

Gramofon a jeho nastavení

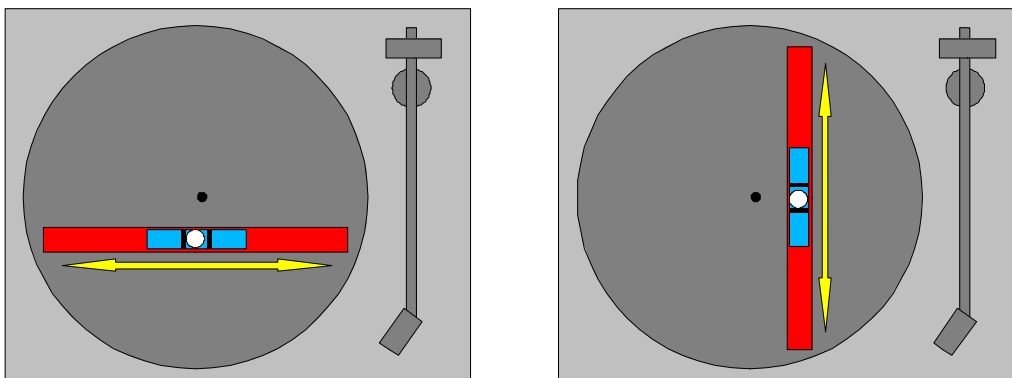
Martin 'Rowing' Vlček

Stejně jako já, kráse hudby zaznamenané analogově v černých drážkách propadá, i přes neoddiskutovatelnou digitálnost všeho kolem nás, stále větší množství lidí. Ovšem jak zjišťuji, tak mnohým dělá problém správné nastavení gramofonu a ten pak nepředvádí to, co je v něm ukryto. Někdo může na zvuk gramofonu jen kvůli jeho nevědomému špatnému nastavení úplně zanevřít a to je rozhodně škoda. Proto jsem se rozhodnul sepsat tento článkuček a možná tak některým z Vás pomoci v pochopení některých technických fines gramofonu a v jeho správném nastavení. Rád bych tedy vnesl trochu světla mezi ten zmatek anglických pojmů jako *VTA*, *VTF*, *antiskating*, *azimuth*, *effective arm length*, *overhang*, *null point* apod.

Jednotlivé kroky ve správném nastavení gramofonu:

1. Vodorovná poloha

Prvním krokem ke správné funkci gramofonu je jeho vodorovné usazení na nějakou pevnou podložku, na níž nedochází k přenosům vibrací z okolí. Ideální jsou např. police montované na zeď nebo alespoň pevný, nerezonující stolek a např. kamenná deska. Jedině u přesně vodorovného gramofonu mohou být seřizeny další parametry, o kterých budu hovořit později, např. svislá síla na hrot, boční síla atd. Pro nastavení vodorovné polohy používám klasickou vodováhu položenou přímo na otočný talíř gramofonu.

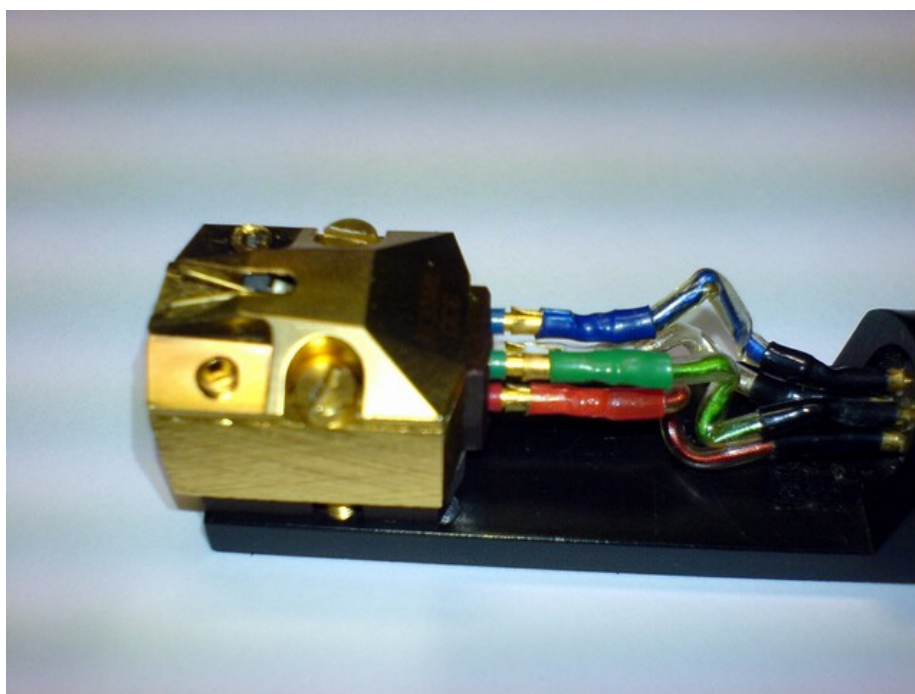
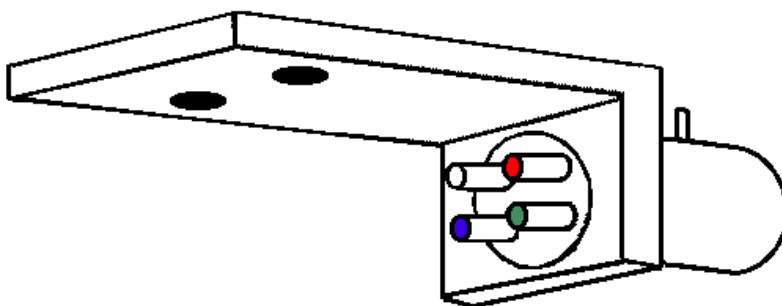


Ideální je i jakýkoliv druh všesměrové vodováhy. Např. následující:



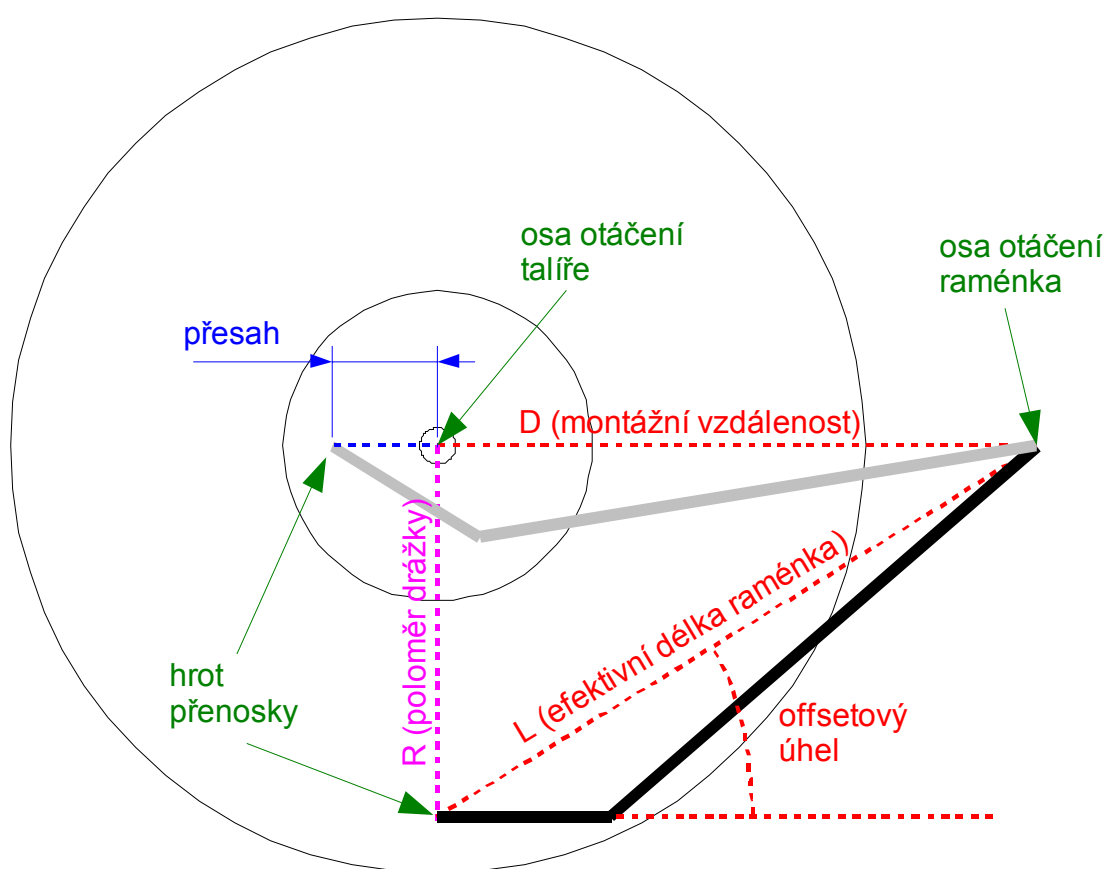
2. Připojení přenosky

Pokud již máme stabilně usazený gramofon ve vodorovné poloze můžeme přejít k druhému kroku. Na raménko nasadíme přenosku, kterou chceme seřizovat a správně napojíme k prodrátování raménka. Zapojované drátky by měly být čtyři v barvách bílá, modrá, červená, zelená a stejně by měly být označeny konektory na přenosce. Přenosku nastavíme dle oka do přibližně správné polohy vzhledem k otvorům v hlavici raménka (angl. *headshell*) a lehce dotáhneme, abychom zamezili jejímu pohybu. Poté můžeme odstranit kryt chvějky.



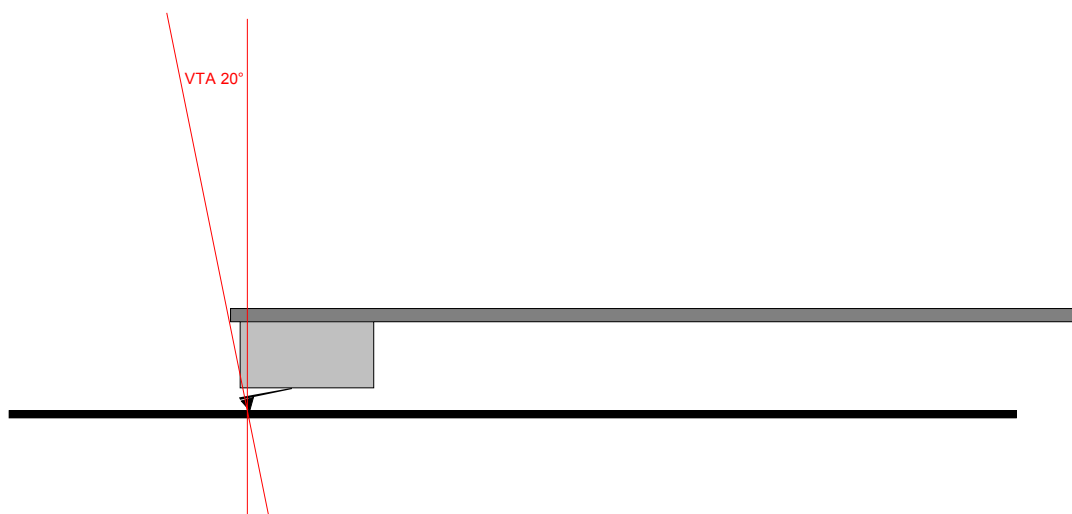
3. Montážní vzdálenost osy ložisek raménka

Jen pro úplnost dodávám, že existují gramofony u kterých je možné nastavit montážní vzdálenost. Tedy vzdálenost osy otáčení raménka (tzv. *pivot*) od osy otáčení talíře (tzv. *spindle*). Ve svých výpočtech a na obrázku tuto vzdálenost označuji jako D . Nastavení této vzdálenosti by mělo vycházet z efektivní délky raménka a typu nastavení, podle kterého chceme gramofon seřídít – Baerwald, Loeffgren, Stevenson apod. Jelikož Vás žádnými výpočty a teoriemi nechci zatěžovat a navíc Váš gramofon má v 99% tuto vzdálenost pevnou, danou ve výrobě, tak tento bod klidně ignorujte, týká se jen dražších gramofonů. Pokud tuto vzdálenost měnit můžete a nejste si jisti její správnou hodnotou, nastudujte si správné nastavení v článcích uvedených na konci, nebo mě zkuste kontaktovat. Pokud budu mít čas, tak Vám pomohu určit nastavení, které bude pro Váš gramofon správné.

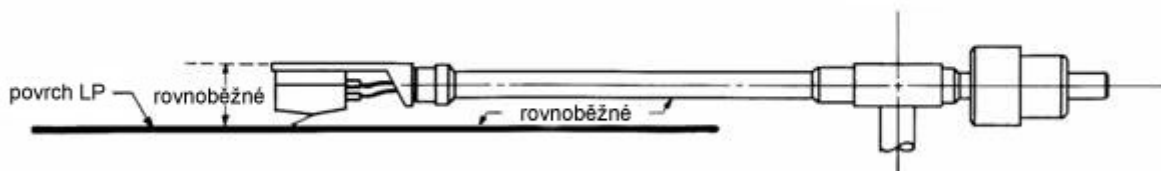


4. Nastavení svislého úhlu přenosky

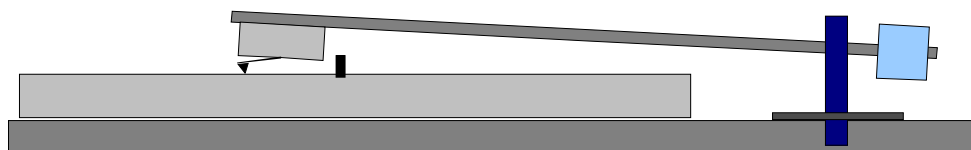
Než přistoupíme k dalšímu seřizování měli bychom nastavit svislý sledovací úhel přenosky – anglicky VTA (*Vertical Tracking Angle*).



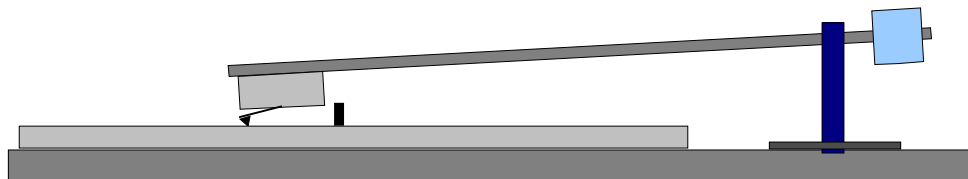
O co se jedná? V podstatě o výškové nastavení raménka tak, aby při položení hrotu přenosky na vinylovou desku bylo raménko s hlavicí raménka rovnoběžné s touto deskou. Přesněji řečeno je VTA úhel, který svírá hrot přenosky s kolmicí na desku. Opět ne všechny gramofony nastavení svislého úhlu umožňují. Správná hodnota tohoto úhlu se mění dle toho, jak byl nastaven řezací nůž při výrobě matrice vaší desky. V 60 letech to většinou bylo 15°. Od 70 a 80 let je tato hodnota dohodou ustanovena na 20° a přenosky jsou takto vyráběny, takže opravdu stačí nastavit zmiňovanou rovnoběžnost raménka s deskou. Zde si dejte pozor na výměnu různých podložek pod LP, které mohou mít různou tloušťku a tím změníte i hodnotu svislého úhlu.



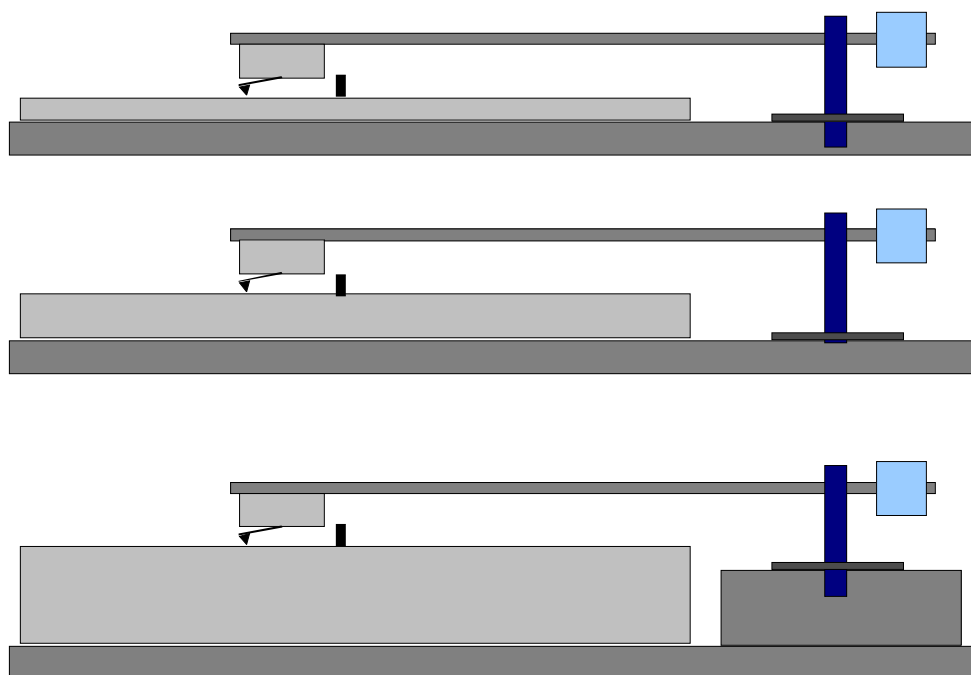
Špatné nastavení VTA – úhel VTA je příliš malý. Raménko je potřeba v uložení zvednout, aby se raménko srovnalo.



Opět špatné nastavení VTA – nyní je úhel VTA příliš velký. Raménko potřeba v uložení snížit, aby se raménko srovnalo.

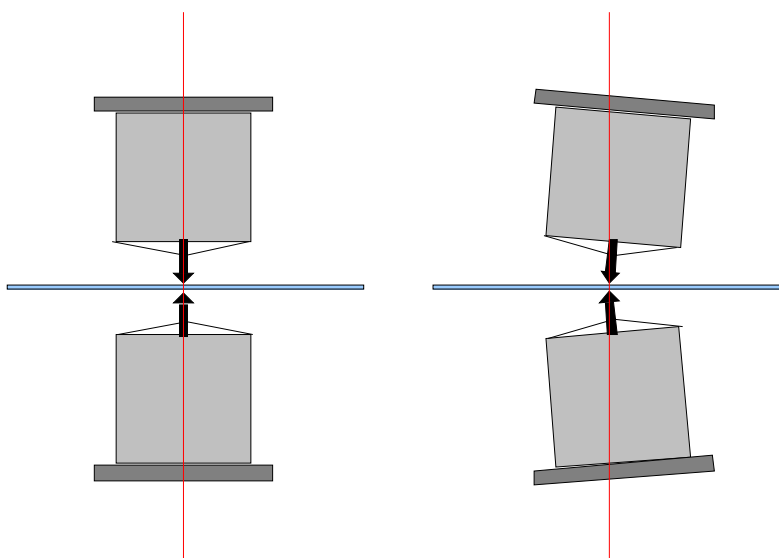


Tři příklady správně nastaveného VTA při změně tloušťky talíře gramofonu.



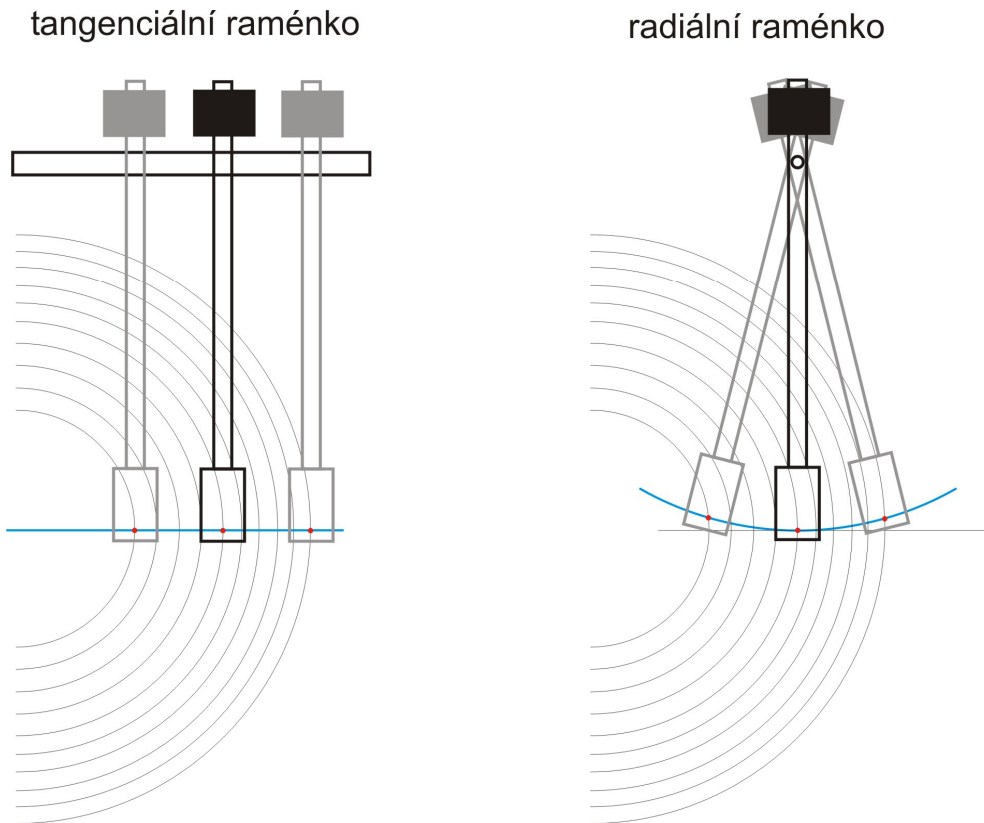
5. Nastavení azimutu

Azimut je kolmost chvějky přenosky vzhledem k desce při čelním pohledu na přenosku. Nejlépe se kontroluje položením hrotu na zrcátko, které je opět vodorovné, tedy nejlépe položené na talíři gramofonu. Při čelním pohledu na přenosku musí chvějka a její obraz v zrcadle tvořit přímku. Pokud tomu tak není, je srovnání azimutu většinou trochu komplikované. Nejdříve je dobré zkontrolovat, jestli není poškozená přenoska nebo vlastní raménko. Pokud se zde jeví v pořádku je nutné situaci řešit podložkami mezi hlavicí raménka a přenosku. Na obrázku vlevo dobře nastavený azimut a vpravo špatně nastavený azimut.



6. Odchylka bočního snímacího úhlu

Nyní se dostáváme k velmi důležitému bodu a tím je boční snímací úhel (anglicky *lateral tracking error*). Vlivem odchylky bočního snímacího úhlu od nulové hodnoty k tečně snímané drážky dochází k tomu, že se časově rozchází signál z levého a pravého kanálu až o několik milisekund. Při pohybu hrotu přenosky v drážce by bylo ideální, kdyby osa přenosky byla v každém okamžiku rovnoběžná s tečnou (tangencí) právě snímaného bodu drážky. To splňují tzv. tangenciální raménka, která chyby bočního snímacího úhlu eliminují. My se ovšem zabýváme tzv. radiálními raménky, které se pohybují kolem fixního bodu, tedy po kružnici a tento úhel se během přehrávání mění. Chyba bočního snímacího úhlu je tedy úhlová odchylka osy přenosky od tečny k snímané drážce desky.



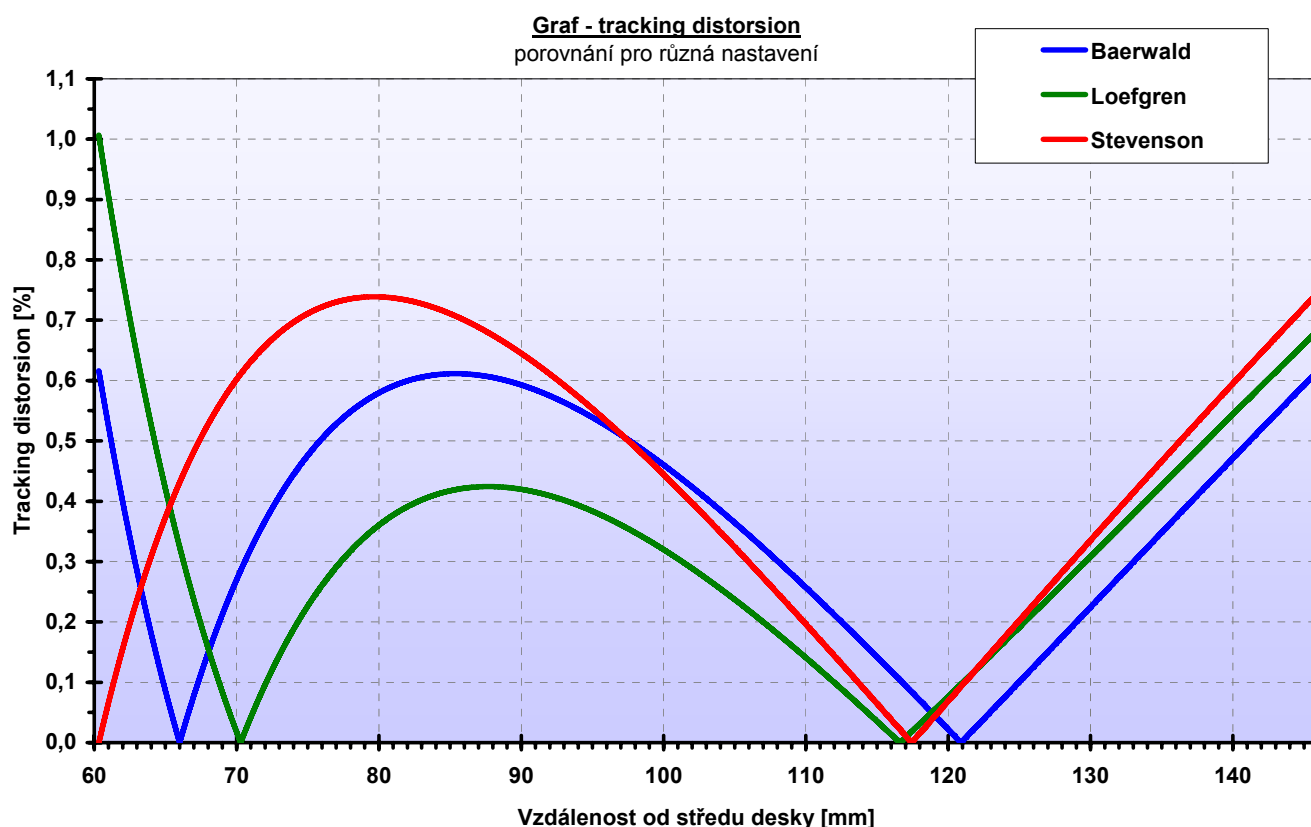
Díky správnému zvolení zalomení raménka (offsetového úhlu), efektivní délky a montážní vzdálenosti je možné docílit toho, že tohoto ideálního bodu, s nulovou odchylkou bočního snímacího úhlu (nulový *lateral tracking error*), je možné dosáhnout ne v jednom (jak by se z obrázku mohlo zdát), ale ve dvou bodech na přehrávané desce. A nyní máme různé možnosti nastavení celkové geometrie dle různých teorií, např. dle Baerwalda, Loefgrena či Stevensona.

Přichází tedy trochu složitější okamžik. Zkusím vše postupně vysvětlit. Dle dohodnutého standardu IEC začíná záznam na klasické 12" vinylové desce v bodě o poloměru 146,05 mm (maximální vnější rádius drážky) a končí v bodě o poloměru 60,33 mm (minimální vnitřní rádius drážky). Mezi těmito body se tedy snažíme optimalizovat nastavení a mezi nimi by také měly ležet oba tzv. nulové body (angl. *null points*), tedy body, ve kterých je nulová odchylka bočního snímacího úhlu. Boční snímací úhel (*lateral tracking error*) je ovšem jen prvotním parametrem. Z něj je pro nás zajímavější určit tzv. *tracking distortion* – nazval bych jej asi zkreslení zvuku. I kdyby totiž byla úhlová odchylka bočního snímacího úhlu na začátku desky stejná jako na jejím konci – např. 1 úhlový stupeň, bude zkreslení zvuku na konci desky díky menšímu poloměru drážky výrazně větší. A právě zkreslení zvuku vlivem bočního snímacího úhlu od začátku záznamu LP desky po jeho konec se vhodným nastavením geometrie snažíme minimalizovat.

Při nastavení dle Baerwalda dosáhneme toho, že zkreslení zvuku dosáhne na desce tří maxim, která jsou si rovna. Jedno je vždy na začátku, druhé na konci záznamu a třetí někde mezi oběma nulovými body. Při správném poměru efektivní délky raménka a montážní vzdálenosti leží tyto nulové body v bodech o poloměru $r_1 = 66,00$ mm a $r_2 = 120,89$ mm.

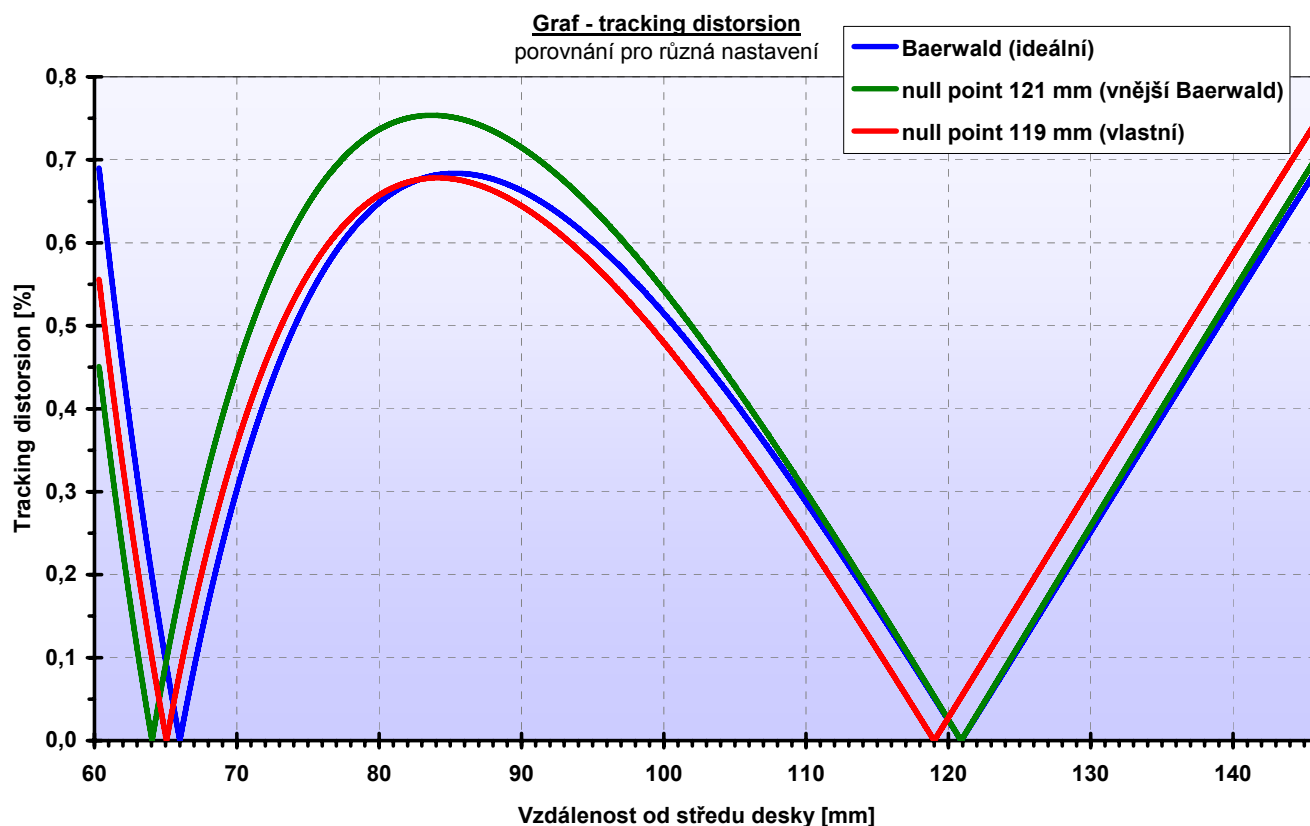
Při nastavení dle Loefgrena sice dostaneme na začátku i na konci větší zkreslení zvuku než dle Baerwalda, ale v celkovém součtu od začátku do konce záznamu bude výsledná hodnota zkreslení zvuku menší. Celková plocha pod křivkou zkreslení zvuku bude menší než v případě nastavení dle Baerwalda. Nulové body leží v bodech o poloměru $r_1 = 70,29$ mm a $r_2 = 116,60$ mm.

A konečně při nastavení dle Stevenson leží nulové body v bodech o poloměru $r_1 = 60,33$ mm a $r_2 = 117,42$ mm. Hlavním účelem tohoto nastavení je dosáhnout nulového zkreslení na konci desky, kde zejména díla klasiky graduji. Srovnání jednotlivých nastavení je v následujícím grafu.



Je ovšem potřeba zdůraznit, že pro jednotlivé nastavení je nutné při stejné efektivní délce raménka měnit montážní vzdálenost nebo obráceně při stejné montážní vzdálenosti měnit efektivní délku raménka. Např. jednotlivé křivky v předchozím grafu jsou pro efektivní délku raménka 240 mm, jakou mají např. raménka Rega RB250 či RB300. Pro nastavení dle Baerwalda je u těchto ramének nutné mít montážní vzdálenost 222,76 mm, pro nastavení dle Loefgrena 222,27 mm a pro nastavení dle Stevenson 224,76 mm.

Pokud máme na gramofonu pevně danou montážní vzdálenost a efektivní délku raménka, je otázkou kde leží ideální nulový bod pro naše nastavení. Protože při daném poměru těchto vzdáleností nemusí být např. nastavení dle Baerwaldových nulových bodů zrovna nejlepší. Jako příklad uvedu svůj současný Pro-Ject Debut SE II. Ten má montážní vzdálenost 200 mm a efektivní délku raménka 218,5 mm. Vyjdeme-li z efektivní délky raménka byla by pro ideální nastavení dle Baerwalda nutná změna montážní vzdálenosti na 199,41 mm. Asi vám přijde změna o 6 desetin milimetru jako nicotná, ale v následujícím grafu se podívejte jak se změní průběh zkreslení zvuku pokud nastavím offsetový úhel (nulovou odchylku bočního snímacího úhlu) dle vnějšího nulového bodu Baerwalda 120,89 mm. A poté při nastavení nulový bod posunu na vlastní hodnotu 119 mm. Při mém nastavení bude hodnota zkreslení zvuku nad 0,7% jen během prvních 2 mm poloměru přehrávaného záznamu, kdežto při nastavení Debuta přesně dle vnějšího nulového bodu dle Baerwalda bude zkreslení zvuku nad hodnotou 0,7% skoro 20 mm z přehrávaného poloměru někde za středem desky.

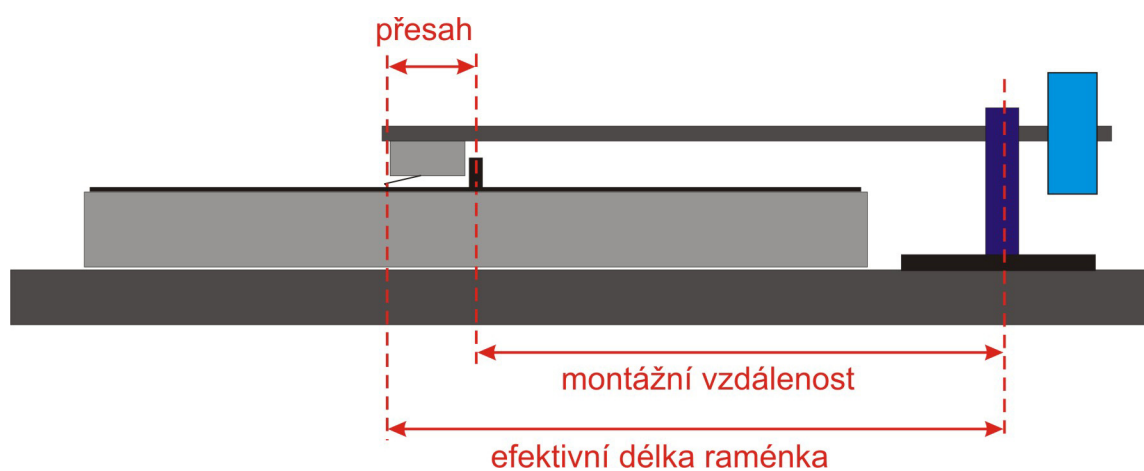


Jestli jsem Vás předchozím textem a grafy trochu zmátl, tak se omlouvám. Chtěl jsem jen upozornit na to, že ne vždy může být pro Váš gramofon nastavení dle koupené nebo z webu stažené šablony s nulovými body např. dle Baerwalda to nejsprávnější i když pro jiný gramofon je. Pokud máte pochybnosti, nebo si chcete ověřit vhodnost dané šablony pro Váš gramofon, tak mě kontaktujte a můžeme provést měření a výpočty, tady ale celou teorii uvádět nebudu, protože pak by tento článkuček byl pro většinu z Vás nečitelný. K dalšímu studiu doporučuji literaturu uvedenou na konci článku.

Předpokládejme tedy, že máte šablonu přímo od výrobce Vašeho gramofonu, staženou z internetu např. s nulovými nejvíce používaného Baerwalda nebo vytisknutou z poslední strany tohoto článku a můžeme přistoupit k dalším krokům nastavování.

7. Efektivní délka raménka a přesah

Prvním krokem je nastavení správné efektivní délky raménka a přesahu (anglicky *overhang*). Většina hlavic ramének má totiž drážky, ve kterých můžeme s přenoskou pohybovat vpřed a vzad a efektivní délku raménka zároveň s přesahem v jistých mezích měnit.

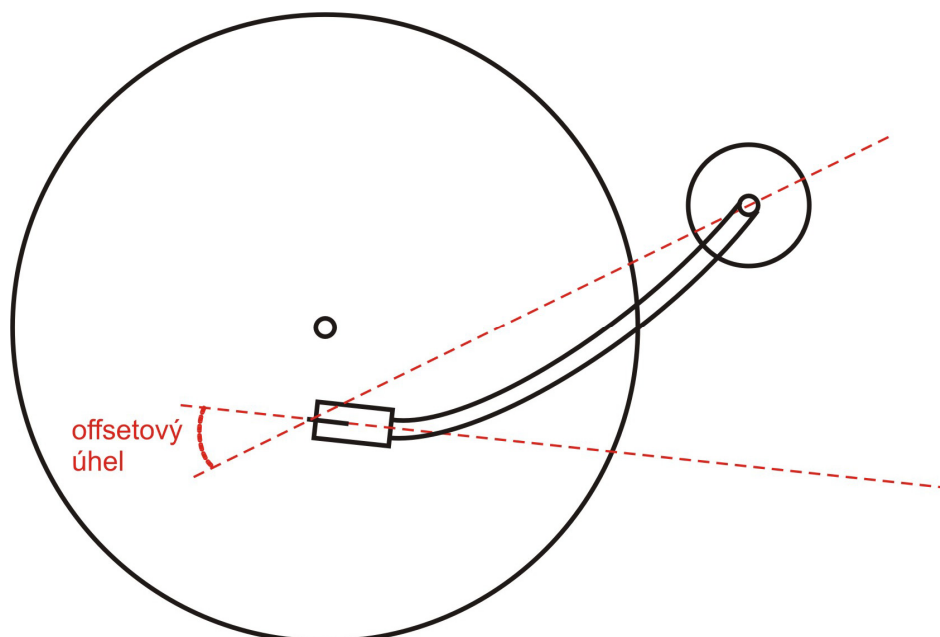


Správnou hodnotu efektivní délky raménka a přesahu by jste měli zjistit v manuálu ke gramofonu nebo raménku nebo z teorií, které jsem naznačil výše (pro bližší informace opět odkazuji na články uvedené na konci).

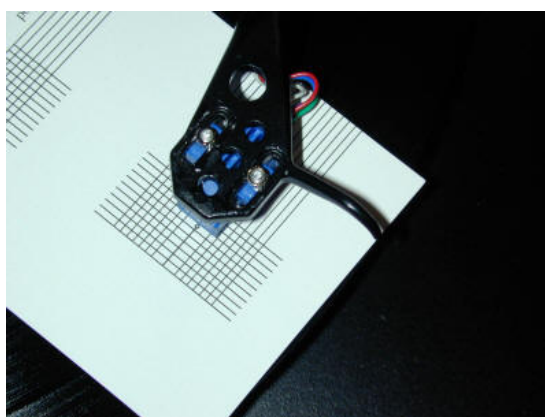
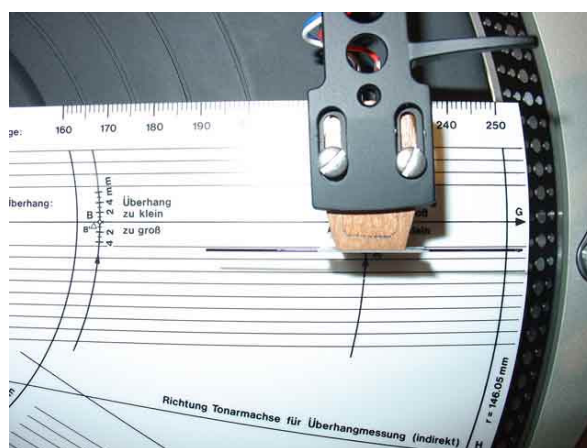
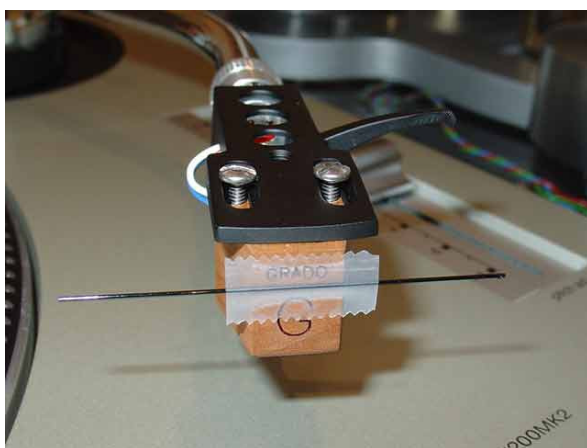


8. Offsetový úhel a nulové body

Offsetový úhel je úhel, o který je vychýlená přenoska vůči spojnici hrotu přenosky a osy otáčení raménka.



Nastavujeme jej ve zvoleném nulovém bodě dle koupené nebo vytištěné šablony. Při nastavování je potřeba postupovat pečlivě, trpělivě a hlavně co nejpřesněji. Může pomoci tuha pentilky nalepená pro nastavení na přenosku.



Pokud máme offsetový úhel nastavený k naší spokojenosti nezapomeňme dotáhnout šroubky držící přenosku v hlavici raménka.

9. Vertikální přítlačná síla na hrot

Dalším krokem je nastavení přítlačné síly na hrot. Správné rozmezí přítlaku je individuální pro každou přenosku a měli byste si jej vyhledat v manuálu k přenosce nebo na internetu. Nejtypičtější hodnoty přítlaku nových přenosků se pohybují mezi 1,3 až 2 gramy. Dříve to bývalo i mnohem více. Někdy můžeme najít hodnoty přítlaku udané v jednotkách mN (milinewton). Převod je jednoduchý $1 \text{ g} = 10 \text{ mN}$. Přítlak se většinou nastavuje pomocí otočného závažíčka na konci raménka.



Otáčením závažíčka se nejdříve snažíme dosáhnout polohy, kdy je raménko v rovnováze. Hrot se volně vznáší pár milimetrů na povrchu LP desky a při vychýlení raménka nahoru nebo dolů se sám vrátí do původní polohy. Pak přidržíme závažíčko ve stejné poloze, aby již nedošlo k jeho pootočení, a na stupnici nastavíme nulu do výchozí polohy – tedy srovnáme nulu s nastavovací ryskou. Pak otáčením závažíčka na stupnici můžeme odečítat kolik gramů přítlaku máme nastaveno. Nebo můžeme využít dalších pomůcek jako mechanické nebo digitální váhy speciálně určené pro měření přítlaku přenosků. Nastavení je pak samozřejmě přesnější.



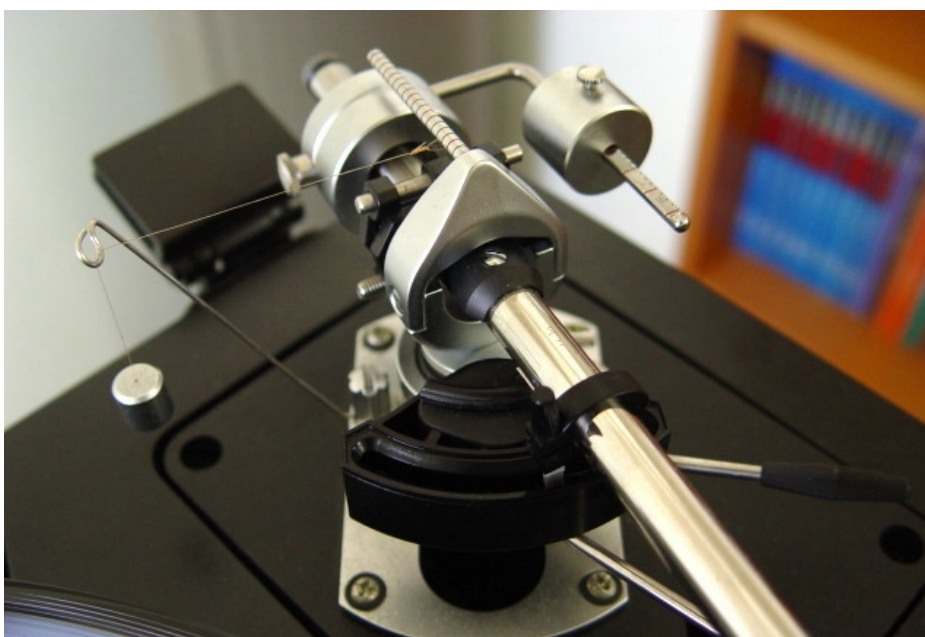
10. Boční síla na hrot

Když přehráváme desku a hrot se pohybuje v drážce, jejíž spirálový pohyb sleduje, působí na raménko a přenosku dostředivá síla, která je postupně posunuje směrem ke středu desky. Na hrot v drážce pochopitelně působí třecí síla, kterou můžeme rozložit do směru tečného k drážce a do směru na ni kolmého. Jelikož je raménko na jedné straně drženo ložiskem, které mu dovolí pouze radiální pohyb je v tomto důsledku vyšší tlak na stěnu drážky, ve které je zaznamenán zvuk levého kanálu.



Aby se tyto síly vyrovnaly je třeba na raménko působit opačnou silou. To je zajištěno buď magneticky nebo mechanicky pomocí závažíčka. Tato boční síla se v anglickém textu označuje jako *antiskating* nebo u některých gramofonů jako *bias*.





Často je nastavení boční síly popsáno ve stejné stupnici jako vertikální přítlak na hrot a na stejnou hodnotu by se měla také nastavit. Neznamená to ovšem, že při přítlaku na přenosku 2 g (20 mN) je na stejnou hodnotu nastavena i boční síla. Tato síla je mnohem menší, jen kvůli zjednodušení nastavení jsou stupnice stejně popsané. Při nastavování pomocí závažíčka na silonovém vlákně dochází ke změně boční síly tím, do jaké drážky silonové vlákno usadíme. Která drážka odpovídá jakému nastavenému přítlaku bychom se opět měli dočíst v manuálu ke gramofonu nebo raménku. Správné nastavení boční síly také není pro daný gramofon nebo přenosku univerzální. Záleží především na přítlaku, ale také například na tvaru hrotu. Sférické hroty, kvůli většímu tření mezi deskou a hrotem, vyžadují větší kompenzační sílu než hroty eliptické nebo hroty typu Shibata. Navíc se během přehrávání desky velikost této boční síly na hrot se změnou bočního úhlu snímání mění a podle toho by se měla měnit i velikost kompenzační boční síly, čehož se, jak při použití magnetické kompenzace tak mechanicky pomocí závažíčka, dá dosáhnout. Nejlepší kontrolou správného nastavení boční síly na hrot je poslech monofonní náhravky ať už přes reproduktory nebo sluchátka. Zvuk levého i pravého kanálu by měl být stejně hlasitý. Ke kontrole správného nastavení se prodávají i speciální testovací desky. Dá se to zkontrolovat i měřením výstupního signálu přenosky na osciloskopu, ale to je asi jen pro HiFi či elektro nadšence.

Shrnutí

Na závěr bych rád shrnul jednotlivé kroky a jejich pořadí při nastavení gramofonu:

1. usazení gramofonu do vodorovné polohy
2. osazení přenosky
3. nastavení montážní vzdálenosti, přesahu (*overhang*) a efektivní délky raménka (*effective arm length*)
4. nastavení svislého snímacího úhlu (*VTA*)
5. nastavení offsetového úhlu podle zvoleného nulového bodu šablony (*offset angle*)
6. nastavení přítláčné síly na hrot (*VTF*)
7. nastavení boční síly na hrot (*antiskating*)

Literatura:

- Von Erik Löfgren: *Über die nichtlineare Verzerrung bei der Wiedergabe von Schallplatten infolge Winkelabweichungen des Abtastorgans* (1938).
- H.G. Baerwald: *Analytic treatment of tracking error and notes on optimal pick-up design* (1941).
- B.B. Bauer: *Tracking Angle* (1945).
- J.K. Stevenson: *Pickup Arm Design 1, 2* (1966).

Slovníček pojmů

<i>antiskating</i>	- boční síla působící na hrot pro vyrovnání úrovně levého a pravého kanálu
<i>azimuth</i>	- azimut - kolmost chvějky přenosky vzhledem k desce při čelním pohledu na přenosku
<i>cantilever</i>	- chvějka přenosky
<i>cartridge</i>	- přenoska
<i>effective arm length</i>	- efektivní délka raménka
<i>headshell</i>	- hlavice raménka (s otvory pro úchyt přenosky)
<i>lateral tracking error</i>	- odchylka bočního snímacího úhlu
<i>null point</i>	- nulový bod – v tomto bodě je nulová odchylka bočního snímacího úhlu od tečny k drážce
<i>overhang</i>	- přesah raménka
<i>pivot</i>	- osa ložisek otáčení raménka
<i>tonearm</i>	- raménko gramofonu
<i>spindel</i>	- středový trn talíře gramofonu, osa otáčení talíře gramofonu
<i>turntable</i>	- gramofon
<i>VTA</i>	- svislý úhel přenosky (<i>vertical tracking angle</i>)
<i>VTF</i>	- vertikální přítláčná síla na hrot (<i>vertical tracking force</i>)

Univerzální šablona pro nastavení gramofonu

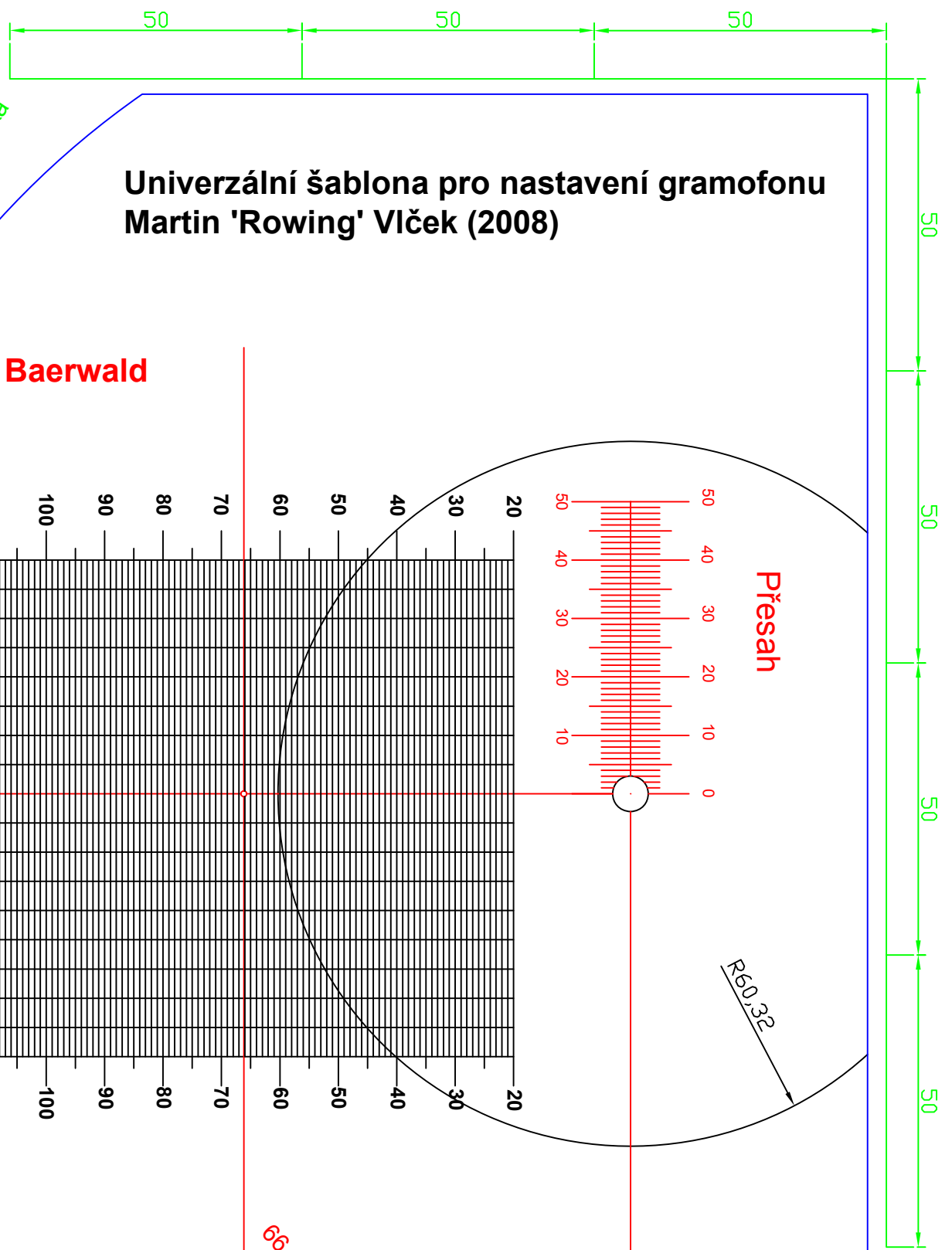
Na poslední straně tohoto článku je připravena šablona pro nastavení gramofonu. Při tisku si musíte dát pozor, aby bylo zachováno měřítko, ve kterém je šablona nakreslena. Při tisku se musí ve vlastnostech nastavit **Měřítko stránky** (*Page scaling*) na **Žádné** (*None*). Většinou jako výchozí hodnota bývá nastaveno **Měřítko stránky** na **Přizpůsobit podle okrajů tisku** nebo **Zmenšit podle okrajů tisku** (*Fit to printable area*) což je špatně. Po vytištění si správné měřítko ověřte změřením délky kontrolních úseček. Poté vystřihněte dle modrého okraje, udělejte naznačený otvor pro středový trn talíře a můžete šablonu použít, pro nastavení Vašeho gramofonu.

Přeji dobrý poslech Vašich desek.

Martin 'Rowing' Vlček
martin.vlcek@centrum.cz

Univerzální šablona pro nastavení gramofonu Martin 'Rowing' Vlček (2008)

úsečky pro kontrolu měřítka



Baerwald

Přesah

R60,32

R146,05

66.18 mm

120.89 mm