

Měření krátkých časových úseků pomocí AUDACITY

Václav Piskač, Brno 2010



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

AUDACITY je freeware určený pro záznam a zpracování zvuku.
Je možné ho stáhnout ze stránek

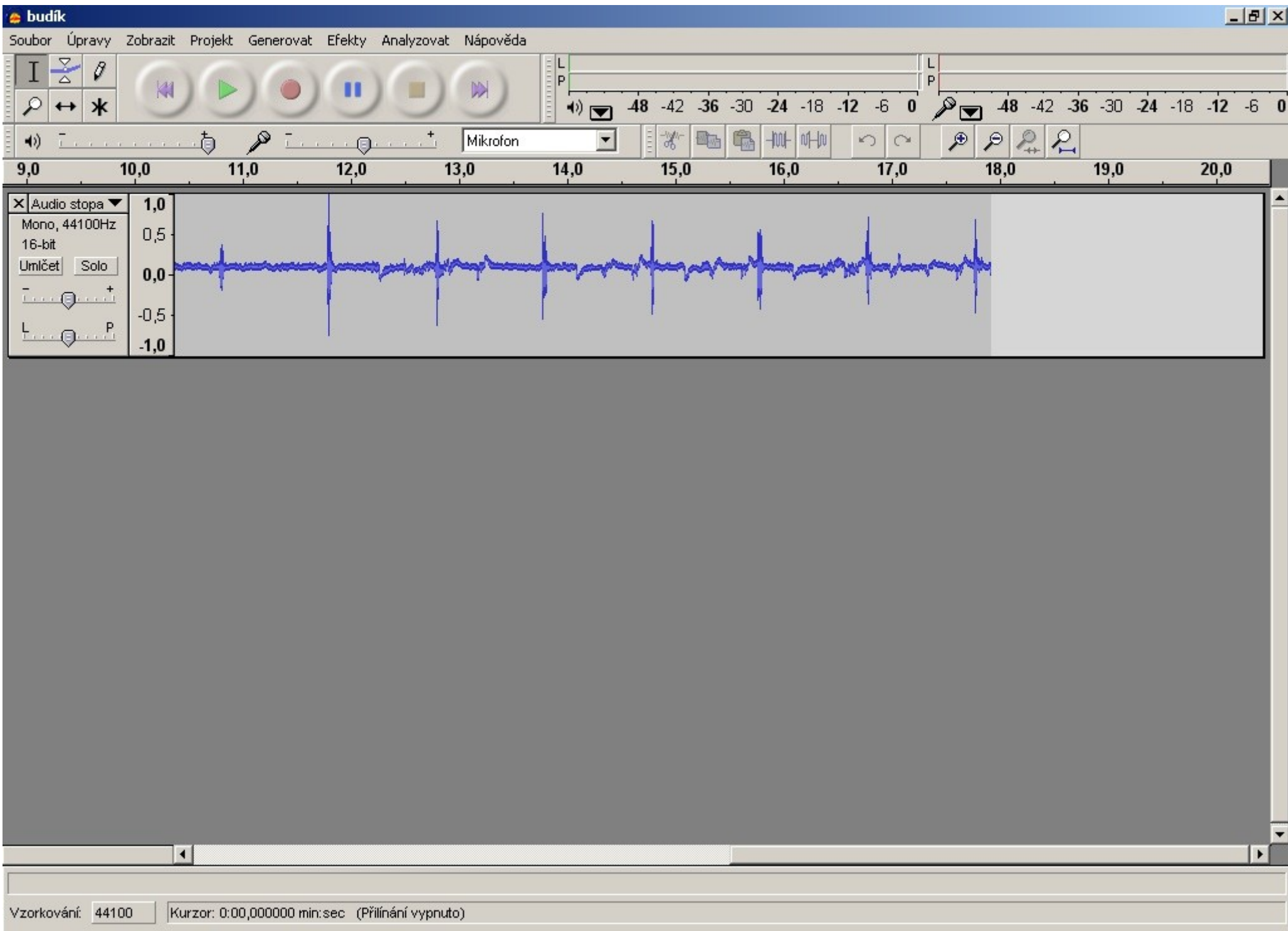
<http://audacity.sourceforge.net>

Ovládání je intuitivní (hlavní tlačítka vzhledem i funkcí odpovídají kazetovému magnetofonu).

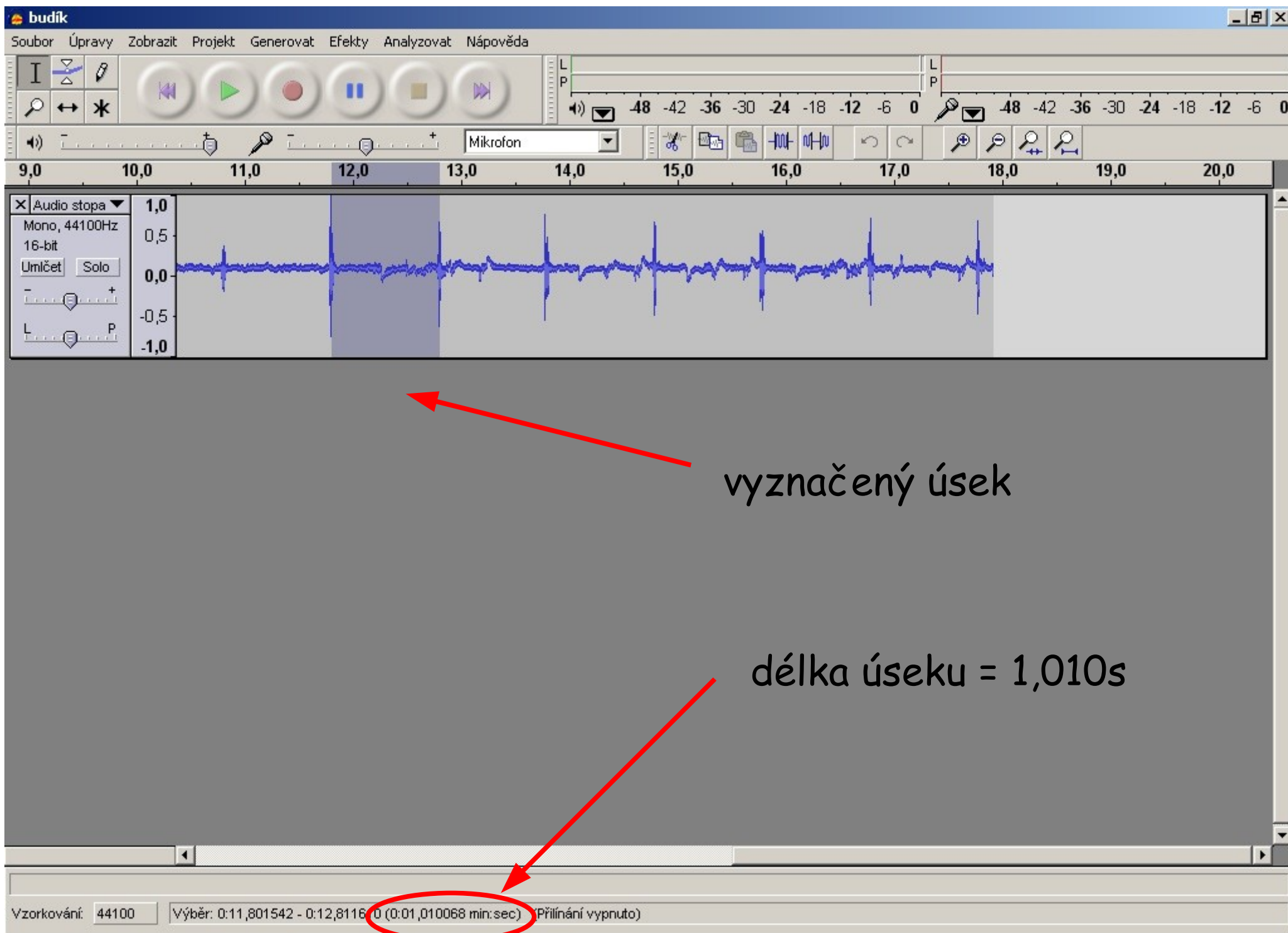
Kromě tohoto programu potřebujete počítač se zvukovou kartou a mikrofon (u notebooku většinou postačí vestavěný mikrofon).

Pokud zaznamenate zvuk, lze v záznamu měřit s přesností cca 1ms. Pokud měřený časový interval ohraničíte dvěma ostrými krátkými zvuky (lupnutími), můžete jej velmi přesně změřit.

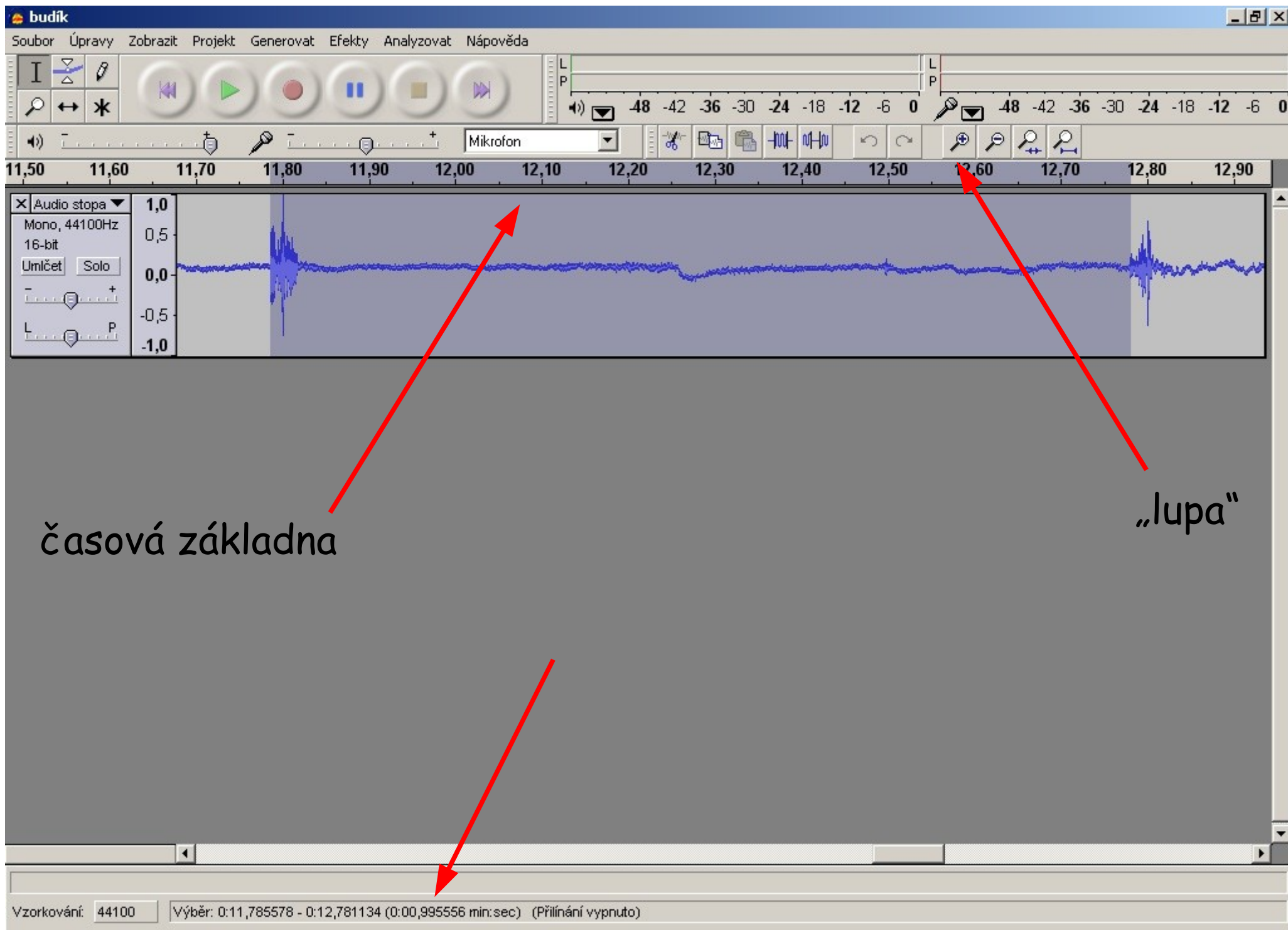
Když studenty seznamuju s programem, nahraju tikání budíku.



V záznamu si vyznačím myší úsek mezi dvěma „tiky“ a na dolním řádku zjistím odpovídající dobu.

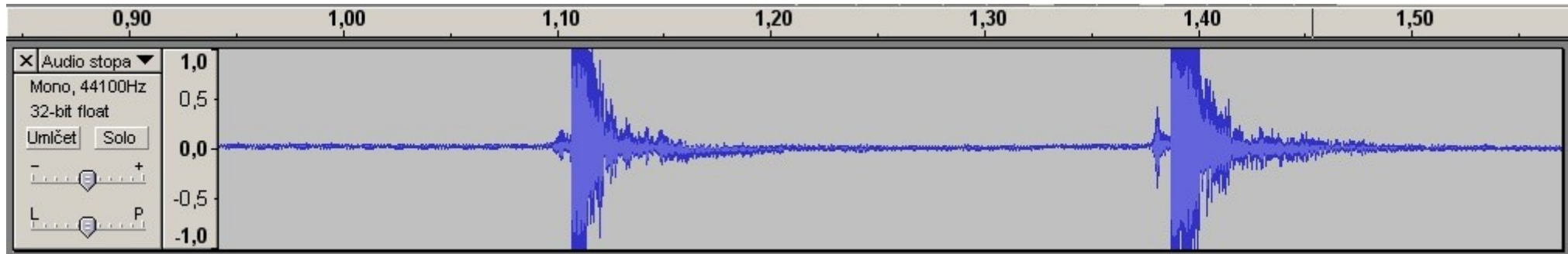


Měření mohu zpřesnit tím, že použiju „lupu“ - rozšířím časovou základnu záznamu.



Lusknutí prstu

První úlohou, kterou řeším demonstračně nebo si ji každý měří sám na svém počítači, je, jak rychle dokážu dvakrát po sobě lusknout prsty.

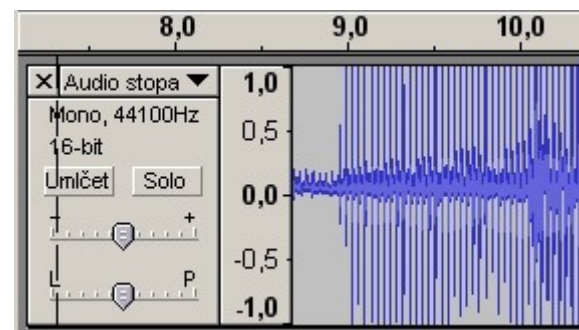


V mém případě je to 0,28s, což je doba odpovídající běžné reakční době člověka (tj. nelze ji změřit „ručním“ měřením pomocí stopek).

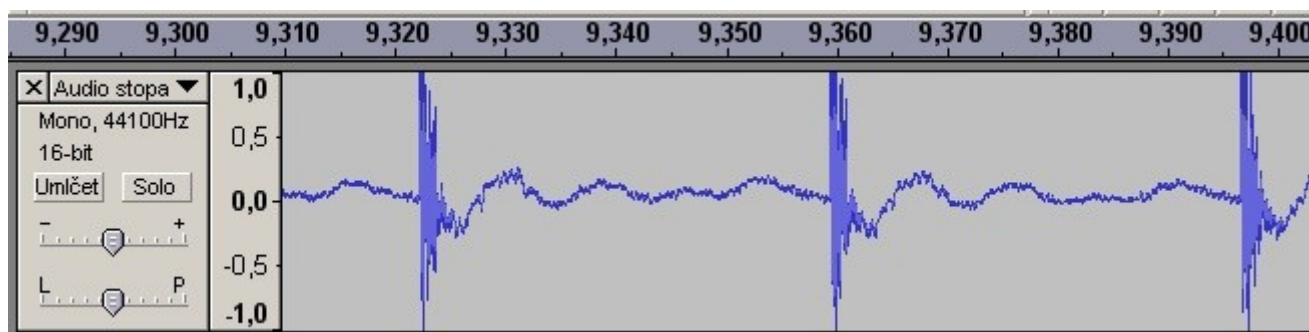
Otáčky motorku

Dalším, nyní už „reálným“ problémem, jsou otáčky elektromotorku. Na motorek uchytíme kousek drátku, který při provozu motorku naráží do kousku papíru.

záznam nárazů



zvětšený záznam

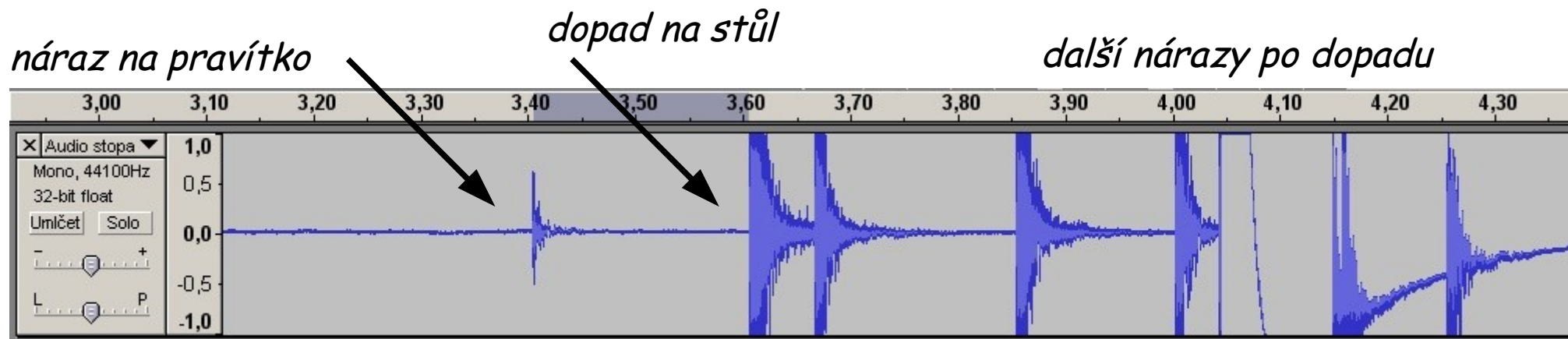


Ze záznamu lze určit, že dva nárazy po sobě následovaly po 0,038 s, což odpovídá cca 26 otáčkám za sekundu.

Volný pád

Volný pád kuličky z malé výšky můžeme měřit tak, že kuličku pustíme těsně nad hranou pravítka - začátek pádu vyznačí t'uknutím. Další zvuk označí dopad na stůl. Mikrofon držíme u pravítka (je to slabý zvuk).

Měření je zatíženo dvěma výraznými chybami - ovlivnění pádu kuličky nárazem na pravítko a dobou, za kterou dorazí zvuk od stolu k mikrofonu. Na záznamu je pád ze 20cm.



Změřená doba je 0,202s, což odpovídá tíhovému zrychlení $9,803 \text{ ms}^{-2}$.

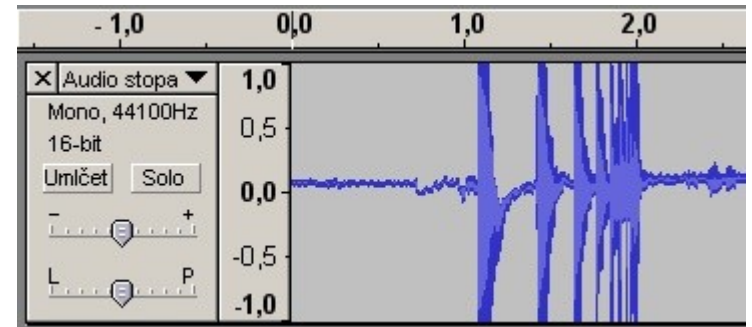
Další měření

Tímto jednoduchým způsobem můžeme provádět další měření, například:

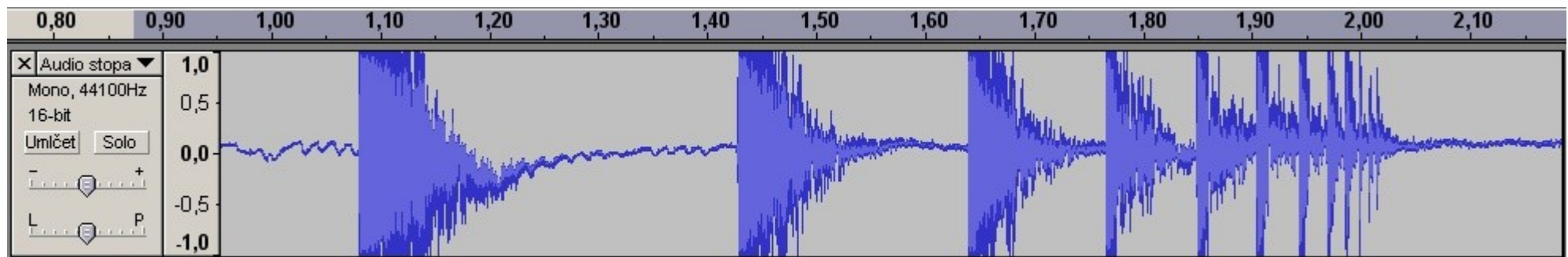
- dobu výskoku člověka
- otáčky větráku (musíme uvažovat počet lopatek větráku)
- dobu nádechu a výdechu
- dobu, za kterou zajede šuplík s CD do počítače
- rychlost vozíku (náráz do dvou papírů 20cm od sebe)
- délku slova

Dopad kuličky na stůl

Jednoduchým žákovským měřením je dopad kuličky na stůl. Pustí kuličku z libovolné výšky a nahrají její dopad. Sluchem lze rozpoznat cca 3 odrazy.



Po zvětšení uvidí, že se kulička odrazila asi 16-krát!



Pomocí AUDACITY změříme dobu mezi jednotlivými výskoky. Ze známého vztahu pro vrh svislý vzhůr lze určit výšku, do které kulička vyskočila. Z toho lze dopočítat, kolik energie ztratila při každém odrazu a určit koeficient restituce ...

dopady/s	interval/s	výskok/mm	koef.r./%
1,080454	0,346848	147,522	37
1,427302	0,211156	54,675	36
1,638458	0,126259	19,548	44
1,764717	0,083446	8,539	45
1,848163	0,055873	3,828	46
1,904036	0,037733	1,746	48
1,941769	0,026122	0,837	41
1,967891	0,016689	0,342	56
1,984580	0,012518	0,192	52
1,997098	0,009070	0,101	58
2,006168	0,006893	0,058	
2,013061			

Všimněte si, že závěrečný změřený odraz měl výšku 58 μ m !

Spojování více mikrofonů

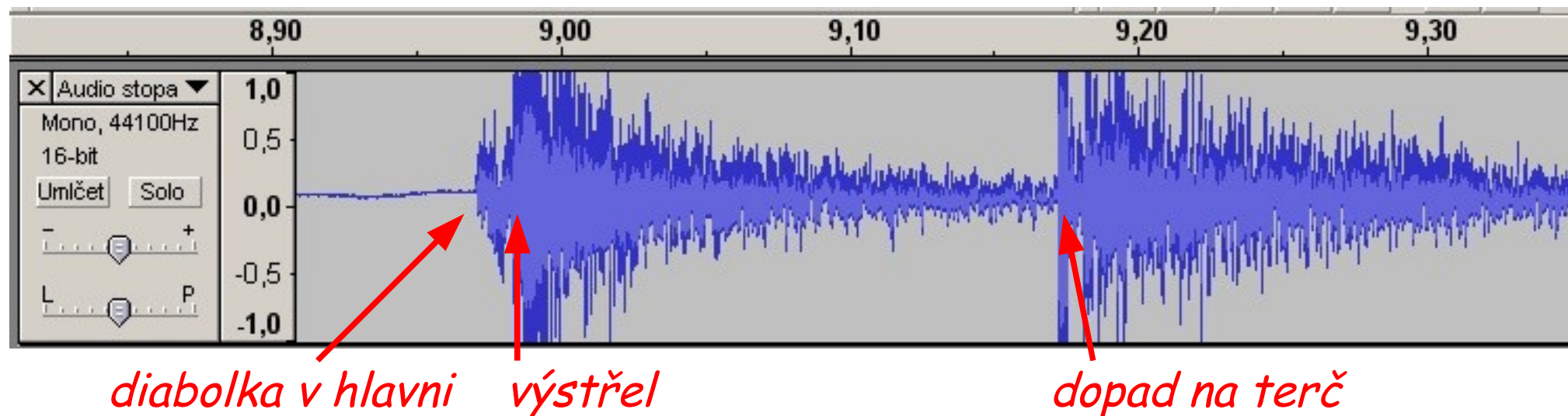
možnosti měření výrazně rozšíří použití redukce za dvou jacků na jeden (běžně k dostání v obchodech s audiotechnikou - používá se ke připojení dvojích sluchátek k jednomu MP3 přehrávači).

Díky této součástce (cena cca 15Kč) můžeme propojit dva a více mikrofonů. Pokud jeden z mikrofonů připojíme pomocí prodlužovací šňůry (používám 10-metrovou), můžeme měřit děje na velké vzdálenosti.



Výstřel ze vzduchovky

Tímto způsobem jsem měřil výstřel ze vzduchovky na vzdálenost 13 metrů. Jeden mikrofón byl poblíž ústí hlavně, druhý u papírové krabice sloužící za cíl.



Z měření vychází doba letu diabolky 0,18s. To dává průměrnou rychlost $72\text{m/s} = 260\text{km/h}$.

U výstřelu je vidět náběh zvuku - je to pohyb diabolky v hlavni, teprve poté dojde k prudké změně tlaku - k opuštění hlavně. Při době pohybu diabolky v hlavni 0,01s to dává zrychlení minimálně 7200ms^{-2} !

Z výpočtu vychází délka hlavně 36cm, což velmi přesně odpovídá skutečné délce 35cm.

Na kratší vzdálenosti nemá smysl měřit - zvuk dopadu diabolky na terč splývá se zvukem výstřelu.

Výstřel z flusačky

Flusačka - trubička, z níž je projektil vymrštěn přetlakem vzduchu. Lze ji snadno vyrobit z plastové instalátérské trubky. Doporučuji použít průměr odpovídající hliněným cvrnkacím kuličkám. Ze 30cm trubičky s nimi dostřelíte přes 20 metrů!

Je vhodné mít pomocníka, který ovládá počítač.

Flusačka je vhodnou náhražkou vzduchovky pro přímé měření ve vyučovací hodině. Střílet lze na šířku místnosti, rychlost náboje je menší, ale kouzla se zrychlením a délkou „hlavně“ vycházejí i nyní.

Pád přes 4 patra

Měřil jsem i volný pád z velké výšky. Jeden z mikrofonů jsem spustil na dno výtahové šachty a druhý dal k pravítku.

Pouštěl jsem různě malé předměty tak, aby při uvolnění t'ukly o pravítko.

pravítko

dno šachty



Při výšce 9,5 metru je teoretická výška pádu 1,35s. Šroubek padal 1,55s, kulička 1,56s, malá figurka 1,70s. Pokus pěkně ukázal vliv odporu vzduchu. Při známé hmotnosti těles lze dopočítat velikost odporové síly (má tělesa skončily na dně šachty ...).

Výše uvedené příklady demonstrují skvělé možnosti, které nabízí Audacity pro měření časů.

Velkou předností těchto měření je to, že k němu stačí vybavení, které mají žáci běžně doma. Měření proto můžeme zadat jako domácí úkol nebo jako domácí laboratorní práci.

Pokud žáci nemají doma mikrofon, postačí zapojit běžná sluchátka do mikrofonní zdířky počítače a jedno ze sluchátek začne fungovat jako mikrofon (jedná se vlastně o klasický dynamický mikrofon, jak jej používal Alexander Graham Bell).