

# **UNIVERZITA HRADEC KRÁLOVÉ PEDAGOGICKÁ FAKULTA**



## **AUDITORILOGIE UČEBEN A DIDAKTICKÉ ASPEKTY PŘENOSU INFORMACÍ VE VYUČOVACÍM PROCESU TECHNICKÝCH PŘEDMĚTŮ**

**Teze dizertační práce**

**René Drtina**

**2006**

Dizertační práce byla vypracována v kombinované formě doktorského studia na katedře technických předmětů Pedagogické fakulty Univerzity Hradec Králové.

Uchazeč: PaedDr. René Drtina  
katedra technických předmětů PdF UHK  
Hradec Králové

Školitel: Prof. Ing. Pavel Cyrus, CSc.  
katedra technických předmětů PdF UHK  
Hradec Králové

Školitel-specialista: Doc. Ing. Pavel Bednář, CSc.  
Fakulta architektury ČVUT  
Praha

Oponenti: Prof. Ing. Rozmarín Dubovská, DrSc.  
katedra technických předmětů PdF UHK  
Hradec Králové

Prof. PaedDr. Gabriel Švejda, CSc.  
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Teze byly rozeslány dne 14. prosince 2005

**DRTINA, R. *Auditoriologie učeben a didaktické aspekty přenosu informací ve vyučovacím procesu technických předmětů.***

Dizertační práce. Univerzita Hradec Králové. Pedagogická fakulta, katedra technických předmětů. 2006.

**Anotace:**

Dizertační práce se zabývá auditoriologií učeben, zejména podmínkami přenosu obrazových a zvukových informací. Jsou zde popsána základní teoretická východiska, způsob definování zpětnovazebního modelu vyučovacího procesu a analogie vyučovacího procesu jako přenosového systému. Práce upravuje definice vztahů pro vymezení pozorovacích polí pro obrazové formáty s poměrem stran 4:3 a 16:9, uvádí odvození vztahů pro výpočty různých typů auditorií, instalaci projekčních ploch a reproduktorů. Nově jsou odvozeny vztahy pro výpočty auditorií počítačových učeben. Výstupem dizertační práce jsou, kromě odvozených postupů výpočtů, zejména výsledky měření konkrétních učeben a jejich hodnocení metodou subjektivních testů s návrhem možných úprav a také koncepce nového předmětu pro posluchače pedagogických fakult.

**Klíčová slova:**

Auditoriologie. Auditorium. Model vyučovacího procesu. Přenosový systém. Rušivý signál. Zorné pole. Obrazový formát. Kritický detail. Akustika. Srozumitelnost. Ozvučování. Ozvučovací soustavy.

**DRTINA, R. *Auditorology of the classrooms and didactic aspects of information transfer in teaching process of technical subjects.***

Dissertation work. University Hradec Králové. Faculty of Education. Department of Technical subjects. 2006.

**Annotation:**

Dissertation work deals with auditorology of the classrooms, especially with condition of the transfer of image and sound information. Basic theoretical way-out is described, manners of definition of feedback model of teaching process and analogy of teaching process as a transferring system. The study adjusts definition of relations for the specification of the observing fields for image formats with the side proportion 4:3 and 16:9. It introduces derivation of relations for the calculation of different types of auditoria, installation of projection areas and loudspeakers. In a new way are derivated the relations for the calculation of computer classrooms. Outputs of the dissertation study are, beside derivated calculation methods, especially the results of measuring of particular classrooms and their evaluation with the method of subjective tests with the proposal of possible adjustments and also conception of the new subject for the student of the Faculties of Pedagogy.

**Key words:**

Auditorology. Auditorium. Model of teaching process. Transferring system. Disturbing signal. Field of vision. Image format. Critical detail. Acoustics. Understandability. Sounding. Sounding systems.

## OBSAH

	Obsah.....	4
	Úvod.....	6
	Vymezení cílů dizertační práce.....	6
1	Teoretická východiska dizertační práce.....	6
1.1	Výchozí definice.....	7
1.2	Zařazení didaktické techniky do vyučovacího procesu.....	7
1.2.1	Inženýrsko-pedagogický model.....	8
1.2.2	Didaktický trojúhelník.....	8
1.2.3	Kybernetický model.....	8
1.2.4	Modely výuky a učení.....	8
1.3	Informační tok ve vyučovacím procesu.....	9
1.3.1	Dominantní receptory.....	9
1.3.2	Zapojení receptorů ve vyučovacím procesu.....	9
2	Zrak a jeho vlastnosti.....	10
2.1	Kritický detail.....	10
2.2	Podmínky viditelnosti.....	10
2.3	Vymezení plochy auditoria.....	11
3	Sluch a jeho vlastnosti.....	11
3.1	Řeč, srozumitelnost.....	11
3.2	Poslechové pole.....	11
3.3	Poslechové podmínky.....	12
3.4	Audiovizuální systém.....	12
4	Formulování obecného zpětnovazebního modelu vyučovacího procesu.....	13
4.1	Princip zpětné vazby.....	13
4.2	Matematický popis.....	13
4.3	Perspektiva teorie chaosu.....	13
4.4	Místo didaktické techniky ve zpětnovazebním modelu.....	14
5	Analogie vyučovacího procesu a přenosového systému.....	14
5.1	Informace, zpráva, signál.....	15
5.3	Obecný model přenosového systému.....	15
5.3.1	Předpoklady a obecné schéma.....	15
5.3.2	Negativní vlivy.....	15
5.3.3	Klasifikace signálů.....	15
5.4	Prostor jako přenosový článek.....	16
6	Analýza didaktických aspektů přenosu optických a akustických informací ve výuce technických předmětů na pedagogických fakultách.....	16
6.1	Optický přenos ve výuce technických předmětů.....	16
6.1.1	Funkce obrazového materiálu.....	16
6.1.2	Obrazová komunikace v technice.....	17
6.1.3	Obrazové formáty a přenos informací.....	17
6.1.4	Obrazové formáty a zorné pole.....	17
6.1.5	Bitmapová a vektorová grafika.....	18
6.1.6	Barvy, jas, kontrast.....	19
6.2	Jak zobrazuje projektor?.....	19
6.3	Nový přístup k vymezení pozorovacích polí.....	20
6.4	Instalační výška projekční plochy.....	21
6.4.1	Vodorovné auditorium.....	21

6.4.2	Stupňovité auditorium s konstantní strmostí.....	22
6.4.3	Auditorium s proměnnou strmostí.....	22
6.5	Podmínky viditelnosti v počítačových učebnách .....	22
6.5.1	Počítačová učebna s vodorovným auditoriem.....	23
6.5.2	Počítačová učebna se stupňovitým auditoriem .....	23
6.6	Didaktické aspekty optického přenosu .....	23
6.6.1	Hlavní požadavky na optický přenosový systém .....	23
6.7	Problémy obrazové prezentace profesionálních konstrukčních programů.....	24
6.7.1	Možnosti dílčích řešení.....	25
6.8	Akustický přenos ve výuce technických předmětů .....	25
6.8.1	Funkce akustických informací .....	25
6.8.2	Akustická komunikace v technice.....	26
6.8.3	Akustika učebny a požadavky na ozvučovací systém.....	26
6.9	Ozvučovací soustavy.....	27
6.9.1	Jednokanálové přenosové systémy .....	27
6.9.2	Vícekanálové přenosové systémy .....	27
6.9.3	Podmínky dobré slyšitelnosti.....	27
6.9.4	Odhad potřebného výkonu .....	28
6.9.5	Moderní ozvučovací systémy .....	28
6.10	Didaktické aspekty akustického přenosu.....	28
6.10.1	Hlavní požadavky na akustický přenosový systém .....	29
7	Audiovizuální přenosové systémy učeben v praxi.....	29
7.1	Simulace úprav v aule VŠH v Praze.....	29
7.2	Průzkum přenosu optických a akustických informací ve vybraných učebnách Univerzity Hradec Králové .....	30
7.2.1	Použitá metodika měření.....	30
7.2.2	Metodika subjektivního testování .....	30
7.2.3	Metodika zpracování výsledků .....	31
7.8	Sumarizace a analýza výsledků průzkumu učeben .....	31
8	Koncipování předmětu Základy auditoriologie učeben pro učitele .....	32
8.1	Vstupní průzkum ke koncepci předmětu .....	33
8.2	Koncepce předmětu .....	33
8.3	Stanovení cílů koncipovaného předmětu .....	34
8.4	Struktura předmětu.....	34
8.5	Technické zajištění .....	34
9	Aplikační možnosti výsledků dizertační práce ve výuce jiných předmětů .....	34
10	Závěr .....	35
11	Použité zdroje.....	38
	Publikační činnost související s předmětem dizertační práce .....	44

---

**POZNÁMKA:**

V překládaném textu tezí dizertační práce číslování obrázků, tabulek a matematických vztahů přesně koresponduje s číslováním v dizertační práci. Stejným stylem je provedeno číslování jednotlivých kapitol.

## ÚVOD

Vnímání obrazu a zvuku je pro většinu populace každodenní realitou. Vzdělávací proces na školách všech stupňů je založen rozhodující měrou právě na optickém a akustickém přenosu informací.

Auditoriologie je multidisciplinární vědní obor s velmi širokým záběrem. Zabývá se vzájemnými vazbami a řešením stavebně technických, materiálových, prostorových, architektonických, hygienických, ergonomických, světelných, optických, akustických a jiných podmínek divadelních, koncertních, promítacích a přednáškových sálů. Sleduje jejich časové vytížení i ekonomiku provozu. Auditoriologie učeben se z tohoto širokého spektra vyčleňuje jako relativně úzký specifický obor, zaměřený na problematiku tvorby a úprav prostorů pro hromadné vzdělávání

Budoucí učitelé musí mít stále na zřeteli didaktickou zásadu přiměřenosti, tedy mimo jiné i percepční možnosti svých žáků. Měli by se rovněž seznamovat s principem vytváření optimálního pracovního prostředí. Totéž by mělo platit i pro učitele z praxe.

## VYMEZENÍ CÍLŮ DIZERTAČNÍ PRÁCE

Dizertační práce sleduje podmínky přenosu optických a akustických informací ve výuce technických předmětů. Jejím hlavním cílem je analyzovat problematiku přenosu optických a akustických informací a v návaznosti na současné možnosti audiovizuální techniky syntetizovat dodnes platné a obecně uznávané poznatky zásadních monografií z oblasti auditoriologie, akustiky, elektroakustiky a didaktické techniky s novými fakty, se zřetelem na auditoriologii učeben.

Prvním z cílů dizertační práce je rozšíření stávajícího vymezení pozorovacích podmínek a úprava vztahů pro obrazový formát s poměrem stran 16:9 a jeho porovnání s obrazovým formátem s poměrem stran 4:3. Druhým cílem je aplikace stávajících poznatků auditoriologie na prostředí počítačových učeben a vymezení pozorovacích podmínek v těchto učebnách. Třetím cílem dizertační práce je provedení průzkumu kvality obrazového a akustického přenosu ve vybraných učebnách UHK a provedení průzkumu fundamentálních znalostí z oblasti auditoriologie učeben mezi učiteli a studenty. Čtvrtým cílem práce je koncipovat na základě výsledků těchto průzkumů kurikulum (syllabus) inovovaného předmětu „*Prostorové řešení a technické vybavení učeben*“ v rámci stávajících akreditovaných studijních programů M-7503 učitelství pro základní školy a M-7504 učitelství pro střední školy, studijní obor: základy techniky.

Dizertační práce si rovněž klade za cíl vytvořit pro budoucí učitele technických předmětů znalostní minimum, aby dokázali posoudit základní vlastnosti učeben a navrhnout takové úpravy a změny, které by z nich udělaly moderní posluchárny pro efektivní výuku technických předmětů. S přihlédnutím k didaktickým specifikům mohou tuto práci stejně dobře využít i posluchači ostatních aprobací.

## 1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA DIZERTAČNÍ PRÁCE

Každý vzdělávací proces, tj. proces vyučování a učení, je založen na předávání nejružnějších informací. Zavedeme-li podle Melezinka [92] pojem médium „*ve smyslu nosiče informací nebo jejich zprostředkovatele, lze ve vyučovacím procesu rozlišovat osobní a neosobní média*“. V dalším se budeme zabývat neosobními médii, tedy technickými prostředky podporujícími vzdělávací proces. Pro technické prostředky (neosobní média) zpravidla užíváme termín didaktická technika.

## 1.1 VÝCHOZÍ DEFINICE

Definice pojmu "Didaktická technika" není zcela jednoznačná. Němeček ve Slovníku didaktické techniky tuto definuje jako „soubor vizuálních, auditivních, a audiovizuálních přístrojů a jiných technických systémů, využívaných k vyučovacím účelům“ [98]. Podle Tichého didaktická technika „zahrnuje přístroje a technická zařízení, která umožňují zprostředkování auditivních, vizuálních a audiovizuálních informací“ [147]. Podle Rádlovy definice: „didaktická technika jsou takové materiální didaktické prostředky, které umožňují nebo umocňují prezentaci některých druhů učebních pomůcek a slouží k racionálnímu způsobu řízení a kontroly činnosti žáků“ [119]. Drahovzal, Kilián a Kohoutek stručně a obecně definují didaktickou techniku jako „prostředek pro využití učební pomůcky“ [20]. Podle Nikla didaktická technika „zahrnuje ty přístroje a zařízení, které zpřístupňují smyslům učících se informace obsažené v pomůckách“ [99]. Rambousek uvádí, že se jedná „o vhodně vybrané, upravené nebo speciálně vyvinuté přístroje a zařízení využívané k didaktickým účelům, zvláště k prezentaci učebních pomůcek a racionalizaci bezprostředního řízení a kontroly učebních činností žáků.“ A dodává: „Nevztahují se k obsahu výuky přímo, ale prostřednictvím didaktických náplní (pomůcek), které umožňují prezentovat (vytvářet, vybavovat, reprodukovat) nebo získávat, zpracovávat a vhodně výukově využívat“ [120].

Melezník používá pojem "Technologie vyučování": „Technologie vyučování se zabývá funkcemi a možnostmi použití neosobních médií ve vědomé souvislosti se všemi ostatními prostředky celého vyučovacího procesu. Za předmět technologie vyučování tak považujeme veškeré technické přístroje, zařízení a systémy, které se používají ve vyučování“ [91].

Autoři novějších publikací např. [50], [135] mají tendenci nahrazovat dosavadní pojem Didaktická technika pojmem Multimediální technika nebo Multimédia. S ohledem na dříve uvedené definice je multimediální technika pouze jednou z oblastí didaktické techniky. Švejda definuje multimédia jako „kombinaci zvuku, grafiky, pohybu a jejich zobrazení. V oblasti počítačů jsou multimédia potom chápána jako podmnožina hypermedií, která kombinují multimediální prvky s hypertextem, ke kterému je připojována informace“ [144]. Podobně Sokolowski a Šedivá uvádějí, že „multimédia jsou počítačem integrovaná časově závislá nebo časově nezávislá média, která mohou být interaktivně, tedy individuálně a selektivně vyvolávána a/nebo zpracovávána“ [135].

Společným znakem uvedených definic je chápání didaktické techniky jako přístrojového vybavení učebny, které slouží pro podporu výuky. Rozdíl je v tom, jak přesně, detailně a podrobně se autoři snaží didaktickou techniku definovat. Osobně se domnívám, že jedna z nejlepších, nejstručnějších a nejšířejí pojetých definic je z publikace [20]. Naopak snaha o co nejpreciznější detailní definici může vést k tomu, že čtenáři její smysl nakonec uniká [120].

Vzhledem k množství již existujících definic didaktické techniky a zaměření této práce jsem nepovažoval za rozumné pokoušet se o vytvoření další "nové" definice.

## 1.2 ZAŘAZENÍ DIDAKTICKÉ TECHNIKY DO VYUČOVACÍHO PROCESU

Skalková [129], [130], Maňák [74], Pařízek [105] Švarcová a další uvádějí, že „vyučování a učení jsou stěžejními pojmy didaktiky. Oba uvedené pojmy - vyučování i učení mají svoji konkrétní podobu v konkrétní školní realitě a jsou determinovány vnitřními a vnějšími podmínkami“ [143]. Je-li vyučování je činností učitele, pak učení je činností žáka. Vyučovací proces a vzájemné vztahy subjektů můžeme graficky znázor-

nit pomocí jednoduchých nebo složitých schémat. Ani v tomto případě neexistuje jediné a jednoznačné řešení.

### 1.2.1 INŽENÝRSKO-PEDAGOGICKÝ MODEL

Melezinek používá pro schématické znázornění vyučovacího procesu dvoupólové schéma s jednosměrným nebo obousměrným přenosem informací, kde systémem výuky je učitel a systémem učení je žák nebo student. Do tohoto schématu [91], [92] zavádí vlivové faktory F, činitele ovlivňující vyučování. Jedná se o faktory odpovídající na otázky: **Proč? Co? Čím? Kdo? Kde? a Jak?** Celý proces je ve svém průběhu určován proměnnými (C, U, T, P, S, Λ). Vyučovací proces tak lze vyjádřit formální rovnicí  $\Lambda = f(C, U, T, P, S)$ .

### 1.2.2 DIDAKTICKÝ TROJÚHELNÍK

Jinou možnost schématického znázornění interakcí učitele a žáků ve vyučovacím procesu představuje didaktický (herbartovský) trojúhelník. Lze ho použít pro analýzu interakcí a komunikací ve vyučovacím procesu a analýzu vyučování jako systému didaktických prvků.

### 1.2.3 KYBERNETICKÝ MODEL

Třetí z řady možných pohledů na vyučovací proces a jeho schématické znázornění je kybernetický přístup. Vyučovací i jiný pedagogický proces můžeme považovat za zpětnovazební uzavřený systém. Didaktická technika není v tomto schématu přímo zastoupena, ale může se různým způsobem podílet na všech vazbách tohoto systému.

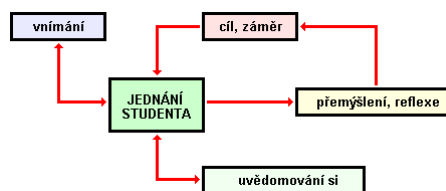
### 1.2.4 MODELY VÝUKY A UČENÍ

Předchozí modely vyučovacího procesu chápou vyučování především jako činnost učitele, který řídí vyučovací proces tak, aby se žák aktivně učil. Vyučování je chápáno jako hlavní forma výchovy a vzdělávání. Za základní didaktickou kategorii považujeme vyučovací proces, tedy cílevědomé, záměrné působení řídicího subjektu na řízený subjekt tak, aby byl řízený subjekt postupně vzdělán.

Novější modely používají spíše pojem výuka, což je komplexní proces, který tvoří jednota vyučování (řídicí činnost učitele) a učení (aktivní činnost žáka). V tomto procesu má učitel funkci řídicí a žák je v učení veden, řízen. Proces výuky můžeme podle Mareše [85], [87] chápat jako speciální dynamický lidský styk mezi učitelem a žákem, který se odehrává v podmínkách školního vyučování a v čase školní docházky a který má znaky sociálního styku mezi lidmi vůbec.



Obr.5 Zjednodušený model procesu výuky (Mareš)



Obr.7 Model učení s důrazem na záměrnost, jednání a reflexi



Rozvoj informačních a komunikačních technologií (ICT) s sebou přinesl i novou formu vzdělávání - e-learning. S jeho nástupem přišla i nová specifika, nové didaktické aspekty a také požadavky nových modelových schémat. „*Důraz se klade na osobní smysl učiva a smysl konání pro daného studenta, na jeho znalosti, postoje, přesvědčení i na sociální kontext, v němž se učení odehrává*“ [77]. Zavádějí se nové pojmy, jakými jsou např. SCLE (student-centred learning environment) - učební prostředí akceptující studenta [54] a CSCL (computer-supported collaborative learning) - kooperativní učení podporované počítačem [30]. Největším problémem e-learningových programů tak zůstává jejich neschopnost adaptability na konkrétního studenta [3], [30], [79], [88].

### **1.3 INFORMAČNÍ TOK VE VYUČOVACÍM PROCESU**

Pro znázornění informačního toku ve vyučovacím procesu obecně, používají autoři publikací z oblasti pedagogiky a didaktiky (zejména u technických a přírodovědných předmětů) zpravidla jednoduché schéma inženýrsko-pedagogického modelu, v němž probíhá přenos informací. Toto schéma modifikoval Florek [33]. Signálu nesoucímu zprávu stojí v cestě tzv. informační šum, způsobující ztrátu informací.

Znázornění toku informací ve vyučovacím procesu je zahrnuto v herbartovském trojúhelníku i v kybernetickém modelu. S výjimkou inženýrsko-pedagogického modelu není v žádném modelu jednoznačně vyznačeno místo didaktické techniky. Vzhledem k tomu, že informační šum není jediným negativním jevem při přenosu informací a souvisí zejména s digitální technikou, považuji za výhodnější použít pro schématické znázornění přenosu informace ve vyučovacím procesu situaci lépe vystihující model.

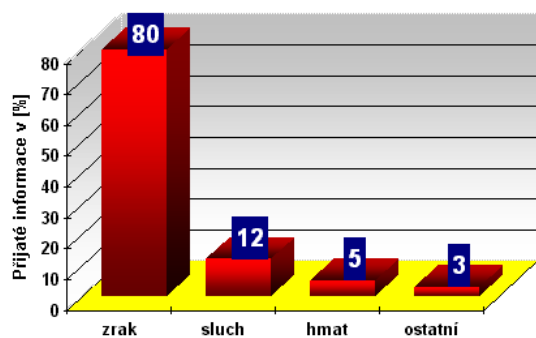
#### **1.3.1 DOMINANTNÍ RECEPTORY**

Proces poznávání a kontakt s okolním světem zprostředkovávají člověku jeho smysly. Prakticky jsou nezastupitelné. Člověk vědomě vnímá jen zlomek přicházejících podnětů. Informační psychologie označuje proces apercepce, kdy je prováděn výběr z komplexní vnímané situace, termínem neformální akomodace.

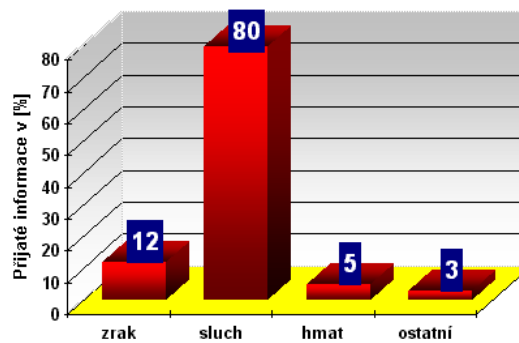
#### **1.3.2 ZAPOJENÍ RECEPTORŮ VE VYUČOVACÍM PROCESU**

Stanovení percepčního podílu smyslových receptorů byl cíl experimentálního výzkum ve školách ČR v roce 1995 [37]. První graf zobrazuje podíl smyslových receptorů na příjmu informací u člověka v přirozené situaci, druhý graf zobrazuje podíl smyslových receptorů na příjmu informací u žáka v klasickém vyučovacím procesu. Z grafů vyplývá, že člověk přijímá v přirozené situaci dominantní množství informací zrakem. Naproti tomu je ve vyučovacím procesu většina informací přijímána sluchem.

Vyjdeme-li z principu názornosti, můžeme z didaktického hlediska považovat za hlavní úkol didaktické techniky zvýšení názornosti ve vyučování a to zejména při zapojení vícesmyslového vnímání - multisenzoriální apercepce [92]. Naplnění učebny digitální technologií (ICT), bez vytvoření potřebného zázemí, samo od sebe vyšší kvalitu výuky nepřinese. Je proto chyba, že auditoriologie učeben a zejména jejich akustika jsou dodnes neprávem opomíjeny jak architekty a projektanty, tak i mnohými významnými didaktiky. Učebna, její prostředí, by měla být podřízena svému účelu - vyučování. Měla by být prostředím, kam se žák rád vrací a ve kterém mu je subjektivně příjemně.



**Obr.11a Podíl smyslových receptorů na příjmu informací v přirozené situaci**



**Obr.11b Podíl smyslových receptorů na příjmu informací ve vyučovacím procesu**

V dalším se zaměříme na oba dominantní receptory a na podmínky přenosu podnětů (informací) k těmto receptorům. Aby bylo možné vytvořit určité předpoklady a provést potřebné výpočty, používá auditorologie učeben statisticky průměrného zdravého jedince. V pedagogicky orientovaných publikacích se u hromadného vyučování používá termín „orientace na zprůměrovaného žáka“ [77].

## 2 ZRAK A JEHO VLASTNOSTI

Optický přenos informací probíhá ve viditelné části světelného spektra, ve vlnových délkách 380 až 770 nm. Aby dosahoval potřebné kvality (technické hledisko) a žádané účinnosti (didaktické hledisko), považuje Habel za důležité „vytvořit v daném prostoru příznivé světelné mikroklima a zajistit tak zrakovou pohodu“ [38].

Aby bylo dosaženo žádané účinnosti přenosu optických informací, lze za hlavní úkol didaktické techniky považovat transformaci informace (její zpracování) do podoby, která respektuje optické a fyziologické vlastnosti oka a možnosti zrakové apercepce.

### 2.1 KRITICKÝ DETAIL

Prechal uvádí klíčový předpoklad pro přenos informací: „V každé přenosové soustavě existuje určitý vztah mezi schopnostmi zdroje a příjemcem zpráv, který spočívá v tom, že zdroj může produkovat pouze takové zprávy, které může příjemce vyhodnotit“ [113]. Pro optický přenos z toho vyplývá, že nemá význam přenášet informace, které jsou pod hranicí rozlišitelnosti lidského oka. Základní podmínkou tedy je, aby všechny body přenášeného obrazu byly viditelné pod úhlem minimálně 1'. Vyjdeme-li z tohoto požadavku, lze odvodit pro minimální velikost obrazového bodu  $\epsilon_{\min}$ , tzv. kritický detail obecný vztah

$$\epsilon_{\min} = L \cdot \sin(1') \quad (2.3)$$

po úpravě dostaneme 
$$\epsilon_{\min} = 0,3 \cdot L \quad [\text{mm}; \text{m}] \quad (2.4)$$

Pokud je dosažená velikost obrazového bodu menší, začínají detaily obrazu splývat.

### 2.2 PODMÍNKY VIDITELNOSTI

Východiskem může být norma ČSN 73 5245 [16]. Má-li mít obraz žádoucí didaktický efekt, kterým je zásada názornosti, musí být splněna podmínka, že je viděn

celý z každého místa auditoria. Současně musí pro každého diváka či posluchače splňovat požadavek rozlišitelnosti kritického detailu.

Řada učitelů a autorů didaktických publikací se mylně domnívá, že s moderní projekční technikou je možné dosáhnout kvalitního obrazu i při plném denním světle. Technicky to není možné! Pokud dopadá na projekční plochu parazitní světlo a způsobuje tak její osvětlenost s hodnotou  $L_p$ , potom dosažitelná úroveň černé je právě na úrovni této parazitní osvětlenosti. Chceme-li využít pro dané médium maximální dosažitelný kontrast, musí osvětlenost projekční plochy pro maximální tok bílé odpovídat dosažitelnému kontrastu se základní hladinou osvětlenosti  $L_p$ .

## 2.3 VYMEZENÍ PLOCHY AUDITORIA

Teoreticky lze plochu auditoria. Z důvodu perspektivního zkrácení obrazu, které nastává zejména při pohledu pod velkým úhlem, nemají tato místa optimální pozorovací podmínky. Reálně vymezená plocha auditoria je proto v praxi značně menší. Aschoff [2] i Melezinek [91] vycházejí z normy DIN 108 a vymezují okruh dobré viditelnosti podle šířky promítaného obrazu. Nikl a Rambousek [100] používají lichoběžníkové vymezení pozorovacího pole. Vztahy uvedené v dizertační práci (2.5), (2.6), (2.8) až (2.22) byly autory publikací odvozeny, případně převzaty v době, kdy vrcholem didaktické techniky byl televizní přijímač s připojeným videorekordérem. Přestože jsou poplatné době svého vzniku, stále je považujeme za východisko při stanovení podmínek viditelnosti, jsou platné pro klasický formát televizního obrazu a jsou dodnes přejímány i do nových publikací. S přihlédnutím k ve vývoji projekční techniky a nástupu nových obrazových formátů (zejména formátu 16:9) je potřeba upravit citované vztahy tak, aby byly plně aplikovatelné i v nových podmínkách.

## 3 SLUCH A JEHO VLASTNOSTI

Hlavní informační tok ve vyučovacím procesu představuje přenos informací akustickou cestou [37]. Pro přenos je teoreticky vymezena oblast ve frekvenčním pásmu 16 Hz až 20 kHz [132], s hladinami akustického tlaku 0 až 140 dB. Reálně využívaná oblast je v praxi z mnoha důvodů podstatně menší.

### 3.1 ŘEČ, SROZUMITELNOST

Frekvenční rozsah řeči pokrývá prakticky celé slyšitelné pásmo. Srozumitelnost zajišťují souhláskové formanty a pokud považujeme zásadu názornosti za stěžejní i pro akustický přenos, je srozumitelnost řeči jedním z rozhodujících kritérií. Hláskovou srozumitelnost si lze představit jako analogii kritického detailu u optického přenosu.

Pro dosažení velmi dobré srozumitelnosti musí být ztráta srozumitelnosti souhlásek ZSS menší než 5 %. Do hodnoty  $ZSS = 8 \%$  je srozumitelnost dobrá. Za vyhovující lze považovat srozumitelnost při  $ZSS \leq 15 \%$ . Hodnoty  $ZSS$  nad 15 % jsou pro srozumitelnost řeči považovány za nevyhovující [132].

### 3.2 POSLECHOVÉ POLE

Kvalita sluchového vjemu závisí významnou měrou na vzájemné pozici (vzdálenosti) zdroje zprávy (vysílač, zářič [132]) a přijímače (sluchový orgán posluchače).

Pro přenos optických informací je přímá viditelnost obrazu nezbytná. Z toho se odvozují tvary pozorovacích polí. V uzavřeném a polouzavřeném prostoru je zvuk všudypřítomný a přímá viditelnost mezi posluchači a zdrojem zpráv není pro přenos akustických informací nezbytně nutná. Při stanovení optimálního poslechového pole obvykle vycházíme z jiných požadavků než u přenosu optického. Prvním a základním požadavkem je dosažení maximální srozumitelnost řeči. Akustické pole v uzavřeném a polouzavřeném prostoru je tvořeno třemi typy polí, v závislosti na vzdálenosti od zdroje vyzářujícího akustický signál.

Blízké pole (Fresnellův prostor) se nachází v těsné blízkosti zářiče a lze o něm uvažovat ve vzdálenostech 20 až 50 cm od ústí zářiče. Vjem v blízkém poli je dán výhradně vlastnostmi zářiče a akustika prostoru na něj nemá žádný vliv. Volné pole začíná za Fresnelovým prostorem a je omezeno dozvukovou vzdáleností  $L_d$ . Pro volné pole je charakteristická konstantní strmost poklesu hladiny akustického tlaku v závislosti na vzdálenosti posluchač - zdroj zvuku. Ve volném poli se uplatňuje především primární vlna, která se šíří od zářiče. Pro přenos řečového signálu je výhodné umístit poslechové místa do oblasti volného pole. Za hranicí dozvukové vzdálenosti se vytváří difúzní pole odražených vln po mnohonásobných odrazech. V difúzním poli je stálá hustota akustické energie. Důsledkem je prakticky konstantní hladina akustického tlaku, která není závislá na místě poslechu.

### 3.3 POSLECHOVÉ PODMÍNKY

I pro přenos akustických signálů platí, že „zdroj informací může produkovat pouze takové zprávy, které může příjemce vyhodnotit“ [113]. Z toho vyplývá, že přenášené informace jsou determinovány oblastí slyšitelných signálů a fyziologií sluchu. U akustických signálů dochází k ohybu a difrakci vln. Zvuk překážku tzv. obejde. Protože akustické signály mají výrazně odlišné podmínky šíření než signály optické, nevěnuje se jejich přenosu tolik pozornosti. Autoři starších publikací uvádějí jako vyhovující přenosové pásmo frekvenční rozsah 300 až 3 000 Hz. Uvedené tvrzení nemá za současného stavu reprodukční techniky opodstatnění. Moderní elektroakustická zařízení umožňují při správném návrhu přenos téměř celého akustického pásma.

Vzhledem k tomu, že výklad či vysvětlení podávané učitelem k opticky přijímané informaci bude mít ve vyučovacím procesu i nadále nezastupitelné místo, lze předpokládat, že ani v budoucnosti neklesne podíl akustického přenosu na celkovém informačním toku pod 50 %. Proto je nutné věnovat akustickému přenosovému kanálu a jeho přenosovým vlastnostem výrazně vyšší pozornost než bylo doposud běžné.

### 3.4 AUDIOVIZUÁLNÍ SYSTÉM

Spojením akustického a optického přenosu informací dostaneme audiovizuální přenosový systém. Přidáním centrální procesorové jednotky vznikne tzv. multimediální systém. V souvislosti s multimediálním systémem však není možné v podstatě hovořit o multimediálním přenosu, ale pouze o přenosu akustickém a optickém (audiovizuálním).

Významné bude sledování audiovizuálního systému a jeho parametrů z pohledu žáků. Při oprávněném požadavku uceleného vjemu audiovizuálního díla je totiž základní podmínkou vzájemná korelace optického a akustického počítka.

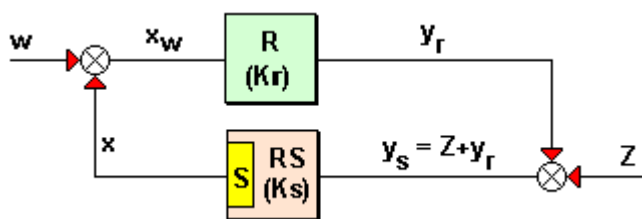
## 4 FORMULOVÁNÍ OBECNÉHO ZPĚTNOVAZEBNÍHO MODELU VYUČOVACÍHO PROCESU

Analýza schématických znázornění vyučovacího procesu ukazuje na jejich jeden společný znak. Formálně jedná o navenek uzavřený systém, který má nastaveny určité parametry. Přitom Švarcová uvádí, že „vyučování i učení mají svoji konkrétní podobu v konkrétní školní realitě a jsou determinovány vnitřními a vnějšími podmínkami“ [143].

Jestliže chceme nějaký systém prohlásit za plně adaptabilní v dlouhém časovém intervalu, musí existovat vazba mezi systémem a jeho okolím. Po analýze stávajících modelů vyučovacího procesu jsem dospěl k názoru, že univerzálním modelem vyučovacího procesu s vazbou na okolí by mohla být obecná regulační smyčka - obecný zpětnovazební model.

### 4.1 PRINCIP ZPĚTNÉ VAZBY

Základem obecného zpětnovazebního modelu vyučovacího procesu je obecná regulační smyčka (obr.36). Vyniká formální jednoduchostí, přehledností a její princip je dobře znám z automatizační techniky (např. Lokvenc [71]).



Obr.36 Schéma klasické regulační smyčky [71]

Schéma obecného zpětnovazebního modelu vyučovacího procesu vychází z klasické teorie regulace. Regulační smyčka se skládá z regulátoru R, regulované soustavy RS a dvou sčítacích členů. Regulovaná soustava RS obsahuje snímač (případně sadu snímačů) S, který (které) sleduje (sledují) chování regulované soustavy.

### 4.2 MATEMATICKÝ POPIS

Uvedené základní schéma regulačního obvodu se zpětnou vazbou, které vychází z klasické teorie regulace, umožňuje jednoduché znázornění vazeb mezi jednotlivými prvky a jednoduchý popis dějů v regulačním obvodu. Tyto děje můžeme formálně popsat relativně jednoduchými vztahy (blíže např. v [71]). Další parametry, které lze sledovat, jsou jeho dynamické vlastnosti a stabilita systému.

K matematickému popisu dynamického chování regulačního obvodu se běžně používají diferenciální rovnice. Vyučovací proces, má ale řadu proměnných, které lze popsat pouze statisticky a není možné opakovat ani počáteční podmínky.

### 4.3 PERSPEKTIVA TEORIE CHAOSU

Při hledání možného popisu dynamického chování obecného zpětnovazebního modelu jsem kromě klasických technických publikací našel i rešeršní odkaz na habilitační práci Ing. Halbicha [39]. Nové možnosti matematického popisu dějů v obecném

zpětnovazebním modelu vyučovacího procesu nabízí teorie deterministického přechodu k chaosu. Její aplikace ve společenských vědách, kam pedagogika a didaktika patří, je teprve na samém počátku. Přesto existuje „*reálný předpoklad, že i v této oblasti najde významné uplatnění a přinese celou řadu cenných výsledků*“ [39].

Každý dynamický model může být popsán soustavou obyčejných diferenciálních rovnic prvního řádu ve tvaru

$$\frac{dX_i}{dt} = F_i (X_1, X_2, \dots, X_n, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (4.9)$$

Jedná se o soustavu  $n$  spřažených diferenciálních rovnic. Zadání  $n$  funkcí  $F_i$  pro  $n$  proměnných ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) na pravých stranách diferenciálních rovnic představuje formulování studovaného modelu. Veličiny  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$  jsou parametry, na kterých může chování dynamického systému podstatně záviset. Proměnná  $t$  je čas. Soubor hodnot  $X_{i(t)}$  představuje stav systému v daném čase. Ve zkoumaném modelu závisí časové změny veličin  $X_i$  na okamžitých hodnotách všech veličin  $X_i$  podle funkcí

$$F_i (X_1, X_2, \dots, X_n, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (4.10)$$

Nalezení časového vývoje stavu systému spočívá ve vyřešení soustavy diferenciálních rovnic a znamená nalezení  $n$  funkcí  $X_{i(t)}$  jako funkcí času, které splňují zadané počáteční podmínky  $X_{i(0)} = X_{i0}$ . Z počátečního stavu soustavy v čase  $t = 0$  je možné jednoznačně stanovit stav soustavy v kterémkoliv časovém okamžiku. Pro obecný zpětnovazební model vyučovacího procesu vyplývá, že pro něj existuje pouze konečná přesnost popisu. Proto není možné například opakovat pedagogický experiment při stejných počátečních podmínkách. Systém jako celek prodělal určité změny, které jsou nevratné. Pro nelineární systémy obecně platí, že „*každý systém v důsledku nelineárnosti ztrácí paměť a tím ztrácí záznam o svých počátečních podmínkách*“ [76].

#### 4.4 MÍSTO DIDAKTICKÉ TECHNIKY VE ZPĚTNOVAZEBNÍM MODELU

S využitím výchozích definic didaktické techniky a s přihlédnutím ke schémátům vyučovacího procesu, lze zcela jednoznačně určit místo didaktické techniky v obecném zpětnovazebním modelu. Z komparace definic didaktické techniky, podle Rádla [119] a Rambouska [120] se zpětnovazebním modelem a z umístění pedagogických proměnných je zřejmé, že didaktická technika je buď sama akčním členem regulátoru nebo je jednou z jeho součástí. Konečné působení didaktické techniky na regulovanou soustavu (žáky) mohou negativně ovlivnit poruchové veličiny  $\underline{Z}$ .

### 5 ANALOGIE VYUČOVACÍHO PROCESU A PŘENOSOVÉHO SYSTÉMU

Vyučovací proces je založen na předávání informací. V modelech informačního toku probíhá přenos informací přímo mezi subjekty vyučovacího procesu a s výjimkou modifikovaného schématu není ničím ovlivňován. Ve skutečnosti přenos informací probíhá vždy od vyučovacího systému k učícímu se systému a zpět v konkrétním prostředí a za určitých podmínek. Ve zpětnovazebním modelu vlivy prostředí a další, zpravidla negativní, jevy reprezentuje poruchová veličina  $\underline{Z}$ , která může v extrémních případech dosahovat takových hodnot, že přenos informací prakticky znemožní.

## 5.1 INFORMACE, ZPRÁVA, SIGNÁL

Vyučovací proces je možné, z ryze technického hlediska, chápat především jako informační transfer mezi dvěma subjekty, který je vždy zajišťován přenosem signálu přes tzv. přenosový kanál. Z pohledu teorie informací se jedná o výměnu údajů mezi prvky informačního systému. Z hlediska teorie sdělování není důležitá fyzikální podstata zdroje zpráv, ale jeho matematický model z hlediska produkce technické informace. Fyzikálním vyjádřením zprávy je signál, zpravidla ve formě změn parametrů určité fyzikální veličiny. Ve vyučovacím procesu se nejčastěji pro přenos informací používají signály optické a akustické a jimi se budeme dále zabývat.

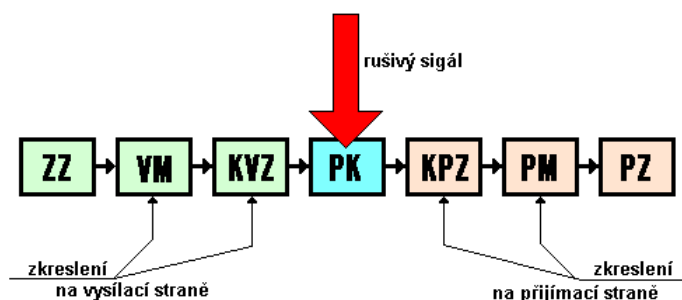
## 5.3 OBECNÝ MODEL PŘENOSOVÉHO SYSTÉMU

### 5.3.1 PŘEDPOKLADY A OBECNÉ SCHÉMA

V každé přenosové soustavě vždy existuje určitý vztah mezi schopnostmi zdroje a příjemcem zpráv. „*Tento vztah spočívá v tom, že zdroj může produkovat pouze takové zprávy, které je schopen příjemce vyhodnotit*“ [113]. Produkce jakékoliv jiné zprávy je pro příjemce bezvýznamná. Pokud příjemce zprávy není schopen zprávu vyhodnotit, nemůžeme uvažovat o jakémkoliv přenosu zprávy. Přenosový systém představuje uspořádané spojení přenosových prostředků.

### 5.3.2 NEGATIVNÍ VLIVY

Předpokládejme, že koncové články pracují v daném přenosovém systému se zanedbatelnou chybou a negativní jevy, které se při přenosu zprávy vyskytují, působí na zbývající články přenosového řetězu. Negativními jevy jsou v technické praxi zejména zkreslení a rušivý signál. Biologické receptory (smyslové orgány člověka) jsou schopny zpracovávat pouze analogové signály, a to ještě v omezeném rozsahu. Vyučovací proces je proto založen výhradně na analogovém přenosu signálů směrem k žákům. Dále se tedy budeme zabývat pouze přenosovými soustavami, v nichž je na pozici koncového přijímacího zařízení biologický receptor. Rušivý signál se uplatňuje zejména v přenosovém kanálu PK, ve kterém se přičítá k užitečnému signálu a spolu s ním je, jako výsledný signál, přijímán v bloku KPZ vstupními obvody přijímače.



Obr.40 Negativní vlivy v přenosovém řetězu

### 5.3.3 KLASIFIKACE SIGNÁLŮ

Při uvažování výchozích předpokladů a jejich aplikaci na didaktickou techniku lze rozdělit signály přenášené pomocí přenosového řetězu do dvou základních kategorií:

- a) Determinované (regulární) průběhy - lze matematicky vyjádřit analytickou funkcí a je možné předem stanovit okamžité hodnoty signálu v libovolném (i budoucím) časovém okamžiku. Typickými představiteli jsou měřicí signály, testovací a kontrolní obrazce a slouží zejména k získávání informací o přenosovém systému.
- b) Stochastické (náhodné) průběhy - obecně nelze matematicky vyjádřit analytickou funkcí. Jejich výskyt v čase je náhodný a lze u nich pracovat pouze se statistickými časovými charakteristikami. Patří sem jednak sdělovací signály, tedy průběhy, které nesou užitečnou informaci, jednak rušivé signály: šumy, hluky, reflexy, moaré atd.

## 5.4 PROSTOR JAKO PŘENOSOVÝ ČLÁNEK

Úkolem přenosového kanálu je transfer informace (zprávy) od zdroje k přijímači a to s maximální možnou kvalitou a nezměněným obsahem. To znamená, že přenosový kanál přenáší signál bez zkreslení a je odolný vůči rušivým signálům. Přenos informací ve vyučovacím procesu probíhá vždy přes přenosový kanál, kterým je prostor učebny a který se významnou měrou podílí na ztrátě informací (často rozhodujícím způsobem). Pro dosažení maximální efektivity vyučovacího procesu je nanejvýš účelné a žádoucí přiblížit se přirozenému poměru příjmu informací. Stejně tak je důležité věnovat, podle poměru přenášených informací, pozornost kvalitě příslušného přenosového kanálu.

## 6 ANALÝZA DIDAKTICKÝCH ASPEKTŮ PŘENOSU OPTICKÝCH A AKUSTICKÝCH INFORMACÍ VE VÝUCE TECHNICKÝCH PŘEDMĚTŮ NA PEDAGOGICKÝCH FAKULTÁCH

Při zkoumání podmínek přenosu optických a akustických informací a požadavků na přenosovou soustavu v procesu výuky technických předmětů zjistíme, že existují specifika pro jednotlivé technické disciplíny. Společné pro všechny technické předměty je technické zobrazování (technické kreslení) a přesnost. Z didaktického hlediska se tak pohybujeme na rozhraní oborové a speciální didaktiky.

### 6.1 OPTICKÝ PŘENOS VE VÝUCE TECHNICKÝCH PŘEDMĚTŮ

#### 6.1.1 FUNKCE OBRAZOVÉHO MATERIÁLU

Společným a zároveň základním prvkem výuky všech technických předmětů je obrazová komunikace, doplněná vysvětlujícím výkladem nebo textem. Každý obrazový materiál, který je použit ve vyučovacím procesu, může zastávat pět základních funkcí:

- ☉ dekorativní
- ☉ reprezentující
- ☉ organizující
- ☉ interpretující
- ☉ transformující

V rámci výuky technických předmětů můžeme za dominantní funkci obrazového materiálu považovat funkci reprezentující a interpretující. Tyto funkce lze také nazvat funkcí výkladovou a vysvětlující.



## 6.1.2 OBRAZOVÁ KOMUNIKACE V TECHNICE

Za základ optické technické komunikace můžeme považovat technický výkres. Výkresy lze rozdělovat podle různých hledisek a technických oborů. Vzhledem k reprezentující a interpretující funkci obrazového materiálu ve výuce, je základním didaktickým pravidlem pravidlo názornosti. Obrazový materiál připravovaný pro prezentaci žákům a studentům musí mít parametry, které zaručí stoprocentní přenos informací od zdroje informací k příjemcům. To znamená, že žádná část prezentovaného obrazu se nesmí dostat pod hranici kritického detailu.

## 6.1.3 OBRAZOVÉ FORMÁTY A PŘENOS INFORMACÍ

Základním obrazovým formátem je klasický televizní formát 4:3. V oblasti televizní techniky a videotechniky se stále více prosazuje tzv. širokouhlý formát 16:9. Pro hodnocení přenosových možností obou formátů použijeme poměrné vyjádření sumy přenesených optických informací. Předpokládejme, že informační přenos  $A_i$  má lineární závislost na velikosti plochy obrazu, obraz respektuje podmínku rozlišitelnosti kritického detailu a pro obrazový formát 4:3 platí, že informační přenos  $A_{i(4:3)} = 1$ . Obrazové formáty k sobě můžeme přiřadit různým způsobem. Obraz s konstantní výškou  $h$ , je normou [11] standardně předepsán pro kina. Druhou možnost běžně využívají standardní televizní přijímače, dataprojektory a videoprojektory bez výměnných objektivů, které pracují s obrazem s konstantní šířkou  $b$ . Třetí možné uspořádání obrazových formátů je obraz s konstantní úhlopříčkou  $d$ . V praxi se prakticky nepoužívá.

Tab.5 Srovnání parametrů obrazových formátů

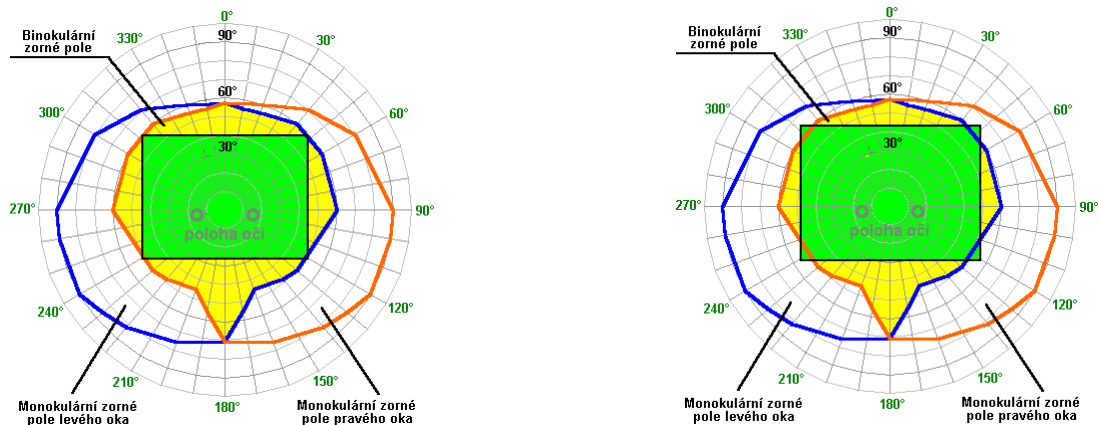
parametry	formát s konstantní obrazovou		
	výškou	šířkou	úhlopříčkou
šířka obrazu (4:3):(16:9)	1 : 1,33	1 : 1	1 : 1,09
výška obrazu (4:3):(16:9)	1 : 1	1 : 0,75	1 : 0,82
úhlopříčka (4:3):(16:9)	1 : 1,22	1 : 0,92	1 : 1
plocha obrazu (16:9 v % 4:3)	133,3	75	89,4
informační přenos $A_{i(16:9)}$	1,33	0,75	0,89

Poznámka: formátu 4:3 přísluší vždy hodnota 1.

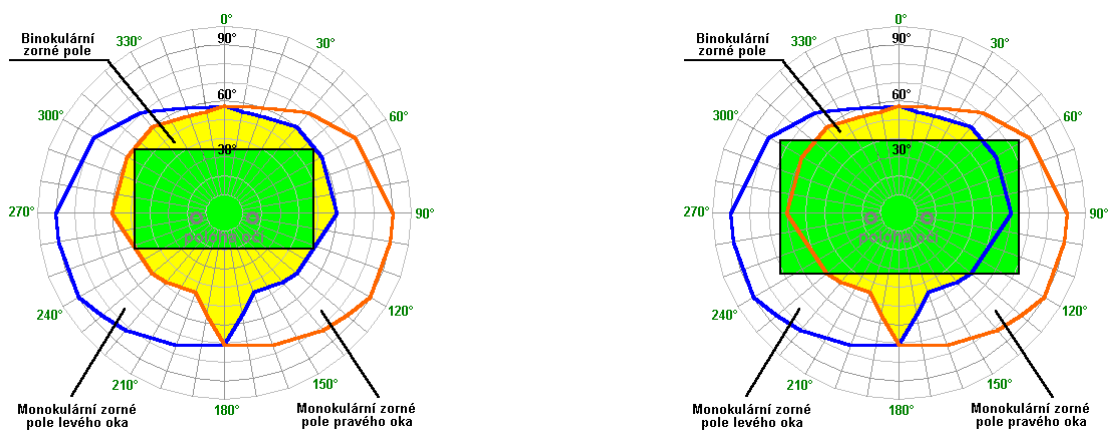
Z tabulky vyplývá, že správným řešením při používání obrazového formátu 16:9 je obraz s konstantní výškou, kdy je formát 16:9 schopen přenést více informací. Nejhorší výsledky tak dostáváme v nejpoužívanějším případě, u obrazu s konstantní šířkou.

## 6.1.4 OBRAZOVÉ FORMÁTY A ZORNÉ POLE

Pokud má být obraz vnímán jako celek, musí ležet v binokulárním zorném poli. Abych mohl porovnat jakou část plochy binokulárního zorného pole využívá daný obrazový formát, vytvořil jsem v programu AutoCAD 2000 jeho model. Do něho byly následně vloženy plochy, které reprezentují obrazové formáty 4:3 a 16:9 s řazením na konstantní šířku a konstantní výšku obrazu. Pro všechny varianty byla zjištěna plocha obrazu a plocha obrazu pokrývající zorné pole. Výsledky jsou v tab.6. Z uvedených hodnot můžeme odvodit, že z hlediska percepce optických informací je výhodnější používat v praxi klasický obrazový formát 4:3.



**Obr.44** *Obrazový formát 4:3 v binokulárním zorném poli*



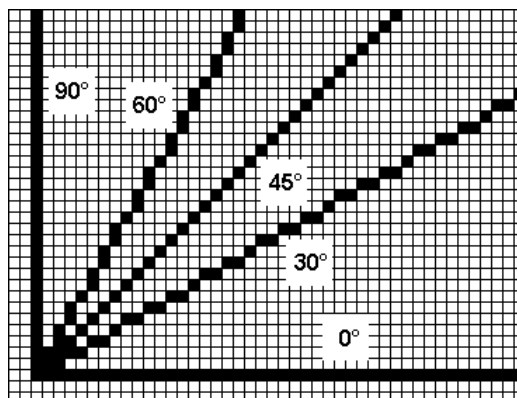
**Obr.45** *Obrazový formát 16:9 v binokulárním zorném poli*

**Tab.6** *Plochy obrazových polí z AutoCAD 2000*

formát	plocha formátu [abs]	plocha v zorném poli		plocha mimo zorné pole	
		[abs]	[%]	[abs]	[%]
binokulární zorné pole	27 118,12				
4:3 - bez přesahu	16 847,66	16 847,66	<b>62,12</b>	0	0
4:3 - s přesahem	19 550,98	19 175,16	<b>70,71</b>	375,82	<b>1,92</b>
16:9 - konstantní šířka	14 944,18	14 944,18	<b>55,11</b>	0	0
16:9 - konstantní výška	26 091,44	21 468,00	<b>79,16</b>	4 623,44	<b>17,72</b>

### 6.1.5 BITMAPOVÁ A VEKTOROVÁ GRAFIKA

Technické výkresy, které donedávna vznikaly klasickou cestou na rýsovacích prknech, používaly analogový záznam a přenos dat. Omezujícím prvkem tvorby výkresu nebyl ani jeho formát. Nástup moderních digitálních technologií přinesl zrychlení a usnadnění tvorby výkresové a projektové dokumentace, na druhé straně ovšem přinesl i významně determinující prvky. Digitální zobrazení je charakterizováno buď pevně daným nebo krokově měnitelným diskretním rastrem. Výsledný vnímaný obraz je v digitální podobě tvořen diskretními body. Jen ve dvou případech lze vytvořit záznam, srovnatelný s analogovým. Jsou to vodorovné a svislé čáry. Ač si to nechceme uvědomit, máme v digitální grafice k dispozici relativně hrubý zobrazovací nástroj.



**Obr.46 Detail čar zobrazených digitální grafikou**

Pro vlastní tvorbu obrazu používáme dva typy grafiky. Bitovou mapu, kde je každý bod obrazu samostatně a jednoznačně definován a vektorovou grafiku, v níž se definují objekty obrazu. Definování celých objektů obrazu umožňuje tzv. vyhlazování obrysů. Výsledné zobrazení na monitoru nebo projekční ploše je však vždy bitmapové, složené z jednoznačně definovaných diskretních bodů!

### **6.1.6 BARVY, JAS, KONTRAST**

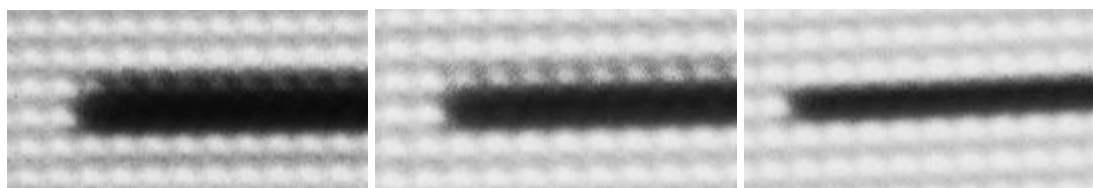
Při přípravě obrazového materiálu musíme mít vždy na zřeteli k jakému účelu a jakou technologií budeme tento materiál prezentovat. Mylně se domníváme, že pro zobrazení na monitoru, dataprojektorem, tisk průsvitky pro zpětný projektor a normální černobílý tisk na papír stačí jediná předloha. Zpravidla je nutné dbát na kompatibilitu barevného zobrazení s tiskem v tónech černobílé gradační stupnice. Sebekriticky si přiznejme, že tuto skutečnost (mnohdy z neznalosti) přehlízíme.

Základní barevná paleta Windows má 16 581 376 ( $255^3+1$ ) barev. Porovnáme-li ji s její konverzí do černobílého zobrazení, zjistíme, že ve výběru barev existují značná omezení. Ani v případě, že jako výchozí barevnou paletu použijeme tzv. "pláštěv" se 142 barvami, není zajištěna kompatibilita mezi barevným a černobílým zobrazením.

Barevné zobrazování rozlišuje tři základním typy kontrastů, jasový (světlostní), barevný (tónový) a sytostní. Jasový kontrast se odvozuje ze základních sytých barev, kdy při černobílé konverzi zůstává zachován původní dojem. V případě barevného kontrastu se optické rozlišení vytváří výhradně změnou barevného tónu. Při černobílé konverzi tak může nastat kritická situace, při níž původní barevné rozlišení zcela zanikne. Sytostní kontrast používá k rozlišení sytou a méně sytou barvu. Pokud chceme eliminovat problémy s barevným zobrazením a jeho černobílou konverzí, je nejjednodušší a univerzální cestou k řešení osmibarevná paleta tzv. televizní pruhy.

### **6.2 JAK ZOBRAZUJE PROJEKTOR?**

Grafické karty počítačů pracují v současné době s rozlišením přes 1 600 x 1 200 pixelů a dataprojektory za účinné pomoci digitálních konverzí dokáží zpracovat prakticky všechny signálové standardy. Ne vždy je tato jejich přednost skutečným přínosem. Makrosnímky ukazují detaily zobrazení černé čáry o šířce 1 pixel dataprojektorem Philips cBright XG1-Impact (rozlišení 1 024 x 768 pixelů). Z příkladů je zřejmé, že je nutné nekompromisně požadovat, aby nastavené rozlišení grafické karty odpovídalo fyzické rozlišovací schopnosti projektoru nebo bylo jejím celočíselným podílem.

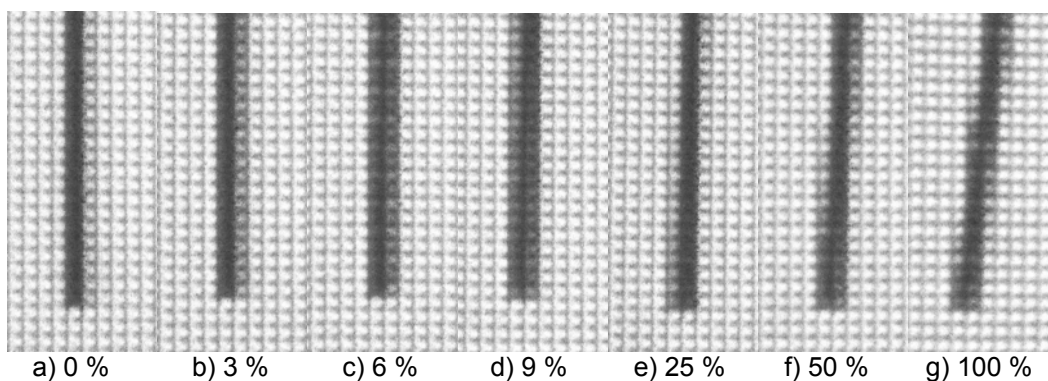


**Obr.56 rozlišení 640 x 480    Obr.57 Rozlišení 800 x 600    Obr.58 Rozlišení 1024 x 768**



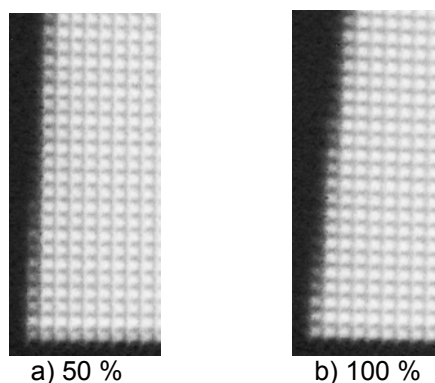
**Obr.59 Rozlišení 1152 x 864    Obr.60 Rozlišení 1280 x 960    Obr.61 Rozlišení 1280 x 1024**

Stejná situace jako při digitální konverzi obrazového formátu nastává také při digitální korekci lichoběžníkového zkreslení, když optická osa projektoru není kolmo k promítací ploše.



a) 0 %    b) 3 %    c) 6 %    d) 9 %    e) 25 %    f) 50 %    g) 100 %

**Obr.62 Vliv lichoběžníkové korekce**



a) 50 %

b) 100 %

**Obr.64 Detail maskování bodů zobrazovací jednotky**

### 6.3 NOVÝ PŘÍSTUP K VYMEZENÍ POZOROVACÍCH POLÍ

Vztahy pro vymezení auditoria uvedené v dizertační práci byly autory publikací odvozeny, případně převzaty v době, kdy se ve školách běžně používaly výukové filmy na formátu 16 mm, diapozitivy, diafilmy, 8 mm smyčky, černobílé televizní okruhy a vrcholem didaktické techniky byl barevný televizor s videorekordérem. Jsou dodnes platné pro standardní formát televizního obrazu a jsou přejímány i autory nových publikací. Pozorovací pole byla odvozena pro formát 4:3. Starší publikace tento fakt

neuvádějí, protože širokoúhlý formát byl výsadou kin. Ovšem ani autoři nových publikací (např. [50], [99], [156]) na tuto skutečnost nijak neupozorňují. Pokud uvažujeme o projekci formátu 16:9 nelezeme z těchto vztahů vycházet. Chceme-li zachovat výhody širokoúhlého formátu, musíme uvažovat o konstantní výšce obrazu a příslušné vztahy upravit. Přehled přepočítaných vztahů pro původní tvary pozorovacích polí je v tabulce (tab.7), kde  $h$  je výška obrazu. Tyto vztahy by měly být v současné době brány jako výchozí pro návrh rozměrů projekčních ploch a pro vymezení plochy auditoria.

**Tab.7 Upravené vztahy pro pozorovací pole**

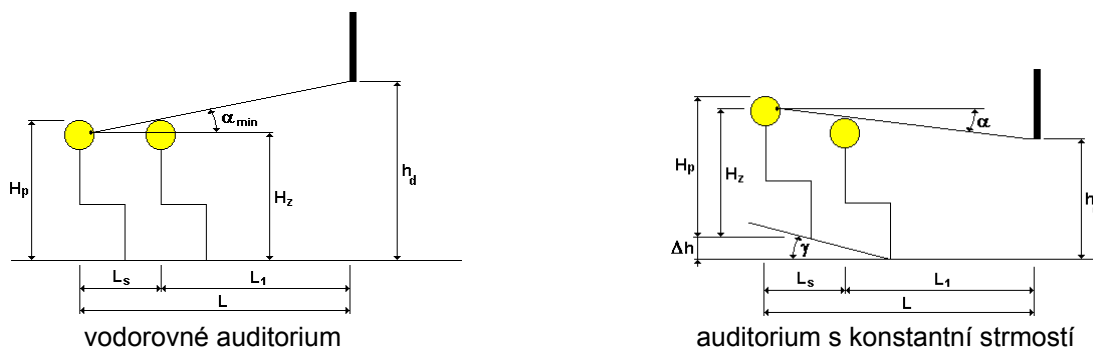
veličina	Aschoff Melezinek	Niki-Rambousek přípustné	Niki-Rambousek optimální
vyzařovací úhel	$\beta = 90^\circ$ (6.4)	$\beta = 80^\circ$ (6.7)	$\beta = 60^\circ$ (6.11)
pozorovací vzdálenost minimální	$a_{\min} = \frac{8}{3} \cdot h$ (6.5)	$a_{\min} = 2 \cdot h$ (6.8)	$a_{\min} = \frac{8}{3} \cdot h$ (6.12)
pozorovací vzdálenost maximální	$a_{\max} = 8 \cdot h$ (6.6)	$a_{\max} = \frac{16}{3} \cdot h$ (6.9)	$a_{\max} = \frac{16}{3} \cdot h$ (6.13)
šířka pole	neuvádí	$c = 8 \cdot h$ (6.10)	$c = \frac{16}{3} \cdot h$ (6.14)

## 6.4 INSTALAČNÍ VÝŠKA PROJEKČNÍ PLOCHY

Pro určení minimální potřebné výšky dolního okraje promítací plochy vyjdeme z antropometrických dat sedícího dospělého člověka a podélně-vertikálního dispozičního řešení učebny (pro učebny prvního stupně základních škol platí v podstatě tytéž podmínky, ale s jinými vstupními daty). V dizertační práci je uvedeno podrobné odvození instalační výšky projekční plochy a pozorovacích úhlů ve vertikální rovině pro vodorovná auditoria a auditoria s konstantní a proměnnou strmostí (obr.65, 66, 67).

### 6.4.1 VODOROVNÉ AUDITORIUM

Minimální instalační výšku dolního okraje projekční plochy a její velikost pro vodorovné auditorium určíme na základě dispozičního řešení učebny. Melezinek doporučuje minimální instalační výšku  $h_d = 180$  cm, což je kompromis mezi umístěním projekční plochy a viditelností [92].



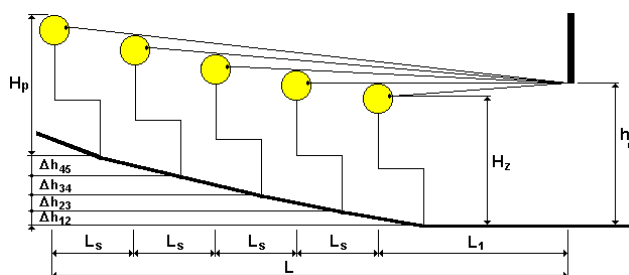
**Obr.65, obr.66 Stanovení instalační výšky projekční plochy**

## 6.4.2 STUPŇOVITÉ AUDITORIUM S KONSTANTNÍ STRMOSTÍ

Výhodnější optické poměry než u vodorovného uspořádání poskytují stupňovitá auditoria. Zpravidla se navrhují se sklonem  $\gamma \geq 15^\circ$ . Pokud v prostoru učebny neexistuje jiné omezení (např. demonstrační stůl, přes který musí být na projekční plochu vidět), není jediný reálný důvod pro umístění projekční plochy vysoko nad úroveň podlahy. Projekční plocha instalovaná dolním okrajem ve výšce 60 až 80 cm umožní vyučujícímu pohodlně ukázat prakticky na libovolné místo obrazu. U dobře navržených stupňovitých auditorií směřuje úhel pohledu převážně pod vodorovnou rovinu.

## 6.4.3 AUDITORIUM S PROMĚNNOU STRMOSTÍ

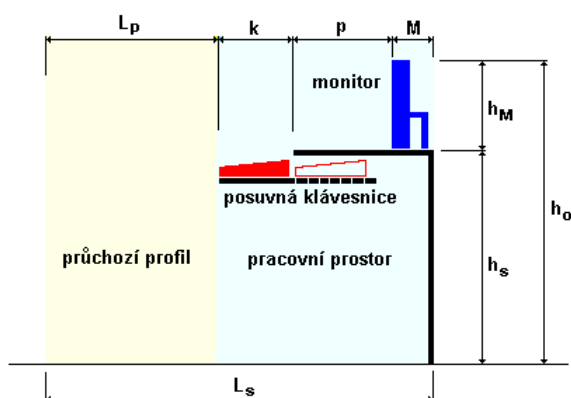
Auditorium s proměnnou strmostí (proměnným sklonem) je další z možností vertikálního uspořádání učebny. Rozdílem je změna převládajícího úhlu pohledu. Standardně se využívají v kinech, v divadlech, v kongresových a koncertních sálech a v některých přednáškových sálech univerzitních pracovišť.



Obr.67 Stanovení instalační výšky projekční plochy (auditorium s proměnnou strmostí)

## 6.5 PODMÍNKY VIDITELNOSTI V POČÍTAČOVÝCH UČEBNÁCH

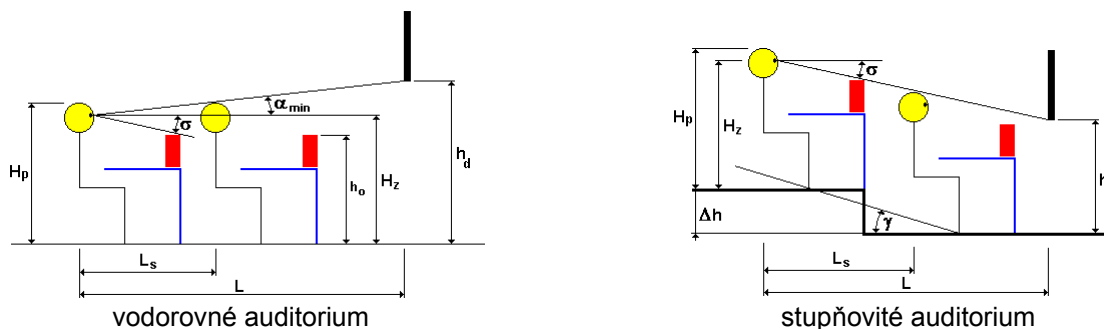
Nová hlediska a s nimi nové požadavky přináší do auditoriologie učeben rozvoj informačních technologií. Počítačové (multimediální) učebny přinášejí zásadní změnu v podmínkách viditelnosti. Omezení výhledu na projekční plochu není již vázáno pouze na osobu, či osoby, sedící před námi, významným (i rozhodujícím) omezujícím prvkem při hodnocení viditelnosti se stává zobrazovací jednotka pracoviště.



Obr.68 Uspořádání pracoviště počítačové učebny

### 6.5.1 POČÍTAČOVÁ UČEBNA S VODOROVNÝM AUDITORIEM

Minimální rozestup řad vychází 130 cm. Výhodnější jsou rozestupy řad alespoň 150 cm, optimální se potom pohybují v rozmezí 190 až 210 cm. Minimální potřebnou výšku dolního okraje promítací plochy určíme stejně jako v kap.6.4.1 ze vztahů (6.26) a (6.30). V tomto případě je nezbytným krokem ověření omezujícího úhlu pohledu  $\sigma$ .



Obr.69, obr.70 Stanovení instalační výšky projekční plochy v počítačové učebně

### 6.5.2 POČÍTAČOVÁ UČEBNA SE STUPŇOVITÝM AUDITORIEM

Počítačové učebny pro frontální práci lze s výhodou řešit jako posluchárny se stupňovitým auditoriem. Řešení počítačové učebny se stupňovitým auditoriem je poněkud odlišné od řešení klasické posluchárny. Návrh musí respektovat specifické podmínky počítačové učebny. Vzhledem k tomu, že toto téma není v pedagogické literatuře zpracováno a klasické učebnice auditoriologie v době svého vzniku uvedený problém ještě neznaly, je v dizertační práci věnována větší pozornost principu návrhu. Instalační výška projekční plochy je především závislá na omezujícím úhlu pohledu  $\sigma$  a s rostoucím sklonem auditoria se instalační výška projekční plochy zvětšuje!

Počítačové učebny s auditoriem s proměnnou strmostí lze realizovat pro obří kongresová centra, ale i toto auditorium je limitováno optimální strmostí.

## 6.6 DIDAKTICKÉ ASPEKTY OPTICKÉHO PŘENOSU

Na základě poznatků z předchozích kapitol a s využitím fundamentálních faktů z použitých publikací, lze vytvořit souhrn hlavních požadavků na optický přenosový systém tak, aby co nejlépe plnil daný úkol. Tímto úkolem je dosažení vyšší efektivity vyučovacího procesu a zvýšení podílu obrazových informací (obrazové názornosti) ve výuce technických (ale i jiných) předmětů.

### 6.6.1 HLAVNÍ POŽADAVKY NA OPTICKÝ PŘENOSOVÝ SYSTÉM

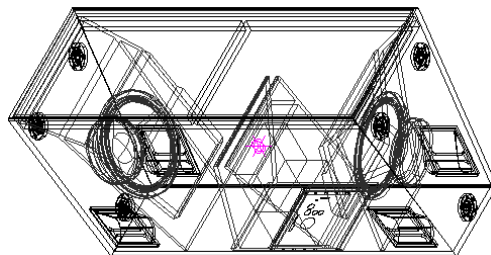
- 1) Viditelnost kritického detailu pod pozorovacím úhlem větším než  $1'$  ze všech míst auditoria.
- 2) Každý žák nebo student vidí celý obraz v binokulárním zorném poli.
- 3) Použitá projekční plocha je rozptylová s černou sametovou maskou.
- 4) Přednostně používaný obrazový formát je 4:3.
- 5) Při používání různých obrazových formátů používáme jejich řazení s konstantní výškou obrazu. (Výjimkou je projekce diapozitivů formátu 36 x 24 mm na filmu 35 mm, kde uvedenou podmínku nelze splnit.)



- 6) Pozorovací úhel středu obrazu nepřesáhne z jakéhokoliv místa auditoria 45°.
- 7) Parazitní osvětlenost projekční plochy nesmí zmenšovat kontrast obrazu.
- 8) Projekční technika je instalována trvale a je mimo hlavní zorné pole.
- 9) Vlastní provoz didaktické techniky nenarušuje žádnými negativními jevy proces vyučování (vibrace, hluk, oslnění přes ventilační otvory atd.).
- 10) Ovládání didaktické techniky nevyžaduje v průběhu výuky od vyučujícího příliš pozornosti.
- 11) Promítací plocha je kryta oponou, která chrání její povrch proti prachu. Opona z didaktického hlediska pomáhá soustředit pozornost žáků při přechodu mezi jinou pracovní činností a projekcí.
- 12) Ovládání zatemnění a osvětlení učebny, opony a dalších potřebných komponent je spojeno s ovládáním projektorů, celý proces probíhá automaticky. Příprava na projekci zabere minimální čas a učitel se může soustředit na práci s žáky.
- 13) Pro více obrazových formátů je použita maskovací opona [12].
- 14) Při projekci počítačového obrazu volíme takové rozlišení grafické karty, které odpovídá fyzickému rozlišení dataprojektoru. (Není použita digitální konverze).
- 15) Volíme projektory se symetrickými vyzařovacími úhly od osy objektivu pro dosažení stejné ostrosti obrazu na celé projekční ploše.
- 16) Projektor musí být nainstalován tak, že není potřebné používat korekci lichoběžníkového zkreslení (keystone).
- 17) Pro projekci počítačové grafiky a textů přednostně používáme tmavý podklad, kontrastní syté barvy a zejména pro prezentaci upravené předlohy.
- 18) Pokud to je v možnostech školy, upravíme učebnu na stupňovitou se sklonem auditoria minimálně 15° [2] nebo s optimálním sklonem pro učebny počítačové.

## 6.7 PROBLÉMY OBRAZOVÉ PREZENTACE PROFESIONÁLNÍCH KONSTRUKČNÍCH PROGRAMŮ

Význam moderního softwaru pro vývojové a konstrukční práce je nezpochybnitelný. Didaktické využití naráží na řadu problémů. Programy jsou navrženy pro provoz na počítačových monitorech a použitá vektorová grafika mnohdy nemá možnost libovolného nastavení tloušťky čar. Pracovní plocha obsahuje množství ikon, menu a pomocných nástrojů, které ve vyučovacím procesu zbytečně rozptylují pozornost. Učitelé si většinou neuvědomují, že bez patřičných didaktických úprav a bez správného nastavení monitoru a projektoru vypadá promítaný obraz úplně jinak než jejich originál na monitoru. Technické obory bez výjimky vyžadují preciznost ve výrobě i v technické dokumentaci. A taková preciznost musí být samozřejmostí nejen pro střední a vyšší odborné školy, ale zvláště pro školy vysoké. A samozřejmostí musí být také pro všechny obrazové materiály určené pro výuku, pro prezentaci žákům a studentům.



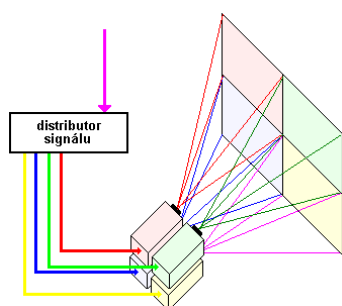
**Obr.83 Drátový model reproduktorové soustavy (AutoCAD 2000)**  
(převzato z materiálů fy Mayer Sound, USA)



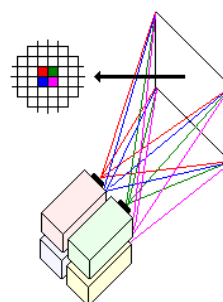
Rozsáhlé výkresy (už formát A3 představuje zobrazovací problém) nelze běžným dataprojektorem jako celek prezentovat. Příkladem je drátový model reproduktorové soustavy firmy Meyer Sound vytvořený programem AutoCAD 2000. Nelze popsat všechny konstrukční programy používané v praxi. Lze však tvrdit, že programy určené k přímé prezentaci zatím neexistují.

### 6.7.1 MOŽNOSTI DÍLČÍCH ŘEŠENÍ

Předchozí kapitola naznačila některé problémy při prezentaci profesionálních programů. Vzhledem k tomu, že se běžně pohybujeme na hranici kritického detailu, vnímají diváci v prvních řadách obraz s hrubou strukturou. Jestliže chceme prezentovat tenké hladké čáry na projekční ploše, musíme zmenšit rozměr obrazového bodu (pixelu) pod hranici kritického detailu. Možným řešením je použití čtveřice projektorů (obr.84).



**Obr.84 Princip skládání obrazu**



**Obr.85 Princip optického zvětšení kritického detailu**

Takto vytvořený obraz si zachová potřebnou rozlišovací schopnost na úrovni jednoho bodu, ale původní diskrétní struktura již nebude pro viditelná. Podobný způsob řešení lze zvolit i v případě dynamických prezentací a potřeby zvětšení kritického detailu. Každý ze sestavy čtyř dataprojektorů (obr.85) dostává tentýž obrazový signál a jejich obrazy se na projekční ploše skládají s přesahem jednoho pixelu. Vzhledem k tomu, že na projekční ploše dochází k aditivnímu míchání světla, lze použít výhradně černé nebo velmi tmavé barevné pozadí. Realizace obou systémů je finančně i technicky náročná.

## 6.8 AKUSTICKÝ PŘENOS VE VÝUCE TECHNICKÝCH PŘEDMĚTŮ

Vzhledem ke skutečnosti, že lze percepční vlastnosti sluchu, jako koncového přijímacího zařízení akustických zpráv, statisticky popsat (je možné definovat technické parametry), jsou tímto popisem determinovány vlastnosti akustického přenosového kanálu, ale zároveň tak i vlastnosti samotného zdroje akustických zpráv.

### 6.8.1 FUNKCE AKUSTICKÝCH INFORMACÍ

Informace přenášené akustickou cestou mohou obecně plnit stejné úkoly jako opticky přenášené informace obrazové. Z pěti možných funkcí, které jsou uvedeny v kapitole 6.1.1, dominují akusticky přenášeným informacím (podobně jako u optického přenosu) funkce reprezentující, organizující a interpretující.

Nedoceněnou funkcí zůstává u akustických informací funkce dekorativní. Ta může v konkrétních případech i splývat s reprezentující funkcí obrazového materiálu.

## 6.8.2 AKUSTICKÁ KOMUNIKACE V TECHNICE

Základem akustické komunikace je přenos řečového signálu mezi učitelem a žáky. Akustický signál má význam nejen primárního nositele informací, ale i funkci zprostředkovatele zpětné vazby ve směru žák → učitel. Přenos akustických informací v technice, i při výuce technických předmětů, probíhá na základě odborné terminologie daného oboru. Její zvládnutí má zásadní význam pro možnost pokračovat v osvojování si dalších poznatků, pojmů a souvislostí.

Vzhledem k reprezentující a interpretující funkci mluveného slova ve výuce, lze z didaktického pravidla názornosti odvodit základní požadavek - stoprocentní srozumitelnost řeči. Rušivý hluk i dlouhý dozvuk učebny významně zhoršují srozumitelnost. V této souvislosti je často podceňován rušivý hluk v počítačových učebnách.

## 6.8.3 AKUSTIKA UČEBNY A POŽADAVKY NA OZVUČOVACÍ SYSTÉM

Výchozím předpokladem akustické komunikace je srozumitelnost a jejím determinujícím činitelem se stává dozvuk prostoru. Je obvykle problematické docílit doby dozvuku pod hranicí 550 ms. Stejně tak sebelepší ozvučovací systém nedokáže eliminovat špatnou akustiku vlastního prostoru. Jestliže ztotožníme didaktickou zásadu názornosti ve vyučovacím procesu se srozumitelností řeči, můžeme, při respektování požadavku na ztrátu srozumitelnosti souhlásek  $ZSS \leq 5\%$  stanovit maximální dobu dozvuku v difúzním poli na hodnotu  $T_d = 556$  ms. Pro orientační výpočty akustiky učebny jsem vytvořil program Akustika v.1.2. Lze tak provést návrh úprav, porovnat výsledky s původními hodnotami a optimalizovat parametry prostoru pro daný účel.

Základní technické parametry ozvučovací soustavy učebny je možné stanovit s ohledem na spektrální rozsah řeči, omezení srozumitelnosti v závislosti na šířce přenášeného frekvenčního pásma a dalších vlivů takto:

frekvenční rozsah	50 až 12 500 Hz
provozní hladina hlasitosti	85 dB
výkonová rezerva	minimálně + 12 dB
odstup signál/šum	minimálně - 65 dB

Dalšími požadavky potom jsou: vyrovnaná hladina hlasitosti v toleranci  $\pm 3$  dB (přijatelný rozdíl je + 4 až - 6 dB pro 10 až 15 % míst), frekvenční charakteristika v tolerančním poli  $\pm 3$  dB (za velmi dobrý výsledek se považuje tolerance + 4 až - 6 dB) a frekvenční pásmo, které má geometrický průměr mezních frekvencí [21], [95], [132]

$$f_{\text{med}} = \sqrt{f_d \cdot f_h} = 630 \div 800 \text{ Hz} \quad (6.108)$$

Pro velké prostory, s objemem nad 200 m<sup>3</sup>, kam patří i učebny a přednáškové sály, musí být základním (primárním) opatřením pro dosažení vyrovnané frekvenční přenosové charakteristiky akustické úpravy.

Za současného stavu zvukové techniky lze při respektování požadavku velmi dobré až dobré větné srozumitelnosti uvažovat o nejužším přenášeném pásmu v rozsahu 80 až 8 000 Hz s vyrovnanou hlasitostí na celé ploše auditoria a vyrovnanou frekvenční charakteristikou v tolerančním pásmu + 4 až - 6 dB. Vlastnosti prostoru lze, stejně jako vlastnosti elektroakustické přenosové cesty, posuzovat řadou objektivních i subjektivních metod a na základě jejich výsledků tyto vlastnosti hodnotit [58], [95], [124], [133].

## 6.9 OZVUČOVACÍ SOUSTAVY

Hlavním úkolem ozvučovací soustavy je distribuce akustického signálu v požadované kvalitě pro všechna místa auditoria. Digitální technologie umožňují vybavit učitele bezdrátovým UHF mikroportem a řešit ozvučovací soustavu jako bezobslužnou, s dlouhodobou provozní spolehlivostí.

### 6.9.1 JEDNOKANÁLOVÉ PŘENOSOVÉ SYSTÉMY

Podle instalace reproduktorů v prostoru dělíme ozvučovací soustavy na centrální a decentrální. Pro dokonalý přenos řečového signálu plně postačuje klasický jednokanálový (monofonní) přenosový systém.

Pro každou ozvučovací soustavu jsou determinujícím kritériem audiovizuální chybové úhly. Vyjadřují velikosti úhlů, které svírají spojnice ucha posluchače s reálným zvukovým zdrojem nebo jeho obrazem na projekční ploše a sluchově lokalizovaným zdrojem (reproduktor). Přípustné audiovizuální chybové úhly jsou určeny hodnotami  $\vartheta_H = 10^\circ$  v horizontální a  $\vartheta_V = 30^\circ$  ve vertikální rovině.

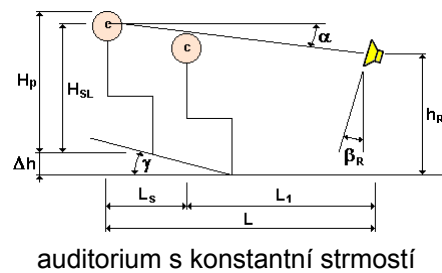
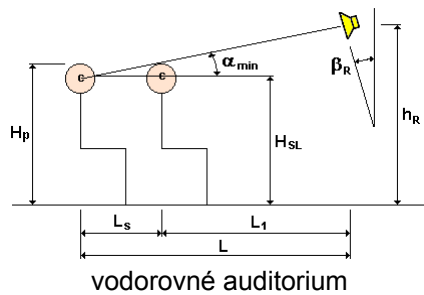
Decentrální ozvučovací soustavy byly dříve používány pro konstrukční jednoduchost a nízké pořizovací náklady. Rozložení výkonu do velkého počtu zářičů poskytovalo decentrální ozvučovací soustavě poměrně vysokou stabilitu a odolnost vůči akustické zpětné vazbě. Pro velké prostory, zejména pro úzké a dlouhé přednáškové sály lze s výhodou využívat dnes neprávem opomíjené ozvučení tzv. "padající vlnou".

### 6.9.2 VÍCEKANÁLOVÉ PŘENOSOVÉ SYSTÉMY

S rozvojem stereofonie na konci 60. let bylo nutné zásadně přehodnotit přístup k ozvučovacím systémům. Základem byla snaha přenést zvuk tak, jak ho slyšíme v reálných podmínkách, tedy s možností směrové lokalizace a vysokou věrností (Hi-Fi). Nejjednodušším řešením je dvoukanálová stereofonie. Klasické uspořádání je vhodné pouze pro menší prostory a malý počet posluchačů. V současné době je standardem vícekanálového přenosu profesionální systém DOLBY®. Dále se používají systémy Ultra Stereo, DTS a SDDS. Všechny zaručují při správném návrhu odpovídající zvukový vjem pro více než 90 % poslechového míst. Návrh ozvučovací soustavy se vždy musí provést pro konkrétní prostor a jeho podrobné zpracování by svým rozsahem přesáhlo rámec dizertační práce. Podrobné informace jsou uvedeny např. v publikacích [42], [58], [95], [132], [133].

### 6.9.3 PODMÍNKY DOBRÉ SLYŠITELNOSTI

Podmínky dobré slyšitelnosti chápeme jako technicky definované parametry, které zajistí většině posluchačů subjektivně příjemný akustický vjem. Akustický přenos využívá mechanické vlnění s vlnovými délkami od 17 mm do 21,5 m. Vzhledem k vlnovým délkám je pro akustický přenos nejkritičtější právě oblast vysokých frekvencí. V oblasti centimetrových vlnových délek je možné po formální stránce do značné míry ztotožnit podmínky přenosu optických a akustických informací. Z podobnosti šíření světla a vysokotónových signálů vyplývá, že musí existovat přímá spojnice mezi přijímačem (uši posluchače) a vysílačem (zdroj zvuku).



**Obr.104, obr.106 Stanovení instalační výšky a náklonu vysokotónového zářiče**

Náklonem reproduktoru respektujeme průběh jeho vyzařovací charakteristiky v oblasti vysokých frekvencí. V praxi se obvykle používá takový náklon zářiče, aby zvuk dopadal na plochu auditoria pod úhlem  $10^\circ$  až  $20^\circ$ . Výhodou stupňovitých auditorií je možnost využívat minimální instalační výšku zářiče a jeho záporný náklon (záklon), kdy hlavní vyzařovací osa zářiče je směřována vzhůru. I pro stupňovitá auditoria zpravidla používáme dopad vln pod úhlem  $10^\circ$  až  $20^\circ$ .

Kvalitní návrh ozvučovací soustavy vyžaduje hluboké teoretické znalosti, zkušenosti, dostupnost technických dat použitých zářičů nebo možnost jejich měření. V praxi představuje relativně zdlouhavý proces s nutnou optimalizací parametrů v průběhu výpočtu. Nezbytná je akustická příprava ozvučovaného prostoru. Její podcenění může mít za následek naprostý nezdar při ozvučování daného prostoru.

#### 6.9.4 ODHAD POTŘEBNÉHO VÝKONU

Určení potřebného výkonu zářičů ozvučovací soustavy (elektrického příkonu) se provádí při návrhu ozvučení. Každá ozvučovací soustava musí mít rezervu pro přenos modulačních špiček. Minimální výkonová rezerva je  $+3$  dB, velmi kvalitní ozvučení se počítá s rezervou minimálně  $+12$  dB. Podrobný postup výpočtů a měření parametrů nalezne zájemce v publikacích [21], [94], [95], [132], [133] a dalších. Primárně nelze předpokládat, že se učitel bude věnovat návrhu ozvučení.

#### 6.9.5 MODERNÍ OZVUČOVACÍ SYSTÉMY

S využitím možností soudobé digitální techniky uvedla americká firma EAW v září roku 2003 na trh novou generaci reproduktorových sloupů s plynule proměnnou, digitálně řízenou, směrovou vyzařovací charakteristikou DSA-250 a DSA-230 [28]. V technice ozvučování velkoobjemových auditorií se stále více prosazují systémy pracující s tzv. lineárním polem, Line Array System [7], [69], [70], [72]. Světoví výrobci k nim dodávají i návrhový software [1] nebo umožňují provádět návrhy on-line [75].

#### 6.10 DIDAKTICKÉ ASPEKTY AKUSTICKÉHO PŘENOSU

Na základě uvedených poznatků z předcházejících kapitol lze vytvořit souhrn hlavních požadavků na akustický přenosový systém tak, aby co nejlépe plnil daný úkol, kterým je zajištění maximální srozumitelnosti řeči.

## 6.10.1 HLAVNÍ POŽADAVKY NA AKUSTICKÝ PŘENOSOVÝ SYSTÉM

- 1) Minimální větná srozumitelnost 97 % (velmi dobrá).
- 2) Hladina rušivého hluku nepřesahuje 55 dB(C).
- 3) Zvukové vlny dopadají na plochu auditoria pod minimálním úhlem  $10^\circ$  [2].
- 4) Existuje přímá spojnice od vysokotónového zářiče k uším posluchače.
- 5) Frekvenční rozsah přenosového kanálu je minimálně 80 Hz až 8 kHz v tolerančním pásmu 10 dB pro všechna poslechová místa.
- 6) Provozní hladina hlasitosti je v rozmezí 70 až 85 dB.
- 7) Hladina hlasitosti je v ploše auditoria vyrovnaná s tolerancí  $\pm 3$  dB pro 85 % poslechových míst, pro ostatní místa v toleranci + 4 až - 6 dB.
- 8) Není-li požadován prostorový zvuk, použijeme monofonní přenosový systém s centrálním zářičem (obr.93), kdy ve vztahu (3.1) bude  $n = 1$ .
- 9) Vícekanálový zvuk musí mít nainstalovány hlavní soustavy stejného typu, dvě subbasové a minimálně osm surroundových soustav (bližší v [12]).
- 10) Používání komerčních zvukových procesorů není přípustné [12]. Vícekanálový systém musí mít profesionální procesor Dolby (DTS, SDDS) bez ohledu na verzi systému!
- 11) Vícekanálový systém musí být korigován na křivku ISO 2969X [19].
- 12) Výkonové dimenzování celého systému má mít pracovní rezervu minimálně + 12 dB pro přenos modulačních špiček [132].
- 13) Před instalací zvukového systému je potřebné ověřit akustické vlastnosti prostoru a provést alespoň nejdůležitější akustické úpravy.
- 14) Pro návrh učebny se musí provést alespoň základní výpočty.

## 7 AUDIOVIZUÁLNÍ PŘENOSOVÉ SYSTÉMY UČEBEN V PRAXI

V průběhu vlastní třicetileté praxe v oboru elektroakustiky jsem měl možnost vidět a hlavně slyšet řadu ozvučovacích systémů a také sledovat jejich vývoj a také poznat posluchárny a přednáškové sály řady vysokých škol. Laický a mnohdy až diletantský přístup k problematice optického a akustického přenosu lze vidět až příliš často. Tato situace nastává i u systémů dodávaných tzv. "na klíč" specializovanými firmami.

### 7.1 SIMULACE ÚPRAV V AULE VŠH V PRAZE

Aula VŠH byla vybrána jako typický výukový prostor, na němž lze ukázat nedostatky stávajícího stavu a možnosti řešení. Neomaskovaná projekční plocha, projektor je instalován pod stropem auly, ozvučení zajišťují malé reproduktorové soustavy umístěné v těsné blízkosti bočních stěn, osvětlovací tělesa svítí na projekční plochu.



Obr.114 Pohled do auly VŠH



Obr.116 Simulace úprav čelní stěny auly VŠH

Prvním krokem simulovaných úprav bylo omaskování projekční plochy podle ČSN 19 8011 [12]. Instalační výška dolního okraje projekční plochy je snížena osvětlovací soustava je upravena tak, aby na projekční plochu nedopadalo přímé světlo.

Ozvučení auly zajišťují digitální reproduktorové sloupy EAW DSA-250. Jsou umístěné nad projekční plochou nebo po jejích stranách.

## **7.2 PRŮZKUM PŘENOSU OPTICKÝCH A AKUSTICKÝCH INFORMACÍ VE VYBRANÝCH UČEBNÁCH UNIVERZITY HRADEC KRÁLOVÉ**

Provedený průzkum byl zaměřen na nově postavené a nově rekonstruované učebny s kapacitou nad 50 osob, ve kterých je instalována audiovizuální technika včetně dataprojektoru. Průzkum se skládal z objektivních měření a subjektivního hodnocení. Měření byla provedena ve velké aule a učebnách A5, A6, A17 a v aule pedagogické fakulty (C5). Pro srovnání jsou v dizertační práci uvedeny i parametry učebny LZT-1.

### **7.2.1 POUŽITÁ METODIKA MĚŘENÍ**

Metodika provedených akustických měření vychází z obvyklé praxe [124] a představuje přijatelný kompromis mezi detailností popisu akustického pole a potřebnou dobou pro provedení měření. Základním akustickým měřením bylo měření frekvenční charakteristiky přenosové soustavy zářič→prostor→posluchač. Měření bylo provedeno v definovaných místech auditoria, Měřicí mikrofón ve výšce 115 cm, osa mikrofónu v horizontální rovině, směřování na střed přední stěny učebny. Pro záznam frekvenčních charakteristik byl použit digitální měřicí modul RC2000 v režimu dvoukanalového osciloskopu s X-Y unipolárním zobrazením. Řízení modulu a záznam hodnot zajišťoval notebook DELL s instalovaným softwarem. Výsledky měření lze považovat za dostatečně reprezentativní pro posouzení kvality ozvučení daného auditoria.

Provedená měření frekvenčních charakteristik byla doplněna testy logatomické poznatelnosti (slabikové srozumitelnosti).

Pro objektivní zjištění základních parametrů optického přenosu byly změřeny pozorovací vzdálenosti první a poslední řady a rozměry obrazu. Byla zjištěna rozlišovací schopnost dataprojektoru a digitálním luxmetrem VoltCraft FX-101 změřena parazitní osvětlenost projekční plochy  $E_{pp}$ , osvětlenost projekční plochy při zobrazení černé  $E_{pb}$  a osvětlenost projekční plochy při zobrazení bílé  $E_{pw}$  při zatemnění učebny.

### **7.2.2 METODIKA SUBJEKTIVNÍHO TESTOVÁNÍ**

Subjektivní hodnocení přenosových systémů učeben doplňuje objektivní měření. Pro poslechové testy byly použity hudební ukázky z testovacího CD CRT-1, zapůjčeného Českým rozhlasem. Subjektivní testy obrazové rozlišitelnosti jsem vytvořil s ohledem na potřeby zobrazování při výuce technických předmětů. Byla zjišťována rozlišitelnost bodů o rozměrech 1x1, 2x2, 3x3, 4x4 a 5x5 pixelů a rozlišitelnost dvojice vodorovných a svislých čar tloušťky 1, 2, 3, 4 a 5 pixelů se stejně širokou mezerou mezi nimi, a to vždy v kontrastním provedení černá - bílá, v pozitivní a negativní verzi.

Subjektivní hodnocení bylo prováděno pro tyto testy běžně používanou metodou sémantického diferenciálu [36], [58] v 5 + N stupňové škále. Cílem testů bylo hodnocení přenosové kvality z hlediska její aplikace ve výuce technických předmětů.



Obr.118 Zkušební obrazce pro testy rozlišitelnosti

### 7.2.3 METODIKA ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

Ke každé učebně jsou v dizertační práci tabulkově uvedeny základní hodnoty, stručný popis, souborné grafy a shrnutí výsledků měření a subjektivních testů (v dizertační práci jsou uvedeny v kapitolách 7.3 až 7.7).

Z velikosti kritického detailu  $\epsilon_{\min}$  určené podle vztahu byly určeny minimální potřebné rozměry obrazu a porovnány se skutečnou velikostí obrazu a s doporučenými hodnotami. Provozní a dosažitelný kontrast obrazu na projekční ploše učebny byl určen ze změřených osvětleností projekční plochy: parazitní  $E_{pp}$ ,  $E_{pb}$  při zobrazení černé a  $E_{pw}$  při zobrazení bílé. Provozní kontrast  $k_o$  a dosažitelný  $k_m$  jsou dány vztahy

$$k_o = \frac{E_{pw}}{E_{pb}}, \quad k_m = \frac{E_{pw} - E_{pp}}{E_{pb} - E_{pp}} \quad (7.5), (7.6)$$

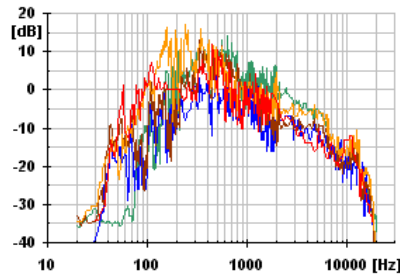
Výsledky testů logatomické poznatelnosti a výsledky subjektivního hodnocení studentů jsem komplexně zpracoval statistickým programem NCS2000. Výsledky jsou převedeny pro přehlednost do grafické podoby v procentním vyjádření.

### 7.8 SUMARIZACE A ANALÝZA VÝSLEDKŮ PRŮZKUMU UČEBEN

Výsledkem průzkumu je 950 hodnot získaných sumarizací údajů subjektivních testů a 24 300 údajů z akustických měření. Pro účely dizertační práce jsem vybral přehledy pro jednotlivé posluchárny a grafy, které ukazují významné hodnoty z hlediska obrazu na projekční ploše ve vztahu k výuce technických předmětů. Mezi jednotlivými učebnami nejsou statisticky významné rozdíly.

Z analýzy výsledků vyplývá, že žádná z testovaných poslucháren nesplňuje požadavky optického přenosu informací pro výuku technických předmětů. Tento výsledek jsem při svých zkušenostech očekával. Analýza ukazuje i na tu skutečnost, že rekonstrukce posluchárny nutně nezajistí lepší podmínky pro studenty ani pro techniku (C5 - aula PdF). Rovněž výsledky akustických měření obsahují nedávají žádný důvod k optimismu. Analýzou frekvenčních charakteristik z jednotlivých oblastí poslucháren dospějeme k závěru, že ani jeden ze zkoumaných ozvučovacích systémů není schopen přenést minimální potřebné frekvenční pásmo 200 Hz až 7 kHz, aby nebylo nutné korigovat dosažitelnou srozumitelnost. I tato nepříznivá zjištění jsem na základě analýzy technických informací k jednotlivým systémům, znalosti dodavatelských firem a vlastních zkušeností z praxe očekával.

Překvapením bylo vzájemné porovnání frekvenčních charakteristik poslucháren, kdy mezi jednotlivými frekvenčními charakteristikami není statisticky významný rozdíl.

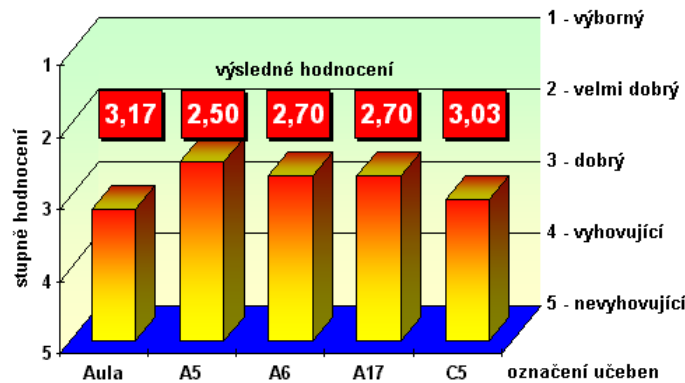


**Obr.139 Porovnání frekvenčních charakteristik učeben**

Výsledné subjektivní hodnocení testovaných poslucháren studenty jsem určil váženým průměrem (7.7) z klasické pětistupňové škály, kde  $\underline{H}$  je výsledné hodnocení (známka) posluchárny,  $i$  hodnotící stupeň a  $n_i$  četnost hodnocení daným stupněm.

$$H = \frac{\sum_{i=1}^5 i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^5 n_i} \quad (7.7)$$

Rozdíly v hodnocení jednotlivých učeben nejsou statisticky významné a všechny učebny můžeme hodnotit jako průměrné. Vzhledem k tomu, že se jedná o posluchárny univerzity, jejímž posláním je výchova budoucích učitelů a zvyšování kvality pedagogického procesu, považuji výsledky měření i subjektivního hodnocení za velmi špatné. Jak chceme dát našim studentům vzory pro budoucí praxi, když jejich vzdělávání probíhá v učebnách, které nelze označit ani jako velmi dobré, natož výborné?



**Obr.141 Výsledné subjektivní hodnocení učeben studenty**

Jistě lze oprávněně namítnout, že kvalita výuky je ovlivňována více faktory a přenosové podmínky v učebně jsou pouze jedním z nich. Podle mého názoru ale jedním z rozhodujících. Sebedokonalejší projev vyučujícího a sebelepší prezentace budou prakticky bezcenné, pokud nebudeme respektovat Komenského zásadu názornosti, tedy pokud žáci a studenti neuvidí a neuslyší.

## 8 KONCIPOVÁNÍ PŘEDMĚTU ZÁKLADY AUDITORIOLIE UČEBEN PRO UČITELE

ICT, e-learning a ostatní digitální technologie představují nové možnosti, které vedou ke zvýšení názornosti, efektivnosti a aktuálnosti vzdělávacího procesu. Všeobec-



ná, ale v řadě případů i překotná, digitalizace přinesla do školských zařízení nové technické vybavení a řada pedagogů podlehla mylnému dojmu, že je tato technika všemocná. Nejmodernější a drahá technika je provozována v nevyhovujících podmínkách, kde se její přednosti nemohou uplatnit. Učitelé a studenti pedagogických fakult mají mnohdy jen mlhavé povědomí o tom, že existují "nějaká" doporučení pro uspořádání učeben a pro provoz didaktické techniky. Pedagogové často nejsou schopni posoudit podmínky přenosu informací a upravit pro tyto podmínky svoje prezentace. To všechno determinuje nasazení digitálních technologií do takové míry, že žáci a studenti nerozeznají na projekční ploše potřebné detaily, špatně rozumějí učiteli nebo doprovodnému zvuku. Jsem přesvědčen o tom, že budoucí učitelé by měli do vlastní praxe přicházet s jistou minimální znalostní bází, která jim usnadní vytváření optimálních podmínek pro využití současné didaktické techniky ve vazbě na percepční možnosti žáků a studentů.

## **8.1 VSTUPNÍ PRŮZKUM KE KONCEPCI PŘEDMĚTU**

Při koncipování nového předmětu, je vhodné si alespoň orientačně stanovit předpokládané vstupní znalosti a zjistit potenciální zájem studentů. Z tohoto důvodu jsem provedl průzkum mezi učiteli základních a středních škol a mezi studenty pedagogických oborů. Podle nové kategorizace pedagogického výzkumu je provedený průzkum průřezovým, individuálním, deskriptivním, empirickým a porovnávacím výzkumem [150]. Zvolena byla nejčastěji používaná metoda - dotazník.

Základem konstrukce dotazníku jsou uzavřené dichotomické otázky. Pro účely testu má každá otázka volbu z pěti odpovědí. U otázek mapujících názory a postoje se sledovala četnost jednotlivých odpovědí. Tyto otázky jsou uzavřené, případně polouzavřené. Jejich odpovědi jsou v pětistupňové škále, u subjektivních hodnocení je uvedena také varianta "neumím posoudit". Jednoduchost a stručnost dotazníku jsou záměrné. Jedním z hledisek byl časový limit 15 minut pro vyplnění. Průzkum byl zadán metodou náhodného výběru, statistický vzorek tvořilo třicet pedagogů (početně stejné zastoupení měli učitelé základních a středních odborných škol) a čtyřicet dva studentů čtvrtých a pátých ročníků pedagogických fakult. Z pohledu statistiky jsou počty respondentů postačující [150]. Pro tento průzkum jsem stanovil následující předpoklady:

- 1) auditoriologie je pro většinu studentů i pedagogů z praxe pojem prakticky neznámý
- 2) znalosti studentů i pedagogů o základních vlastnostech dominantních receptorů se budou pohybovat průměrně do 50 % správných odpovědí
- 3) většina učitelů neví v jakých učebnách (parametricky) učí

Výsledky průzkumu potvrdily předpoklady. Statistické zpracování výsledků jsem provedl programem NCS2000, rozdíly mezi skupinami učitel - student nejsou statisticky významné. Větší zájem o nový předmět mají studenti (57 %) než učitelé z praxe (40 %).

## **8.2 KONCEPCE PŘEDMĚTU**

Obsahová náplň předmětu vychází z dizertační práce a použitých zdrojů. Za hlavní úkol jsem si vytýčil vytvoření znalostního minima, které budoucím pedagogům umožní objektivně posoudit vlastnosti učebny a případně navrhnout její úpravy pro efektivní výuku. V rámci praktických cvičení budou mít posluchači možnost ověřit si poznatky v praxi a vyzkoušet vlastní alternativní řešení v kterékoliv učebně univerzity, nezávisle na jejím vybavení. Bude možné i na místě porovnat jednotlivá možná řešení.

Pro tento předmět jsem napsal učebnici, kde je pro zájemce uveden kompletní postup při výpočtech parametrů auditoria. V jednotlivých kapitolách jsou uvedeny odkazy na odborné publikace z oblasti auditoriologie, světelné, projekční a multimediální techniky, prostorové akustiky, elektroakustiky a dalších souvisejících oborů, v nichž případný zájemce nalezne požadované podrobnější informace.

### **8.3 STANOVENÍ CÍLŮ KONCIPOVANÉHO PŘEDMĚTU**

Hlavní cíl lze formulovat tak, že studenti s využitím dostupné měřicí techniky dovedou orientačně posoudit splnění prostorových požadavků, hygienu prostředí, kvalitu osvětlení, podmínky viditelnosti, srozumitelnost, vlastnosti ozvučení a podmínky projekce. S pomocí literatury a možné softwarové podpory dokáží na základě výsledků měření formulovat návrh řešení pro zlepšení stávajícího stavu.

### **8.4 STRUKTURA PŘEDMĚTU**

Obsahová struktura je proponována na čtrnáct vyučovacích hodin s následným praktickým cvičením. Syllabus předmětu je v příloze dizertační práce. Předmět je volně volitelný pro všechny studenty UHK. Doporučené zařazení je v devátém semestru.

### **8.5 TECHNICKÉ ZAJIŠTĚNÍ**

Přístrojové vybavení je navrženo na poloprofesionální úrovni, veškerá měřicí technika je určena pro mobilní použití. Studenti mohou měřit základní parametry optických a akustických přenosových systémů, sledovat změny při úpravě prostorového uspořádání, při výměně komponent, a to kdekoli v terénu. Samostatná práce studentů může výrazně přispět ke zlepšení stávajícího stavu univerzitních učeben, ve kterých se denně pohybují a vědí co jim subjektivně v té které učebně chybí, vadí nebo je omezuje.

## **9 APLIKAČNÍ MOŽNOSTI VÝSLEDKŮ DIZERTAČNÍ PRÁCE VE VÝUCE JINÝCH PŘEDMĚTŮ**

Primární směřování dizertační práce je na výuku technických předmětů ve všech stupních škol. Odtud se odvíjejí i požadavky na optické a akustické přenosové systémy. Pravdou však je, že digitální technologie pronikají do všech oborů a studenti učitelství se s nimi setkávají prakticky ve všech aprobačních předmětech. Moderní didaktická technika tak není jen doménou přírodovědných a technických oborů. Je proto nezbytné seznámit studenty učitelství v průběhu studia s možnostmi a omezeními prezentační techniky. Všichni učitelé musí mít stále na zřeteli didaktickou zásadu přiměřenosti, tedy mimo jiné i percepční možnosti svých žáků. Měli by se rovněž seznamovat s principem vytváření optimálního pracovního prostředí. Využití přenosu informací má ve vyučovacím procesu svá specifika - didaktické aspekty. Ty se liší nejen podle stupňů škol, ale zejména podle vyučovacích předmětů. Vzhledem k tomu nelze definovat univerzální řešení přenosové soustavy učebny. Každý přenosový systém musí primárně splnit didaktické požadavky, které vyplývají z konkrétní náplně jednotlivých předmětů, dále musí být navržen pro určitý, konkrétní prostor.

Kromě technické stránky každého přenosu informací, jež musí zajistit distribuci nezkresleného signálu od zdroje ke každému příjemci [113], nelze opomenout rovněž

netechnickou stránku přenosu - přípravu informací (přípravu médií). I ta nejdokonalejší profesionální technika zůstane pouze zbytečným, mrtvým inventářem, pokud s ní nebude chtít nikdo pracovat. Stejně tak nedocílíme výrazného efektu, pokud nebudou mít informace, připravené k prezentaci, odpovídající kvalitu. Technickou i informační. Z vlastních dlouholetých praktických zkušeností bych celou problematiku tvůrčí stránky přenosu informací formuloval pro učitele, ale i tvůrce pomůcek, třemi základními body:

1. naučme se při tvorbě grafických podkladů myslet v obrazovém formátu 4:3
2. naučme se vidět obraz objektivem projektoru na projekční ploše
3. při práci se zvukem i obrazem pak mějme na paměti, že méně znamená více.

Mým neskromným přáním je, abychom my všichni, jako učitelé byli v dobrém slova smyslu skutečnými profesionály, kteří znají, umějí, ale hlavně - chtějí!

## 10 ZÁVĚR

Optický a akustický přenos informací je pro většinu populace každodenní realitou a jeho využití ve vyučovacím procesu má svá specifika - didaktické aspekty. Tyto aspekty se v pedagogické praxi liší jednak podle typů a stupňů škol, ale zejména podle vyučovacích předmětů. Obrazově se při výuce technických předmětů pohybujeme především v oblasti technických výkresů, schémat a grafického znázorňování, průvodní výklad používá řadu odborných termínů. Student se v průběhu výuky musí naučit komunikovat jak graficky, pomocí výkresové dokumentace, tak verbálně, v odborné terminologii daného oboru.

Na základě analýzy definic didaktické techniky, používaných modelů vyučovacího procesu a jejich vztahu s okolním prostředím jsem v dizertační práci naznačil možnost využití obecného zpětnovazebního modelu s víceparametrickým řízením jako modelu vyučovacího procesu s přímou vazbou na prostředí, ve kterém vyučování (obecně vzdělávání) probíhá. Vazba na okolní prostředí tak přímo uvažuje s aktivním působením negativních vlivů. Rovněž jsem určil místo didaktické techniky ve zpětnovazebním modelu. Domnívám se, že modelově technické pojetí vyučovacího procesu má současně i nejbližší k výuce technických předmětů. Protože vyučovací proces můžeme považovat za systém s nelineárními přenosovými vlastnostmi a vazbami, jehož parametry můžeme popsat vždy pouze s konečnou omezenou přesností, může být naznačené využití deterministického přechodu k chaosu vhodným nelineárním matematickým modelem pro popis pochodů uvnitř zpětnovazebního víceparametrického modelu vyučovacího procesu. Z tohoto hlediska lze potom nahlížet na vyučovací proces také jako na přenosový systém, v němž dominantní složky tvoří přenosové kanály pro přenos optických a akustických informací (přenosové kanály dominantních receptorů) a ve kterém se při přenosu optických a akustických informací významným způsobem uplatňují rušivé signály, které pronikají do přenosového kanálu z jeho okolí. Rušivé signály vnikají i v přenosovém kanálu a to jako důsledek přenosu informací (sekundární parazitní světlo vzniklé odrazem od projekční plochy, dozvuk vybuzený přenášeným akustickým signálem).

V oblasti problematiky přenosu optických a akustických informací vychází dizertační práce z dostupných publikací, interních materiálů a poznatků v oboru obecné didaktiky, didaktiky odborných předmětů (speciální didaktiky), didaktické techniky, fyziologie zraku, světelné techniky, osvětlování, auditoriologie, kinotechniky, fyziologické, stavební a prostorové akustiky, teoretické i aplikované elektroakustiky, platných

norem a dalších zdrojů. Využil jsem také vlastní třicetileté praktické zkušenosti z oblasti ozvučování, audiovizuální a projekční techniky.

Poznatky z dostupných zdrojů rozšiřuje dizertační práce o obrazový formát s poměrem stran 16:9, který v době vydání těchto publikací buď ještě neexistoval nebo se nepředpokládalo jeho masivnější využití. Provedl jsem vzájemné porovnání přenosových vlastností obrazových formátů 4:3 a 16:9 a srovnání přenosových možností obou formátů s binokulárním zorným polem pro světlo D65 pomocí technického modelu. Obě srovnání hovoří ve prospěch klasického formátu 4:3. Na základě zjištěných výsledků jsem potom upravil a doplnil vztahy pro stanovení rozměrů pozorovacích polí podle jednotlivých autorů tak, aby vyhovovaly i pro obrazový formát 16:9.

Na konkrétních příkladech a makrosnímcech jsem popsal vliv digitální konverze obrazových formátů mezi grafickou kartou počítače a dataprojektorem a vliv digitální korekce lichoběžníkového zkreslení obrazu. Této problematice nevěnují pozornost ani autoři nejnovějších publikací. Makrosnímky vlivu korekce lichoběžníkového zkreslení obrazu jsou v dizertační práci publikovány vůbec poprvé.

Další část dizertační práce, věnovaná optickému přenosu informací je zaměřena na vymezení pozorovacích podmínek v učebnách. Provedl jsem postupné odvození vztahů pro výpočty instalační výšky projekční plochy a pohledových úhlů pro všechny tři základní typy auditorií a nově také pro počítačové učebny. Učebnice auditoriologie ani ostatní publikace tato odvození neuvádějí. Problematika auditoriologie počítačových učeben nebyla doposud řešena vůbec. Přitom i pro počítačové učebny je výhodné stupňovité auditorium. Na teoretickou část navazuje problematika praktické prezentace profesionálních konstrukčních programů při výuce. Na konkrétních příkladech jsou ukázány možnosti některých dílčích řešení pro statickou i dynamickou projekci.

Analogicky k optickému přenosu informací jsem odvodil vztahy pro jednotlivé typy auditorií při akustickém přenosu pro dosažení dobrých poslechových podmínek. Jsou zde uvedeny dnes již klasické způsoby ozvučování včetně základních výpočtů. Samostatná kapitola je věnována novým moderním ozvučovacím systémům s digitálním řízením a ozvučovacím systémům typu "Line Array". V době vzniku uznávaných monografií z oboru elektroakustiky nebyly tyto přenosové systémy ještě známé.

Ryze praktickou částí dizertační práce je průzkum stávajícího stavu optického a akustického přenosu ve vybraných posluchárnách Univerzity Hradec Králové. V úvodních kapitolách je popsána metodika měření, subjektivního hodnocení a metodika zpracování výsledků. Protože jsem veškeré statistické zpracování výsledků provedl programem NCS2000, nepovažoval jsem za nezbytné uvádět formou kompilační práce popis použitých statistických metod (např. podle publikace [163]). Pro ilustraci stávajícího stavu a možných změn, jsem provedl simulaci komplexních úprav jedné posluchárny. Pro názornost úprav nebyla vybrána posluchárna UHK, ale aula Vysoké školy hotelové v Praze. Výsledky objektivních měření i subjektivního hodnocení vybraných poslucháren královéhradecké univerzity ukázaly, že ani jedna z testovaných učeben nesplňuje přísné požadavky pro výuku technických předmětů. Diskutabilní je jejich kvalita i pro jiné, zejména přírodovědné, obory. Studenty byly všechny posluchárny hodnoceny jako průměrné. Protože se jedná o posluchárny v nichž se připravují budoucí pedagogové, lze současný stav považovat za velmi špatný. Na základě analýzy výsledků měření a testů, které pro mne nebyly překvapením, jsem pro každou posluchárnu navrhl nutné klíčové úpravy. Realizace těchto úprav je však zcela mimo moji kompetenci. Do jisté míry je překvapujícím zjištěním, že mezi přenosovými vlastnostmi jednotlivých poslucháren a jejich hodnocení studenty není statisticky významný rozdíl.

Dalším reálným výstupem dizertační práce je průzkum, provedený mezi učiteli a studenty a zaměřený na oblast auditoriologie učeben, optický a akustický přenos.

Výsledky průzkumu ukázaly dvě zásadní skutečnosti:

- znalosti o této problematice jsou minimální jak mezi učiteli z praxe, tak mezi studenty učitelství. Současně není statisticky významný rozdíl v četnosti správných odpovědí mezi učiteli a studenty.
- studenti PdF mají větší zájem o auditoriologii učeben než současní učitelé z praxe.

Po syntéze všech zjištěných výsledků (průzkum učeben a dotazníkové šetření) jsem, s využitím teoretických znalostí a praktických zkušeností, koncipoval nový předmět a to v rámci stávajících studijních programů M-7503 učitelství pro základní školy a M-7504 učitelství pro střední školy, studijní obor: základy techniky. Nový předmět má název „*Prostorové řešení a technické vybavení učeben*“ s podtitulem „*Základy auditoriologie učeben pro učitele.*“ Pro tento předmět jsem vytvořil sylabus, obsahovou náplň a učebnici, jejímž základem jsou teoretické části této dizertační práce (kapitoly 1 až 6). Ty jsou doplněny konkrétními příklady z praxe, praktickými pomůckami a počítačovým programem pro rychlé posouzení některých vlastností učeben. Tento nový předmět byl zaveden do učebních plánů a jeho výuka byla realizována v akademickém roce 2005/2006. Předmět je volně volitelný pro všechny studenty univerzity.

## 11 POUŽITÉ ZDROJE

- [1] *AimWare - provides a visual interface to the complex math behind vertical array optimization.* [on-line]. USA. Foothill Ranch. Renkus-Heinz. 2004. [cit. 2005-01-21]. Dostupný z WWW: < <http://www.renkus-heinz.com/loudspeakers/linearrays/aimware/aimware.html>>
- [2] ASCHOFF, V. *Hörsaalplanung.* Essen. Vulkan-Verlag. 1971. ISBN 3-8027-3124-7.
- [3] BENEŠ, M. *E-learning a jeho implementace ve vysokoškolském prostředí.* Přednáška na konferenci "Belcom 2004". On-line. [cit. 2004-05-04]. <<http://web.cvut.cz/cc/icsc/belcom02/panel1/benes.html>>
- [4] BIOLEK, D. *Respektování didaktických principů při využívání počítačových programů ve výuce elektrotechniky.* Elektrotechnika. 1999. č.8. 10.12.1999. Dostupný také z WWW: <<http://www.elektrotechnika.cz/clanky/99008/index.htm#názornosti>>
- [5] *Bose® Panaray® 502® A, 502 B, and 502 BEX Loudspeakers. Technical Information.* USA. Framingham. Bose Corporation. 2004. PC031391 Rev.03.
- [6] *Bose® Panaray® LT Series III Loudspeakers. Reference Guide.* USA. Framingham. Bose Corporation. 2004. CMM-040235.
- [7] *Bose® Panaray® MA12 Modular Line Array: Technical Information and Polar Data.* USA. Bose Corporation. 2002.
- [8] *Bose® Panaray™ Sound System. Owner's Guide.* USA. Framingham. Bose Corporation. 2002.
- [9] *Catálogo de Recintos Acústicos (Enclosure Designs Catalogue).* España. Valencia. S.A. Moncada. Akustica Beyma. 2003.
- [10] *Cinema 5000 Series Screen Channel Systems. User's Guide.* USA. California. Northridge. JBL Professional. 2003. Part No. 981-00040-00.
- [11] ČSN 19 8010. *Kinematografie. Montáž, kontrola, obsluha a údržba kinematografických zařízení v kinech.* Praha. Český normalizační institut. 1995.
- [12] ČSN 19 8011. *Kinematografie. Základní vybavení kin kinematografickým zařízením.* Praha. Český normalizační institut. 1995.
- [13] ČSN 19 8020. *Kinematografie. Jas promítací plochy pro promítání kinematografických filmů a klasifikace promítacích ploch.* Praha. Český normalizační institut. 1995.
- [14] ČSN 36 0015. *Měření umělého osvětlení.* Praha. Vydavatelství úřadu pro normalizaci a měření. 1971.
- [15] ČSN 36 0450. *Umělé osvětlení vnitřních prostorů.* Praha. Vydavatelství úřadu pro normalizaci a měření. 1986.
- [16] ČSN 73 5245. *Kulturní objekty s hledištěm. Podmínky viditelnosti.* Praha. Český normalizační institut. 1998.
- [17] *Dolby 5.1 - Channel Music Production Guidelines.* UK. Dolby Laboratories. 2003. S03/14340/14926.
- [18] *Dolby 5.1 - Channel Production Guidelines.* UK. Dolby Laboratories. 2001. S00/12957
- [19] *Dolby Surround. Mixing Manual.* Part No. 91536. UK. Dolby Laboratories. 2001.
- [20] DRAHOVZAL, J. - KILIÁN, O. - KOHOUTEK, R. *Didaktika odborných předmětů.* Brno. Paido. 1997. ISBN 80-85931-35-4.
- [21] DREJZEN, I.G. *Elektroakustika i zvukovoje veščanije.* Moskva. Gosudarstvennoje izdatelstvo literatury po voprosam svjazi i radio. 1961.
- [22] DRTINA, R. *Technicko-didaktické aspekty optického a akustického přenosu informací vo vyučovacom procese.* Rigorózná práca. Banská Bystrica. UMB. FPV. Katedra techniky a technológií. 2004.
- [23] DRTINA, R. *Informační technologie, informace a vzdělávání.* Seminární práce k předmětu Informační technologie. UHK. PdF. KTP. 2004.
- [24] DRTINA, R. *Informační exploze a vzdělávání.* Seminární práce k předmětu Inženýrská pedagogika. UHK. PdF. KTP. 2003.
- [25] DRTINA, R. *Akustický klenot VŠP v Hradci Králové.* Hradec Králové. VŠP. KTP. PdF. 2000.
- [26] DRTINA, R. *Návrh dispozičního řešení počítačové laboratoře LZT-6.* Hradec Králové. VŠP. KTP. PdF. 2000.
- [27] DRTINA, R. *Akustika v.1.0 - prostorové výpočty.* Program pro mikropočítač SAPI-1. IRIS-Elektroakustika. Chlumec nad Cidlinou. 1987.

- [28] DSA-250 & DSA-230 Loudspeaker. Owner's manual. USA. Eastern Acoustic Works. 2003.
- [29] DUBOVSKÁ, R. *Technicko-didaktické aspekty optického a akustického prenosu informácií vo vyučovacom procese*. Posudok rigorózneho práce. Banská Bystrica. UMB. FPV. Katedra techniky a technológií. 2004.
- [30] DILLENBOURG, P. *Computer Supported Collaborative Learning: Cognitive and Computational Approaches*. Oxford. Pergamon a Elsevier. 1999. ISBN 0-80-043073-2.
- [31] EAW\_EASE\_DLLs -- DSACluster.dll. Interní materiály fy EAW. USA. Eastern Acoustic Works. 2003.
- [32] FEHÉR, T. *Prometheus - Machining Educational System*. E-learningový kurz. [on-line]. Trnava. STU. MtF. Katedra obrábania a montáže. [cit. 2004-07-22]. Dostupný z WWW <<http://www.prometheus.sk>>
- [33] FLOREK, A. *Diagnostika výuky pomocí měření přenosu informace*. In Modernizace vysokoškolské výuky technických předmětů. Sborník mezinárodní konference, díl I. Str.38-41. UHK. Gaudeamus. 2004. ISSN 1214-0554. ISBN 80-7041-318-2.
- [34] FOLVARČNÝ, J. *Co je to DOLBY STEREO?* Interní materiály fy Kinotechnika Praha a.s. Praha. 1998.
- [35] FOLVARČNÝ, J. *Stereofonní reprodukce v audiovizuální tvorbě*. In Filmový přehled č.4-6. 1997.
- [36] GAVORA, P. *Výzkumné metody v pedagogice*. Brno. V.Júva - Paido. 1996. ISBN 80-85931-15-X.
- [37] GESCHWINDER, J. - RŮŽIČKA, E. - RŮŽIČKOVÁ, B. *Technické prostředky ve výuce*. Olomouc. Univerzita Palackého. 1995. ISBN 80-7067-584-5.
- [38] HABEL, J. a kol. *Světelná technika a osvětlování*. Praha. FCC Public. 1995. ISBN 800-901985-0-3.
- [39] HALBICH, Č. *Informační systémy pro podporu rozhodování*. Brno. VUTIUM. 2002. ISBN 80-214-2093-6. ISSN 1213-418X.
- [40] HANOUSEK, J. *Projekt ozvučení a akustická měření v aule PdF*. Ústní sdělení. Hradec Králové. Hanousek.biz. 2005.
- [41] HANOUSEK, J. *Návod k obsluze učebny C5*. Hradec Králové. Hanousek.biz. 2005.
- [42] HANOUS, J. *Akustika prostoru při reprodukci ... a nejen při reprodukci*. Amatérské rádio, řada B. Ročník XXIX/1980. Čís.1.
- [43] HEINZ, R. *Designer's Note Book: A Fresh Approach to the Line Array*. USA. Foothill Ranch. Renkus-Heinz. 2004. Dostupný také z WWW < [www.renkus-heinz.com/news/DesignersNotebook.pdf](http://www.renkus-heinz.com/news/DesignersNotebook.pdf)>
- [44] HIERHOLD, E. *Sicher präsentieren - wirksamer vortragen*. 6. Auflage. Frankfurt am Main. Ueberreuter Wirtschaftsverlag. 2005. ISBN 3-8323-0928-4
- [45] HIERHOLD, E. *Rétorika a prezentace*. Praha. Grada Publishing. 2005. ISBN 80-247-0782-9.
- [46] HOLÝ, V. *Auditivní a televizní technika*. Hradec Králové. VŠP. 1996.
- [47] HORŇÁK, P. *Svetelná technika*. Praha - Bratislava. SNTL/ALFA. 1989. ISBN 80-05-00122-3.
- [48] HORŇÁK, P. *Vlastnosti zraku a faktory ovplyvňujúce videnie*. In Elektrotechnická ročenka. Bratislava. ALFA. 1986.
- [49] HOUROVÁ, M. *Výběr dataprojektoru dle potřeb výuky*. In Modernizace vysokoškolské výuky technických předmětů. Sborník mezinárodní konference, díl I. Str. 49-51. UHK. Gaudeamus. 2004. ISSN 1214-0554. ISBN 80-7041-318-2.
- [50] CHROMÝ, J. - SOBEK, M. *Multimediální technologie a technika*. [CD-ROM]. Praha. VŠH. 2003. Dostupný také z WWW: <<http://www.media4u.cz>>
- [51] CHVÁLA, R. - RAMBOUSEK, V. *Zvuková technika*. In Rambousek a kol. *Technické výukové prostředky*. Praha. SPN. 1989.
- [52] JANUŠKA, I. *Statistické porovnání subjektivních a objektivních metod určování akustické kvality uzavřených prostorů pro poslech řeči*. Výzkumná zpráva. Praha. VÚZORT. 1964.
- [53] JBL 2003. *Cinema Sound System Manual*. USA. California. Northridge. JBL Professional. 2003.

- [54] JONASSEN, D.H. - LAND, S.M. *Theoretical Foundations of Learning Enviroments*. Mahwah. Lawrence Erlbaum. 2000. ISBN 0-8058-3216-5.
- [55] KABÁTOVÁ, H. *Vliv poslechu hlasité hudby na sluch mladých lidí*. Výzkumná zpráva. KHS Olomouc. 2003.
- [56] KIRKUP, S. - THOMPSON, A. *Simulation of the acoustic field produced by cavities using the Boundary Element - Rayleigh Integral Method (BERIM) and its application to a horn loudspeaker*. UK. High Wycombe. Martin Audio Ltd. 2004.
- [57] KODAK Ltd. *Při promítání použijte více světla*. Technická informace. Praha. Kodak Entertainment imaging. 2003.
- [58] KOLMER, F. - KYNCL, J. *Prostorová akustika*. Praha - Bratislava. SNTL/ALFA. 1982.
- [59] KOMENSKÝ, J.A. *Didaktika Velká*. Praha. Dědictví Komenského. 1905.
- [60] KOMENSKÝ, J. A. *Velká didaktika*. 2.vydanie. Bratislava. SPN. 1991.
- [61] KUBÁT, K. *Zvukař amatér*. Praha. SNTL. 1978.
- [62] KULIČ, V. *Psychologie řízeného učení*. Praha. Academia. 1992. ISBN 80-200-0447-5.
- [63] KURELOVÁ, M. a kol. *PEDAGOGIKA II. Kapitoly z obecné didaktiky*. Ostrava. Ostravská univerzita. Pedagogická fakulta. 1999. ISBN 80-7042-156-8.
- [64] KYNCL, J. - KEŠNER, Z. *Metody subjektivního hodnocení poslechových vlastností uzavřených prostorů a aplikace statistických metod při přípravě subjektivních experimentů a zpracování výsledků*. Dílčí výzkumná zpráva. Praha. VÚZORT. 1974.
- [65] KYNCL, J. *Multidimenzionální analýza akustických poměrů v uzavřených prostorech při poslechu hudby*. Výzkumná zpráva. Praha. VÚZORT. 1976.
- [66] *LD-3 Air Attenuation Compensating Line Driver*. Operating manual. USA. Berkeley. Meyer Sound Laboratories Inc. 2003. Part.No. 05.118.040.01B.
- [67] LEPIŠ, F. *Zvyšovanie efektívnosti vyučovania technických odborných predmetov*. In Technické vzdelanie ako súčasť všeobecného vzdelania. Str. 311-315. Konferenčné materiály. [CD-ROM]. Banská Bystrica. UMB. 2003. ISBN 80-8055-870-1.
- [68] LEPIŠ, F. *Technicko-didaktické aspekty optického a akustického prenosu informácií vo vyučovacom procese*. Posudok rigorózne práce. Banská Bystrica. UMB. FPV. Katedra techniky a technológií. 2004.
- [69] *Line Array modules STLA/9, STXLA/9, PN102/LA, PNX102/LA - User's Manual*. USA. Foothill Ranch. Renkus-Heinz. 2004. RH546.
- [70] *Line Arrays: Theory, Fact and Myth*. Technical report. USA. Berkeley. Meyer Sound Laboratories Inc. 2002. Part No. 18.990.158.01.
- [71] LOKVENC, J. *Automatizace a kybernetika*. Rukopis přednášek pro studenty Pedagogické fakulty. Hradec Králové. Pedagogická fakulta. Katedra fyziky a základů techniky. Oddělení ZT. 1988.
- [72] *M3T™ Line Array Loudspeaker, M3D-Sub Directional Subwoofer*. Operating instruction M-series. USA. Berkeley. Meyer Sound Laboratories Inc. 2002. Part No. 05.105.022.01 Rev.A.
- [73] MALACH, A. *Programované učení*. Praha. Socialistická akademie. 1977.
- [74] MAŇÁK, J. *Nárys didaktiky*. Brno. Masarykova univerzita. 1995. ISBN 80-210-1124-6.
- [75] *Meyer Sound MAPP Online: Multipurpose Acoustical Prediction Program*. USA. Berkeley. Meyer Sound Laboratories Inc. 2003. 04.083.020.01.
- [76] MAREK, M. - SCHREIBER, I. *Stochastické chování deterministických systémů*. Praha. Academia. 1984.
- [77] MAREŠ, J. *E-learning respektující sociální potřeby studentů*. Rukopis přednášky. Hradec Králové. LF UK. 2005.
- [78] MAREŠ, J. *Elektronické učení a individuální styly učení*. Čs. psychologie, 3/48. Str.247-262. 2004. ISSN 0009-062X.
- [79] MAREŠ, J. *E-learning respektující potřeby studentů: nabízení, vyhledávání a využívání pomoci při učení*. In: Mechlová, E. (ed.). Informational and Communication Technology in Education. Str. 31-45. Rožnov pod Radhoštěm. 2004. ISBN 80-7042-993-3.
- [80] MAREŠ, J. *Vysokoškolská psychologie*. Přednášky doktorského studia. UHK. 2003.
- [81] MAREŠ, J. - ČÁP, J. *Psychologie pro učitele*. Praha. Portál. 2001. ISBN 80-7178-463-X.
- [82] MAREŠ, J. - GAVORA, P. *Anglicko-český slovník pedagogický*. Praha. Portál. 1999. ISBN 80-7178-310-2.
- [83] MAREŠ, J. *Styly učení žáků a studentů*. Praha. Portál. 1998. ISBN 80-7178-246-7.



- [84] MAREŠ, J. - SLAVÍK, J. - SVATOŠ, T. *Učitelovo pojetí výuky*. Brno. Masarykova univerzita. 1996. ISBN 80-210-1444-X.
- [85] MAREŠ, J. - KŘIVOHLAVÝ, J. *Komunikace ve škole*. Brno. Masarykova univerzita. 1995. ISBN - 80-2101-070-3.
- [86] MAREŠ, J. *Studentské posuzování jako jedna z metod hodnocení vysokoškolské výuky*. Praha. Univerzita Karlova. 1991. ISBN 80-7066-331-6.
- [87] MAREŠ, J. - KŘIVOHLAVÝ, J. *Sociální a pedagogická komunikace ve škole*. Praha. SPN. 1989.
- [88] MAZÁK, E. *Některé problémy e-learningu*. Vystoupení na konferenci "E-learning 2004". Praha. Kongresové centrum. 16. března 2004.  
Dostupný také z WWW: <<http://www.celn.cz/?article=222>>
- [89] MELEZINEK, A. *Inženýrská pedagogika*. Přednášky doktorského studia. UHK. 2003.
- [90] MELEZINEK, A. *Možnosti použití a definování zpětnovazebního modelu*. Ústní sdělení. UHK. 2003.
- [91] MELEZINEK, A. *Inženýrská pedagogika*. 2. přepracované vydání. Praha. ČVUT. 1994. ISBN 80-01-01214-X.
- [92] MELEZINEK, A. *Ingenierpädagogik*. 4. přepracované vydání. Springer-Verlag. Wien - New York. 1999. ISBN 3-211-83305-6.
- [93] MELEZINEK, A. *Unterrichtstechnologie*. Springer-Verlag. Wien - New York. 1982.
- [94] MERHAUT, J. *Teoretické základy elektroakustiky*. Praha. Academia. 1985.
- [95] MERHAUT, J. *Příručka elektroakustiky*. Praha. SNTL. 1964.
- [96] MYŠKA, K. *Projekt ozvučení a akustická měření v aule Pdf*. Ústní sdělení. Hradec Králové. Pdf. UHK. 2005.
- [97] NEČÁSEK, S. *Radiotechnika do kapsy*. Praha. SNTL. 1981.
- [98] NĚMEČEK, M. a kol. *Stručný slovník didaktické techniky a učebních pomůcek*. Praha. SPN. 1985.
- [99] NIKL, J. *Didaktické aspekty technických výukových prostředků*. Liberec. Technická univerzita. 2002. ISBN 80-7083-635-0.
- [100] NIKL, J. - RAMBOUSEK, V. *Promítací technika*. In Rambousek a kol. *Technické výukové prostředky*. Praha. SPN. 1989.
- [101] NÖLLKE, C. *Umění prezentace*. Praha. Grada Publishing. 2004. ISBN 80-247-9057-2.
- [102] NÖLLKE, C. *Präsentieren*. 3. Auflage. München. Haufe - Verlag. 2002. ISBN 3-4480-4988-3.
- [103] PADYŠÁK, M. *Aktuálny odkaz Komenského Veľkej didaktiky*. Žilina. Žilinská univerzita. 2002. Dostupný také z WWW: <<http://ns.spsknm.sk/~padysak/cit/odkazvd.pdf>>
- [104] *Panaray® LT Series III Loudspeakers - Performance, Flexibility, Aesthetics*. USA. Framingham. Bose Corporation. 2004. CCM-000255.
- [105] PAŘÍZEK, V. *Základy obecné pedagogiky*. Skriptum. Praha. Pedagogická fakulta UK. 1996.
- [106] PETTY, G. *Moderní vyučování*. Praha. Portál. 2004. ISBN 80-7178-978-X.
- [107] PINL, L. *Systém CATIA V5 a jeho možnosti při projektování školního pracoviště*. In *Technické vzdelanie ako súčasť všeobecného vzdelania*. Str. 120-124. Konferenčné materiály. [CD-ROM]. Banská Bystrica. UMB. 2003. ISBN 80-8055-870-1.
- [108] PINL, L. *Technika prostředí v pedagogickém procesu*. In *Modernizace výuky v technicky orientovaných oborech a předmětech*. Olomouc. UP. 2001. ISBN 80-7198-531-7.
- [109] PLCH, J. *Světelná technika v praxi*. Praha. IN-EL. 1999. ISBN 80-86230-09-0.
- [110] *Polar Plots for Bose Loudspeakers Bose Panaray® 502™A, 1/3 octave-band polar data*. USA. Framingham. Bose Corporation. 2002.
- [111] *Polar Plots for Bose Loudspeakers. Bose Panaray® 502™A, octave-band polar data*. USA. Framingham. Bose Corporation. 2002.
- [112] *Polar Plots for Bose Loudspeakers Bose Panaray® 502B&BP octave-band polar data*. USA. Framingham. Bose Corporation. 2002.
- [113] PRCHAL, J. *Signály a soustavy*. Praha - Bratislava. SNTL/ALFA. 1987.
- [114] *PRELIMINARY SIM®3 - Audio Analyzer System*. User Guide. USA. Berkeley. Meyer Sound Laboratories Inc. 2004. Part No. 05.136.060.01 X1.
- [115] PRŮCHA, J. - WALTEROVÁ, E. - MAREŠ, J. *Pedagogický slovník*. 4. aktualizované vydání. Praha. Portál. 2003. ISBN 80-7178-772-8.

- [116] PRŮCHA, J. *Alternativní školy a inovace ve vzdělávání*. Praha. Portál. 2001. ISBN 80-7178-584-9.
- [117] PRŮCHA, J. *Alternativní školy*. Praha. Portál. 1996. ISBN 80-7178-072-3.
- [118] PŮLPÁN, Z. *K problematice vágnosti v humanitních vědách*. Hradec Králové. Gaudeamus. Edice vědeckých prací. 1995.
- [119] RÁDL, Z. *Výskum a vývoj materiálnych didaktických prostriedkov pre základné a stredné školy*. Zborník, 4. diel. Bratislava. SPN. 1984.
- [120] RAMBOUSEK, V. *Technické výukové prostredky ve vyučovacím procese*. In Rambousek a kol. *Technické výukové prostredky*. Praha. SPN. 1989.
- [121] ROJÁK, A. - MIKLOŠIKOVÁ, M. *Některé možnosti využití softwaru z internetu ve výuce - I*. In *Technické vzdelanie ako súčasť všeobecného vzdelania*. Str. 353-357. Konferenčné materiály. [CD-ROM]. Banská Bystrica. UMB. 2003. ISBN 80-8055-870-1.
- [122] SALAVA, T. *Subwoofery nejen pro domácí kino*. Praha. ETOS acoustics. 2003.
- [123] SALAVA, T. *Reprodukce zvuku a poslechový prostor*. Praha. ETOS acoustics. 2003.
- [124] SALAVA, T. *Elektroakustická a elektromechanická měření*. Praha. SNTL. 1979.
- [125] SHANNON, C. *Raboty po teorii informacii i kibernetiki*. Moskva. Izdatelstvo inostrannej literatury. 1963. [překlad z angličtiny].
- [126] SCHELLMANN, B. a kol. *Média - základní pojmy, návrhy, výroba*. Praha. Europa-Sobotáles. 2004. ISBN 80-86706-06-0.
- [127] SCHELLMANN, B. - GAIDA, P. - GLÄSER, M. - KEGEL, T. *Medien - verstehen - gestalten - produzieren. Eine Einführung in die Praxis*. 2. Auflage. Haan-Gruiten. Europa-Lehrmittel Verlag. 2002. ISBN 3-8085-3522-9
- [128] SKALKOVÁ, J. *Využívání médií jako didaktického prostředku v procesu školního vyučování*. In: *Pedagogika*, 4/52. Str.455-462. 2002. ISSN 3330-3815.
- [129] SKALKOVÁ, J. *Obecná didaktika*. Praha. ISV. 1999. ISBN 80-85866-33-1.
- [130] SKALKOVÁ, J. *Základy pedagogiky*. Praha. SPN. 1983.
- [131] SKALKOVÁ, J. *Empirické výzkumy v pedagogice*. Skriptum. Praha. Univerzita Karlova. 1974.
- [132] SMETANA, C. *Ozvučování*. Praha. SNTL. 1987.
- [133] SMETANA, C. *Praktická elektroakustika*. Praha - Bratislava. SNTL/ALFA. 1981.
- [134] SOBEK, M. *Barva při tvorbě webových stránek a prezentací*. Praha. VŠH. 2002.
- [135] SOKOLOWSKI, P. - ŠEDIVÁ, Z. *Multimédia: současnost budoucnosti*. Praha. Grada. 1994. ISBN 80-7169-081-3.
- [136] SOLFRONK, J. *Organizační formy vyučování*. Praha. Karolinum. 1994. ISBN 80-7066-334-0.
- [137] STUČHLÝ, V. *Počítače a komunikace*. Praha. Computer Press. 1996. ISBN 80-85896-40-0.
- [138] *Surround Sound Past, Present, and Future. A history of multichannel audio from mag stripe to Dolby Digital*. UK. Dolby Laboratories. 2001.
- [139] SVOBODA, J. *Materiální didaktické prostředky ve výuce společenských věd na střední škole*. [on-line]. [cit. 2004-03-25]. Dostupný z WWW: <[http://www.spolved.web2001.cz/pro\\_vyuc/didaktik.htm](http://www.spolved.web2001.cz/pro_vyuc/didaktik.htm)>
- [140] SVOBODA, M. - ŠTEFAN, M. *Reproduktory a reproduktorové soustavy*. Praha. SNTL. 1983.
- [141] SÝKORA, B. *Reproduktory a reproduktorové soustavy trochu jinak*. Amatérské rádio. Řada B. Ročník XLII/1993. Čís. 5.
- [142] ŠATÁNEK, J. - GAJDOŠOVÁ, L. *Význam motivácie v technickej výchove*. In *Technické vzdelanie ako súčasť všeobecného vzdelania*. Str. 249-254. Konferenčné materiály. [CD-ROM]. Banská Bystrica. UMB. 2003. ISBN 80-8055-870-1.
- [143] ŠVARCOVÁ, I. *Didaktika*. Učební text pro studenty pedagogické fakulty. [on-line]. Praha. UK. [cit. 2003-07-01]. Dostupný z WWW: [http://www.pdf.cuni.cz/kped/Studentum/nejedla\\_svarcovaa.html/pedagogika-text/didaktika.doc](http://www.pdf.cuni.cz/kped/Studentum/nejedla_svarcovaa.html/pedagogika-text/didaktika.doc)
- [144] ŠVEJDA, G. *Technologie vzdělávání*. Rukopis skripta. České Budějovice. JČU. Pedagogická fakulta. Katedra pedagogiky. 1999.
- [145] *The Dolby CP650 - Stereo Cinema Processor*. Reference manual. UK. Dolby Laboratories. 2004.
- [146] *The Dolby CP65 - Stereo Cinema Processor*. Reference manual. UK. Dolby Laboratories. 1998.

- [147] TICHÝ, I. - NIKL, J. - BÍM, J. *Praktikum didaktické techniky*. Praha. SPN. 1978.
- [148] TOMAN, K. *Reprodukory a reprosoustavy, 1. díl*. Karviná. Dexon. 2001.
- [149] TULKA, J. *Věda a vědecká metodologie I*. Pardubice. Univerzita Pardubice. Fakulta chemicko-technologická. 2003. ISBN 80-7194-523-4.
- [150] TUREK, I. *Požiadavky na dizertačné práce v študijnom programe 1.1.10 Odborová didaktika na KIPP MtF STU v Bratislave*. Bratislava. STU. MtF. 2005.
- [151] TUREK, I. *Požiadavky na dizertačné práce vo vednom odbore 75-02-9 teória vyučovania predmetov všeobecnovzdelávacej a odbornej povahy, špecializácia - teória vyučovania technických odborných predmetov (doktorandskom študijnom programe didaktika profesijných technických predmetov)*. Bratislava. STU. MtF. 2004.
- [152] TUREK, I. *Ako písať záverečné práce*. Bratislava. Metodické centrum. Edukácia. 1999.
- [153] *User-Defined Equalization Curves with the LD-3 Compensating Line Driver*. USA. Berkeley. Meyer Sound Laboratories Inc. 2003. Part No. 01.118.282.01 Rev.A.
- [154] *Variplex™ II. 3-Way High-Power Screen Channel Speaker*. USA. Electro-Voice. 2003. Part No. 38110-172.
- [155] *Venkovní LED obrazovky Diamond SUN Runner*. [on-line]. [cit. 2004-12-20]. Dostupný z WWW: <[http://www.Complex\\_cz - Venkovní LED obrazovky.htm](http://www.Complex_cz - Venkovní LED obrazovky.htm)>
- [156] VRBA, J. - VŠETULOVÁ, M. *Multimediální technologie ve vzdělávání*. Olomouc. UP. 2003. ISBN 80-244-0562-8.
- [157] *Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj, č.137/1998 Sb., ze dne 9.června 1998, o obecných technických požadavcích na výstavbu*.
- [158] *Vyhláška Ministerstva zdravotnictví, č.108/2001 Sb., ze dne 9.března 2001, kterou se stanoví hygienické požadavky na prostory a provoz škol, předškolních zařízení a některých školských zařízení*.
- [159] *W8L - High performance three-way line array enclosure*. UK. High Wycombe. Martin Audio Ltd. 2003.
- [160] *W8LC - High performance three-way line array enclosure*. UK. High Wycombe. Martin Audio Ltd. 2003.
- [161] *W8LS Line Array Subwoofer*. UK. High Wycombe. Martin Audio Ltd. 2003.
- [162] WEBB, B. - BAIRD, J. *Advances in line array technology for live sound*. UK. High Wycombe. Martin Audio Ltd. 2004.
- [163] WIMMER, G. *Štatistické metódy v pedagogike*. Hradec Králové. Gaudeamus. 1993. ISBN 80-7041-864-8.
- [164] *WLX - Very high output Hybrid™ folded horn/reflex loaded sub-woofer system*. UK. High Wycombe. Martin Audio Ltd. 2003.
- [165] ZLÁMAL, J. *Multimediální technologie při výuce předmětu služba dopravní policie ve střední policejní škole ministerstva vnitra v Praze*. In *Technické vzdelanie ako súčasť všeobecného vzdelania*. Str. 404-408. Konferenčné materiály. [CD-ROM]. Banská Bystrica. UMB. 2003. ISBN 80-8055-870-1.

## PUBLIKAČNÍ ČINNOST SOUVISEJÍCÍ S PŘEDMĚTEM DIZERTAČNÍ PRÁCE

- DRTINA, R. *Akustika v.1.0 - prostorové výpočty*. Program pro mikropočítač SAPI-1. IRIS-Elektroakustika. Chlumec nad Cidlinou. 1987.
- DRTINA, R. *Modernizace učebny č.111*.  
Dílčí výzkumná zpráva za rok 1993. Hradec Králové. VŠP. 1994.
- DRTINA, R. *Úprava elektrických rolet typ ERS-4*. ZN2/94/PF. Hradec Králové. VŠP. 1994.
- DRTINA, R. *Náhrada světelných zdrojů ve zpětných projektorech Meotar, Meotar 2, Meotar 2a*. ZN 1/95/PF. Hradec Králové. VŠP. 1995.
- DRTINA, R. *Akustický klenot VŠP v Hradci Králové*.  
Hradec Králové. VŠP. KTP. Pdf. 2000.
- DRTINA, R. *Návrh dispozičního řešení počítačové laboratoře LZT-6*.  
Hradec Králové. VŠP. KTP. Pdf. 2000.
- DRTINA, R. *Redukce termické a akustické zátěže učeben*. In Sborník konference s mezinárodní účastí Modernizace vysokoškolské výuky technických předmětů, str. 34-37. Hradec Králové. UHK. Gaudeamus. 2003. ISBN 80-7041-545-2. ISSN 1214-0554.
- DRTINA, R. *Informační exploze a vzdělávání*.  
Seminární práce k předmětu Inženýrská pedagogika. UHK. Pdf. KTP. 2003.
- DRTINA, R. *Informační technologie, informace a vzdělávání*.  
Seminární práce k předmětu Informační technologie. UHK. Pdf. KTP. 2004.
- DRTINA, R. *Didaktické aspekty technických prostředků učebny*.  
Seminární práce k předmětu Vzdělávací technologie. UHK. Pdf. KTP. 2004.
- DRTINA, R. *Technicko-didaktické aspekty optického a akustického přenosu informací vo vyučovacom procese*. Rigorózná práca. Univerzita Mateja Bela. Fakulta prírodných vied. Katedra techniky a technológií. Banská Bystrica. 2004.
- MANĚNA, V. - DRTINA, R. *Zásady tvorby elektronických prezentací*. In Sborník příspěvků mezinárodní konference Modernizace vysokoškolské výuky technických předmětů, díl I., str.75-78. Hradec Králové. UHK. Gaudeamus. 2005. ISBN 80-7041-954-7. ISSN 1214-0554.
- DRTINA, R. - MANĚNA, V. - CHRZOVÁ, M. *Je digitální konverze problém?* In Sborník příspěvků mezinárodní konference Trendy technického vzdělávání 2005. Str. 277-280. Katedra technické a informační výchovy. Pedagogická fakulta UP Olomouc. Votobia. Praha. 2005. ISBN 80-72220-227-8.
- DRTINA, R. - MANĚNA, V. - CHRZOVÁ, M. *Obrazové formáty a jejich vztah k zornému poli*. In Sborník příspěvků mezinárodní konference Trendy technického vzdělávání 2005. Str. 281-284. Katedra technické a informační výchovy. Pedagogická fakulta UP Olomouc. Votobia. Praha. 2005. ISBN 80-72220-227-8.
- DRTINA, R. - MANĚNA, V. - CHRZOVÁ, M. *Prieskum Prenosových charakteristík ozvučovacích systémov prednáškových sál Univerzity v Hradci Králové*. Technické vzdelanie ako súčasť všeobecného vzdelania. Konferenčné materiály. Banská Bystrica. UMB. 2005. (sborník v tisku)
- DRTINA, R. - MANĚNA, V. - CHRZOVÁ, M. *Subjektívno-kvalitatívne parametre optického prenosu informácií v prednáškových sálach Univerzity v Hradci Králové*. Technické vzdelanie ako súčasť všeobecného vzdelania. Konferenčné materiály. Banská Bystrica. UMB. 2005. (sborník v tisku)