

## NÁDRŽ PRO DEMONSTRACI VLNĚNÍ

### TANK FOR DEMONSTRATIONS WAVES

PETR NOVÁK

#### **Resumé**

*Tato demonstrační nádrž je určena pro výuku žáků základních škol a slouží jako názorná učební pomůcka k získání základních znalostí o příčném vlnění. Žáci mohou pozorovat v laboratorních podmínkách příčné vlnění v kapalině, jeho skládání, lom, odraz, interferenci a difrakci.*

#### **Abstract**

*This demonstration tank is intended for teaching pupils in elementary schools and it's used as illustrative teaching aid for acquiring basic knowledge about transverse wave. Pupils can observe transverse wave in liquid, it's refraction, reflection, interference of waves and diffraction under laboratory conditions.*

#### **ÚVOD**

Nádrž pro demonstraci vlnění vznikla v rámci předmětu konstrukční tvořivost. Naším úkolem bylo vytvořit výrobek technického charakteru, který obohatíme vlastní invencí. Při hledání námětu na můj semestrální projekt jsem využil návrhu, který byl zmíněn během prezenční výuky. Vzhledem k tomu, že na škole kde působím, vyučuji i předmět fyzika byl mi námět poměrně blízký. Námět na zařízení, které by umělo zobrazit vlnění, skládání vlnění, kde by byl možnost pozorovat lom, odraz, interferenci, difrakci mi připadalo smysluplný. Vlnění na vodě (kapalině) žáci pozorují běžně v přírodě, ale jeho přenos do laboratorního prostředí není zcela jednoduchý.

#### **CÍL**

S příčným vlnění se setkáváme poměrně často v běžném životě, můžeme jej pozorovat v přírodě. Existují pomůcky na pozorování vlnění v podobě zvuků, ale zařízení na pozorování vlnění v kapalinách se v ČR obvykle nevyskytuje. Nádrž by měla být snadno přenosná a bezpečně využitelná v jakémoliv učebně.



obr. 1 - Vlnění

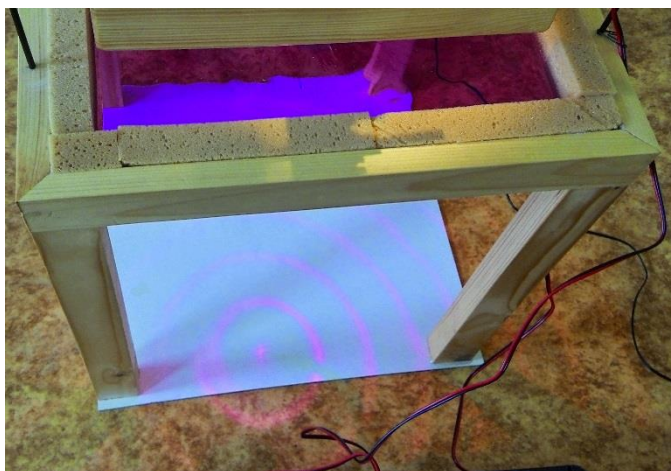
## **METODY**

Nádrž najde asi největší uplatnění v hodinách fyziky (obvykle v osmých ročnících základní školy). Vyučující přinese nádrž do třídy, napustí vodou, kterou může např. zabarvit běžně dostupnými barvivy nebo např. manganistanem draselným, zde by bylo možno pozorovat i difúzi.

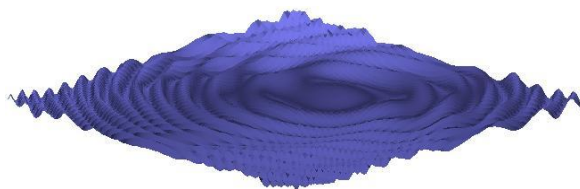


**obr. 2 - Difúze**

Zapojí světlo a spustí vibrační motor. Pod nádrž umístí bílou desku pro lepší tvorbu stínu, Zanořením jedné či více tyčinek, případně jejich úpravou o nástavce je možno pozorovat vznik vlnění, interference.

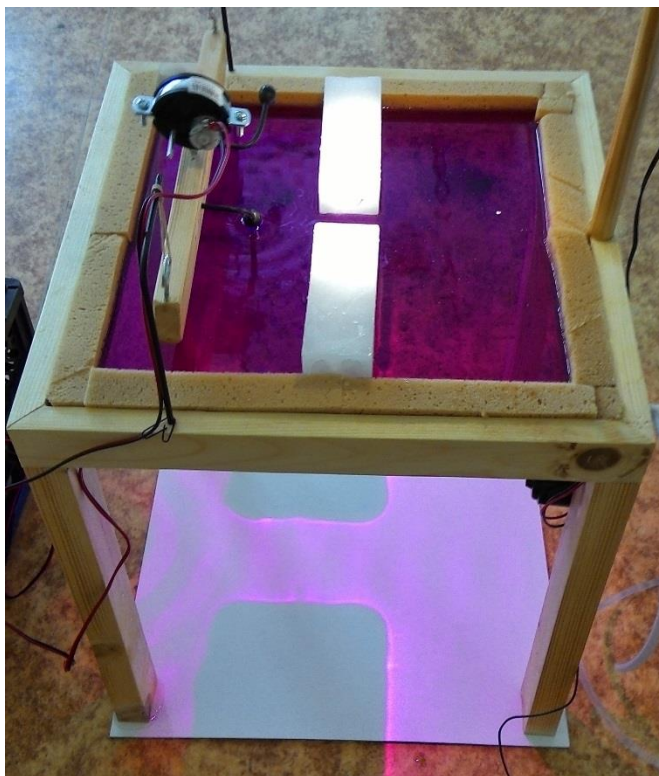


**obr. 3 - Vznik vlnění**

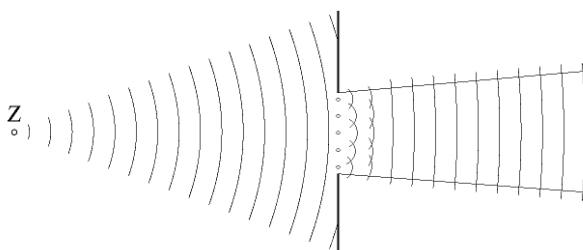


**obr.4 - Interference kruhových vln**

Vložení překážky do nádrže je pak možno pozorovat difrakci.



obr. 5 –  
Difrakce v nádrži



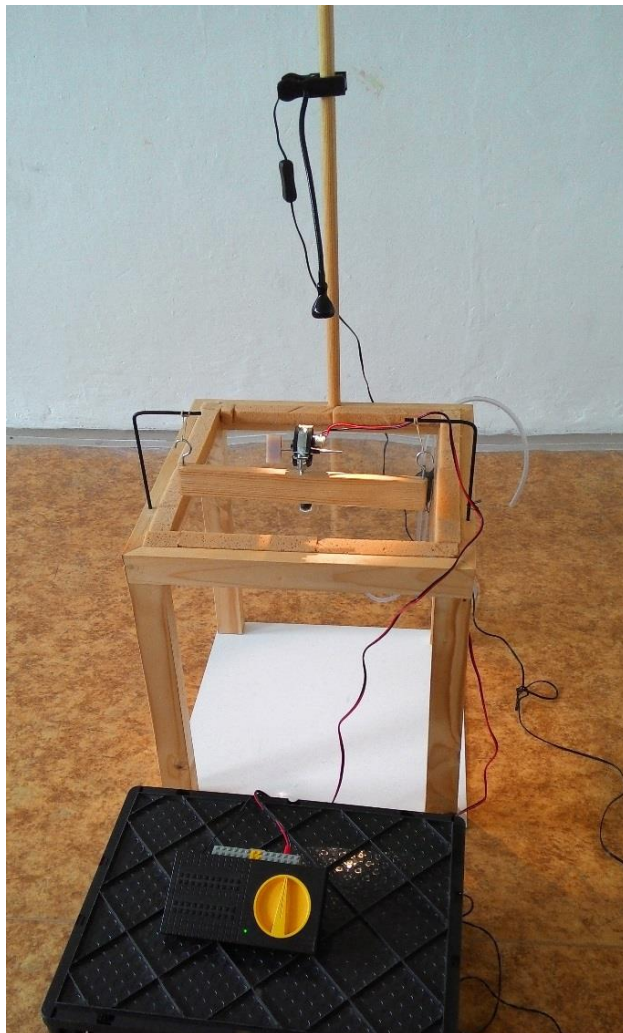
obr. 6  
- Difrakce

## POSTUP VÝROBY NÁDRŽE

K výrobě nádrže byla použita jedna neohoblovaná stavební lať ve stavu tak, jak je běžně dostupná v prodejnách stavebnin, tedy tak jak ji nařezal katr na pile. Protože mým cílem bylo vyrobit „kostru“ nádrže i s povrchovou úpravou odolnou nasákavosti a se stejnými rozměry řezu bylo vhodné využít protahovačku. Protahovačka je stroj, který ve svých útrobách má dvě rovnoběžná rotující vřetena s noži. Díky tomu vše co jím protáhnete má všude stejnou, vámi nastavitelnou, tloušťku. Následně bylo potřeba lať nařezat na potřebné rozměry. Frézu jsem využil pro vytvoření rámečku pro pozdější vložení skla. Následnou činností bylo spasovat horní

rám na tupo a následně za pomoci kolíčků a lepidla spojit v jeden celek. Nohy jsou s hornímu rámem taktéž spojeny kolíčky a lepidlem. Při této části jsem využil vrtačku a přípravky na přesné svrtání.

Tyč pro připevnění světla jsem již koupil hotovou, jen ji bylo třeba stejně jako ostatní natřít lakem, volil jsem syntetický bezbarvý lodní lak.



**obr. 7 - Nádrž pro demonstraci vlnění**

Místo běžného skla jsem vybral plexisklo a to z důvodu vyšší bezpečnosti a menší hmotnosti. Plexisklo jsem si nechal uříznout na přesný rozměr s minimální vůlí a po vložení do rámu jsem jej zabezpečil sanitárním silikonem. Z důvodu zamezení odrazu vln bylo třeba ještě rám nad sklem opatřit tlumením, jako nejvhodnější materiál se mi jevil molitan používaný např. v houbách na mytí automobilů nebo také tabulí, ten jsem nařezal na „cirkulárce“ na 3cm proužky a k rámu jej připevnil tavnou pistolí.

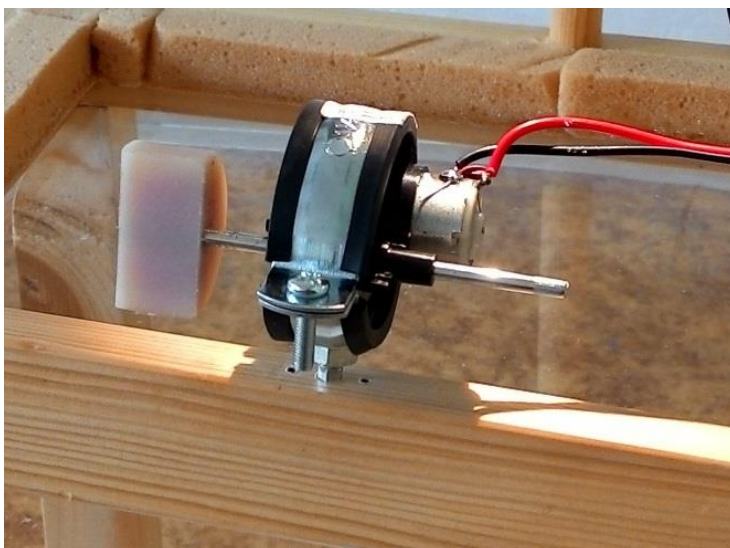
Posledním krokem z montážního pohledu byly hotový rám vybavit kovovými prvky na uchycení vibračního motoru. Zde jsem použil ocelovou kulatinu o průměru 5mm. Tu jsem s využitím ruční pily a svěráku nařezal a neohýbal na požadované rozměry. V rámu bylo potřeba samozřejmě potřeba připravit potřebné otvory, vzhledem k volbě kulatiny jsem vytvořil požadované otvory o průměru 4,5 mm.

Mým dalším úkolem bylo zajistit osvětlení, vibrační motor a přichycení hotového srážku ke kovovým držákům. Světlo bylo poměrně snadné. Zakoupil jsem LED světlo v prodejně



IKEA. Přichycení držáku jsem řešil stejně jako výběr motoru metodou pokus-omyl. Jako nejlepší se na uchycení ukázaly běžné gumové kancelářské gumičky, pružinky se neosvědčily, neboť se vibrace přenášely i do rámu, nebo byly pružinky příliš měkké a neudržely zatížení a celý držák se zanořoval do vody.

Největší problém bylo sehnat a vybrat vhodný vibrační motor. Neosvědčili se vibrační motorky v holicích strojcích ani strojcích pro pedikúru. Jejich výkon nebyl dostatečný a stejně jako vibrační motorky z mobilu mají poměrně vysokou frekvenci a následné pozorování je téměř nemožné. Po několika marných pokusech se jako nejvhodnější varianta jevil motorek z dětské plyšové hračky. Ani tento motorek při testech nesplnil zcela mé očekávání. Další variantou byl motorek z dětské autodráhy a vláček, ty však mají také příliš mnoho otáček (přibližně 12000ot/min.) a regulace napětí pro jejich snížení v tomto případě nebyla také vhodným řešením. Motorky se dříve zastavily, než bylo dosaženo potřebných otáček. Jako nejlepší varianta jsem nakonec zvolil motorek z dětské autíčka na dálkové ovládání. Motorek sloužil pro náhon kol této hračky. Součástí celého kompletu motorku je i převodovka, která sama zaručuje snížení otáček.



**obr. 8 - Vibrační motorek**

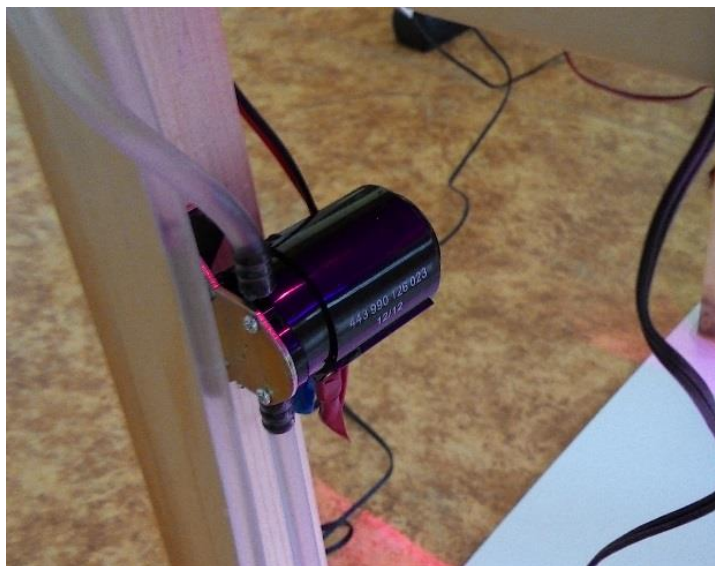
Pro další možnosti využití jsem motorek připojil k regulátoru napětí, ten umožňuje plynulou regulaci od 0V do 10V. Díky regulátoru je možno předvést vlnění o různých frekvencích. Motorek neměl žádný excentrický vibrační člen. Ten jsem si nechal vyrobít ze silonu na soustruhu. Zvolil jsem průměr 20 mm a tloušťku 20 mm s vybráním o 15 mm. Tento díl jsem za tepla nalisoval na hřídel motorku.

Překážky pro pozorování difrakce jsem vyrobil z parafínu odlitím do forem.



**obr. 9 - Překážky pro difrakci**

Posledním úkolem, na který jsem si přišel až během již funkčního testování, bylo zajištění vypouštění nádrže. Prosté vylití se v podmínkách učebny ukázalo jako zcela nevhodné. Pro tento účel jsem jako prvotní využil hadiček pro vzduchování akvária a ventilu. Vzhledem k průřezu hadiček (cca.4mm) trvalo vypouštění nádrže ovšem přibližně 30 minut. Jako druhou variantu jsem využil univerzální motorek ostřikovačů z osobního automobilu a příslušných hadiček (cca.5mm). tato varianta vzhledem i k možnosti napájení pomocí zdroje pro vibrační motor se ukázala jako optimální.



**obr. 10 - Motorek pro vypouštění**

## **ZÁVĚR**

Při výrobě nádrže jsem se potýkal hned s několika problémy, které se ovšem během realizace podařilo všechny odstranit. Finální výrobek tak splnil mé očekávání a podařilo se mi

vytvořit zajímavou učební pomůcku, která u žáků umožní tuto kapitolu fyziky lépe přiblížit a rozvíjí tak u nich klíčové kompetence k učení, řešení problémů a komunikativní.

## LITERATURA

- Interference. 2001-. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Interference>
- Difrakce. 2001-. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Difrakce>
- Vlnění. 2001-. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Vln%C4%9Bn%C3%AD>
- 2006. RAUNER, Karel. *Fyzika 8: učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, s. 72-76. ISBN 8072385259.
- SILVER, Jerry. *Properties of Waves: A Ripple Tank* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://www.education.com/science-fair/article/ripple-tank/>
- *Diffraction at wide openings* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://www.nuffieldfoundation.org/practical-physics/diffraction-wide-openings>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

OBR. 1 - VLNĚNÍ KAPALINY: [online]. 9. 5.2015 [cit.9. 5. 2015] „2006-01-14 Surface waves“ od Roger McLassus. Licencováno pod CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons - [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:2006-01-14\\_Surface\\_waves.jpg#/media/File:2006-01-14\\_Surface\\_waves.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:2006-01-14_Surface_waves.jpg#/media/File:2006-01-14_Surface_waves.jpg)

OBR. 4 - INTEFERENCE KRUHOVÝCH VLN : [online]. 9. 5.2015 [cit.9. 5. 2015] „Interference vlneni2“ od Pajs – Vlastní dílo. Licencováno pod Volné dílo via Wikimedia Commons - [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Interference\\_vlneni2.png#/media/File:Interference\\_vlneni2.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Interference_vlneni2.png#/media/File:Interference_vlneni2.png)

OBR. 6 - DIFRAKCE [online]. 9. 5.2015 [cit.9. 5. 2015]. Dostupný na <http://sirrah.troja.mff.cuni.cz/~mira/famdifr/fresd.gif>

OBR 2,3,5,7,8,9,10: foto autor

## Kontaktní adresa

Petr, Novák, Bc., KMT FPE ZČU v Plzni, +420777574085, novape@students.zcu.cz