



Středoškolská technika 2025

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

PARNÍ STROJ

Antonín Míra

Střední průmyslová škola Karviná

Žižkova 1818/1A, Karviná

Anotace

Tato práce se zabývá návrhem a následnou konstrukcí parního stroje. Cílem práce je navrhnout a zkonstruovat funkční parní stroj. Teoretická část popisuje krátkou historii parních strojů, jejich rozdělení a jak jsem začínal s celým projektem. Praktická část zahrnuje teoretické výpočty parametrů parního stroje, parametry kotle a popis všech součástí. Výsledkem práce je funkční parní stroj.

Klíčová slova

Parní stroj, kotel, konstrukce, ocel, výroba, Inventor, Autocad

Annotation

This thesis deals with the design and subsequent construction of a steam engine. The aim of the work is to design and build a working steam engine. The theoretical part describes a brief history of steam engines, their division and how I started the whole project. The practical part contains theoretical calculations of steam engine parameters, boiler parameters and description of all components. The result of the work is a working steam engine, but it is not completely finished.

Key words

Steam engine, boiler, construction, steel, production, Inventor, Autocad

Obsah

Úvod.....	5
1 Úvod do světa parních strojů.....	6
1.1 Historie	6
1.2 Dělení.....	6
1.3 Nejzajímavější parní lokomotiva.....	8
2 Proces návrhu	9
2.1 Návrh prvních rozměrů.....	9
2.3 Výpočty prvních parametrů	11
3 Motor.....	12
3.1 Popis činnosti.....	12
3.2 Co se změnilo a proč	12
3.3 Výpočty a parametry motoru	13
4 Součásti	14
4.1 Použité normalizované, nenormalizované součásti	14
4.2 Vyrobené díly	14
4.2.1 Píst + Válec	14
4.2.2 Pístní čep + Ojnice	17
4.2.3 Klika	18
4.2.4 Hřídel.....	20
4.2.5 Setrvačnick.....	21
4.2.6 Vačka + Píst rozdělovače	22
4.2.7 Vodítko.....	24
4.2.8 Rozdělovač	25
5 Kotel.....	26
6 Problémy	28

Závěr.....	29
Zdroje	30
Zdroje obrázků	30
Seznam obrázků	31

Úvod

Cílem této práce je navrhnout a zkonstruovat parní stroj. Veškerou inspiraci a znalosti jsem získal z internetových serverů a při komunikaci se svým konzultantem. Stroj společně s kotlem je vyroben z konstrukční oceli 11 600 a mosazi. Mosaz byla použita z důvodu dobrých kluzných vlastností, která byla u některých součástí nezbytná. Tento stroj má však jedinečný rozdělovací systém, který funguje jako klasický, ale upravil jsem jej tak, aby vyhovoval mým požadavkům.

V teoretické části se věnuji krátké historii parních strojů a lokomotiv, rozebírám zde, u jaké parní lokomotivy jsem se inspiroval a jak jsem začínal se svým projektem.

V praktické části se pak zabývám teoretickými výpočty parametrů parního stroje, parametry kotle a popisu všech součástí. Zmiňuji zde problémy, které nastaly, u některých i teoretická řešení a jak jsem postupoval v celém projektu.

Výkresy jsem zpracovával v Autocad Mechanical 2025 a modely v Inventoru. Jako použité výrobní technologie pak bylo frézování, soustružení, broušení, honování a svařování.

V práci popisuji, jak jsem postupoval v celém projektu, odůvodňuji, proč mají některé díly daný rozměr, z jakého materiálu jsou součásti vyrobeny a proč, zmiňuji zde problémy a také některá řešení.

1 Úvod do světa parních strojů

1.1 Historie

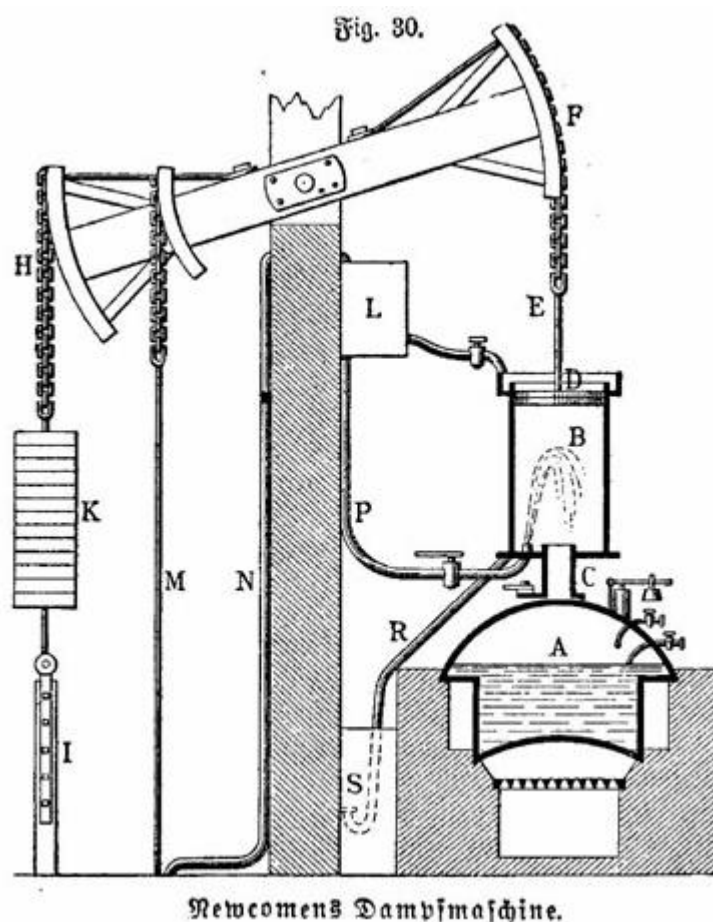
První mechanický stroj, který byl poháněn párou, vynalezl v první století našeho letopočtu Héron Alexandrijský. Nešlo zde však o smysluplné využití, nýbrž jen o hračku. Ale samo o sobě je obdivuhodné to, že objevil jaké vlastnosti má voda při ohřevu a následném varu.

Pokud se však chceme bavit o parních strojích, tak jak známe, musíme se přenést do 17.–18. století. Thomas Savery, narozen roku 1650, se inspiroval a vycházel z objevů Denise Papiny, a 2. července 1698 si nechal patentovat parní stroj. Konkrétně parní stroj na čerpání vody z dolů. Později jej zdokonalil společně s Thomasem Newcomenem. James Watt navázal na jejich průkopnické dílo a asi o 60 let později, roku 1765, toto neuvěřitelné dílo dokončil a vzešel z toho parní stroj, právě tak jak jej známe. [1]

1.2 Dělení

Neexistuje žádný seznam, který by přímo určoval dělení parních strojů. Pokud však budeme parní stroj dělit z vývojového hlediska, dostaneme se k závěru že existují dva základní druhy parního stroje, které byly v historii využity a měly svůj význam.

Pokud půjdeme postupně, bude se jednat o Newcomenův parní stroj tzv. atmosférický parní stroj. Funguje tak, že horký vzduch z kotle je pod tlakem vpuštěn pod píst. Jakmile se píst vlivem působení tlaku dostane do horní úvratě, přívod tlaku se zastaví a do válce se vstříkne studená voda. To způsobí jev nazývaný podtlak. Díky tomuto podtlaku se píst přesune do spodní úvratě. V této úvratě se otevře přívod tlaku a celý proces se opakuje.



Obrázek 1

Jako druhý typ, z pohledu historie konečná verze, je již zmiňovaný Wattův parní stroj. James Watt jako první vynalezl parní stroj využívající klikový mechanismus. Tento typ stroje však celkově funguje jinak než zmiňovaný atmosférický parní stroj.

Jakmile je pod píst přiveden tlak skrz rozdělovač, píst se přesune do horní úvratě. Když se dostane do této úvratě, výhybka rozdělovače se přehodí a to znamená, že tlak je přiváděn nad píst a pohybem zpět do spodní úvratě je vzduch vypouštěn ze stroje ven. Píst je ve spodní úvratě výhybka se opět přehodila a to znamená, že tlak je opět přiváděn pod píst, vzduch nad pístem je vypouštěn a celý proces se opakuje.

Avšak tento stroj má ještě tzv. Wattův regulátor. Díky tomuto zařízení otáčky nekolísají a stroj má stálý chod. [2]

případě je tlak vpouštěn pouze pod píst a vpouštění tlaku nad píst nahrazuje druhý válec, který se stará o zpětný pohyb.

2.3 Výpočty prvních parametrů

Plocha pístu: $S_p = (\pi \times d_p^2) / 4$

$$S_p = (\pi \times 1024) / 4$$

$$\underline{S_p = 804,2 \text{ mm}^2}$$

Objem válce: $V_v = S_p \times v_v$

$$V_v = 804,2 \times 41$$

$$V_v = 32\,972 \text{ mm}^3$$

$$\underline{V_v = 32,972 \text{ cm}^3}$$

Síla na pístu: $P = F_p / S_p$

$$F_p = P \times S_p$$

$$F_p = 400\,000 \times 0,000804$$

$$F_p = 321,6 \text{ N}$$

Kroutící moment: $M_k = F_p \times r$

$$M_k = 321 \times 0,02$$

$$M_k = 6,424 \text{ Nm}$$

V těchto výpočtech počítáme se vstupním tlakem 4bar = 400 000 Pa, a ramenem, na které tlačí píst, o délce 20 mm. Tyto údaje pro mě byly klíčové z hlediska návrhu téměř všech součástí.

3 Motor

3.1 Popis činnosti

Motor, který jsem navrhl a zkonstruoval, funguje na principu již zmiňovaného Wattova motoru, ale s několika drobnostmi, které jsem udělal jinak.

Asi největší odlišností, které si lze všimnout už na první pohled jsou dva jednočinné písty, místo jednoho dvojčinného, který se používá u parních strojů. Tuto metodu jsem zvolil z důvodu náročné výroby, kdy by bylo zapotřebí vyrobit více malých dílů. Tento postup by u mé nepřesné výroby zapříčiňoval velké vůle, úniky vzduchu a stroj by se mohl i zasekávat.

Rozdělovač vzduchu je také navrhnut jinak, z důvody předchozí změny. Všechny podrobnosti o konstrukci se dozvíme v kapitole součásti.

3.2 Co se změnilo a proč

Prakticky od začátku, co jsem začal s prvními nákresy, se nic moc nezměnilo. Součástí se v průběhu trochu měnily. Pokaždé co jsem narazil na nějaký problém, musel jsem se vrátet a měnit spoustu součástí, protože vše na sebe navazuje, ale nenastaly žádné významné změny.

Nejzásadnější změna byla asi prodloužení funkční plochy válce. A to z důvodu větší páky, na kterou tlačí píst. Byla také prodloužená hřídel a rozdělovač byl změněn tak že na jedné straně je přívod a vývod do jednoho válce a druhé straně je pouze vývod. Původně byly na jedné straně dva vývody. Toto se změnilo pouze z estetických důvodů.

3.3 Výpočty a parametry motoru

Plocha pístu: $S_p = (\pi \times d_p^2) / 4$ Objem válce: $V_v = S_p \times f_{Sv} + 1$

$$S_p = (\pi \times 1024) / 4 \qquad V_v = 804,2 \times 44 + 1$$

$$\underline{S_p = 804,2 \text{ mm}^2} \qquad V_v = 35\,385 \text{ mm}^3$$

$$= \underline{35,385 \text{ cm}^3}$$

Síla na pístu: $P = F_p / S_p$

Kroutící moment: $M_k = F_p \times r$

$$F_p = P \times S_p$$

$$M_k = 563 \times 0,02$$

$$F_p = 700\,000 \times 0,000804$$

$$M_k = 11,26 \text{ Nm}$$

$$F_p = 563 \text{ N}$$

Výkon: $P = (M_k \times n) / 9550$

Spotřeba: $S_{POmax} = V_v \times 2 \times O_{max}$

$$P = (11,26 \times 856) / 9550$$

$$S_{POmax} = 35,4 \times 2 \times 856$$

$$\underline{P = 1,01 \text{ Kw}}$$

$$\underline{S_{POmax} = 60,6 \text{ l/min}}$$

Max vstupní tlak – 7 bar

Síla na pístu – 563 N

Páka na kterou působí píst – 20 mm

Objem motoru – 70,8 cm³

Kroutící moment – 11,26 Nm

Výkon při O_{max} – 1 kW

O_{max} – 856 ot/min

4 Součásti

4.1 Použité normalizované, nenormalizované součásti

- Kuličkové ložisko: $d = 10 \text{ mm}$, $D = 26 \text{ mm}$, $t = 8 \text{ mm}$ označení 6000	2ks
- Pojistný kroužek pro hřídel $D = 10 \text{ mm}$, ČSN 02 2930	2ks
- Pojistný kroužek pro díru $d = 10 \text{ mm}$, ČSN 02 2931	4ks
- Pojistný třmenový kroužek pro hřídel 8,0 – 10,2 mm ČSN 2929	1ks
- Hadice alespoň 1,5 m	
- Tlakový ventil	
- Ventil pro zastavení přívodu páry	
- Šrouby s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem M6 x 50 mm	20ks
- Matice pro šrouby M12	20ks
- Objímky pode vnějšího průměru hadice	6ks
- Pružná podložka pro šroub M6, $D = 11,1 \text{ mm}$, $t = 1,6 \pm 0,1 \text{ mm}$	20ks

Poznámka: Pístní čep, píst rozdělovače a píst (mosaz)

4.2 Vyrobené díly

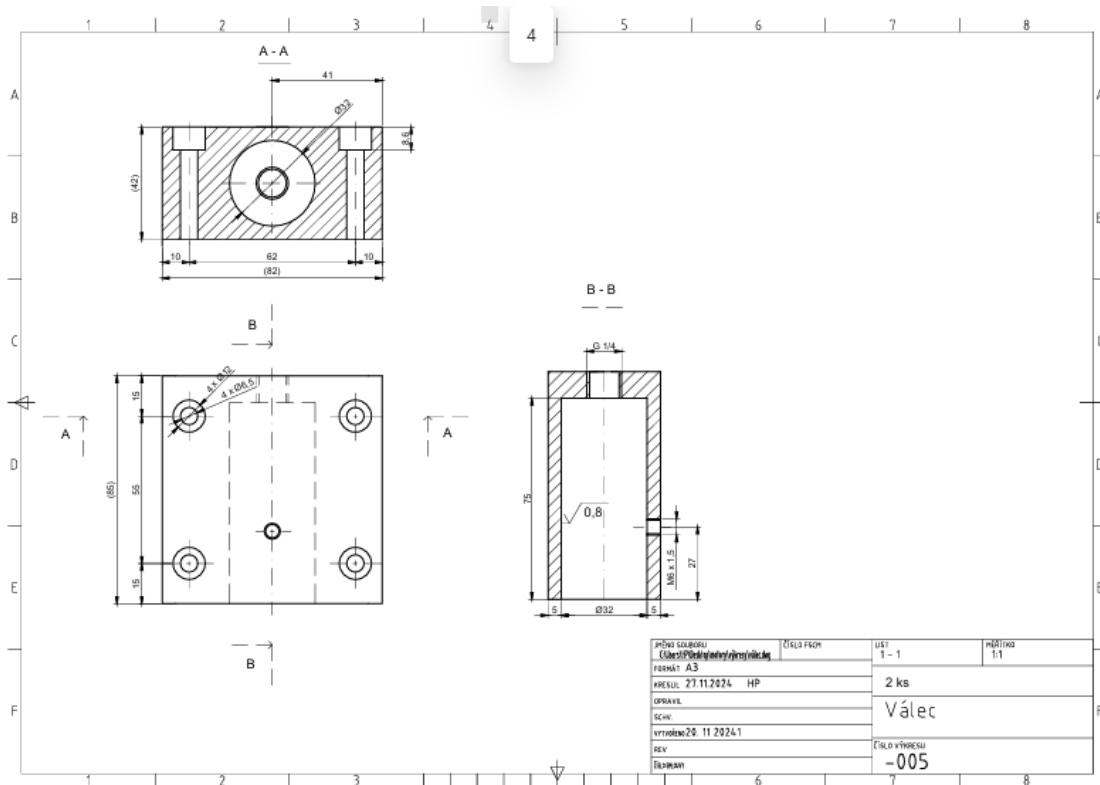
4.2.1 Píst + Válec

Jak jsem již zmiňoval, válec společně s pístem fungují jinak než u klasického parního motoru. Na začátku jsem sice uvažoval, že píst bude dvojčinný, ale z důvodu náročné výroby jsem zvolil metodu používanou v klasických spalovacích motorech, a to jednočinný píst, který se tlakem dostane do horní úvratě a do spodní úvratě jej vrátí druhý píst. Obě tyto součásti jsou vyrobeny z konstrukční oceli 11 600. Tuto ocel jsem zvolil z důvodu, že je relativně levá a kvalitní.

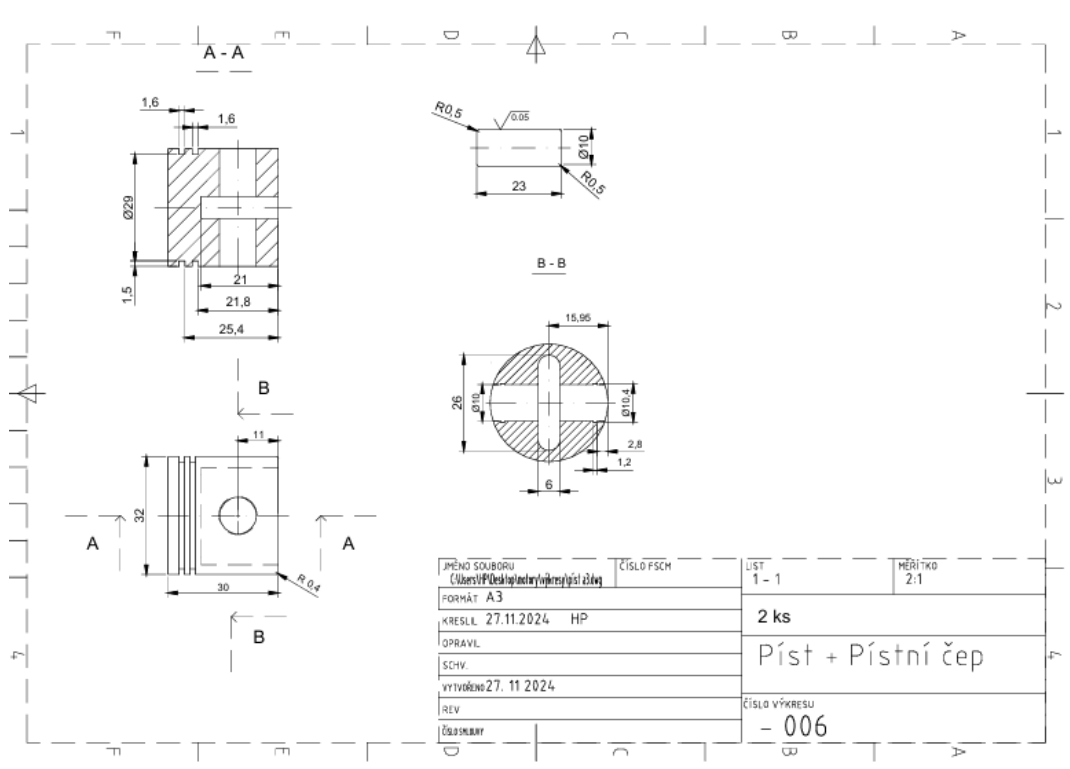
Píst má průměr 32 mm a dvě drážky pro pístní kroužky o tloušťce 1,5 mm. Délka pístu je 30 mm. Tuto délku jsem zvolil, protože v horní úvratí je píst zarovnaný s hranou válce. Tedy jde zde hlavně o estetiku. Samozřejmě příliš velká délka by zapříčiňovala větší tření a naopak příliš tenký píst by se vlivem nepřesnosti mohl vychýlit a zasekávat se. Teno stav by mohl vést k následnému poničení válce.

Co se týče válce, je také vyroben z konstrukční oceli 11 600. Obecně jsem tento materiál použil u většiny součástí až na pár výjimek. Zdvih pístu je 44 mm. Nachází se zde také prostor pod pístem o velikosti 1 mm.

Kondenzaci vody jsem neřešil, protože válec není dokonale utěsněn, takže zkondenzovaná voda je postupně vytlačována tlakem z válce ven.



Obrázek 4 Válec



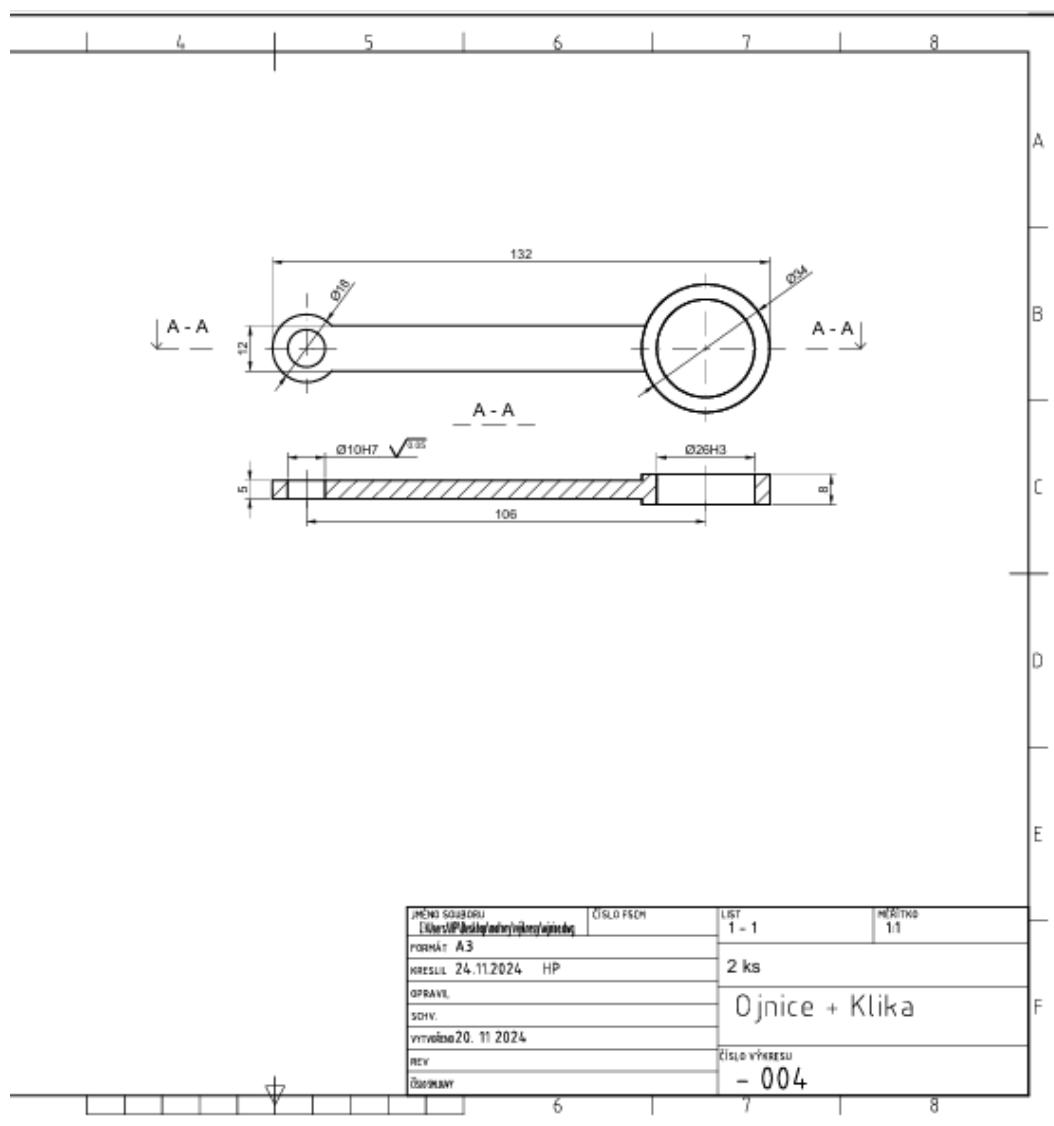
Obrázek 5 Píst

4.2.2 Pístní čep + Ojnice

Pístní čep je zhotoven z mosazi. Důvodem byly dobré kluzné vlastnosti, které byly nezbytné. Čep je v pístu a v ojnici uložen s vůlí. Použil jsem přesné uložení používané v kluzných ložiscích a to f7. Samozřejmě existuje více variant a možností, ale tato pro mě byla nejadekvátnější.

Čep není nějak zajištěn proti axiálnímu posuvu. Není tomu tak, protože to nebylo potřeba. Kdyby se čep začal vysouvat, nemá kam vypadnout, jelikož se zastaví o stěnu válce. Může to znít neprofesionálně, ale na tak malém průměru by bylo složité vyrobit zajištění. Původně jsem uvažoval, že by v pístu byla drážka pro segerovou pojistku, ale bylo by to složité a zbytečné.

Co se týče ojnice, je vyrobena z oceli 11 600. Na straně, kde je vsunut čep, je uložení H7. Na opačné straně kde je otvor pro ložisko je uložení s přesahem. Rozteč děr ojnice je 105 mm.

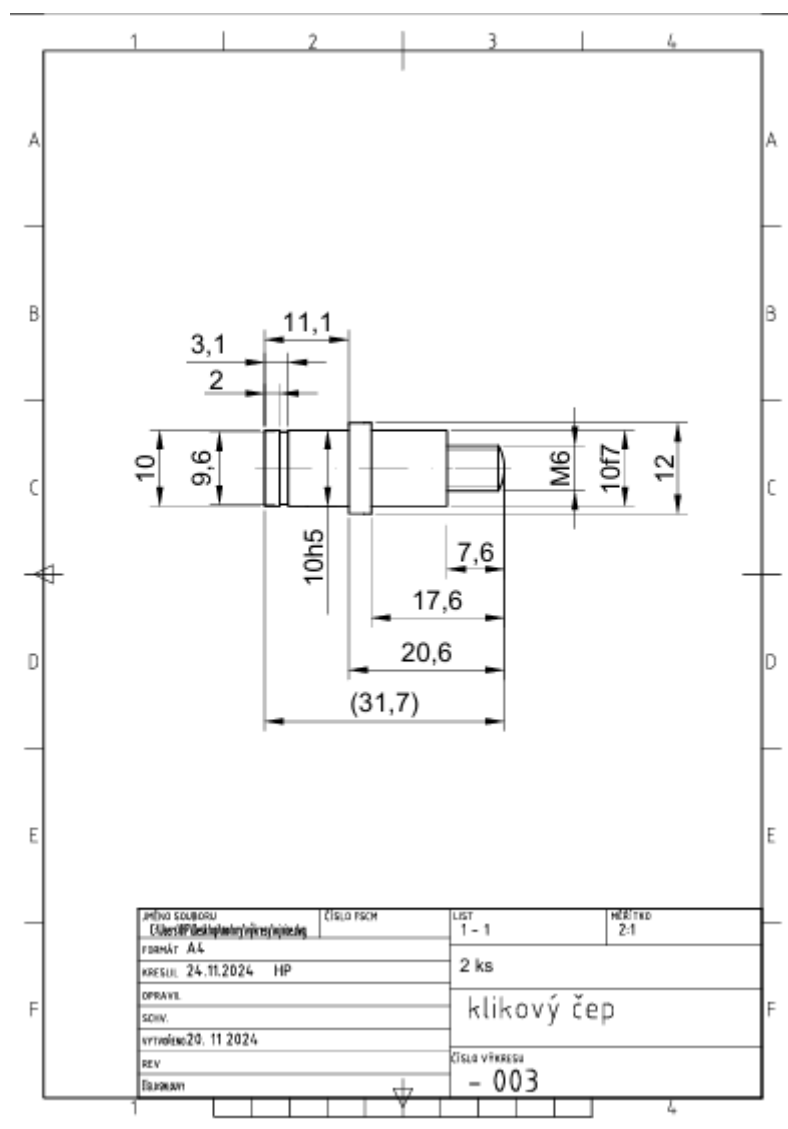


Obrázek 6 Ojnice + klika

4.2.3 Klika

Klika je složena ze dvou částí, z hlavní části a čepu. Čep je do hlavní části vsunut a pojištěn maticí. Plocha čepu, která slouží na nasunutí ložiska má uložení s přesahem, aby se ložisko neposouvalo. Proti vypadnutí je pojištěno segerovou pojistkou pro průměr 10 mm. Vnitřní průměr ložiska je 10 mm a vnější 26 mm.

Celá klika je pak je na hřídeli o průměru 12 mm uložena s přesahem a pojištěna perem. Dále je pojištěna také segerovou pojistkou proti axiálnímu posuvu.

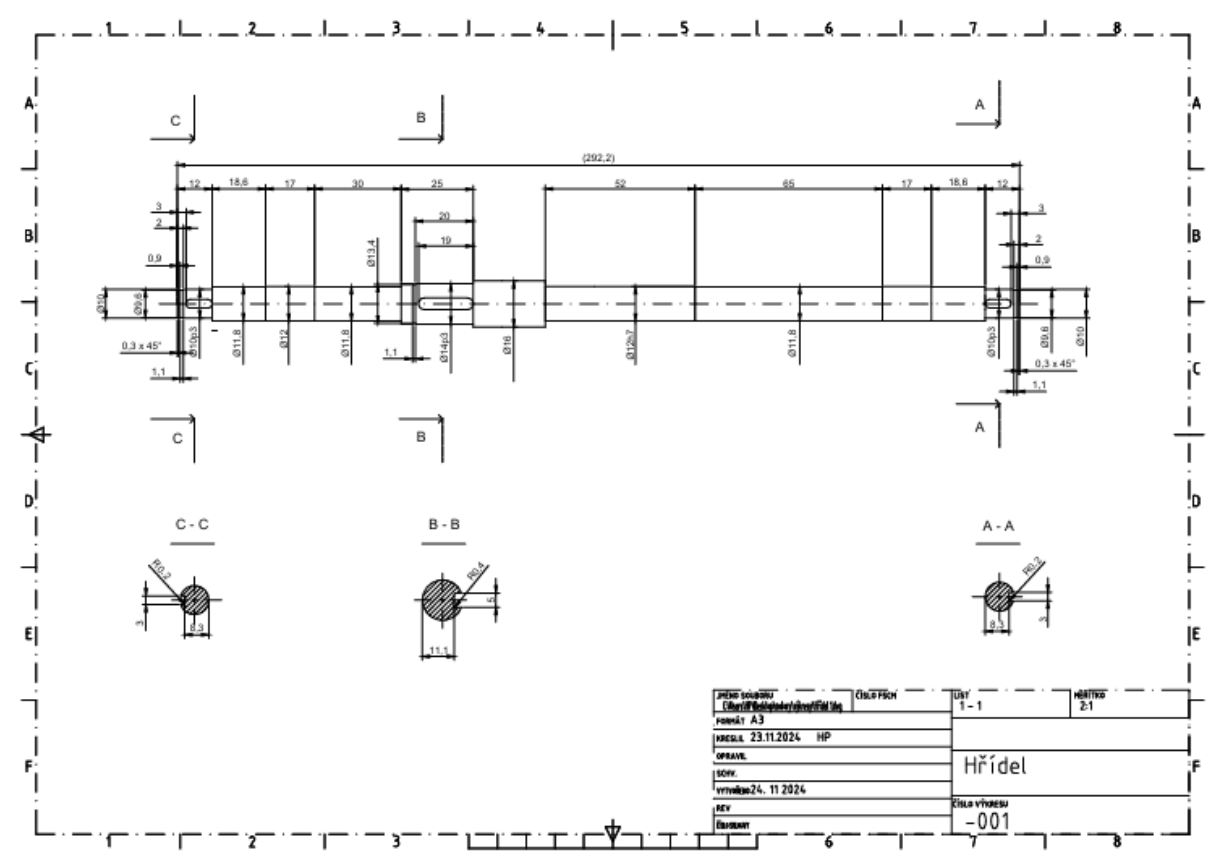


Obrázek 7 Klikový čep

Na tomto výkrese je klikový čep o délce 31,7 mm, na kterém můžeme vidět drážku pro segerovku. Plocha, na které je vyznačená tolerance 10h5, je plocha, na kterou je vsunuto kuličkové ložisko a zároveň je toto ložisko vsunuto do ojnice.

4.2.4 Hřídél

Hřídel je vyrobena z konstrukční oceli 11 600. Návrh této hřídele byl poměrně složitý. Byl to komponent, který jsem navrhoval jako poslední. V cadu jsem si všechny součásti rozmístil tak, aby mezi nimi byly dostatečné mezery, a podle toho jsem navrhl délky pro jednotlivé průměry.

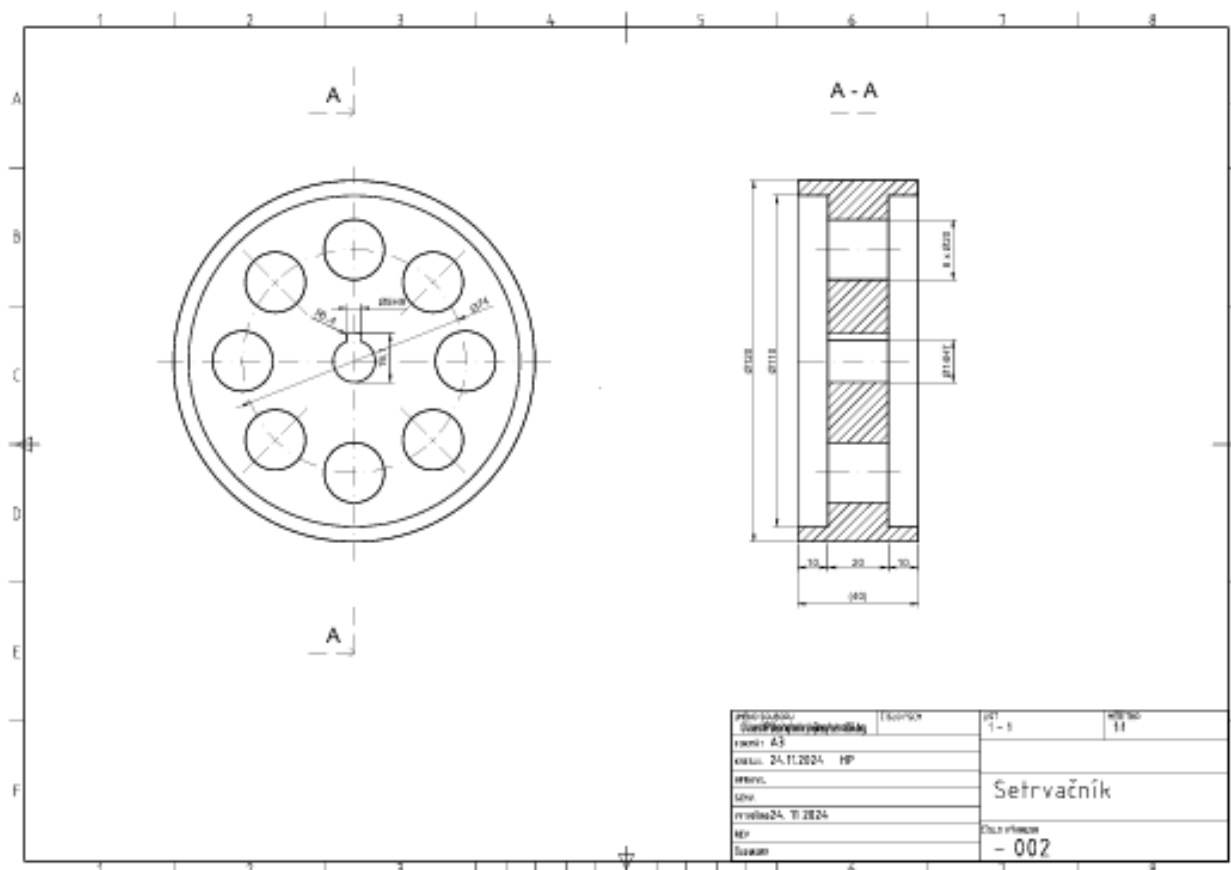


Obrázek 8 Hřídél

Na hřídeli bylo nutno vyrobit tři drážky pro pera. Dvě z těchto drážek zajišťují kliky a třetí drážka pro pero je zde z důvodu pojištění setrvačníku. Jako materiál jsem použil konstrukční ocel 11 600.

4.2.5 Setrvačník

Setrvačník je na všech parních strojích logicky z důvodu větší setrvačnosti stroje, která je nezbytná k plynulému chodu stroje. Kdybych navrhoval tento setrvačník znovu, určitě bych jej navrhl větší, aby byl chod stroje plynulejší. Hlavní příčinou nerovnovážnosti chodu stroje je vačka, která je v poměru k motoru těžká, avšak je to nezbytná součást stroje.



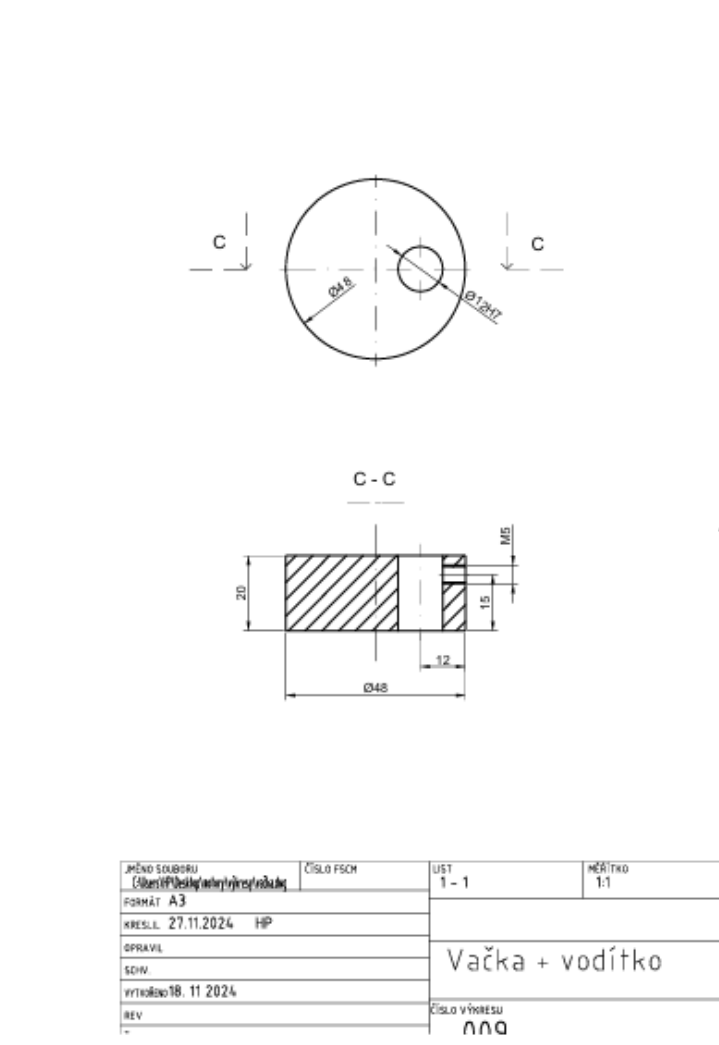
Obrázek 9 Setrvačník

Na tomto výkrese je setrvačník, který je na hřídeli pojištěn perem proti pootočení a zároveň je pojištěn pojistným kroužkem proti axiálnímu posuvu.

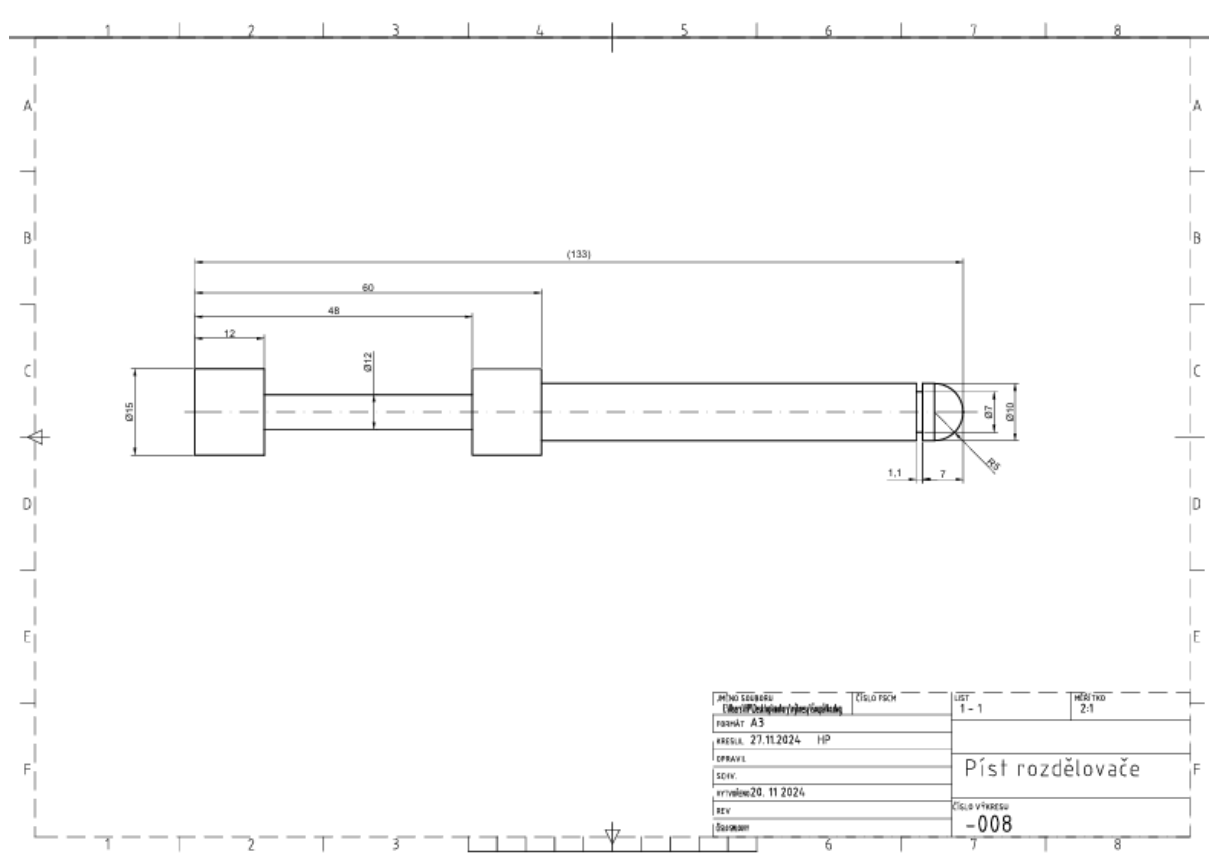
4.2.6 Vačka + Píst rozdělovače

O vačce, jsem se již zmiňoval a je zde z důvodu rozdělování vzduchu. Vačka nemá nějak specifický tvar. Je to pouze kružnice o průměru 48 mm, která nemá osu otáčení v ose kružnice. Otvor pro nasunutí na hřídel má průměr 12 mm a uložení H7, což znamená, že je uložena s přesahem. Tato vačka je pojištěna proti pootočení šroubem s vnitřním šestihranem M5.

Vačka funguje tak, že se otáčí a tak mění svůj průměr. Tím tlačí píst rozdělovače do horní úvratě a do spodní úvratě jej tlačí pružina. Píst rozdělovače je vyrobena z mosazi, protože mezi vačkou a pístem rozdělovače vzniká velké tření, takže mosaz zkombinovaná s ocelí je velmi dobré řešení. Tyto dvě součásti jsou mazány nízkou viskózním olejem pro snížení tření a menší opotřebení součástí.



Obrázek 10 Vačka

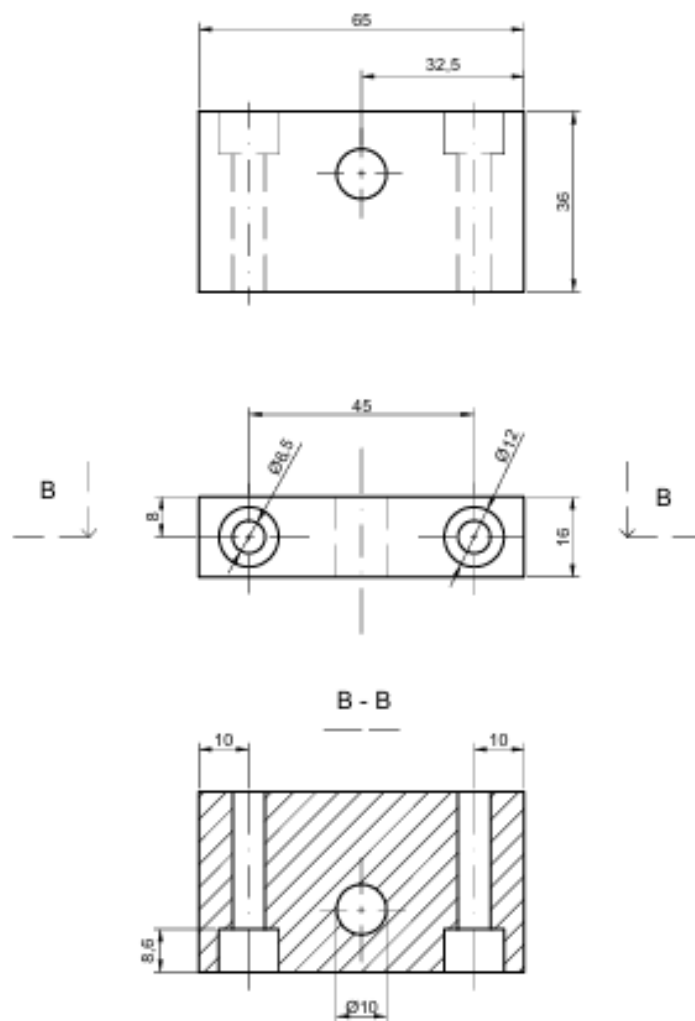


Obrázek 11 Píst rozdělovače

Na tomto výkresu je píst rozdělovače a na konci pístu rozdělovače je drážka pro pojistný kroužek, díky kterému je pružina v neustálém napětí a tím je píst tlačěn do spodní úvratě.

4.2.7 Vodítko

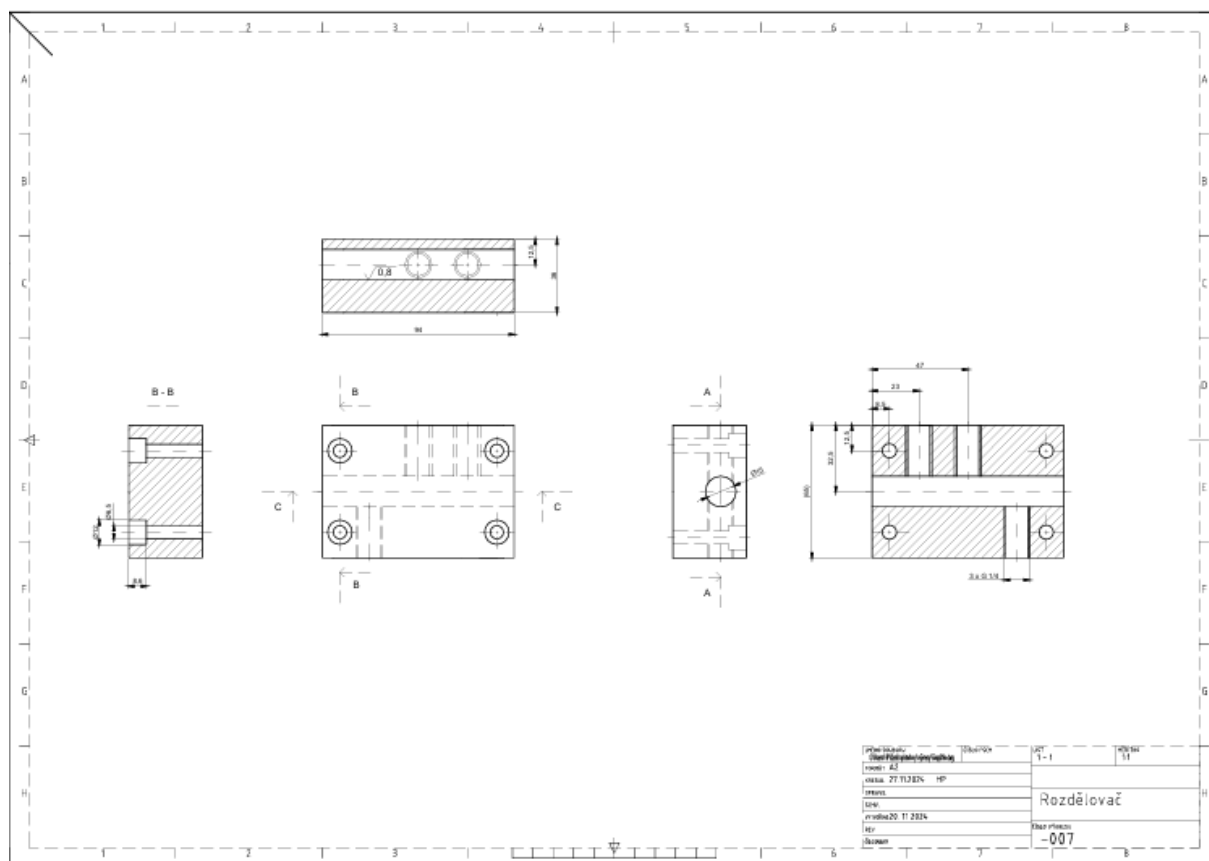
Celým názvem je vodítko pístu rozdělovače. Tento díl je velmi jednoduchý. Slouží pouze k vedení pístu rozdělovače a zároveň je o něj zapřena pružina. Styčná plocha mezi vnitřní částí a pístem rozdělovače je mazána nízkou viskózním olejem. Zde je také důležitá kombinace mosazi a oceli.



Obrázek 12 Vodítko pístu rozdělovače

4.2.8 Rozdělovač

Jako poslední součást zde máme rozdělovač, který je zodpovědný za správné a přesné rozdělování vzduchu do každého z válců. Píst rozdělovače se pohybuje z horní úvratě do spodní a tím otevírá a zavírá přívody vzduchu do válců.



Obrázek 13 Rozdělovač

Rozdělovač je mazán nízko viskózním olejem a proto, že je píst rozdělovače mosazný, rozdělovač je ocelový. Opět jsem použil konstrukční ocel 11 600.

5 Kotel

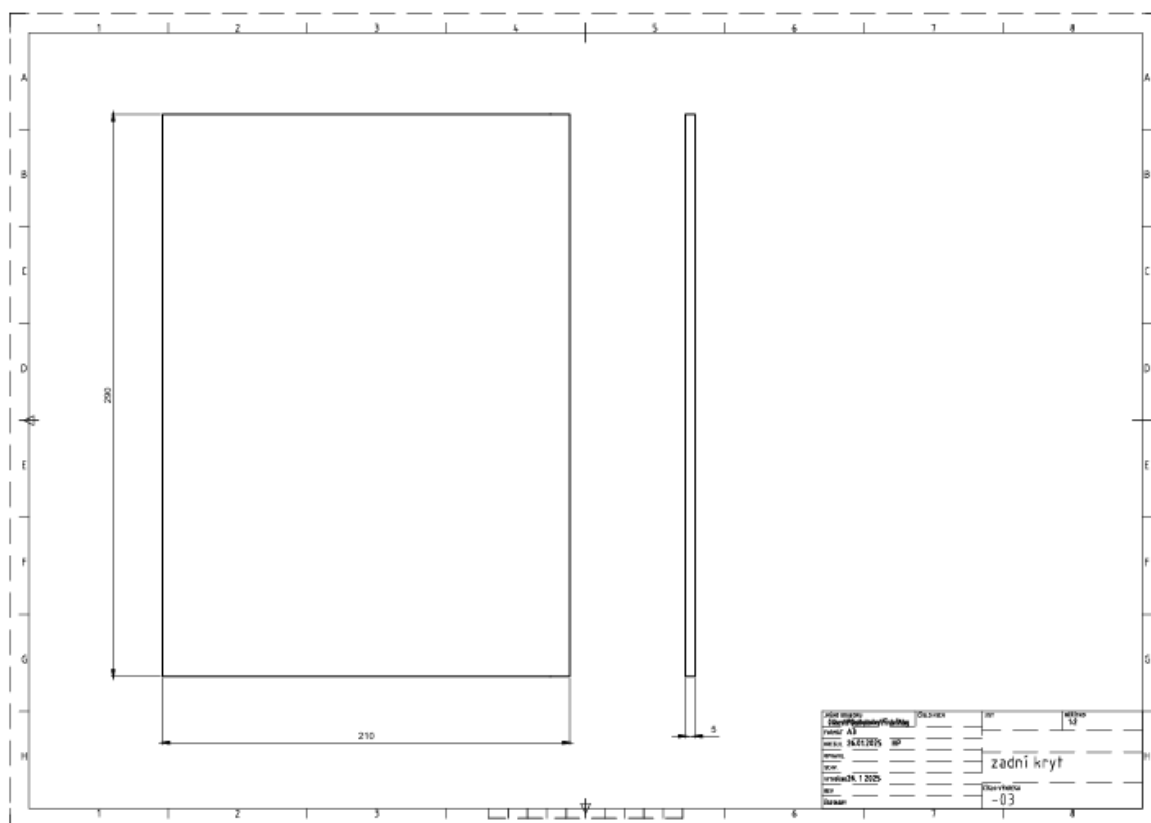
Kotel jsem si doma vyráběl sám. Je vyroben z ocelového profilu o rozměrech $150 \times 150 \times 300$ mm. Dále se skládá ze zadní stěny, příruby a víka. Víko je zde z důvody vnitřní údržby kotle, protože při vysoké teplotě a tlaku kotel rychle koroduje.

Víko je na přírubu připevněno osmi šrouby o rozměru M12. Uprostřed víka se nachází díra se závitem G 1/4" pro manometr o rozsahu 0 – 10 bar. Dále kotel obsahuje pojistný ventil o rozpětí 3 – 7 bar, výpustného otvoru, nalévacího otvoru a odvodu tlaku do motoru.

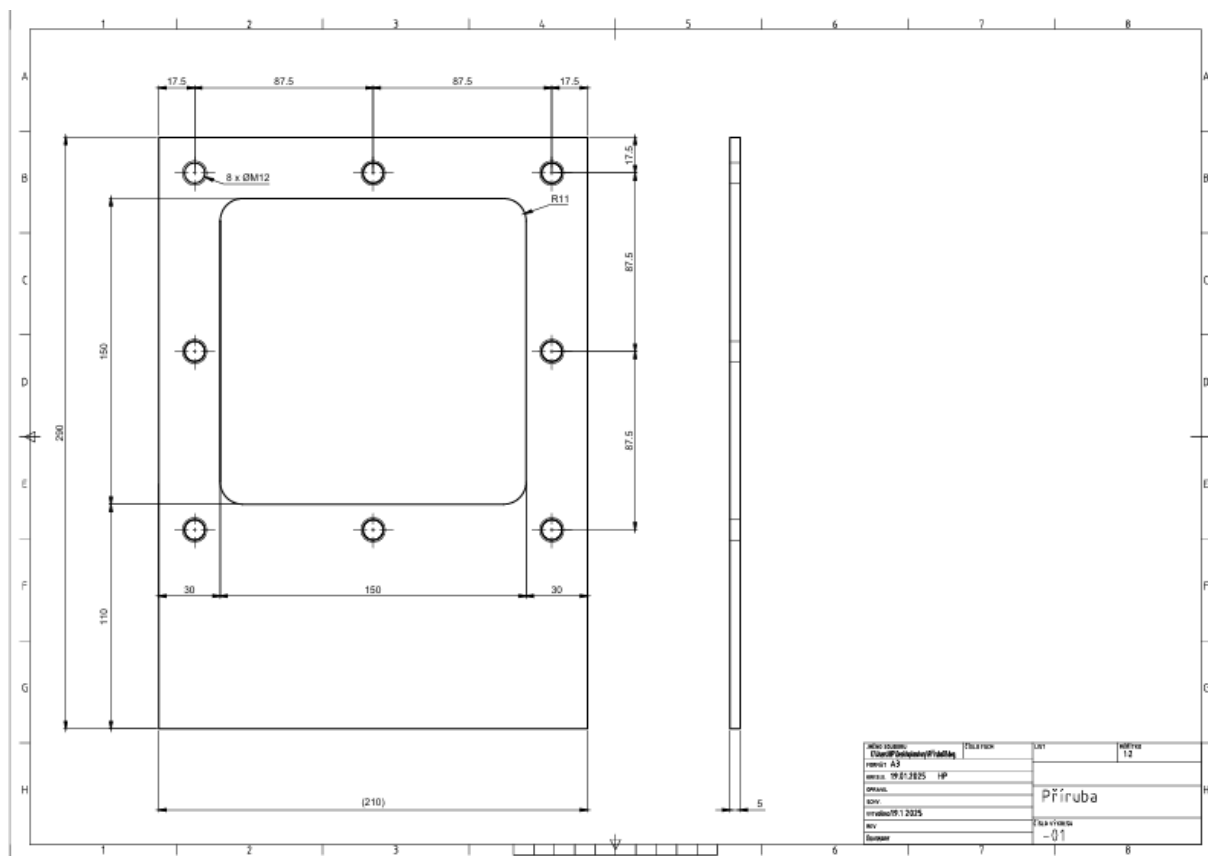
Motor je s kotlem propojen čtvrt coulými, vysokotlakými hadicemi o maximální teplotě 150 °C.

Příruba a zadní stěna je k profilu přivařena tavnou elektrodou.

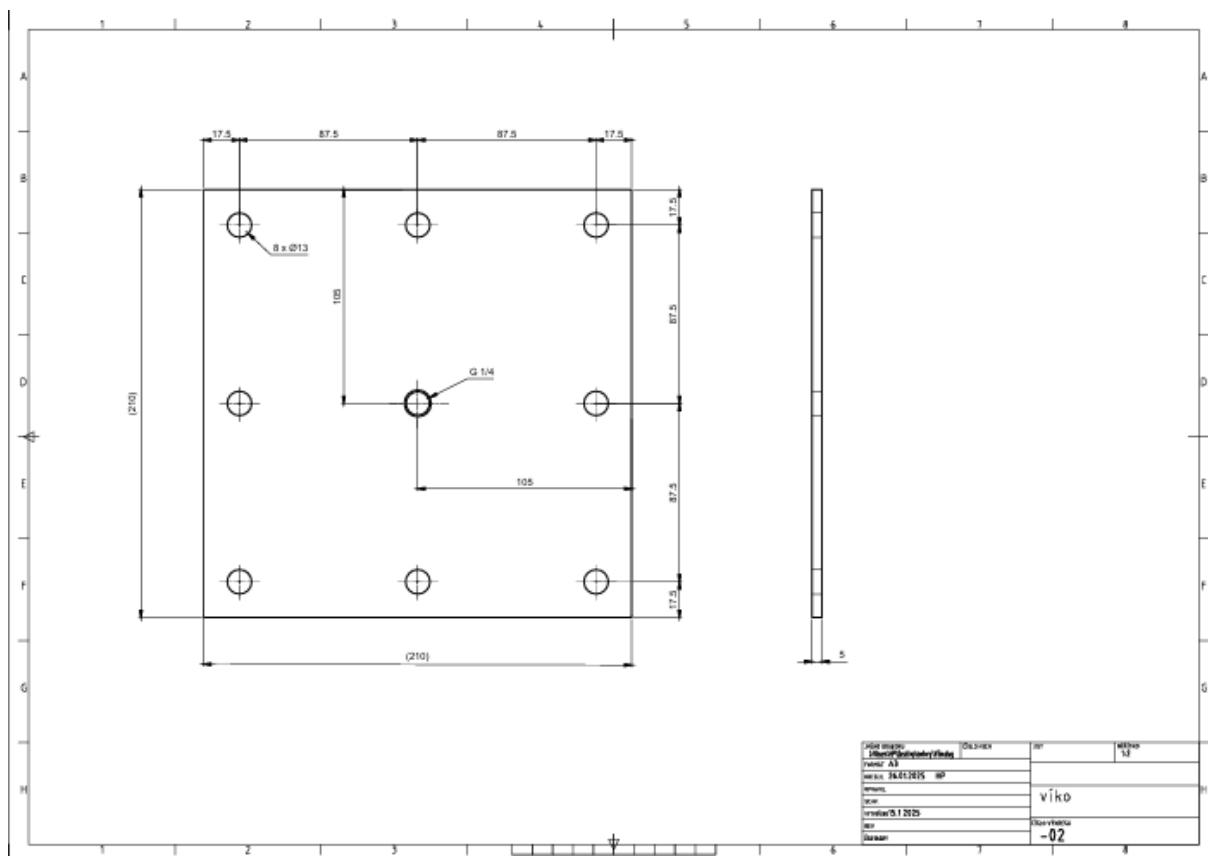
Jakmile jsem kotel vyrobil, provedl jsem u něj tři testy, abych zjistil, zda kotel dobře těsní. Kotel byl dobře zavařen, ale gumové těsnění mezi přírubou a víkem netěsnilo. Tak jsem použil silikonové těsnění na těsnění spalovacích motorů. Toto těsnění nejdříve vydrželo 4,4 bar. Při druhém testu, poté co jsem ho lépe aplikoval, těsnění vydrželo 9,8 bar. Při tomto tlaku povolilo.



Obrázek 14 Zadní část



Obrázek 15 Příruba



Obrázek 16 Víko

6 Problémy

Vačka je zde z důvodu rozdělování vzduchu, avšak to samé by zvládla kliková hřídel. Ale klikovou hřídel by bylo velmi náročné vyrobit a nefungovala by velmi dobře, protože by zde byly velké vůle.

Prvním velkým problémem jsou velké úniky vzduchu kolem pístu rozdělovače. Píst rozdělovače bylo velmi náročné vyrobit, z důvodu jeho malých rozměrů. Toto je místo, kde jsou největší úniky tlaku z celého stroje. Teoretické řešení by bylo prodloužení pístu a tím by vznikl prostor na drážky pro gumové těsnící kroužky. To by však vyžadovalo zvětšit vnitřní průměr rozdělovače, protože těsnící kroužky by vlivem tlaku na vnitřní část rozdělovače měly příliš velké tření.

Dále zde máme nepřesnost samotného stroje. Tím jsou myšleny veškeré vůle a úniky vzduchu, které jsou vzhledem k nepřesné výrobě nevyhnutelné. Občas má také motor problém se sám rozjet, avšak stává se to ojediněle.

Posledním problémem, který už mám vyřešený, je velké tření pístních kroužků. To jsem vyřešil tak, že jsem zde pístní kroužky nedával a drážky v pístech jsou vyplněny přitékajícím olejem, takže fungují jako mazání a zároveň těsnění.

Závěr

Práce se zabývala typy parních strojů a jejich historickým vývojem.

Cílem bylo navrhnout a následně zkonstruovat parní stroj, který bude fungovat. Součástí práce jsou provedené výpočty a výkresová dokumentace. Parní stroj se podařilo sestavit.

Cílem této práce bylo, navrhnout a zkonstruovat parní stroj. Nejdříve jsem studoval, jak parní stroje fungují, jaké mají poměry velikosti součástí a veškeré parametry. Poté jsem začal se samotným návrhem konstrukce. Návrh konstrukce a výpočty se prolínaly. Jakmile jsem měl nějaký návrh, vypočítal jsem parametry. Když mi něco nesedělo, začal jsem znovu. Když jsem měl hotový návrh konstrukce, poslal jsem výkresy na dílnu, kde byly vyrobeny a následně jsem je doma sestavěl. Jako poslední část bylo testování. Motor fungoval bez problému, ale nechtěl se rozjet sám. Po úpravě polohy vačky bylo vše v pořádku.

Po dokončení samotného motoru jsem přestoupil na návrh kotle. Postupoval jsem stejně jako u motoru, ale nemusel jsem nic počítat, protože všechny potřebné informace jsem získal z konečných testů. Kotel jsem si doma vyráběl sám. Na výrobu jsem použil svařovací metodu tavnou elektrodou. Po dokončení jsem provedl tři testy, které jsou detailněji popsány v kapitole Kotel.

Výkresy jsem zpracovával v Autocad Mechanical 2025 a modely v Inventoru. Použité výrobní technologie byly frézování, soustružení, broušení, honování a svařování.

Zdroje

[1] Thomas Savery. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Thomas_Savery. [cit. 2025-03-02].

[2] Parní stroj. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Atmosf%C3%A9rick%C3%BD_parn%C3%AD_stroj. [cit. 2025-03-02].

[3] Union Pacific Big Boy. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Union_Pacific_Big_Boy. [cit. 2025-03-02].

Zdroje obrázků

ZU_09. <https://www.istockphoto.com/> [online]. [cit. 2.3.2025]. Dostupný na WWW: <https://www.istockphoto.com/cs/vektor/dvoj%C4%8Dinn%C3%BD-par%C3%AD-stroj-jamese-watta-rytina-d%C5%99eva-vyd%C3%A1no-v-roce-1882-gm172479266-23739775>

Seznam obrázků

Obrázek 1.....	7
Obrázek 2 Dvojčinný parní stroj Jamese Watta (1769).....	8
Obrázek 3 Návrh konstrukce	9
Obrázek 4 Válec	16
Obrázek 5 Píst.....	16
Obrázek 6 Ojnice + klika.....	18
Obrázek 7 Klikový čep	19
Obrázek 8 Hřídel	20
Obrázek 9 Setrvačnick	21
Obrázek 10 Vačka	22
Obrázek 11 Píst rozdělovače	23
Obrázek 12 Vodítko pístu rozdělovače	24
Obrázek 13 Rozdělovač.....	25
Obrázek 14 Zadní část	26
Obrázek 15 Příruba.....	27
Obrázek 16 Víko.....	27

Přílohy – fotografie kompletního parního stroje

