



1/2008

Media4u Magazine

ISSN 1214-9187 Čtvrtletní časopis pro podporu vzdělávání
The Quarterly Magazine for Education * Квартальный журнал для образования
Časopis je archivován Národní knihovnou České republiky

NA ÚVOD

INTRODUCTORY NOTE

Blíží se 2. ročník elektronické mezinárodní vědecké konference

Média a vzdělávání 2008

Konference bude opět pořádána ve spolupráci několika vysokých škol. Vzhledem ke kladnému ohlasu 1. ročníku a příslibu účasti několika významných osobností, předpokládáme, že opět budou spolupracovat:

- Vysoká škola hotelová v Praze 8, s.r.o.
- Pedagogická fakulta UHK
- Trenčianská univerzita A. Dubčeka
- Časopis Media4u Magazine

Konference proběhne v říjnu 2008, přesný termín podání přihlášek a zaslání příspěvků, stejně jako další podrobnosti oznámíme ve 2. vydání časopisu Media4u Magazine. V současné době pro konferenci dojednáváme poslední organizační záležitosti.

V redakční radě jsme uvítali novou členku, PhDr. Ivanu Šimonovou, Ph.D., která se na Fakultě informatiky a managementu UHK zabývá využíváním médií a multimédií při výuce cizích jazyků a oblastí e-learningu.

Stále platí nabídky na všechny formy spolupráce, uvedené v minulých vydáních.

Základní informace o cílech našeho časopisu a seznam členů redakční rady najdete na hlavní stránce pod odkazem „O magazínu“. Pod stejnojmenným odkazem najdete na hlavní stránce rovněž „Podmínky pro psaní příspěvků“.

V příštím vydání zahájíme cyklus příspěvků o elektronickém podnikání, informačních systémech a jejich ochraně.

Ing. Jan Chromý, Ph.D.

OBSAH

CONTENT

Ivana Šimonová

Styl učení a výuky: Harmonie nebo střet?

Learning style: Harmony or conflict?

René Drtina, Václav Maněna

Ozvučovací systémy pro velká auditoria. Část 6. - Reproduktorové sloupy

Sound systems for large areas. Part 6 - The column speakers

Katarína Krpáľková Krelová, Lucia Krištofiaková

Vplyv IKT na kvalitu vyučovacieho procesu

Impact of ICT on the quality of educational process

Jan Chromý

Hardware pro virtuální realitu – sluchový vjem

Hardware for virtual reality – acoustic cue

René Drtina, Jaroslav Lokvenc

Doplňky pro vaši laboratoř. Část 6. - Logaritmický indikátor úrovně

Accessories for your laboratory. Part 6 - The logarithmic level meter

PhDr. Ivana Šimonová, Ph.D.

Katedra aplikované lingvistiky, Fakulta informatiky a managementu, Univerzita Hradec Králové

Department of Applied Languages, Faculty of Informatics and Management, University of Hradec Kralove

Resumé: Článek přináší přehled zajímavých stylů učení a výuky se zaměřením na distanční vzdělávání a e-learning. Autorka popisuje teorie stylů učení, jejich definice, vybírá zajímavé modely a upozorňuje na časté problémy.

Summary: The article presents an overview of important learning styles. It particularly concentrates on those related to distance education and e-learning. The author deals with learning style theories, definitions, summarizes the most important models and pays attention to frequent problems.

Úvod

Jednotliví lidé se liší tím, že na stejnou situaci pohlížejí z různých úhlů, vybaveni odlišnými pozorovacími schopnostmi, každý po svém si v mozku uloží, zpracuje a následně interpreтуje to, co viděl nebo zažil. I přes všechny tyto rozdíly každý může mít pravdu.

Každý žák, student, prostě učící se, se odlišuje stylem učení se (learning style, LS), tj. postupuje jiným způsobem při získávání a zpracovávání informací, vytváření znalostí (tj. vědomostí, dovedností, postojů) a jejich využívání v nových podmínkách. Individuální rozdíly jsou zřejmé, ale jak souvisí s charakteristikami osobnosti? Odpověď nám poskytuje kognitivní psychologie. Tento obor se zabývá problematikou kognitivního styl (cognitive style, CS), tj. kvalitou a průběhem poznávání, a myšlením. Výsledkem je teorie o metaučení, neboli zjednodušeně řečeno učení o tom, jak se učit. Dalším problémem je stabilita (trvalost) stylu učení, spolehlivost a platnost naměřených hodnot a vliv stylu učení na vyučovací proces. Autorům nových studií se většinou nedaří zodpovědět již položené otázky, ale přinášejí nové. I přesto se očekává, že výsledky výzkumů v tomto oboru budou pro didaktiku distančního vzdělávání velmi důležité.

Definice stylů učení a poznávání

Definic obou termínů existuje celá řada. Tento článek se bude zabývat pouze těmi, které souvisejí s jeho zaměřením.

Kognitivní styl je chápán jako:

- pro jedince charakteristický a stabilní způsob organizování a zpracovávání informací (Tennant, 1998),
- způsob vnímání, zapamatování zpracovávání, organizování informací a řešení problémů, který je pro daného jedince odpovídající (Stash, 2007).

Styly učení jsou definovány jako:

- upřednostňování jednoho způsobu učení před druhým, což ale neznamená úplné vyloučení tohoto druhého způsobu – jindy, v jiné situaci, může být dána přednost právě jemu (Kolb, 1984),
- soubor kognitivních, afektivních a psychologických faktorů, který slouží jako relativně stálý indikátor studentova vnímání a reakcí ve vzdělávacím prostředí (Coffield et al., 2004),
- popis postojů a chování jedince, které určují, jakému způsobu učení dává dotyčný přednost (Honey and Mumford, 1992).

V praxi dochází často k nepřesnému chápání rozdílu mezi stylem učení a schopnostmi jedince. Podle Sternberga (1999) schopnosti vyjadřují, *jak dobře*, kvalitně je jedinec schopen něco vykonat, zatímco styl popisuje

způsob, jakým je aktivita vykonávána. Proto je styl učení definován jako **preferovaný způsob, kterým jedinec využívá své schopnosti**.

Přehled pojetí stylů učení

Definice stylu učení vycházející z jeho samotné podstaty, tj. odlišného, a přece v dílčím výsledku správného pohledu na problém, vedly ke vzniku mnoha pojetí stylů učení. I když jednotlivé modely vykazují některé shodné přístupy, vznikly na různých vědeckých pracovištích, bez vzájemné spolupráce autorů a jsou popsány odlišnou terminologií. Coffield (Coffield et al., 2004) vybral podle kritéria důležitosti, rozšířenosti a vlivu na ostatní 71 stylů, které seskupil do 13 skupin. Z těch vybral následujících šest, které považoval za nejdůležitější. Jejich autory jsou:

- R. a K. Dunnovi,
- H. A. Witkin, R. J. Riding a I. Cheema,
- K. C. Briggs a I. B. Myers,
- D. A. Kolb, P. Honey a A. Mumford, R. Felder a L. K. Silverman,
- G. Pask, J. D. Vermunt.

Model R. a K. Dunnových

Rita a Kenneth **Dunnovi** jsou autory modelu (Dunn and Dunn learning styles model), ve kterém je styl poznávání a učení považován za stálý a velmi obtížně měnitelný, protože způsob poznávání a učení se je dán geneticky, je ovlivněn tím, které smysly a myšlenkové operace se na vnímání a učení podílejí, souvisí s dominancí levé nebo pravé hemisféry. Styl se je určen pěti prvky (stimuli), které ovlivňují, kolik se toho jedinec naučí (Dunn, 2003a). patří k nim:

- *Vliv okolního prostředí (Environmental stimuli)*, tj. zvuků, světla, teploty, vybavení učebny, rozložení nábytku v učebně, pohodlí při sezení, psaní aj.
- *Afektivní vlastnosti jedince (Emotional stimuli)*, tj. individuální motivace, vytrvalost, důslednost, potřeba systému, struktury.
- *Sociální vlastnosti jedince (Sociological stimuli)*, tj. preference individuální práce, spolupráce ve dvojici, skupině, týmu, s vrstevníky, s učitelem, který je autoritativní

nebo kamarádský, novými nebo vyzkoušenými cestami.

- *Fyziologické vlastnosti jedince (Physiological stimuli)*, tj. využívání preferovaných druhů vjemů (VAKT, tj. vizuální, visual; auditivní, auditory; kinestetický, kinesthetic; hmatový, tactile), časových úseků v průběhu dne, kdy je jedinec nejaktivnější, pocit hladu, žízně potřeba pohybu při učení. *Vizuální* typ studenta se nejefektivněji učí pomocí textů, obrázků. *Auditivní* typ preferuje verbální výuku, přednášky, diskuse, naslouchání druhým. *Kinestetický a hmatový* typ upřednostňuje podtrhávání v textu, psaní poznámek, učení se praktickou činností.
- *Psychologické vlastnosti jedince (Psychological stimuli)*, tj. globálně analytický a impulsivně reflektivní způsob zpracovávání informací, hemisférické preference. *Analytický* myslící studenti dávají přednost učení po jednotlivých prvcích, částech, postupně, v logických souvislostech. Globální typy studentů začínají od celku, postupně se propracovávají k jednotlivým, základním prvkům. Impulzivní studenti se rozhodují a konají rychle, reflektivní typy zvažují a promýšlejí několik alternativ, než dojdou ke konečnému rozhodnutí. Teorie hemisfér je založena na principu různých funkcích mozku. V levé polokouli jsou uloženy řeč, typ inteligence, verbální, lineární a analytické myšlení, v pravé polokouli jsou umístěna centra emocí, postojů globálního myšlení, prostorové orientace aj. Podle Sonniera (Coffield et al., 2004) hemisférické preference mohou být jedním z hlavních faktorů individuálních rozdílů mezi lidmi. Ačkoli i Dunnovi s touto teorií souhlasí, jejich model nezahrnuje žádné nástroje pro měření dominance hemisfér.

Model H. A. Witkina, R. J. Ridinga a I. Cheemy

Tyto modely vycházejí z teorie, že styly jsou obecné zvyky, trvalá, stabilní základna, ze které vychází chování jedince, a jako takové nepodléhají výchovně-vzdělávacím vlivům, nedochází k jejich změnám. **Witkinův** výzkum

závislosti (field-dependence, FD) a nezávislosti (field-independence, FI) stylu učení na prostředí byl zahájen ve 40. letech 20. století třemi silně korelujícími testy (Rod and Frame Test, Body Adjustment Test, Group Embedded Figures Test) (Coffield et al., 2004).

Studenti závislí na prostředí zpracovávají informace globálně, pasivně, ignorují detaily, jsou méně nároční, učení ve skupině vrstevníků považují za jedinou možnost, od nich také nejlépe přijímají podněty, zpětnou vazbu a korekci. Studenti nezávislí na okolí myslí analyticky, jsou schopni zpracovat potřebné zdroje informací a splnit zadání. Zaměřují se na podrobnosti, pracují postupně, samostatně, uznávají a využívají pravidla a zákony, informace zpracovávají efektivně, trvale. V univerzitním studiu obvykle dosahují lepších výsledků.

Pojetí **Ridinga** a **Cheemy** vychází z rozboru 30 stylů učení zařazených do dvou nezávislých dimenzí nazývaných metastyly. *Glogálně-analytická* dimenze ukazuje přístup k organizaci informací. Studující s holistickým přístupem (wholists, holists) preferují celkový pohled na situaci, analytici vidí informace jako jednotlivé položky a soustředí se na jejich zpracování postupně za určitou časovou jednotku. *Verbálně-obrazová* dimenze demonstruje, zda jsou informace v průběhu procesu myšlení zpracovávány ve formě slov nebo obrazů. pozice studujícího je určena počítačem na základě analýzy stylu poznávání (Cognitive Style Analysis, CSA) (Riding, 1997).

Model K. C. Briggs a I. B. Myers

Jung definuje styl učení jako součást relativně stálého typu osobnosti, který je pozorovatelný z vnějšího prostředí (Coffield et al., 2004).

Dotazník pro stanovení stylu učení (The Myers-Briggs Type Indicator, MBTI) vytvořily Katherine Cook **Briggs** a její dcera Isabel Briggs **Myers**. Dotazník nejprve stanoví typ osobnosti studujícího, ze kterého vyvozuje jeho reakce na okolní svět. Model je tvořen čtyřmi dvojicemi opačných preferencí:

- Jaký je vztah jedince ke světu? Extrovert (Extroversion, E)/Introvert (Introversion, I)
- Jakým způsobem jedinec přijímá a zpracovává informace? Smysly (Sensing, S)/

Intuitivně (Intuition, N)

- Jakým způsobem jedinec dochází k rozhodnutí? Přemýšlením (Thinking, T) / Citem, pocitem (Feeling, F)
- Jakým způsobem jedinec řídí svůj život? Úsudkem, hodnocením (Judging, J) / Smyslovým vnímáním (Perceiving, P)

Standardní verze dotazníku obsahuje 93 dichotomických položek. Kombinováním jedné preference z každé dvojice vzniká 16 typů osobnosti, např. podle zkratk převzatých z anglické terminologie typ INFJ (Introvert, Intuitive, Feeler, Judger), tj. introvertní, intuitivní osobnost, která se řídí pocity a úsudkem).

Modely D. A. Kolba, P. Honeyho a A. Mumforda, R. Feldera a L. K. Silvermana

Dotazník stylů učení Kolba, Honeyho a Mumforda, Felderův-Silvermanův model, to jsou nástroje jejichž autoři nepovažují styl učení za stálý, neměnný rys osobnosti, ale definují ho jako preferenci určitého způsobu učení, která se aktuálně mírně mění dle konkrétní situace.

Kolbův dotazník stylů učení (Learning Style Inventory, LSI) vychází z teorie vytváření znalostí na základě přeměny zkušeností. Cyklus učení má čtyři stupně:

- konkrétní zkušenost – pocity (Concrete Experience, CE – feeling),
- abstraktní konceptualizace – myšlení (Abstract Conceptualization, AC - thinking)
- aktivní experimentování – reálná práce (Active Experimentation, AE – doing),
- reflektivní pozorování – sledování (Reflective Observation, RO – watching).

Každý styl učení je definován dvěma stupni:

- *Divergentní* (diverging) styl, tj. rozbíhající se, určený kombinací CE / RO, mají studující s rozvinutou představivostí, kteří se řídí city a pocity, preferující pozorování, i z několika pohledů, před vlastní aktivitou, vytvářející alternativní řešení. Jejich základní otázkou je „PROČ?“.
- *Integrovaní* (assimilating) styl, tj. spojující, vstřebávající, přijímající, určený kombinací RO/AC, mají studující, kteří raději pracují s abstraktními koncepty než s reálnými lidmi, více se soustředí na teorie než jejich praktické využití, kladou důraz na logické

uspořádání informací do struktur, potřebují čas na přemýšlení, úvahy. Jejich základní otázkou je „CO?“.

- *Konvergentní* (converging) styl, tj. sbíhavý, sblížující, určený kombinací AC / AE, mají studující, kteří snadno a dobře řeší problémy, docházejí k rozhodnutím a praktické aplikaci, preferují kontakty založené na technických prostředcích před mezilidskými vztahy, jsou aktivní, postupují metodou pokusu a omylu. Jejich základní otázkou je „JAK?“.
- *Přizpůsobující se* (accommodating) styl, určený kombinací AE / CE, vyhovující intuitivním studentům netrpělivým, ctižádostivým, dobře se adaptujícím na nové podmínky a situace, těm, kteří se učí praktickou činností, metodou pokusu a omylu. Jejich základní otázkou je „CO KDYBY?“

Dotazník LSI je tvořen 12 větami, které popisují učení. Každá věta nabízí čtyři možnosti zakončení, podle kterých jsou vyhodnoceny preference. Dotazník je považován za nejvhodnější pro skupinovou výuku cizích jazyků, nedoporučuje se pro stanovování individuálních preferencí.

Honey a Mumford vyšli z Kolbova dotazníku LSI a vytvořili vlastní (Learning Style Questionnaire, LSQ), který je strukturován do čtyř stupňů:

- Stupeň 1: *Aktivní* student, který vychází z vlastní zkušenosti (Activist).
- Stupeň 2: *Uvažující, zvažující* student, který vychází z (vy)hodnocení vlastní zkušenosti (Reflector).
- Stupeň 3: *Student-teoretik*, který vychází ze závěrů, výsledků svých zkušeností (Theorist).
- Stupeň 4: *Student-pragmatist*, který plánuje další kroky, postup (Pragmatist).

Dotazník LSQ nezjišťuje, jak se lidé učí, ale zkoumá obecné tendence chování (Coffield et al., 2004). Jeho autoři zdůrazňují, že **žádný ze stylů učení nemá převažující výhodu nad ostatními styly. Každý styl má své silné stránky, které se mohou osvědčit v jedné situaci, ale v jiné nejsou efektivní.**

Model Feldera a Silvermana je tvořen čtyřmi dimenzemi:

- *Activní / Reflectivní*. Tato dimenze odpovídá Kolbově AE/RO, Honeyho a Mumfordově stylu Activist/Reflector a Extrovert/Introvert v MBTI.
- *Smyslová / Intuitivní*. Tato dimenze je celá převzata z MBTI.
- *Vizuální / Verbální*. Tato dimenze preferuje vizuální prezentace (obrázky, grafy, přehledy, tabulky) a verbální projev (v mluvené i psané podobě). Odpovídá verbálně-obrazové dimenzi v Ridingově modelu.
- *Globální / Sekvenční*. Globálně studující postupují velkými skoky, informace přijímají náhodně, bez propojujících vztahů a zákonitostí, ale nacházejí mezi nimi vztahy nové nebo je vytvářejí novými cestami. Nové myšlenky se u nich objevují náhle, někdy mohou mít problémy při vysvětlování, jak nebo na základě čeho se nová myšlenka zrodila. Sekvenční studující postupují lineárně, v jednotlivém, logicky řazených krocích. Tato dimenze odpovídá globálně analytické dimenzi Ridinga.

Richard Felder a Barbara **Soloman** vytvořili 44 otázek, jejichž úkolem je zhodnotit upřednostňování jednotlivých dimenzí (Index of Learning Styles, ILS), který se zaměřuje speciálně na univerzitní studenty technických oborů, budoucí inženýry.

Model G. Paska a J. D. Vermunta

Strategie (přístupy) jako opak stylů, zohledňují předchozí zkušenosti a kontextuální vlivy. Jsou založeny na vnímání úkolů a způsobech jejich řešení. **Paskův** model rozlišuje dvě strategie, které jsou analogické se závislostí nebo nezávislostí studujícího na prostředí:

- *Serialistická* (sekvenční) strategie znamená realizaci procesu učení krok za krokem, plněním jednotlivých úkolů za určitý časový úsek.
 - *Holistická globální*) strategie vychází z komplexní situace, která zahrnuje více problémů a úkolů v jednom časovém úseku
- Pask navrhl dva nástroje k určení typu strategie (the Spy Ring History Test a the Smuggler's Test), ale ani jeden z nich není považováno

ván za dostatečně spolehlivý a snadno použitelný.

Na rozdíl od Paska **Vermunt** chápe styly učení a strategie jako synonyma. Jeho model zahrnuje čtyři styly učení:

- styl zaměřený na *význam* (meaning-oriented),
- styl zaměřený na *aplikaci* (application-oriented),
- styl zaměřený na *reprodukcii* (reproduction-oriented),
- *neřízený* styl (undirected).

Každý z jmenovaných stylů se odlišuje v pěti oblastech, a to v kognitivním zpracování, orientaci v učivu, afektivních procesech, ve vnitřním (psychickém, duševním) modelu učení a v míře regulace procesu učení. Pro vyhodnocení stylu Vermunt vytvořil dotazník sestavený ze 120 položek (Inventory of Learning Styles). Je zaměřen na studenty středních a vysokých škol.

Harmonie a střety v praktické aplikaci stylů učení

Efektivnost edukačního procesu je určena inteligencí studujícího, jeho vstupními znalostmi, silou motivace, stresu, sebedůvěry, a také stylem poznávání a učení. Obecně se předpokládá, že styl výuky učitele bude odpovídat stylu učení žáka/stylům učení žáků. Felder zdůrazňuje, že trvalý nesoulad v těchto činnostech může mít dalekosáhlé a dlouhotrvající následky v průběhu celého edukačního procesu, a to tím, že některé studenty favorizuje, ale jiné v různé míře diskriminuje. Na druhé straně bylo prokázáno, že stále stejný styl výuky může vést k pasivitě a nudě učitele i žáka (1993). Gregorc (1984) došel k závěru, že studující se silnou preferencí pouze jednoho

stylu učení studují velmi neefektivně, zatímco pro ostatní, jejichž preference jsou mírnější, je neodpovídající styl výuky spíše výzvou, která jim umožní rozvíjet nové strategie učení.

V mnoha výzkumech bylo prokázáno, že styl výuky odpovídající stylu učení vede k lepším studijním výsledkům (Coffield et al., 2004). Smith (et al., 2002) ale našel stejný počet studií (čtyři z devíti), které dokazovaly, že výuka byla efektivnější, jestliže styl výuky odpovídal i neodpovídal stylu učení. Mitchell (et al., 2004) tak dochází k závěru, že přílišné přizpůsobování procesu výuky jednomu specifickému uživateli nebo malé skupině omezuje ostatní studující. Toto tvrzení se plně netýká handicapovaných studentů, pro jejichž výuku platí ještě další pravidla a principy. Multimedialní výuku podporovanou nebo realizovanou informačními a komunikačními technologiemi (ICT) považuje za vhodnou pro všechny studující. Důvodem je široká škála možností a aktivit využitelných ve všech fázích edukačního procesu, jejichž výběr lze zaměřit dle zjištěného stylu učení. Možnost individualizace procesu učení i výuky patří k největším výhodám tohoto způsobu výuky. Výuka akceptující využívání ICT je velmi potřebná a jistě bude (muset) dále rozvíjet jak v praktických aplikacích, tak i v odhalování teoretických zákonitostí.

Závěr

Z výše uvedeného je zřejmé, že student by si měl být vědom toho, jaký styl učení mu nejvíce vyhovuje, pro které učební aktivity je vhodný, a kdy je potřeba to zkusit jinak. V současnosti, kdy existuje potřeba dalšího vzdělávání, realizovaného často distančně a s podporou ICT, může kvalifikované využívání znalostí z oblasti stylů učení i vyučování vzdělávací proces významně usnadnit.

LITERATURA

- COFFIELD, F. et al. *Learning styles and pedagogy in post-16 learning. A systematic and critical review. Newcastle University report on learning styles.* [online]. [cit. 2007-10-31]. Dostupné z : < <http://www.lsd.org.uk/files/PDF/1543.pdf> >
- Dotazníky. [online]. [cit. 2007-10-31]. Dostupné z : < http://csd.mcmaster.ca/academic/learning_styles.htm >, < http://www.personalitypathways.com/type_inventory.html >, <<http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html> >.
- DUNN, R. *The Dunn and Dunn learning style model and research.* New York : St John's University, 2003.
- FELDER, F. M., SILVERMAN, L. K. Learning/Teaching styles in engineering education. *Journal of engineering education*, 78(8) : 674-681, 1998.
- GREGORC, A. F. Learning/teaching styles : potent forces behind them. *Educational leadership*, 36 : 234-2387, 1979.
- HONEY, P., MUMFORD, A. *Using your learning styles.* Maidenhead : Peter Honey Publications, 2002.
- KOLB, A. D. *Experiential learning : experience as the source of learning and development.* Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice Hall, 1984.
- MAREŠ, J. *Styly učení žáků a studentů.* 1. vyd. Praha : Portál, 1998. 239 s. ISBN 80-7178-246-7.
- MITCHELL, D. P. *Learning style : a critical analysis of the concept and its assessment.* London : Kogan Page, 1994.
- PASK, G. Styles and strategies of learning. *British journal of educational psychology*, 46 : 128-148, 1976.
- RIDING, R. J., CHEEMA, I. Cognitive styles – an overview and integration. *Educational psychology*, 11 (3-4) : 193-215, 1991.
- SMITH, W., SEKAR, S., TOWNSEND, K. The impact of surface and reflective teaching and learning on student academic success. In *Proceedings of 7th annual european learning style information network conference.* Ghent, 2002, pp. 407-418.
- STASH, N. *Incorporating cognitive/learning styles in a general-purpose adaptive hypermedia system.* [online]. [cit. 2007-10-31]. Dostupné z : < <http://alexandria.tue.nl/extra2/200710975.pdf> >
- STASH, N., CRISTEA, A., DEBRA, P. Adaptation of learning styles in e-learning : approach evaluation. In *Proceedings of e-learn 2006 conference,* Honolulu, Hawaii, 2006. ISBN 1-880094-60-6.
- VERMUNT, J. D. Metacognitive, cognitive and affective aspects of learning styles and strategies : a phenomenographic analysis. *Higher education*, 31 : 25-50, 1996.
- TENNANT, M. *Psychology and adult learning.* London : Routledge, 1999.
- STERNBERG, R. J., GRIGORENKO, E. L. *Perspectives on Thinking, Learning and Cognitive Styles : a capsule history of theory and research on styles.* N.Y. : LEA, 1999.

Lektorovali

Prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D.
Ing. Jan Chromý, Ph.D.

Kontaktní adresa

PhDr. Ivana Šimonová, Ph.D.
Univerzita Hradec Králové
Rokitanského 62
500 03 Hradec Králové
e-mail: ivana.simonova@uhk.cz

PaedDr. René DRTINA, Ph.D. - Mgr. Václav MANĚNA, Ph.D.

Katedra technických předmětů, Pedagogická fakulta, Univerzita Hradec Králové

Department of Technical subjects, Faculty of Education, University of Hradec Kralove

Resumé: Článek se zabývá principiálním řešením ozvučovacích soustav pro velké prostory (učebny a přednáškové sály). Uvádí výhody, nevýhody a podmínky funkce jednotlivých typů ozvučovacích soustav, způsob řešení i specifické požadavky pro velké ozvučovací systémy. Šestá část je věnována reproduktorovým sloupům.

Summary: This article deals with fundamental solving of the sound system for the large areas (schoolrooms and lecture auditoriums). It shows its advantages, drawbacks and conditions for its functioning as single type sound systém. Part 6 describes the column speakers.

REPRODUKTOROVÝ SLOUP

Reproduktorové sloupy se obvykle řadí do kategorie speciálních zářičů. Používali se řadu desetiletí a v posledních letech se opět vracejí do ozvučovacích systémů velkých prostorů.



Obr.79 Reproduktorový sloup Dexon DPT 308

Z konstrukčního hlediska je klasický reproduktorový sloup relativně jednoduchá soustava. Zářiče stejného typu jsou zpravidla namontovány těsně vedle sebe, tak aby jejich akustické středy byly na jedné ose. Nejčastěji se pro osazení reproduktorových sloupů volí širokopásmové kruhové reproduktory s průměrem do 200 mm, v některých případech se používají reproduktory eliptické nebo oválné. Jejich po-

čet bývá 2 až 8. Sloupy s větším počtem zářičů se potom skládají z dílčích sekcí.

V případě potřeby se reproduktorové sloupy řadí i vedle sebe a vytvářejí tak akustický zářič nazývaný reproduktorová stěna (obr.80).

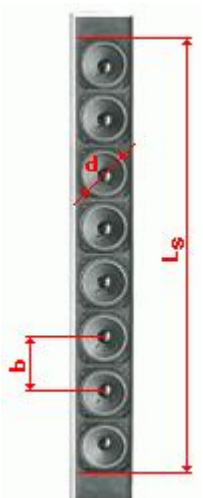


Obr.80 Reproduktorová stěna
(šestice reproduktorových sloupů Dexon DPT 308)

VYZAŘOVÁNÍ REPRODUKTOROVÉHO SLOUPU

Vyzařovací směrové charakteristiky reproduktorového sloupu jsou závislé na jeho uspořádání a na použitých reproduktorech. Základní mechanické parametry reproduktorového slou-

pu jsou (obr.81): počet zářičů n , průměr zářiče d , báze (osová vzdálenost zářičů) reproduktorového sloupu b a aktivní délka reproduktorového sloupu L_s .



Obr.81 Základní mechanické parametry reproduktorového sloupu

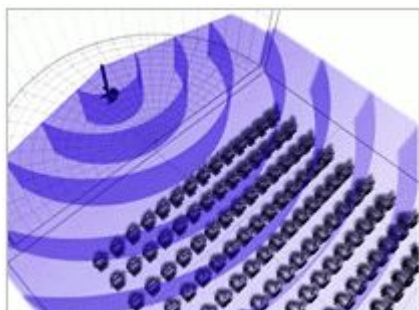
Pro standardní uspořádání, kdy jsou jednotlivé zářiče namontovány těsně vedle sebe a $b \equiv d$, platí pro délku reproduktorového sloupu L_s

$$L_s = n \cdot b \quad (29)$$

Pro reproduktorové sloupy s pravidelným, ale větším rozstupem zářičů, kdy $b > d$, můžeme uvažovat s délkou sloupu

$$L_s = b \cdot (n - 1) + d \quad (30)$$

Reproduktorový sloup bývá často z neznalosti (někdy z reklamních důvodů) přirovnáván k lineárnímu (přímkovému) zářiči, který kolem sebe vytváří cylindrickou (válcovou) vlnu bez výrazného směrového účinku.



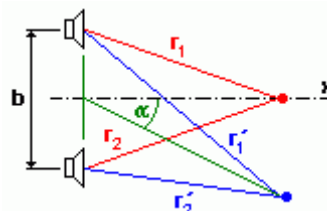
Obr.82 Model akustického pole ideálního přímkového zářiče
(převzato z firemních materiálů fy BOSE)

Funkce reproduktorového sloupu je založena

na sčítání fázově posunutých akustických signálů (obr.83), pro které platí, že

$$|r_1' - r_2'| \geq \frac{\lambda}{4} \quad (31)$$

kde λ je vlnová délka vyzařovaného signálu. To znamená, že v praxi je tato podmínka splněna především pro vyšší frekvence.



Obr.83 Princip svazkování energie

Membrány všech reproduktorů kmitají soufázově a tak v kterémkoliv místě na ose x (osa reproduktorového sloupu) dochází ke sčítání akustického tlaku. V místech mimo tuto osu je, vlivem fázových rozdílů na vzdálenostech r_1' a r_2' , akustický tlak menší.

Výsledné vyzařování reproduktorového sloupu je popsáno tzv. směrovou funkcí S . Ta je součinem směrové funkce zářiče S_1 a směrové funkce řady bodových zdrojů S_n

$$S = S_1 \cdot S_n \quad (32)$$

$$S_1 = \frac{2 \cdot \lambda}{\pi \cdot d \cdot \sin \alpha} \cdot J_1 \left(\frac{\pi \cdot d}{\lambda} \cdot \sin \alpha \right) \quad (33)$$

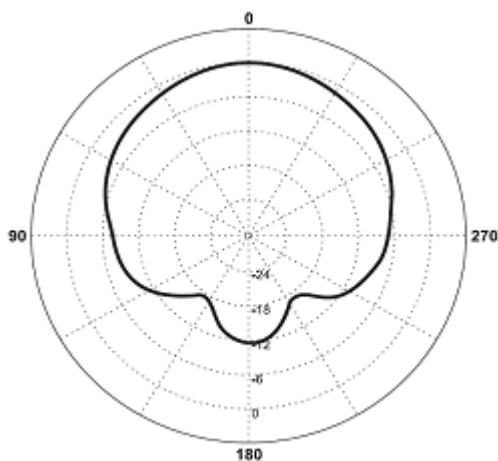
kde λ je vlnová délka a J_1 je Besselova funkce prvního řádu.

$$S_n = \frac{\sin \left(n \cdot \frac{n \cdot b}{\lambda} \cdot \sin \alpha \right)}{n \cdot \sin \left(\frac{n \cdot b}{\lambda} \cdot \sin \alpha \right)} \quad (34)$$

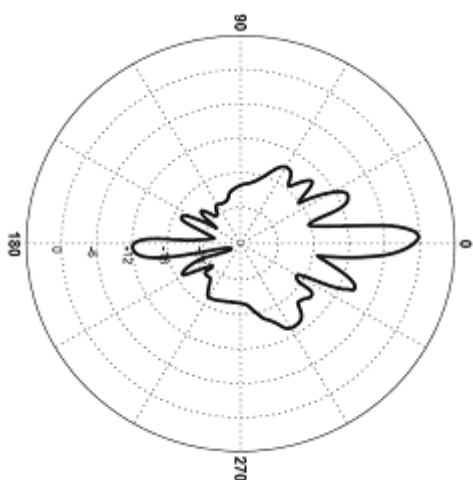
Poznámka:

Vztahy (32) - (34) jsou uvedeny pouze pro ilustraci. Podrobné odvození, včetně teoretických průběhů směrových funkcí v závislosti na b/λ , je uvedeno v publikaci [5].

Výhody reproduktorových sloupů jsou celkem zřejmé. Díky směrovému vyzařování, můžeme zvuk účinně vyzařovat jen do požadované oblasti - auditoria. Omezí se tak nežádoucí odrazy od stěn a tím i energie dozvukové složky.



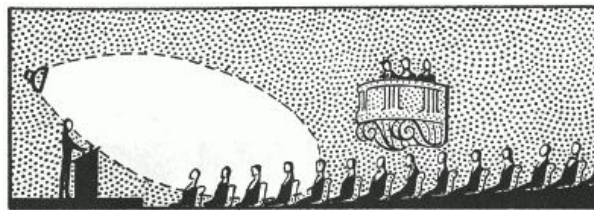
Obr.84 Směrová charakteristika reproduktorového sloupu v horizontální rovině



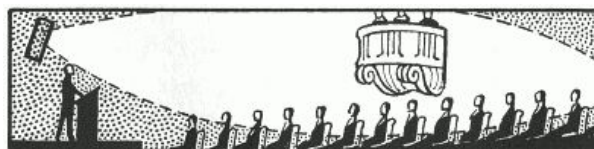
Obr.85 Směrová charakteristika reproduktorového sloupu ve vertikální rovině
($f = 2 \text{ kHz}$, paso C 440-T)
(převzato z firemních materiálů fy paso)

Jednoduchý reproduktor nebo klasická reproduktorová soustava má relativně velice omezený dosah (míníme tím to, kam dosáhne přímý signál, ne kam až je zvuk slyšet po mnohonásobných odrazech). V praxi se potom omezený dosah "dohání" velkým výkonem, který vede k dobře známému stavu. V blízkosti soustav je obrovský hluk, a když popojdete o několik metrů dál, rychle se ztrácí jak intenzita zvuku, tak srozumitelnost. Dosah reproduktorového sloupu je několikanásobně větší. Bez velkých výpočtů a dokazování můžeme uvažovat s hodnotami podle [6], [9], [10], kde je uvedeno, že dosah reproduktorového sloupu je (podle instalačních podmínek) deseti až dvacetinásobkem jeho délky. Již v 50. letech 20. století propagovala firma University používání reproduktorových sloupů za použití názorných obrázků

ve svých firemních materiálech (obr.86, 87).

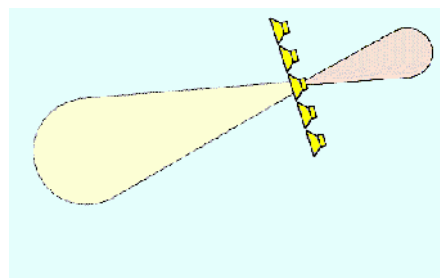


Obr.86 Ozvučení jedním reproduktorem
(převzato z materiálů fy University)



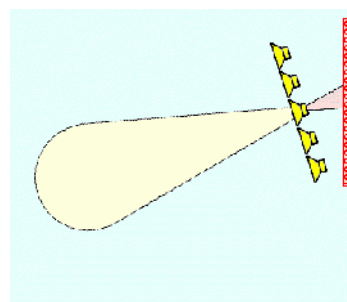
Obr.87 Ozvučení reproduktorovým sloupem
(převzato z materiálů fy University)

Každé pro ale mívá i své proti. Vyzařovací charakteristika reproduktorového sloupu vždy vytváří tzv. zadní lalok (obr.88). V porovnání s hlavním směrem vyzařování má přibližně třetinový rozměr [9] (to je dobře vidět i na směrové charakteristice na obr.85).



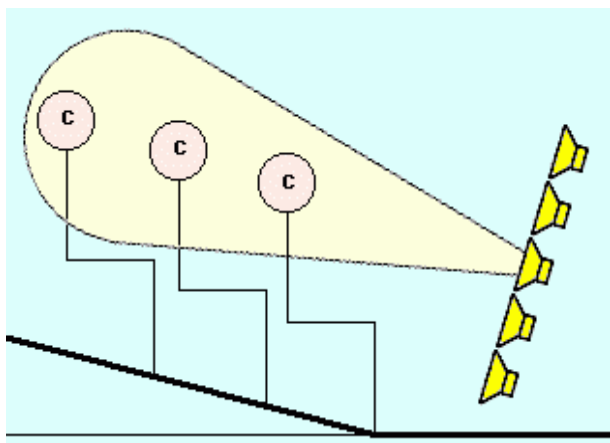
Obr.88 Vytvoření tzv. zadního laloku při ozvučování reproduktorovým sloupem

Ve většině instalací se zadní vyzařovací lalok nijak rušivě neprojevuje. V případě, že by bylo potřeba jeho vyzařování potlačit, musíme za reproduktorový sloup nainstalovat akusticky pohltivý materiál (obr.89).



Obr.89 Potlačení zadního laloku reproduktorového sloupu

Samotné reproduktorové sloupy se instalují tak, aby zvuk dopadal na plochu auditoria pod úhlem 10 až 15° (viz obr.87). To dává u stupňovitých auditorií možnost instalovat reproduktorové sloupy nízko nad úrovní podlahy a použít záporný náklon - reproduktorový sloup se zakloní a jeho akustická osa směřuje vzhůru (obr.90). Těto možnosti se v praxi, bohužel, využívá jen sporadicky. Navzdory tomu, že má tento způsob ozvučení, z hlediska posluchače, nesporné výhody díky malých audiovizuálním chybovým úhlům (přednášející stojí obvykle dole a zvuk vychází z téměř stejného místa), tvrdošjně se i strmá auditoria ozvučují shora. Osobně nedokážeme prozatím určit, jestli to je z neznalosti problematiky nebo z pohodlnosti projektantů.



Obr.90 Záklon reproduktorového sloupu (stupňovité auditorium)

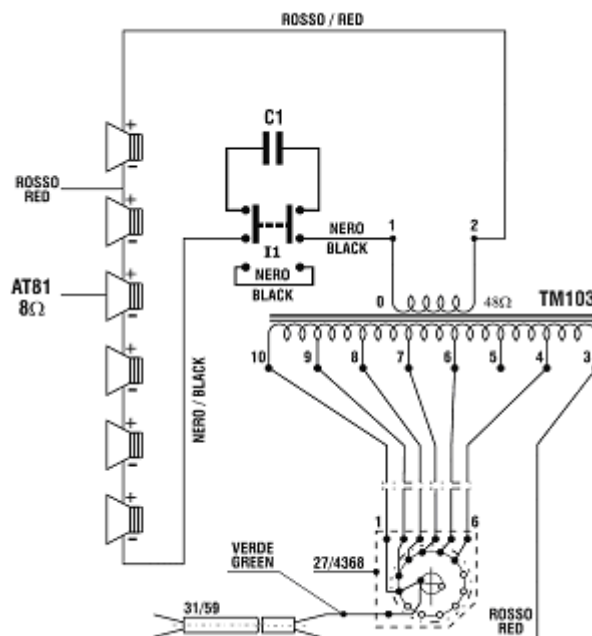
PASIVNÍ REPRODUKTOROVÉ SLOUPY

Klasické reproduktorové sloupy bez vestavěného zesilovače "vyrábí" řada (převážně) zahraničních firem. Skutečnost je taková, že výroba je umístěna v Číně, na Tchajwanu nebo v některé jiné zemi jihovýchodní Asie a takzvaní oficiální výrobci si na hotové sloupy nalepí svoje logo a svoje štítky. Proto se některé reproduktorové sloupy podobají jako vejce vejci, mají identické rozměry i technické parametry. Jsou určeny především pro přenos řeči v akusticky upravených i neupravených prostorech a až na výjimky jsou osazeny širokopásmovými reproduktory. Vzhledem k přenášenému řečovému signálu mívá frekvenční charakteristika rozsah 150 Hz - 14 kHz ± 6 dB.

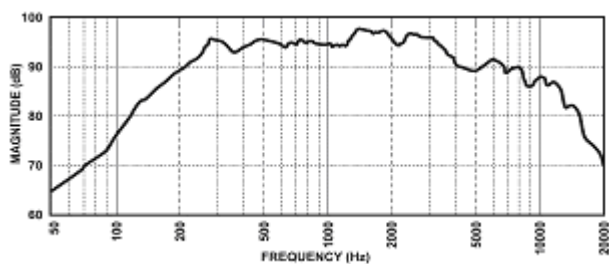


Obr.91 Reproduktorové sloupy
a) paso C 548 (hliník), b) Dexon DPT 208 (hliník)
c) RH-sound YZ-945 (plast), d) paso C 642 (dřevo)
(převzato z katalogů fy paso, RH-sound, Dexon)

Reproduktorové sloupy jsou obvykle připojeny na 100V rozvod, případně jsou v provedení s nízkou impedancí (4-16 Ω). Vyrábějí se ve výkonové řadě od 6 do 50 W, často s možností přepínání výkonu, jejich charakteristická citlivost dosahuje zpravidla 90 až 96 dB/VA/m.



Obr.92 Schéma zapojení a přepínání výkonu u reproduktorového sloupu paso C 440-T (převzato z firemních materiálů fy paso)



Obr.93 Frekvenční charakteristika reproduktorového sloupu pasu C 440-T
(převzato z firemních materiálů fy pasu)

Firma Bose používá u svých reproduktorových sloupů uspořádání se vzájemně natočenými reproduktory (obr.94, 95). Rádoby nová řešení, označovaná jako Panarray (panoramatické pole) nebo Articulated Array (válcové pole) jsou známa přes 50 let a používala se pro rozšiřování směrových charakteristik reproduktorových sloupů na vysokých frekvencích.

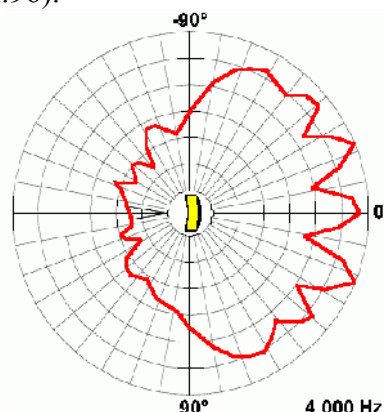


Obr.94 Uspořádání soustavy Bose 502 (Panarray)
(převzato z firemních materiálů fy Bose)



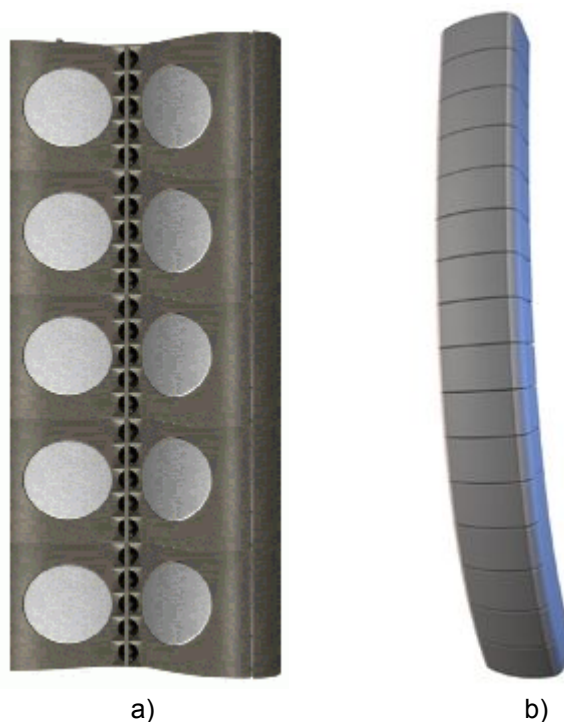
Obr.95 Uspořádání systému Bose L1 (Articulated Array)
(převzato z firemních materiálů fy Bose)

Současně s tím ale dochází i k výrazným změnám vyzařovací charakteristiky jako takové, někdy až do té míry, že soustava prakticky ztrácí svoji původní směrovost a potřebný dosah (obr.96).



Obr.96 Směrová charakteristika Bose 502 (vertikální rovina, 4 kHz)
(převzato z firemních materiálů fy Bose)

Modulární koncepci reproduktorových sloupů, která je převzata z velkých ozvučovacích systémů Line Array, používá firma Martin Audio. Moduly jsou konstruovány jako dvoupásmové, osazené dvěma hlubokotónovými a pěti vysokotónovými reproduktory, rozměr modulu je 246 x 115 x 198 mm a hmotnost 3,5 kg. Cena jednoho modulu je asi 14.000,- Kč.



Obr.97 Reproduktorový sloup Omniline
a)řazení modulů, b) 16-modulový cluster
(převzato z firemních materiálů fy Martin Audio)

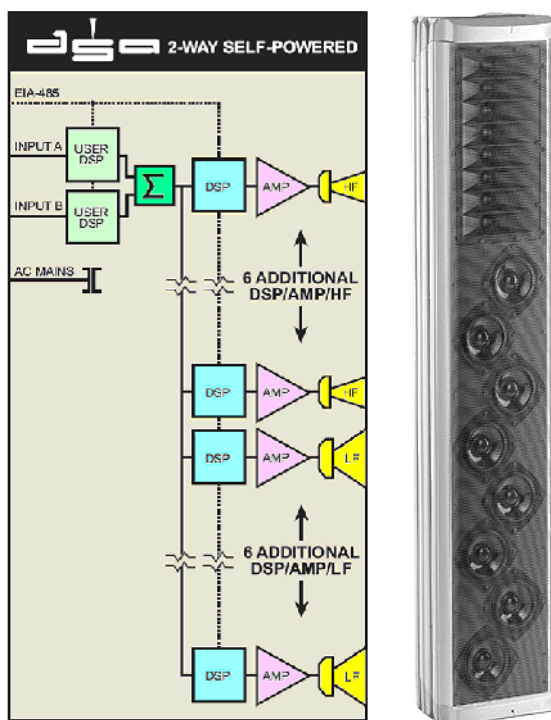
Jednotlivé moduly se podle potřeby svěšují do tzv. clusterů. Největší má 32 modulů a délku 3,7 m.

V souvislosti se systémem Omniline je důležité připomenout, že téměř naprosto stejně se chovají malé reproduktorové soustavy, postavené na sebe naplocho tak, že hlubokotónové a vysokotónové reproduktory jsou v jedné přímce. Již v roce 1987 jsme úspěšně vyzkoušeli reproduktorové sloupce složené z 12 reproduktorových soustav Tesla ARS 9205 pro ozvučení tělocvičny.

Klasické reproduktorové sloupce jsou konstrukčně i výrobně jednoduché, relativně levné a lze je snadno vyrobit doma nebo ve školní dílně.

REPRODUKTOROVÉ SLOUPY DIGITÁLNĚ

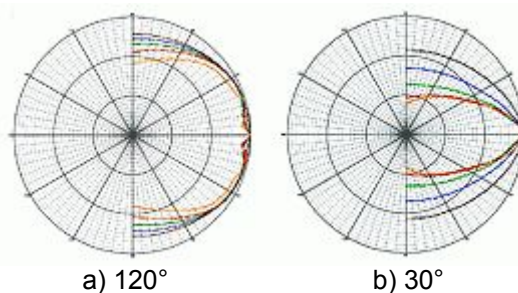
Výrazný posun v konstrukci reproduktorových sloupů nastal v roce 2003, kdy firma Eastern Acoustic Works (EAW) představila digitálně řízený reproduktorový sloupec DSA250 (obr.98).



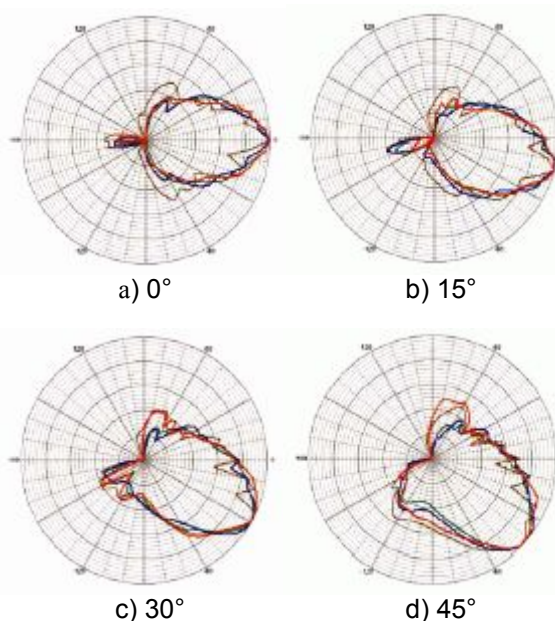
Obr.98 Reproduktorový sloupec DSA 250
(převzato z firemních materiálů fy EAW)

DSA 250 je osazen osmi širokopásmovými a osmi vysokotónovými měniči. Každý z nich je napájen separátním zesilovačem přes samostatný zvukový procesor, celkový výkon všech

16 zesilovačů je 480 W. Při rozměrech 24 x 24 x 130 cm má DSA 250 hmotnost 38 kg a jeho cena je "necelých" 170.000,- Kč. Digitálním řízením je možné změnit jak vyzařovací charakteristiky (obr.99), tak natáčet osu vyzařování (obr.100). To bylo u klasických reproduktorových sloupů možné pouze v tom případě, že byla proměnná báze sloupce, případně se měnil výkon jednotlivých zářičů. I tak bylo dosažováno sklonu osy vyzařování maximálně o 15° pod vodorovnou rovinu.



Obr.99 Vertikální vyzařovací charakteristiky DSA 250
(převzato z firemních materiálů fy EAW)

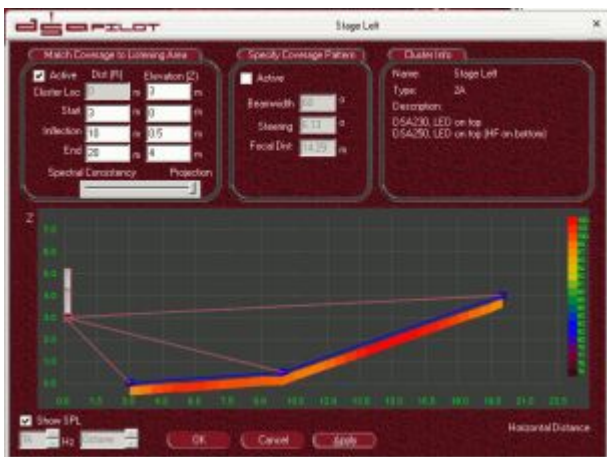


Obr.100 Natáčení osy vyzařování u DSA 250
(převzato z firemních materiálů fy EAW)

Pro přesné nastavení celého systému dodává výrobce i potřebnou softwarovou podporu.



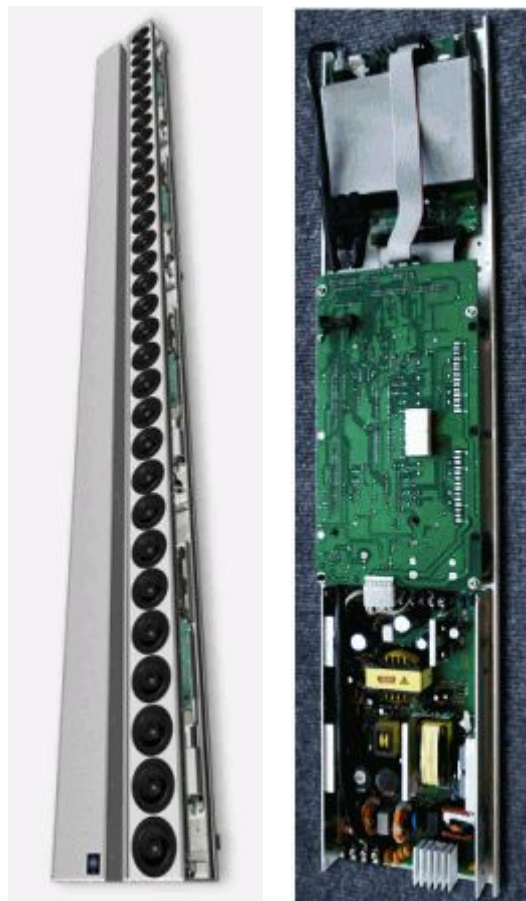
Obr.101 Nastavení korekčních křivek DSA 250
(převzato z programu DSA-pilot fy EAW)



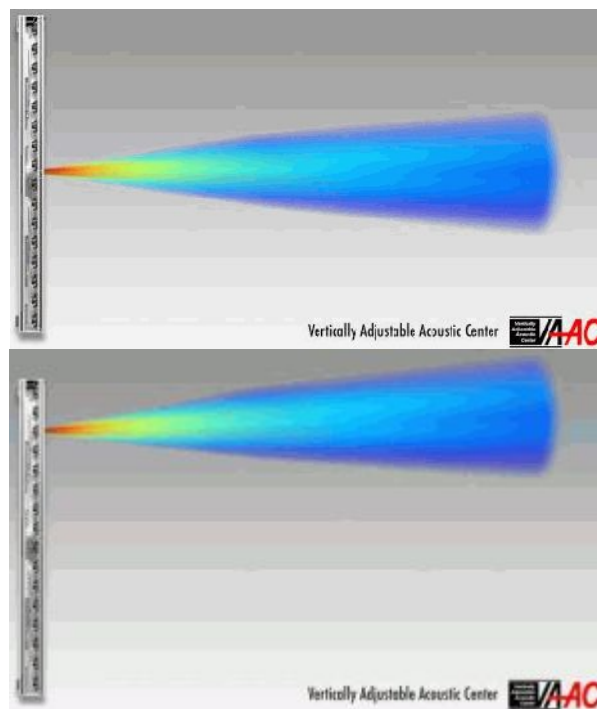
Obr.102 Výpočet hladiny akustického tlaku
(převzato z programu DSA-pilot fy EAW)

V roce 2006 přichází firma Renkus-Heinz s digitálně řízeným reproduktorovým sloupem osazeným koaxiálními dvoupásmovými reproduktory. Současná varianta Iconyx7 (obr.103) je ve svém největším provedení IC32 osazena 32 reproduktory, z nichž každý má separátní procesor a zesilovač. Celkový výkon IC32 je 800 W, hmotnost 64 kg a rozměry 15 x 18 x 380 cm. Ve vzdálenosti 30 m je IC32 schopen vytvořit hladinu akustického tlaku 100 dB.

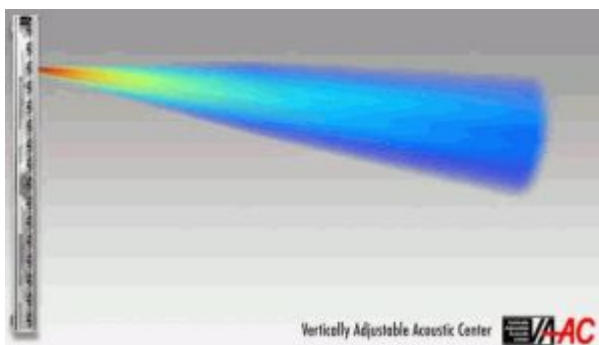
U digitálně řízeného Iconyxu je možné po celé jeho výšce posouvat tzv. referenční bod a tím i akustickou osu sloupu (obr.104a, b). Lze ji též naklápět v rozsahu $\pm 30^\circ$ (obr.105). Současně je možné vyzářovací charakteristiku rozšiřovat nebo zužovat (obr.106a, b)



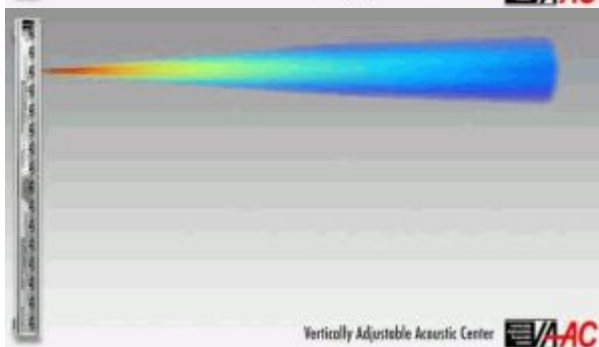
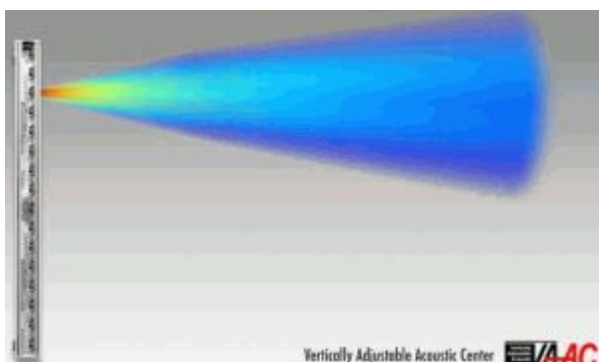
Obr.103 Reproduktorový sloup Iconyx7-IC32 a modul výkonového zesilovače a procesorů
(převzato z firemních materiálů fy Renkus-Heinz)



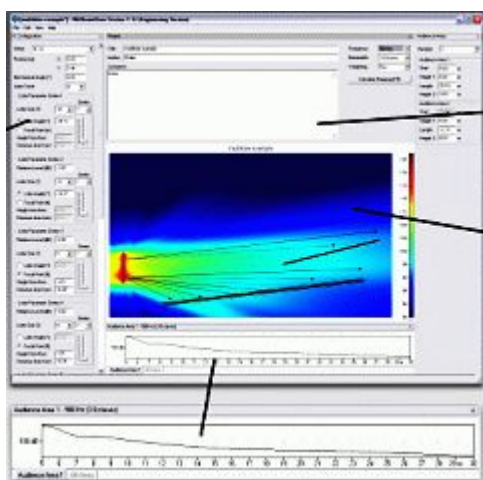
Obr.104 Iconyx7 - posouvání akustické osy
(převzato z firemních materiálů fy Renkus-Heinz)



Obr.105 Iconyx7 - naklápění akustické osy
(převzato z firemních materiálů fy Renkus-Heinz)



Obr.106 Iconyx7 - změna vyzařování
(převzato z firemních materiálů fy Renkus-Heinz)



Obr.107 Pracovní plocha programu BaemWare
(převzato z firemních materiálů fy Renkus-Heinz)

Kromě konfiguračního softwaru poskytuje výrobce volně stažitelný program BeamWare pro výpočet a modelování akustického pole sloupů řady Iconyx (obr107).

PROČ REPRODUKTOROVÉ SLOUPY?

Odpověď na uvedenou otázku je celkem jasná. Žádná jiná soustava (pokud nebudeme uvažovat velké Line-Array systémy nebo parabolické zářiče) nemá takové směrové vlastnosti. Dobře navržený a samozřejmě také správně nainstalovaný reproduktorový sloup, případně i sada reproduktorových sloupů, může významným způsobem eliminovat akustické nedostatky ozvučovaného prostoru. Mnohem více posluchačů tak bude v přímém dosahu primárních zvukových vln. To pro ně znamená lepší srozumitelnost a subjektivně kratší vnímanou dobu dozvuku. Skutečná doba dozvuku se pochopitelně nezmění, ale v důsledku směrování zvukových vln do pohltivého auditoria dochází k potlačení intenzity dozvukové složky.

Další předností používání reproduktorových sloupů je ta skutečnost, že vlivem směrování akustického signálu dochází k menšímu rozptylu akustické energie a pro ozvučení postačuje menší příkon do zářičů. Tím se opět snižuje energie difúzního (dozvukového) pole. Při precizním návrhu proto ozvučení pomocí reproduktorových sloupů poskytuje jinak nedosažitelnou kvalitu reprodukce.

OHLÉDNUTÍ DO HISTORIE

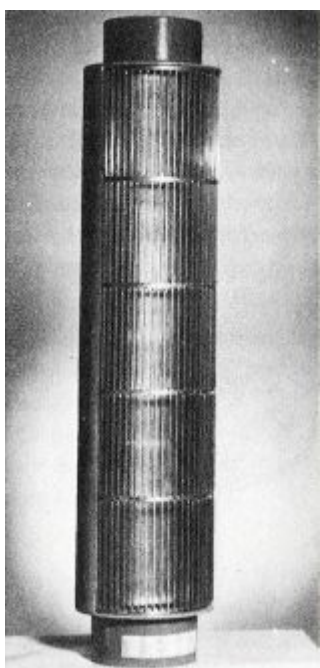
Reproduktorové sloupy vyráběné v ČSSR

V současné době se u nás reproduktorové sloupy sériově nevyrábějí. Většina používaných reproduktorových sloupů (Dexon, Bouyer, paso RH-sound) pochází z dovozu. Zcela výjimečně se potom reproduktorové sloupy vyrábějí na zakázku pro předem specifikované ozvučovací soustavy.

V bývalém Československu se vyráběla řada typů reproduktorových sloupů, od těch malých s výkonem 10 W, které byly určeny pro zasedací místnosti a malé sály až po 50W pro velké prostory. Výrobce byla především Tesla Valašské Meziříčí, kde vznikla i legendární

"pětsettrojka" - válcový reproduktorový sloup TESLA ARS 503 (obr.108). Později vyráběla reproduktorové sloupy také Tesla Vráble.

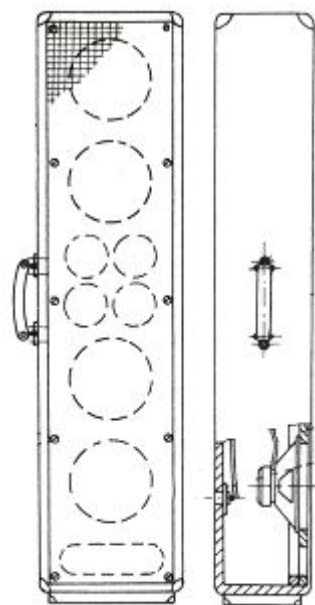
Reproduktorový sloup ARS 503 byl osazen pěti eliptickými reproduktory s celkovým příkonem 25 W, plášť sloupu z ocelového plechu měl vnitřní tlumení, v přední části sloupu byly hliníkové lamely, které plnily funkci akustického difuzoru, konstrukčně byly sloupy řešeny tak, aby je bylo možné stavět na sebe. ARS503 patřil mezi špičku v oblasti reproduktorových sloupů a dodnes za sebe nemá adekvátní náhradu. Používal se především pro ozvučování stadiónů, hal a velkých ploch. Jeho cena byla (v roce 1980) 2.500,- Kčs.



Obr.108 Reproduktorový sloup Tesla ARS503
(snímek převzatý z publikace [12])

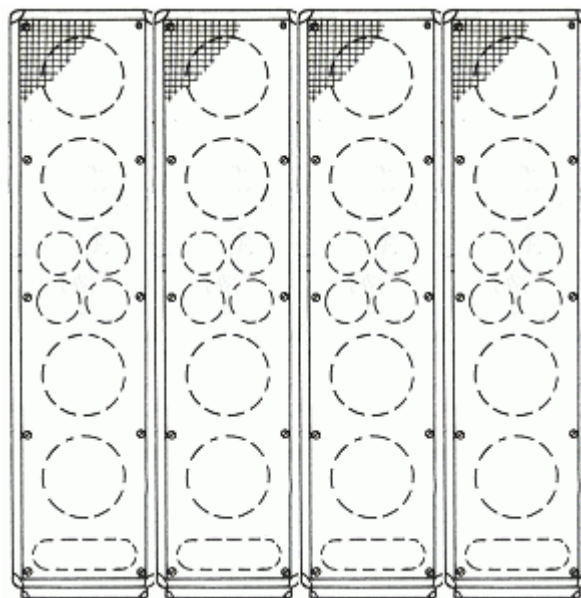
Mezi oblíbené reproduktorové sloupy, zejména pro mobilní použití a instalaci v interiérech, patřily RS 504, 508 a 516 (obr.109). Byly osazeny čtyřmi kruhovými reproduktory Tesla ARO 666 nebo 667 s průměrem 20 cm, čtyřmi výškovými reproduktory ARV 161 nebo 168 a lišily se výslednou impedancí. Jejich uspořádání připomíná "revoluční" systém D'Appolito domácích HiFi soustav (vysokotónový reproduktor mezi basovými), který vznikl asi o deset let později. Výrobce byla Elektronika, podnik ÚV Svazarmu. Protože reproduktorové sloupy řady RS 500 byly určeny zejména pro

stavbu amatérům, dodávala firma Elektronika, vedle finálních výrobků i kompletní stavebnice sloupů a podrobný stavební návod.



Obr.109 Reproduktorový sloup řady RS500
(snímek převzatý z publikace [12])

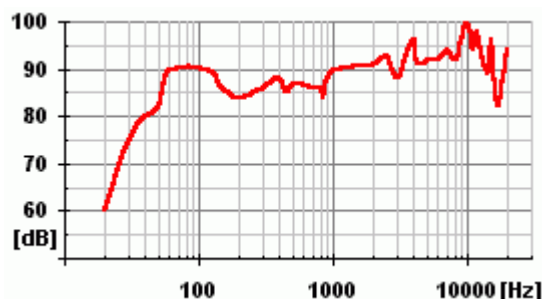
Konstrukce sloupu je doslova nadčasová. Jak jsme si prakticky ověřili, lze při změně osazení dosáhnout jak širší frekvenční charakteristiky, tak výrazně vyššího výkonu. Sloupy je možné řadit jak vedle sebe (obr.110), tak naležato na sebe a tím vytvářet reproduktorovou stěnu.



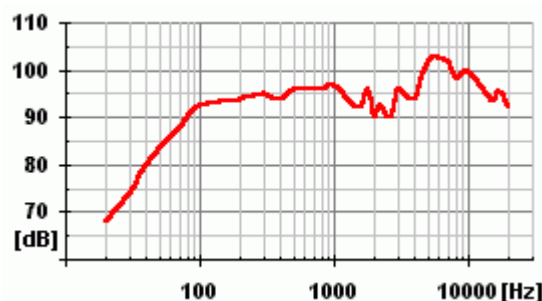
Obr.110 Reproduktorová stěna
(čtveřice reproduktorových sloupů RS500)

Pro alternativní osazení sloupů jsme odzkoušeli relativně levnou kombinaci z hlubokotónových reproduktorů TVM ARN 6618 a piezo-

tweeterů Motorola KSN 1001A, frekvenční charakteristika 45-15 000 Hz (obr.111), celkový výkon 100 VA, citlivost 90 dB/VA/m a výkonnější variantu s reproduktory SoundCraft CPA 8-100 a Visaton HTC 87, frekvenční charakteristika 52-18 000 Hz (obr.112), celkový výkon 400 VA, citlivost 96 dB/VA/m.



Obr.111 Frekvenční charakteristika RS500/1
(4x TVM ARN 6618 + 4x Motorola KSN 1001A)

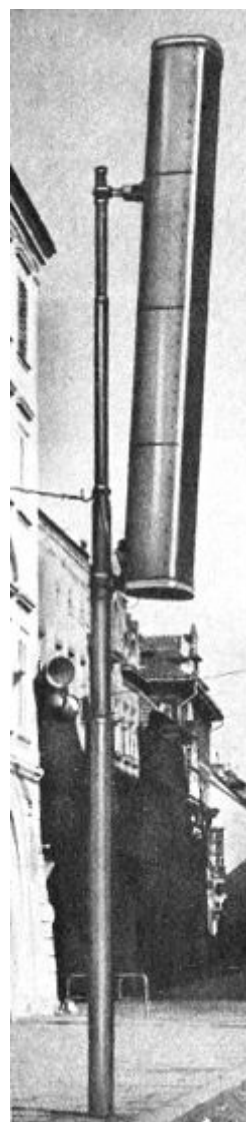


Obr.112 Frekvenční charakteristika RS500/2
(4x SoundCraft CPA8-100 + 4x Visaton HTC87)

Mimo sériově vyráběné reproduktorové sloupce vzniklo i několik unikátních konstrukcí. Jednou z nich bylo ozvučení náměstí v Českých Budějovicích. Dva čtyřmetrové reproduktorové sloupce (obr.113) zajišťovaly prostorovou nerovnoměrnost hladiny akustického tlaku do 6 dB! V každém sloupci bylo osazeno osm 15" reproduktorů s celkovým maximálním příkonem 250 VA. Výsledná charakteristická citlivost dosahovala 107 dB/VA/m. Po roce 1989 byly oba sloupce demontovány a nahrazeny reproduktorovými stěnami. Každá byla složena ze 24 modulů ARS 5230 (obr.56) a celkový příkon každé stěny byl 750 VA. Později byly demontovány i tyto stěny a českobudějovické náměstí je dnes bez ozvučení.

Za druhé unikátní ozvučení, pomocí reproduktorových sloupů, můžeme považovat ozvučení centrálního tenisového dvorce v Praze na Štvanici (bohužel k němu nemáme žádný snímek). Pro ozvučení byl použit centrální zářič, složený ze čtyř různě dlouhých a různě nakloněných

sloupů, postavený v rohu hlavní tribuny. Reproduktorové sloupce byly sestaveny z 10 až 24 reetrantních tlakových reproduktorů Tesla (nyní TVM) ARS 453 (obr.55).



Obr.113 Původní reproduktorový sloupec na náměstí v Českých Budějovicích
(snímek převzatý z publikace [12])

NEBOJTE SE REPRODUKTOROVÝCH SLOUPŮ

Jak jsme již dříve uvedli, ozvučení pomocí reproduktorových sloupů poskytuje, při precizním návrhu jinak nedosažitelnou kvalitu reprodukce. A právě tu potřebnou preciznost návrhu chceme zdůraznit. Nesprávně umístěná malá reproduktorová soustava sice představuje určitý problém, ale protože se většinou pohybuje

me v difúzním poli, nebývá poslechově podstatný rozdíl mezi blízkými a vzdálenými místy auditoria a reprodukci většinou hodnotíme jako ne příliš kvalitní. Nesprávně nainstalovaný reproduktorový sloup je katastrofa. Snadno vzniknou tzv. "hluchá místa", kam se signál dostává jen odrazem, na jiných místech auditoria se potom mohou setkat časově opožděné signály, které vzniknou po odrazech nebo rozdílnými vzdálenostmi zářič-posluchač. Možná, že právě proto se reproduktorové sloupy tak málo používají. Tady už nestačí jen zkušenost a odhad. Správnou instalaci reproduktorových sloupů musíte podložit výpočty a měřením. To v době návrhových softwarů a dostupné měřicí techniky není zase až tak velký problém. Navíc, jeden fakt nelze reproduktorovým slou-

pům a z nich složeným reproduktorovým stě-
nám upřít. Jsou to (s výjimkou obřích zvuko-
vodů) jediné soustavy, které dokáží výrazně
směřovat i nižší střední frekvence. Dobře pro-
vedené ozvučení reproduktorovými sloupy po-
skytuje zpravidla vysokou čistotu přenosu, vel-
mi dobrou srozumitelnost i v akusticky nepříz-
nivých podmínkách (dlouhé a velké posluchár-
ny, tělocvičny, chodby a další) a posluchači je
obvykle kladně hodnoceno.

Při výběru vhodných reproduktorových sloupů
proto musíme být pečlivě sledovat vyzářovací
charakteristiky, a pokud je výrobce neuvádí,
musíme je buď doměřit, nebo zvolit jiný sloup.
Rovněž nesmíme zaměňovat reproduktorový
sloup za systémy s jiným uspořádáním (např.
Panarray, obr.96).

POUŽITÉ ZDROJE

- [1] BIRKLE, T.K. - JACOB, K.D. *The Latest Advances in Predicting Sound System Performance in Real Spaces; Combining Intuitive User Interface with Acoustically Relevant Output*. Framingham. Bose corporation. 2002. MA01701.
- [2] DREJZEN, I.G. *Elektroakustika i zvukovoje veščanije*. Moskva. Gosudarstvennoje izdatelstvo literatury po voprosam svjazi i radio. 1961.
- [3] KUBÁT, K. *Zvukař amatér*. Praha. SNTL. 1978.
- [4] *Line Arrays: Theory, Fact and Myth*. Technical report. USA. Berkeley. Meyer Sound Laboratories Inc. 2002. Part No. 18.990.158.01.
- [5] MERHAUT, J. *Teoretické základy elektroakustiky*. Praha. Academia. 1985.
- [6] MERHAUT, J. *Příručka elektroakustiky*. Praha. SNTL. 1964.
- [7] *PRELIMINARY SIM®3 - Audio Analyzer System*. User Guide. USA. Berkeley. Meyer Sound Laboratories Inc. 2004. Part No. 05.136.060.01 X1.
- [8] SALAVA, T. *Reprodukce zvuku a poslechový prostor*. Praha. ETOS acoustics. 2003.
- [9] SMETANA, C. *Ozvučování*. Praha. SNTL. 1987.
- [10] SMETANA, C. *Praktická elektroakustika*. Praha - Bratislava. SNTL/ALFA. 1981.
- [11] *Steerable Array Systems IC32 & IC32/16*. Renkus-Heinz, Inc. Foothill Ranch. USA. 2007. RH581 Rev. E 33/07
- [12] SVOBODA, L. - ŠTEFAN, M. *Reproduktory a reproduktorové soustavy*. Praha. SNTL. 1983. DT 621.395.623.7
- [13] CHROMÝ, J. *Význam vybavení sálů pro kongresový turismus*. In Czech Hospitality and Tourism Papers č. 5/2007. Praha. VŠH v Praze 8. 2005. ISSN 1801-1535.
- [14] *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.
- [15] *W8L - High performance three-way line array enclosure*. UK. High Wycombe. Martin Audio Ltd. 2003.
- [16] *W8LC - High performance three-way line array enclosure*. UK. High Wycombe. Martin Audio Ltd. 2003.
- [17] *W8LS Line Array Subwoofer*. UK. High Wycombe. Martin Audio Ltd. 2003.

Lektorovali:

Ing. Jan Chromý, Ph.D.
doc. Ing. Jaroslav Lokvenc, Csc.

Kontaktní adresy:

PaedDr. René Drtina, Ph.D. tel.: 493331129, e-mail: rene.drtina@uhk.cz
Mgr. Václav Maněna, Ph.D. tel.: 493331132, e-mail: vaclav.manena@uhk.cz
Katedra technických předmětů PdF UHK, Rokitskéhoho 62, 500 03 Hradec Králové

Ing. Katarína Krpáľková Krelová, PhD., Ing. Lucia Krištofiaková

Ústav inžinierskej pedagogiky a humanitných vied, Katedra inžinierskej pedagogiky a psychológie, Materiálovotechnologická fakulta STU
 Institute of Engineering Pedagogy and Humanities, Department of Engineering Pedagogy and Humanities, Faculty of Materials Science and Technology, Slovak University of Technology

Resumé: Príspevok sa zaoberá problematikou kvality vzdelávania, v ktorom naznačujeme základné faktory, ktoré ovplyvňujú, podmieňujú a vyžadujú si aplikáciu informačných a komunikačných technológií vo vzdelávacích procesoch. Súčasťou je prieskum zameraný na zistenie silných a slabých stránok, možností a rizík vybratej strednej odbornej školy so zameraním na rozvoj informačných a komunikačných kompetencií.

Summary: *The contribution deals with the subject of education quality. The basic factors influencing it, call for the application of information and communication Technologies in the process of education. A survey identifying strengths and weaknesses, possibilities and risks of a secondary technical school, oriented on the information and communication competencie's development, represents a core component of the research.*

Úvod

Spoločenské a ekonomické podmienky si vyžadujú zmeny vo vzdelávacom systéme, predovšetkým v sprostredkovaní poznatkov vo vyučovacom procese a v procese formovania osobnosti. Hlavná činnosť škôl sa presúva z oblasti pasívneho podávania informácií do oblasti rozvoja osobnosti, formovania postojov, záujmov, hodnotového systému žiakov. Vo vyhláseniach Rady Európy sa zdôrazňuje, že kvalita vzdelávania sa má stať jedným z rozhodujúcich cieľov všetkých druhov a typov škôl a že kvalita vzdelávania musí byť zabezpečená na všetkých úrovniach a vo všetkých oblastiach vzdelávania. Učiteľ môže zabezpečovať kvalitu priamo na vyučovacom procese.

1 Kvalita vyučovacieho procesu

Z hľadiska existencie školy je dôležité, aby bola škola kvalitná a snažila sa orientovať na očakávania svojich partnerov. Škola, ak chce vyhovieť očakávaniam partnerov, musí poznať ich požiadavky a sústavne zlepšovať v škole prebiehajúce procesy, predovšetkým vyučovací proces. Za partnerov považujeme žiakov, rodičov, učiteľov, zamestnávateľov a pod. Vyučovací proces je najdôležitejším zo všetkých procesov, ktoré v škole prebiehajú a jeho

kvalita je rozhodujúcim prvkom aj pre kvalitu školy.

Pre kvalitu vyučovacieho procesu sú najdôležitejšie tieto prvky:

- **orientácia na spokojnosť partnerov**
Učelia by sa mali vopred zaujímať aké sú požiadavky ich partnerov (žiakov, rodičov, učiteľov, zamestnávateľov, atď.) a na základe analýz by mali prispôbovať spôsob výučby, vyučovacie metódy, organizačné formy a používať materiálne didaktické prostriedky a moderné informačné a komunikačné technológie.
- **orientácia na vyučovací proces**
Aby mohol učiteľ zabezpečovať kvalitu jednotlivých fáz vyučovacieho procesu, musí mať prístup k najnovším informáciám, trendom, inováciám z oblasti pedagogiky, psychológie, metodiky vyučovania jednotlivých predmetov i ďalších vedných disciplín a samozrejme aj k obsahu predmetov, ktoré vyučuje a tieto inovácie vo vyučovacom procese aj aplikovať.
- **nepretržité zlepšovanie vyučovacieho procesu**
Neustále zlepšovanie a zdokonaľovanie vyučovacieho procesu vyžaduje predovšetkým od učiteľov, aby sa neustále zamýšľali, analyzovali a hodnotili vlastnú prácu a snažili sa ju skvalitňovať.

– **vytvorenie priaznivej klímy vo vyučovacom procese.**

Podstatou je zabezpečiť, aby žiaci radi chodili do školy, aby nemali strach, pocit, že je niekto preferovaný, aby sa nenudili a naopak boli v škole tvoriví, iniciatívni, aktívni a pod.

Kľúčovým faktorom pre úspešnú implementáciu IKT vo vzdelávaní je osobnosť pedagogických pracovníkov. Odborné kompetencie sú nevyhnutnou podmienkou. Dôležitá je i motivácia, ochota učiť sa nové veci a tiež v oblasti didaktickej, to sa týka jednak aplikácie metód založených na samostatnej práci študentov, tak i aktivizujúcich vyučovacích metód a organizačných foriem výučby, ale tiež schopnosti tvorivej improvizácie pri klasickom vedení výučby (2).

2 Informačné a komunikačné technológie vo vyučovacom procese

Ak máme hovoriť o kvalite vzdelávania je dôležité uvedomiť si, že súčasná spoločnosť sa nachádza na vysokom stupni rozvoja vedy a techniky. Moderné technológie prenikajú do všetkých oblastí života. Prax si vyžaduje absolventov pripravených na využívanie moderných technológií, schopných naďalej sa vzdelávať a schopných pracovať v tíme.

Študenti si musia osvojiť veľké množstvo informácií, a preto sa dôraz kladie predovšetkým na otázku kvality technológie vzdelávania, využívania nových vyučovacích metód a foriem a prostriedkov vyučovania a učenia sa. Nové výučbové prostriedky umožňujú prijímať, spracovávať a poskytovať veľmi široké spektrum informácií. Do popredia sa preto dostávajú **informačné a komunikačné technológie.**

Na kvalitu vyučovacieho procesu vplýva veľa indikátorov, na základe ktorých je možné vyučovací proces hodnotiť napr. formulované ciele výučby, výber učiva, naplánované formy výučby, podpora a poradenstvo študentom, vybavenosť vyučovacích priestorov, stav materiálnych prostriedkov výučby, štruktúra a druhy didaktických aktivít, optimálne využitie didaktických metód a foriem, využitie informačno-komunikačnej techniky, sebareflexia

študentov a učiteľa na hodinách, vzťahy medzi študentmi a učiteľom, pohotovosť študentov k učebnému výkonu, spolupráca medzi študentmi pri výučbe, podpora učenia sa študentov, sústredenie na učenie sa, poriadok a organizovanosť pri výučbe, jasnosť pravidiel pre triedu, prístup učiteľa k hodnoteniu študentov, rozmanitosť výučby a zapájanie sa študentov, naplnenie cieľov výučby, využitie času výučby, dochádzka študentov na hodiny predmetu.

Šušol, Hrdináková a Rankov (2005) uvádzajú základné faktory, ktoré ovplyvňujú, podmieniajú a vyžadujú aplikáciu informačných a komunikačných technológií vo vzdelávacích procesoch. Tieto je možné zhrnúť do niekoľkých bodov:

- **didaktický aspekt**
zefektívnenie vyučovacieho procesu, počítač poskytuje vo vyučovacom procese možnosť moderne, názorne prezentovať učivo na vyučovacej hodine,
- **individualizácia vyučovacieho procesu**
moderné technológie umožňujú brať do úvahy individuálne rozdiely v dosiahnutej úrovni poznania a vyberať vhodné zdroje pre konkrétneho žiaka, dôraz by sa mal stále presúvať na „učenie učenia sa“, hľadanie a spracovanie informácií, a nie na „odovzdávanie“ hotových poznatkov,
- **internacionalizácia vzdelávania**
integračné a globalizačné procesy na úrovni európskej i celosvetovej v oblasti pracovného trhu smerujú aj k tesnejšej spolupráci medzi vzdelávacími inštitúciami, k výmenám študentov i koordinácii učebných plánov,
- **skúšanie (testovanie)**
elektronické testovanie umožňuje zefektívnenie procesu skúšania tým, že sa urýchľuje spätná väzba a uľahčuje sa (automatizuje) spracovanie výsledkov,
- **celoživotné vzdelávanie**
pre modernú informačnú spoločnosť je charakteristické, že vzdelávanie jednotlivca nemožno považovať za ukončený proces, prostredie moderných technológií znamená neustále vzdelávanie.

Na potvrdenie našej hypotézy, že slabou stránkou škôl sú moderné informačné a komunikačné technológie a ich použitie pri vyučovaní, sme realizovali prieskum na vybranej škole.

3 Swot analýza vybranej školy

3.1 Cieľ analýzy

Cieľom analýzy bolo zistenie silných a slabých stránok, možností a rizík vybratej strednej odbornej školy z pohľadu žiakov, rodičov a učiteľov.

3.2 Miesto realizácie analýzy

Analýzu sme uskutočnili na Združenej strednej priemyselnej škole v Trnave, ktorá je fakultnou školou MTF STU v Trnave, v školskom roku 2007/2008.

3.3 Metóda analýzy

Názory respondentov sme zisťovali formou 3 anonymných dotazníkov (učitelia, žiaci, rodičia).

3.4 Respondenti

Analýzy sa zúčastnilo 300 žiakov, 100 rodičov a 23 učiteľov. Dotazovaní žiaci boli zo všetkých študijných odborov (strojárstvo, elektrotechnika, obchod a podnikanie, technické a informačné služby v strojárstve), za každý odbor žiaci 1., 2. a 3. ročníka. Štruktúru dotazovaných žiakov znázorňuje tabuľka č.1

Tabuľka 1: Štruktúra dotazovaných žiakov

Študijný odbor	Trieda	Počet študentov
Strojárstvo	1.SA	13
	2.SB	23
	3.SA	27
Elektrotechnika	1.EB	28
	2.EB	31
	3.EA	24
Obchod a podnikanie	1.OPB	20
	2.OP	24
	3.OP	30
Technické a informačné služby v strojárstve	1.T	26
	2.T	27
	3.T	27
Spolu		300

3.5 Výsledky analýzy

Názory žiakov uvádzame vo forme SWOT analýzy - ohodnotení jednotlivých činiteľov vplývajúcich na kvalitu, rozdelených do štyroch základných skupín: silné stránky, slabé stránky, príležitosti a hrozby.

Silné stránky

- odovzdávanie nových vedomostí, poznatkov, skúseností,
- kolektív,
- prístup učiteľov,
- spôsob výučby,
- zábava, dobrá atmosféra na vyučovaní,
- niektoré predmety,
- možnosť autoškoly,
- **výpočtová technika.**

Slabé stránky

- prístup učiteľov,
- **didaktické prostriedky a zariadenia, PC**
- prostredie triedy
- niektoré predmety,
- náročnosť obsahu výučby,
- hodnotenie,
- skúšanie, písomky,
- nezáživné vyučovanie.

Príležitosti

- **zlepšiť stav učebných pomôcok a didaktickej techniky, viac PC a dataprojektorov**
- zlepšiť prístup učiteľov k študentom,
- rekonštrukcia a modernizácia a zlepšenie vybavenia budovy školy,
- viac praxe, projektov, výletov, exkurzií,
- omladiť učiteľský zbor,
- zaujímavejší výklad na hodinách,
- **menšia dotácia vyučovacích hodín.**

Hrozby

- demografický pokles populácie,
- zvyšovanie výdavkov na prevádzku,
- nedostatok finančných prostriedkov,
- nerešpektovanie požiadaviek študentov a rodičov.

Z vyjadrení rodičov a učiteľov vyberáme najpočetnejšie odpovede, ktoré uviedli ako príležitosti pre školu. Odpovede znázorňuje tabuľka č. 2 a tabuľka č. 3.

Tabuľka 2:
Názory rodičov na príležitosti pre školu

Príležitosti
<ul style="list-style-type: none"> • viac didaktickej techniky a učebných pomôcok, vybavenie počítačových učební • prístup učiteľov k žiakom, • rekonštrukcia a modernizácia a vybavenie školy, • viac praxe a exkurzií.

Tabuľka 3:
Názory učiteľov na príležitosti pre školu

Príležitosti
<ul style="list-style-type: none"> • viac didaktickej techniky a učebných pomôcok, prezentačnej techniky, PC • zlepšiť komunikáciu medzi učiteľmi jednotlivých predmetov, medzipredmetové vzťahy, • viac názorných ukážok, • rozvoj špecializovaných učební, • jazykové učebne vybaviť počítačmi, • robiť projekty s inými školami v zahraničí, • zmodernizovať školu.

Z vyššie uvedenej analýzy je zrejmé, že partneri vybranej školy, t.j. žiaci, rodičia a učители registrujú **nedostatok** v oblasti **vybavenia školy** didaktickou technikou, učebnými pomôckami, informačnými a komunikačnými technológiami a v oblasti **ich efektívneho využívania** vo vyučovacom procese. Pre efektívny výkon povolania je potrebné u žiakov a študentov rozvíjať kľúčové kompetencie človeka. Za jednu z významných kľúčových kompetencií je považovaná **schopnosť pracovať s modernými informačnými technológiami**, t.j. zručnosti pracovať s osobným počítačom, internetom, využívať rozličné informačné zdroje a informácie v pracovnom aj v mimopracovnom čase. V záujme posilnenia špecific-

kej úlohy informačných a komunikačných technológií, ako zdroja učenia, je potrebný významný pokrok v tejto oblasti. Je potrebné, aby sa využívali výhody informačných a komunikačných technológií, ktoré sú zdôrazňované tými, ktorí sú zapojení do činnosti v rámci vzdelávacích systémov. Ide o to, aby sa ich potenciál využíval predovšetkým na rozvíjanie samostatnejších a flexibilnejších procesov, podporoval aktívnejšie a zodpovednejšie prístupy k učeniu.

Novodobé informačné a komunikačné technológie prinášajú dramatické zmeny do vzdelávacieho systému na celom svete. Umožňujú vnímanie poznatkov viacerými zmyslami a tým, v porovnaní s tradičnými formami vzdelávania, umožňujú dosiahnuť **vyšší efekt** vo vzdelávaní. Napriek tomu, že dnešný trend vo vzdelávaní smeruje k väčšiemu využívaniu informačných a komunikačných technológií si myslíme, že stále v ňom bude mať svoje miesto aj humanistický prístup.

Záver

Informačná spoločnosť kladie značné nároky na schopnosti človeka aktívne a efektívne pracovať s informáciami a zdrojmi informácií. Človek, ktorý sa chce v súčasnosti aktívne a funkčne uplatniť, potrebuje nadobudnúť zručnosť pracovať s informačnými a komunikačnými technológiami a prostriedkami ako zdrojom informácií, ako nástrojom učenia sa a komunikácie s inými. Zavádzanie informačných a komunikačných technológií do vzdelávacieho systému má prispieť k príprave človeka pre život a prácu v informačnej spoločnosti, k príprave na celoživotné vzdelávanie v kontexte svetového vývoja.

Zoznam bibliografických odkazov

1. ŠUŠOL, J., HRDINÁKOVÁ, L., RANKOV, P. *Informačné a komunikačné technológie vo vzdelávaní*. Bratislava : Stimul, 2005. 152 s., ISBN 80-88982-97-9
2. KRPÁLEK, P. Informační a komunikační technologie – způsoby implementace ve vysokoškolském vzdělávání. *Schola 2004 : 6. mezinárodní vědecká konference KIPP : Inovace v doplňujícím pedagogickém štúdiu*. Bratislava : STU, 2004, s. 168- 172. ISBN 80-227-2143-3
3. UHDEOVÁ, N., DOBIS, P. ICT-based education. In: M. Štrunc, E. Hradilová (Eds.): *New Trends in Physics NTF '01*, pp. 540-544, Brno: VUT, 2001, ISBN 80-214-1992-X

Recenzovali: prof. Ing. Rozmarína Dubovská, DrSc.
Mgr. Václav Maněna, Ph.D.

Kontaktná adresa: Ing. Katarína Krpáľková Krelová, PhD., katarina.krelova@stuba.sk
Ing. Lucia Krištofiaková, lucia.kristofiakova@stuba.sk

Ing. Jan Chromý, Ph.D.

Katedra marketingu, Vysoká škola hotelová v Praze 8, spol. s r. o.

Department of Marketing, Institute of Hospitality Management, Prague

Resumé: Článek přináší seznámení s poskytováním sluchových vjemů ve virtuální realitě.

Summary: The article introduces the background of acoustic perception in virtual reality.

V minulém vydání časopisu Media4u Magazine jsme se věnovali vizuálním vjemům ve virtuální realitě. Dnes zaměříme pozornost sluchové vjemy.

Úvod

Zařízení pro zprostředkování sluchového vjemu je technologie, která je mnohem mladší než technologie grafických rozhraní pro virtuální realitu. Přitom postoupila veliký kus dopředu a je možné říci, že její vývoj je hodně daleko. Hudba a zvuk ve virtuální realitě se postupně dostala díky technologiím jako je stereo, Surround, 5.1 či HRTF na poměrně vysokou úroveň a při špičkovém zpracování zvuku je od reality skoro nerozeznatelná.

Stereoaurální (prostorové) vnímání

Abychom byli schopni vytvořit dokonalý prostorový zvukový vjem, musíme mít nejdříve určité znalosti o několika základních vlastnostech sluchového ústrojí a o způsobu šíření zvukových vln (zvuku).

Pro zajištění optimálního prostorového sluchového vjemu musíme nejprve umožnit sluchovým orgánům lokalizaci místa odkud zvuk vychází.

Jednoduše si lze představit, že k jednomu uchu dolehne zvuk dříve, než ke druhému. Je to dáno rozdílnou vzdáleností každého ucha od zdroje zvuku, která vlastně umožňuje přesné určení místa původu. Čas, za který zvukový podnět dorazí k uchu je úměrný vzdálenosti. Proto časový rozdíl, s nímž zvuk dorazí ke každému uchu, hraje jednu z primárních rolí. Stejně důležitou roli hraje pokles hlasitosti v závislosti na vzdálenosti zdroje zvuku a

ucha. Pokles hlasitosti je způsoben postupným poklesem amplitudy souvisejícím s odporem prostředí. Jednoduše si můžeme představit pokles hlasitosti zvuku pomocí analogického příkladu šíření vln po vhození kamene do vody. Vlny se šíří všemi směry, postupně se snižují (klesá amplituda) a postupně zanikají. U delších zvukových vln, tedy takových, které mají nižší kmitočet (hluboké tóny), je proto detekce směru mnohem obtížnější. Vlnová délka hlubokých tónů je mnohem větší než je vzdálenost lidských uší. Navíc útlum amplitudy a tím i hlasitosti zvuku je zde pozvolnější. Např. při rozmísťování reproduktorů systému Dolby Digital 5.1 nehraje také poloha subwooferu výraznou roli.

Popsané jevy se nazývají interaurální rozdíl času a hlasitosti. Je vhodné poznamenat, že na podobném principu je vnímán prostor zrakem. Dalším důležitým jevem je skutečnost, že člověk dokáže separovat určitý zvuk a potlačit okolní šum. V některých pramenech je tento jev popisován jako *efekt koktejlového večírku*. Je vysvětlován pomocí následujícího příkladu. Pokud jsme na večírku, kde rozhovor vede spousta lidí, jsme schopni separovat a zposlouchat se do jednoho rozhovoru a ignorovat tak ostatní. Pokud bychom však zvuk tohoto večírku zaznamenali, při pozdějším přehrávání, byť třeba stereo, by nám nedával nahráný zvuk žádný smysl. Chybí zde totiž vztah zvuku, který potřebujeme separovat, k prostoru. Budeme totiž postrádat možnost vybrat si z celkové nahrávky pouze určitý zvuk a ostatní

potlačit na úroveň doprovodného zvuku (zvukové kulisy).

Výzkum virtuálního zvukového pole

Vlivem tvarů ušních boltců a efektem koktejlového večírku se zabývali Fred Wrightman a Doris Kristeová z Wisconsiné univerzity, kteří podle S. Aukstakalnise a D. Blatnera [1994, str. 107-109] provedli řadu pokusů s prostorovým zvukem.

Posadili pokusnou osobu doprostřed místnosti jejíž stěny neodráží zvuk (tzv. bezodrazová komora). Do uší, kousek před bubínek, umístili pokusné osobě dva mikrofony. Kolem ní rozmístili 144 reproduktorů a z různých stran jí přehrávali tóny a zvuky. Mikrofon je zaznamenal a poté co pokusné osobě zavázali oči a znovu jí přehráli tento záznam ze sluchátek, byla tato osoba schopna přesně říci, ze kterého reproduktoru zvuk původně pocházel. Pokud stejný zvuk ovšem přehráli někomu jinému, byly již jeho odpovědi zmatené. To dokazuje nejen skutečnost, že tvar ušních boltců a zvukovodů výrazně ovlivňuje vnímání zvuků, ale také určitou jedinečnost, podobně jako je tomu u otisku prstů.

Při dalších studiích, tito vědci ve spolupráci s Klausem Genultem a Hansem Gierlichem, provedli další řadu pokusů a vytvořili matematický model, vyjadřující modifikaci zvuků při průchodu boltcem a zvukovodem. Nazvali jej *transformační funkce hlavy - HRTF* (head related transfer function). Tento model ve tvaru matematických rovnic v počítači průchozí zvuky modifikuje jako filtr. Výsledek je pak přiváděn do sluchátek či reproduktorů. Zde již nastává fáze, kdy jsme schopni separovat část zvuků nebo určitou sekvenci a tento zvuk se již nazývá *virtuální*.

Convolvotron

Výzkumné práce NASA v této oblasti přinesly významný vynález nazývaný Convolvotron. Jednoduše lze Convolvotron popsat jako sadu přídavných desek do počítače, které obsahují mimořádně výkonný procesor digitálního sig-

nálu, který upravuje a mění analogový zvukový záznam pomocí HRTF na prostorové akustické pole. K tomu je potřeba propojit počítač s trackerem, který umožní modifikaci zvuku na základě našich pohybů. Tracker (polohovač) předá počítači informace o poloze hlavy posluchače, včetně jejího natočení. Tím bude vytvořeno komplexní a stabilní akustické prostředí. Když potom budeme přecházet z jednoho rohu místnosti do druhého, můžeme tak být například chvíli poblíž elektrických kytar, chvíli budeme stát poblíž bubnů atd. Bez trackeru bychom např. zvuk, který jsme původně lokalizovali za sebou, slyšeli po otočení hlavy opět za sebou.

Téměř dokonalé, ale neinteraktivní systémy

V praxi existují systémy, které nám poskytnou tak kvalitní virtuální zvuk, že máme dokonalou iluzi o pohybu v nějakém prostředí. Tato iluze je ale spjatá pouze s pohybem a otáčením kamery. Otáčení a pohyb posluchače zde nevyvolá patřičnou reakci ve vyvolání změny pomyslného místa zdroje zvuku. Tyto systémy nejsou tedy interaktivní. Přitom může jít o jinak velmi dokonalé a kvalitní systémy. Pro jednoduchou představu můžeme uvést např. kino IMAX, či špičková zařízení z oblasti tzv. domácích kin.

Doslov

Tento příspěvek je pouze úvodem do dané problematiky, která je jinak hodně široká. Například jsme se nezmínili o možnostech odrazu zvukových vln od okolních předmětů, akustických stínech apod. Problematikou neinteraktivních zvukových systémů se zabývá velmi podrobně např. R. Drtina na stránkách časopisu Media4u Magazine.

LITERATURA:

- [1] AUKSTAKALNIS, S. - BLATNER, D. *Reálně o virtuální realitě*. Brno : Jota, 1994. 279 s. ISBN 80-85617-41-2.
- [2] BRDIČKA, B. *Učení s počítačem* [online] 1995 [cit.09-05-2007]. Dostupný z WWW: <<http://omicron.felk.cvut.cz/~bobr/ucspoc/virtreal.htm>>.
- [3] DRTINA, René; CHRZOVÁ, Martina; MANĚNA, Václav. *Ozvučovací systémy pro velká auditoria: Část 2. – Vícekanálové ozvučovací systémy*. [online] Media4u Magazine – Čtvrtletní časopis pro podporu vzdělávání, č. 4/2006. Dostupný z WWW: <<http://www.media4u.cz>>. ISSN 1214-9187.
- [4] *Hardware pro virtuální realitu* [online] [cit.2002-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.beyondd.com/texty/hwvr.htm>>.
- [5] HORVÁTHOVÁ, Jarmila. *Funkcie a úlohy masmédií vo vysokoškolskej príprave cudzích jazykov* [s.l.], 2005. 111 s. Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre. Disertační práce.
- [6] JIREŠ, O. *Virtuální realita* [online] [cit.2002-10-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.beyondd.com/texty/jires.htm>>.
- [7] JIREŠ, O. *Virtuální realita na Internetu* [online] [cit.2005-11-11]. Dostupné z WWW: <http://hgf.vsb.cz/neu10/studium/pocitace/PVG/texty/1_2002/sgi_virt_real/ostatni/vr.htm>.
- [8] VESELÁ, Katarína. *Multimédia vo vyučovaní aplikovanej lexikológie pre ekonómov*. In *Zborník vedeckých prác z medzinárodnej konferencie Inonárodné sociokultúrne fenomény a cudzojazyčné vzdelávanie*. Nitra: SPU, 2004. ISBN 80-8069-366-8.

Recenzoval:

PaedDr. René Drtina, Ph.D., Mgr. Václav Maněna, Ph.D.

Kontaktní adresa:

Ing. Jan Chromý, Ph.D.
chromy@media4u.cz

PaedDr. René DRTINA, Ph.D. - Doc. Ing. Jaroslav Lokvenc, CSc.

Katedra technických předmětů, Pedagogická fakulta, Univerzita Hradec Králové

Department of Technical subjects, Faculty of Education, University of Hradec Kralove

Resumé: Logaritmický indikátor úrovně nízkofrekvenčních signálů, pro kontrolu modulačních a záznamových úrovní. V základním zapojení pracuje jako vrcholový detektor, po drobných úpravách může být použit i jako VU-metr nebo jako jednotka spektrálního analyzátoru.

Summary: The logarithmic level meter for measuring audio signals, modulation and record level. In basic circuit it works as ultimate detector; after small modifications it can be used as VU-meter or as a unit of the spectrum analyzer.

SIGNÁL, ŠUM A ZKRESLENÍ

Přenos informací (tzv. zpráv) vždy představuje přenos signálu, který probíhá přes přenosovou soustavu. Aby byl přenos signálu úspěšný, musí být splněno současně několik podmínek [1]:

1. zdroj signálu musí vysílat takový signál, který je přijímač schopen zpracovat.
2. přenosová trasa (přenosový kanál) musí signál přenést v nezměněné podobě.
3. přenosová soustava musí být odolná vůči rušivým vlivům.

Podmínka 1) je zcela jednoznačná. Stejně jako si nemůžeme dovolit připojit ke sluchátkovému výstupu zvukové karty optický kabel, není možné připojit k digitálnímu vstupu analogový signál. Podmínky 2) a 3) reálně splnit nelze. Každá přenosová trasa představuje překážku pro šíření signálu a na každou přenosovou trasu působí nežádoucí vlivy. V praxi jde o to, přiblížit se při přenosu co nejvíce ideálnímu stavu a nežádoucí vlivy eliminovat.

Rozborem úvodních teoretických předpokladů a parametrů nelineárních přenosových prvků, můžeme stanovit pro praktické aplikace podmínku dodržování odpovídajících napěťových úrovní (případně proudových úrovní) na vysílací i přijímací straně. To platí jak pro analogový, tak pro digitální přenos signálu. Pro nízkofrekvenční analogový signál jsou jeho napěťové úrovně stanoveny normou nebo smluvně. To platí zejména pro profesionální a poloprofesionální zařízení. V komerční sféře nebyvají

napěťové úrovně zpravidla jednoznačně definovány. Obvykle výrobci volí takové řešení, že na vstup zařízení může být přiveden signál s několikanásobně vyšší úrovní než je obvyklé. Pripouštíme, že taková formulace zůstává poněkud vágní. Např. výstupní napětí CD přehrávače je 1 V, CD vstup zesilovače je ale schopen zpracovat napětí až 8 V.

Pro nízkofrekvenční sdělovací techniku je za referenční úroveň považován výkon 1 mW na zátěži (odporu) 600 Ω. Značí se jako 0 dBm (decibel nad miliwattem) a přísluší jí napěťová úroveň

$$U_{0\text{ dBm}} = \sqrt{P \cdot R} = 775\text{ mV} \quad (6.1)$$

Profesionální technika používala a v řadě případů stále používá napěťovou úroveň +6 dBm. Ta je označována jako 0 dB (stejně jako každá jiná referenční úroveň) a odpovídá jí napětí

$$U_{+6\text{ dBm}} = 0,775 \cdot 10^{\frac{6}{20}} = 1,55\text{ V} \quad (6.2)$$

U novějších přístrojů jsou zpravidla definovány dvě napěťové úrovně, -10 dBV (decibel nad voltem) a +4 dBu (jednotka dBu - decibel unit, je převzata z anglosaské literatury a je totožná s naší dBm. pozn.aut.) Vyjádřeno napětím, je

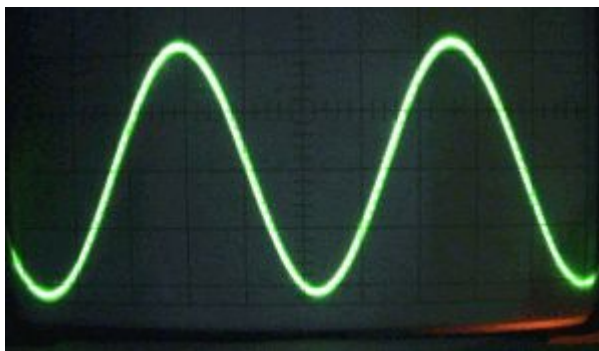
$$U_{-10\text{ dBV}} = 10^{\frac{-10}{20}} = 316\text{ mV} \quad (6.3)$$

a

$$U_{+4dBu} = 0,775 \cdot 10^{\frac{4}{20}} = 1,23 V \quad (6.4)$$

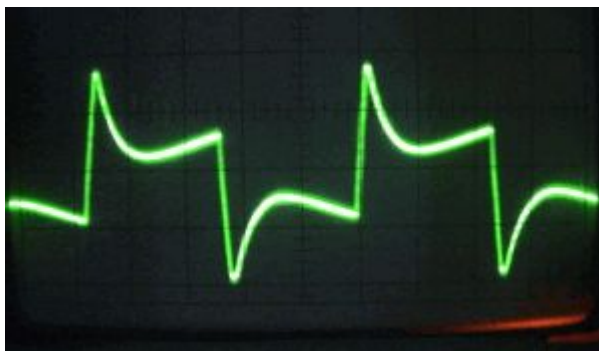
Na většině přístrojů je potom možné zvolit, na jaké napěťové úrovni budou pracovat. Zvolená napěťová úroveň je potom označena jako 0 dB a při jejím nastavení (podle indikátorů) je na výstupu právě jmenovité napětí, u záznamových zařízení je dosaženo maximální přípustné úrovně záznamu.

Nepřízpůsobení nebo nedodržení napěťových úrovní potom s sebou přináší možnost vzniku zkreslení, vyšší hladinu rušivých signálů a další problémy. Ukažme si tuto problematiku na konkrétním příkladu z praxe. Modulační linka délky 200 m přenáší signál z komentátorského stanoviště do přenosového vozu. Na obr.39 je snímek obrazovky osciloskopu při kontrole nf signálu na linkovém vstupu přenosového vozu - měřicí tón 1 020 Hz, úroveň 0 dB (1,55 V).



Obr.39 Průběh měřicího signálu na výstupu modulační linky při modulaci 0 dB

Z oscilogramu je zřejmé, že harmonický signál má čistý průběh, bez šumu a zkreslení.

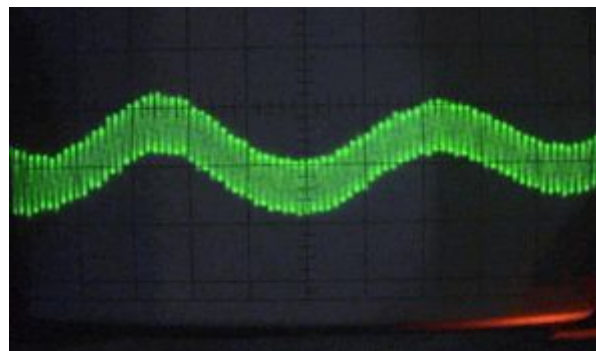


Obr.40 Průběh měřicího signálu při přebuzení modulační linky na úroveň +20 dB

Obr.40 ukazuje průběh signálu v případě, že budicí zesilovač linky je přemodulován na úroveň +20 dB. V tomto případě linka transportu-

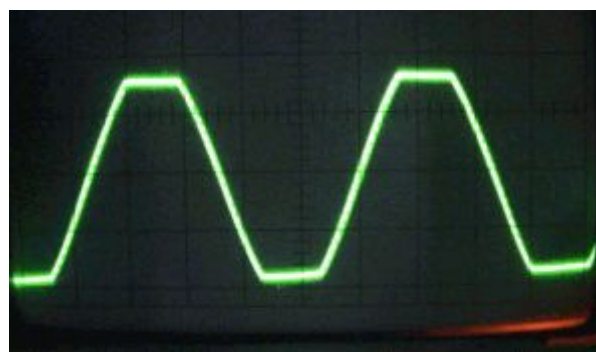
je již zkreslený signál, který není možné při dalším zpracování vrátit do původního tvaru.

Ani přílišné snížení úrovně signálu není dobré. Na obr.41 je průběh měřicího signálu při napěťové úrovni 1 mV. Přesto, že na výstupu budicího zesilovače (na začátku modulační linky) je čistý signál, na vstupu přenosového vozu se již projevují rušivé signály.



Obr.41 Rušivý signál na výstupu modulační linky při budicí úrovni signálu 1 mV (-64 dB) velké zvlnění je rušivý brum, namodulovaný do přenosové linky; husté kmity jsou přenášený signál

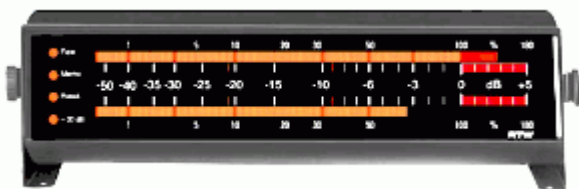
Poslední snímek (obr.42) ukazuje průběh měřicího signálu na kontrolním výstupu vstupního zesilovače mixážního stolu přenosového vozu. Modulační linka je na úrovni 0 dB (1,55 V), vstupní citlivost mixážního stolu byla chybně nastavena na úroveň -20 dBV.



Obr.42 Průběh měřicího signálu při přebuzení vstupního zesilovače mixážního stolu

Z oscilogramu je vidět, že při chybném nastavení jmenovitých napěťových úrovní dochází vlivem přebuzení vstupního zesilovače k limitaci signálu a tím k jeho zkreslení.

Aby se uvedené problémy minimalizovaly, má každé profesionální a poloprofesionální zařízení tzv. modulometry, tedy indikátory úrovně signálu. Současnou špičku v této oblasti představují výrobky německé firmy RTW Köln.



Obr.43 *Nástavbový modulometr RTW 1227E*

Najdeme je ve většině rozhlasových, televizních a nahrávacích studiích. Vyrábějí se jako vestavné moduly nebo v nástavbovém (obr.43) či stolním (obr.44) provedení. Cena modulometrů RTW se pohybuje od 20 000,- Kč výše.



Obr.44 *Stolní modulometr RTW 1205D*

LOGARITMICKÝ INDIKÁTOR

Měření úrovní signálů je užitečné i v domácí amatérské praxi.

Pro dnes tak oblíbené zpracovávání videa a zvuku na počítačích je dodržení potřebných úrovní signálu základem úspěchu. Softwarové indikátory ukazují úroveň signálu při vlastním zpracování, ale ve skutečnosti většinou nejsou schopny registrovat skutečné napětíové úrovně na vstupu a výstupu zvukové karty. Snadno potom dojde k přebuzení A/D převodníků a ke zkreslení signálu. Důkazem jsou některá předváděná multimediální díla nebo videokonference s nesrozumitelným zvukem, jehož zkreslení je daleko za hranicí únosnosti. Přitom by stačilo docela málo. Zjistit si jmenovité úrovně a ty potom dodržovat.

Zdánlivě v tom není žádný problém. Připojíme měřicí přístroj na modulační linku a měříme. Jenže pracujeme se signálem značně proměn-

ným v čase. Navíc závislost subjektivního sluchového vjemu (hlasitosti) na akustickém tlaku, potažmo tedy na akustickém výkonu není lineární, ale logaritmická. Při značném zjednodušení a zanedbání mnoha vedlejších vlivů, lze uvažovat, že změna subjektivního vjemu závisí na akustickém výkonu podle vztahu

$$\Delta S = 2 \cdot \log \Delta P \quad (6.5)$$

V praxi to znamená, že pro subjektivně dvojnásobný vjem hlasitosti potřebujeme 10x větší výkon. Z toho také vychází konstrukce stupnic měřičů úrovně (modulometrů), kde jedním ze základních požadavků je, aby výchylka měřiče korespondovala se subjektivním vjemem. Jako příklad, na řešení stupnic indikátorů použijeme klasické magnetoelektrické ručkové přístroje. První příklad (obr.45) je lineární stupnice, cejchovaná v decibelech. Výchylka ručky je přímo úměrná měřenému napětí. Celkový dynamický rozsah indikátoru je asi 12 až 15 dB.



Obr.45 *Ručkový indikátor s lineární stupnicí*

Signály nízkých úrovní indikátor prakticky neregistruje. Při stoupajícím napětí potom ručka velice rychle nabíhá ke jmenovité úrovni 0 dB.



Obr.46 *Indikátor s logaritmickou stupnicí*

Indikátory s logaritmickou stupnicí (obr.46) se používají v poloprofesionálních a profesionálních zařízeních. Výchylka ručky je úměrná logaritmu napětí a tím koresponduje s hlasitost-

ním vjemem, stupnice je na začátku silně zhuštěna a přístroj tak reaguje i na signály s nízkou úrovní, celkový dynamický rozsah ručkových přístrojů bývá v rozmezí 30 až 40 dB.

Indikátory s lineární stupnicí jsou pro běžnou praxi nepoužitelné. Lze je využít nanejvýš ke sledování měřicích signálů se stálou úrovní nebo ke sledování modulačních špiček. Tesla Vráble je používala do rozhlasových ústředěn a mixážních pultů řady AZL 160, 200 a 240. Běžně se používaly jako indikátory záznamové úrovně v komerčních magnetofonech.

V dnešním, již šestém pokračování doplňků do Vaší laboratoře proto přinášíme dva návody na stavbu jednoduchého, přesného logaritmického indikátoru s velkým dynamickým rozsahem. Je určen pro průběžnou kontrolu úrovně signálu u počítačů, mixážních pultů, zesilovačů atd.

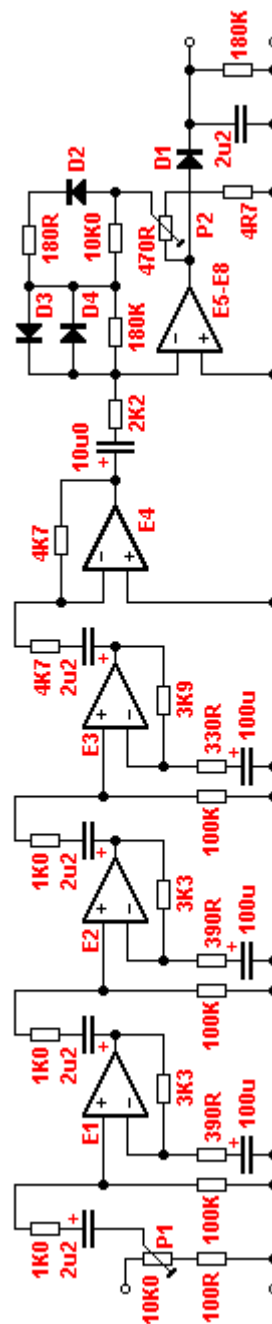
Obvodově můžeme indikátor rozdělit na tři základní části. Vstupní zesilovač, logaritmický zesilovač s usměřovačem a zobrazovací jednotku. Základní provedení indikátoru (obr.47) má třístupňový vstupní zesilovač. První dva stupně pracují se ziskem $A_{U1,2} = 9,46$; třetí má zesílení $A_{U3} = 12,69$. Celkovým ziskem vstupního zesilovače je přibližně 1 000. Rozdělením zisku do tří zesilovacích stupňů se dosahuje velké šířky přenášeného pásma, dlouhodobé stability a nízké úrovně vlastního šumu. Podle potřeby je možné zisk jednotlivých stupňů upravit výměnou rezistorů v obvodech zpětné vazby. Při těchto úpravách doporučujeme zachovat stejnou nebo přibližně stejnou zesílení všech tří stupňů.

Operační zesilovač E4 pracuje jako oddělovací stupeň. V případě potřeby ho lze zapojit i jako aktivní filtr, například při použití indikátoru ve spektrálním analyzátoru (jeho zapojení přineseme v příštím čísle časopisu. *pozn.red.*)

Logaritmický zesilovač je osazený paralelně spojenou čtveřicí operačních zesilovačů E5-8. Výhodou použitého zapojení je relativně velký výstupní výkon a díky velkému výstupnímu proudu i rychlá dynamická odezva. Teoretický rozbor paralelního chodu operačních zesilovačů najdou zájemci v publikaci J. Punčocháře *Operační zesilovače v elektronice* [2].

Diody D2, D3 a D4 působí jako logaritmizující prvky v obvodu zpětné vazby. Úroveň logaritmování (strmost charakteristiky) se nastavuje trimrem P2. Dioda D1 usměřňuje výstupní napětí logaritmického zesilovače a nabíjí filtrační

kondenzátor. Časová konstanta RC článku je nastavena na 400 msec (při vybíjecím rezistoru 180 k Ω) a lze ji v širokých mezích měnit. Výsledná přenosová funkce celého indikátorového zesilovače je dána nastavením trimrů P1 a P2 a při správném nastavení může obsáhnout dynamický rozsah přes 60 dB.

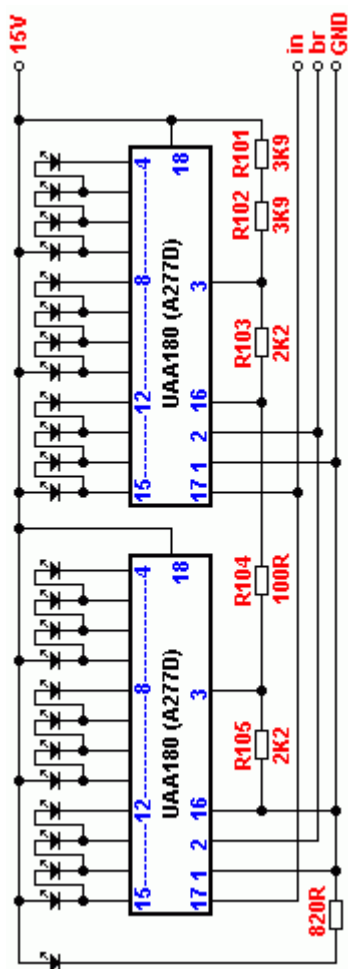


Obr.47 Zesilovač indikátoru
(základní verze)

V daném zapojení je maximální dosažitelná citlivost celého zesilovače lepší než 1 mV. To umožňuje používat indikátor pro přímou kontrolu signálu na vstupech pro mikrofony, či na

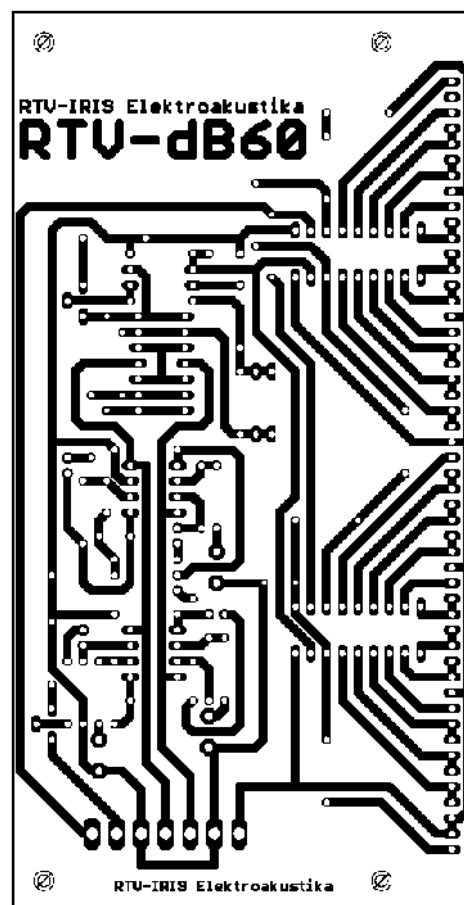
vnitřních sběrnicích mixážních stolů. Pro kontrolu signálu na linkových úrovních lze první dva zesilovací stupně buď úplně vynechat nebo jim nastavit zesílení blízké 1.

Zobrazovací jednotka (obr.48) je postavena na osvědčeném budiči UAA180 (je ekvivalentem dříve používaného A277D). Dvojice budičů je zapojena v proužkovém režimu (bargraf) s 25 LED diodami a děleným referenčním napětím. První LED (jako výchozí úroveň $-\infty$ dB) svítí trvale. Pomocí proměnného napětí, přivedeného na svorku "br" lze regulovat jas indikátoru. Svorka "in" se připojí na stejnosměrný výstup logaritmického zesilovače. Referenční napětíové úrovně jsou 2,68; 2,8 a 5,49 V a budiče tak pracují v lineárním režimu s rozlišením kolem 230 mV. Změnou rezistorů R103, R104, R105, v děliči referenčního napětí můžeme lineární charakteristiku změnit na lomenou, 2x12 diod, kde ale každá část má lineární průběh. Součet hodnot rezistorů R103, R104 a R105 musí být 4 500 Ω (nejvyšší referenční napětí je 5,5 V).



Obr.48 Zobrazovací jednotka

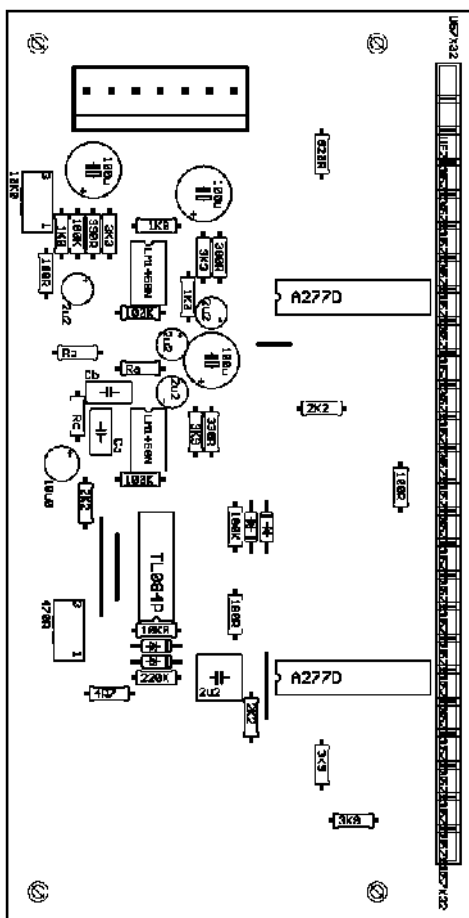
Modul kompletního logaritmického indikátoru je navržen (stejně jako předcházející doplňky) na robustním, jednostranném plošném spoji o rozměrech 145 x 75 mm. Protože předpokládáme využití indikátoru i pro mobilní zařízení s hrubým zacházením, jsou všechny spoje navrženy s šířkou 50 mils (1,27 mm), aby unesly i rázové namáhání připájených součástek.



Obr.49a Plošný spoj logaritmického indikátoru (základní verze)

Deska plošných spojů (obr.49a, 49b) byla vytvořena ve freewarové verzi programu Eagle v. 4.08r2. Rezistory by měly mít toleranci méně než 5 %, elektrolytické kondenzátory pro napětí 35 V nebo vyšší, z důvodů stability je lepší používat typy pro teplotu 105 °C, filtrační kondenzátor na stejnosměrném výstupu logaritmického zesilovače je fóliový z řady MKT nebo podobný. Volba operačních zesilovačů není příliš kritická. Je možné použít jakýkoliv typ, který má při otevřené smyčce zpětné vazby zisk $A_0 > 80$ dB a tranzitní frekvencí $f_T > 1$ MHz. Modul logaritmického indikátoru potřebuje dva napájecí zdroje: symetrický, sta-

bilizovaný, ± 15 V, pro napájení operačních zesilovačů a samostatný, stabilizovaný, 15 V, pro napájení zobrazovací jednotky, s maximálním proudovým odběrem 150 mA.



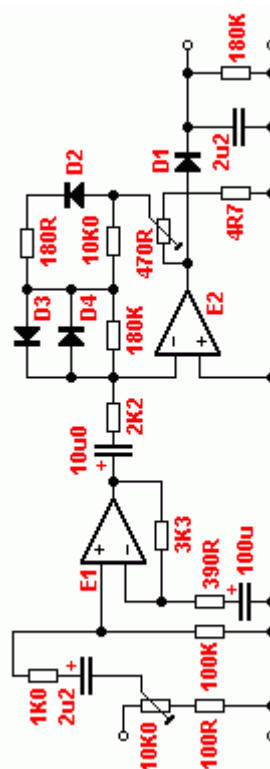
Obr.49b Osazení součástek na DPS logaritmického indikátoru (základní verze)

Poznámka:

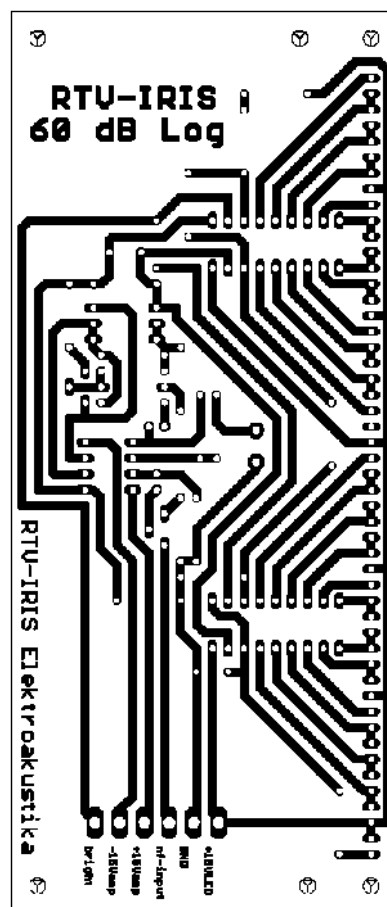
Pro oddělovací zesilovač E4 se na desce plošného spoje osadí rezistory Ra, Rc a propojí se vývody kondenzátoru Ca.

Zjednodušením základní verze logaritmického indikátoru vznikla ekonomická varianta, která je určena pro měření na linkových úrovních. Tato varianta má pouze jednostupňový vstupní zesilovač, logaritmický zesilovač je osazen jen jedním operačním zesilovačem. Jeho dynamické parametry jsou proti základní verzi o něco horší, nicméně pro běžné použití, jako kontrola úrovně vstupu a výstupu zvukové karty, meterbridge mixážních pultů atd., zcela postačující. Zobrazovací část je obvodově plně shodná se základní verzí.

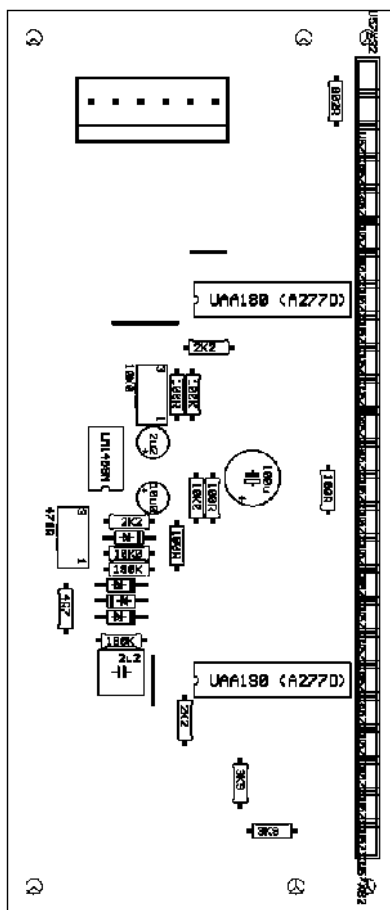
Deska plošných spojů je konstruována stejně, jen její rozměry jsou 60 x 145 mm.



Obr.50 Zesilovač indikátoru (ekonomická verze)



Obr.51a - Plošný spoj logaritmického indikátoru (ekonomická verze)



Obr.51b - Osazení součástek na DPS logaritmického indikátoru (ekonomická verze)

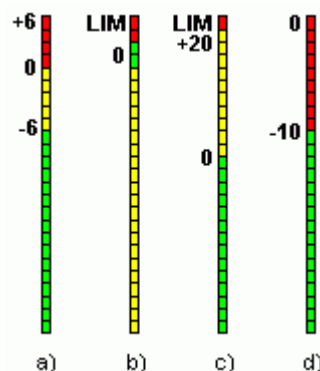
Barevné osazení indikátoru je nejvíce závislé na požadavcích a představách uživatele.

Obvykle se také zohledňuje finální použití indikátoru a potřebný dynamický rozsah. Na obr.52 jsou do jisté míry typická uspořádání indikátorů pro nf aplikace.

Stupnice podle obr.52a je dnes pravděpodobně nejpoužívanější uspořádání pro modulometry mixážních pultů a indikátory vstupů a výstupů zvukové karty počítače. Dynamický rozsah je obvykle -60 až $+6$ dB.

Stupnici podle obr.52b nejčastěji najdeme na záznamových zařízeních a výkonových zesilo-

vačích. Jsou to ty části přenosového kanálu, které nesnášejí přebuzení. Dynamický rozsah indikátoru je zpravidla v rozsahu -40 (někdy jen -20) až 0 dB. Na konci stupnice je jedna, případně dvě červené diody, označené symbolem LIM (limitace), reagující už na přebuzení menší než $+1$ dB.



Obr.52 Příklad uspořádání stupnic indikátorů

Stupnici na obr.52c někdy používáme na linkových výstupech s velkou přemodulovatelností. Zejména v těch případech, kdy je linkový výstup připojen přes kompresor dynamiky nebo limiter k dalším zařízením. Obvyklý dynamický rozsah indikátoru je -30 až $+20$ dB. Poslední červená LED dioda, označená jako LIM (limitace), zpravidla udává úroveň $+23$, případně až $+26$ dB.

Většinou dvoubarevná stupnice s dynamickým rozsahem -40 až 0 dB (podle obr.52d) a s vyznačenou úrovní -10 dB se používá na linkách pro efektová zařízení a pomocných sběrnicích. Jak jsme již uvedli, je pro optimální podmínky přenosu signálů nezbytné dodržovat stanovené napěťové úrovně. Navržené logaritmické indikátory snad přispějí všem, kteří pracují se zvukem, ke snadnější práci a někde i k lepším výsledkům.

V příštím pokračování: Spektrální analyzátor

POUŽITÉ ZDROJE

- [1] PRCHAL, J. *Signály a soustavy*. Praha - Bratislava. SNTL/ALFA. 1987.
- [2] PUNČOCHÁŘ, J. *Operační zesilovače v elektronice*. Praha. BEN. 1999. ISBN 80-86056-37-6.
- [3] *RTW Produktkatalog 2007*. RTW Köln. 2007.
- [4] SVOBODA, J. *Příručka techniky HiFi*. Praha. SNTL. 1981.
- [5] SYROVÁTKO, M. *Zapojení s polovodičovými součástkami*. Praha. SNTL. 1973.
- [6] ŠKROVÁNOK, J. - JURKOVIC, K. *Revízný předpis pro indikátorový zesilňovač EIS301*. Bratislava. Tesla-Elektroakustika. 1973.
- [7] *UAA180 - datasheet*. Siemens. 2002.

Lektorovali:

Ing. Jan Chromý, Ph.D., Ing. Miloš Sobek

Vydáno v Praze dne 15.3.2008 pomocí programu OpenOffice 2.3 Šéfredaktor – Ing. Jan Chromý, Ph.D.
Redakční rada: PaedDr. René Dřtina, Ph.D., Ing. Jan Chromý, Ph.D., PhDr. Marta Chromá, Ph.D., Ing. Mgr. Josef Šedivý, Ph.D., PhDr. Ivana Šimonová, Ph.D., PhDr. Katarína Veselá
URL:<http://www.media4u.cz> Spojení: jan.chromy@centrum.cz, info@media4u.cz