

## MODEL TORZNÍ BALISTY

### TORSION BALLISTA MODEL

MATĚJ SUDEK

#### **Resumé**

*Cílem práce bylo vytvoření funkčního modelu torzní balisty po vzoru starého římského obléhacího stroje. Z tohoto hlediska jsem se zajímal i o historii tohoto mechanismu. Funkce této balisty nejsou navrženy pouze pro zábavu, ale plní i edukativně demonstrační funkci. Pro příklad bych uvedl funkce: páka, torze, akumulace energie, síla v tahu. V konečném stádiu jsem se věnoval právním aspektům použití balisty jako střelné zbraně.*

#### **Abstract**

*The aim was to create a functional model of a torsion ballista modeled like ancient Roman siege machines. From this perspective, I was interested in the history of this mechanism. This ballista functions are not only designed for entertainment, but it also has high educational demonstration function. For example, I noted these functions: lever, torsion, energy accumulation, tensile strength. In the final stage, I focused on the law aspects of using the ballista as firearm.*

#### **ÚVOD**

Jako mnozí další, i já mám velice kladný vztah k historii a zároveň k technice. Volba pro tvorbu tohoto mechanismu, potažmo modelu, padla okamžitě, jakmile jsem tyto stroje spatřil. Nejedná se o klasickou kuši, jak by se na první pohled zdálo, ale o pomoci torze fungující model zbraně. Cílem nebylo vytvoření pouze hračky „pro velké kluky“, ale spíše nástroj pro demonstraci některých fyzikálních pojmů. Jsem si vědom, že by i tento model mohl někomu ublížit, ale při správném dohledu a manipulaci nehrozí žádné nebezpečí.

#### **TVORBA**

Základ balisty tvoří 1m dlouhý hranol z tvrdšího bukového dřeva. Hranol masivu takových rozměrů by se hůře sháněl, proto byl objednan v truhlárně, kde byl slepen a ořezán do požadovaných rozměrů. Jeho následná úprava pro použití jako součást balisty probíhala za pomoci elektrické dlabačky.

Další důležitou částí balisty jsou dvě totožné části podobné křídům. Tato "křídla" byla vyrobena ze smrkového dřeva a byly do nich vyvrtány otvory pro provazy a další menší otvory pro zarážky - týble. Hlavně kvůli vlastnostem smrkového dřeva byly vytvořeny i 4 vzpěry pro zajištění dostatečné pevnosti při používání modelu. Vzpěry byly vyrobeny taktéž ze smrkového dřeva ve dvou velikostech - 20mm a 80mm.

Pro správnou funkci modelu bylo nutné zajistit správná ramena pro upnutí do skroucených provazů. Tato ramena byla vytvořena z kulatiny z tvrdšího bukového dřeva, původně určeného jako násada na zahradnické nářadí. V mém původním návrhu měla ramena jiný tvar, ten se však neosvědčil. Provaz, který byl použit na tětívu mezi rameny balisty má průměr 4mm.

Jednou ze součástí modelu je rovněž podstavec, který byl vyroben z dvou sololitových desek a smrkového hranolu. Nyní slouží pouze pro nastavení úhlu střelby z modelu. Možnou náhradu za tento prvek spatřuji ve vytvoření plnohodnotného stojanu, který ovšem ztíží jednoduchost přepravy a manipulaci s modelem balisty.



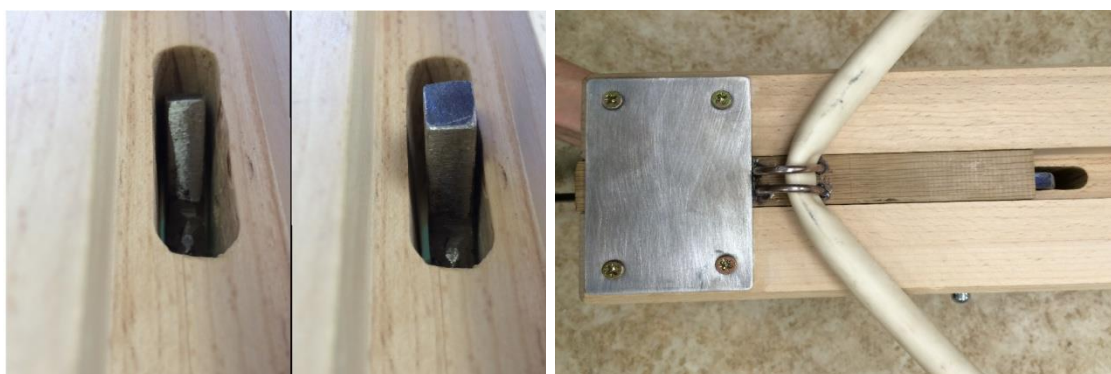
Celý výrobek byl slepen pomocí dispersního lepidla na dřevo a spojen vruty délek 30 a 40mm. Dalším důležitým součástí se budu věnovat samostatně v následujících odstavcích.

### SPOUŠŤOVÝ MECHANISMUS

Na základový hranol přímo navazuje mechanismus spouště, který se nachází v zadní části tohoto hranolu.

Skládá se z:

- Páky spouště, která pracuje na podobném principu jako některé kuše a je vyrobena z kusu oceli, který byl ohnut, svařen a opracován do požadovaného tvaru.
- Supportu, který je navázán pomocí dvou kovových ok na tětivu a je usazen v drážce hranolu. Je vyroben z tvrdého dubového dřeva (jako zvláště namáhaný prvek).
- Zadního přeplátování, které je vyrobeno z plechové destičky a zakrývá až úplný konec základového hranolu. Funkce této destičky je jednoduchá, slouží jako zádržka pro support (zabrání přetažení balisty) a zároveň zabraňuje nadzvedávání supportu při plném natažení a držení spouště (páky).

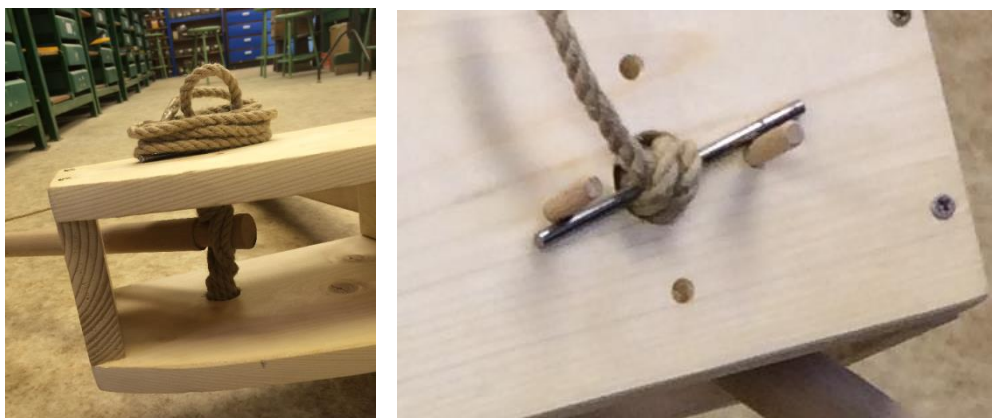


### MECHANISMUS NAPÍNÁNÍ

Jednou z nejdůležitějších funkčních částí modelu balisty je napínací mechanismus. Zajišťuje nejen napínání, ale i jištění při následném výstřelu. Je složen z následujících částí:

- Zkroucených provazů, které jsou z přírodního materiálu a mají průměr 6mm. Tyto provazy jsou 4 krát obtočeny – počet odpovídá šířce drážky v ramenech, a vloženy do otvorů v „křídlech“ balisty po každé straně.
- Napínacích tyček, které nalezneme na vrchní i spodní straně napnutého provazu po obou stranách (celkem 4ks). Pomocí těchto tyček napínáme (souměrně) zde připravené provazy s vloženými rameny. Tyto napínací tyčky jsou zajištěny proti nechtěnému

pohybu, či vysmeknutí za pomoci týblů, které lze dle potřeby přesunovat mezi otvory, což má za následek větší nebo menší utažení provazů.



## HISTORIE

Na první pohled se jedná o historický vynález a mohlo by se sice zdát, že balista je vynálezem Římanů, ale opak je pravdou. Dříve než vznikla první balista, byly ve starém Řecku sestrojeny dvě vrhací zbraně s názvy oxybeles a gastraphetes, které fungovaly na principu, který lze přirovnat kuším, jak je známe dnes. Postupným vývojem vznikly různé typy balist, od největších (umístěných na věžích) až po menší tzv. škorpiony, které byly jen o něco málo větší, než je zde vytvořený model.

Po pohlcení řeckých městských států získali Římané, kromě jiného, i plány na tuto obléhač zbraň a naučili se ji hojně využívat. Nejvyšší dostřel zbraně byl zhruba 460m, přesto byla zbraň pro větší efektivitu používána na menší vzdálenosti. Kromě oštěpů (šípů) byla balista schopna vrhat i kameny. Váha těchto kamenů byla počítána na talenty a jedny z největších balist byly schopny vrhat kameny o hmotnosti 3 talent a více (což odpovídá cca 78kg).

## MOKRÉ PROVAZY

V rámci zkoumání vlastností provazů, které byly použity při tvorbě modelu balisty, zejména pak pružnosti jsem narazil na mýtus o mokrých napínacích provazech, potažmo tětívách. Domněnky jsou takové, že při namočení tětivy nebo napínacích provazů tyto provazy povolí a nejsou tak pružné. Výsledkem toho má být zhoršení balistických vlastností zbraně.

Osobně jsem si toto tvrzení nevyzkoušel v praxi, ale použil jsem závěry ze zkoumání panem Payne-Gallweyem. Ten provedl test při vložení kuše do barelu s vodou na celý den a následným měřením. Výsledkem tohoto testu bylo, že tětivu kuše bylo možné natáhnout zhruba o 1 palec dále, než před vložení do vody. Závěr tedy zní, že voda sice má vliv na pružnost lan a tětivy, ale ne tak závažnou, aby to výrazně ovlivnilo vlastnosti zbraně. Zvláště pokud se na lana a tětivy použije vosk jako impregnace.

Jedním z příkladů této teorie může být velice známá bitva u Kresčaku (Crécy) v roce 1346. Jak je známo, utkala se zde anglická armáda v čele s králem Eduardem III. a drtivě porazila početně silnější vojsko francouzského krále Filipa VI. Kromě jiných aspektů, měl údajně vliv na bitvu i noční liják, který se spustil den před bitvou. Tuto skutečnost popsal kronikář Jean de Vanette tak, že mokré tětivy francouzských kuší měli za následek neefektivní střelbu na anglické jednotky. Na rozdíl od dlouhých anglických luků prý nebylo tak snadné tětivy kuší sejmout tak, jako to udělali angličtí lučištníci. Po testu, který byl

popsán výše, můžeme tvrzení o zásadním ovlivnění výsledku bitvy pouze letní bouřkou poněkud zpochybnit.

## VYUŽITÍ VE VÝUCE

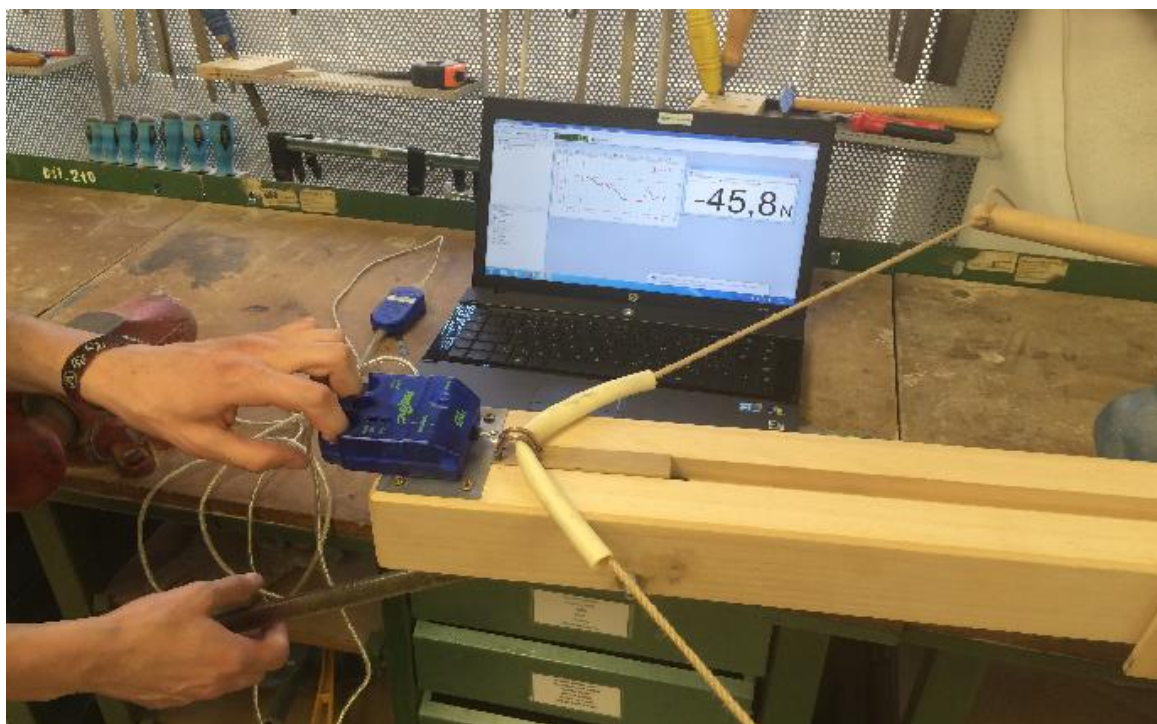
Model balisty byl vytvořen na půdě Západočeské univerzity – Fakulty pedagogické nejen pro účely zkoumání, ale i za účelem demonstrace ve škole, například při hodinách fyziky. Fyzikálními pojmy, které lze demonstrovat na tomto modelu jsou:

- Páka – kovová spoušť držící support před výstřelem
- Torze, akumulace energie – přístupné zkroucené provazy umístěné na balistě
- Síla v tahu – samotné napínání balisty za účelem střelby, měření síly

## PRÁVNÍ HLEDISKO

Jelikož stejně jako luk nebo kuše může být i tento model balisty klasifikován jako střelná zbraň kategorie D - historické zbraně. **Zákon o zbraních, předpis č. 119-2002 Sb.**, který se zabývá těmito zbraněmi, ovšem také specifikuje napínací sílu (přes 150N – 15kg), při které je tato zbraň zařazena do kategorie D. Proto není jisté rozhodnuto o této klasifikaci.

Měřením při napínání tětiny pomocí kovového newtonmetru (mincífe) jsem z rysky přečetl hodnotu 5kg, tedy 50N. Tato přibližná hodnota se mi potvrdila i po následném měření na systému PASCO, kdy jsem zjistil, že tento model dosahuje maximální hodnoty napínání 45,8N, což odpovídá zhruba 4,6kg. I přes tyto nízké hodnoty a malou nebezpečnost modelu, je nutno dbát zvýšené opatrnosti při jeho používání, zvláště když jsou funkce demonstrovány dětem.



## ZÁVĚR

Práce na modelu torzní balisty mi přinesla mnoho nových praktických poznatku nejen z oboru fyziky, historie, ale i pracovních činností. Účelem nebylo vytvořit zbraň, která by měla ublížit, ale učit přemýšlet a zkoumat. Doufám, že i stejně tolik inspirace a poučení jako



mě přinese tento model balisty žákům a studentům, kteří budou mít možnost vyzkoušet si ho v praxi.

## LITERATURA

CAMPBELL, Duncan B. *Řecká a římská obléhací technika: (399 př.n.l. - 363 n.l.)*. Ilustrace Brian Delf. Praha: Grada, 2008. Válečná technika. ISBN 978-80-247-2420-1.

GUNSTON, Bill. *Válečná technika: od oštěpu po stíhačku*. Praha: Fragment, 2010. ISBN 978-80-253-1061-8.

Ballista. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2016 [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Ballista>

Roman siege engines. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2016 [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Roman\\_siege\\_engines](https://en.wikipedia.org/wiki/Roman_siege_engines)

*The Medieval Combat Society: Medieval Crossbows* [online]. United Kingdom: The Medieval Combat Society, 2013 [cit. 2016-05-12]. Dostupné z: <http://www.themcs.org/weaponry/crossbows/crossbows.htm>

## Kontaktní adresa

Bc. Matěj Sudek, [sudek-m@seznam.cz](mailto:sudek-m@seznam.cz)