

K otázkám dynamických charakteristik klarinetu

VÁCLAV SYROVÝ

Opakovatelnost výsledků elektroakustických měření je jedním ze základních předpokladů úspěšnosti výzkumu metod objektivního hodnocení kvality hudebních nástrojů. Tato opakovatelnost úzce souvisí s opakovatelností tzv. vstupních podmínek, tj. podmínek, za jakých uvedená měření probíhají. Ke vstupním podmínkám měření na hudebních nástrojích počítáme vedle klimatických vlivů (teplota, vlhkost, tlak) též otázky vzájemné polohy hudebního nástroje a měřicího mikrofonu, otázky dynamiky tónu a další. Při frekvenční analýze tónu právě otázky dynamiky tónu značně ovlivňují výsledky měření, protože v naprosté většině případů je spektrum tónu silně závislé na použitém stupni jeho dynamiky.

V návaznosti na výzkum směrových charakteristik klarinetu, který sledoval změny spektra tónu v blízkém i vzdáleném zvukovém poli nástroje, byl proveden výzkum dynamických charakteristik klarinetu. Cílem tohoto výzkumu bylo zjistit spektrální změny tónu vyplývající z ponáhlých i rychlých změn dynamiky, popsat chování jednotlivých harmonických složek a porovnat dynamické možnosti nástroje v celém jeho tónovém rozsahu. Zkoumání dynamických charakteristik zapadá do systematického výzkumu klarinetu prováděného na hudební fakultě AMU, který úzce souvisí s řešením problémů objektivního hodnocení kvality hudebních nástrojů. Avšak znalost dynamických vlastností nástroje není potřebná jenom pro hudební akustiku, ale může být užitečná též pro pracovníky ve výrobě, pro hudební nástrojaře i hudebníky samotné.

Měření dynamických charakteristik B klarinetu se provádělo v zatlumené místnosti o objemu 90 m³ a střední době dozvuku 0,2 s. Pro potlačení vlivu sekundárního pole byl mikrofon umístěn ve vzdálenosti 30 cm od ústí ozvučníku a svíral s osou nástroje úhel v rovině otvoru cca 60°. Za těchto podmínek byl rozdíl mezi akustickým tlakem primárního a sekundárního pole větší než 10 dB při kritické vzdálenosti 1,2 m. Tón klarinetu byl snímán měřicím mikrofonem Tesla AMC 331 A a zaznamenán na magnetofonu Studer B 62 při rychlosti posuvu 38 cm/s. Nahrávky tónů byly analyzovány úzkopásmovým analyzátorem RFT SBA 101 s relativní šířkou pásma 3,5 % a průběhy jednotlivých harmonických vyneseny zapisovačem RFT PSG 101. Základní frekvence analyzovaných tónů se měřila čítačem BM 445. Průběhy jednotlivých harmonických ve skutečnosti neodpovídají průběhům jejich amplitud, ale spektrální hustotě při dané šířce pásma. Pro jednoduchost jsou však nadále označovány jako průběhy harmonických, resp. jejich amplitud.

U všech tónů klarinetu bylo zaznamenáno plynulé crescendo a decrescendo v relativních mezích pp — ff — pp, u vybraných tónů pak plynulé decrescendo a crescendo (ff — pp — ff), rychlé změny dynamiky ff — pp a pp — ff, nespojité crescendo a decrescendo pp — p — mf — f — ff — f — mf — p — pp a plynulé

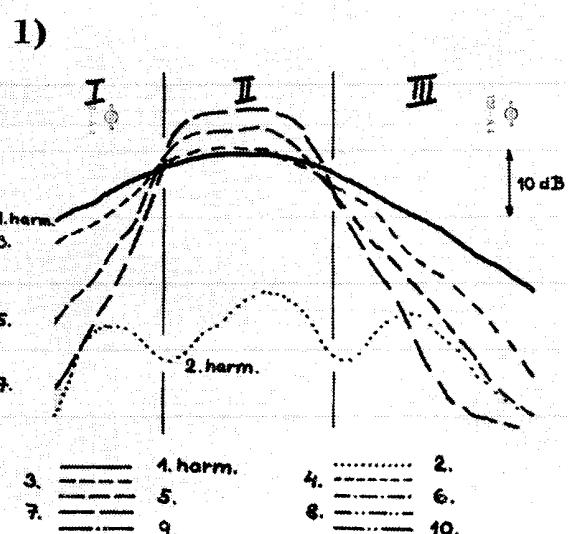
crescendo a decrescendo s přerušením tónu v maximální dynamice. Nutno dodat, že uvedená měření neměla za cíl zkoumat maximální dynamické možnosti nástroje ani absolutní úrovně jednotlivých dynamických stupňů, ale především změny barvy tónu v běžném rozmezí jeho dynamiky.

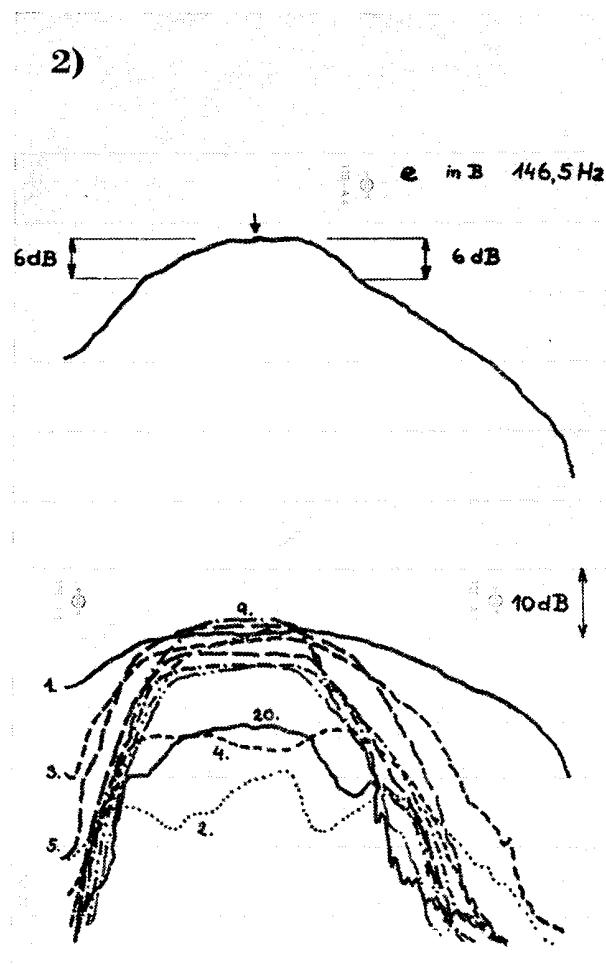
Bыло анализовано первых deset гармонических (у глубоких тонов až 20). Оригинальные записи были получены впервые и для целей публикации были выбраны прописи. Для сравнения было сделано запись прописи гармонической 20-й гармоники. Внесено также запись прописи ненаписанного тоном кларнета. Далее записи прописи для 1—10. Для 20-й гармонической. Уменьшавшаяся запись называлась, что его динамическое разнообразие было одинаковым с разнообразием crescendo.

Základním vyhodnocením grafických záznamů bylo odhadnutí rozpětí crescenda a decrescenda (dB) pro daný tón a jednotlivé jeho harmonické. Číselné údaje přináší tabulka č. 1. První dva řádky obsahují údaje o dynamickém rozpětí crescenda (c) a decrescenda (d) příslušného (neanalyzovaného) tónu klarinetu. Další řádky přináší údaje rozpětí pro 1.—10. a 20. harmonickou. Vynechaný údaj u decrescenda znamená, že jeho dynamické rozpětí bylo shodné s rozpětím crescenda.

Z uvedené tabulky je zřejmé, že dynamické rozpětí crescenda je menší než rozpětí decrescenda. Tento známý fakt souvisí s rozdílem energie nutné k rezonanční mechanicko-akustické soustavy nástroje a energie nutné k udržení kmitů této soustavy, která je vždy menší. Konkrétně u klarinetu je toto podstatnou měrou dáno tlakovou hysterézí plátku, kdy plátek se rezonanční při větším tlaku, než při kterém kmitat přestává. To, co platí pro tón jako takový, platí přirozeně pro jeho harmonické. Vyšší harmonické však vykazují vůči nižším větší dynamické rozpětí, protože se stoupající dynamikou tónu narůstají v intenzitě především vyšší harmonické složky tónu. Průběh dynamiky v uvedených mezích je v celém rozsahu klarinetu poměrně vyrovnaný, vyjma několika tónů, k nimž patří přirozeně i první tón přesfuku h1. Zajímavější údaje přináší tabulka čís. 2, ve které jsou uvedena pořadí prvních deseti harmonických ve spektru tónu pro vrchol dynamiky a úrovně — 6 dB ve směru crescenda i decrescenda. Čísla v levém krajním sloupci udávají pořadí tzn., že trojrádek u čísla 1. obsahuje čísla nejvyšších harmonických a trojrádek u čísla 10. čísla nejnižších harmonických z prvních deseti. V každém trojrádku první rádek platí pro bod — 6 dB před dynamickým vrcholem, druhý rádek pro okamžik dynamického vrcholu a třetí rádek platí pro bod — 6 dB za dynamickým vrcholem (viz. obr. 2). Tak např. u tónu e při úrovni — 6 dB před dynamickým vrcholem (při crescendu) má nejvyšší úroveň ve spektru tónu 1. harmonická, v okamžiku dynamického vrcholu 9. harmonická a při úrovni — 6 dB za vrcholem (při decrescendu) je nejvyšší opět 1. harmonická. Druhou nejvyšší harmonickou zůstává pro všechny tři úrovně dynamiky 5. harmonická, kleče třetí v pořadí je nejprve 3. harmonická, pak 1. a čpět znova 3. harmonická atd.

Údaje v tabulce 2 ukazují na to, že výjma tónu e3 nejsou skladba spektra žádného tónu symetrická podle vr-

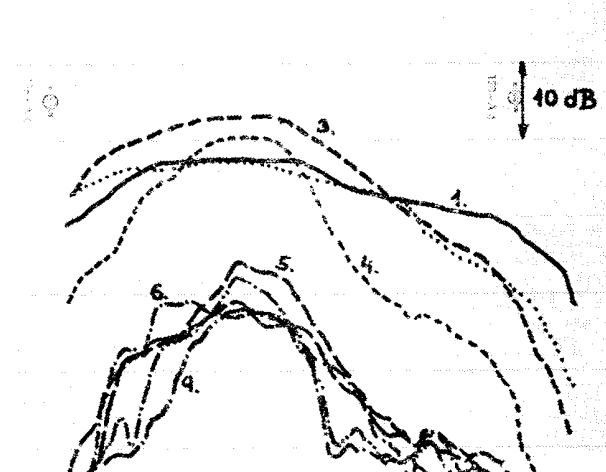
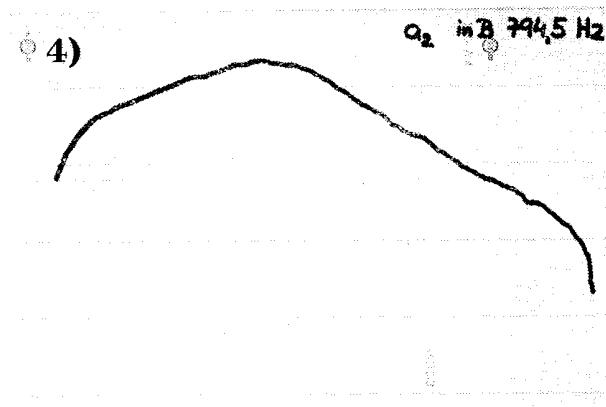
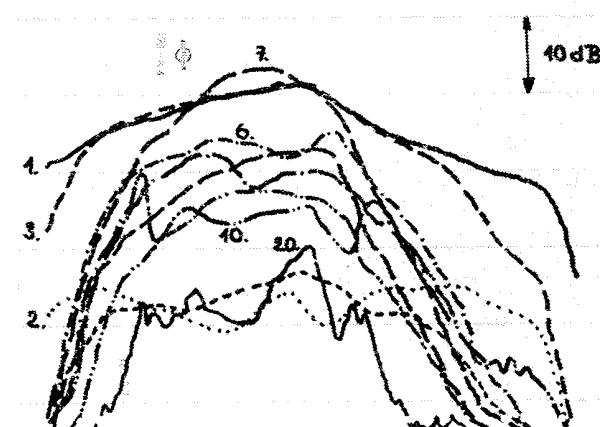
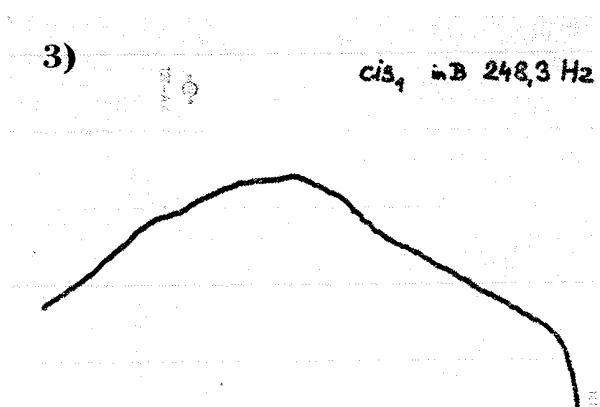




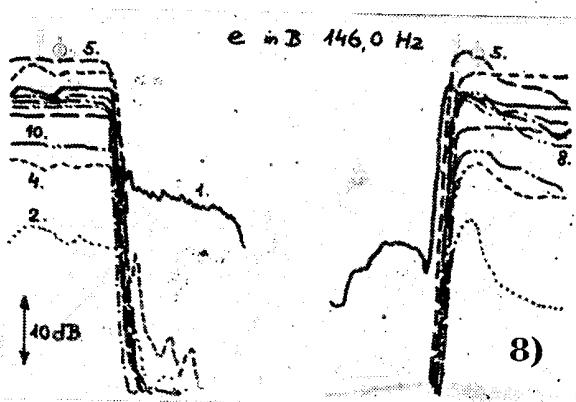
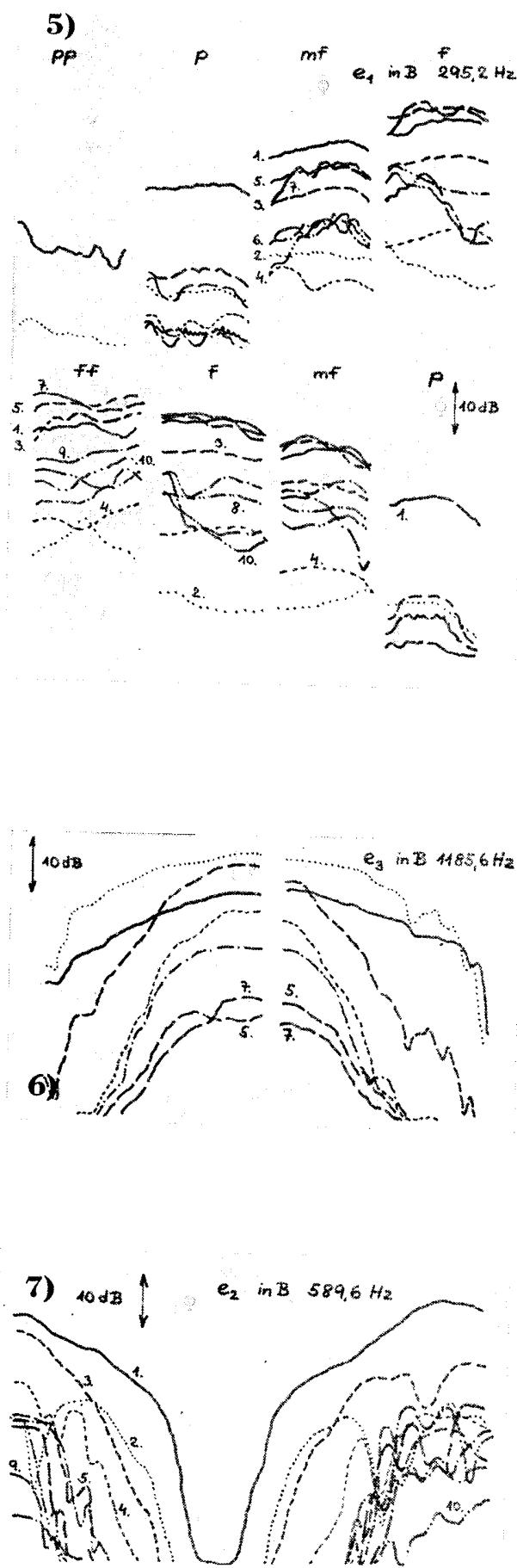
cholu dynamiky. U některých tónů je zcela odlišné pořadí harmonických v crescendu a decrescendu při stejné dynamice tónu. To znamená, že při stejně dynamice tónu nejsou ještě zaručeny stejně výsledky měření (při frekvenční analýze), pokud nejsou uvedeny okolnosti měření provázející. Změna dynamiky tónu v rozmezí 6 dB není změnou příliš velkou, přesto však je provázena velkými změnami ve spektru tónu, které jsou zřetelně vidět na obr. 2 — 4. Vedle těchto změn přináší tabulka 2 též informaci o charakteru spektra tónu klarinetu, které je do tónu bývalo liché, kdežto s přefukem se tato lichost ztrácí.

Vyhodnocení grafické dokumentace dynamických průběhu tónů a jejich harmonických sledovalo též některé obecnější rysy chování jednotlivých harmonických, což v zjednodušené podobě přináší obr. 1. Průběh plynulého crescenda a decrescenda lze rozdělit na tři oblasti; na krajní oblasti (I, III) podstatných úrovnových změn a na střední oblast (II) podstatných spektrálních změn. První oblast je charakterizována rychlým nárůstem úrovně vyšších harmonických složek, které na rozhraní I. a II. oblasti dosahují v případě lichých harmonických úrovně základní harmonické. V druhé oblasti dochází ke změnám v pořadí harmonických ve spektru tónu, nastává v podstatě přebuzení mechanicko-akustické soustavy. V třetí oblasti nastává pokles úrovně jednotlivých složek ve větším dynamickém rozpětí. Zajímavé je chování sudých harmonických složek, zejména pak 2. harmonické. U velké části tónů vykazuje tato harmonická v každé oblasti lokální maximum, s výraznějším maximum ve střední oblasti. Z průběhu 2. harmonické lze usuzovat na kvalitu uzavření vzduchového sloupce v ústech hráče. Se stoupající dynamikou tónu stoupá z počátku logicky i úroveň 2. harmonické, potom ovšem nastává pokles způsobený zatlumením plátku za stálého růstu tlaku vzdachu v ústech hráče. Tato oblast střední dynamiky v podstatě s nejtypičtější barvou tónu se nachází přibližně mezi oblastmi I a II, II a III. Další růst dynamiky je provázen zvětšováním efektivní velikosti štěrbiny mezi hubičkou a plátkem, stoupá úroveň 2. harmonické i dalších sudých, tón ztrácí sonoritu a stává se plnějším a ostřejším. Pojoha 2. maxima nemusí souhlasit s vrcholem dynamiky, jak ukázaly některé

T a b u l k a x f s . 1



Tabulka čís. 2



průběhy. V několika případech dochází k ztotožnění maxim. Informativní poslech analyzovaných tónů se subjektivním ohodnocením právě v řadě těchto případů rozlišoval maximum dynamické od „maxima“ barevného; maximální síla tónu neodpovídala jeho „barevnému naplnění“, ke kterému většinou docházelo za dynamickým vrcholem. Přechod do přesfukového rejstříku je provázen výraznou změnou v chování harmonických. U některých tónů má 2. harmonický lokální minimum právě v místě dynamického vrcholu. Lze nalézt i takové případy, že úroveň 2. harmonické převyšuje úroveň 1. harmonické. Všechny tyto změny ukazují na silnici závislost barvy tónu na jeho dynamice.

V případě nespojitého crescenda a decrescenda (obr. 5) dochází k určitým analogiím s crescendem a decrescendem plynulým — spojitým. Tak např. mezi nižšími stupni dynamiky jsou větší změny úrovni jednotlivých harmonických, mezi vyššími stupni (f — ff) dochází hlavně ke změnám v pořadí jednotlivých harmonických. Chování lichých složek se výrazně odlišuje od chování sudých, jak při změnách dynamiky, tak ale i při držení tónu, kdy při fluktuaci úrovni tónu v rozmezí 2 až 3 dB huktuje sudé (ale i některé liché) složky v rozmezí až 10 dB. Přerušené plynulé crescendo a decrescendo (obr. 6) je charakterizováno minimálnimi změnami ve spektru tónu. To znamená, že opakováný tón stejně dynamiky může být až na některé detaily shodný s tónem předešlým. Z obr. 6 je navázání jednotlivých harmonických zcela evidentní. Plynulé decrescendo a crescendo je v podstatě zrcadlovým obrazem crescenda a decrescenda, včetně podobnosti v chování např. sudých složek. Obr. 7 je ukázkou velké dynamické možnosti klarinetu na tónu e_2 v rozsahu 50 dB. Náhlé změny dynamiky tónu (obr. 8) jsou provázeny okamžitými změnami úrovni harmonických, které se s určitým časovým zpožděním ustavují na nižší úrovni, viz 2. harmonická.

Provedená měření jednoznačně prokázala, že otázka dynamiky tónu je jednou ze závažných vstupních podmínek při měření na hudebním nástroji, v tomto případě na klarinetu. Pro praxi měření to znamená, že nutnou podmínkou opakovatelnosti výsledků je podchycení dynamiky měřeného tónu nejenom co do absolutní úrovni akustického tlaku, ale i co do okolností charakterizujících dosažení této úrovni.

Literatura:

- David, A. Luce,
 (1) Dynamic spectrum changes of orchestral instruments
 Audio engineering society vol 23 No 7 1975
- Václav Syrový,
 (2) K otázkám směrových charakteristik klarinetu
 Výzkumná zpráva HAMU Praha 1979