



Středoškolská technika 2011

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na
ČVUT**

VODNÍM MLÝN S ČESKÝM MLECÍM SLOŽENÍM

Alois Obšel

Střední průmyslová škola strojnická

tř. 17. listopadu 49, Olomouc

Rád bych poděkoval svému vedoucímu maturitní práce Ing. Vladimíru Houšťovi za jeho opravdové vedení a pomoc při všech problémech, které se během mé maturitní práce objevily.

Chtěl bych, také poděkoval PhDr. Miroslavu Špeciánovi pracovníku Muzea středního Pootaví ve Strakonících, za poskytnutí všech potřebných informací pro zpracování modelu. Taktéž bych chtěl poděkovat panu Františku Mikyškovi, který se profesně zabývá opravami mlýnů za upozornění na některé nedostatky v mé práci a také za pomoc při jejich odstranění.

Obsah

Úvod	4
1 Historický vývoj potřebný pro vznik mlýnů	5
1.1 Objev rotačních mlecích kamenů	5
1.2 Vynález pohonů a převodů	5
2 Vodní mlýny na našem území	7
2.1 Vodní mlýn v Hoslovicích	8
3 Konstrukce kola na horní vodu	10
4 Hřídel a paleční převod	14
4.1 Paleční převod.....	15
5 Hranice mlýna	18
6 Mlecí zařízení.....	20
6.1 Mlecí kameny	20
6.2 Popis technologie mletí.....	21
7 Prosévací ústrojí	23
8 Stavební řešení mlýnů	29
9 Závěr.....	30
Anotace	31
Resumé	Chyba! Záložka není definována.
Seznam literatury a médií	32
Seznam obrázků.....	33
Cizojazyčný slovník.....	Chyba! Záložka není definována.
Přílohy.....	Chyba! Záložka není definována.

Úvod

Cílem mé maturitní práce bylo pomocí programu Autodesk Inventor vytvořit model vodního mlýnu s tzv. českým složením. V písemné části se budu zabývat technickým vývojem a funkcí českého složení, kde pro popis použiji vlastního modelu. K tomuto tématu mě přivedl vedoucí maturitní práce Ing. Vladimír Houšť, když mě oslovil, zda bych se nechtěl zabývat historií vodních pohonů a zpracovat jejich modely. Tak jsem se začal zabývat problematikou vodních kol a to mě přivedlo ke knize Dílo mlynářů a sekerníků v Čechách II., kterou Luděk Štěpán obohatil několika prostorovými nákresey starého českého mlýnu. Po domluvě s Ing. Vladimírem Houšťem jsem se rozhodl pro to, že vytvořím model vodního kola na horní vodu, které bude pohánět české mlecí složení. Jako vzor jsem si vybral mlýn v Hoslovicích, který je nejstarším dochovaným mlýnem v Čechách. Zároveň jeho majitelé žili izolovaně od ostatního světa a díky tomu se zachoval mlýn v podobě z konce 19. století.

Práci jsem začal tvořit od druhého pololetí třetího ročníku, což mi dalo dostatek času na to, abych mohl zpracovat všechny části mlýnu. V prvních třech kapitolách se zmíním o technickém vývoji, který vedl ke vzniku vodního mlýnu s českým mlecím složením. Ve čtvrté kapitole se budu zabývat jejich provozem a zánikem. V dalších kapitolách popíšu konstrukci za pomoci svého vlastního. Pro písemnou práci jsem zpracoval i model keltského rotačního mlýnku z 3. až 2. století př. n. l.

1 Historický vývoj potřebný pro vznik mlýnů

1.1 Objev rotačních mlecích kamenů

Princip mletí obilného zrna mezi dvěma kameny byl použit už u zrnotěrek. První zrnotěrky jsou známy již v raném neolitu (7000–6000 př. n. l.). Tvořily je dva kameny, mezi kterými se třelo obilí. Kolem prvního tisíciletí př. n. l. začali vznikat první ruční mlýnky, kde se k mletí využívalo rotačního pohybu. Horní kámen (běhoun) byl opatřen nálevkovitou prohlubní se štěrbinou, odkud se dostávalo zrno mezi třecí plochy. Také byl opatřen otvorem, do nějž se strčil kolík, aby šlo kamenem otáčet. Na tomto ručním mlýnku šlo semlít 5 – 30 kg za hodinu. Tento princip dvou pohyblivých kamenů dále využívaly všechny mlýny až do nástupu válcových mlýnů v 19. století. Průměr mlecích kamenů se v antice zvětšoval a začalo se využívat pro pohon oslů.



Obrázek 1 Keltský rotační mlýnek z 3. až 2. století př. n. l.

1.2 Vynález pohonů a převodů

Posunem ve vývoji bylo vynalezení vodního kola tisíc let před naším letopočtem v Egyptě a dále vynález čerpacího kola v Asii. V té době však primárně využívané pro zavlažování. Dalším významným vynálezem byl ozubený převod, který bývá připisován hned dvě významným učencům – Archimédovi (287 – 212 př. n. l.) nebo Hérónovi Alexandrijskému (1. století). Hérón také ve svých spisech popisuje větrné kolo, jehož využití se najde až za dalších tisíc let. Těmito objevy byly splněny všechny předpoklady pro vznik vodních mlýnů. K pohonu mlecích zařízení se využívalo kromě vodního pohonu i pohon větrný a žentourový. Větrné mlýny pronikly do Evropy na začátku 11. století,

pravděpodobně zásluhou Arabů, kteří je poznali v Persii a Číně, kde se k mletí využívaly již od 7. století. Taktéž došlo k rozšíření a ke značnému zdokonalení žentourových mlýnů poháněných zvířaty. Využívaných všude tam kde nebyl dostatek vodní síly, například v obléhaných hradech a městech. Od 11. století docházelo v některých přímořských oblastech ke snahám o pohánění mlýnů pomocí přílivu a odlivu. (1) (2)

2 Vodní mlýny na našem území

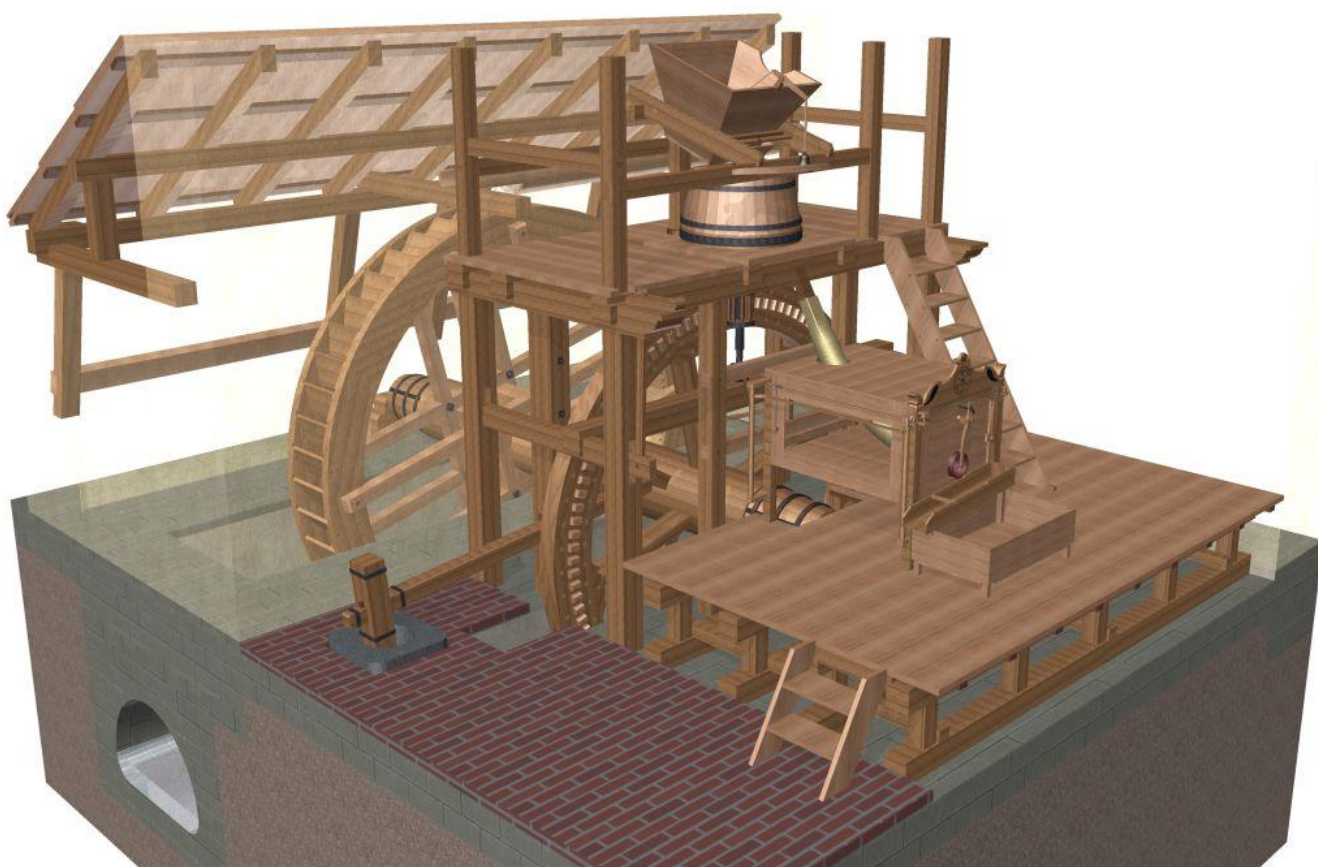
První věrohodné zmínky o mlýnech na našem území jsou z roku 1100, zmiňují se o mlýnech v Klášteře Hradiště nad Jizerou. Další zmínky z roku 1140 o mlýnu v břevnovském klášteře, později o mlýnu při špitálu svaté Jany v Praze z roku 1183. Do 13. století byly vodní mlýny ve většině evropských zemí součástí klášterních, šlechtických a panských statků. Do té doby převažovali mlýny s koly na spodní vodu, umístěné nejčastěji na břehu řeky. V závěru středověku došlo k rozšíření vodních kol na horní vodu, která umožňovala využívat energii četných podhorských a horských vodních toků. Což umožnilo využívat vodní kolo k pohonu vodních hamrů, měchů a brusů pro potřeby tehdejší kovářské výroby. První větrný mlýn byl v Čechách postaven v Praze na Strahově v roce 1277. Jednalo se o dřevěné mlýny, které se otáčely proti větru celé. Nazýváme je beraní, někdy též sloupové nebo kozlíkové. Zděné věžovité mlýny s otáčivou věží, později označované jako holandské, existují od 14. století.

Jako české mlecí složení se nazývá typ mlýnu, který vznikl na konci středověku. Typickým znakem je pohon vodním kolem, mlýnská hranice nesoucí spodní mlecí kámen (ležák), převod palečným kolem na svislou hřídel s kypřicí, která nesla horní mlecí kámen (běhoun), dále násypný koš s pohyblivým spodkem (korčákem), hasáčert umožňující mechanické prosévání meliva a moučnice s pohyblivým sítem (žejbrem). Mlýny bývaly stavěny místními řemeslníky a z místních materiálů. V novověku se již objevují noví řemeslníci, sekerníci dříve též nazývaní mibaueri (z německého Mühlbauer, doslova stavitel mlýnů). Sekernické řemeslo nespočívalo jen ve stavbě mlýnů a mlýnského vybavení, ale i v konstruování složitých dřevěných strojů i v jiných oborech. Předpokladem tohoto řemesla byly četné empirické poznatky ze sestrojování vodních kol, palečnic převodů a znalosti základních principů matematiky, mechaniky, hydrologie a dendrologie. Z důvodů, že řemeslo stálo na zkušenosti, dědilo se po celé generace. Zánik sekernictví přichází i se zánikem mlýnů s českým složením. K tomuto zániku docházelo postupně, od konce 19. století. V této době začaly nastupovat modernější válcové mlýny, které již mohli být poháněny turbínou. Přesto mnoho mlýnů dále fungovalo zvláště v pohraničí, kde nebyla tolik rozvinutá silniční a železniční doprava, která by dovážela mouku z městských velkomlýnů. Během a v prvních letech po první světové války došlo k částečné obnově mlýnů s českým složením, z důvodu špatné zásobovací situace. K útlumu velmi přispěla druhá světová válka, kdy v protektorátu Čechy a Morava byl vyhlášen zákaz mletí. Zákaz mletí nebyl sice plošný, ale postihoval menší mlýny, v podstatě skoro všechny s českým mlecím složením, v té době již podstatně zastaralým. Bezprostředně po

osvobození v roce 1945 začali mlynáři jednat o navrácení oprávnění k mletí. Mnoho z malých a především zastaralých mlýnů nezískalo oprávnění zpět. Naprostou likvidaci mlýnů znamenal výnos č. j. 31.037/51-243 ze dne 1. 10. 1951, jímž se zastavovaly všechny periodické mlýny, které nebyly pro socialistické hospodářství nezbytné: „K zásobování obyvatelstva není malých mlýnů více třeba, protože výrobní kapacita mlýnů socialistického sektoru je pro tyto účely dostatečně zajištěna. Vydaný výměr je konečný. Ultimátum k provedení – do 31. 12. 1951.“ (1 str. 84) Tím končí většina periodických mlýnů a jsou odsouzeny k pomalému zániku. (1) (2) (3)

2.1 Vodní mlýn v Hoslovicích

Velmi zajímavá je historie vodního mlýnu v Hoslovicích, který se stal předlohou pro vytvoření modelu. Jeho historie sahá až do poloviny 16. století. Dokazuje to dendrologický průzkum stromů použitý u části roubené stavby. Ty byly pokáceny na přelomu let 1568/1569 a výsledky stavebně-technologického průzkumu, který dokládá, že se jedná o nejstarší ucelené mechanické zařízení u nás. První zmínka o vybavení mlýnu je z Tereziánského katastru z poloviny 18. století. Již v té době, podobně jako dnes, byl mlýn vybaven jedním českým mlecím složením a jednou stoupou. Další zmínka o pohonu pochází z vodní knihy z roku 1884, to byl mlýn osazen vodním kolem na horní vodu o průměru 505 cm a šířce 62 cm tzv. obkročné konstrukce. „Od roku 1829 vlastnil mlýn rod Harantů, který zde hospodařil dalších 175 let a mletí provozoval i přes zákazy až do osmdesátých let 20. století! V chudém kraji Pošumaví, mlynářům mnoho peněz nezbyvalo, a v Hoslovicích i rodová tradice a důraz na zemědělskou činnost vedla k tomu, že zařízení mlýna nebylo modernizováno. Po roce 1950 se vlastníci mlýna, dva bratři a sestra, střetli s kolektivizací a po špatných zkušenostech se rozhodli pro tradiční a téměř soběstačný způsob hospodaření až do smrti Karla Haranta v roce 2004“ (2 str. 32). Proto se tento mlýn dochoval v původním stavu a minuly ho i různé modernizace probíhající na mlýnech v první třetině 20. století. Poslední změnou provedenou na mlýně kolem roku 1970, byla výměna hřídel za novou smrkovou. V roce 2005 koupil mlýn Jihočeský kraj, který investoval do jeho oprav, a vzniklo muzeum spadající pod Muzeum středního Pootaví ve Strakonicih. (2)



Obrázek 2 Celkový pohled na zařízení hoslovického mlýnu

3 Konstrukce kola na horní vodu

veličina	značka	hodnota	jednotka
spád	H =	4,5	m
požadovaný průtok	Q =	65	litr/s
potřebný výkon při účinnosti 65%	P =	2100	W
rychlost vody	v =	2,5	m/s
průtočný profil	S =	0,04	m ²

Tabulka 1 Charakteristika mlýnu v Hoslovicích

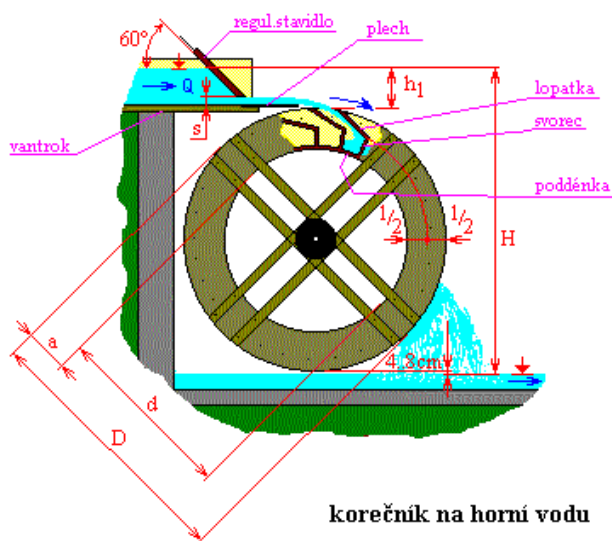
H [m]	D [m]	d [m]	h ₁ [m]	s [m]	počet lopatek [ks]	n [ot/min]	Q ₁ [litr/s]	P ₁ [W]
4,6	4,01	3,41	0,54	0,055	46	7,2	135	4471
4,8	4,21	3,61	0,54	0,055	48	6,8	135	4666
5	4,41	3,81	0,54	0,055	48	6,5	135	4860

Tabulka 2 Tabulka pro odvození zbylých rozměrů kola

Hodnotu D jsem zvolil 4,2 m, protože mi byla známa z literatury a hodnotu d, jsem pak zvolil 3,6 m. Ostatní rozměry jsem převzal.

Q₁ – průtok na kole širokém 1 m

P₁ – výkon vodního širokého 1 m, který dodává na hřídel při účinnosti 65%



korečnick na horní vodu

Obrázek 3 Zakótování rozměrů z tabulky 2 (3)

$$B = \frac{Q}{Q_1} = \frac{65}{135} = 0,48 \text{ m}$$

Rovnice 1 Výpočet šířky vodního kola

$$P = B \cdot P_1 = 0,48 \cdot 4666 = 2239,68 \text{ W}$$

Rovnice 2 Výpočet skutečného výkonu

Vodní kolo jsem navrhl podle vstupní charakteristiky hoslovického mlýna. Pro daný spád a průtok je nejvhodnější kolo na horní vodu (korečník). Jeho velikost jsem odvodil z tabulky a dopočítal jeho šířku. Jelikož jsem znal vnější průměr kola (4,2 m), zjistil jsem, že pro spád 4,5 metrů nebylo použito kola nejbližší vyšší spád (4,6 metrů), ale kola pro spád 4,8 metrů, proto jsem zvolil rozměry kola podle spádu 4,8 m. V praxi se u vodního kola počítala pouze šířka a kontroloval se výkon. Výkon lze ovlivnit šířkou navrhovaného kola, čím je větší šířka tím i výkon. Na mlecí složení dostačoval výkon okolo 2 kW, důležitější je však řemeslné vyřešení převodů, aby se přenesl co největší výkon a dostatečný krouticí moment. Ostatní rozměry kola se volily ze zkušenosti. Později se tyto informace uváděly do mlynářské literatury.

Při konstrukci jsem postupoval tak, že jsem si nejprve nakreslil základní věnec kola. Který jsem pak následně rozdělil na jednotlivé segmenty. Tyto segmenty nazývali mlynáři jako čtvrtě. Každý věnec je tvořen dokola 12 čtvrtěmi vnějšími, které jsou posunuty oproti dalším 12 čtvrtím vnitřním. Čtvrtě vnitřní a vnější jsou mezi sebou zakolíkované, tím vznikne pevný věnec. Zakolíkování jsem provedl tak, že každou čtvrtí prochází čtyři kolíky o průměru 16 mm. V praxi se potom do těchto kolíků vrážely malé plíšky, aby došlo k jejich rozevření a tím pevnějšímu tvarovému styku kolíku. U čtvrtí vnitřních jsou vytvořeny drážky do hloubky 20 mm, které vymezují polohu svorce a lopatky. Svorce jsou ještě zajištěny dvěma kolíky o průměru 24 mm. Jako materiál čtvrtí jsem zvolil dubové dřevo, které je velmi houževnaté, má velkou pevnost a taktéž se nevymačkává, proto i drážky ve čtvrtích udrží stálý rozměr. Svorce lopatky jsem zvolil tak, že dosahují do poloviny věnce kola. Sklon lopatky k tečně věnce jsem zvolil 30°. Lopatka je ve věnci kola pouze naražena a její poloha není pojištěna kolíkovým spojem. Není to nutné z toho důvodu, že voda při výtoku z vantrokového žlabu působí silou na lopatku tak, že ji spíše ještě vtlačuje do kola. Navíc se nekolíkovaly i z toho důvodu, aby byla snadná

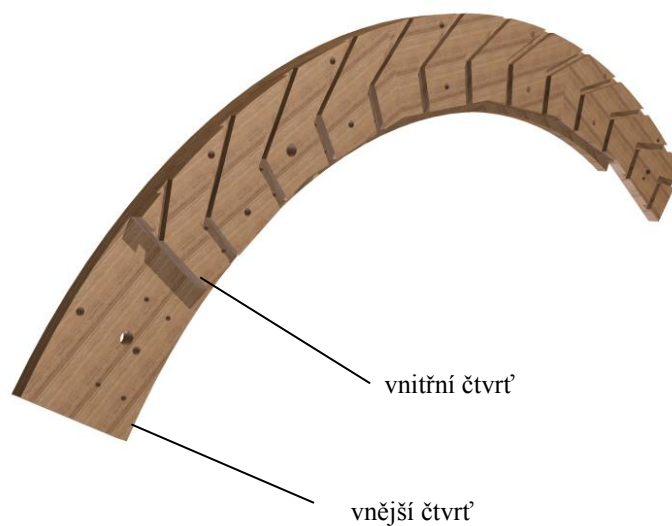
jejich výměna. Dále je vodní kolo podbito poddénkami, které uzavíraly celé kolo, tak aby vněm zůstávala voda a tak se mohlo využít i polohové energie vody. Proto je u vnitřních čtvrtí uděláno seříznutí, aby se na ně daly nabít poddénky. Pro určení tloušťky poddének, svorců, lopatek a čtvrtí jsem vycházel z doporučení. (2) (3)

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{4,2 - 3,6}{2} = 0,3 \text{ m} = 300 \text{ mm}$$

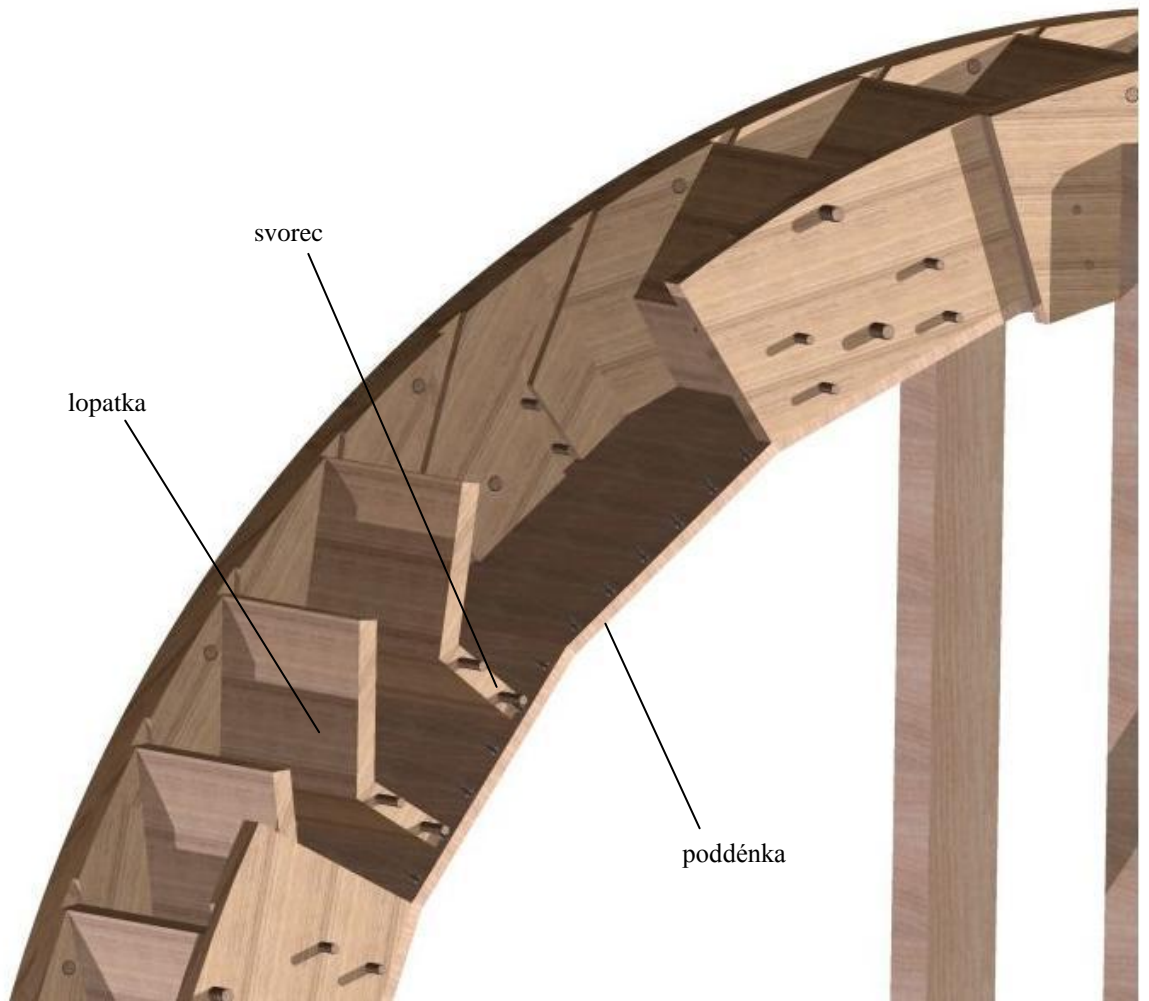
Rovnice 3 Výpočet šířky věnce

tloušťka lopatky	10% ze šířky věnce a
tloušťka svorce	12,5% ze šířky věnce a
tloušťka poddénky	14% ze šířky věnce a
tloušťka vnitřní čtvrtě	16,5% ze šířky věnce a
tloušťka vnější čtvrtě	14% ze šířky věnce a

Tabulka 3 Tabulka pro výpočet tloušťek

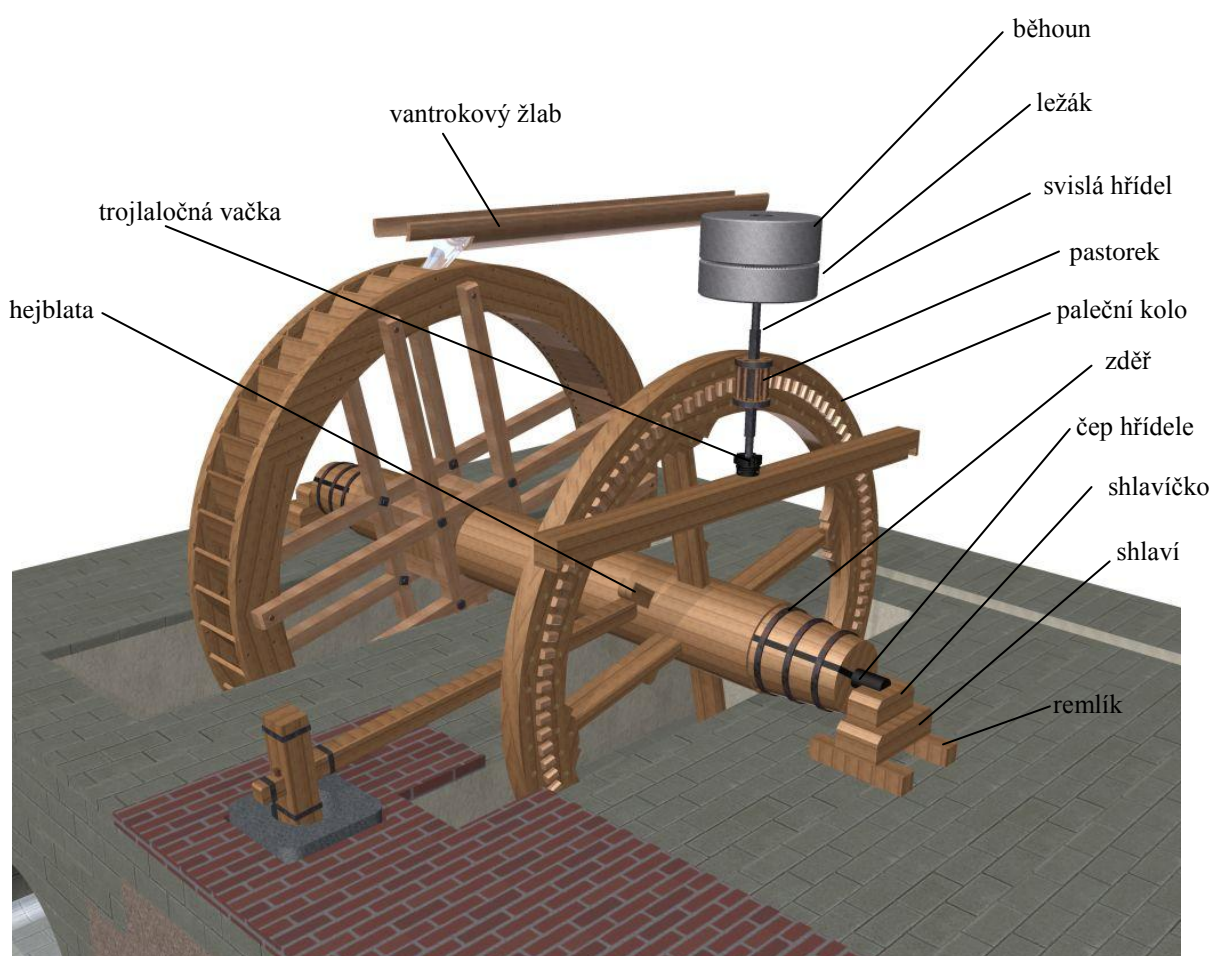


Obrázek 4 Čtvrtina věnce vodního kola



Obrázek 5 Vodní kolo v řezu

4 Hřídel a paleční převod



Obrázek 6 Uložení hřídele, vodní a palečního převodu

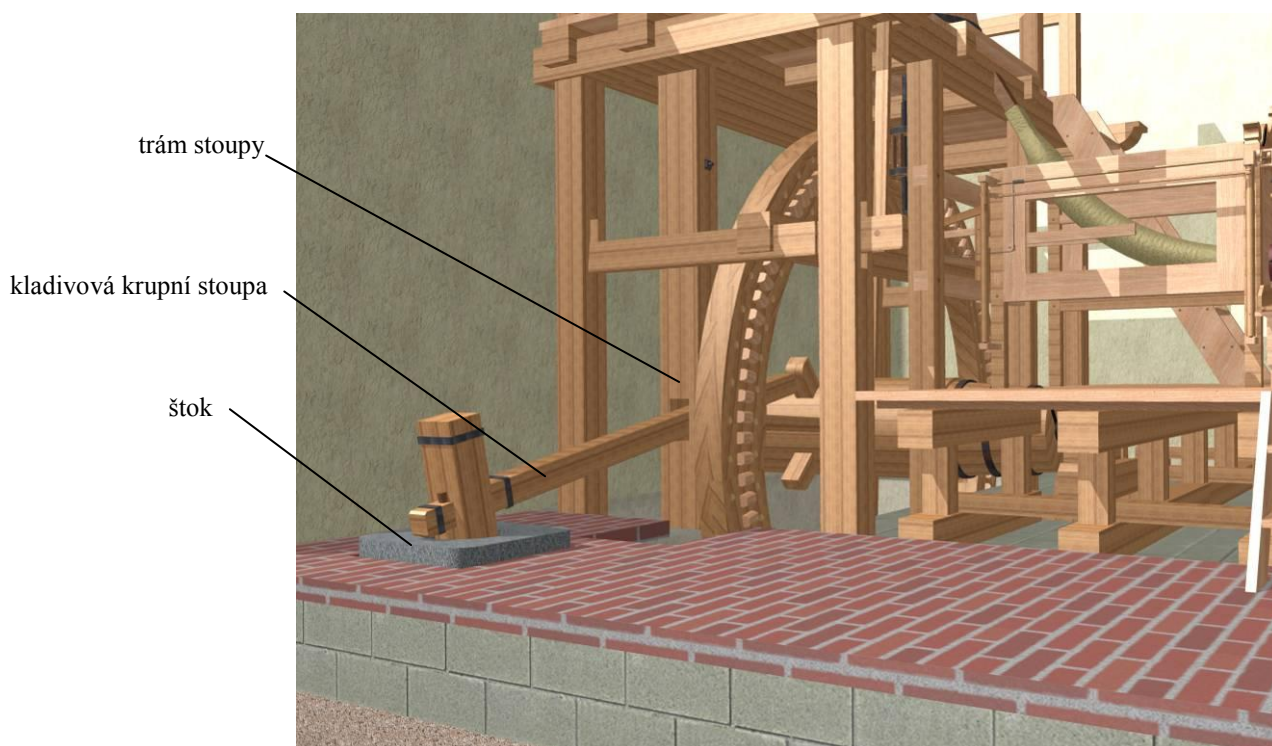
Hřídel

Velmi důležitou částí mlýna byla hřídel na, které bylo uloženo vodní kolo a paleční převod. Na hřídeli jsou také hejblata, která pracují na principu vačky a narážejí do kladivové stoupy, která je čepem uložena ve sloupu stoupy v mlýnské hranici. Hřídel má průměr 600 mm a je dlouhá 5400 mm. Hřídel se vyráběla prakticky vždy z dubu, který musel růst samostatně, aby měl dostatek světla. Když strom rostl samostatně, nemusel růst rychle za světlem a tím měl velmi husté letokruhy, což se projevovalo na mimořádné pevnosti. Dub se porážel v lednu nebo únoru pak se z něj, odstranila kůra a zakopal se do vlhké hlíny na 30 let. Hřídel má na koncích vydlabány drážky, do kterých jsou vsunuty čepy hřídele vyrobené z litiny. Čepy jsou do hřídele naraženy a konce hřídele jsou pojištěny zděři proti prasknutí. Čepy se otáčejí ve shlavíčku, které je vyrobeno z dubového dřeva a stojí na shlaví, které je umístěno na remlíku. Uložení hřídele je vlastně na principu kluzného ložiska. Ložisko bylo mazáno buď tukem, nebo vodou. Hřídel je v místě uložení vodního kola opatřena osmihranem. Osmihranem z toho důvodu, že

ramena vodního kola se dotýkala na čtyřech plochách, na další čtyři se vrazily trojhranné klíny, které přesně vymezují polohu kola. (2)



Obrázek 7 Hřídel



Obrázek 8 Kladivová stoupa

4.1 Paleční převod

Paleční převod se skládá z palečního kola a pastorku neboli lucerny. Převodový poměr odpovídá tak 1/13.

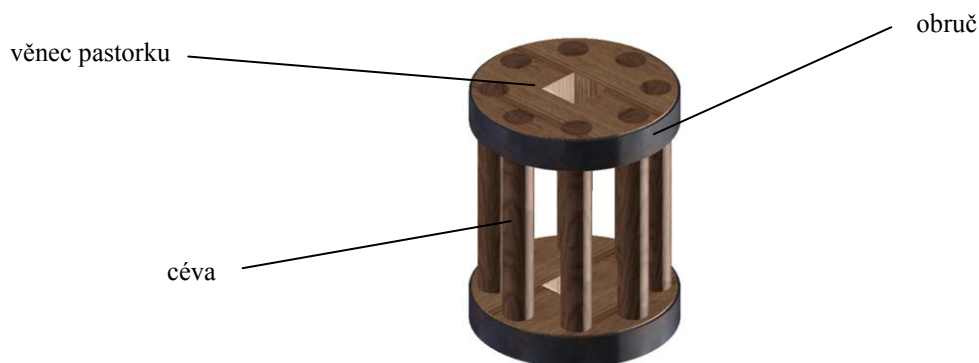
Paleční kolo má průměr 3600 mm, dohromady 104 palců a skládá se stejně jako věnec vodního kola ze segmentů, které tvoří dva věnce, ty jsou mezi sebou vzájemně zakolíkovaný deseti kolíky na jeden segment. Kolíky mají průměr 32 mm. Každý věnec se skládá z 12 segmentů. Palce se dělali z habru, akátu pokud bylo vodní kolo chráněno, před

stříkající vodou, nebo mohli být z dubu, když přicházeli do styku s vodou. Používali se i pružné jasanové palce, byl-li převod nepřesný, měli však nižší životnost. Udávalo se, že dobře mazané akátové palce vydrží i 50 let nepřetržitého provozu ve dne v noci. Paleční kolo je zasazeno pomocí čtyř ramen do hřídele. Počty palců a jejich rozměry jsem volil podle hoslovického mlýna.



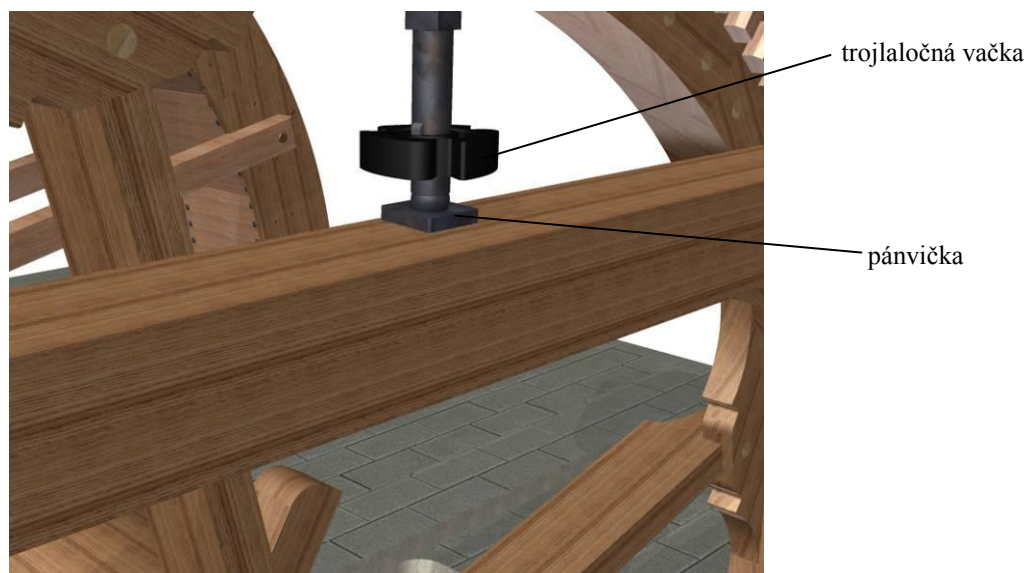
Obrázek 9 Segment palečního kola

Pastorek je tvořen 8 cévami, což jsou vlastně svislé příčky, které se opírají o palce palečního kola. Cévy jsou zaraženy do horního a dolní věnce, které jsou zajištěny proti prasknutí obrouč.

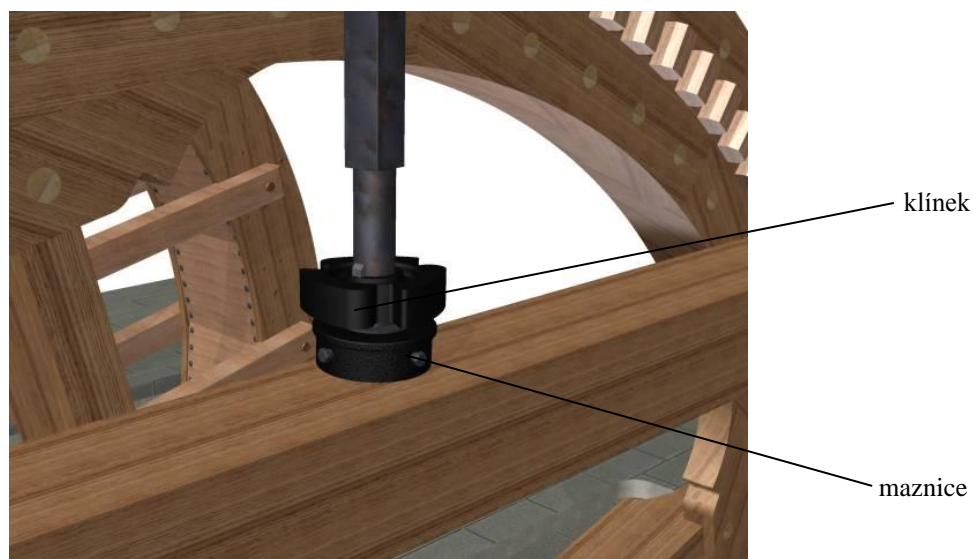


Obrázek 10 Pastorek

Pastorek otáčí svislou hřídelí nazývanou jako vřetenno nebo železí. Byla vyráběna kováním. Hřídel má průměr 50 mm a ve střední části je kvůli pastorku čtvercového průřezu 50x50 mm. Na horním konci nese kypřici a otáčí horním mlecím kamenem běhounem (viz kapitola Mlecí zařízení). Na spodním konci je zakončena kulově a sedí v ložisku - pánvičce. Nad pánvičkou je maznice. Hřídel je mazána tukem a to tak že se tuk dá do otvoru a šroubem se vtlačí na ložisko, princip štaufferovy maznice. Na hřídeli je také usazena trojlaločná vačka, která slouží k pohybu hasačertu a žejbra (viz Prosévání), přenos krouticího momentu a pojištění je zajištěno klínem. (2) (3)



Obrázek 11 Pohled na kulové zakončení hřídele a usazení v pánvičce

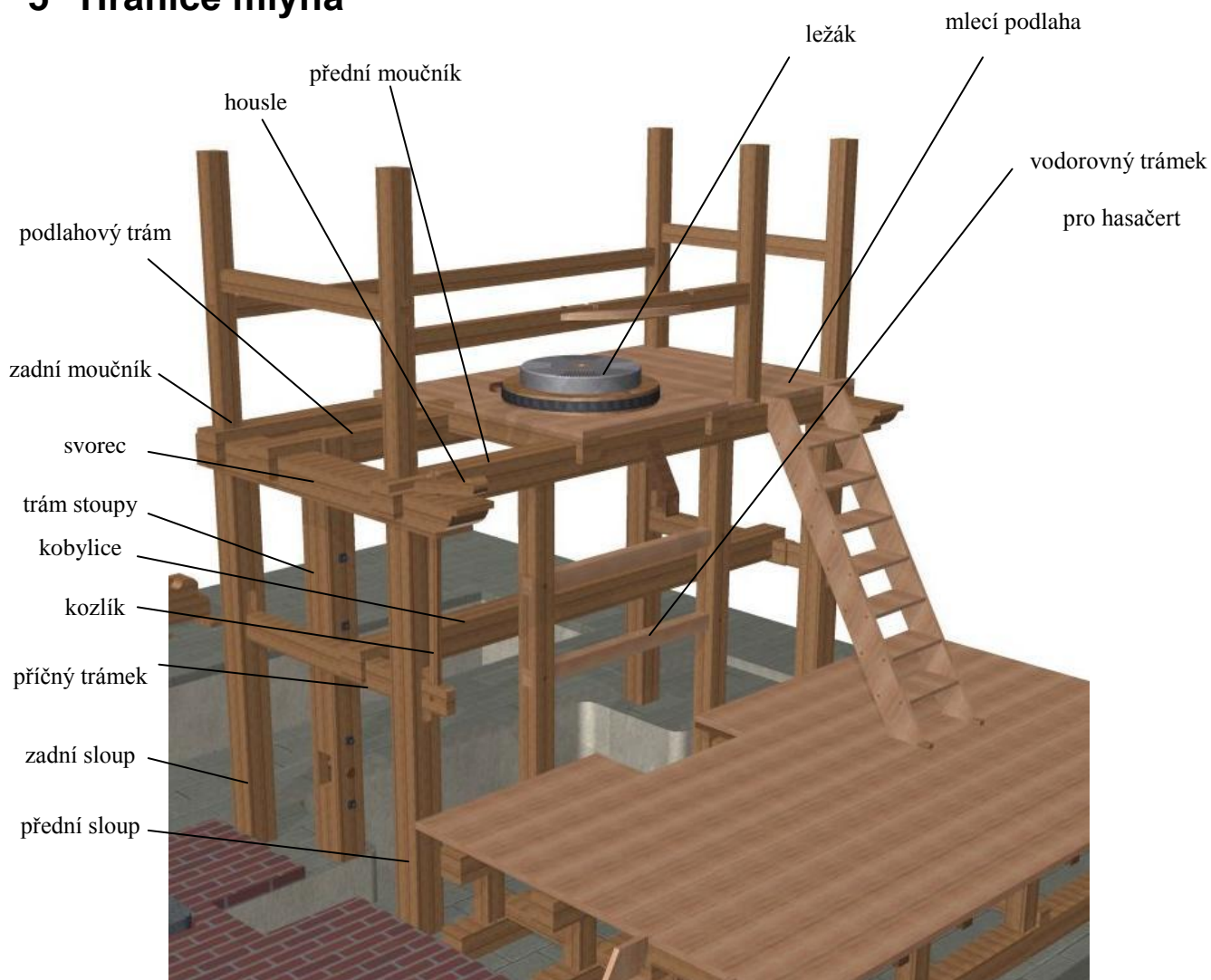


Obrázek 12 Pohled na maznici a zaklínovanou vačku



Obrázek 13 Svislá hřídel - vřeteno

5 Hranice mlýna



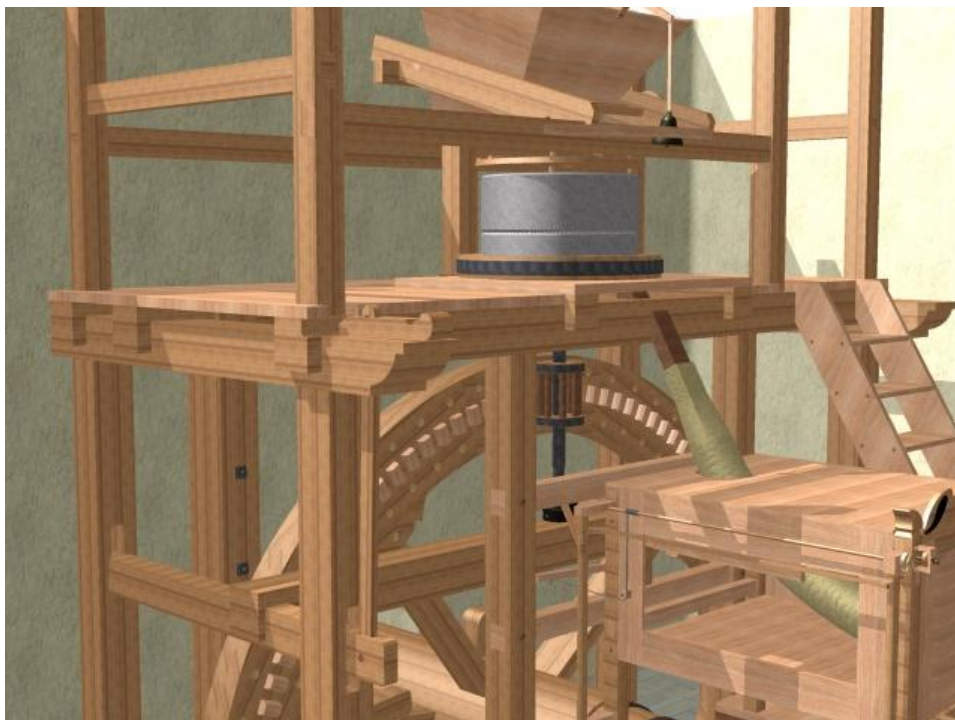
Obrázek 14 Mlýnská hranice

Hranice je masivní trámová konstrukce nejčastěji z dubu. Slouží k nesení spodního mlecího kamene ležáku, dále v trámu stoupy je v čepu uložena kladivová stoupa. Přední dva trámy slouží k uložení hasačertu. Hranice se skládá z předních a zadních sloupů, které jsou nahoře spojeny svorcem. Mezi svorci jsou tři trámy, první se nazývá přední moučník, druhý trám se nazývá podlahový a třetí je zadní moučník. Mezi předním moučником a podlahovým trámem jsou příčné trámy, mezi nimiž jsou desky, na kterých leží ležák. (1)
(2)

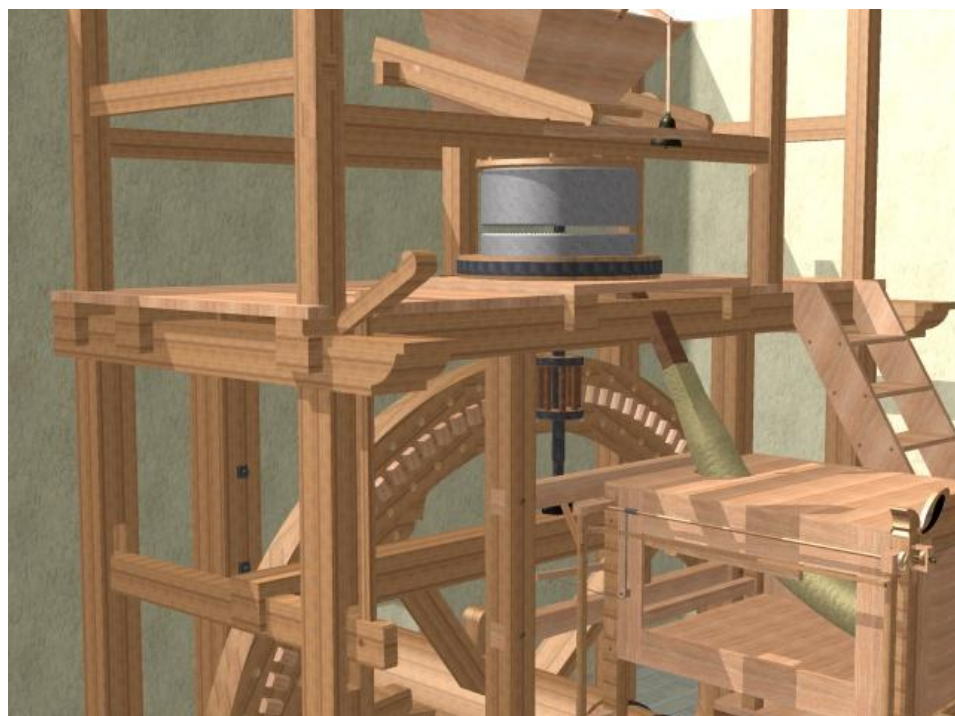
Lehčení mlecího kamene

Lehčení znamená, že se kámen zdvihá nahoru a dolů. Tím lze měnit mezeru mezi dvěma mlecími kameny a tím nastavovat technologii mletí. K tomuto účelu slouží příčky, které leží v otvoru zadního sloupu a dá se jimi pohybovat, mezi těmito příčkami leží

kobylice ve, které je vložena pánvička a do ní se potom usadí svislá hřídel. Levá příčka prochází čelním sloupem a je přes kozlík spojena s houslemi. A právě pohybem houslí na horu a dolů se provádí lehčení. Nejčastěji pomocí zarážení klínku.



Obrázek 15 Mlecí kámen před lehčením



Obrázek 16 Mlecí kámen po lehčení

Na hranici jsou také schody, které spojují horní mlecí podlahu se spodní podlahou na, které je umístěna moučnice (viz Prosévání). (2)

6 Mlecí zařízení

6.1 Mlecí kameny

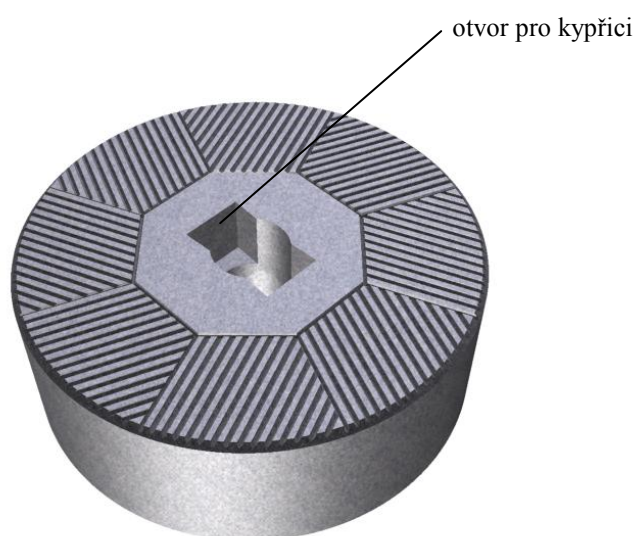
Tvoří hlavní část českého mlecího složení. „K výrobě mlecích kamenů bylo třeba vybrat stejnoměrně pórovité horniny, které mají určitý stupeň tvrdosti a současně houževnatosti, aby se dal kámen lehce opracovat a držel ostrost. Nejlépe se hodily horniny s krystalickou strukturou, mlecí účinek z nich vyrobených kamenů spočíval především v krájení a mačkání zrna tak, aby slupky zůstaly ve větší míře neporušené.“ (1 str. 81) Těmto požadavkům nejlépe vyhovoval pískovec, který se dobře opracovává.

U českého složení se používá dvou mlecích kamenů. Spodní kámen leží na mlýnské hranici, z čehož vychází jeho název ležák. Jeho rozměry jsem zvolil podle hoslovického mlýnu: průměr 750 mm a výška 200 mm. V ležáku je čtvercový otvor. Do tohoto otvoru je naražena kuželice a kuželíky. Ty plní funkci, že vymezují prostor, kterým prochází svislá hřídel (vřeteno). Kuželíky mají velmi důležitou funkci a to zajistit aby se hřídel otáčela stále ve svislé ose. Kdyby toto přesné vymezení chybělo, mohlo by se stát, že při lehčení kamene, to jest jeho zvednutí, by se hřídel vychýlila ze svislé osy. Dalo by se říci, že kuželíky fungují jako ložisko, ve kterém je přesně uloženo vřeteno. Kuželíky byly vyráběny z měkkých dřev například olše, lípa nebo bříza. Z důvodu velkého tření byly kuželíky mazány v té době nejdostupnějším mazivem tukem. Kuželice se dotýkala boků ležáku, které jsem zvolil mírně zúžené, aby nevypadla. Zároveň také kuželice s kuželíky zamezovaly propadnutí meliva otvorem v ležáku, jimž procházela hřídel.



Obrázek 17 Ležák

Horní mlecí kámen se nazývá běhoun. Má stejný průměr jako ležák také 750 mm, ale jeho výška je 250 mm. Koncepce, že běhoun je vyšší, než ležák je taktéž jedním ze znaků českého mlecího složení, protože v Německu a dalších západních zemích se využívá vyšších ležáků, ale nižších běhounů s větším průměru, aby si zachovali stejnou hmotnost. V běhounu je vytvořen otvor o průměru 120 mm, kterým prochází melivo mezi plochy kamenů. V běhounu je také vytvořen čtyřhranný otvor, v němž je vsazena kypřice. Kypřice je nalisována na vrcholu vřetena a má za úkol nést běhoun a otáčet jím, prakticky vždy je vyrobena kováním.



Obrázek 18 Běhoun

Oba dva mlecí kameny jsou opatřeny křesem. Což znamená, že jsou na jejich mlecích plochách vytvořeny drážky, které jsou hluboké 6 mm. „Křes pomáhal zamezit nadměrnému drcení slupek vůči jádru, umožnily rozdrobení zrna a jeho rozkrojení. Patrně s nástupem mechanických mlýnů se mlecí plochy začaly opatřovat hlubšími rýhami, neboli větrníky, které se u obou kamenů vzájemně křížily a při otáčení dosahovaly svými hranami a tvarem dvojího účinku; stříhu zrna a proudění vzduchu od středu kamene na jeho obvod.“ (1 str. 88)

6.2 Popis technologie mletí

Obilí se sypalo z násypného koše, který je umístěn na bočních štálcích, které vedou mezi předním štálcem a zádním štálcem. Zadní štálec je potom umístěn v horním sloupku. Horní sloupek je uložen otočně a boční štálce pouze leží na předním štálci. Toto řešení

umožňuje štálce i s násypným košem nadzvednou a potočit na bok. Čehož se využívalo při manipulaci s mlecími kameny. Násypný koš má pohyblivé dno zvané korčák. Korčák je uložen na jedné straně pomocí řetězů, na druhé straně pomocí koženého pásku, který se namotává na hřídelku, na jejímž konci je mechanismus rohatky a západky. Pomocí namotávání lze nastavovat úhel sklonu korčáku, který následně rozhoduje kolik obilí se bude dostávat mezi mlecí kameny. Rohatka se západkou se velmi dobře hodí pro tuto funkci, jelikož udržuje zvolenou polohu. Navíc jde velmi rychle a jednoduše změnit polohu. Pro návrh toho mechanismu jsem využil literatury. (5) Korčák musí být takto uložen, proto aby se mohl pohybovat, neboli otřásat. Otřásání má vliv na to, že se melivo dostává plynule mezi mlecí kameny. Otřásání se děje tím, že rejholec, což je kolík upevněn na dně korčáku naráží na zděř, která je umístěna v běhounu a má tvar vačky. Korčák je zároveň lankem spojen s pružinkou. Tím jak naráží rejholec do zděře se korčák odsouvá, ale protože je lankem spojen s pružinkou tak se znovu přisouvá ke zděři. Tím vzniká otřásavý pohyb. Pružinka má ještě jednu funkci a tou je signalizace. Signalizace funguje tak, že v násypném koši je klapka, která je v něm uložena otočně. Klapka je spojena přes lanko s vahadlem. Na vahadle je z druhé strany umístěno táhlo a na konci táhla zvoneček. Když se nasype do násypného koše melivo, klapka se zatíží a přes vahadlo se zvedne zvoneček. Postupně jak se melivo dostává z násypného koše, se síla kterou vyvozuje na klapku, zmenší natolik, že se klapka zvedne. Zvoneček klesne do úrovně pružinky, která se třese vlivem otřásání korčáku a začne narážet na zvoneček.

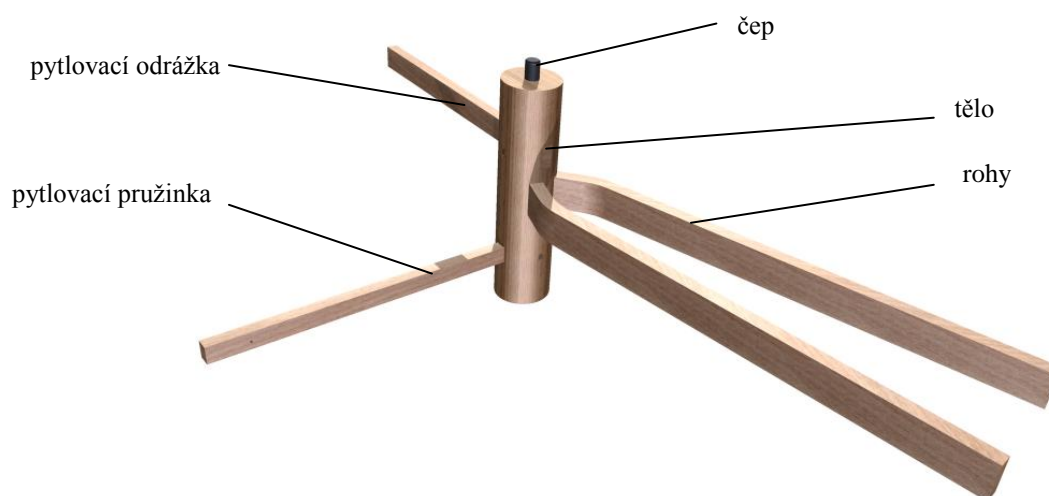
Mletí na českém mlecím složení se dělo vždy na několikrát například žito se mlelo na čtyřikrát, pšenice na pětkrát, někdy dokonce i sedmkrát. Mlelo se tedy cíleně několikrát, a proto při každém mletí se musel upravovat sklon korčáku a výška běhounu. Při prvním mletí se mlelo s výrazně nadlehčeným běhounem. Melivo se nanosilo do násypných košů, tuto práci dělali mleči, což byli mlynářovi pomocníci. Když se začal otáčet běhoun, začala vačka narážet do rejholce, tím se rozkmital korčák, ze kterého začalo vypadávat melivo. Melivo padalo otvorem běhounu přes zděř mezi mlecí kameny běhounu, které byly opatřeny křesem, kterým se zrno krájelo a loupalo. Melivo se pohybovalo od středu mlecího kamene na jeho okraj, kam ho unášela odstředivá síla, a zároveň proudění vzduchu. Mlecí kameny jsou uschovány v lubu. Lub stojí na obrubě, která obepíná ležák a je nižší než on. V obrubě je otvor, kterým se tlačí vymleté melivo, přes otvor ve předním moučniku do truhlíčku. Odtud putuje do prosévacího ústrojí. (1) (2) (3) (5)

7 Prosévací ústrojí

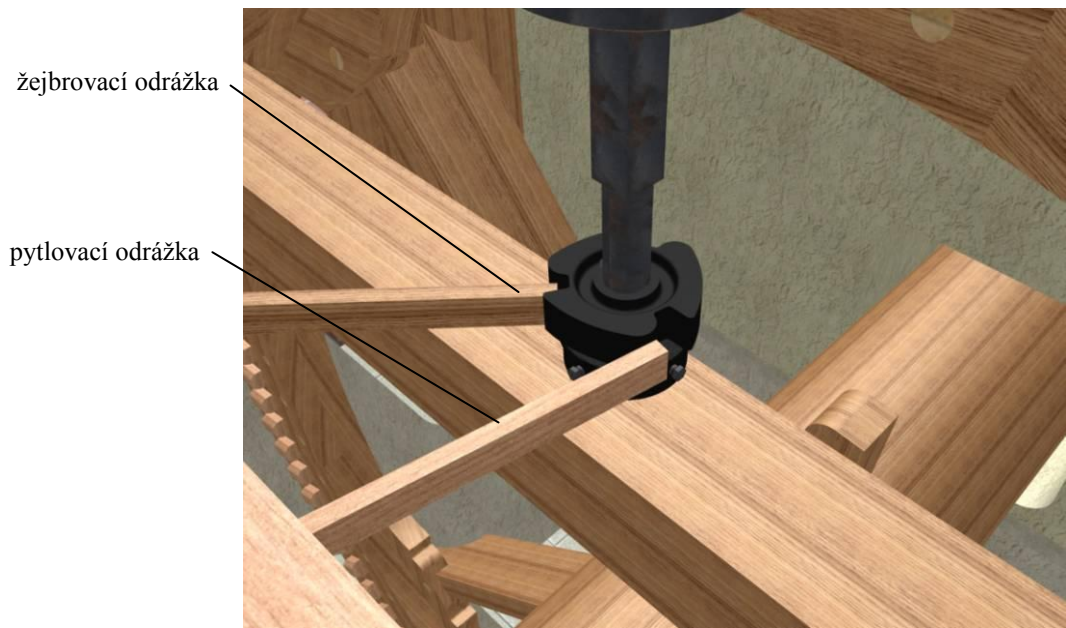
Mletím na několikrát vznikla potřeba roztřídit vycházející melivo z truhlíčku na to co už je dostatečně pomleté a to, které je potřeba ještě pomlít. Tuto práci dříve zastávali mleči. Postupem času se i tato práce zmechanizovala a právě prosévací ústrojí je dalším z hlavních znaků vodního mlýnu s českým mlecím složením. (3)

Hasačert

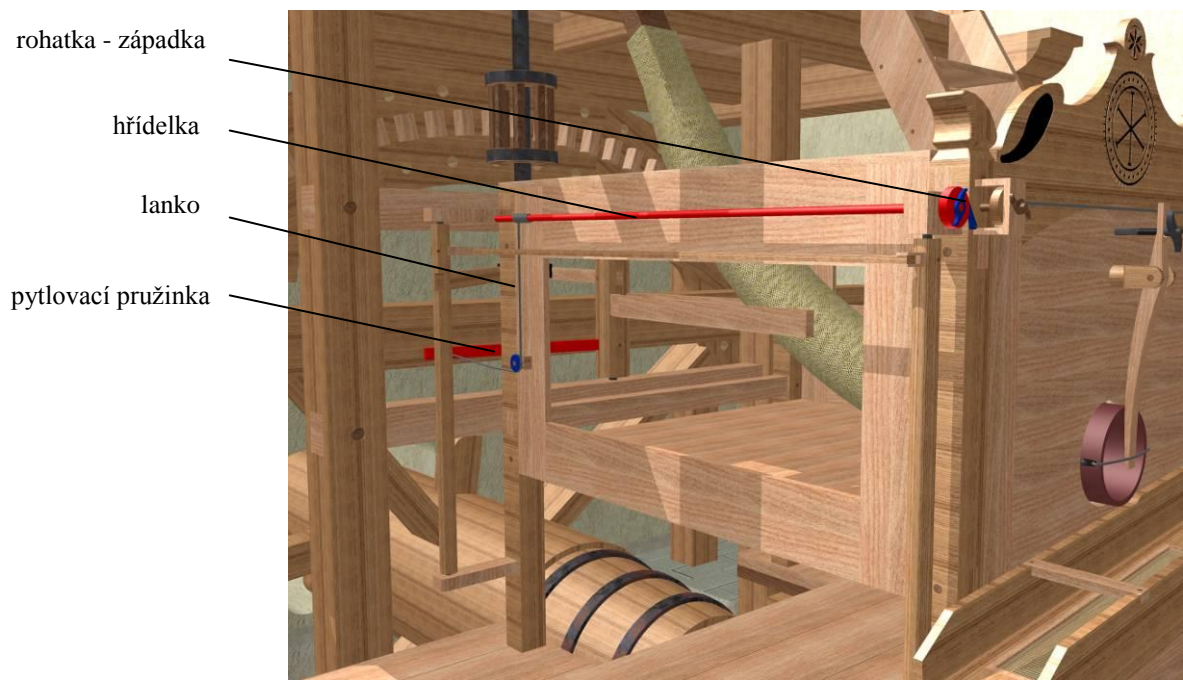
Hasačert je nejdůležitější část mechanického prosévání. Hasačert tvoří válec o průměru 100 mm a výšce 410 mm. Je na čepech uložen mezi dvěma vodorovnými trámy hranice mlýnu pro něj určenými. V hasačertu je zakolíkovaná pytlovací odrážka, která naráží na trojlaločnou vačku, která je uložena na svislé hřídeli (vřetenu). V hasačertu je o 90° vůči pytlovací odrážce zakolíkována pytlovací pružinka, ta slouží k tomu, aby byla pytlovací odrážka stále dotlačena na vačku. Pytlovací pružinka je spojena s lankem, které vede přes kladku a namotává se na hřídelku, na jejímž konci je mechanismus rohatky a západky. Ten umožňuje nastavit délku lanka a tím sílu jakou bude přitáčena pytlovací odrážka na vačku. Na hasačertu jsou taktéž dva rohy, mezi kterými prochází moučný pytel. Hasačert tedy funguje tak, že se při mletí otáčí svislá hřídel (vřeteno), na které je umístěna trojlaločná vačka, na kterou je dotlačována díky pytlovací pružince pytlovací odrážka. Tím jak naráží pytlovací odrážka na vačku, začne se hasačert pootáčet o úhel kruhovým vratným pohybem. Tohoto pohybu se používá u rohů mezi, kterými prochází moučný pytel. Moučný pytel vede od truhlíčku a je vyroben z tkané textilie. Tím jak kmitají rohy, narážejí na moučný pytel a dochází k vysévání jemné mouky na desky moučnice. (1) (2) (3)



Obrázek 19 Hasačert



Obrázek 20 Pohled na odrážky dotýkající se trojlaločné vačky



Obrázek 21 Barevně označené ovládání pytlovací pružinky

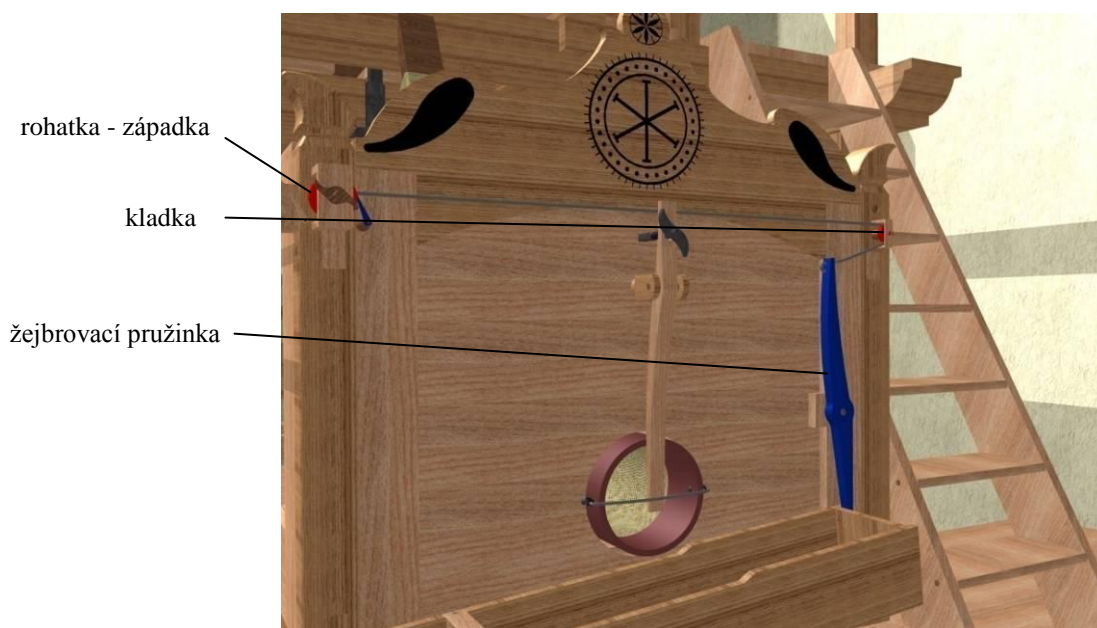
Žejbro

Hrubé části, které nepropadly moučným pytlem, putují dále ven z moučnice na žejbro. Žejbro je vlastně mechanické síto, které je uloženo na žejbrovací pružince. Žejbrovací pružinka přitahuje konec žejbra lankem, které vedlo přes kladku na mechanismus rohatky se západkou, kde se namotávalo. Na síti se oddělily krupice a hrubé

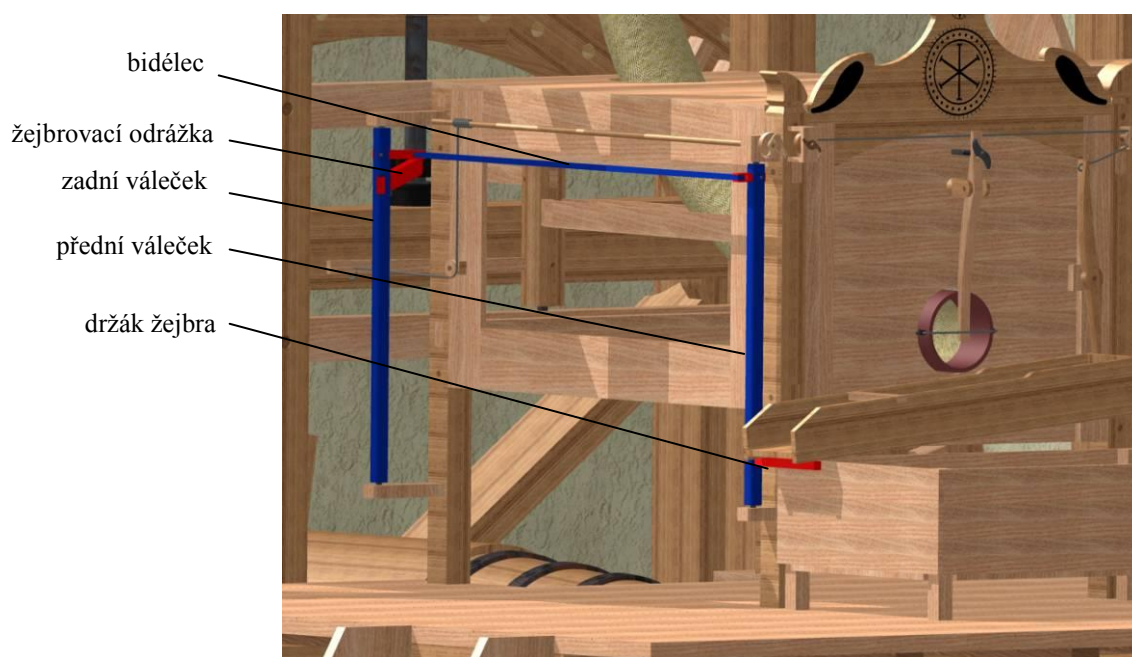
mouky, které propadly přes síto do truhly. Zbytek neboli šrotové produkty sklouzly do přistaveného kbelíku, pro ně určeného. Hrubé mouky a krupice se dále mlely. Síta v žejbru jsou výměnná. Žejbro z důvodu, že jeho hlavní funkcí je prosévání, musí stejně jako moučný pytel kmitat. K tomu slouží žejbrovací odražka, která se dotýká vačky stejně jako pytlovací odražka. Žejbrovací odražka je zakolíkovaná v zadním válečku moučnice, který je uložen otočně mezi čepy. V zadním válečku je také zakolíkovaná žejbrovací ručka, která je vůči žejbrovací odražce pootočená o úhel 90° . Žejbrovací ručka je přes bidélec spojena s držákem bidélce. Držák bidélce je zakolíkovaný na předním válečku moučnice, které je stejně jako zadní váleček moučnice uložen otočně mezi dvěma čepy. Na předním válečku moučnice je ve spodní části zakolíkovaný držák žejbra, který je vůči držáku bidélce pootočen o úhel 90° . V držáku žejbra je čep, na kterém je uloženo žejbro. Celý mechanismus funguje tak, že žejbrovací odražka naráží na vačku. Od žejbrovací odražky dochází přes zadní váleček moučnice a bidélec k přenosu pohybu na přední váleček moučnice, který potom otáčí přes držák žejbra žejbrem. Žejbro potom koná kmitavý pohyb. Zjednodušeně koná přímočarý vratný pohyb. Z toho důvodu je žejbrovací pružinka uložena na čepu otočně. (1) (2) (3)



Obrázek 22 Mechanické síto – žejbro



Obrázek 23 Barevně označený mechanismus žejbrovací pružinky

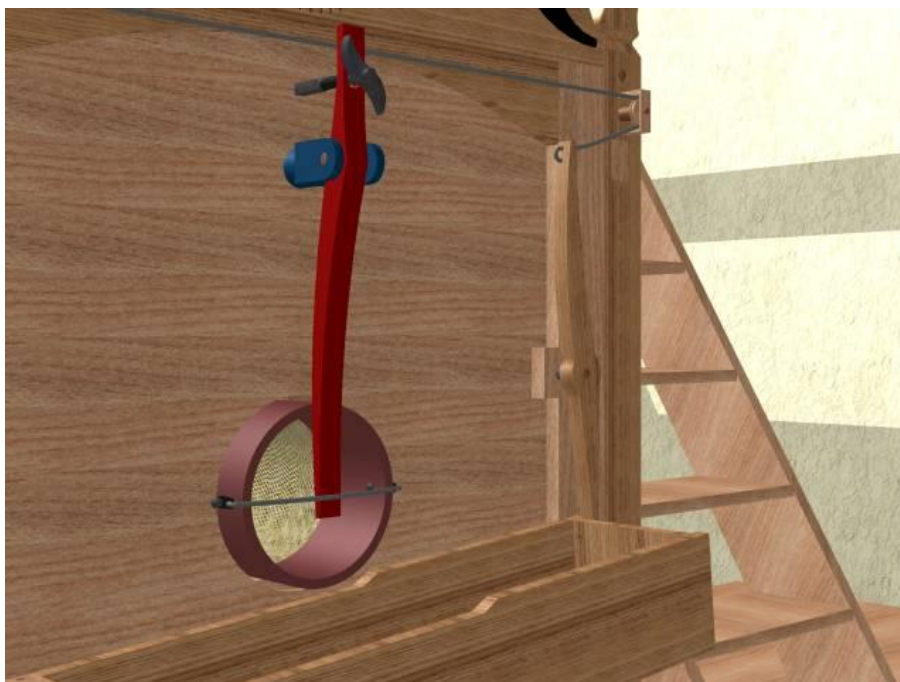


Obrázek 24 Barevně označené mechanické ovládání žejbra

Napínání moučného pytle

Dalším zajímavým mechanismem je napínání moučného pytle. To se děje přes napínák moučného pytle, který je otočně uložen v držáku napínání pytle, který je zakolíkovan do čela moučnice. Na jednom konci napínáku moučnice je drážka, v níž prochází lanko, které má na obou koncích plíšky, které druhými konci jsou nasazené na nýtech, které procházejí držákem moučného pytle. Druhý konec napínáku moučného pytle

má drážku, kterou prochází šroub s maticí. Matice má vyrobená křídla, aby se s ní dalo otáčet rukou. Tím jak se zašroubovává šroub, dochází k napnutí a naopak. (2)



Obrázek 25 Barevně označené napínání moučného pytle

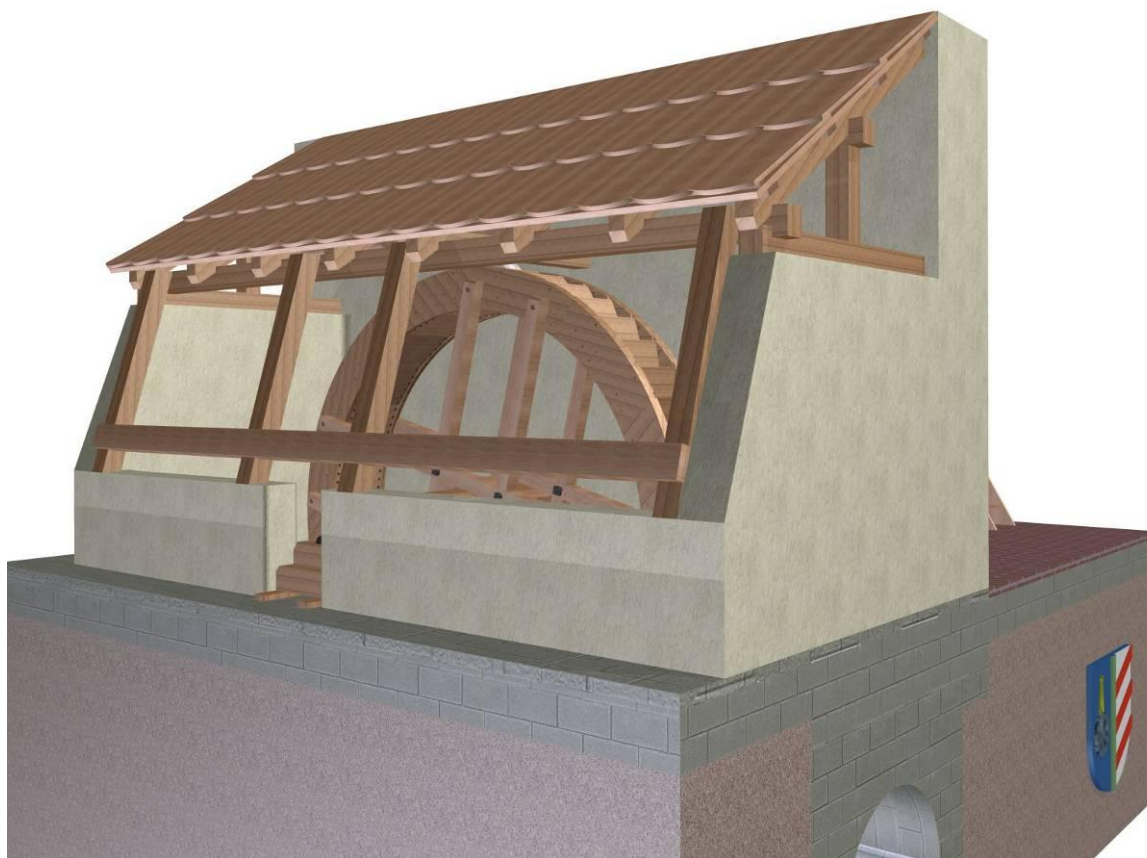
Moučnice

Moučnice má za úkol, aby se do ní vysévala již hotová mouka, a dále funguje jako nosič ostatních mechanismů používaných k mechanickému prosévání. Základní rozměry hoslovické moučnice: šířka 1020 mm, výška 1130 mm (bez čela), délka 1310 mm. Při tvorbě moučnice jsem se snažil, aby byla vytvořena s ohledem na technologii výroby. To znamená, že trámký ale i jednotlivé součásti prosévacího zařízení, jsem zakolíkoval. Zajímavostí na moučnici je její zdobnost, jako například znak na čelu moučnice. Tento znak dříve nahrazoval výrobní štítek. Každý sekerník měl svou vlastní značku, kterou potom označoval nejčastěji právě čelo moučnice. Někdy však tyto znaky nepatřily sekerníkům, ale místních mlynářských cechů. (1) (2)



Obrázek 26 Celkový pohled na moučníci

8 Stavební řešení mlýnů



Obrázek 27 Pohled na vodní kolo v lednici

Lednice

Lednice se stavěla u mlýnů z toho důvodu, aby chránila vodní kolo před působením povětrnostních vlivů. Nečastěji byla chráněná šindelovou nebo doškovou střechou. Na boky se přibíjely desky a tím se mohl celý prostor lednice uzavřít. Nebo se také na boky v letních měsících dávalo chvojí. Dále chránila lednice odtokový kanál před zanášením. (2)

9 Závěr

Jak již jsem zmínil v úvodu své maturitní práce, začal jsem jí tvořit již od jara minulého roku. To mělo značnou výhodu, že jsem mohl vytvořit ucelený model mlýnu, kterého jsem mohl použít při popisu jeho funkce v písemné části. Při konstrukci jsem se setkal s mnoha zvláštnostmi, například s některými již dnes pozapomenutými mechanismy. Setkal jsem se s různými problémy, které vyplývaly z toho, že dnes již málokdo ví, jak mlýny fungovaly. Avšak díky hlubokým technickým znalostem Ing. Vladimíra Houště se mi je podařilo vyřešit.

Bohužel jako omezení své práce vnímám to, že program Autodesk Inventor nedokáže vytvořit všechny pohybové vazby, které by bylo potřeba k tomu, aby mohl model plně fungovat. Z toho důvodu je funkční pouze paleční převod a lehčení horního mlecího kamene (běhounu). Dalším problémem jsou textury dřev použitých u modelu, protože v Inventoru je pouze omezený výběr. Také chybí potřebný výběr materiálů u fyzikálních vlastností součástí. S tímto jsem se setkal u mlecích kamenů, proto jsem u nich nastavil materiál, který měl nejbližší hustotu pískovci. V závěru práce mi velkou pomoc poskytl pan František Mikyška, který se profesně zabývá opravami vodních kol a mlýnů, tím že mě upozornil na některé chyby. Tyto nedostatky jsem potom s jeho pomocí mohl odstranit.

Anotace

Jméno a příjmení:	Alois Obšel
Škola:	SPŠ strojnická, Olomouc, tř. 17. listopadu 49
Název práce:	Vodní mlýn s českým mlecím složením
Vedoucí práce:	Ing. Vladimír Houšť
Počet stran:	33
Počet příloh:	4
Počet titulů použité literatury:	4
Počet pramenů:	6
Klíčová slova:	Mlýn Vodní kolo Paleční převod Mlecí zařízení Mlecí kameny Prosévací ústrojí

Ve své maturitní práci se zabývám návrhem a základními výpočty vodní kola na horní vodu. Konstrukcí českého mlecího složení ve mlýně v Hoslovicích. Návrhem palečního převodu, mlecího zařízení a popisem jeho funkce. Zabývám se i problematikou třídění vymletého obilí pomocí pytlování a mechanického síta, poháněných vačkovým mechanismem. Součásti jsem vytvořil v programu Autodesk Inventor Professional 2011. Textovou část jsem vytvořil v programu Microsoft Office Word. Základní výpočty a tabulky jsem zpracoval v programu Microsoft Office Excel.

Seznam literatury a médií

1. **Štěpán, Luděk a Křivanová, Magda.** *Dílo a život mlynářů a sekerníků v Čechách.* Praha : Nakladatelství Argo, 2000. ISBN 80-7203-254-2.
2. **Štěpán, Luděk, Urbánek, Radim a Klimešová, Hana.** *Dílo mlynářů a sekerníků v Čechách.* Praha : Nakladatelství Argo, 2008. ISBN 978-80-257-0015-0.
3. **Laika, Viktor.** Abeceda malých vodních pohonů. [Online] 11. Duben 2011. [Citace: 11. Duben 2011.] <http://mve.energetika.cz/>.
4. **Karas, Jaroslav.** *Vodní kola.* Praha : Mlynářské noviny, 1912. ISBN neuvedeno.
5. **Chironis, Nicholas.** *Mechanisms, linkages and mechanical controls.* New York : McGraw - Hill book company, 1965. ISBN neuvedeno.
6. **Hovorka, Jaroslav.** *Vodník a Karolínka.* [CD]. Česká televize, 2010.

Seznam obrázků

Obrázek 1 Keltský rotační mlýnek z 3. až 2. století př. n. l.....	5
Obrázek 2 Stříkový hřebenáč (3).....	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 3 Ponceletovo kolo (3).....	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 4 Zuppingerovo kolo s přepadem.....	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 5 Kolo na horní vodu - korečník (3).....	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 6 Celkový pohled na zařízení hoslovického mlýnu	9
Obrázek 7 Zakótování rozměrů z tabulky 2 (3).....	10
Obrázek 8 Čtvrtina věnce vodního kola	12
Obrázek 9 Vodní kolo v řezu.....	13
Obrázek 10 Uložení hřídele, vodní a palečnického převodu.....	14
Obrázek 11 Hřídel.....	15
Obrázek 12 Kladivová stoupa.....	15
Obrázek 13 Segment palečnického kola	16
Obrázek 14 Pastorek	16
Obrázek 15 Pohled na kulové zakončení hřídele a usazení v pánvičce.....	17
Obrázek 16 Pohled na maznici a zaklínovanou vačku	17
Obrázek 17 Svíslá hřídel - vřeteno	17
Obrázek 18 Mlýnská hranice	18
Obrázek 19 Mlecí kámen před lehčením	19
Obrázek 20 Mlecí kámen po lehčení	19
Obrázek 21 Ležák	20
Obrázek 22 Běhoun	21
Obrázek 23 Hasačert.....	23
Obrázek 24 Pohled na odrážky dotýkající se trojlaločné vačky	24
Obrázek 25 Barevně označené ovládání pytlovací pružinky.....	24
Obrázek 26 Mechanické síto – žejbro.....	25
Obrázek 27 Barevně označený mechanismus žejbrovací pružinky.....	26
Obrázek 28 Barevně označené mechanické ovládání žejbra.....	26
Obrázek 29 Barevně označené napínání moučného pytle	27
Obrázek 30 Celkový pohled na moučnici.....	28
Obrázek 31 Pohled na vodní kolo v lednici.....	29