

# Noční Optika



# Chatter

Jakub Dvořáček  
Mirek Nosek  
Štěpán Zbytkovský  
Jan Keller  
Jan Linhart

Chatter  
is Better

# Machining Stability

Assoc. Prof. Pavel Bach, Research Center of Manufacturing Technology

---

Machining stability is machining that is performed without the presence of chatter, also called self-excited vibrations, between the cutting tool and the workpiece. It is the desired state of all types of machining. Unstable machining and self-excited vibrations are considered adverse in machining. They destroy the cutting tool, the workpiece, and the machine tool. However, there are applications that cannot do without self-excited vibrations. The string and wind section of a symphonic orchestra demonstrate harmony in an unstable state, above the stability limit. All musical instruments vibrate self-excitedly in a magnificent way. What is the difference between a playing orchestra and a workshop with machine tools that machine unstably? While the orchestra sound is beautiful, the sound of the machine tools scratches the ears. We learned to control self-excited vibrations of violins perfectly, but we are not so good at controlling self-excited vibrations during machining. Even though humankind have been investigating violin play for centuries, it is still a feeble excuse for technicians that unstable machining has been examined in total for only about 70 years.

The Czech Republic can boast a person who stood at the birth of machining stability research those 70 years ago. His name is Miloš Poláček. He worked in the Research Institute of Machine Tools and Machining (VÚOSO) from 1950 under the supervision of Jiří Tlustý. He theoretically described the principle of chatter generation, later called the “principle of position feedback,” and verified it experimentally in 1951 and 1952. In his doctoral thesis, published in 1954 at the Czech Technical University in Prague, he introduced the stability limit calculation of the “regenerative principle” of chatter generation in machining.

Intensive research into the causes of instability generation followed. The results are summed up in the book *Selbsterregte Schwingungen an Werkzeugmaschinen* by a team of authors, Daněk, Špaček, Poláček and Tlustý, published in 1963 in Berlin. Together with Jiří Tlustý, Miloš Poláček is also the author of several English papers on self-excited vibrations and stability limit calculation. In 1960s they together initiated a joint research project by several European universities under the auspices of CIRP (College International pour la Recherche en Productique) on the topic of dynamic cutting forces (DCFC) acting in the unstable cut. Despite his great age, Miloš Poláček remained active after the dissolution of VÚOSO and continues to be full of ideas concerning the research of DCFC at the Czech Technical University in Prague.

When Miloš Poláček started to study self-excited vibrations generated in machining, he had no idea how ripe this topic was for research. It is not within human power to count all the publications that have been written on machining stability in the world since then. And new ones are being written continuously on a number of topics (new methods of stability limit calculation, suppression of self-excited vibrations in machining, accuracy of the prediction of stable cutting conditions, cutting force modelling, etc.).

It can be said that whereas original research focused more on the stability of the machine tool vibrating system, today, topics concerning cutting process stability prevail in research. Poláček's relationship for the stability limit

$$b_{\text{lim}} = \frac{-1}{2KG}$$

was derived with the intention of developing a theory that would be useful for identifying dynamically weak parts of a machine tool structure. Ladislav Špaček and Assoc. Prof. Otakar Daněk contributed greatly to the formulation of the theory

of self-excited vibrations. They used a simple, linear relationship between cutting force and vibrations for the model of the cutting force dynamic component

$$F = Kb(Y_o - Y_i).$$

The equation for the cutting force dynamic component was simplified intentionally so that it would be possible to obtain a simple relationship for the stability limit without having to simplify the description of the machine tool vibrating system using its transfer (frequency) characteristics.

The formula was part of a method for testing the machine tool in terms of performance. An integral part of the method was to examine the shape modes of the load-bearing elements of the machine tool structure as well as to run a machining stability limit test, which verified the value  $b_{lim}$  calculated using the formula. The relationship served this purpose very well and is still used today.

A somewhat different situation was presented by the requirement to predict cutting conditions without self-excited vibrations using the calculation. The research on this topic was conducted concurrently with the research on the machine tool resistance to self-excited vibrations. Significant discoveries in this direction were made by Prof. Tobias and his collaborators. Cutting force dynamic forces and the dependencies of the stability limit on cutting conditions were primarily investigated. Soon it was proved that the stability limit strongly depends on cutting speeds, i.e. cutting tool revolutions in milling or workpiece revolutions in turning. This dependency is known as the stability diagram.

Today, ways to avoid chatter or suppress its generation are being investigated. In both cases the stability diagram is used as it is possible to identify the so-called stable revolutions. However, the diagram must be accurate enough. The method is limited to milling so that we deal with tool revolutions where chatter arises first at a higher depth of chip. If we calculate the stability diagram using Poláček's

linear relationship for the cutting force dynamic component, the prediction of the stability limit and stable speeds deviate from the reality measured during machining.

Deviations from stable revolutions of milling cutters have adverse effects at high speeds used for milling duralumin parts, especially in the aerospace industry. It has become evident that in calculating stability limit it is necessary to consider a non-linear model of dynamic force where the coefficient  $K$  is complex. There are apparently multiple forces with complex coefficients acting in the unstable cut. These coefficients are non-linearly dependent on cutting speed. Their research may elucidate the non-linear dependence of the stability limit at low cutting speeds used today for machining nickel and titanium alloys.

In conclusion, let's wish music on the one hand an abundance of unstable vibrations that would please the soul. And on the other hand, let's wish all those involved in machining a very stable cutting process that would please the technologist.

# Night optics, acoustics, electrics...

Assoc. Prof. Ondřej Urban, Academy of Performing Arts in Prague

---

Music. What a noble form of human communication! Musicians are undoubtedly the foundation of good music. But how does their music get to us listeners? We may go to a concert. The compact disc that you are holding in your hand may seemingly compare to going to a concert, but it is not so simple. Let us start from the beginning.

The drum kit. Technically, a set of membranous instruments. Then there are cymbals and a hi-hat or, to use the classical archaic name, a Charleston. In short, a complete set of percussion instruments operated by Jan Linhart's hands, feet (yes, there are pedals here too!) and brain. All of that constitutes the indefatigably beating heart of the band. One microphone will not do here... But let us move on.

The bass is the base of music. We simply could not do without it. The perfect connection of Jan Keller and his base guitar or violoncello takes care of the bass line, sometimes beating flawlessly, sometimes singing, sometimes jumping up high before returning back to earth. A bass instrument does not have to play only figures to make it a bass instrument. Definitely not in jazz! And physics? A chordophone equipped with a resonator. And an acoustic-electric pickup on top of that. And stompboxes. One microphone should do here. We may be able to spare even this one... But let us move on.

Let's add some more strings. Miroslav Nosek's guitar not only has six strings, but also frets. The strings oscillate, the resonator booms, but the acoustic-electric chain, present in jazz guitars as well as rock, booms even more. Stompboxes, so-called by musicians, are not used to make playing the instrument easier but to engage our feet, which are not only for turning the stompboxes on. Can you hear

the frog in the second part of the song Echolocator? That is what we call the wah-wah pedal. And they say that the guitar is only played by hand! Not to forget, it is all finished by a loudspeaker in a combo. A microphone will be necessary here. But let us move on.

The piano. A small orchestra. Small? Not under Jakub Dvořáček's baton. So many microphones! Hold on, I can also hear a Wurliitzer, Rhodes and Hammond. Let's look at it differently. To which category does the piano really belong when it is used not only as a keyboard instrument, but also for strings and percussion? And it is big and expensive. Add to all of that the other keyboard instruments Jakub masters. Just a moment. I can see stompboxes. Is it really necessary? Definitely – the raw sound of electrophonic instruments must be sometimes seasoned to suit our eager ears. But let us move on.

Breath. Basic vital function. There is no life without it. Breath enables Štěpán Zbytovský to vibrate the air column making it shorter by using flute or bass clarinet keys. In contrast to the other musical instruments that we have seen in Night Optician's, wind instruments have one great advantage. Their tone can be amplified, lowered, vibrated and made steady again even without stompboxes. Although stompboxes can be used with the flute too. Hear the echo in the Summer? As if resounding among rocks. There is a need for at least one microphone here. But let us move on.

On? We have come to the end of the list of Night Optician's members and their rich arsenal of instruments. True but now all those microphones – or rather their electric signals – have to be pre-amplified, adjusted, recorded, readjusted, mixed, readjusted again so that it would sound like... at a concert? That is not really the point in a studio recording. It is rather the exception. The recording that you are holding in your hand is definitely not trying to take you to a concert. It is a stylized work of art produced not only by musicians, but also by sound engineer Derek

Saxenmayer, who mixed everything in such a manner that each instrument has its place and at the same time complements the other instruments.

Unity of contrasts. This seemingly contradictory phrase is the pillar of audio production and music recording. It is all complicated by the fact that each listener has slightly different tastes, listening experiences, and sound system. The current possibilities for picking up the sound of instruments and their subsequent processing into a final form – a sound recording – are at a high technical level. However, for the acoustical-playing (or at times electric acoustical-playing) musicians all the studio amenities are only a mediator of their music. The result is the fulfilment of the musicians' idea of their common work of art – a composition. Each musician contributes in his own way.

Sound recording cannot, and what is more does not wish to, replace a live performance. It is a different form of presenting a musical idea – final and refined to maximum perfection. The music would remain closed in the musicians' minds without all those membranes, air columns, string oscillators, resonators, spools, condensers, transistors, volts, decibels, hertz, bites, bytes, processors and other tools. The force exerted by the musician to control his instrument has its direct response in the force vibrating the membrane of your loudspeakers or headphones. It is a highly elegant manner of transporting sound information with the possibility of influencing its content both rationally and emotionally. Isn't it great?

Music. What a noble form of human communication! This communication seems even more amazing if we consider the twisted and adventurous road from a musician's idea to our music enjoyment. Let's free ourselves from our physical substance and let's get influenced by jazz – as seen by Night Optician's – more spontaneously and with a feeling of gratefulness for all the discoveries that it brings to our homes, loudspeakers, ears, minds and hearts.

# Keyboard instruments

Jiří Neužil, The Jaroslav Ježek Conservatory and Higher Specialized School

---

## RHODES ELECTRIC PIANO

The inventor of Rhodes Electric Piano is Harold Rhodes, a music teacher, composer and inventor. He built the first type of this instrument during WWII. It was called the "Army Air Corps Piano" and it was meant to be used primarily as a therapeutic instrument for recovering soldiers. From the beginning Rhodes generated the tone of the piano using so-called tonebars. A tonebar is, in fact, merely an ordinary adjusted metal tuning fork with an attached iron spring. The spring moves up and down the bar, producing a specific tone. A hammer strikes a bar similar to the way the wires are struck in an acoustic piano, but the mechanics are simplified. To give the tonebar a better sound, it is attached to a metal resonator, which produces a tone with richer colour and longer sound. There is an electromagnetic pickup with an adjustable height and distance that can further modify the sound, especially harmonic tones. The signal from all tones (pickups) goes to one audio output, like an electric guitar with a large number of strings. Keyboard players can use all kinds of guitar effects (stompboxes) with this instrument.

The Army Air Corps Piano (also called a Xylette) was an enormous success. It sold 125,000 pieces during WWII. An interesting fact is that the same aluminium tubes were used for the production of the piano tone resonators as for B-17 bombers.

Other electronic pianos included the instructional Pre-Piano, Celeste, and Piano Bass – a small instrument with a range of bass tones – which was made famous especially by Ray Manzarek of The Doors. However, the Rhodes piano experienced its heyday from the mid-1960s, when they started to be produced in full piano range (88 or 73 keys) by the Fender or, later, the CBS company. In the 1970s, sound

equalization options were added, along with stompboxes. However, in the 1980s, production fell and the CBS company closed down. Due to the great interest in these instruments, Rhodes's offspring decided to restart production in 2009, and there are now new models on sale.

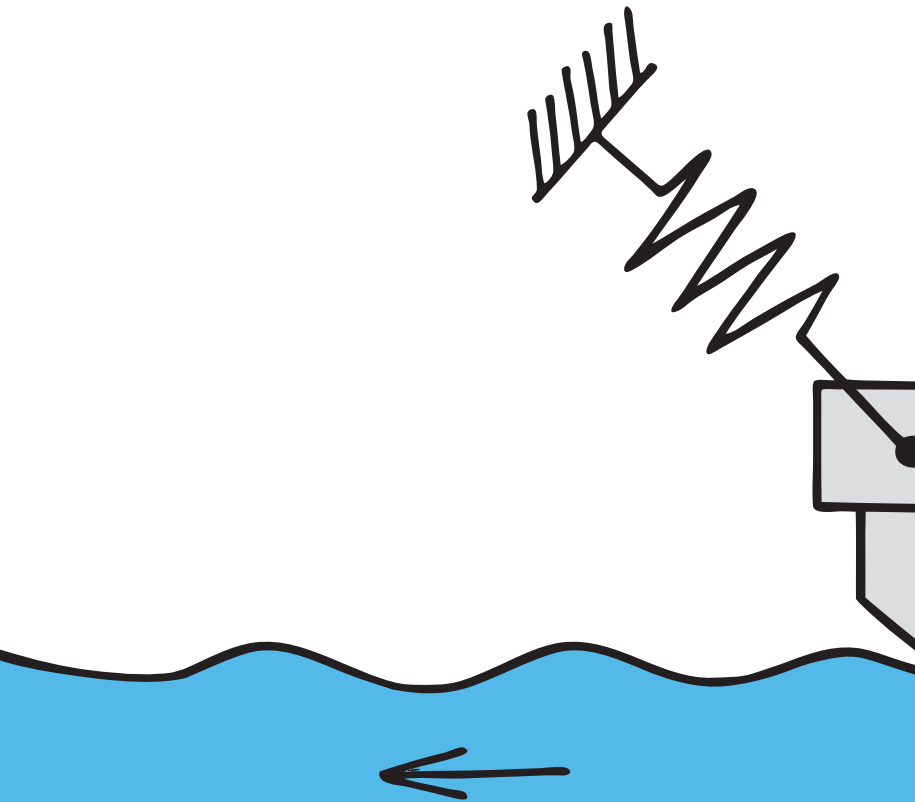
## **WURLITZER ELECTRIC PIANO**

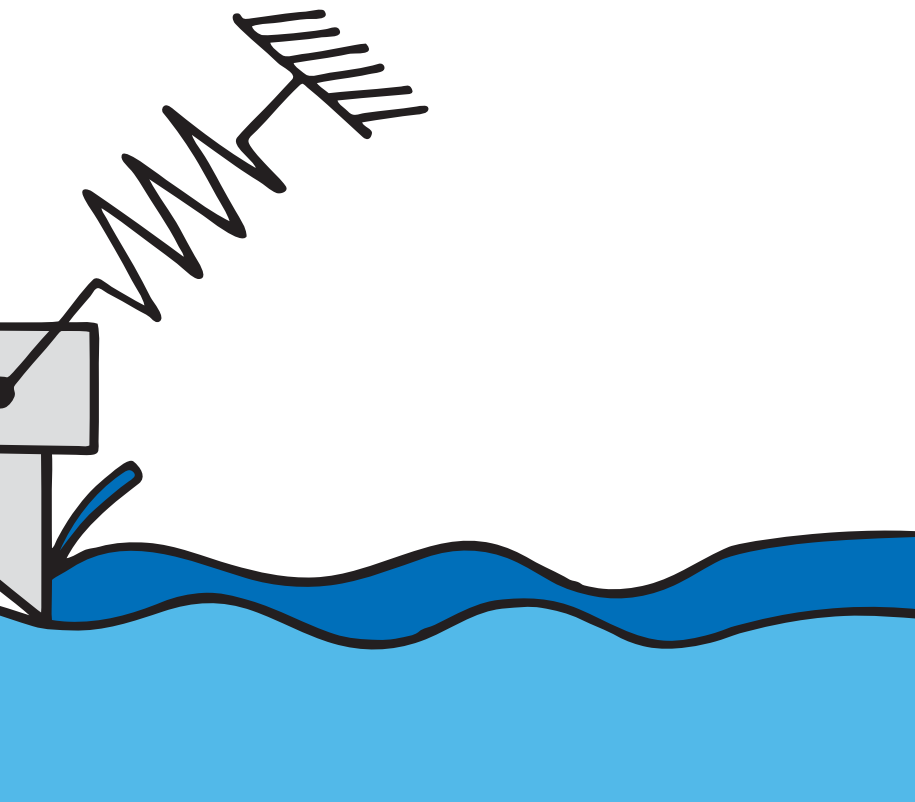
From the beginning of instrument electrification there have been attempts to produce an acoustic piano that would have a pickup near its strings to amplify the sound. One successful result of these efforts is the piano invented by Benjamin Miessner and produced by the Wurlitzer company. Instead of the traditional strings used on a piano, Miessner used metal reeds. The reeds are tuned to the exact pitch of the tone so that a stronger sound is produced than when using strings. Each reed is equipped with an electromagnetic pickup, and the sound goes into a built-in amplifier, loudspeakers, and an external audio output. The Wurlitzer is therefore similar to the Rhodes Piano, and for a long time it was its competitor and alternative. However, the Wurlitzer has a slightly different, more acute and raw sound. Therefore it was more popular with rock bands, whereas the Rhodes was more used by jazz bands. An interesting point to note here is tuning, which is performed using a soldering iron by applying and removing the solder to the end of a reed. Wurlitzers were produced from 1954 to 1982. They were very popular because of their reliability and relatively low weight (ca 25 kg). They usually had a range of only 64 keys. Like the Rhodes Piano, they offered a variety of models, including student instruments.

## **HAMMOND ORGAN**

The development of Hammond Organ was started by Laurens Hammond, an inventor enthusiastic about the idea of producing an electric model of the pipe

organ. In 1934 he had an instrument patented that almost perfectly resembled a church organ. It had two manuals and a pedal, but it used the principle of so-called tonewheels to produce the sound. Using gears, an electric motor with a shaft drives a set of several dozens cogged wheels, which rotate at a certain speed and thus induce the electric current into electromagnetic pickups placed near them. The result is a constant and endless tone of a certain pitch. The keys only turn on and off the signal from individual pickups; they have no keystroke dynamics and are played very lightly. The sound can be varied using drawbars that add or remove one of the harmonic tones. A countless number of sound combinations are thus available. Larger models have more options for sound variation. The original idea of a noble organ sound was somewhat distorted by Don Leslie, who designed an amplifying cabinet with rotating horns with a changeable rotation speed, thereby creating a unique space effect. Despite Hammond's initial dislike, this sound became the signature sign, without which we cannot recognize this instrument. From the beginning this organ found its use especially in poor black churches as a cheaper alternative to the pipe organ. This is where their strong connection to black music stems from. The Hammonds were produced until the 1970s in a variety of models differing in size, design, equipment etc. No modern music style could do without them. A number of digital copies are produced to this day.





# Stabilita obrábění

doc. Ing. Pavel Bach, CSc., ČVUT v Praze, Fakulta strojní, VCSVT

---

Stabilní obrábění je takové, které probíhá bez přítomnosti samobuzených kmitů mezi řezným nástrojem a obrobkem. Je to kýžený stav obrábění všeho druhu. Nestabilní obrábění a samobuzené kmity nejsou při obrábění žádoucí. Ničí nástroj, obrobek i stroj. Jsou ale obory, které se bez samobuzeného kmitání neobejdou. Smyčcová i dechová sekce symfonického orchestru předvádí souhru v nestabilním stavu, nad mezí stability. Všechny hudební nástroje nádherně, samobuzeně kmitají. Technicky vzato, rozdíl mezi hrajícím orchestrem a dílnou s obráběcími stroji, které nestabilně obrábějí, je v tom, že projev orchestru je libozvučný, kdežto projev obráběcích strojů drásá uši. Samobuzené kmity houslí jsme se naučili dokonale ovládat, ale samobuzené kmity při obrábění už tak dokonale nezvládáme. Slabá omluva techniků je, že hru na housle zkoumají lidé již po staletí, zatímco nestabilní obrábění zkoumáme všeho všudy asi 70 let.

Česká republika se může pochlubit člověkem, který stál u kolébky výzkumu stability obrábění před těmi 70 lety. Je jím Ing. Miloš Poláček, CSc. Ve Výzkumném Ústavu Obráběcích Strojů a Obrábění (VÚOSO) pracoval od roku 1950 pod vedením Ing. Jiřího Tlustého. Princip vzniku samobuzených kmitů nazvaný později „princip polohové vazby“ teoreticky popsal a experimentálně ověřil v letech 1951 až 1952. Ve své disertaci, publikované v roce 1954 na ČVUT v Praze, uvedl výpočet meze stability „regenerativního principu“ vzniku samobuzeného kmitání při obrábění.

Pak následoval intenzivní výzkum příčin vzniku nestability, jehož výsledky jsou shrnuty v knize autorského kolektivu Daněk, Špaček, Poláček, Tlustý, Selbsterregte Schwingungen an Werkzeugmaschinen, která vyšla v roce 1963 v Berlíně. Spolu s Ing. Tlustým je autorem několika anglicky psaných článků o samobuzeném kmitání a výpočtu stability. V šedesátých letech minulého století inicioval s Ing. Tlustým

společný výzkum několika evropských univerzit, kooperovaný v CIRP na téma dynamických řezných sil působících v nestabilním řezu (DCFC). Přes pokročilý věk 91 let je Miloš Poláček stále duševně svěží a plný nápadů pokračuje, po rozpadu VÚOSO, ve výzkumu DCFC na ČVUT v Praze.

Když před 65 lety Ing. Miloš Poláček začal studovat samobuzené kmitání vznikající při obrábění, netušil, jak silné téma pro výzkum otevírá. Spočítat publikace, které byly od té doby napsány ve světě o stabilitě obrábění, není v lidských silách. A stále se píše nové, o nových metodách výpočtu stability, o potlačování samobuzeného kmitání při obrábění, o přesnosti předpovědi stabilních řezných podmínek, o modelování řezných sil a o mnohých jiných problémech, které samobuzené kmitání vyvolává.

Dá se říci, že dnes ve výzkumu samobuzených kmitů převažují témata o stabilitě řezného procesu, zatímco původní výzkum byl zaměřen spíše na stabilitu kmitavého systému obráběcího stroje. Poláčkův vztah pro mez stability

$$b_{\text{lim}} = \frac{-1}{2KG}$$

byl odvozen se záměrem vypracovat teorii užitečnou pro vyhledávání dynamicky slabých součástí struktury obráběcího stroje. Na vytvoření teorie samobuzených kmitů se významně podíleli RNDr. Ladislav Špaček a doc. Ing. Otakar Daněk. Pro model dynamické složky řezné síly použili jednoduchý, lineární vztah mezi řeznou silou a kmity

$$F = Kb(Y_o - Y_i).$$

Rovnice pro dynamickou složku řezné síly byla záměrně zjednodušena, aby bylo možné získat jednoduchý vztah pro mez stability, aniž by se musel zjednodušovat popis kmitavého systému obráběcího stroje jeho přenosovými (frekvenčními) charakteristikami.

Vzorec byl součástí metody testující stroj po stránce výkonnosti. Nedílnou součástí metody bylo vyšetření tvarů kmitů nosných prvků struktury stroje a také



# Noční optika, akustika, elektrika...

doc. Ing. MgA. Ondřej Urban, PhD., Akademie múzických umění v Praze

---

Hudba. Jaká to ušlechtilá forma lidské komunikace! Základem dobré hudby jsou bezesporu hudebníci. Ale jak dostat jejich hudbu k nám, posluchačům? Jít na koncert. Dobře, zvukový nosič, který držíte v ruce, se zdánlivě může vyrovnat návštěvě koncertu, ale tak jednoduché to není. Pojďme pěkně od začátku.

Bicí nástroje. Lidově řečeno škopky nebo prostě bicí. Odborně povětšinou sada blanozvučných neboli membranózních nástrojů. A k tomu činely a hi-hat, neboli charlestonka – toto označení ale už není dnes příliš "in". Zkrátka celá souprava bicích nástrojů, obsluhována rukami, nohama (ano, jsou tu i pedály!) a mozky Jana Linharta. To celé dohromady – neúnavně tepající srdce kapely. Tady nebude jeden mikrofon patrně stačit... Ale pojďme dál!

Basa tvrdí muziku. Bez ní by to prostě nešlo. Perfektně propojení Jan Keller a jeho basová kytara nebo violoncello se starají o basovou linku, která tu bezchybně kráčí, tu skáče do výšky, místy zpívá a pak se zase vrací k zemi. Basový nástroj nemusí hrát jen figury, aby byl basovým. Už vůbec ne v jazzu! A fyzika? Chordofon, opatřený rezonátorem. Aby toho nebylo málo, elektroakustický snímáček. A krabičky. Tady by mohl stačit jeden mikrofon. Možná i ten vyšetříme... Ale pojďme dál!

Pár strun ještě přidáme. A ještě další věci k tomu. Kytara Miroslava Noska má nejen šest strun, ale také pražce! Opět kmitá struna, duní rezonátor, ale ještě mnohem více elektroakustický řetězec, který ke kytarám v jazzu, ale třeba i v rocku prostě patří. Krabičky, jak říkají muzikanti, nemají hru na nástroj zjednodušit. Naopak, opět zapojujeme nohy. Ale nejen pro zapínání krabiček. Slyšíte ve druhé půlce Echolokátoru žabáka? Tomu se říká kvákadlo. A pak že se na kytaru hraje



možnosti sejmутí zvuku nástrojů a jejich následné zpracování do výsledného tvaru – zvukové nahrávky – jsou na vysoké technické úrovni. Ale všechny ty studiové vymoženosti se vždy v případě akusticky hrajících (dobře, místy elektroakusticky hrajících) muzikantů nutně musí stát pouhým zprostředkovatelem jejich hudby. Naplněním představ hudebníků o společném díle – skladbě. Každý přispívá svojí měrou.

Zvuková nahrávka nemůže, ale hlavně nechce nahradit živé vystoupení. Je to jiný druh prezentace hudební myšlenky. Konečný a vycizelovaný do maximální dokonalosti. Bez všech membrán, vzdušných sloupců, strunných oscilátorů, rezonátorů, cívek, kondenzátorů, tranzistorů, voltů, decibelů, hertzů, bitů a bajtů, procesorů a dalších pomocníků by zůstal uzavřen v myslích hudebníků. Síla, kterou muzikant ovládá svůj nástroj, má svoji přímou odezvu v síle, kterou je rozkmitána membrána Vašich reproduktorů nebo sluchátek. Navýsost elegantní způsob dopravy zvukové informace s možností racionálního i emotivního ovlivnění jejího obsahu. Není to skvělé?

Hudba. Jaká to ušlechtilá forma lidské komunikace! S vědomím toho, jak spleť a dobrodružná cesta vede od myšlenky hudebníka k našemu hudebnímu požitku, se jeví tato komunikace ještě úžasnější. Pojdme se ale odpoutat od fyzikální podstaty a nechme na sebe působit jazz viděný Noční optikou poněkud spontánněji s vděčností ke všem objevům, které toto působení přináší do našich domovů, reproduktorů, uší, myslí, srdcí...

# Klávesové nástroje

Jiří Neužil, Konzervatoř Jaroslava Ježka v Praze

---

## ELEKTRICKÝ KLAVÍR RHODES

Autorem tohoto nástroje je Harold Rhodes, učitel hudby, skladatel a vynálezce. Svůj první typ nástroje postavil již za 2. světové války, pod názvem Army Air Corps Piano se měl uplatňovat především jako terapeutický nástroj pro raněné vojáky. Již od počátku při jeho výrobě pracoval s tvorbou tónu pomocí tzv. tónových tyčinek, což není v podstatě nic jiného než upravená obyčejná kovová ladička s nasazenou železnou pružinou, která se posouvá po tyčince nahoru nebo dolů a tím se ladí konkrétní tón. Do tyčinky udeří kladívko podobně jako u akustického klavíru, mechanika je však zjednodušena. Aby tyčinka lépe zněla, je připevněna na kovový rezonátor, který dodává tónu bohatší barvu a delší doznívání. U každé tyčinky je elektromagnetický snímač s nastavitelnou výškou a vzdáleností, který může dále modifikovat zvuk, zejména po stránce alikvotních tónů. Signál ze všech tónů (snímačů) jde pak do jednoho audiovýstupu, což tak připomíná elektrickou kytaru s velkým množstvím strun. Hráči na klávesové nástroje také používají s tímto nástrojem veškeré kytarové efekty („krabičky“).

Army Air Corps Piano (zvané též Xylette) mělo obrovský úspěch, za války se ho vyrobilo 125 000 kusů. Zajímavostí je, že pro výrobu jeho tónových rezonátorů byly používány stejné aluminiové trubky jako v bombardérech B-17. Dalšími nástroji byly výukové Pre-Piano, Celeste a Piano Bass, malý nástroj v rozsahu basových tónů, který proslavil zejména Ray Manzarek ve skupině The Doors. Největší slávu však Rhodesovy klavíry zažily od poloviny 60. let, kdy se začaly vyrábět v plném klavírním rozsahu (88 nebo 73 kláves) a vyráběla je firma Fender, později CBS. V 70. letech byly vylepšeny o možnost ekvalizace zvuku a zapojení efektů, s nástupem syntetizérů

však výroba v 80. letech upadala a firma zkrachovala. Díky velkému zájmu o tyto nástroje se rozhodli Rhodesovi potomci výrobu po roce 2009 obnovit, dnes jsou k dostání nové modely.

## **ELEKTRICKÝ KLAVÍR WURLITZER**

Od počátku historie elektrifikace nástrojů se objevovaly pokusy vytvořit akustický klavír, který by měl u strun snímače a dal by se zvukově zesílit. Jednou z úspěšných variant tohoto snažení je klavír, který vynalezl Benjamin Miessner a vyráběla ho firma Wurlitzer. Místo klasických strun jako na klavíru jsou v něm však použity kovové jazýčky nalaďené na přesnou výšku tónu, aby se dosáhlo silnějšího zvuku než pomocí strun. U každého jazýčku je opět elektromagnetický snímač, zvuk jde do zabudovaného zesilovače a reproduktorů a samozřejmě i do externího audiovýstupu. Nástroj se tak podobá klavírům Rhodes, ke kterým tvořil také dlouhá léta konkurenci a alternativu. Má však trochu jiný, průraznější a syrovější zvuk, proto byl oblíben spíše u rockových kapel, zatímco Rhodes spíše u kapel jazzových. Zajímavostí je zde ladění, které se v tomto případě provádí pájkou (jejím přidáváním a ubíráním na konci jazýčku). Wurlitzery se vyráběly v letech 1954–1982, byly velmi oblíbené pro svou spolehlivost a relativně malou hmotnost (cca 25 kg). Měly obvykle rozsah pouze 64 kláves. Podobně jako u Rhodes klavírů i zde byly v nabídce různé modely včetně výukových.

## **HAMMONDOVY VARHANY**

Na počátku jejich vývoje stál Laurens Hammond, vynálezce nadšený myšlenkou vyrobit elektrickou napodobeninu píšťalových varhan. V roce 1934 si nechal patentovat nástroj, který téměř dokonale připomínal kostelní varhany s dvěma manuály a pedálem, ale pro tvorbu používal princip tzv. tónových koleček. Elektromotor s hřídelí pohání pomocí převodů soustavu několika



# Noční Optika | Chatter

1. Léto   Summer	4:55
2. Hopeful Days	5:29
3. Ples upírů   Vampire Ball	4:19
4. Blahopřání   Congratulations	6:06
5. Meandry   Meanders	4:59
6. Echolokátor   Echolocator	5:24
7. Shorter by Three	4:20
8. Hlavonožci   Cephalopods	6:39
9. Salome	8:50
10. Oprášená úchylna   Restored Deviation	3:55
Total time	55:00

Composed by Miroslav Nosek (2, 3, 5, 6, 7, 10) and Jakub Dvořáček (1, 4, 8, 9)

Recorded (27.-29. 6. 2014), mixed (18.-20. 7. 2014) and mastered (25. 8. 2014) at Studio Faust Records ([www.faust.cz](http://www.faust.cz))

Recording, mixing and mastering engineer: Derek Saxenmayer

Cover design: Matěj Sulitka and Alfa medimedia, s.r.o.

Sleeve notes: Ondřej Urban, Jiří Neužil, Pavel Bach

Translation: Marie Čapková and Philip Arnold

Production: RCMT

© Noční optika, 2014, [info@nocnioptika.net](mailto:info@nocnioptika.net), [www.nocnioptika.net](http://www.nocnioptika.net)

All rights reserved | Made in the Czech Republic

The band wishes to thank Daniela Pokorná, family and friends

