materiální didaktické prostředky musejí umožnit jak výuku dle současného ŠVP, tak snadnou adaptaci při inovacích a aktualizacích ŠVP.

KLÍČOVÁ SLOVA

Odborná učebna, didaktické zásady, organizační formy výuky, didaktické prostředky, didaktická technika

ANNOTATION

This thesis deals with design and evaluation of a classroom concept for vocational training of the electronics mechanic. Design is created due to teaching principles and possible organizational forms of teaching. Chosen material didactic procedures must facilitate teaching according to contemporary SEP and also easy adaptation for innovations and updates of SEP.

KEYWORDS

Classroom design, didactic principles, organizational forms of teaching, didactic procedures, didactic technics

Obsah

1	Úvod	7
2	Hlediska návrhu rekonstrukce odborné učebny.....	8
2.1	Didaktické (vyučovací) zásady a jejich význam pro návrh učebny.....	10
2.1.1	Zásada názornosti	11
2.1.2	Zásada uvědomělosti a aktivity	11
2.1.3	Zásada soustavnosti	11
2.1.4	Zásada přiměřenosti.....	12
2.1.5	Zásada trvalosti.....	12
2.1.6	Zásada vědeckosti.....	12
2.1.7	Zásada spojení teorie s praxí	13
2.1.8	Zásada zpětné vazby	13
2.1.9	Zásada komplexního rozvoje osobnosti žáka	14
2.2	Organizační formy výuky v učebně odborného výcviku Mechanik elektronik....	14
2.2.1	Organizační formy vyučování dle vztahu k osobnosti žáka	15
2.2.2	Organizační formy výuky podle charakteru výukového prostředí	15
2.2.3	Organizační formy výuky podle délky trvání.....	16
2.3	Vyučovací metody	16
2.3.1	Pracovní činnosti v dílnách.....	18
2.3.2	Laboratorní činnost.....	19
2.4	Materiální didaktické prostředky	20
2.4.1	Didaktické prostředky dle Geschwindera.....	20
2.4.2	Didaktické prostředky dle Mojmíra Stojana.....	20
2.4.3	Didaktické prostředky dle Maňáka.....	21

2.4.4	Zobecnění úlohy učebních pomůcek dle M. Cipra.....	22
2.4.5	Materiální didaktické prostředky v práci V. Rambouska.....	22
2.5	Závěr teoretické části	25
3	Základní praktická hlediska návrhu odborné učebny	27
3.1.1	Požadavky RVP a zaměření oboru Mechanik elektronik ve škole.....	28
3.1.2	Zaměření oboru Mechanik elektronik na SOŠ a SOU Kutná Hora.....	33
3.2	Vlastní návrh učebny odborného výcviku Mechanik elektronik	38
3.2.1	Zařízení učebny, reálný interiér.....	38
3.2.2	Učební a pracovní pomůcky pro mechanickou práci	42
3.2.3	Učební a pracovní pomůcky pro elektroniku	43
3.2.4	Školní potřeby žáků	48
3.3	Evaluace parametrů výuky v rekonstruované učebně OV	48
3.3.1	Zkušenosti z provozu učebny	48
3.3.2	Názory žáků	49
	Závěr.....	50
	Seznam použitých informačních zdrojů	52
5	Obrazová příloha	53

1 Úvod

Odborný výcvik oboru Mechanik elektronik jsem začal vyučovat teprve nedávno, přibližně před čtyřmi lety. K tomuto velmi zajímavému povolání jsem se dostal shodou okolností a náhod. Bylo to po 23 letech práce v oblasti vývoje a výroby mikrovlnné techniky a radiotechniky, kterou jsem vykonával jako živnostník. V oboru elektroniky pracuji celý profesní život, včetně základní vojenské služby. Po letech působení v profesionální sféře jsem se opět ocitl ve škole, ve které jsem maturoval, resp. ve škole, která je následníkem původního Středního odborného učiliště místního hospodářství. Školu měl tehdy ve své dikci podnik místního hospodářství – Středočeský elektro servis.

Během svého profesního života jsem pracovní navštívil poměrně dost firem, výzkumných pracovišť, kateder univerzit, včetně pracovišť i univerzit zahraničních. Snad první, velmi silný dojem po seznámení se s prostředím sš byl z toho, že technické vybavení učeben OV se velmi lišilo od toho, na co jsem byl zvyklý z praxe. Nelze nezmínit, že když jsem po maturitě nastupoval své první zaměstnání, žádný rozdíl v úrovni vybavení školy a praxe v podniku tehdy nebyl patrný. Zřizovatel školy, tehdejší Středočeský elektro servis očividně dbal na to, aby vybavení školy co nejvíce odpovídalo tehdejšímu vybavení pracovišť v praxi.

Shodou šťastných okolností dostala naše škola možnost se zúčastnit jednoho z krajských projektů (CPTO) a vedení jako hlavní cíl inovací zvolilo učebny odborného výcviku Mechanik elektronik. Díky tomu jsem dostal možnost rekonstruovat učebnu s omezením dle stropu poskytnutých finančních prostředků, ale dle svých zkušeností z dlouholeté praxe v oboru. Jelikož to bylo v době, kdy jsem již studoval na Pedf UK obor Učitelství praktického vyučování a odborného výcviku, bylo velkým přínosem, že jsem mohl začít chápat dílnu jako odbornou učebnu, která musí splňovat podmínky pro realizaci výuky podle moderních didaktických zásad. Osciloskopy, multimetry, čítače, generátory, spektrální analyzéry a další přístroje nejen jako sofistikované a nenahraditelné vybavení dílny elektronika, ale i v širším kontextu jako didaktické materiální technické prostředky. Když jsem uvažoval o širších souvislostech z nabytých vědomostí a zkušeností z působení v odborném školství a při studiu o celkové koncepci učebny, uvědomil jsem si, že by bylo sice jednodušší vybavit učebnu striktně jen s respektováním požadavků současného ŠVP,

dle kterého výuka probíhá, ale že by to bylo příliš krátkozraké. Technické vybavení odborných škol není dle mého názoru, zkušenosti i diskusí s kolegy z jiných škol zřizovatelem inovováno pravidelně, systematicky a synchronně s vědeckotechnickým rozvojem oboru, ale spíše nahodile, bez dlouhodobé koncepce. Proto jsem koncepci samotné učebny volil ve větší šíři tak, aby bylo možno tuto investici využít více univerzálně s předpokladem potřeb budoucích možných inovací a aktualizací ŠVP. Učebnu navíc bude možno využívat i jako laboratoř pro výuku předmětu elektronická měření. Tím jsou investované prostředky daleko lépe využity v čase.

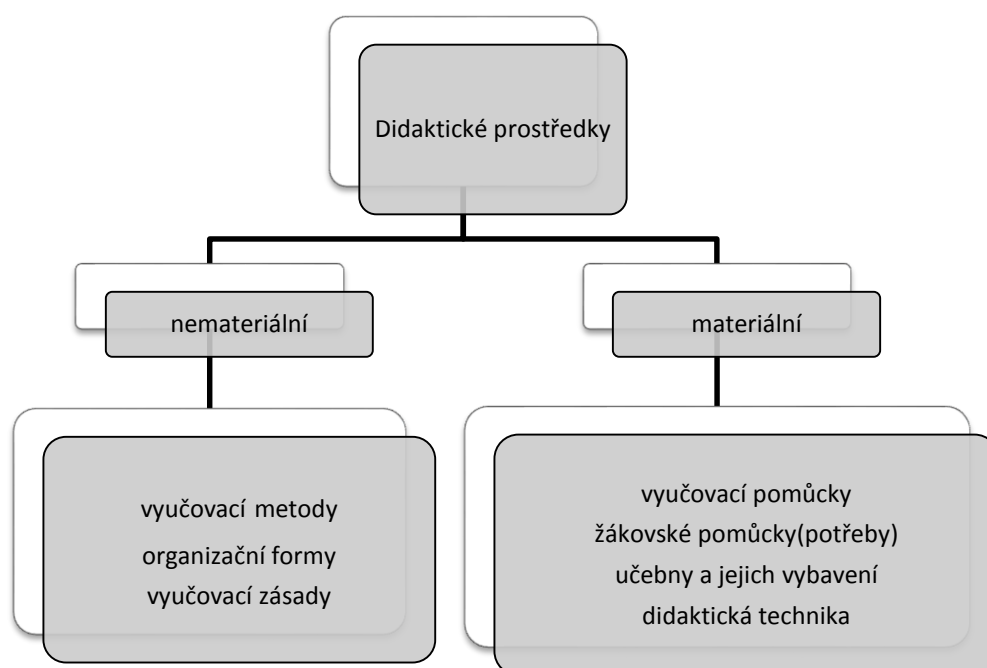
2 Hlediska návrhu rekonstrukce odborné učebny

Kompletní návrh odborné učebny je náročný multioborový úkol, vyžadující spolupráci týmu zkušených odborníků. Měl by vyjít ze systémové analýzy požadavků a možností, které konkrétní projekt přináší. Literatury, která se zabývá přímo návrhem odborných učeben, není mnoho. Neexistují ani žádná doporučení, či metodiky Ministerstva školství, které by definovaly jakési minimum vybavení učebny pro jednotlivá RVP. Snad nejkompexněji se problematikou návrhu odborných učeben zabývá M. Stojan (1986). V jeho práci je uvedeno, že systémová analýza se musí řídit hledisky:

- Didaktickým
- Psychologickým
- Hygienickým
- Prostorovým
- Estetickým
- Ergonomickým
- Ekologickým
- Ekonomickým
- Provozním
- Architektonickým

Již z tohoto výčtu je zřejmé, že takový komplexní projekt vyžaduje svůj čas a mnoho finančních prostředků nejen na financování týmu zkušených odborníků, ale i na vlastní

realizaci. Skloubit uspokojivě požadavky tolika oborů a odborníků je možno např. při stavbě nové školy, nebo alespoň nové budovy pro odborné učebny. Můj návrh rekonstrukce odborné učebny však musel vycházet ze zcela jiných výchozích podmínek a možností, než poskytuje, ale i vyžaduje např. projekt celé nové odborné školy nebo učebny. Možnosti a rozsah rekonstrukce byly dány podmínkami jednoho z krajských projektů. Jako omezující faktory především působily: výše finančních prostředků, časové omezení projektu. Veškeré práce jak teoretické, tak manuální musely probíhat souběžně s výukou, bez jejího narušení. Tato omezení nutně musela vést k jistým dilematům a mnoha kompromisům. Bylo nutno postupovat v rychlém časovém sledu a bohužel v prostředí „za běhu“ se měnících podmínek tak, aby přínos pro vyučovaný obor byl maximální. Stojan (1986) v pořadí hledisek systémové analýzy návrhu odborné učebny ve své publikaci zmiňuje na prvním místě hledisko didaktiky. Jelikož je odborná učebna v první řadě didaktickým prostředkem, rozhodl jsem se rekonstrukci podřídit především hlediskům, které vycházejí z didaktických prostředků.



Obr. 1. Rozdělení podle Gerschwindera (1995, In: Zormanová, 2014)

Didaktické prostředky

Maňák (1995, str. 49) uvádí obecně, že prostředky v obecném slova smyslu lze chápat jako předměty a jevy sloužící k dosažení vytyčených cílů. V pedagogice i didaktice termín prostředky v širokém pohledu zahrnuje vše, co vede ke splnění výchovně vzdělávacích cílů. V takovém širokém pojetí zahrnují didaktické prostředky předměty povahy materiální i jevy povahy nemateriální. Prostředky mají veliký vliv na efektivitu vzdělávacího procesu. Přehledné základní rozdělení didaktických prostředků podle Geschwindera uvádí Zormanová (2014, str. 188) viz Obr. 1. Uvažovaná rekonstrukce přinese výměnu a modernizaci některých materiálních výukových prostředků a také pořízení zcela nových. Z povahy a funkcí materiálních a nemateriálních didaktických prostředků je zřejmé, že mají navzájem ve svých vztazích různé stupně závislosti a vzájemného ovlivnění. Dále si definují význam jednotlivých prostředků a jejich váhu pro uvažovanou rekonstrukci.

2.1 Didaktické (vyučovací) zásady a jejich význam pro návrh učebny

V publikaci Zormanové jsou charakterizovány didaktické (vyučovací) zásady jako velmi obecná doporučení pro učitele. Didaktické zásady vznikaly z konkrétních zkušeností pedagogů. Shrnují postupy, které se v pedagogické praxi dlouhodobě osvědčily. Zormanová zmiňuje, že první snahy o formulování didaktických zásad můžeme sledovat již od starověku, ale v rozsáhlejší míře se objevují až v 16. a 17. století. Je to v reakci na středověkou výuku, která spočívala především v drilu a potřeby a zájmy žáků byly přehlíženy. Didaktické zásady jsou v publikaci Zormanové v souladu se zaměřením díla popsány velmi obecně.

Autoři Čadílek a Loveček (2005) ve své práci charakterizují didaktické zásady a jejich vztah konkrétněji, přímo k odborným předmětům. Uvádějí, mj. že didaktické zásady jsou výsledkem nejen dlouhodobých zkušeností pedagogů, ale i výsledkem pedagogického výzkumu. Jimi popsaná soustava pedagogických zásad je tradiční a má velmi dobrou souvislost s výukou odborných předmětů. Bohužel, ne všechny zde zmíněné zásady mohou být v této části edukativního projektu plně zohledněny. Nemohu např. ovlivnit velikost prostor, jejich zvukovou izolaci od okolí apod. Ne všechny didaktické zásady přímo souvisí s návrhem rekonstrukce odborné učebny. Musím tedy pracovat pouze se zásadami,

které mohou tento projekt ovlivnit. Z tohoto pohledu provedu jejich zhodnocení a výběr. S takto vybranými didaktickými zásadami bude dále pracováno.

2.1.1 Zásada názornosti

Je již Komenským označována jako „*zlaté pravidlo*“ úspěšného vyučování. Názorností nepochybně vedeme žáky k aktivitě. Dle Čadílka a Lovečka: „*Vede názornost k tomu, aby si žáci vytvářeli technické představy na základě smyslového poznání skutečných předmětů, procesů a jevů, pokud možno bezprostředně, přímo, nebo alespoň v jejich názorném zobrazení. Názornost je odvozena ze zákonitostí poznávacího procesu a vyžaduje vytvoření nejvhodnějšího poměru smyslového a logického poznání*“.

K zásadě názornosti patří i pravidlo stupňování názornosti. To znamená, že je velmi vhodné postupovat od skutečného předmětu k jeho abstraktnější formě zobrazení. Z této byť stručné charakteristiky zásady názornosti je zřejmé, že bude jednou z klíčových, kterými se musí řídit projekt koncepce učebny odborného výcviku.

2.1.2 Zásada uvědomělosti a aktivity

Uplatnění této zásady předpokládá především uvědomělého žáka, který má vnitřní potřebu a vůli se vzdělávat. Získané dovednosti, vědomosti jsou pak průsečíkem těchto vlastností a celkové úrovně práce učitele. Vliv má i působení prostředí. Učitel musí, jak uvádí Čadílek- Loveček respektovat fyziologii činnosti kůry mozkové. Tzn. např., že vyučování nesmí být rušeno cizími vlivy. K úspěšnému uplatňování této zásady patří i motivace žáků správně volenými učebními metodami, prostředky a formami. Při výuce OV může být rušivým vlivem být i řádná činnost kolegy žáka na sousedním pracovišti. K tomu dochází, např. když nejsou pro výuku optimální. Velikost prostor však byla dána, proto ani tento aspekt nemůže být v projektu rekonstrukce učebny zohledněn. Tato zásada se při návrhu odborné učebny uplatní pouze okrajově.

2.1.3 Zásada soustavnosti

Popsal ji již J. A. Komenský. Je respektována dodnes všemi vzdělávacími systémy v Evropě. Je v ní vyjádřena nutnost podávat základy věd v pevné logické posloupnosti a vést učení žáků takovým způsobem jejich dovednosti a vědomosti představovaly ucelený soubor. Pomocí představ, pojmů, zákonitostí a pravidel se vytvoří ucelené vědomosti o

oboru. Nové poznatky se musí stavět na ty již osvojené a tím vytvořily základ pro znalosti širší, komplexnější. Čadílek a Loveček k této zásadě uvádějí, že v odborných předmětech vzniká požadavek přizpůsobit obsah i rozsah učiva s ohledem na schopnost a vyspělost žáků¹. Dále zmiňují, že se didaktická zásada soustavnosti dotýká i volby optimálních vyučovacích metod, forem a prostředků vyučování. Z tohoto pohledu je zřejmé, že se tato zásada dotýká návrhu učebny jen okrajově. Naopak např. pro tvorbu ŠVP bude zásada soustavnosti jednou z hlavních.

2.1.4 Zásada přiměřenosti

Přiměřenost v tomto významu představuje soulad mezi rozsahem, obsahem, obtížností, způsobem vyučování a vyspělostí (duševní i tělesnou) žáků.

Tato zásada se při návrhu učebny uplatní jen okrajově, nepřímo.

2.1.5 Zásada trvalosti

Dle této zásady je třeba působit na žáky tak, aby vědomosti a dovednosti, jež si osvojili, byly v jejich paměti natrvalo. Dle Čadílka a Lovečka bude učitel dodržovat tuto zásadu nejlépe tehdy, když bude ve vyučovacím procesu respektovat všechny ostatní zásady v jejich vzájemných souvislostech. Je zřejmé, že zásada trvalosti přímo neovlivní návrh učebny.

2.1.6 Zásada vědeckosti

Zjednodušeně řečeno, je pomocí této zásady zabezpečeno, aby výuka probíhala v souladu s vědeckotechnickým rozvojem vyučovaného oboru. Správné technické myšlení žáků je podmíněno tím, že se jim dostane aktuálních vědeckotechnických informací. Ke splnění této zásady je dle mého názoru třeba jakéhosi pravidelného „upgrade“ ve dvou rovinách. Když se budeme držet „počítačového“ výraziva, nazvu tyto roviny „software“ a „hardware“. Jako první rovinu pak chápu vědomosti a dovednosti vyučujícího, které musí jít synchronně a ruku v ruce s rozvojem oboru. Vyučující musí sledovat vývoj vědy a techniky ve svém oboru i oborech příbuzných a soustavně se vzdělávat. S tím velmi souvisí nutnost práce s odbornou literaturou a různými médii, které jim mohou relevantní

¹ Zde si neodpustím poznámku, která sice přímo nesouvisí s návrhem učebny, ale je dosti zásadní z pohledu odborného školství. Kam až lze v přizpůsobování se obsahu a rozsahu učiva nízké úrovni žáků zajít?

informace zprostředkovávat. Vyučujícímu by měly být vytvořeny podmínky, aby měl k nejnovějším informacím snadný přístup. Druhou rovinu, „hardware“ by měl fyzicky zajistit zřizovatel školy. Tou jsou materiální didaktické prostředky, které rovněž musí odpovídat vývoji v jednotlivých oborech. V technických oborech může svědomité dodržování a plnění této zásady znamenat poměrně náročné finanční investice. Zásada vědeckosti musí mít oporu v ŠVP. V technických oborech a v odborném výcviku zvláště je pro tedy nutná obměna didaktických materiálních prostředků v souladu s tím, jak se obor vyvíjí. Hlavním důvodem pro popisovanou rekonstrukci je právě splnění této didaktické zásady. Je proto jednou z klíčových zásad při návrhu učebny odborného výcviku

2.1.7 Zásada spojení teorie s praxí

Tato zásada dle mého názoru představuje jakési těžiště výuky odborného výcviku na sš. V OV musí docházet k tomu, že se nabyté vědomosti v ostatních odborných předmětech využijí k tomu, aby jejich pomocí a pomocí dovedností získávaných v OV vznikalo něco konkrétního, praktického. Čadílek a Loveček dokonce říkají, že k zajištění realizace tohoto požadavku je zapotřebí, aby střední odborná škola vytvořila vazbu na firmy, organizace a výzkumná pracoviště, jejichž prostřednictvím by se žákům vyšších ročníků zadávaly drobné technické úkoly k samostatnému řešení.² Z různých důvodů (např. nezájem firem, úroveň žáků) toto není dost dobře možné. Tato zásada se mnohdy musí realizovat pouze prostřednictvím odborného výcviku. Schůdným a přijatelným řešením je např. zadávání ročníkové práce. Tato zásada je velmi spjata s koncepcí vybavení učebny.

2.1.8 Zásada zpětné vazby

Zpětná vazba je důležitým obvodovým prvkem v elektronice i jiných oborech. Neméně důležitá je při výuce, ve vztahu žák-učitel. Umožní vyučujícímu neustálým kontaktem se žáky dostat informace o tom, jestli žáci dobře pochopili látku a jestli výsledky odpovídají cílům, které si pedagog určil. Učitel může operativně měnit např. tempo výuky, způsob výkladu látky apod. tak, aby dosáhl optimálního stavu. Při rekonstrukci např. stála zásada

² Takový stav by byl téměř ideální. Dle mých zkušeností je dnes realizovatelný jen zřídka. Může to tak dobře fungovat v systému, kde na odbornou školu vyšle žáka, svého budoucího zaměstnance vyučit konkrétní firma. Takový systém funguje např. v sousedním Německu, nebo fungoval zde do velké reformy odborného školství, kdy stát učiliště převzal od podniků.

zpětné vazby proti zásadě názornosti. Tzn. velikost prostoru mezi pracovními stoly žáků proti velikosti pracovních stolů. Velikost fyzické bariéry v přístupu k žákům proti přehlednosti na pracovním stole. Zvolený kompromis se ukázal jako vyhovující.

2.1.9 Zásada komplexního rozvoje osobnosti žáka

Čadílek-Loveček k této zásadě uvádějí: „*Jedná se rozvoj tří základních složek osobnosti žáka tj. poznávací, postojevé a psychomotorické. Učitel při didaktické analýze učiva musí dokázat vystihnout jeho hodnotu a stanovit si odpovídající cíle vzhledem ke komplexnímu rozvoji osobnosti žáka*“. Zormanová charakterizuje tuto zásadu v podstatě stejně, zmiňuje, že je důležité, aby učitel v rámci výuky rozvíjel všechny základní komponenty osobnosti žáka, aby naplňoval výukové cíle kognitivní, afektivní a psychomotorické. Dodává, či upřesňuje, že z hlediska pedagogické jednoty složek výchovy se jedná o výchovu rozumovou, mravní, estetickou, pracovní a tělesnou. Při návrhu podoby učebny je z této zásady velmi důležité hledisko estetiky a celkové atmosféry učebny.

2.2 Organizační formy výuky v učebně odborného výcviku Mechanik elektronik

V literatuře jsou uvedeny různé soustavy organizačních forem výuky. Je logické, že pro konkrétní odbornou učebnu a konkrétní obor jsou použitelné jen některé z organizačních forem. Organizační formy výuky jsou nejčastěji klasifikovány do hlavních kategorií:

A. Organizační formy výuky podle vztahu k osobnosti žáka

- 1. Výuka individuální*
- 2. Výuka individualizovaná*
- 3. Výuka hromadná, kolektivní*

B. Organizační formy výuky podle charakteru výukového prostředí

- 1. Výuka ve třídě*
- 2. Výuka v odborných učebnách a laboratořích*
- 3. Výuka v dílně*
- 4. Výuka na školním pozemku*
- 5. Výuka v muzeu, koutku tradic apod.*
- 6. Učebně výrobní jednotka (učební den ve výrobě)*

7. *Vycházka a exkurze*

8. *Domácí úlohy*

C. *Organizační formy výuky podle délky trvání*

1. *Vyučovací hodina (základní výuková jednotka)*

2. *Zkrácená výuková jednotka*

3. *Dvouhodinová výuková jednotka*

4. *Vysokoškolská lekce, seminář, speciální kurzy apod.*

(Maňák 1995, str. 46)

2.2.1 Organizační formy vyučování dle vztahu k osobnosti žáka

Při výuce Odborného výcviku si nelze vystačit pouze s jednou z forem vyučování dle vztahu k osobnosti žáka. Skupina, která se výuky zúčastní, se skládá ze žáků s rozdílnými individuálními, schopnostmi a zkušenostmi. Např. Zormanová velice dobře vystihuje možnou situaci tak, že je žákům zadána samostatná práce, (to je ve výuce odborného výcviku velmi obvyklé) a učitel se může věnovat individuálně těm, kteří se splněním úlohy mají nějaký problém. Nebo naopak žákům, kteří práci díky svým vědomostem a dovednostem zvládnou rychleji než ostatní. Tento případ ukazuje prolnutí dvou organizačních forem vyučování frontální – hromadné, kdy je práce zadána celé skupině najednou a individuální, kdy se učitel věnuje těm, kteří to z jakéhokoliv důvodu potřebují, zatímco ostatní pracují na zadaném úkolu samostatně. Při výuce Odborného výcviku se uplatní i výuka individualizovaná. Skalková uvádí, že princip individualizace spočívá v tom, že práce je přizpůsobena každému žákovi na základě poznání jeho možností. Maňák v přehledu zmiňuje ještě výuku skupinovou. Ta má v odborném výcviku též své opodstatnění. Každá vytvořená skupina musí mít podmínky, aby mohla pracovat samostatně na zadané úloze. Je zřejmé, že jedním z požadavků na koncepci této odborné učebny je, aby v ní bylo možné uplatnit všechny čtyři organizační formy vyučování dle vztahu k osobnosti žáka, tak jak je uvádí např. Maňák.

2.2.2 Organizační formy výuky podle charakteru výukového prostředí

Výuku v učebně Odborného výcviku lze zařadit do dvou kategorií z této skupiny, kterou uvádí Maňák. Je to *výuka v odborných učebnách a laboratořích* a *výuka v dílně*. Tento fakt

však samotný návrh koncepce nijak neovlivní, je to pouze definice dle nutných funkcí této učebny.

2.2.3 Organizační formy výuky podle délky trvání

Výuka v rekonstruované učebně bude probíhat stejně jako před rekonstrukcí, jen bude rozšířena o výuku předmětu Elektronická měření. Jeho organizační forma je „dvouhodinová výuková jednotka“. Výčet organizačních forem tak, jak je popsal Maňák je dosti obsáhlý, ale odborný výcvik, dle délky trvání, tak jak je vyučován by se dal přiřadit snad jen do kategorie *speciální kurzy*. V práci Didaktika praktického vyučování (Brno 2005) uvádí Čadílek pojem *vyučovací den*. Tak je naprosto přesně definována organizační forma, která je využívána v Odborném výcviku. Vyučovací hodina pak má běžných 60 min. Počet hodin vychází z učebního plánu. Organizační formy výuky podle délky trvání přímo neovlivňují koncepci odborné učebny.

2.3 Vyučovací metody

Do nemateriálních vyučovacích (didaktických) prostředků patří vyučovací metody. Základ slova „metoda“ pochází z původního řeckého „Methodos“. Znamená cestu, postup. Metoda je cestou k cíli a klíčovým prostředkem k jeho dosažení. To platí obecně, v každé uvědomělé činnosti. Skalková (2007, str. 181) dále uvádí, že *v didaktice pod pojmem vyučovací metoda chápeme způsoby záměrného uspořádání činnosti učitele i žáků, které směřují ke stanoveným cílům*. Čadílek (Brno 2005, str. 67) přirovnává vyučovací metody v souhrnu s organizačními formami k technologickému postupu ve výrobě. Tam se cílevědomě vhodnými způsoby mění výchozí stav surovin a materiálů tak, aby bylo dosaženo konečného výsledku. Při použití moderní technologie a nejnovějších vědeckých poznatků je zaručena efektivita a konkurenceschopnost. Toto přirovnání, byť velmi zjednodušující velmi dobře vystihuje roli vyučovacích metod a organizačních forem. Čadílek dále uvádí, že je v pedagogice v této souvislosti používán pojem *didaktická technologie*. Komplexní klasifikaci vyučovacích metod uvádí Maňák (1995):

A. Metody z hlediska pramene poznání a typu poznatků-aspekt didaktický

I. Metody slovní

1. Monologické metody (např. vysvětlování, výklad, přednáška)

2. Dialogické metody (např. rozhovor, dialog, exkurze)
3. Metody písemných prací (např. písemná cvičení, kompozice)
4. Metody práce s učebnicí, knihou, textovým materiálem

II. Metody názorně demonstrační

1. Pozorování předmětů a jevů
2. Předvádění (předmětů, činností, pokusů, modelů)
3. Demontrace statických obrazů
4. Projekce statická, dynamická

III. Metody praktické

1. Nácvik pohybových a pracovních dovedností
2. Laboratorní činnosti žáků
3. Pracovní činnosti (v dílnách, na pozemku)
4. Grafické a výtvarné činnosti

B. Metody z hlediska aktivity a samostatnosti žáků-aspekt psychologický

- I. Metody sdělovací
- II. Metody samostatné práce žáků
- III. Metody badatelské, výzkumné, problémové

C. Charakteristika metod z hlediska myšlenkových operací – aspekt logický

- I. Postup srovnávací
- II. Postup induktivní
- III. Postup deduktivní
- IV. Postup analyticko – syntetický

D. Varianty metod z hlediska fází výchovně vzdělávacího procesu – aspekt procesuální

- I. Metody motivační
- II. Metody expoziční
- III. Metody fixační
- IV. Metody diagnostické
- V. Metody aplikační

E. Varianty metod z hlediska výukových forem a prostředků – aspekt organizační

- I. Kombinace metod s vyučovacími formami
- II. Kombinace metod s vyučovacími pomůckami

F. Aktivizující metody – aspekt interaktivní

- I. Diskusní metody
- II. Situační metody
- III. Inscenační metody
- IV. Didaktické hry
- V. Specifické metody

Ve vyučování odborného výcviku patří vyučovací metody k nejdůležitějším činitelům výchovně vzdělávacího procesu. Rozsah této práce nedovolí věnovat se přímo tvorbě vyučovacích metod pro učebnu Odborného výcviku oboru Mechanik elektronik. Důležitým hlediskem návrhu rekonstruované učebny však je, aby v ní bylo možno co nejvíce vhodných vyučovacích metod uplatnit a při jejich volbě být v budoucnu co nejméně omezen materiálními didaktickými prostředky. Přímý vztah k předmětu rekonstrukce a zadání funkcí učebny mají ze skupiny metod tříděných z hlediska pramene poznání a typu poznatků dvě metody praktické. Čadílek a Loveček (1995) uvádějí, že významným zdrojem žákova poznání je práce. Plní funkci vzdělávací i výchovnou. Praktická činnost pak tvoří nejen zdroj cenných poznatků, ale zároveň tvoří i vlastní obsah vzdělání. Praktická činnost, či metody vyžadují zvýšenou aktivitu žáků. Učí žáky vlastní pracovitosti, odpovědnosti za správně odvedenou práci, vytrvalosti ve svém snažení a samostatnému řešení problémů. Práce zaměstnává vždy maximum smyslů najednou a to má pozitivní vliv na rozvoj žáka i trvalé uchování takto získaných poznatků a dovedností. O pozitivním vlivu zprostředkování učiva co nejvíce smysly najednou se zmiňuje již J. A. Komenský. Z výše uvedených metod praktických nejlépe vyhovují výuce odborného výcviku elektronik *Laboratorní činnosti žáků a pracovní činnosti v dílnách*. Tyto dvě metody pokládám za nutné, vzhledem k jejich významu pro výuku odborného výcviku zmínit.

2.3.1 Pracovní činnosti v dílnách

Praktická výuka na středních odborných školách může být prováděna ve školních učebnách odborného výcviku, nebo přímo na pracovištích firem. Prostředí je tedy odlišné

od výuky ostatních předmětů. Podle Čadílka a Lovečka podstata dílenské činnosti spočívá v seznámení žáků se stroji, přístroji, materiály, výkresy, schémata, náčrty, které budou při praktické činnosti používat. Obvyklý postup je založen na instruktáži, kterou provede učitel odborného výcviku. Na pracovišti firmy, to může být i pověřený zaměstnanec. Součástí instruktáže je nejen požadovaný pracovní postup, ale i teorie vztahující se ke konkrétní práci. Učitel odborného výcviku rovněž názorně předvede činnosti, které od žáků vyžaduje. Čadílek a Loveček dělí tento postup do tří fází:

- *teoretické, zaměřené k přípravě žáků na praktickou činnost,*
- *praktické, zaměřené na dosažení pracovních dovedností a návyků*
- *kontrolní, zaměřené na dodržování správného výrobního postupu.*

Při dílenské práci, obdobně jako laboratorní činnosti je nutné věnovat zvýšenou pozornost otázkám bezpečnosti a hygieny práce, s nimiž musí být žáci důsledně a prokazatelně seznámeni.

2.3.2 Laboratorní činnost

Čadílek a Loveček k laboratorní činnosti uvádějí:

Laboratorní činnost má na středních odborných školách velmi rozsáhlé zaměření. Nejedná se jen o chemické nebo biologické pokusy, na školách s elektrotechnickým zaměřením je tato činnost zaměřena např. na základní způsoby zapojení ampérmetru, voltmetru a odporu, přes obvody pro stanovení napětí na rezistoru, napětí na elektrických obvodech, zapojení kondenzátorů, nebo měření energie magnetického pole. Při této laboratorní činnosti si žáci potvrzují závěry a poučky a upevňují si probrané učivo. Výsledky laboratorního měření pak samostatně písemně, výpočtově a graficky zpracovávají.

Podle zaměření dělíme laboratorní pokusy na:

- *ověřovací, slouží k ověření teoretických závěrů a pouček,*
- *důkazové, slouží jako důkaz teoreticky zjištěných hodnot a výsledků*
- *výzkumné, mají většinou dlouhodobý charakter, na středních školách se používají jen ojediněle, své opodstatnění mají na vysokých školách nebo vědeckých ústavech.*

Předností laboratorní práce je osvojení si základních poznatků a činností zvoleného oboru, žáci dostávají možnost, aby sami zkoumali a hledali příčiny sledovaných jevů, aby docházeli k poznatkům a závěrům vlastní činnosti.

Ve stati o laboratorních činnostech autoři neopomenuli zmínit i velice zásadní a důležitou problematiku *hygieny a bezpečnosti práce*.

2.4 Materiální didaktické prostředky

Jsou skupinou prostředků, kterých se uvažovaná rekonstrukce přímo týká. Materiální prostředky projdou zcela zásadní změnou. Lze je rozdělit do různých kategorií. Na rozdělení a kategorizaci materiálních didaktických prostředků pohlíží autoři didaktické literatury různě. Proto je třeba si členění ujasnit a vybrat takové, které nejlépe vyhovuje pro učebnu odborného výcviku oboru mechanik elektronik.

2.4.1 Didaktické prostředky dle Geschwinder

Již výše zmíněný Geschwinder (1995) dělí materiální didaktické prostředky takto:

- vyučovací pomůcky,
- žákovské pomůcky (potřeby),
- učebny a jejich vybavení,
- didaktická technika.

2.4.2 Didaktické prostředky dle Mojmíra Stojana

Stojan (1998, str. 32), který se sám zabývá návrhem odborných učeben, uvádí členění:

- učebny všech druhů (laboratoře, rýsovný, ateliéry, čítárny, knihovny, archívy, kabinety, sborovny, plovárny, tělocvičny, zoologické zahrady či planetária),
- technické vybavení prostor (lavice, židle, tabule, stoly, skříně, stojany, apod.),
- pracovní nástroje a stroje, přístroje, náčiní a nástroje pro různé úkony,
- všeobecná didaktická technika (mikroskopy, rýsovací přístroje, dalekohledy apod.),
- vyučovací prostředky souhrnně označované jako vyučovací pomůcky.
 - demonstrační (výrobky, obrazy, modely, herbáře, fotografie, filmy, sbírky, preparáty, fotografie, filmy, diapozitivy apod.),

- procvičovací, manipulační nebo konstrukční (soupravy pro laboratorní práce, skládanky, stavebnice atd.),
- učebnice a učební texty, skripta, atlasy, slovníky, pomůcky literárního charakteru.

Stojan dále zmiňuje, jak mohou prostředky na žáka působit:

- *intencionálně*, tedy záměrně a přímo
- *funkcionálně*, bezděčně a nepřímo

Oba vlivy tak působí vzájemně, ovlivňují se a doplňují. Z toho pro návrh odborné učebny vyplývá, že pokud se vhodně navrhne prostředí a charakter ostatních materiálních prostředků, může to *funkcionálně* pomoci vyučovacímu i výchovnému procesu.

2.4.3 Didaktické prostředky dle Maňáka

Maňák (2003) definuje materiální didaktické prostředky jako učební pomůcky a technické vybavení, umožňující zefektivnit výchovně vzdělávací proces. Učební pomůcky dělí podle:

- vztahu pomůcek ke zprostředkované skutečnosti:
 - reálné jevy a předměty,
 - věrné zobrazení skutečnosti,
 - pozměněné zobrazení skutečnosti,
 - znakové zobrazení skutečnosti,
- hlediska jejich vývoje:
 - předstrojové pomůcky,
 - pomůcky spojené s vynálezem knihtisku,
 - pomůcky zefektivňující lidské smysly,
 - pomůcky umožňující komunikaci člověka se strojem

Přehled základních učebních pomůcek:

- skutečné předměty (preparáty, výrobky, přírodniny),
- modely (dynamické nebo statické),
- Zobrazení: obrazy, statická projekce, symbolická zobrazení, dynamická projekce
- Zvukové pomůcky

- Dotykové pomůcky
- Literární pomůcky
- Programy pro vyučování (Maňák 2003, str. 50)

2.4.4 Zobecnění úlohy učebních pomůcek dle M. Cipra

M. Cipro (cituje Šimoník 2005) velmi precizně zobecňuje funkce učebních pomůcek:

- přibližují, co je daleké,
- zvětšují to, co je nepatrné,
- zmenšují to, co je příliš veliké,
- zpomalují to, co je příliš rychlé,
- zrychlují to, co je pomalé,
- odhalují to, co je skryté,
- konkretizují to, co je abstraktní,
- zpřítomňují to, co je minulé,
- fixují to, co je prchavé,
- zpřehledňují to, co je složité, (Šimoník 2005, str. 128)

Snad každá učební pomůcka najde svou definici v Ciprově rozdělení. Platí to beze zbytku i pro pomůcky používané pro výuku elektroniky.

2.4.5 Materiální didaktické prostředky v práci V. Rambouska

Rambousek (2014) materiální didaktické prostředky nejprve jednoduše definuje jako všechny, které jsou materiální povahy. Dále však tuto triviální avšak výstižnou definici doplňuje tím, že se jedná o předměty, či jejich soubor sloužící k didaktickým účelům. Musí působit ve spojení s obsahem, nebo metodami a formami ve směru dosažení stanovených cílů vyučovacího procesu buď přímo, nebo pro toto mohou pouze vytvářet vhodné podmínky. Dále uvádí, že mezi materiální didaktické prostředky lze řadit pouze takové prvky ze skupiny materiálně technických prostředků, které mají těsnější vazbu k obsahu, metodám a formám vyučovacího procesu. Rambousek je třídí takto:

Učební pomůcky, které mají vztah k obsahu přímý a bezprostřední. Např. *učebnice, modely, žákovské soupravy, školní obrazy, promítnutá nebo prezentovaná zobrazení, záznamy zvuků, programové aplikace* apod. Některé z těchto pomůcek vyžadují pro realizaci své funkce další zařízení – didaktickou techniku.

- **Metodické pomůcky.** Slouží učiteli pro výkon jeho funkce. *Např. příručky, odborná literatura z oblasti učitelovy specializace, pedagogiky, psychologie, a filozofie výchovy, sbírky úloh, testy* apod. Tato skupina materiálů se vztahuje ke způsobům učitelovy plánovací, řídicí, kontrolní činnosti a obsahu.
- **Zařízení.** Jen některé druhy materiálních didaktických prostředků, které nemají přímý, bezprostřední vztah k obsahu konkrétní výuky. Do skupiny dle autora patří: prostředky informační a komunikační technologie, laboratorní přístroje, aparatury, indikační a měřicí přístroje, nářadí, nástroje, speciální školní nábytek atd., které nejsou využívány jako učební pomůcky
- **Didaktická technika** – *soubor přístrojů a technických systémů využívaných k vyučovacím účelům, které umožňují nebo umocňují prezentaci některých druhů učebních pomůcek, realizaci některých forem vzdělávání, podporují aktivní samostatnou práci žáků a slouží k optimalizaci způsobů řízení a kontroly činnosti žáků. Patří sem například tabule, data/videoprojektory, přehrávače, počítače zapojené do výuky a další přístroje. Didaktická technika by měla být v podstatě řazena mezi zařízení, ale vzhledem ke specifickým možnostem a univerzálnímu použití je chápána jako samostatná skupina materiálních didaktických prostředků.*
- **Školní potřeby** – *soubor drobných předmětů používaných při grafických projevech žáků a některé další předměty pro jejich učební činnost: sešity, psací potřeby, štětce, barvy, trojúhelníky, úhlooměry, kružítko* atd.
- **Výukové prostory a prostředí** – *reálné i virtuální interiéry či exteriéry sloužící didaktickým účelům, jako odborná učebna, dílna, laboratoř, tělocvična, VLE (Virtual Learning Environment)*

Na vyučovací proces ani na samotnou oblast materiálních didaktických prostředků nelze nahlížet jako na izolované množiny izolovaných prvků. Musí být chápány jako systém skládající se z účelově definovaných prvků, vztahů mezi nimi a jejich vlastnostmi.

Rambousek (2014, str. 10) dále uvádí: *Systém materiálních didaktických prostředků se proto nachází v průsečíku mnoha různých pedagogických, psychologických a společenských požadavků (idejí, principů, zásad, pravidel), které musí respektovat a tím umožnit jejich uplatnění ve vyučovacím procesu. Současně však systém materiálních prostředků formuje vlastní požadavky vztahující se k jeho prvkům, tj. k jednotlivým druhům materiálních didaktických prostředků. Na každý systém lze pohlížet z různých zorných úhlů a v závislosti na přijatém hledisku jej též různě popisovat. Přijatým hlediskem může být aspekt skladebný, vztahový, integrativní nebo systémově vývojový. Při uplatnění kombinace těchto hledisek pro daný případ je možno systém materiálních didaktických prostředků blíže charakterizovat: 1. Jeho obsahem, strukturou a vnitřními vztahy, 2. jeho pozicí a vnějšími vztahy, 3. Funkcemi, které ve vyučovacím procesu plní.*

Autor se dále zabývá vazbami prvků konkrétního systému materiálních didaktických prostředků ve svém konkrétním prostředí. Tyto vazby jsou determinovány především zvláštnostmi výuky určitého předmětu, oboru. Zajišťují jednotu a vzájemnou podporu prvků systému při realizaci výukových cílů. I když se systémy různých předmětů liší, většinou obsahují prostředky všech základních druhů. Takto složitý systém by měl mít svůj centrální článek, jehož vazby ke všem prvkům umožňují přenos vnějších požadavků do systému a současně zabezpečují organizaci a koordinaci působení. *V systému vyučovacího procesu plní uvedené kategorie cíle, v systému materiálních didaktických prostředků by funkci tohoto bodu měla (resp. znovu měla) plnit učebnice³.*

Dle Rambouska (2014, str. 11) byly metody a formy v minulosti chápány jako obecně nadřazené materiálním prostředkům. V novém, moderním pojetí výuky musí být nyní učitelem chápány v jeho plánovací, řídicí a kontrolní činnosti komplexně, jako prvky celého systému. Vhodným využitím prostředků lze výrazně obohatit a zkvalitnit tradiční metody. Některé progresivní metody a formy dokonce vznikly díky novým materiálním prostředkům a mohou fungovat jen s nimi společně. Materiální didaktické prostředky tedy

³ Nelze jinak, než s autorem nadšeně souhlasit. Kvalitní učebnice je to, čeho se dle mého názoru v odborném školství buď nedostává, nebo chybí zcela. Kvalitní učebnice odborných předmětů vycházející z požadavků RVP, kvalifikovaných znalostí odborníků v oboru a odborníků pedagogů by byla velkým přínosem a vyučujícími jistě vítaným počinem nejen v oboru Mechanik elektronik.

nemůžeme chápat pouze jako pasivní součást vyučovacího procesu, ale jako součást aktivní, která ovlivňuje plánování, přípravu i všechny fáze realizace výuky.

Učební objekty, digitální učební – vzdělávací – objekty

Rambousek ve své práci (2014, str. 18) definuje pojmy „*Učební objekty, digitální učební – vzdělávací – objekty*“. Uvádí, že termín „*výukový objekt*“ pochází z anglického termínu Learning Object (LO). Správný překlad termínu by měl znít „*učební objekt*“. V praxi je možné se setkat též s pojmy vzdělávací objekt, nebo vzdělávací materiál. V anglosaské literatuře ještě s přívlastky „*Reusable*“ a „*Shareable*“. Následně hovoříme o učebním objektu „*opětovně použitelném*“ a „*učebním objektu sdíleném*“. Standardizační autorita LTSC (Learning Technology Standards Committee) definuje učební výukové objekty jako entitu, digitální nebo nedigitální, která může být použita, znovupoužitelná, nebo citovaná během učení podporovaného technologiemi elektronicky podporovaného učení. „*Učební (výukový) objekt je jednotkou libovolné velikosti, která obsahuje výukovou informaci. Učební objekt se může skládat z jiných učebních objektů. Je to část výukového obsahu specifikovaná cílem, aktivitou a vyhodnocením žáka. Jde o základní stavební prvek e – learningu k výstavbě lekce, jednotky či kurzu. Učební objekt může být jedna věta, obrázek, animace, video, komplexní struktura sestávající z řady textů a multimediálních prvků i celý kurz. Každý učební objekt se skládá z výukového obsahu a z popisných dat (metadat), která učební objekt blíže specifikují*“⁴.

Jedním z cílů rekonstrukce je připravit odbornou učebnu tak, aby bylo možné využívat některé z digitálních učebních objektů. V našem případě se to týká především tzv. DUM (digitálních učebních materiálů).

2.5 Závěr teoretické části

Na závěr teoretické práce pokládám za potřebné zmínit jedno z Komenského zlatých pravidel, které se ke správné volbě prostředků materiální i nemateriální povahy vztahuje:

„Proto budiž učitelům zlatým pravidlem, aby všecko bylo předváděno smyslům, kolika možno. Tudiž věci viditelné zraku, slyšitelné sluchu, vonné čichu, chutnatelné chuti a

⁴ MATOUŠEK, Petr. Standardizované výukové materiály z obsahu Web 2.0. Brno: Fakulta informatiky Masarykova univerzita, 2006. 71s. Dostupné z WWW: http://is.muni.cz/th/44403/fi_m/dp.pdf .Diplomová práce

*hmatatelné hmatu; a může-li něco býti vnímáno najednou více smysly, budiž to předváděno více smyslům...*⁵

Pravidlo nám doporučuje při výuce využít co nejvíce smyslů žáka najednou. Edgar Dale ve své práci⁶ v podstatě tuto poučku kvantifikuje dle jednotlivých smyslů. Velmi názorně je to vyjádřeno na obr. 2, v tzv. "kuželu zkušeností". Z něho vyplývá velký význam technických výukových prostředků při prezentaci učiva. Technické prostředky mohou učivo žáku zprostředkovat v přesnější, úplnější a atraktivnější formě. Mohou navozovat adekvátní myšlenkové operace, podněcovat žáky k aktivnímu vnímání. Technické výukové



prostředky mohou urychlovat a usnadňovat osvojování poznatků a činností. Zvláště audiovizuální a multimediální prostředky mají schopnost působit najednou na zrak i sluch.

Obr. 2. Kužel zkušeností podle Edgara Dale⁷

Tyto oba dominantní smysly zprostředkovávají 94% veškerých informací (sluch 11%, zrak 83%, Rambousek 2014, str. 34). Čadílek (2015, str. 115) uvádí k funkcím didaktické techniky, že člověk získává 80% informací zrakem, 12% informací sluchem, 5% informací hmatem a 3% ostatními smysly. Dále píše, že v našich školách, při tradiční výuce nejsou tyto skutečnosti respektovány a zapojení smyslů je následující: 12% informací je získáváno

⁵ KOMENSKÝ, J. A. *Didaktika Velká*. Praha : Dědictví Komenského, 1905, s. 230

⁶ DALE, E. *Methods for Analyzing the Content of Motion Pictures*. *Journal of Ed.Sociology* 6, 1932; DALE, E. *Audio-Visual Methods in Teaching*. New York, The Dryden Press, 1946.

⁷ Dostupné na http://wiki.rvp.cz/Knihovna/1.Pedagogicky_lexikon/K/Ku%C5%BEel_zku%C5%A1enosti (10. 10. 2015)

zrakem, 80% sluchem, 5% hmatem a 3% ostatními smysly⁸. Je zřejmé, jak je již výše uvedeno, že uvedený poměr zapojení jednotlivých smyslů ovlivní hlavně výběr vyučovacích metod, ale je jistě dobré brát při výběru materiálních prostředků tyto skutečnosti na zřetel.

Odborný výcvik je jedním z nejnáročnějších předmětů na materiální didaktické prostředky. Vždyť právě tam se žáci nejčastěji učí *konat konáním*, jak již kdysi dávno také definoval J. A. Komenský. Technické obory procházejí neustálým vývojem. Nelze učit pracovat žáky na morálně zastaralém vybavení a očekávat jejich úspěšné uplatnění v praxi.

3 Základní praktická hlediska návrhu odborné učebny

Nejprve bylo nutno stanovit základní teze, hrubý obrys a meze možného ve fyzickém návrhu rekonstrukce učebny. Řešení musí být v souladu s podmínkami projektu⁹, zadáním od vedení školy, vlastními představami o modernizaci odborné učebny a dalšími podmínkami. Návrh musí být realizovatelný v daném termínu.

- A. Vedení školy nijak neomezovalo invenci při rekonstrukci. Jeden požadavek byl, (mimo vlastního záměru modernizace) zachovat kapacitu odborné učebny pro 12 žáků. Z toho dvě místa musí být pro žáky se speciálními potřebami (stavitelná výška stolů, židlí). Druhý požadavek, aby odborným zaměřením učebna pokryla požadovanou část segmentu zaměření oboru.
- B. Rámec činností, který je vymezen kompetencemi uvedenými v RVP.
- C. Omezení ze strany projektu spočívá hlavně v maximální možné části, za kterou je možno rekonstrukci realizovat a v požadovaném termínu dokončení.
- D. Vlastní představy o nutných změnách v učebně se týkaly několika bodů:
 - 1. Nutné zcela změnit vybavení jednotlivých pracovišť žáků a co nejvíce tak rozšířit jejich možnosti.
 - 2. Pořídit zcela nový nábytek, jehož styl by vytvářel klima učebny vystihující čistou, precizní práci v oboru elektroniky a vytvořit další dvě pracoviště vhodná především na laboratorní měření.

⁸ KALHOUS a OBST. *Školní didaktika*. 1998 (str. 115).

⁹ <https://www.kr-stredocesky.cz/web/skolstvi/projekt-cpto> (10. 10. 2015)

3. Zachovat a modernizovat základní vybavení pro mechaniku a jemnou mechaniku.
4. Vybavit učebnu moderní výpočetní technikou tak, aby každé žákovské pracoviště mělo své PC, spojené v interní síti.
5. Rekonstruovat osvětlení tak, aby intenzita světla lépe vyhovovala požadavkům pro učebnu a laboratoř.
6. Vybavit učebnu dalšími přístroji pro rozšíření možností výuky a měření.

3.1.1 Požadavky RVP a zaměření oboru Mechanik elektronik ve škole

Požadavky vyplývající z RVP

V RVP¹⁰ oboru 26-41-L/01 Mechanik elektrotechnik jsou pro návrh odborné učebny velmi důležité statě definující „*odborné kompetence*“ absolventa a dále zmínky přímo o odborném výcviku. *Odborné kompetence* definují praktické dovednosti, které může absolvent oboru získat. Kompetence jsou výsledkem a průsečíkem mezipředmětových vztahů. Mají velký vliv na koncepci výuky odborného výcviku. To znamená, že budou klíčové i pro návrh rekonstrukce a vybavení odborné učebny.

Odborné kompetence dle RVP 26 – 41 – L/ 01

- a) Provádět elektroinstalační práce, navrhovat, zapojovat a sestavovat jednoduché elektrické a elektronické obvody, navrhovat a zhotovovat plošné spoje a obrábět různé materiály tzn., aby absolventi:
 - zhotovovali součásti podle výkresu ručním obráběním;
 - zapojovali vodiče, elektrické rozvody, zásuvky apod.;
 - používali běžné i speciální nářadí a měřicí přístroje;
 - navrhovali, zapojovali a sestavovali jednoduché analogové i digitální elektronické obvody;
 - orientovali se v katalogu elektronických součástek;
 - měřili vlastnosti elektronických součástek a znali jejich schematické značky;

¹⁰ K dispozici na <http://zpd.nuov.cz/RVP/ML/RVP%202641L01%20Mechanik%20elektrotechnik.pdf> (dne 23. 11. 15)

- navrhovali plošné spoje včetně využití výpočetní techniky;
 - zhotovovali desky s plošnými spoji včetně osazení součástek a oživení desky;
 - projektovali, sestavovali a zapojovali funkční celky složené z elektronických obvodů.
- b) Provádět montážní, diagnostické, opravárenské a údržbářské práce na elektrických a elektronických zařízeních a přístrojích tzn., aby absolventi:
- vykonávali přípravné i finální práce při zhotovování mechanických dílců elektrických přístrojů, zařízení a různých montážních přípravků;
 - řešili elektrické obvody, navrhovali a realizovali odpovídající náhradní zapojení těchto obvodů či zařízení, volili vhodné součástky;
 - demontovali, opravovali a zpětně sestavovali mechanismy nebo části elektrických zařízení, elektromechanických přístrojů a dalších technických zařízení;
 - rozlišovali druhy elektrických přístrojů a na základě diagnostikovaných hodnot prováděli jejich opravy;
 - osvojili si technologické postupy a bezpečnostní a hygienické normy.
- c) Provádět elektrotechnická měření a vyhodnocovat naměřené výsledky tzn., aby absolventi:
- používali měřicí přístroje k měření elektrických parametrů a charakteristik elektrotechnických prvků a zařízení;
 - volili nejvhodnější měřicí metodu pro měření na elektrotechnických a elektronických zařízeních a přístrojích;
 - měřili elektrické veličiny a jejich změny v elektrických a elektronických obvodech a příslušných obvodových prvcích;
 - analyzovali a vyhodnocovali výsledky uskutečněných měření a přehledně o nich zpracovávali záznamy;
 - využívali naměřené hodnoty pro kontrolu a diagnostiku zařízení, k odstraňování jejich závad, uvádění do provozu, seřizování a provozní nastavení;

- plánovali revize a údržbu elektronických zařízení a navrhovali způsob odstraňování případných závad.
- d) Číst a tvořit technickou dokumentaci, uplatňovat zásady normalizace a graficky komunikovat tzn., aby absolventi:
- rozuměli různým způsobům technického zobrazování;
 - četli a tvořili různé druhy technické a elektrotechnické dokumentace s ohledem na normy v oblasti technického zobrazování;
 - pohotově využívali normy a další zdroje informací při řešení elektrotechnických úloh;
 - četli a vytvářeli elektrotechnická schémata, grafickou dokumentaci desek plošných spojů aj. produkty grafické technické komunikace používané v elektrotechnice.
- e) Dbát na bezpečnost práce a ochranu zdraví při práci tzn., aby absolventi:
- chápali bezpečnost práce jako nedílnou součást péče o zdraví své i spolupracovníků (i dalších osob vyskytujících se na pracovištích, např. klientů, zákazníků, návštěvníků) i jako součást řízení jakosti a jednu z podmínek získání či udržení certifikátu jakosti podle příslušných norem;
 - znali a dodržovali základní právní předpisy týkající se bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a požární prevence;
 - osvojili si zásady a návyky bezpečné a zdraví neohrožující pracovní činnosti včetně zásad ochrany zdraví při práci u zařízení se zobrazovacími jednotkami (monitory, displeje apod.), rozpoznali možnost nebezpečí úrazu nebo ohrožení zdraví a byli schopni zajistit odstranění závad a možných rizik;
 - znali systém péče o zdraví pracujících (včetně preventivní péče, uměli uplatňovat nároky na ochranu zdraví v souvislosti s prací, nároky vzniklé úrazem nebo poškozením zdraví v souvislosti s výkonem práce);
 - byli vybaveni vědomostmi o zásadách poskytování první pomoci při náhlém onemocnění nebo úrazu a dokázali první pomoc sami poskytnout.
- f) Usilovat o nejvyšší kvalitu své práce, výrobků nebo služeb tzn., aby absolventi:

- chápali kvalitu jako významný nástroj konkurenceschopnosti a dobrého jména podniku;
 - dodržovali stanovené normy (standardy) a předpisy související se systémem řízení jakosti zavedeným na pracovišti;
 - dbali na zabezpečování parametrů (standardů) kvality procesů, výrobků nebo služeb, zohledňovali požadavky klienta (zákazníka, občana).
- g) Jednat ekonomicky a v souladu se strategií udržitelného rozvoje tzn., „aby absolventi“
- znali význam, účel a užitečnost vykonávané práce, její finanční, popř. společenské ohodnocení;
 - zvažovali při plánování a posuzování určité činnosti (v pracovním procesu i v běžném životě) možné náklady, výnosy zisk, vliv na životní prostředí, sociální dopady;
 - efektivně hospodařili s finančními prostředky;
 - nakládali s materiály, energiemi, odpady, vodou a jinými látkami ekonomicky a s ohledem na životní prostředí

V kapitole 7, odstavec 7, str. 57 RVP Mechanik elektrotechnik je k odbornému výcviku dále uvedeno:

„Obsah praktických činností se odvíjí od vzdělávacích oblastí a obsahových okruhů RVP, zejména od okruhu elektrotechnická zařízení. Minimální rozsah praktických činností formou odborného výcviku musí činit 30 týdenních hodin za celou dobu vzdělávání.“

V okruhu „*elektrotechnická zařízení*“ je látka, kterou je možné vyučovat pouze v učebnách odborného výcviku. Např.:

a) Zpracování materiálů

- zvolí vhodný materiál pro výrobu elektrotechnického zařízení;
- stříhá, řeže, ohýbá materiály;
- piluje rovinné plochy a otvory;
- vyvrtá a zahloubí otvory, vyřeže závit;
- vybere vhodnou metodu spojování materiálů;

b) Elektromontážní práce

- upraví konce vodičů podle způsobu jejich spojování;
- vybere koncovky pro mechanické spojení vodičů;
- pájí vodiče a kovové součástky;
- zapojí kabely do elektrických obvodů;

c) Pasivní obvodové součástky

- orientuje se v katalogu součástek;
- vybere vhodnou součástku;
- rozumí systému značení pasivních součástek;
- použije, navrhne a sestaví základní obvody s pasivními součástkami a změří jejich parametry;

d) Polovodičové součástky

- měřením ověří vlastnosti polovodičových součástek;
- zjistí v katalogu nebo aplikačním listu parametry polovodičových součástek;
- vybere polovodičovou součástku podle požadované funkce a použití;
- sestaví obvod s bipolárním nebo unipolárním tranzistorem a změří jeho vlastnosti;
- vybere vhodnou polovodičovou součástku reagující na fyzikální veličiny vzhledem k očekávanému využití;
- sestaví obvod s polovodičovými součástkami na základě elektrotechnického schéma;

e) Technologie plošných spojů

- zná technologické metody výroby desek na plošné spoje;
- dodržuje zásady návrhu a konstrukce plošných spojů;
- navrhne plošné spoje i s využitím výpočetní techniky;
- zpracuje technickou dokumentaci daného zapojení;
- zhotoví plošné spoje a využívá příslušné materiály;
- osadí plošné spoje, provede povrchovou montáž, zapájí součástky a oživí desky;

f) Zdroje elektrického proudu a napětí

- použije elektrochemické zdroje a zná jejich vlastnosti;
- provede údržbu a nabíjení elektrochemických zdrojů;
- vybere a použije síťový zdroj potřebných vlastností na základě znalosti funkce lineárních a spínaných zdrojů;
- navrhne, vypočítá a změří jednoduchý síťový zdroj;
- diagnostikuje závady na síťových zdrojích a provádí jejich opravy;

g) Zesilovače a oscilátory

- sestaví zesilovač s diskrétními součástkami a změří jeho vlastnosti;
- navrhne, sestaví a změří obvod s operačním zesilovačem;
- navrhne, sestaví a změří obvod oscilátoru;

h) Údržba elektrických zařízení

- navrhne a uvede do provozu sestavu elektrických nebo elektronických zařízení podle požadované funkce;
- provede servis, opravy a provozní měření sestav elektrických zařízení.

Pozn. V přehledu jsou vynechány položky, které neodpovídají zaměření rekonstruované odborné učebny.

Zásadním materiálem a determinantem vybavování odborné učebny musí být již z podstaty své funkce RVP. Výčet kompetencí, můžeme v tomto smyslu chápat, jako výčet dovedností, které musí absolvent oboru zvládnout. Jedná se v mnoha případech o kompetence, které jsou výsledkem dobře fungujících mezipředmětových vztahů (např. ekonomicky nakládat s materiály, energiemi vyžaduje ekonomické myšlení a samotné nakládání s nimi vyžaduje zvládnuté dovednosti v Odborném výcviku).

3.1.2 Zaměření oboru Mechanik elektronik na SOŠ a SOU Kutná Hora

Dalším vlivem na vybavení učebny je samotné zaměření oboru ve škole. Tento vliv však nebude zdaleka tak zásadní, více ovlivní výběr a tvorbu konkrétních učebních úloh. Na internetových stránkách školy¹¹ je obor Mechanik elektronik odborným zaměřením specifikován takto:

¹¹ Dostupné na <http://www.sosasoukh.cz/content/view/563/238/> (15. 11. 2015)

„Příprava studentů je zaměřena na praktické činnosti i nutné teoretické znalosti v širokém spektru elektroniky. Během studia získají vědomosti a dovednosti, potřebné pro úspěšné uplatnění při montáži, oživování, nastavování, testování, servisu, elektronických zařízení a systémů z oblasti automatizace, měřicí a regulační techniky, výpočetní techniky, zabezpečovacích a požárních systémů (např. autoalarmy, zabezpečovací a požární systémy pro byty, rodinné domy, kanceláře a obchody). Nově jsou do vzdělávacího programu zařazena témata radiového přenosu dat, GSM systémů a zdravotnických přístrojů. Významným tématem je i ozvučovací technika. Studenti se tak mají možnost stát odborníky na průmyslové ozvučování, systémy pro ozvučování obchodních prostor, aparatury pro hudební skupiny apod.“

Výčet oborů elektroniky je v této specifikaci oboru obsáhlý na to, aby se dal realizovat v jedné učebně. Proto musí odborný výcvik oboru Mechanik elektronik probíhat ve třech učebnách, každá s jiným hlavním zaměřením. V některých oblastech se mohou překrývat. V této práci popisovaný návrh se týká pouze jedné z nich. Celý návrh je veden snahou pokrýt mimo základní činnosti segment:

- oblast měřicí a regulační techniky
- výpočetní techniky
- radiový přenos
- GSM systémy
- ozvučovací technika
- mechanické práce.

V RVP definované kompetence získá žák pomocí učební látky zpracované dle didaktických zásad. Pro odborný výcvik se musí z kompetencí odvodit (transformovat) jednotlivé praktické činnosti, které je nutno použít při tvorbě jednotlivých učebních úloh. V tomto se mi stal velmi cenným a užitečným zdrojem materiál¹². Tento materiál je z mého pohledu (několik desítek let práce v oboru elektroniky) koncipován velmi nadčasově a

¹² Prozatímní učební dokumenty učebních oborů. Učební obor 04 – 45 – 4 Mechanik elektronik, mechanika elektronika, vydalo ministerstvo školství ČSR dne 24. Března 1977 č. j. 10 199/77 – 260 s platností od 1. Zář 1977, Státní pedagogické nakladatelství, n. p. Praha 1985

velmi snadno se aktualizuje s vědeckotechnickým rozvojem oboru. Ohlíží se účelně na potřeby výrobních nebo opravárenských podniků v regionu a počítá s možností až pěti specializací. Tyto specializace jsou vlastně ekvivalentem různých zaměření jednotlivých škol ve svých ŠVP. Podrobněji zmíním pouze část týkající se odborného výcviku, jehož učebna je předmětem této práce.

Odborný výcvik

1. ročník

I. Úvod

1. Organizace dílen, dílenský řád, bezpečnostní technika, hygiena práce, protipožární ochrana. První pomoc. Prohlídka dílen

II. Základní kovodělné práce

1. Měření a orýsování. Účel orýsování, přesnost nástrojů a jejich použití. Příprava materiálu k orýsování. Postup při orýsování od hrany, od osových čar a podle šablon.
2. Pilování rovinných ploch. Postoj při práci. Pilování příčné a křížové. Kontrola opilované plochy. Bezpečnost práce.
3. Řezání kovů. Příprava ruční pilky. Upínání a řezání různých druhů materiálu. Řezání strojní, rámovou a kotoučovou pilou. Bezpečnost práce.
4. Stříhání ručními a pákovými nůžkami. Používání strojních, tabulových a okružních nůžek. Ochranné pomůcky. Bezpečnost práce.
5. Pilování spojených ploch. Měření posuvným měřítkem, kontrola úhelníkem a úhломěrem. Bezpečnost práce.
6. Vrtání, zahlubování, vystružování. Upínání výrobků, vrtáků, seřízení vrtačky. Zahlubování otvorů. Vrtání velkých otvorů. Vyhlubování a vystružování válcových a kuželových děr. Bezpečnost práce.
7. Řezání závitů. Ruční řezání vnějších a vnitřních závitů. Řezání závitů na vrtačce. Kontrola závitů. Bezpečnost práce.
8. Rovnání a ohýbání. Držení kladiva a technika úderu. Rovnání různých materiálů. Určení rozvinutých délek a tvarů. Ohýbání ručně a pomocí přípravků. Bezpečnost práce.

9. Pilování zakřivených ploch. Pilování vnějších a vnitřních ploch. Spilování hran a osazování. Kontrola tvarů. Bezpečnost práce.
10. Úprava náradí. Broušení nástrojů. Bezpečnost práce.
11. Postup a potřebné náradí při spojování a rozebírání spojů. Bezpečnost práce.
12. Lepení pryskyřicí, tmelení a zalévání. Příprava součástí a materiálu k lepení a zalévání forem. Bezpečnost práce.
13. Pájení. Úprava povrchu pro pájení a pro cínování. Postup při pájení naměkko a natvrdo. Zvláštní druhy pájení používané v oboru. Zacházení se zdroji ohřevu. Bezpečnost práce.
14. Bodové svařování. Seřizování bodového zdroje a úprava elektrod. Bezpečnost práce.
Souborná práce.

III. Základy strojního obrábění

1. Seznámení se s obráběcími stroji a nástroji. Seznámení se seřizováním a obsluhou obráběcích strojů. Základní práce na soustruhu, frézce, obrážece a brusce. Zacházení s měřidly a nástroji. Bezpečnost práce.

IV. Základy elektromechanických prací a montáž elektronických zařízení

1. Úprava konců vodičů. Bezpečnost práce. Pájení na plošných spojích. Bezpečnost práce.
2. Navíjení. Příprava těles, cívek, šablon. Navíjení a konečná úprava cívek. Seřizování navíjecích strojů. Bezpečnost práce.
Souborná práce.

2. ročník

I. Výroba, sestavování, zapojování a opravy elektronických zařízení

1. Výroba a opravy součástí (transformátory, vf cívky, relé apod.).
2. Montáž jednoduchých celků, rozmístění a montáž součástí. Demontáž a povrchová úprava. Úpravy a připojování. Bezpečnost práce.
3. Sestavování elektronických zařízení. Příprava kostry přístroje. Upevňování a rozmístění součástek. Montáž na desce s plošnými spoji. Připojení tranzistorů. Bezpečnost práce (napájecí zdroje).

4. Zapojování a opravy jednoduchých elektronických zařízení. Jednoduché elektroakustické měniče, nízkofrekvenční zesilovače, oscilátory, modulátory, směšovače, filtry. Funkční celky elektronických zařízení, mechanická kontrola pájení, oživení zařízení, kontrola měření a vyvažováním. Rozdíly v sestavách s plošnými spoji. Bezpečnost práce.
5. Technický popis. Vypracování technické zprávy. Tabulka naměřených hodnot a parametrů. Kmitočtové charakteristiky. (Provádí se vždy po dohotovení přístroje dle předchozích témat 3 a 4).
6. Plánovitá nálezářská práce. Systematické zkoušení a hledání závad a jejich odstraňování. (Provádí se po dohotovení témat 3 a 4).

Souborná práce

3. ročník

I. Montáž, měření a nastavování složitějších elektronických celků

1. Výkonové zesilovače.
2. Vysokofrekvenční zesilovače a oscilátory
3. Demodulátory AM a FM
4. Vyvažování a nastavování rozhlasových přijímačů pro AM a FM pásma
5. Nastavování a seřizování složitějších elektronických celků podle zaměření podniku. Bezpečnost práce.

4. ročník

I. Systematická nálezářská činnost související s provozem, údržbou a nastavováním velmi složitých elektronických zařízení pro potřeby podniku v souladu s učivem elektronická zařízení

Porovnáním témat odborných předmětů v materiálu „*Prozatímní učební dokumenty učebního oboru Mechanik elektronik*“ s kompetencemi a látkou uvedenou v RVP zjistíme ve velké většině jejich koincidenci. Některé dovednosti dokonce v moderním RVP chybí. Např. v mechanické práci jsou zde vyžadovány jen kompetence a činnosti pro ruční obrábění kovů, oproti materiálu z roku 1977, kde jsou v prvním ročníku vyučovány

základy strojního obrábění kovů. Ze své dlouholeté praxe v oboru vím, že obráběcí stroje (dnes i CNC) bývají součástí elektrotechnických, či vývojových dílen. Práce na stroji je precizní a také nesrovnatelně efektivnější a produktivnější. Tato činnost byla v minulosti běžně vyučována a v praxi elektronika je velkým přínosem. Domnívám se, že by bylo v souladu s vědeckotechnickým rozvojem, kdyby taková kompetence v RVP byla. Elektronika je asi nejrychleji se vyvíjející obor vůbec, a přesto nalezneme i v takto letitém dokumentu velmi aktuálně, účelně a systematicky vrstvené učivo. Případná aktualizace témat je velmi snadná, a lehko se dá malými korekcemi zajistit, aby učivo odpovídalo dnešnímu stavu techniky. Z tohoto materiálu se dá velmi dobře vycházet při sestavování učebních úloh, které povedou žáky k získání kompetencí požadovaných v RVP. Je to dobré vodítko i pro výběr vybavení odborné učebny Odborného výcviku a laboratoře Elektrotechnických měření oboru Mechanik elektronik.

3.2 Vlastní návrh učebny odborného výcviku Mechanik elektronik

Vlastní návrh rekonstrukce učebny odborného výcviku mechanik elektronik dle výše uvedených zásad a požadavků lze rozdělit do několika částí:

- A. Zařízení učebny, reálný interiér (stoly, židle, skříně)
- B. Didaktická technika (PC, Projektor, tabule)
- C. Učební a pracovní pomůcky pro mechanickou práci
- D. Učební a pracovní pomůcky pro elektroniku
- E. Školní potřeby žáků
- F. Výukové prostředí (VLE)

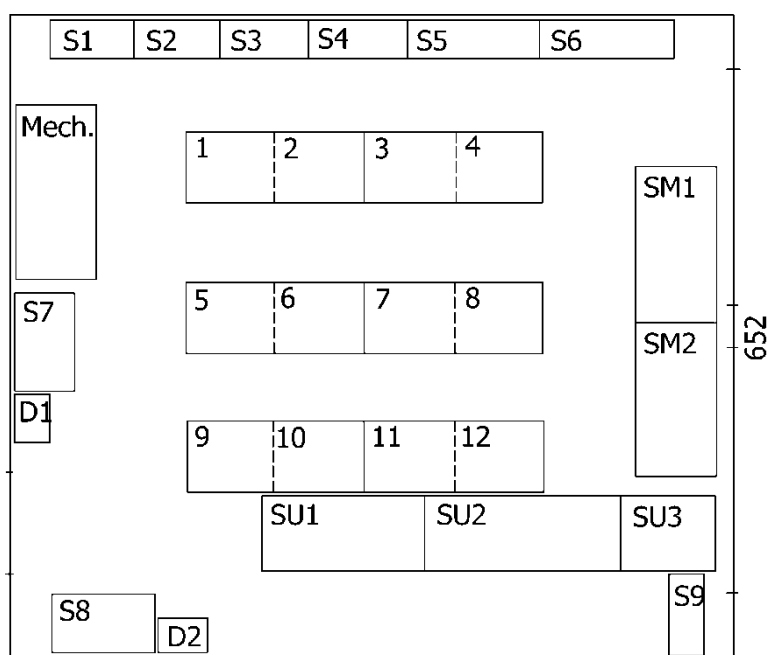
3.2.1 Zařízení učebny, reálný interiér

V rámci logické posloupnosti návrhu je nutné nejprve navrhnout vybavení učebny nábytkem a realizovat potřebné práce na vlastním prostoru učebny. Návrh vychází z požadavku kompletní výměny nábytku. Jedinou výjimkou je stůl pro mechanickou práci, který je velmi robustní a pro další využití vyžaduje jen poměrně nenáročnou renovaci. Nastěhování nového nábytku předcházela časově a organizačně náročná úprava interiéru, oprava stěn, úprava elektroinstalace, kompletní výměna osvětlovacích těles, malba stěn. Na stěny byla zvolena bílá barva z důvodu zajištění co nejlepších světelných podmínek

v učebně. Časově i organizačně náročné bylo i vystěhování a následná likvidace starého, nevyhovujícího nábytku. Práce musely probíhat s ohledem na co nejmenší narušení výuky.

Nábytek, osvětlení

Samotný výběr nábytku byl značně ztížen tím, že dle propozic projektu nebylo možno vybrat konkrétní výrobky například v internetových katalozích, či obchodech. Výběr musel být realizován přes proceduru specifikací požadovaných vlastností nábytku a výběrového



717

Obr. 3 Půdorys učebny

Legenda:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

SM1, SM2

Mech

SU1, SU2, SU3

S1,S2,S3, S4,S5,S6,S7,S8,S9

D1, D2

Pracoviště žáka

Stůl měření

Stůl pro mechanické práce

Stůl učitele

Skříň plechové

Zásuvkové skříňky na dokumenty

řízení na dodavatele. Tím bylo značně komplikováno rozhodování, jak nábytek specifikovat, aby dodavatel dodal zboží, které vyhoví požadavkům, ale aby specifikací nebyl určen a tedy zvýhodněn pouze jeden výrobce. Ve výběru nábytku se jako další, nejvíce omezující faktor hned po omezení rozpočtem uplatnily stávající rozměry učebny. Při výběru bylo nutné uvažovat doslova s každým centimetrem, a proto se nešlo vyhnout

atypickým rozměrům stolů a některých skříní. Atypické rozměry bohužel znamenají vyšší rozpočet. Z praktických důvodů (životnost, antistatické vlastnosti) byl vybrán nábytek kovový. Na obr. 3 je půdorys učebny a její schematický náčrt vybavení nábytkem. Skříně S1, S2, S3, S7, S8 mají nadstavby, aby se zvětšil tolik potřebný úložný prostor. Na další skříně je možné tyto nadstavby případně dokoupit v budoucnu. Velice důležitou položkou výběru, byla volba barvy nábytku. Výrobci nabízejí velkou paletu barev, ale při výběru je zde na místě postupovat uvážlivě. Každá pastelová barva ubere část spektra, místnost se ztmaví. Dobře odrazivá a velmi málo pohlcující energii světla je barva bílá. Ta se příliš nehodí pro nábytek učebny odborného výcviku. Spolu s bíle vymalovanou místností by kombinace nebyla estetická. Pro skříně a nohy stolů byla zvolena barva světle šedá (odstín RAL7035). Po instalaci se taková volba ukázala jako velmi dobrá. Esteticky velice čistě působí. Stoly učitele, žáků i měřících pracovišť jsou stejného, robustního provedení s pracovními, masivními deskami z dubového dřeva. Konstrukce stolů musí umožnit zavedení elektroinstalace a interní počítačové sítě učebny. Dále jsou ve stolech žáků, učitele a jednoho stolu měření police pro instalaci PC (stoly 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, SM2, SU3). Učebna je velice světlá a její celkové klima je příhodné pro jemnou, čistou a precizní práci, kterou elektronika je. Nové osvětlení vyhovuje závazným normám. V legendě ani na obrázku nejsou pro přehlednost zmíněny židle. Je samozřejmé, že je židlí vybaveno každé pracoviště. Výběr židlí byl možný z několika typizovaných výrobků. Při výběru bylo hlavním kritériem pohodlí žáka, tedy ergonomičnost s ohledem na organizační formu výuky odborného výcviku. Dvě židle jsou odlišné, s nastavitelnou výškou sedáku, pro žáky se speciálními potřebami. Rovněž jeden ze stolů tj. dvě pracoviště mají úpravu pro nastavitelnou výšku pracovní desky. V příloze jsou k dispozici fotografie, které dokreslují proces rekonstrukce i výsledek výběru nábytku.

Domnívám se, že vzniklé zcela nové prostředí musí na žáky působit funkcionálně (Stojan 1998) velmi pozitivně a bude pomáhat vytvářet příznivé klima pracoviště.

Didaktická technika

Jako didaktickou techniku označuje Rambousek (2014) přístroje, technické systémy, které se využívají k vyučovacím účelům, umožňují, umocňují prezentaci některých druhů učebních pomůcek, realizaci některých forem vzdělávání, podporují aktivní samostatnou

práci žáků. Patří sem tabule, dataprojektory, počítače a další přístroje. V projektované učebně odborného výcviku Mechanik elektronik vycházím při volbě didaktické techniky z těchto technických požadavků: výměna staré, klasické tabule, výměna dataprojektoru za nový, nové PC pro učitele a nová PC pro pracoviště žáků. Instalace síťových prvků, umožní spojení všech PC na dílně do interní sítě s volitelnou možností připojení i žákovských pracovišť k internetu. Takto vybavená učebna značně rozšíří možnosti výuky. Umožní mj. nově výuku a práci s programy pro elektroniku. Interní síť učebny s možností připojení k internetu je i systémem, který umožňuje práci ve virtuálním výukovém prostředí (VLE, Rambousek 2014).

V souladu s RVP je plánována interaktivní výuka návrhu plošných spojů v programu EAGLE, pomocí tzv. DUM, které patří k virtuálním výukovým prostředím (výše odstavec 2.7, bod F). Žáci se v programu EAGLE učí kreslit schémata zapojení a navrhovat plošné spoje. Za pomoci laserové tiskárny a dalších pomůcek navržené plošné spoje vyrobí. Je to jedna z důležitých kompetencí, kterou ukládá RVP.

Systém bude využit i pro funkci kontrolní. Pomocí něho lze aplikovat např. didaktické testy. PC dále mohou sloužit ke spolupráci s měřicími přístroji, k řízení měření, k ukládání a zpracování dat. Další kompetence požadovaná v RVP je vyhledávání a orientace v technických dokumentacích a datových listech elektronických součástek. Bez PC a internetu by bylo jen stěží možné tento požadavek splnit. K učebně odborného výcviku patří neodmyslitelně i školní tabule. Stará klasická, na kterou se psalo křídou, byla nahrazena moderní keramickou, bezprašnou. Pro ilustraci je v příloze obrázek PC pracoviště žáka.

Použitá didaktická technika:

žákovské PC pracoviště 12ks

- PC učitele 1ks
- laserová tiskárna
- dataprojektor a promítací plátno
- prvky LAN sítě
- keramická tabule

Zvolená didaktická technika pomáhá uplatňovat zásadu názornosti a zapojení co nejvíce smyslů při expozici žáků učivem. PC spolu s programy pro elektroniku jsou velmi vítaným nástrojem i pro výuku rozšiřujícího učiva.

3.2.2 Učební a pracovní pomůcky pro mechanickou práci

V RVP oboru 26-41-L/01 Mechanik elektrotechnik jsou kompetence, které se týkají mechanických prací, (jejich výčet je uveden výše). Z těchto činností vyplývá, jakým je třeba vybavit učebnu odborného výcviku nářadím, aby bylo možno mechanické práce vyučovat. Po analýze těchto prací vznikla potřeba tohoto nářadí a strojů:

- rýsovací jehla
- rýsovací nádrh
- pravítko ocelové
- důlčík
- pilníky
- stolové nůžky na dělení plechů
- ohýbačka
- vrtačka
- vrtáky
- svěrák
- kleště na nýty a nýtovací matice
- souprava závitníků
- úhelník příložený
- kladívko
- šroubováky

S tímto výčtem vybavení je možno s pohodlným přesahem splnit požadavky RVP na mechanickou práci. Vybavení musí vyhovět i pro případné aktualizace, či změny v ŠVP. Stolové nůžky jsou poměrně rozměrné a nelze je mít přímo v učebně odborného výcviku. Proto se budou využívat nůžky, které jsou v učebně jiného oboru na naší škole.

Do mechanické práce zařadím ještě výrobu plošných spojů. Je to vlastně práce mechanická, speciální pro elektroniku. Je potřeba splnit některé zvláštní požadavky.

Vrtačka musí být vysokoobrátková, na vrtáky od 0.5mm do 3mm. Nůžky na dělení mědi plátovaného materiálu nemusí být tak robustní jako na plech a je třeba je mít k dispozici přímo na dílně. Proto uvedu zvlášť tyto stroje, či nářadí pořizované speciálně na výrobu plošných spojů:

- vysokootáčková vrtačka na plošné spoje
- stolní nůžky na dělení materiálu na plošné spoje

Při výrobě plošných spojů je potřeba i dalšího nářadí ze seznamu pro mechanické práce. Ideální by bylo celé samostatné pracoviště pro výrobu plošných spojů. Bohužel prostorové podmínky budovy odborného výcviku mechanik elektronik to neumožňují.

Z charakteru výše uvedeného nářadí a strojů vyplývá jejich přirozená názornost. Pro úspěšnou a efektivní výuku mechanických prací je třeba dobře fungujících mezipředmětových vztahů s předměty „*Materiály*“ a „*Technické kreslení*“.

Při mechanické práci je nutno dbát všech zásad a předpisů bezpečnosti práce a hygieny práce.

Pro ilustraci jsou v příloze obrázky pracovních pomůcek pro mechanické práce.

3.2.3 Učební a pracovní pomůcky pro elektroniku

Jsou stěžejním vybavením odborné učebny oboru Mechanik elektronik. Jejich soubor musí být zvolen tak, aby bylo možno sestavovat pracoviště žáků dle specifik a různé náročnosti učebních úloh. Samotné přístroje musí splňovat zásadu vědeckosti, názornosti a také přiměřenosti. To jsou hlediska, která jdou mnohdy proti sobě a vyžadují jistých kompromisů. Dle Rambouska (2014) mohou být např. měřicí přístroje zařazeny do kategorie učební pomůcky, např. když bude předmětem výuky princip a použití osciloskopu a samotný osciloskop se stane názornou učební pomůckou. Osciloskop, ale může plnit i funkci zařízení učebny, pokud bude předmětem výuky např. oscilátor a osciloskop bude jen měřícím, či indikačním přístrojem. Podobně lze nahlížet dle definic autora na většinu dále uvedených zařízení. Pro přehlednost nejprve rozdělím tuto část vybavení do skupin dle funkce:

- a) Laboratorní zdroje
- b) Multimetry

- c) Osciloskopy
- d) Generátory
- e) Měření RLC
- f) Měření radiového spektra
- g) Měření neelektrických veličin
- h) Příslušenství
- i) Pájení
- j) Optika

Laboratorní zdroje

Na trhu lze pořídit širokou paletu laboratorních zdrojů. Pro účely výuky je nutné volit určitý kompromis mezi cenou, požadovaným výkonem a složitostí ovládání. Musí se vzít v úvahu, že laboratorní zdroj je jedním z prvních přístrojů, se kterým bude žák pracovat. Proto je nutné volit jednoduché ovládání. Dalšími parametry jsou maximální napětí, proud a také rozměry, hmotnost. Jako rozumný kompromis se jeví max. výstupní napětí 30V, max. proud 3A. Pro práci se symetricky napájenými obvody (např. operačními zesilovači) je nutné volit zdroj dvojitý. Jedním z hlavních požadavků je bezpečné provedení, odpovídající příslušným normám. Zvolený přístroj:

HY 3003 D-2 VA, dvojitý laboratorní zdroj 30V/3A možnost sériového i paralelního režimu obou částí.

Multimetry

Pro učebnu jsem zvolil dvě třídy univerzálních multimetrů. Běžný ruční a stolní s velkou přesností. Ruční je součástí pracoviště žáka, stolní, přesný je pro kontrolu a precizní měření na pracovišti učitele, nebo na pracovištích pro měření. Oba multimetry mají možnost měření teploty. Přesný multimetr rozšiřuje možnosti celého pracoviště. Může spolupracovat s PC. Dalším multimetrem je multimetr, ručkový pro výuku odečítání z klasické analogové stupnice. Pro doplnění je pořízen ještě klešťový přístroj. Zvolené přístroje:

UT 39 UNI-T, univerzální digitální multimetr

MT-2017 Proskit, ručkový multimetr

EX623 EXTECH, klešťový ampérmetr, multimetr

DM 3058 Rigol, přesný laboratorní multimetr

Osciloskopy

Osciloskop je velmi důležitým měřicím přístrojem elektronika. Proto kladu velký důraz na to, aby žáci dobře pochopili jeho princip a zvládli měření s ním. Dnes je převažující nabídka v osciloskopech digitálních. Pro prvotní seznámení a naučení se základům práce s osciloskopem, je splňuje však více zásadu názornosti osciloskop analogový. Do koncepce jsem proto zahrnul i dva osciloskopy analogové. Pracoviště žáka je však vybaveno osciloskopem digitálním. Žák s ním zpravidla měří až poté, co zvládne měření s osciloskopem analogovým. Dalším druhem osciloskopu zvoleným pro učebnu je rovněž osciloskop digitální, lepších parametrů, než mají žákovské. Je součástí pracoviště učitele, nebo pracoviště měření. Slouží ke kontrolním účelům a svými parametry rozšiřuje možnosti celého pracoviště. Všechny pořízené digitální osciloskopy mohou spolupracovat s PC. Tím jsou značně rozšířeny možnosti jejich využití. Tato možnost je vítaná pro rozšiřující učivo. Zvolené přístroje:

GOS622G INSTEK, analogový osciloskop

SDS1022D Siglent, digitální osciloskop

DSO5062 Hantek, digitální osciloskop

Generátory

Generátor signálu patří k základním přístrojům, se kterými elektronik pracuje. Žádný z dostupných nepokryje veškeré potřeby (např. kmitočtový rozsah), které se mohou v praxi vyskytnout. V původním návrhu jsem počítal nejen s generátory žákovskými do cca 50MHz, ale i s generátorem, který by uměl pracovat do cca 3GHz. Bohužel rozpočet projektu toto neumožnil. Proto jsou jedinými pořízenými generátory ty, které jsou součástí žákovského pracoviště. Jejich kmitočtový rozsah (50MHz) však pokryje většinu učebních úloh. Jsou konstruovány na principu přímé digitální syntézy, proto umožňují generovat širokou nabídku průběhů (sinus, trojúhelník, pilu, náhodný signál, šum, naprogramovaný

průběh, burst). Umí spolupracovat s PC. To rovněž rozšiřuje jejich použití. Zvolený přístroj:

SDG 1005 Siglent, DDS generátor

Měření RLC

V dílenské praxi a tedy i při výuce je třeba měřit parametry součástek. Žáci se nejprve učí měřit základní parametry (odpor, kapacitu, indukčnost) pomocí základních fyzikálních metod, ale do praxe musí umět pracovat i s přístrojem specializovaným na tato měření. Zvolený přístroj:

APPA 703, dílenský přístroj na měření RLC

Měření radiového spektra

Jedny ze základních elektronických obvodů jsou oscilátory. Jejich výuka je zmíněna i v RVP. Aby bylo možno kvalifikovaně měřit jejich parametry a názorně žákům předvádět jejich funkci je potřeba vyšetřovat vysokofrekvenční spektrum. Na to je nejlepším přístrojem spektrální analyzátor. Byl zvolen takový typ, který má frekvenční rozsah do 3GHz. To umožní názorně sledovat i signály mezifrekvenční satelitních přijímačů i signály WiFi 2,4GHz. Tento typ má zabudován tzv. „tracking generátor“ a tím je částečně pokryta potřeba vysokofrekvenčního generátoru zmíněného v odstavci 2.7.3.4. Zvolené přístroje:

DSA 1030A, Rigol spektrální analyzátor

AR8600 Mark2, komunikační přijímač stolní

ARmini, komunikační přijímač ruční

Měření neelektrických veličin

Do výbavy měřicích přístrojů byly zvoleny i přístroje pro měření neelektrických veličin, které mají s vyučovanou látkou velkou souvislost. Jedná se o měření teploty a hladiny akustického tlaku. Měření obou veličin může velmi názorně demonstrovat různé zákonitosti a souvislosti. Zvolené přístroje:

SDL600 EXTECH přístroj na měření akustického tlaku s datalogerem

SC940, kalibrátor, normál akustického tlaku

407 730 EXTECH, přístroj na měření akustického tlaku

HD200 EXTECH, diferenciální teploměr s datalogerem

42512 EXTECH, infračervený teploměr

Příslušenství

Měřicí přístroje samy o sobě mají velmi omezené možnosti. Pro jejich uspokojivé používání je třeba různých sond, kabelů, propojovacích šňůr. Proto muselo být pořízeno i toto příslušenství. Některé propojovací kabely budou vyrobeny jako součást výuky přímo na dílně z nakoupených komponent.

Pájení

Pájení je jednou z nejdůležitějších činností elektronika. V dnešní době začíná převažovat technika povrchové montáže (SMT). Pájecí souprava musí pokrýt jak tento způsob osazování desek plošných spojů, ale i klasickou (THT). Jako nejvhodnější se jeví pájecí stanice, galvanicky oddělená od sítě, u které je možné měnit hroty dle způsobu práce. Při pájení vznikají zplodiny, proto byly pořízeny odsávací zařízení s filtrem, která je možné umístit na pracoviště žáka, či jinam. Další výbavou pro pájení je horkovzdušná pájecí stanice, kterou je možné pájet či odpájet součástky s mnoha vývody. Ta rovněž rozšíří možnosti pracoviště. Zvolené přístroje:

WEP 992 DA horkovzdušná pájecí stanice

WEP 936, pájecí stanice

426DLW, extraktor zplodin pájení

Optika

Jelikož jsou elektronické součástky čím dál více miniaturizované, je vhodné zařadit mezi používané technické prostředky i optické pomůcky. Pro pracoviště žáků jsem zvolil pracovní lupy osvětlením. Kontrolní pracoviště učitele je opatřeno trinokulárním mikroskopem, který umožňuje pomocí kamery snímat a zobrazovat např. na PC, nebo promítacím plátně prohlížené předměty. To je velmi názorné. Jsou tak velmi dobře vidět např. vady pájení. Žák po názorném předvedení a vysvětlení vady má ihned zpětnou vazbu a může chybu napravit. Zvolené přístroje:

Pracovní lupa na pohyblivém rameni s osvětlením

Trinokulární mikroskop na výložném rameni

3.2.4 Školní potřeby žáků

V nově vybavené učebně se počítá s tím, že žáci musí mít svou základní soupravu nářadí. Dle Rambouska (2014) je taková souprava školní potřebou žáka. Na výukové dny odborného výcviku musí žáci tyto své „školní potřeby“ nosit. Učí se tím zodpovědnosti k vlastním věcem. Základní nářadí sestává ze soupravy šroubováků, kleští, odsávačky, pájecí stanice, pinzet. Seznam bude konkretizován a aktualizován vždy na začátku školního roku.

Možnosti nové učebny odborného výcviku Mechanik elektronik

Z výše uvedeného je patrné, že změna, která se v učebně udála je zcela zásadní. Za nejdůležitější a prvotní pokládám, že se podařilo zcela změnit a aktualizovat vybavení žákovských pracovišť. Žáci tak pracují se soudobou technikou, se kterou se mohou setkat na reálných pracovištích firem i při dalším studiu elektroniky na vysokých školách. Celkově se velmi rozšířily jak didaktické, tak technické možnosti učebny. Zvolená konfigurace umožňuje jak frontální výuku, tak výuku individuální či individualizovanou. Je možné se věnovat žákům slabším, kterým trvá déle osvojení si učiva, a současně dát patřičné možnosti těm, kteří jsou již v oboru pokročilí. K výuce by mělo pomoci i prostředí, které vytváří určitou atmosféru. To pak působí funkcionálně na žáky. Doufám, že výuka v novém prostředí ukáže, že toto působení je čistě pozitivní. Didaktická technika v tomto edukačním projektu instalovaná umožňuje využívat moderních výukových metod a velmi přispívá didaktické zásadě názornosti. Touto modernizací je dokonale splněna i didaktická zásada vědeckosti. Při rekonstrukci bylo dbáno na předpisy a normy BOZP. Všechny přístroje jsou pro ilustraci zobrazeny v příloze.

3.3 Evaluace parametrů výuky v rekonstruované učebně OV

3.3.1 Zkušenosti z provozu učebny

Učebna byla rekonstruována tzv. „za běhu“. Tzn., že se na rekonstrukci dle svých možností podíleli i žáci. Tito žáci opustili učebnu původní a po nějakém čase rekonstrukce usedli do učebny zcela nové. Velmi pozitivně mne překvapil vztah těchto žáků k novému vybavení.

Za celou dobu (cca 6 měsíců) se nestalo, že by se vyskytl byt' jediný problém s poškozováním nábytku či jiného vybavení. Negativní zkušenost v tomto směru jsem zažil nedlouho po zahájení školního roku 2015/16. Mezi žáky prvního ročníku se našli dva, kteří hned další výukový den po poučení o nutnosti chránit a nepoškozovat nové vybavení ostrým nožem a kleštěmi úmyslně poškodili pracovní, krycí pryže svých stolů. Zavedl jsem takový systém, aby každý pracoval jen u svého pracoviště, které má přiděleno dle svého pořadí v třídní knize. Za své pracoviště zodpovídá a při příchodu do učebny má za povinnost zkontrolovat jeho stav. Případné poškození zapsat a nahlásit učiteli OV. První případ poškození ukázal účelnost tohoto opatření.

Velmi zajímavá byla reakce žáků starších, kteří na rekonstrukci sami pracovali. Byli velice rozhořčeni, pobouřeni tímto vandalským jednáním. Ukazuje to, že ti, kteří zažili onu změnu „ze starého do nového“ a ještě se na ni sami podíleli, si váží nového prostředí daleko více a mají k němu utvořen kladný vztah.

Z pohledu didaktických zásad a vyučovacích metod byla splněna veškerá očekávání. Nové materiální didaktické prostředky a jejich vzájemné kombinace umožňují tvorbu mnoha nových učebních úloh. To však vyžaduje ještě určitý čas. Po úvodních zkušenostech s novou učebnou bude nutné vytvořit jakýsi systém učebních úloh, který plně využije všech možností, které byly rekonstrukcí vytvořeny. Z časových důvodů nebyl ještě vytvořen systém didaktických testů, které by se daly aplikovat pomocí vybudované počítačové sítě.

3.3.2 Názory žáků

Zajímal mne názor žáků na nově zrekonstruovanou učebnu. V rámci objektivity byla anketa dobrovolná a anonymní. Zde uvádím názory žáků, které byly nejvíce zastoupeny v odpovědích:

- „*staré dílny byly lepší v tom, že se člověk nemusel bát, že propálí lino na stole, ale to je tak všechno*“
- „*nové dílny jsou mnohem lepší, cítím se tu lépe a pracuje se mi tu lépe. Je to tu mnohem lépe vybavené a hlavně novější, lepší*“
- „*nové dílny jsou o mnoho lepší ve všem*“

- „je tu více světla, lepší přístroje, PC, lepší pracovní plocha“
- „nové dílny zaujmou už jen vzhledem, je to tu přehlednější, cítím se tu lépe“
- „změny jsou příjemné, máme větší možnost dělat více pokusů apod.“
- „musíme dávat pozor na poškození“
- „nové vybavení se hlídá až moc, musíme se zapisovat a hlídat si poškození pracoviště
- „po renovaci dílen se zlepšily pracovní podmínky tím, že je na pracovišti více místa a máme možnost pracovat s modernějšími přístroji, které se používají i v praxi. Jedinou pro mne nevýhodou je, že na starých dílnách sem si mohl zpestřit výuku čtením vzkazů a hesel, které byly napsány, vyryty nebo vypáleny na pracovních deskách od ostatních studentů a tím se trochu pobavit, což teď není možné.
- „pozitivnější prostředí“
- „učebna je nová, ale stále malá. Je tu mnoho věcí“
- „jak to tu vypadá moderně, hned je lepší motivace se snažit“
- „nové přístroje, které odpovídají dnešní době“

Tolik průřez odpověďmi z ankety. Dle mého názoru odpovědi žáků jen dokládají, že zrekonstruovaná odborná učebna plní své funkce dobře a celou rekonstrukci je možné pokládat za zdařilou.

Závěr

Rekonstrukce stála mnoho úsilí ve formě přímé fyzické práce, ale i časově náročné administrativy, která jí provázela. Mohla být realizována díky projektu CPTO, jak je již výše zmíněno. Takové projekty jsou nabízeny školám v podstatě náhodně. Ne každá škola se jich zúčastní. Modernizace vybavení odborných škol tedy není zaručena periodicky s vývojem oboru, nebo opotřebováním materiálních didaktických prostředků. Nejistil jsem žádný fond, nebo mechanismus, který by odborným školám garantoval odpovídající vybavení pro výuku odborných předmětů. Bohužel není dostupná ani metodika pro návrh odborných učeben pro konkrétní obory, která by vycházela z požadavků RVP. Domnívám

se, že by takový materiál velmi usnadnil podobné návrhy učeben a definoval odpovídající technické prostředky pro výuku jednotlivých oborů.

Výsledkem této práce je odborná učebna poskytující příjemné klima pro práci i výuku oboru Mechanik elektronik. Je vybavená souborem přístrojů, který umožní tvořit výukové úlohy v širokém spektru zaměření oboru. Celek umožňuje respektovat didaktické zásady a využívat vhodné vyučovací metody.

Seznam použitých informačních zdrojů

ČADÍLEK, Miroslav a Aleš LOVEČEK. 2003. Didaktika odborných předmětů. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o.

MAŇÁK, Josef. *Nárys didaktiky*. 5. dotisk. 1. vydání. Brno: Masarykova univerzita, 1995, 104 s. ISBN 80-210-1124-6.

PETTY, Geoffrey. *Moderní vyučování: pracovní materiály*. 6., rozšířené a přepracované vydání Praha: Portál, 2013, 562 s. ISBN 978-80-262-0367-4.

RAMBOUSEK, Vladimír. *Technické výukové prostředky I.: pracovní materiály*. 1. vydání Praha: SPN, 1990, 150 s. ISBN 80-706-6227-1.

SKALKOVÁ, Jarmila. *Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování*. 2., rozšířené a aktualizované vydání, [V nakladatelství Grada] vydání 1. Praha: Grada, 2007, 322 s. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-1821-7.

ZORMANOVÁ, Lucie. *Obecná didaktika: pro studium a praxi*. Vydání 1. Praha: Grada, 2014, 239 s. Pedagogika (Grada). ISBN 9788024745909.

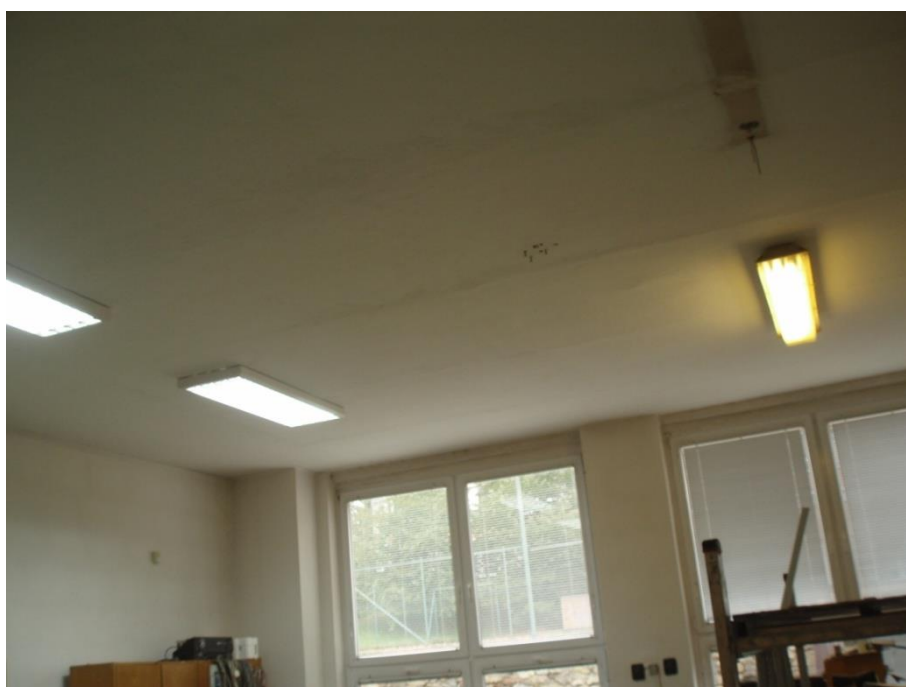
STOJAN, M. Učebna v systému řízení výchovně vzdělávacího procesu. 1. Vydání. Brno: UJEP v Brně, 1986. 145s. ISBN neuvedeno.

STOJAN, M. *Základní pedagogické kategorie*. Brno: MU, 1998. ISBN 80-210-1964-6.

5 Obrazová příloha



Z exkurze žáků ve firmě, která nám vyrobila a dodala nábytek.



Nová a původní osvětlovací tělesa.



Stěhování v plném proudu.



Čekáme na nový nábytek, nové osvětlení slibuje příjemné pracovní podmínky.



Nový nábytek plní učebnu.



Učebna s postupujícími pracemi dostává svou tvář.



Část vybavení pro mechanické práce.



Pracoviště žáka pro výuku elektroniky.



Analogový osciloskop, digitální osciloskopy.



Analogové multimetry, přesný laboratorní a dílenské multimetry (klešťový a běžné).



DDS generátor funkcí a libovolného průběhu, měřič RLC.



Komunikační přijímače, spektrální analyzátor – přístroje pro monitoring a měření radiového spektra.



Přístroje na měření neelektrických veličin. Akustického tlaku a teploty.



Pájecí stanice, horkovzdušná pájecí stanice.



Optické přístroje pro práci s elektronikou.



Výrobky žáků.



Pracoviště žáka při práci s návrhovým systémem EAGLE.