



Středoškolská technika 2016

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

Francisova turbína

Petr Podolák

Střední průmyslová škola strojnická, Olomouc

tř. 17. listopadu 49, OLOMOUC

Prohlašuji, že jsem maturitní práci vypracoval samostatně a použil jen uvedené prameny a literaturu.

Datum:

Petr Podolák

Podpis

Děkuji tímto svému vedoucímu ročníkové práce Ing. Vladimíru Houšťovi, za čas, pozornost a odborné rady. Dále bych chtěl poděkovat svojí rodině za podporu, za to že mi vařili kávu a brali ohledy na můj čas vyčleněný na práci.

Obsah

Obsah	3
1 Úvod.....	4
2 Francisova turbína	5
2.1 Historie.....	6
2.2 James Bicheno Francis.....	7
2.3 Princip funkce	8
3 Základní konstrukční prvky	9
3.1 Spirální skříň.....	10
3.2 Rozváděcí lopatky.....	11
3.3 Ovládací systém rozváděcích lopatek	12
3.4 Oběžné kolo	13
3.5 Hřídel	14
3.6 Sací trouba	15
4 Výpočty základních parametrů.....	16
5 Zvláštní jevy.....	18
5.1.1 Kavitace	18
6 Ekonomická část - návratnost	19
7 CAM.....	20
7.1 Táhlo-obráběná součást č.1- Frézování	20
7.1.1 Postup výroby	21
7.2 Hřídel-Součást č. 2-Soustružení	22
7.2.1 Postup výroby	23
8 Závěr.....	24

1 Úvod

Francisovu turbínu jsem si zvolil, protože mě zajímají vodní turbíny a využití vodní energie a také proto, že obnovitelné zdroje jsou v současné době velmi žhavé téma.

Cílem práce je ve stanoveném termínu navrhnout a vytvořit model sestavy. Vytvořit protokol se základními výpočty, vytvořit výkresovou dokumentaci pro vybrané součásti, stejně jako CNC obráběcí kód a prezentaci v programu Microsoft PowerPoint.

2 Francisova turbína

(Vertikální, přetlaková, radiální)

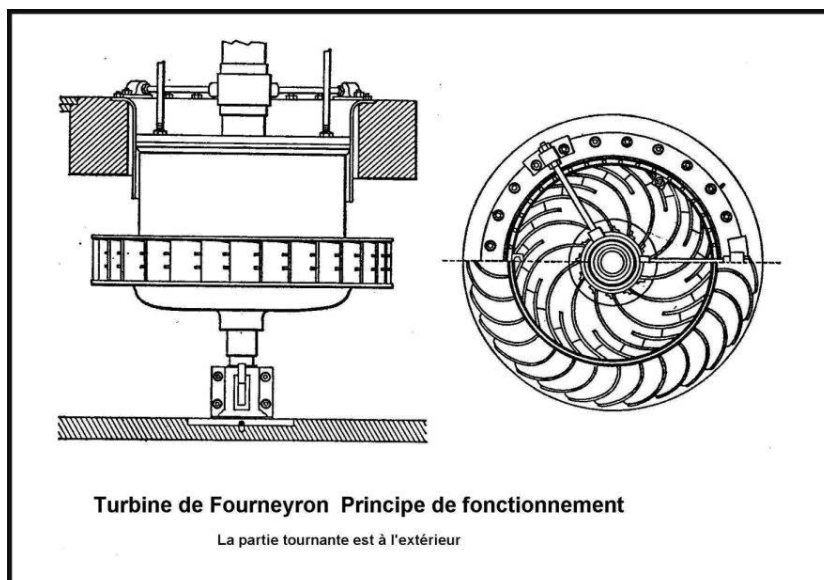
Francisova turbína se řadí mezi nejpoužívanější typy vodních turbín. Byla vyvinuta roku 1848 Jamesem B. Francisem. Turbíny neboli vodní motory jsou stroje využívající přeměnu potenciální energie vodního toku z výše uložených pozic na energii kinetickou na hřídeli turbíny tak, že brzdí přesun vodní masy do místa o nižší výšce. Voda je následně po odpaření přirozeně přenesena zpět na místa o vyšší nadmořské výšce. Vodní motory tudíž nepřímo využívají sluneční energie.



Obrázek 1 - Francisova turbína

2.1 Historie

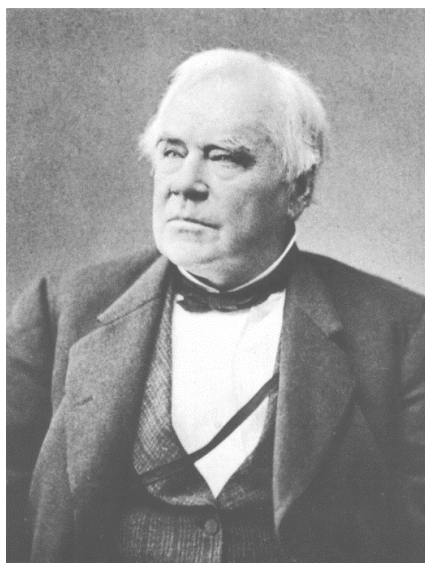
Konstrukce vodních turbín vychází z principu vodního kola, známého více než 2000 let. Moderní turbíny se pak vyvinuli zejména z konstrukce mlýnských kol a hamrů. O turbínách dnešního typu můžeme mluvit až začátkem 19. století. Vychází z teoretických principů popsaných Leonardem Eulerem. Francisova turbína byla vyvinuta roku 1848 Jamesem B. Francisem a byla vylepšením turbín starších typů a to S. B. Howdovy, Jean-Victor Ponceletovy a Benoit Fourneyrontovy turbíny.



Obrázek 2 Fourneyronova vodní turbína

2.2 James Bicheno Francis

(18. května 1815 - 18. září 1892)



Obrázek 3 James B. Francis

James Bicheno Francis byl původem anglický inženýr, většinu svého života však prožil v USA. Pracoval u průplavní a paroplavební společnosti. Za svého života publikoval celou řadu vědeckých prací o hydrodynamice a teorii turbín.

Francis se narodil v Oxfordshiru v Anglii roku 1815. Imigroval do USA a roku 1833 začal pracovat pro George Washingtona Whistlera na konstrukci Stoningtonské železnice. V roce 1834 se Francis přidal k Whistlerovi a odstěhoval se do Lowellu v Massachusetts kde byl Whistler najat jako šéfinženýr pro nové městské

kanály. Francis byl jeho pomocníkem a pomohl mu navrhnout železnici do Nové Anglie.

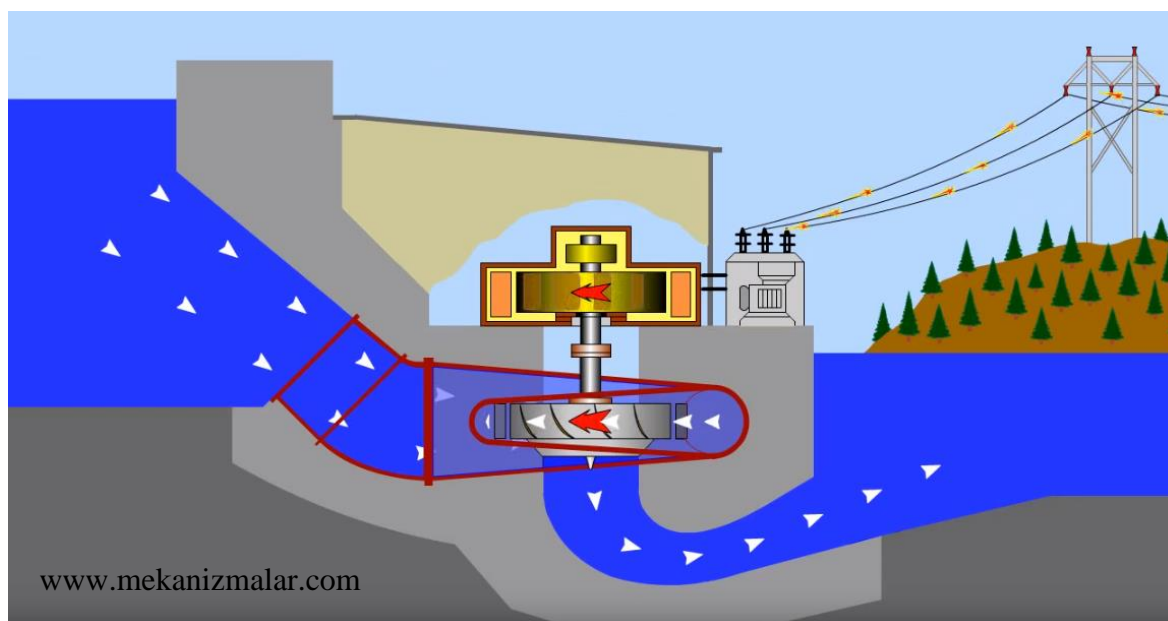
V roce 1837 Whistler podal výpověď a Francis se stal novým šéfinženýrem Lowellských kanálů. Vybudoval jeden z největších kanálů své doby, který zvýšil průtok o 50%.

V počátku 50 let navrhl a vytvořil vodní turbíny, které byly účinnější než vodní kola. Francis vylepšil návrh Boydenovy turbíny a dosáhl 88% účinnosti. Tento design se stal standardem pro vodní turbíny. Také se podílel na konstrukci hráze, která chránila městské kanály před záplavami.

Později pracoval také jako konzultant na Quaker Bridgeské přehradě a New Yorkské Crotonské řece a na řece Mississippi. Do důchodu z pozice šéfinženýra Lowellských kanálů odešel v roce 1884, ale na pozici konzultanta pokračoval až do roku 1892.

2.3 Princip funkce

Vodní turbíny využívají energie vodních toků a nádrží. V závislosti na typu pak turbíny využívají energii kinetickou, tlakovou, nebo jakoukoli kombinací poměrů těchto dvou energií, aby vytvořili z potenciální energie vody, (o vyšší nadmořské výšce), práci mechanickou na hřídeli turbíny - pomocí oběžného kola. Na hřídeli je napojen generátor. Mechanická energie proudící vody se tak mění na základě elektromagnetické indukce na energii elektrickou, ta se transformuje a odvádí do míst spotřeby.

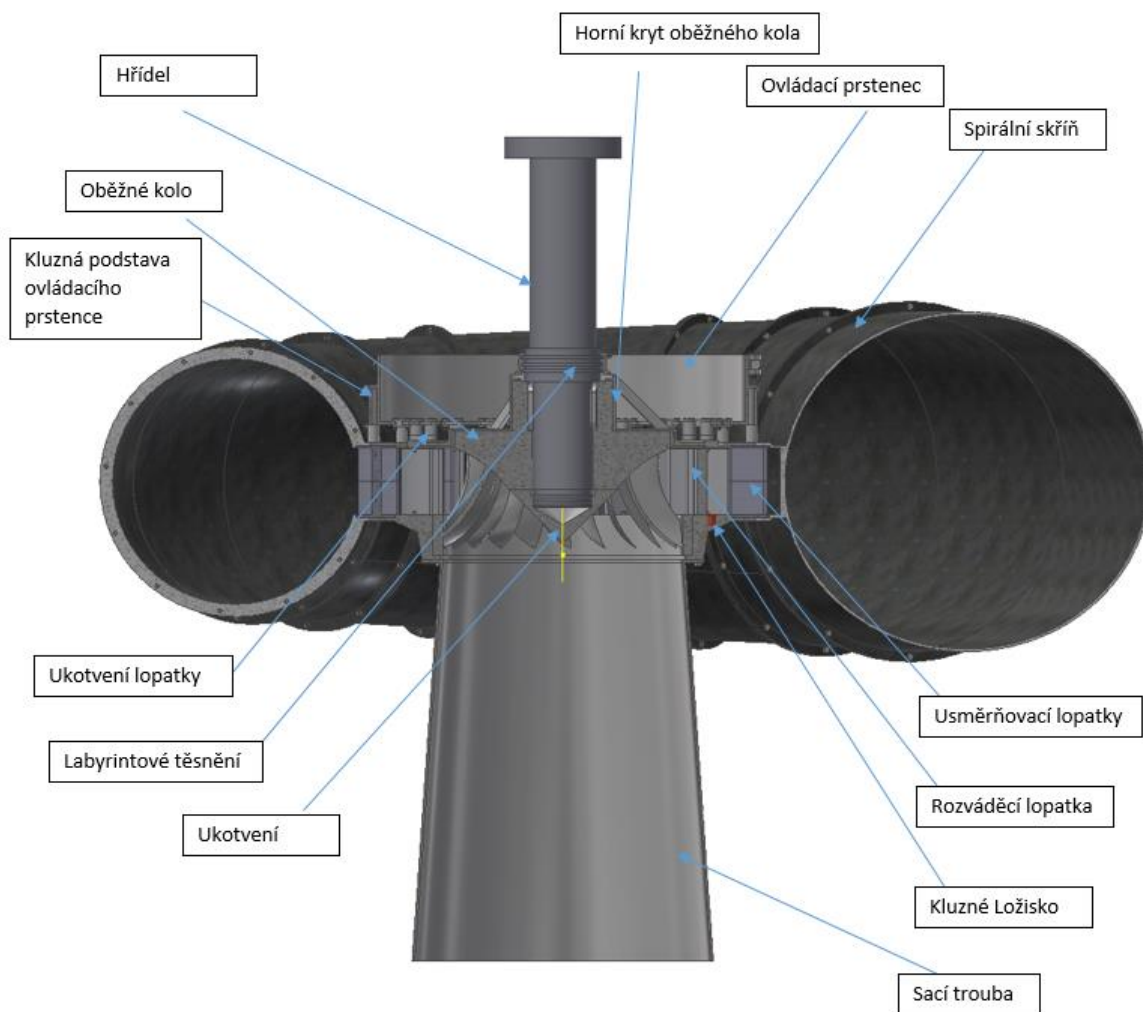


Obrázek 4 Princip funkce

Volba turbíny závisí na účelu a podmínkách celého vodního díla. Nejčastěji se používají turbíny reakčního typu Francisova nebo Kaplanova, a to v mnoha modifikacích. V podmínkách našich řek se pak nejčastěji používají Kaplanovy turbíny. Kaplanova turbína je v podstatě reakční přetlakový stroj, který dosahuje několikanásobně vyšší rychlosti než je rychlost proudění vody. Je vhodná pro velká množství vody a pro menší spády.

Pro střední spády se využívá především výše uvedená Francisova turbína, má radiální vstup vody na oběžné kolo. Voda přitéká kolmo na osu oběžného kola, v němž mění směr a vytéká ve směru osy. (6)

3 Základní konstrukční prvky



Obrázek 5 Základní konstrukční prvky

Na obrázku číslo 5 vidíme poloviční řez Francisovy turbíny, na němž jsou označeny základní konstrukční prvky. Některým z těchto prvků se budu později věnovat.

3.1 Spirální skříň



Obrázek 6 Spirální skříň

Spirální skříň vyobrazena na obrázku č. 6, je velkým vylepšením oproti starším, kašnovým turbínám, v nichž bylo oběžné kolo přímo zasazeno v kašnách, a umožňuje současným turbínám jejich velkou účinnost. Voda skrz spirální skříň protéká tak, že na každém stupni obtočení kolem oběžného kola, je z ní vytlačeno do oběžného kola stejné procento průtoku kapaliny (na 1° přitomu připadá zhruba 0,28% celkového průtoku). Tak je zajištěno, že vtok kapaliny na oběžné kolo je úplný (není a nesmí být parciální-kvůli velkým ztrátám, které by pak vznikali). Spirální skříň většinou bývá vyrobena z oceli a bývá zalita betonem. Při výpočtech a konstrukci jsem také uvažoval moji spirální skříň jako zalitou betonem, po konzultaci s vedoucím mé maturitní práce jsme se dohodli, že betonovou část nebudu modelovat. Spirální skříň, v závislosti na velikosti a tvaru bude buďto odlitá jako celek, nebo po částech, které budou spolu sešroubovány, a také mohou být opatřeny těsnícím svarem.

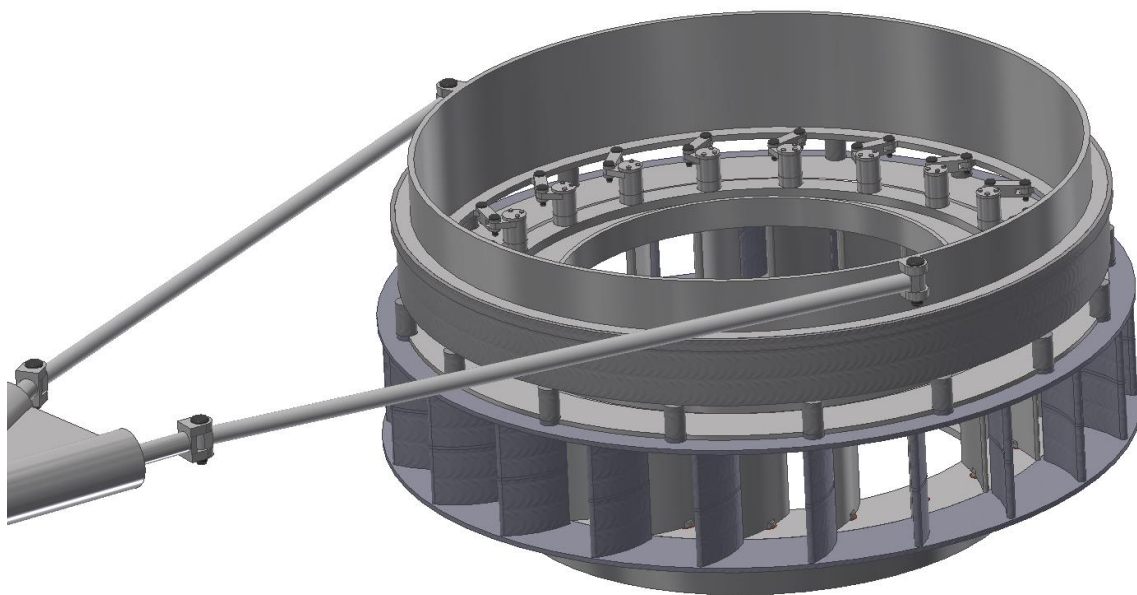
3.2 Rozváděcí lopatky



Obrázek 7 Rozváděcí lopatka

Rozváděcí lopatky jsou nastavitelné a slouží k regulaci množství a rychlosti vody procházející turbínou. Upravují tak množství elektrické energie, vyráběné v závislosti na požadovaném množství energie v rozvodné síti. Jsou uloženy v kluzných ložiscích (na kružnici kolem oběžného kola) a to tak, aby bylo možné při plném otevření dosáhnout maximálního výkonu a při maximálním uzavření výkonu a průtoku nulového. Díky konstrukčnímu řešení nejsou lopatky nijak zatěžovány víkem rozvodného kola, jelikož to se opírá o kolo stacionárních lopatek, nedochází tak ke zbytečnému tření, které by brzdilo pohyb lopatek. S ovládacím mechanismem lopatku spojuje střížné pero, které se v případě náhlého rázu přestřihne a zabrání tak poškození lopatky. Výměna takto přestřiženého pera je nejenže levnější, ale také mnohem rychlejší, jelikož stačí pouze vyjmout čep z klikového mechanismu, nadzvednout ovládací páku a vyměnit pero. Namísto toho aby bylo nutné rozebírat polovinu turbíny. Lopatky se vyrábí z kvalitní, nerezové, legované oceli.

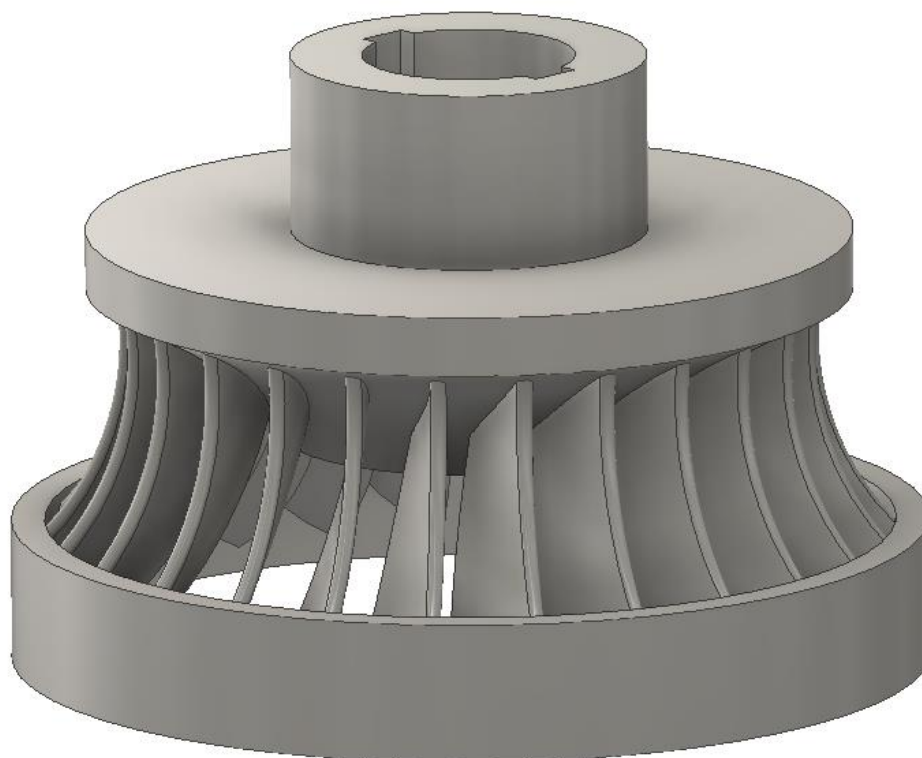
3.3 Ovládací systém rozváděcích lopatek



Obrázek 8 Ovládací systém

Ovládací systém rozváděcích lopatek slouží k rychlému a jednoduchému ovládní všech nastavitelných lopatek najednou. Úhel nastavení odpovídá požadavku ze sítě a v současnosti je řízen počítačově. Aby bylo možné lopatky ovládat najednou, je systém jejich klikových mechanismů spojen za pomoci ovládacího prstence. Prsteneček je uložen v kluzné podstavě a je řízen pomocí dvojce táhel, které mohou být poháněny buďto pomocí hydraulických pístů nebo pomocí servomotorů. Díky tomuto ovládacímu systému, je tudíž možné převádět pohyb přímočarý na pohyb rotační, a to na mnoha místech najednou. Kluzná podstava stojí na kruhu stacionárních lopatek a tudíž, stejně jako víko rozvodného kola nezatěžuje nastavitelné lopatky. Ovládací prsteneček a klikový mechanismus je třeba čas od času mazat olejem, pro snížení tření.

3.4 Oběžné kolo



Obrázek 9 Oběžné kolo

Oběžné kolo (obrázek č. 9) je možná nejdůležitější částí celé turbíny, jelikož právě v něm dochází k největší přeměně energie, a to na poměrně malém prostoru. Francisova turbína je přetlaková a reakční, což znamená, že oběžné kolo zpracovává jak kinetickou, tak tlakovou složku protékající vody. Tvar lopatek oběžného kola je velmi složitý a to odráží i cena a náročnost výroby oběžného kola. Tvar oběžného kola je určen podle velikosti spádu a rychlosti otáček. Pro daný spád nejlépe odpovídá Sovětský typ oběžného kola, které je také výhodné z výrobních důvodů. Oběžné kolo musí být vyrobeno z nerezové, vysoce legované oceli, odolné proti kavitaci. Tělo oběžného kola a lopatky se mohou vyrábět buďto dohromady, nebo zvlášť s tím, že se později svaří.

3.5 Hřídel



Obrázek 10 Hřídel

Hřídel je základní součást, jejímž úkolem je přenášet krouticí moment. U turbín bývá většinou složena z více částí. Spodní část, která nese oběžné kolo, je vyobrazena na obrázku číslo 10. Je vybavena několika specifickými prvky. Labyrintové těsnění v prostřední části hřídele slouží k bezkontaktnímu a účinnému těsnění vody. Zápich v čelní části hřídele je určen pro dvoudílný jistící kroužek, který ponese většinu axiálního zatížení na oběžném kole. Zápich je také technologickým výběhem pro závit, ve kterém bude našroubováno kuželovité zakončení hřídele, to má za úkol držet dvoudílný kroužek na svém místě, stejně jako přenášet malou část axiálního zatížení. Hřídel bývá vyrobena z kvalitní ocele, u labyrintového těsnění jsou zvýšené požadavky na přesnost výroby.

3.6 Sací trouba



Obrázek 11 Savka

Sací trouba neboli savka je část zařízení turbíny, je umístěna pod oběžným kolem a slouží k zvýšení tlaku vody. Jelikož tlak vody na oběžném kole může klesnout až pod hranici atmosférického tlaku, je potřeba vodu vycházející z oběžného kola zpomalit, a to se právě děje v rozšiřujícím se kuželu savky (z rovnice o průtoku $Q_v = v \cdot S$). Díky tomu, že voda zpomalí, dojde také ke zvýšení tlaku (z Bernoulliho rovnice). Úhel $\frac{1}{2} \rho v^2 + p = konst$ rozšiřování nesmí být větší než 10° , aby nedošlo k oddělení vodního sloupce od stěny savky. Savka může mít více tvarů, často bývá zakončena vnitřním ocelovým kuželem, který ještě více zpomalí a rozprostře výtok vody, stejně jako ochrání podlahu výtokové nádrže. Savky jsou také často vybaveny kolenem, kvůli prostorové náročnosti a velikosti savky. Savky se většinou vyrábí z litiny nebo z plechu. Je třeba je chránit proti korozi pomocí vhodného nátěru.

4 Výpočty základních parametrů

Zadané parametry:

$\rho=$	1000	kg/m ³
$g=$	9,806	N
$H=$	60	m
$\delta\tau=$	50	MPa
$D=$	1000	mm

Vypočet rychlosti proudění kapaliny na vstupu do šnekové spirály:

$$v = \sqrt{2Hg}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 60 \cdot 9,806}$$

$$v = 34,30335261 \text{ m/s}$$

Výpočet hlnosti turbíny:

(maximálního možného průtoku)

$$Q_{\max} = v \cdot S$$

$$S_{\text{hrdla}} = \pi \cdot D^2 / 4$$

$$S_{\text{hrdla}} = \pi \cdot 1000^2 / 4$$

$$S_{\text{hrdla}} = 0,785398163 \text{ m}^2$$

$$Q_{\max} = 34,30335261 \cdot 0,785398163$$

$$Q_{\max} = 26,94179013 \text{ m}^3$$

Výpočet tlaku:

$$p = \rho \cdot g \cdot H$$

$$p = 1000 \cdot 9,806 \cdot 60$$

$$p = 588360 \text{ Pa}$$

Výpočet výkonu:

$$P=Q \cdot H \cdot \rho \cdot g$$

$$P=26,94179013 \cdot 60 \cdot 1000 \cdot 9,806$$

$$P=15\,851\,471,64 \text{ W (15,85 MW)}$$

Výpočet tloušťky stěny spirály:

(výpočet je pouze imaginární, spirála bude ve skutečnosti zalita betonem)

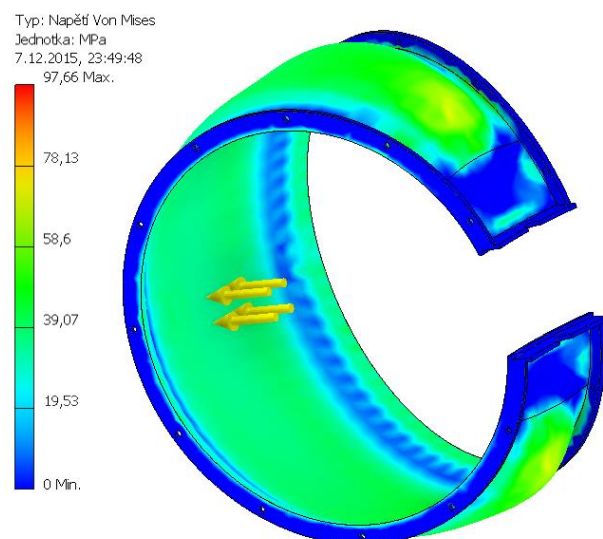
$$t_{\min}=(p \cdot d)/(2 \cdot \delta \tau)$$

$$t_{\min}=(588360,1)/(2 \cdot 50\,000\,000)$$

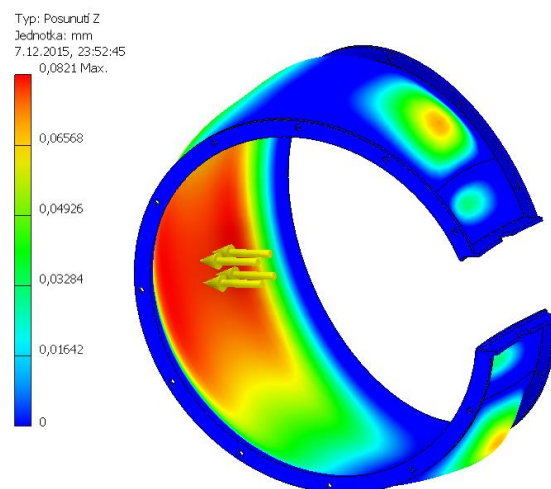
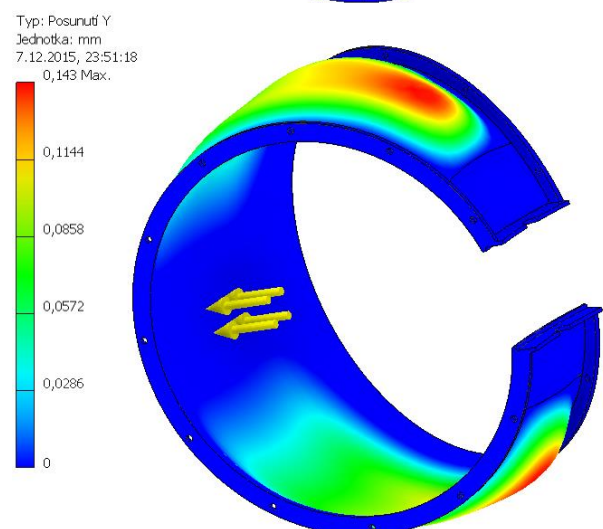
$$t_{\min}=0,005884 \text{ m}$$

$$t_{\text{vol}}=0,008 \text{ m}$$

Zpráva pevnostní analýzy programu Autodesk Inventor Professional 2016



Obrázek 12 Pevnostní analýza programu Autodesk Inventor 2016



5 Zvláštní jevy

5.1.1 Kavítace



Obrázek 13 Důsledky kavítace na oběžném kole

Kavítace je vznik dutin v kapalině při lokálním poklesu tlaku, následovaný jejich implozí. Pokles tlaku může být důsledkem lokálního zvýšení rychlosti, případně průchodu intenzivní akustické vlny. Kavítace je nejprve vyplněna vakuem, později se naplní párou z okolní kapaliny. Při vymizení podtlaku, který kavítaci vytvořil, její bublina kolabuje za vzniku rázové vlny s destruktivním účinkem na okolní materiál. Kavítace vzniká například na lopatkách lodních šroubů, turbín, na čerpadlech a dalších zařízeních, která se velkou rychlostí pohybují v kapalině. Kavítace způsobuje hluk, snižuje účinnost strojů a může způsobit i jejich mechanické poškození. Na vznik kavítace má vliv především velikost podtlaku, soudržnost kapaliny a teplota (čím je nižší, tím menší je kavítace). (5)

6 Ekonomická část - návratnost

Odhad ceny turbíny dle vzorce

Použité hodnoty:

$Q=27 \text{ m}^3$ -průtok

$H=60 \text{ m}$ -spád

$C_{F1} = 4804000 \times (Q \times H^{0.5})^{0.07} = 6983000 \text{ Kč}$ -cena Francisovy turbíny

Výpočet doby provozu potřebné pro návratnost:

Použité hodnoty a výpočty:

$P=15850 \text{ kW}$ -teoretický výkon

$\eta=0,85$ -účinnost

$P_{\xi} = P * \eta = 15850 * 0,85 = 13472 \text{ kW}$

t – čas v hodinách

$C_{el}=3,23 \text{ Kč/kWh}$ –výkupní cena elektrického proudu

Zisk Z na jednu hodinu:

$Z = 3,23 * 13472 = 43514 \text{ Kč}$

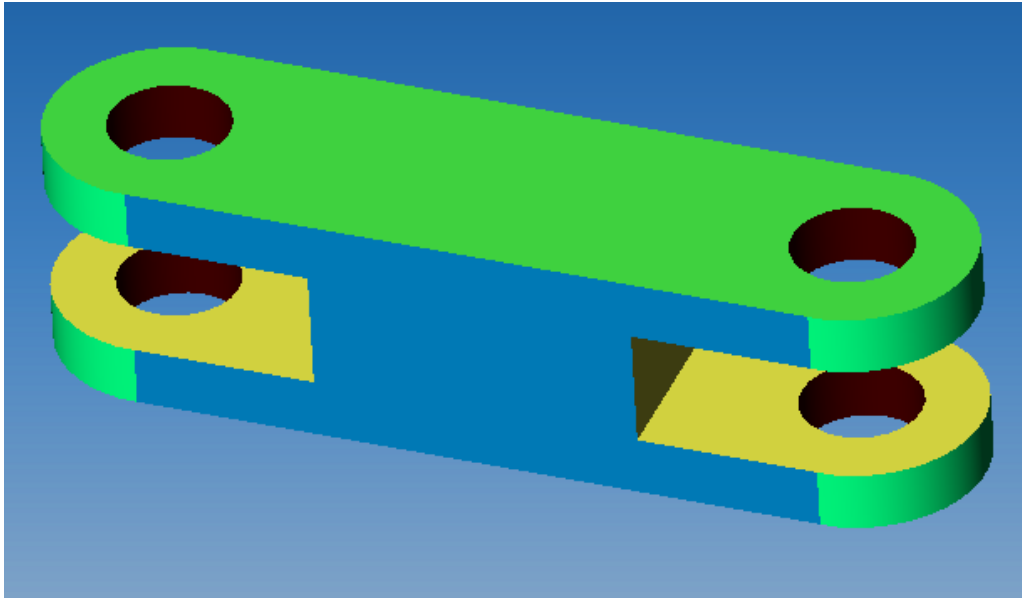
Počet hodin K

$K = 6983000 / 43514 = 160 \text{ hodin}$

Z vypočtených hodnot vyplývá že, proto aby turbína při maximálním výkonu pokryla cenu výroby stačí pouhých 160 hodin provozu. Je nutno ale uvážit, že tato turbína nemůže pracovat sama o sobě, k jejímu provozu je potřeba vybudovat hráz, která v případě 60ti metrového spádu bude nákladným ekonomickým projektem, s mnohaletou návratností.

7 CAM

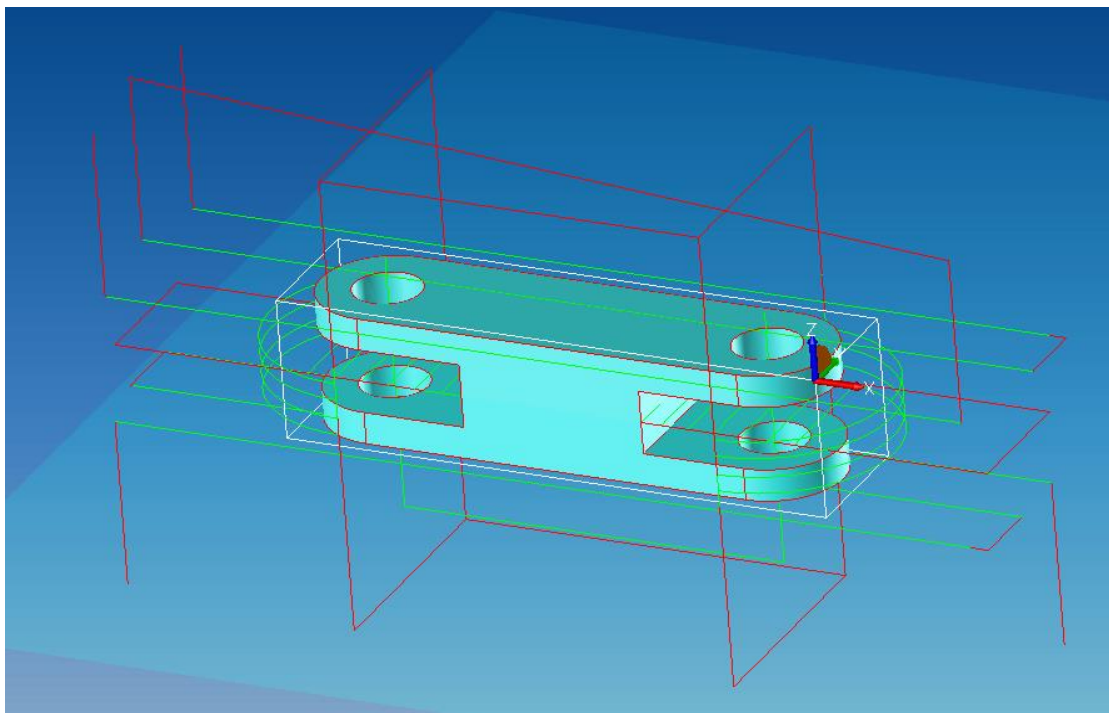
7.1 Táhlo-obráběná součást č.1- Frézování



Obrázek 14 Verifikace obráběcího programu frézování

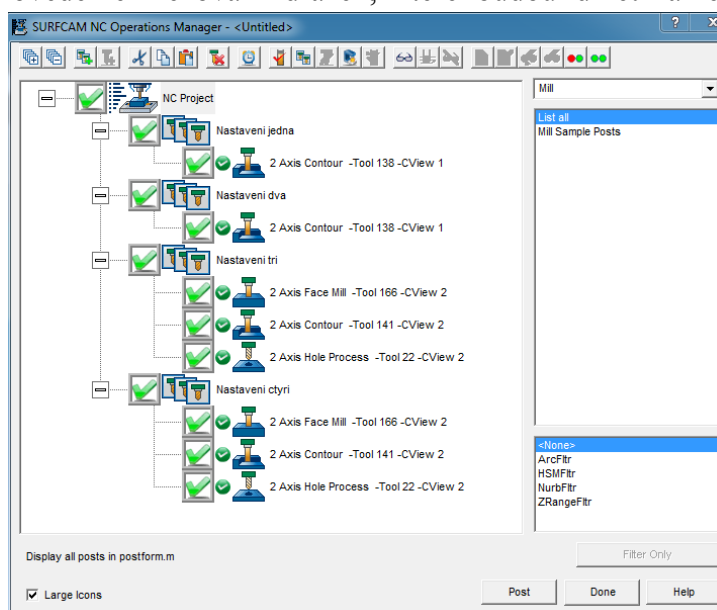
Jako první součást pro obrábění jsem si vybral táhlo, které ovládá nastavitelné lopatky. Na obrázku 15 můžeme vidět různě zbarvené plochy. Každá barva odpovídá jednomu nástroji. Výsledné barevné zobrazení je závěrečnou výstupní fází verifikace. Modrá plocha předu je bez přídaveků, neobrobená. Zbylé plochy jsou frézované, díry jsou vrtané, vzhledem k malému průměru bez předvrtání.

7.1.1 Postup výroby



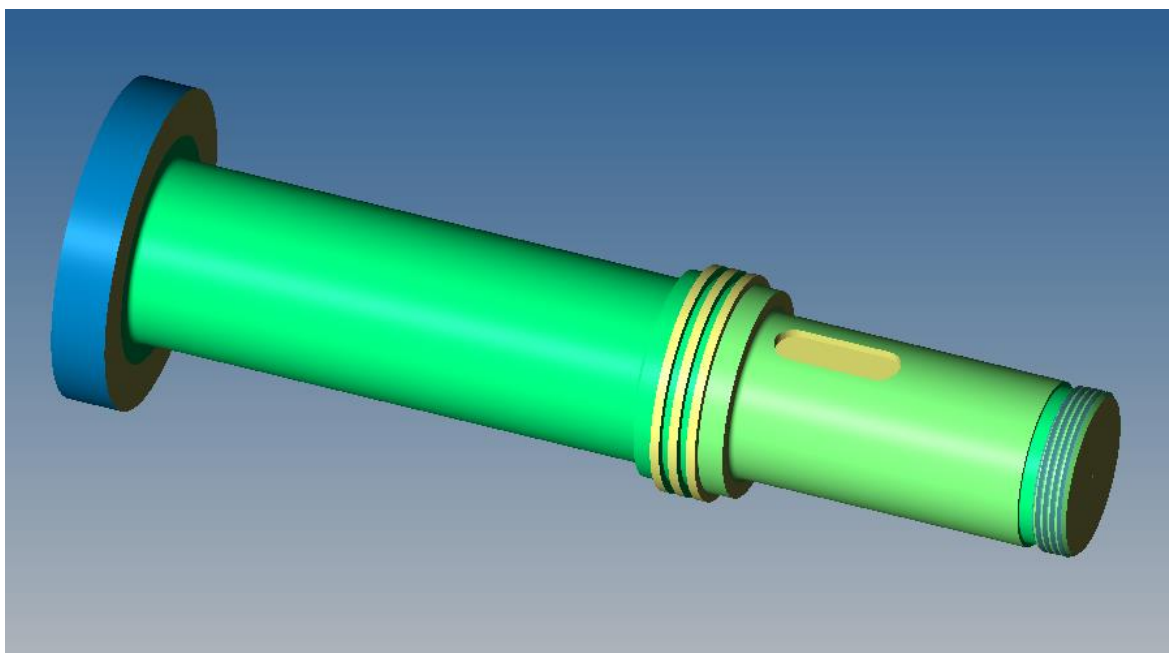
Obrázek 15 Dráhy nástrojů v obráběcím programu frézování

Pro obrábění součásti jsem zvolil následující postup: Jako první součást upneme tak abychom mohli provést obrobení čela součásti, vrtání a konturu do hloubky o něco větší než $\frac{1}{2}$. Posléze součást obrátíme o 180° a provedeme stejné operace z opačné strany. Při upínání z obou stran musíme dbát na to, abychom neomezili pohyb nástroje. Následovně můžeme součást upnout vertikálně, a provedeme frézování drážek, které budou držet ramena ovládacích lopatek. Mezi jednotlivým frézováním drážek však musíme opět změnit upnutí o 180° . Na obrázku 16 jsou patrné dráhy nástrojů (zeleně a červeně) a polotovary materiálu (bíle).



Obrázek 16 Seznam operací frézování

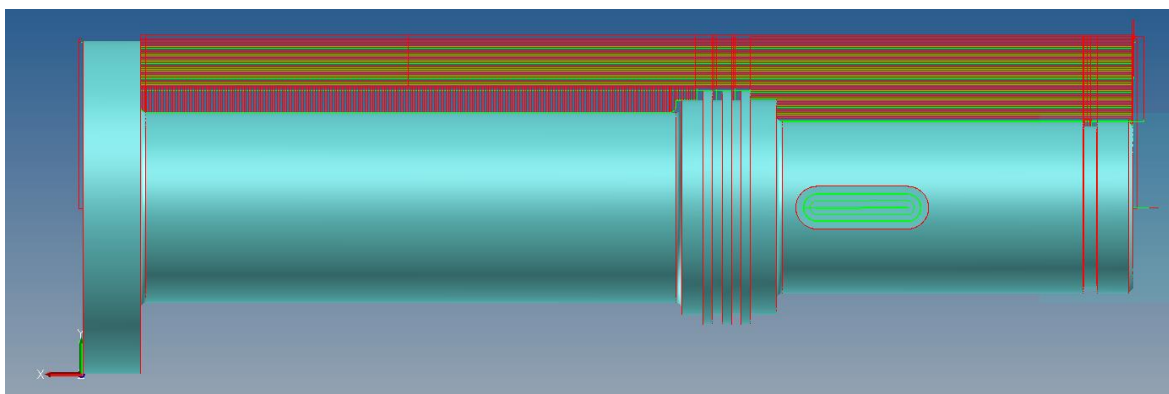
7.2 Hřídel-Součást č. 2-Soustružení



Obrázek 17 Soustružení verifikace

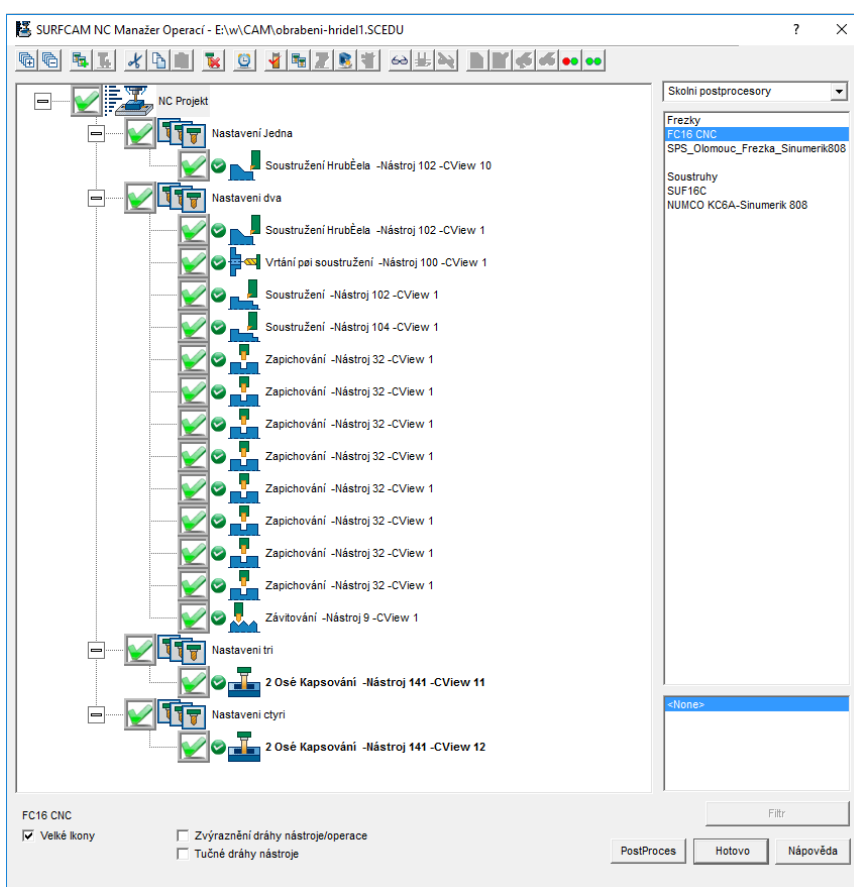
Jako druhou součást pro obrábění jsem si vybral hřídel, které nese oběžné kolo a spojuje ho s generátorem elektrárny. Na obrázku 17 můžeme vidět různě zbarvené plochy. Každá barva odpovídá jednomu nástroji. Výsledné barevné zobrazení je závěrečnou výstupní fází verifikace. Modrá plocha je bez přídavků, neobrobená. Zbylé plochy jsou soustružené, díry jsou vrtané.

7.2.1 Postup výroby



Obrázek 19 Dráhy nástrojů hřídel

Pro obrábění hřídele jsem zvolil následující postup: Jako první hřídel upneme tak abychom mohli provést obrobení čela součásti a vrtání důlku pro upnutí do hrotu, při čemž použijeme opěrnou lunetu. Po vyvrtání důlku hřídel upneme mezi důlek a sklíčidla, což je potřeba vzhledem k velké délce hřídele. Potom můžeme pokračovat soustružením po délce, zapichování, soustružení závitu a na konec součást upneme do přípravku, vložíme do CNC frézky a vyfrézujeme 2 drážky pro pero.



Obrázek 18 Seznam operací soustružení

8 Závěr

Ve stanoveném termínu jsem úspěšně vytvořil model vertikální Francisovy turbíny. Setkal jsem se s problémy při návrhu oběžného kola, jelikož tato problematika je běžně řešena týmem zkušených inženýrů a potřebné teoretické znalosti se vyučují až při magisterském studiu na vysoké škole. Proto jsem se po konzultaci s vedoucím mé maturitní práce rozhodl pro aproximaci tvaru lopatek a vnitřních prostorů oběžného kola. Po dokončení modelu jsem vytvořil protokol, výkresovou dokumentaci, CNC obráběcí kód a prezentaci v programu Microsoft PowerPoint.

Anotace

Jméno a Příjmení:	Petr Podolák
Škola:	Střední průmyslová škola strojnická
Název práce:	Francisova turbína
Vedoucí práce:	Ing. Vladimír Houšť
Počet stran:	41
Počet příloh:	10
Počet použitých zdrojů:	6
Klíčová slova:	Francisova Turbína Spirální Skříň Oběžné Kolo Savka Rozvodné lopatky

Tématem mé maturitní práce byla Francisova turbína. Byl vytvořen 3D model radiální, vertikální Francisovy turbíny. Následně se vytvořil výkres sestavy a byli provedeny, pevnostní analýzy spirální skříň. Dále jsou v programu Surfcam zpracovány NC kódy pro obrábění hřídele a táhla pro rozváděcí lopatku.

Resume

Subject of my maturita project was a Francis turbine. 3D model of a radial vertical Francis turbine was created. Afterwards I wrote a text protocol and presentation also I did physical calculations of the spiral casing including computer analysis. Than I processed NC codes for the manufacture of the shaft and a rod used as part of water flow control mechanism.

The Francis turbine is a water motor used for transformation of water energy into rotational motion on the turbine shaft. The change of energy happens on the runner. Afterwards the momentum of the rotating shaft is used to propel a generator which by electrical induction creates electrical energy. The water after it passes through the runner it continues into draft tube from where it continues into a watercourse. The water afterwards is evaporated by the sun. The evaporated water is then naturally carried onto into the midland where it rains down thus a water turbine in fact uses sunlight to create electrical energy.

Seznam použitých zdrojů

1. **NECHLEBA, Miroslav.** *Vodní turbíny I: Určeno pro posl.fak. strojní. 1. vyd.* Brno : autor neznámý, 1990. str. 114.
2. —. *Vodní Turbíny: Jejich konstrukce a příslušenství.* Praha : Státní nakladatelství technické literatury SNTL, 1962. str. 672.
3. *Abeceda malých vodních pohonů.* [Online] <http://mve.energetika.cz/>.
4. **Francis turbine.** In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2016 [cit. 2016-03-23]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Francis_turbine
5. **Kavitace.** In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2016 [cit. 2016-03-23]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kavitace>
6. **Princip fungování vodních elektráren. ČEZ** [online]. [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/voda/flash-model-jak-funguje-vodni-elektrarna.html>

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Francisova turbína.....	5
Obrázek 2 Fourneyronova vodní turbína	6
Obrázek 3 James B. Francis.....	7
Obrázek 4 Princip funkce	8
Obrázek 5 Základní konstrukční prvky	9
Obrázek 6 Spirální skříň	10
Obrázek 7 Rozváděcí lopatka	11
Obrázek 8 Ovládací systém	12
Obrázek 9 Oběžné kolo	13
Obrázek 10 Hřídel.....	14
Obrázek 11 Savka	15
Obrázek 12 Pevnostní analýza programu Autodesk Inventor 2016	17
Obrázek 13 Důsledky kavitace na oběžném kole	18
Obrázek 14 Verifikace obráběcího programu frézování.....	20
Obrázek 15 Dráhy nástrojů v obráběcím programu frézování	21
Obrázek 16 Seznam operací frézování	21
Obrázek 17 Soustružení verifikace	22
Obrázek 18 Dráhy nástrojů hřídel.....	23
Obrázek 19 Seznam operací soustružení.....	23

Cizojazyčný slovník

Turbína

Turbine

Hřídel

Shaft

Oběžné kolo

Runner

Sací trouba

Draft tube

Spirální skříň

Spiral Case

Lopatka

Blade

Kavitace

Cavitation

Radiální

Radial

Otáčky

Revolutions

Spád

Head

Přílohy

Seznam příloh:

Výkres Hřídele

Výkres Táhla

Seznam operací táhla

Seznam nástrojů táhla -1. část

Seznam nástrojů táhla -2. část

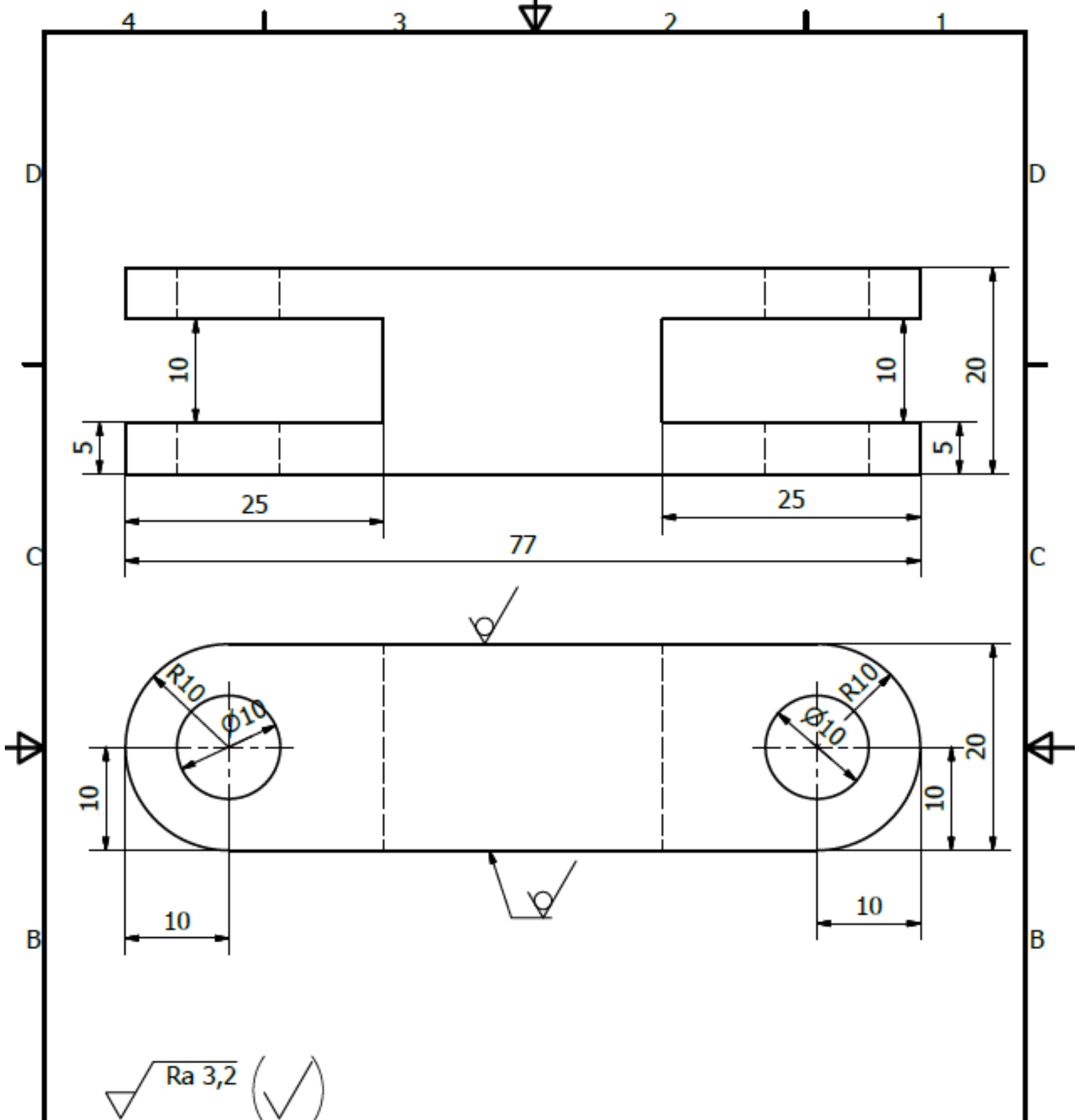
Seznam operací hřídele -1. část

Seznam operací hřídele -2. část

Seznam nástrojů hřídele -1. část

Seznam nástrojů hřídele -2. část

Seznam nástrojů hřídele -3. část



TYČ 25x20-80				12 050	0,14kg	
TYČE PLOCHÉ ČSN 426522						
POZICE PART NO	NÁZEV-ROZMĚR NORMA	DESCRIPTION-DIMENSION NORM	KUSŮ PIECES	MATER. KÓD/TINAL. MATER. MATER. VÝCH./DRG. WATER	HMDT. Č./NET WEIGHT HMDT. HR./BR. WDDHT	ČÍSLO SKLADNÉ POSOŽKY/NO. OF STOCK ITEM IDENTIFIKAČNÍ-VÝKRES Č./IDENTIFER-DRAWING NO.
POZNÁMKA/NOTE				CELK. Č. HMDT./GLOB. NET WEIGHT		
				TOLEROVÁNÍ ISO 8015		PŘESNOST/GENER. TOLER. ISO 2768 - mK
				TYP/TYPE		
ZMĚNA/REVISION				NÁZEV/TITLE		
VYPRAC./PREPAR.	PODOLÁK	MĚRITKO/SCALE		TÁHLO		
TECHNOLG./		2:1		Čís. VÝKR./DRAW. NO.		LIST/SHEET No.
SCHVÁL./APPROV.				4-0001-002		LIST/SHEETS
DATUM/DATE	29.03.2016	STARÝ VÝKR./OLD DRAW.				
SOUBOR/FILE		NOVÝ VÝKR./NEW DRAW.				

Datum: Fri Feb 26 2016

Čas: 09:55:09

Název výstupního souboru: INC.INC

Nástroj Číslo	Operace	Zavrtávání Rychlost	Posuv Rychlost	Vřeteno Rychlost	Min. X	Min. Y	Min. Z	Max. X	Max. Y	Max. Z	Doba cyklu
138	2-osé Kontura	160.428	320.86 mm/min	955 ot/min	-0.0000	-10.0000	54.0000	0.0000	10.0000	106.0000	0:0:57
138	2-osé Kontura	160.428	320.86 mm/min	955 ot/min	-0.0000	-10.0000	-27.0000	0.0000	10.0000	25.0000	0:0:58
166	2 Osé Obrábění Vrchlíku	130.557	261.11 mm/min	696 ot/min	-107.5000	2.5000	-1.0000	26.3554	24.1667	25.0000	0:1:31
141	2-osé Kontura	179.049	358.10 mm/min	597 ot/min	-87.0000	-8.0000	-12.0000	6.0000	28.0000	25.0000	0:0:51
22	2osy Správa Děr	-	183.35 mm/min	955 ot/min	-0.0000	12.0000	-15.0043	-0.0000	69.0000	25.0000	0:0:19
166	2 Osé Obrábění Vrchlíku	130.557	261.11 mm/min	696 ot/min	-107.3554	-4.1667	-1.0000	26.3554	24.1667	25.0000	0:1:32
141	2-osé Kontura	179.049	358.10 mm/min	597 ot/min	-18.0000	-6.0000	-2.0000	18.0000	87.0000	36.0000	0:0:52
Celkový					-107.5000	-10.0000	-27.0000	26.3554	87.0000	106.0000	0:7:3

Operace Číslo	Nástroj Číslo	Komentáře	
1	138	Komentáře k operaci:	-
		Komentáře k nástrojům:	10mm - 4 flute - HSS Endmill
2	138	Komentáře k operaci:	-
		Komentáře k nástrojům:	10mm - 4 flute - HSS Endmill
3	166	Komentáře k operaci:	-
		Komentáře k nástrojům:	32mm dia - 3 flt - Carbide Insert Mill
4	141	Komentáře k operaci:	-
		Komentáře k nástrojům:	16mm - 4 flute - HSS Endmill
5	22	Komentáře k operaci:	-
		Komentáře k nástrojům:	10.0mm HSS Drill
6	166	Komentáře k operaci:	-
		Komentáře k nástrojům:	32mm dia - 3 flt - Carbide Insert Mill
7	141	Komentáře k operaci:	-
		Komentáře k nástrojům:	16mm - 4 flute - HSS Endmill

Datum: Fri Feb 26 2016

Čas: 09:55:09

Název výstupního souboru: INC.INC

Popis	10mm - 4 flute - HSS Endmill	
Číslo nástroje:	138	
Registr délky:	138	
Registr průměru:	138	
Průměr:	10.0000	
Zaoblení rohu:	0.0000	
Délka ostří:	22.0000	
Celková délka:	72.0000	
Počet břitů:	4	
Programový bod:	Hrot	
Popis	32mm dia - 3 flt - Carbide Insert Mill	
Číslo nástroje:	166	
Registr délky:	166	
Registr průměru:	166	
Průměr:	32.0000	
Zaoblení rohu:	1.0000	
Délka ostří:	10.0000	
Celková délka:	63.0000	
Počet břitů:	3	
Programový bod:	Hrot	

Seznam použitých nástrojů	16mm - 4 flute - HSS Endmill	
Číslo nástroje:	141	
Registr délky:	141	
Registr průměru:	141	
Průměr:	16.0000	
Zaoblení rohu:	0.0000	
Délka ostří:	32.0000	
Celková délka:	92.0000	
Počet břitů:	4	
Programový bod:	Hrot	
Popis	10.0mm HSS Drill	
Číslo nástroje:	22	
Registr délky:	22	
Průměr:	10.0000	
Úhel hrotu:	118.0000	
Délka ostří:	25.0000	
Celková délka:	170.0000	
Počet břitů:	2	
Programový bod:	Hrot	

Date: Fri Apr 01 2016

Time: 13:47:28

Output Filename: obrabeni-hridel_.INC

Tool Number	Operation	Plunge Rate	Feed Rate	Spindle Speed	Min X	Min Y	Min Z	Max X	Max Y	Max Z	Cycle Time
102	Soustružení HrubČela	6.350	12.70 mm/min	45 ot/min	-2.0000	-2.4000	0.0000	2.5000	354.0000	0.0000	0:14:11
102	Soustružení HrubČela	6.350	12.70 mm/min	45 ot/min	-2.0000	-2.4000	0.0000	2.5000	354.0000	0.0000	0:14:11
100	Vrtání při soustružení	-	458.37 mm/min	9549 ot/min	-8.3004	0.0000	0.0000	25.0000	0.0000	0.0000	0:0:2
102	Soustružení	6.350	12.70 mm/min	45 ot/min	-1047.0000	170.2971	0.0000	-1.2127	395.0000	0.0000	45:34:21
104	Soustružení	6.350	12.70 mm/min	40 ot/min	-404.5000	169.7657	0.0000	0.0000	359.0000	0.0000	0:34:47
32	Zapichování	6.350	12.70 mm/min	64 ot/min	-1047.0000	201.0000	0.0000	0.0000	364.0000	0.0000	8:6:31
32	Zapichování	6.350	12.70 mm/min	64 ot/min	-1047.0000	200.0000	0.0000	0.0000	364.0000	0.0000	0:50:12
32	Zapichování	6.350	12.70 mm/min	88 ot/min	-54.5000	171.0000	0.0000	0.0000	359.0000	0.0000	0:2:2
32	Zapichování	6.350	12.70 mm/min	88 ot/min	-54.5000	170.0000	0.0000	0.0000	359.0000	0.0000	0:1:28
32	Zapichování	6.350	12.70 mm/min	64 ot/min	-424.5000	226.0000	0.0000	0.0000	364.0000	0.0000	0:3:24
32	Zapichování	6.350	12.70 mm/min	64 ot/min	-424.5000	225.0000	0.0000	0.0000	364.0000	0.0000	0:2:35
32	Zapichování	6.350	12.70 mm/min	64 ot/min	-444.5000	226.0000	0.0000	0.0000	364.0000	0.0000	0:3:24
32	Zapichování	6.350	12.70 mm/min	64 ot/min	-444.5000	225.0000	0.0000	0.0000	364.0000	0.0000	0:2:35
9	Závitování	6.350	12.70 mm/min	442 ot/min	-39.5000	180.0000	0.0000	9.0000	359.0000	0.0000	0:4:14
141	2 Osé Kapsování	99.472	198.94 mm/min	398 ot/min	-348.9857	160.5000	77.5000	-225.0143	189.5000	116.0000	0:8:55
141	2 Osé Kapsování	99.472	198.94 mm/min	398 ot/min	-883.9857	160.5000	77.5000	-760.0143	189.5000	116.0000	0:8:56
Overall		-1047.0000	-1.2000	0.0000	25.0000	197.5000		116.0000			56:11:55

Operation Number	Tool Number	Comments	
1	102	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	CNMG433B 1.2mm OD Face/Turn
1	102	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	CNMG433B 1.2mm OD Face/Turn
2	102	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	CNMG433B 1.2mm OD Face/Turn
3	100	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	1.0mm HSS Center Drill
4	102	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	CNMG433B 1.2mm OD Face/Turn
4	102	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	CNMG433B 1.2mm OD Face/Turn
5	104	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	CNMG431B 0.4mm OD Face/Turn
6	32	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	NG2031R 6.3500mm OD Groove
7	32	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	NG2031R 6.3500mm OD Groove
8	32	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	NG2031R 6.3500mm OD Groove
9	32	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	NG2031R 6.3500mm OD Groove
10	32	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	NG2031R 6.3500mm OD Groove
11	32	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	NG2031R 6.3500mm OD Groove
12	32	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	NG2031R 6.3500mm OD Groove
13	32	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	NG2031R 6.3500mm OD Groove
14	9	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	NT-3R OD Thread Righthand
15	141	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	16mm - 4 flute - HSS Endmill
16	141	Operation Comments:	-
		Tool Comments:	16mm - 4 flute - HSS Endmill


Date:	Fri Apr 01 2016
Time:	13:36:58
Output Filename:	obraben-hridel_.INC

Description:	CNMG433B 1.2mm OD Face/Turn	
Tool Number:	102	
Turret:	1	
Diameter Register:	102	
TNR:	1.2000	
Included Angle:	5.0000	
Inscribed Circle:	12.7000	
Mounting Angle:	5.0000	
Program Point:	Hrot	

Description:	1.0mm HSS Center Drill	
Tool Number:	100	
Length Register:	100	
Diameter:	1.0000	
Tip Angle:	118.0000	
Flute Length:	2.5000	
Total Length:	20.0000	
Number of Flutes:	2	
Program Point:	Střed	

Description:	CNMG431B 0.4mm OD Face/Turn	
Tool Number:	104	
Turret:	1	
Diameter Register:	104	
TNR:	0.4000	
Included Angle:	5.0000	
Inscribed Circle:	12.7000	
Mounting Angle:	5.0000	
Program Point:	Hrot	
Description:	NG2031R 6.3500mm OD Groove	
Tool Number:	32	
Turret:	21	
Diameter Register:	32	
TNR:	0.1270	
Width:	6.3500	
Mounting Angle:	90.0000	
Program Point:	Hrot	

Description:	NT-3R OD Thread Righthand	
Tool Number:	9	
Turret:	2	
Diameter Register:	9	
Included Angle:	60.0000	
Inscribed Circle:	6.3500	
Mounting Angle:	60.0000	

Description:	16mm - 4 flute - HSS Endmill	
Tool Number:	141	
Length Register:	141	
Diameter Register:	141	
Diameter:	16.0000	
Corner Radius:	0.0000	
Flute Length:	32.0000	
Total Length:	92.0000	
Number of Flutes:	4	
Program Point:	Hrot	

