



# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

---

## FAKULTA STROJNÍ



Ústav konstruování a částí strojů

### Návrh šašlikovače

### Design of Machine for Kebab

Bakalářská práce

Studijní program: B2342 TEORETICKÝ ZÁKLAD STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

Studijní obor: 2301R000 Studijní program je bezoborový

Vedoucí práce: Ing. Karel Petr Ph.D.

**Klára Chvalová**

---

Praha 2016

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Chvalová** Jméno: **Klára** Osobní číslo: **424845**  
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**  
Zadávací katedra/ústav: **Ústav konstruování a částí strojů**  
Studijní program: **Teoretický základ strojního inženýrství**  
Studijní obor: **bez oboru**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Návrh šašlikovače**

Název bakalářské práce anglicky:

**Design of Machine for Kebab**

Pokyny pro vypracování:

Cílem bakalářské práce je návrh šašlikovače, což je zařízení pro grilování šašliků (špízů). Zařízení se skládá z topné spirály, elektromotoru a řetězového pohonu. Obsahem práce bude výběr potřebných komponent, které je možné koupit a návrh konstrukce a zařízení včetně kompletní výkresové dokumentace. Práce bude obsahovat rešerši z oblasti řetězových převodů (typy, použití, vlastnosti); rešerši podobných zařízení z pohledu konstrukce (grily na kebab atd.); návrh konstrukčního řešení zařízení - výběr vhodných komponent pro sestavení zařízení (topné těleso, elektromotor); jednoduchou cenovou bilanci. Výkres sestavení a výrobní výkresy.

Seznam doporučené literatury:

[1] ŠVEC, V.: Části a mechanismy strojů. Spojé a části spojovací. Praha: ČVUT, 2008. [2] ŠVEC, V.: Části a mechanismy strojů. Mechanické převody. Praha: ČVUT, 2003. [3] Katalogy výrobců.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**Ing. Karel Petr Ph.D.**

Jméno a pracoviště konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **04.04.2016**

Termín odevzdání bakalářské práce: 10.6.2016

Platnost zadání bakalářské práce: \_\_\_\_\_



Podpis vedoucí(ho) práce



Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry



Podpis děkana(ky)

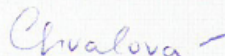
*Neodevzdá-li student bakalářskou práci v určeném termínu (tuto skutečnost písemně zdůvodnil a omluva byla děkanem uznána), stanoví děkan studentovi náhradní termín odevzdání bakalářské práce. Pokud se však student řádně neomluví nebo omluva nebyla děkanem uznána, může si student zapsat bakalářskou práci podruhé.*

*Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.*

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

20.6.2016

Datum převzetí zadání



Podpis studenta(ky)

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Karlu Petrovi Ph.D. za pomoc při řešení problémů.

Dále bych ráda poděkovala svým rodičům za podporu při studiu, bez níž by nebylo možné tuto práci vypracovat a všem dalším, kteří mi jakkoliv pomohli práci dokončit.

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem: „Návrh šašlikovače“ vypracovala samostatně pod vedením Ing. Karla Petra Ph.D., s použitím literatury uvedené na konci mé bakalářské práce v seznamu použité literatury.

V Praze 25. 6. 2016

Klára Chvalová

# Anotační list

Jméno autora: Klára CHVALOVÁ

Název BP: Návrh šašlikovače

Anglický název: Design of Machine for Kebab

Rok: 2016

Studijní program: B2342 Teoretický základ strojního inženýrství

Obor studia: 2301R000 Studijní program je bezoborový

Ústav: *Ústav konstruování a částí strojů*

Vedoucí BP: *Ing. Karel Petr Ph.D.*

Konzultant: *Ing. Karel Petr Ph.D.*

Bibliografické údaje: počet stran 42  
počet obrázků 29  
počet tabulek 1  
počet příloh 12

Klíčová slova: konstrukční návrh, řetězové převody, grilovací zařízení

Keywords: construction design, chain drives, grilling machines

Anotace: Práce se zabývá konstrukčním návrhem zařízení pro grilování šašliků. Obsahuje rešerše na téma řetězové převody a grilovací zařízení. Dále výběr komponent a polotovarů pro sestavení zařízení a jejich cenovou bilanci. Hlavní částí bakalářské práce je výkresová dokumentace šašlikovače, sestaveného z vybraných komponent.

*Abstract: This bachelor thesis is focused on design of machine for making kebab. It contains research of chain drives and grilling machines. Next part of the thesis is selection of suitable components and intermediate goods and their price balance. The main part of the bachelor thesis are drawings of the grill, which is assembled from selected components.*

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	1
<b>2. Rešerše: řetězové převody</b> .....	2
2.1 Vlastnosti řetězového převodu .....	3
2.1.1 Výhody.....	3
2.1.2 Nevýhody.....	3
2.2 Typy řetězů .....	4
2.2.1 Pouzdrové (transmisní) řetězy .....	4
2.2.2 Válečkové řetězy .....	5
2.2.3 Edwartův řetěz.....	5
2.2.4 Článekové řetězy .....	6
2.2.5 Gallovy řetězy .....	7
<b>3. Rešerše grilovacích zařízení</b> .....	8
3.1 Horizontální grily .....	8
3.2 Vertikální grily.....	9
<b>4. Volba komponent pro návrh šašlikovače</b> .....	11
4.1 Motor.....	11
4.2 Topná tyč .....	11
4.3 Nerezový materiál .....	12
4.4 Kluzná ložiska .....	13
4.5 Řetězová kola .....	13
4.6 Řetěz.....	14
4.7 Gumové podložky.....	15
4.8 Spojovací materiál.....	15
4.9 Plast do 3D tiskárny .....	15
4.10 Spojka .....	16
<b>5. Obecný návrh řetězového převodu</b> .....	17

<b>6. Popis konstrukce šašlikovače</b> .....	19
<b>7. Cenová bilance</b> .....	28
<b>8. Závěr</b> .....	29
<b>9. Použitá literatura</b> .....	30
<b>10. Seznam obrázků</b> .....	32
<b>11. Seznam tabulek</b> .....	33
<b>12. Seznam symbolů a zkratk</b> .....	34
<b>13. Seznam příloh</b> .....	35

# 1. Úvod

V bakalářské práci se zabývám konstrukčním návrhem zařízení, které slouží k opékání masových špízů (šašliků). V současné době jsou na trhu různá provedení grilovacích zařízení, proto je potřeba specificky určit požadavky, které uživatel na gril má.

Zařízení, které bude navrženo v této práci, je určeno pro použití uvnitř, čili se v něm nepracuje s otevřeným ohněm. Dále musí být co nejvíce uživatelsky přívětivé, což znamená, že jeho obsluha a údržba by měla být co nejjednodušší. V mém případě to konkrétně vyžaduje snadnou odnímatelnost dílů přicházejících do bezprostředního kontaktu s potravinami, za účelem jejich snadného mytí. Dále bezpečný provoz, aby nedošlo k úrazu proudem a v neposlední řadě i kompaktnost zařízení, aby bylo snadné jeho skladování.

Výhodou by byla i úplná rozebíratelnost a tím možná výměna jakýchkoliv součástí zařízení. Zároveň je však důležitým faktorem cena, která při složitější konstrukci rychle stoupá.

Cílem práce je navrhnout konstrukci zařízení z běžně dostupných materiálů, polotovarů a komponent a zároveň najít přijatelný kompromis mezi kvalitou a cenou.



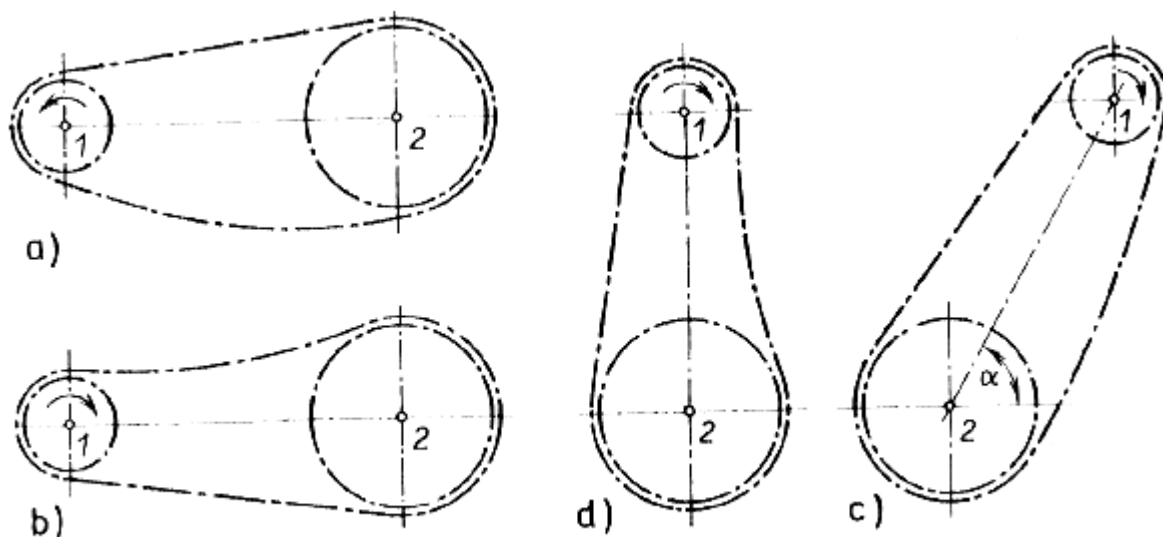
## 2. Rešerše: řetězové převody

Řetězové převody slouží k přenosu kroutícího momentu z hnací na hnanou hřídel. Přenos je zprostředkován tvarovým stykem a to nejprve mezi hnacím řetězovým kolem a řetězem a následně mezi řetězem a hnaným řetězovým kolem. Používají se k přenosu malých až středních výkonů mezi nepřilíživě vzdálenými hřídeli. [1]

Kromě původní funkce, tedy přenosu kroutícího momentu, se dnes řetězové převody využívají i pro další účely, kdy slouží například jako dopravní element, polohovací zařízení nebo přesný zásobník nástrojů u CNC obráběcích strojů. [2]

Řetězový převod se může použít při převodu dorychla i dopomala. Poloha řetězových kol vůči sobě může být různá (obr.: 1), ale nejlepším řešením je převod vodorovný, kdy jsou hřídele přibližně ve stejné výšce. Šikmý převod je méně vhodný a svislý se nedoporučuje používat vůbec.

Smysl otáčení je nejčastěji volen tak, aby tažná větev řetězu byla nahoře. [1]



Obr. 1.: Různá provedení řetězového převodu [1]

## 2.1 Vlastnosti řetězového převodu:

Řetězové převody mají řadu výhod i nevýhod. Jsou svým uspořádáním podobné řemenovému převodu, současně mají však některé vlastnosti převodu s ozubenými koly. Pro některé aplikace jsou jejich vlastnosti nenahraditelné.

### 2.1.1 Výhody

- stálý a přesný převodový poměr bez skluzu
- odolný proti prašnému či vlhkému pracovnímu prostředí, může pracovat i za vyšších teplot
- možnost přenosu kroutícího momentu i při větší osové vzdálenosti hřídelí než například u převodů ozubenými koly
- pracuje bez předpětí z čehož plyne menší namáhání hřídelí a ložisek
- možný převodový poměr až 1:10
- vysoká účinnost při správné montáži a údržbě (až 98%)
- převody jsou snadno rozebíratelné, to umožňuje jejich nenáročnou výměnu nebo opravu
- jedním řetězem lze pohánět více rovnoběžných hřídelí
- při dobré údržbě tichý a pružný chod

### 2.1.2 Nevýhody

- nerovnoměrný chod při použití řetězového kola s malým počtem zubů
- nutná údržba a mazání
- vyšší cena než u řemenových převodů
- složitější montáž
- zvětšování délky řetězu při opotřebení

[1 str. 365] [2]

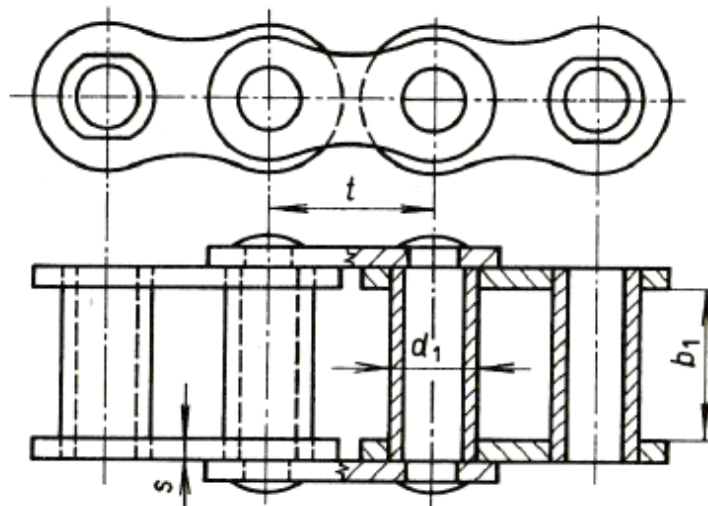
## 2.2 Typy řetězů

Řetězů se vyrábí celá řada typů v různých úpravách. V rámci této rešerše uvádím konstrukční řešení a vlastnosti pouze nejvíce používaných typů.

### 2.2.1 Pouzdrové (transmisní) řetězy

Pouzdrové řetězy (*obr.: 2*) jsou vyráběny v souladu s normou DIN 8164. [3] Pouzdrový řetěz je vytvořen z článků vnitřních a vnějších. Vnitřní článek se skládá ze dvou destiček a dvou pevně zalisovaných pouzder, vnější z destiček pevně spojených s čepy. Čepy se v pouzdrech volně otáčejí, díky tomu je opotřebení řetězu poměrně malé. Řetěz se používá v jednořadém, dvouřadém či třířadém provedení. Rychloběžné pouzdrové řetězy (ČSN 02 3321) se používají do rychlosti 12 m/s, pomaloběžné (ČSN 02 3329) pak do rychlosti 3 m/s. [1]

Pouzdrové řetězy se nejčastěji používají jako pohonné či přepravní řetězy, Jejich výhodou je odolnost proti vnějším vlivům jako je například zvýšená teplota či vlhkost nebo prašné prostředí. [3]



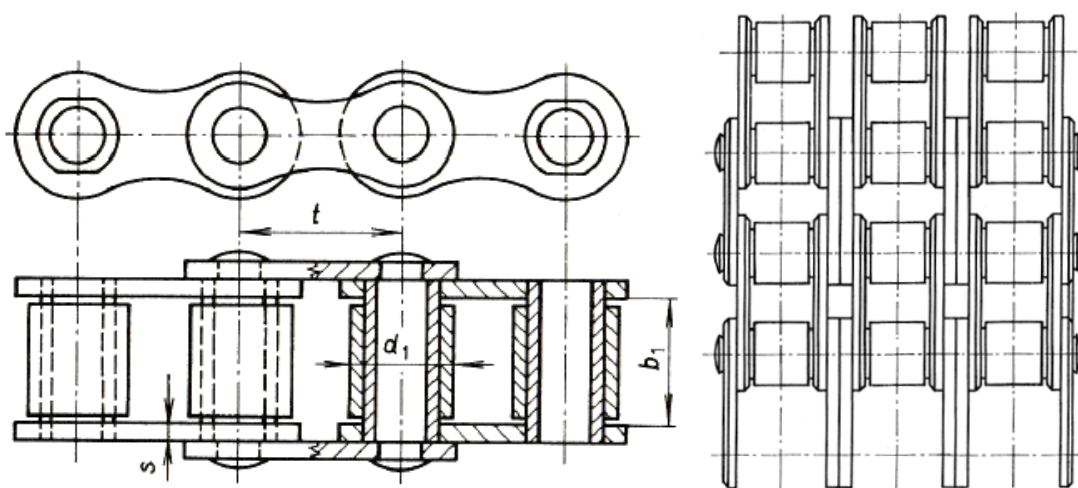
Obr. 2.: Pouzdrový řetěz [1]

### 2.2.2 Válečkové řetězy

Válečkové řetězy (*obr.: 3*) jsou vyráběny v souladu s ČSN 02 3311 [1] (nebo DIN 8187, DIN 8188, DIN 8181 podle typu řetězu) [3]

Konstrukce je podobná jako u řetězů pouzdrových s tím rozdílem, že na každém pouzdru je nasazen otočný váleček, který snižuje tření při náběhu na řetězové kolo a zároveň tlumí hluk při záběru kola do řetězu. Díky tomu se válečkový řetěz lépe hodí pro vyšší rychlosti. Při dobré údržbě se může používat až do rychlostí 25 m/s. [1 str. 367]

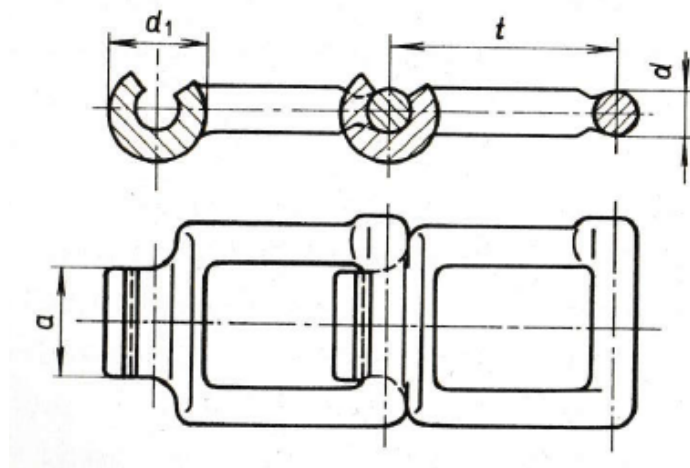
Pro přenos větších výkonů se používají víceřadé řetězy.



Obr. 3.: Válečkový řetěz jednořadý, válečkový řetěz třířadý [1]

### 2.2.3 Edwartův řetěz

Edwartův řetěz (*obr.: 4*) je normalizován podle ČSN 02 3372. Je tvořen z článků vyrobených z temperované litiny. Články jsou z jedné strany válcovité a na druhé straně mají otevřenou hákovitou objímku, která lze z boku navléknout na válcovitou část předešlého článku. Nevýhoda Edwartova řetězu je malá přesnost, proto se používá například u zemědělských strojů. [1]



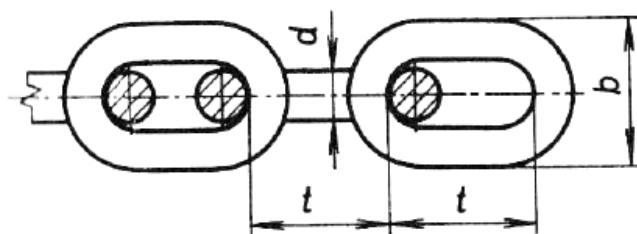
Obr. 4.: Edwardův řetěz [1]

#### 2.2.4 Člákové řetězy

Člákové řetězy (obr.: 5) se skládají ze svařovaných článků. Podle normy se vyrábějí s krátkými nebo dlouhými články. Dále se dělí na nekalibrované a přesnější a dražší kalibrované. Články řetězů bývají buď kované, nebo lité.

Jejich nevýhodou je vysoká hmotnost, hlučnost a nepřiliš vysoká trvanlivost. Naproti tomu se hodí i do hrubého provozu. Nevadí jim prašné prostředí či zvýšená teplota. Kola pro tyto řetězy mohou mít i malé počty zubů tím pádem i malé průměry. [1 str. 369]

Člákový řetěz se pro převody používá zřídka a pouze pro malé rychlosti (při motorickém pohonu do 0,2 m/s a při ručním pohonu do 1 m/s). [1] Častěji nachází využití u zvedacích zařízení. [4]



Obr. 5.: Člákový řetěz [1]

## 2.2.5 Gallovy řetězy

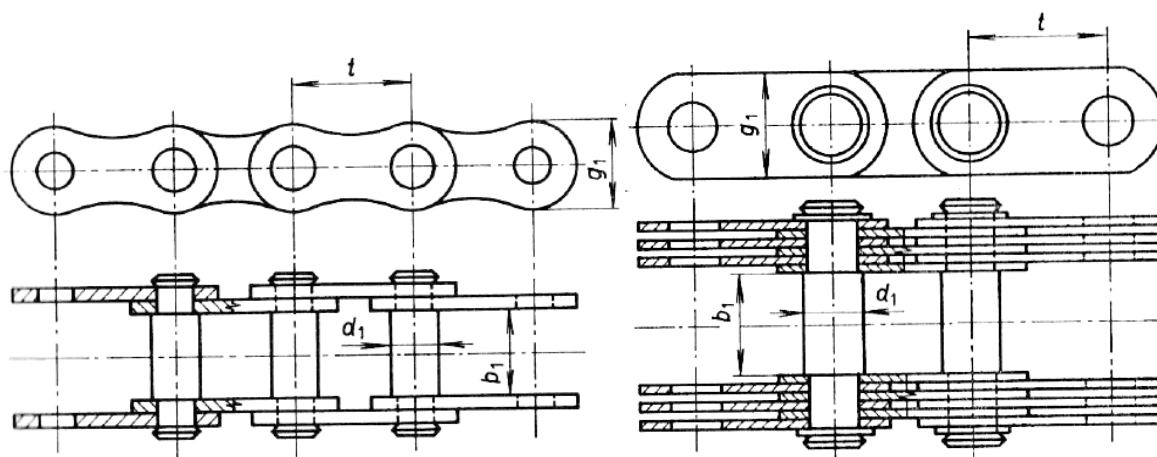
Gallovy řetězy (*obr.: 6*) jsou normalizovány v ČSN 02 3330 a DIN 8150. [3]

Řetěz se skládá z ocelových destiček, které jsou otočně uloženy na osazených ocelových čepch. V nerozebíratelném konstrukčním řešení jsou destičky zajištěny roznýtováním konců čepů a při rozebíratelném řešení se zajišťují závlačkami s podložkou.

I počet destiček umístěných nad sebou může být různý. Po jedné destičce na každé straně mají lehké řetězy, těžší pak mohou mít až 4 destičky. Ke spojení konců řetězu je použije spojka v podobě čepu s rozpěrným válečkem a závlačkami.

Gallovy řetězy se často používají pro zdvihání těžkých břemen například v jeřábech.

Rychlost se zpravidla připouští do 0,3 m/s. [1]



Obr. 6.: Gallov řetěz lehký, gallov řetěz těžký (se třemi destičkami na každé straně) [1]

V dnešní době je na výběr z velkého množství konstrukčních řešení řetězů. Zákazník si může vybírat podle mnoha faktorů. Nabízí se například řetězy se zvýšenou korozní odolností, které mohou být vyrobeny z nerezové oceli, z plastových dílů nebo se speciální povrchovou úpravou. Řetězy bezhlučné do míst, kde je hluk nepřipustný. Dále řetězy se zvýšenou životností, které díky přesnější výrobě a lepším povrchovým úpravám minimalizují opotřebení převodu, nebo řetězy bezúdržbové, pro vysoké provozní teploty, pro abrazivní prostředí apod. [2]

### 3. Rešerše grilovacích zařízení

Grily se dají rozdělit na dvě hlavní skupiny (horizontální a vertikální) podle toho, zda je osa otáčení opékacího zařízení s povrchem země vodorovná, nebo je na něj kolmá.

#### 3.1 Horizontální grily

Konstrukční řešení horizontálních grilů se dá rozdělit na dva typy. V jednom případě je poháněna každá opékací jehla zvlášť, v druhém je poháněna pouze střední tyč.

V prvním případě (*obr.: 7*) bývá otáčení jednotlivých špízů realizováno pomocí řetězu, který je natažen po jedné straně zařízení. Do řetězu zapadají řetězová kolečka, která jsou umístěna přímo na jehlách na špízy. Topné těleso je umístěno pod jehlami.

Pro ekonomičtější využití energie se vyrábí grily s krytem, popřípadě je nad špízy umístěna další funkční deska, která slouží jako opékací plotna a do určité míry zabraňuje úniku tepla do okolí.



*Obr. 7.: Elektrický gril ECG SG 160 1600W [5]*

V druhém případě (obr.: 8) je pohon realizován pomocí elektromotoru s převodem připojeným přímo ke střední tyči. Rychlost otáčení se obvykle pohybuje kolem 2-6 ot/min. Jako zdroj tepla se vedle elektřiny nejčastěji používá grilovací palivo jako například dřevěné uhlí či dřevo nebo může být gril i plynový.



Obr. 8.: Elektrický planetární gril KROMET 000.OE-6 [6]

### 3.2 Vertikální grily

U vertikálních grilů (obr.: 9, 10) je ve většině případů zdrojem tepla topná spirála. Její umístění může být buď vně opékaného výrobku, nebo ve střední ose grilu. Tím je také určena konstrukce. V prvním případě je poháněna střední tyč a maso se opéká z vnější strany. V druhém případě je střed nepohyblivý, ale pohybují se opékačí jehly. Kroutící moment je pak z elektromotoru na jehly rozveden pomocí řetězového převodu. Pod jehlami bývá také zpravidla umístěna miska na odkapávající olej.

I vertikální grily se z důvodu bezpečnosti a ekonomičnosti často vyrábí s odnímatelným krytem, nebo s dvířky.





Obr. 9.: Gril na špízy SHASHLIK [7]



Obr. 10.: Domáci vertikální gril [8]

## 4. Volba komponent pro návrh šašlikovače

V této kapitole jsou uvedeny zvolené součásti a polotovary, které jsou potřebné pro výrobu navrhovaného šašlikovače. Volba součástí je ovlivněna různými parametry. Tyto parametry jsou uvedeny u každé součásti zvlášť.

### 4.1 Motor [9]

U výběru motoru byl rozhodující jeho tvar a jeho napájení. Bylo nutné, aby motor byl plochý a vývod elektrického kabelu, který bude zapojen do zásuvky, byl na jeho boku. Otáčky u grilovacích zařízení je běžně pohybují od 2-10 ot/min. Na základě těchto požadavků jsem zvolila motor (*obr.: 11*) s těmito parametry:

Otáčky: 3 ot/min

Maximální zatížení: 3,5 kg

Výkon: 4 W

Cena: 390 Kč



*Obr. 11.: Motor [9]*

### 4.2 Topná tyč [10]

U topné tyče byl rozhodujícím parametrem výkon a délka. Výkony topných těles podobných grilů se pohybují v řádu jednotek kilowattů. Zároveň je nutné, aby tyč byla napájena zapojením do zásuvky na 230 V. Na základě těchto parametrů byla zvolena tato tyč (*obr.: 12*):

Materiál: keramika

Délka: 300 mm

Výkon: 1000 W

Cena: 322 Kč



Obr. 12.: Topná tyč [10]

### 4.3. Nerezový materiál

Šašlikovač je vyroben převážně z nerezové oceli. Použitá nerezová ocel musí být svařitelná i obrobitelná a musí odolávat vyšším teplotám. Proto jsem vybrala materiál AISI 304, což je v potravinářství nejrozšířenější korozivzdorná ocel, která tyto požadavky splňuje [11]. K sestavení grilovacího zařízení budou potřeba tyto nerezové polotovary:

#### [12] Tyče kruhové:

- Průměr: 8 mm  
Délka: 2000 mm
- Průměr: 20 mm  
Délka: 80 mm
- Průměr: 40 mm  
Délka: 12 mm  
Cena: ≈ 82 Kč

#### [12] Tyče ploché:

- Šířka: 2 mm
- Výška: 5 mm
- Délka: 1800 mm
- Cena: ≈ 80 Kč

#### [13] Plechy:

- Rozměry: 2x220x880  
Cena: ≈270 Kč
- Rozměry: 1,5x450x1000  
Cena: ≈430 Kč

### 4.4 Kluzná ložiska [14]

Do zařízení jsem zvolila kluzná ložiska, kvůli jejich jednoduchosti a nízké ceně. Je potřeba zakoupit ložiska s přírubou (*obr.:13*), protože budou zalisována do plechu a příruba je zajistí v axiálním směru a zároveň určí jejich přesnou polohu.

Typ ložiska: B5/8x6 SB

Cena za 9 ks: 54 Kč



*Obr. 13.: Kluzné ložisko [14]*

### 4.5 Řetězová kola [15]

Řetězové kolo bude na hřídeli upevněno nalisováním. Proto jsem zvolila kolo typu B (*obr.:14*) s rozšířeným nábojem. Vybrané kolo má tyto parametry:

Počet zubů:  $z = 9$

Roztečný průměr:  $d = 23,39 \text{ mm}$

Průměr díry:  $d_0 = 7 \text{ mm}$

Délka náboje:  $L = 8 \text{ mm}$

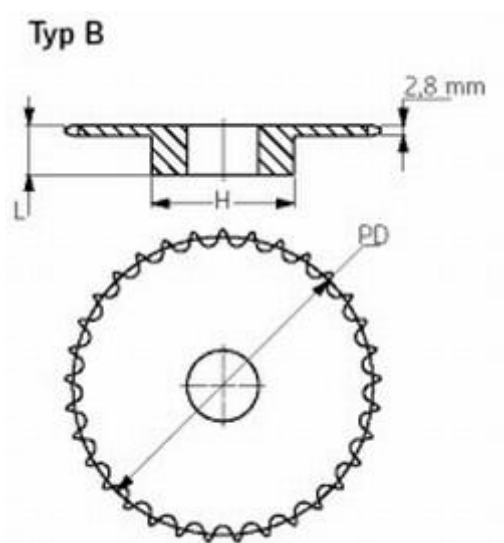
Šířka náboje:  $H = 15 \text{ mm}$

Hmotnost:  $m = 0,02 \text{ kg}$

Návrh šašlikovače

Označení: PHS 05B-1B9

Cena za 5 ks: 180 Kč



Obr. 14.: Typ řetězového kola [15]

## 4.6 Řetěz [16]

Zvolila jsem válečkový řetěz 05B (obr.:15). I když je schopen přenášet i větší výkony, než je potřeba v navrhovaném grilovacím zařízení, je to nejmenší běžně dostupný řetěz pro řetězové převody.

Typ: Válečkový 05B-1 DIN8187 8x3

Potřebná délka: 530 mm

Cena: ≈ 16 Kč



Obr. 15.: Řetěz [16]

## 4.7 Gumové podložky [17]

Gumové kroužky přilepené na dno šašlikovače mají pouze funkci protiskluzovou. V tomto místě je i tepelné ovlivnění minimální, proto nejsou na pryž téměř žádné speciální požadavky.

PRYŽ A9506 – pro všeobecné použití

Tloušťka: 3 mm

Cena za 1 m<sup>2</sup>: 297 Kč

Potřebné množství: ≈ 0,0025 m<sup>2</sup>

Cena za potřebné množství: ≈ 1 Kč

## 4.8 Spojovací materiál [18]

Spojovací materiál je volen tak, aby bylo použito co nejméně různých velikostí. I tyto části zařízení jsou vyrobeny z nerez.

### Šrouby:

- se šestihrannou hlavou a závitem k hlavě M5x12 DIN 933/A2 – 15 ks  
Cena za 15 ks: ≈ 10 Kč

### Matice:

Šestihranné M5 DIN 934/A2

Cena za 3 ks: ≈ 1 Kč

### Podložky:

Ploché podložky pod šrouby se šestihrannou hlavou a šestihranné matice 5,5  
DIN 125A/A2

Cena za 18 ks: ≈ 2 Kč

## 4.9 Plast do 3D tiskárny [19]

Tento plast bude využit pro výrobu držáků jehel, krytu a hlavního držáku celého zařízení. Jediný požadavek je tepelná odolnost.

Plast 3D ABS 1,75mm, černý

Cena za 100 g: ≈ 60 Kč

## 4.10 Spojka [20]

Protože je potřeba napojit hřídel vedoucí z motoru na hřídel zařízení, bylo nutné vybrat způsob tohoto napojení. Vzhledem k malým přenášeným výkonům a momentům, postačí k napojení jednoduchý svěrný kroužek (obr.:16).

Hmotnost: 10 g

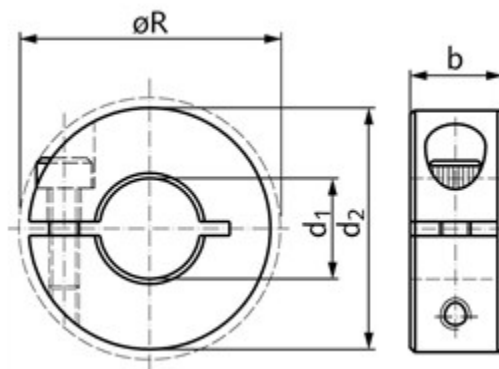
Šířka: 9 mm

Vnitřní průměr: 5 mm

Vnější průměr: 16 mm

Šroub: M3 x 8 DIN 912

Cena: ≈ 70 Kč



Obr. 16.: Spojka [20]

## 5. Obecný návrh řetězového převodu [21]

Volba válečkového řetězu se uskutečňuje na základě otáček vstupního kola  $n_1$  a velikosti přenášeného výkonu  $P$  na druhé kolo. Tento výkon je ovšem ještě nutno přepočítat na tzv. diagramový výkon podle vztahu:

$$P_D = P / \kappa \cdot \mu \quad (1)$$

Z diagramu podle ČSN 01 4809 (*obr.: 17*) se pro dané pro otáčky  $n_1$  a pro výkon  $P_D$  zvolí řetěz a tím můžeme získat jeho parametry, jako jsou  $t$  – rozteč řetězu,  $d_v$  – průměr válečku,  $b$  – vnitřní šířka řetězu a dále síla pro přetržení, plocha kloubu, hmotnost jednoho metru délky apod.

Dále zvolíme počet zubů na prvním kole  $z_1$  podle konkrétního případu použití řetězového převodu. Volbu počtu zubů na kole 2 provedeme vynásobením počtu zubů  $z_1$  a převodového poměru  $i'$ .

$$z_2' = i' \cdot z_1 \quad (2)$$

Číslo zaokrouhlíme na celé a vypočítáme skutečný převodový poměr  $i$ .

$$i = z_2 / z_1 \quad (3)$$

Dále provedeme výpočet rozměrů kol dle následujících vzorců

$$D = \frac{t}{\sin\left(\frac{180}{z}\right)} \quad (4)$$

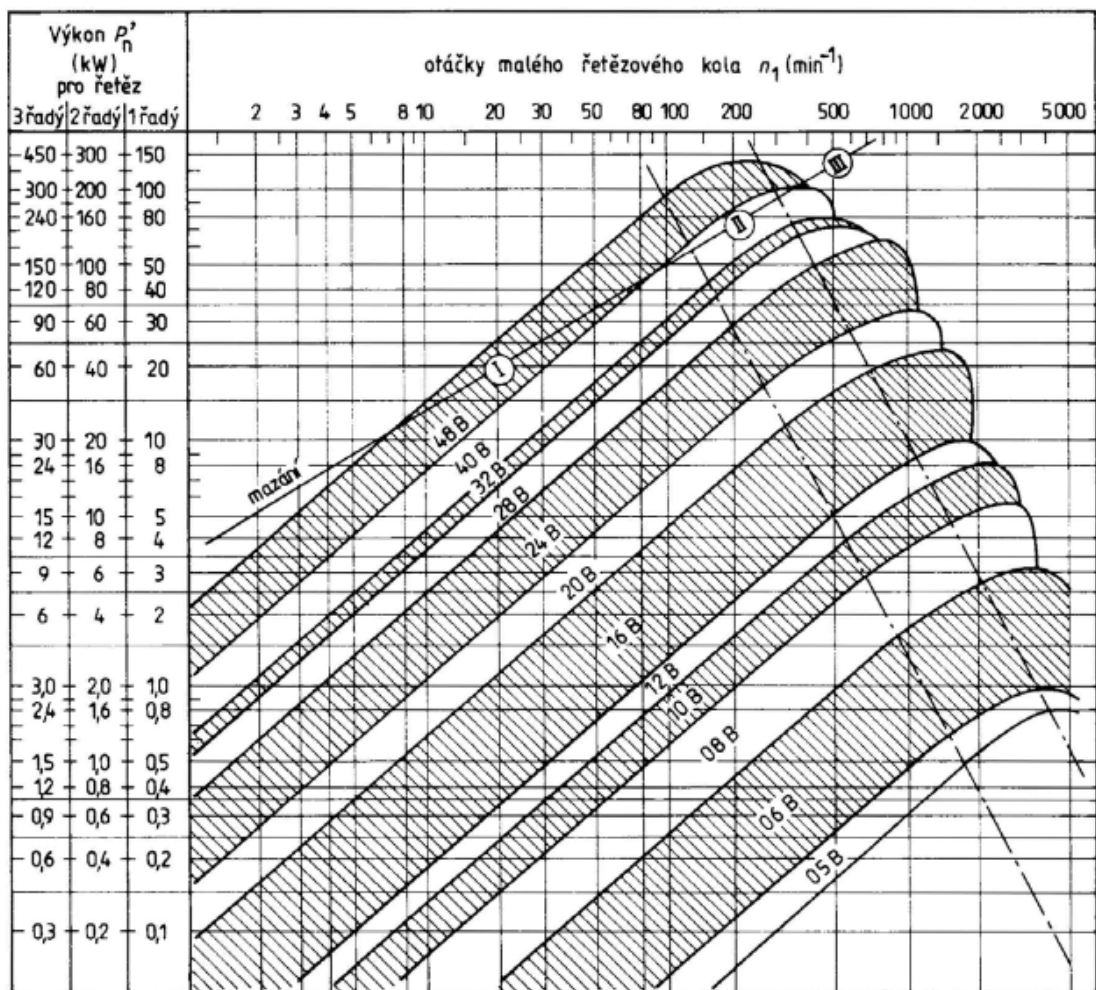
$$\text{Patní kružnice: } D_f = D - d_v \quad (5)$$

$$\text{Hlavová kružnice: } D_a = D + 0,6 \cdot d_v \quad (6)$$

$$\text{Šířka zubu: } B = (0,9 \div 0,95) \cdot b \quad (7)$$



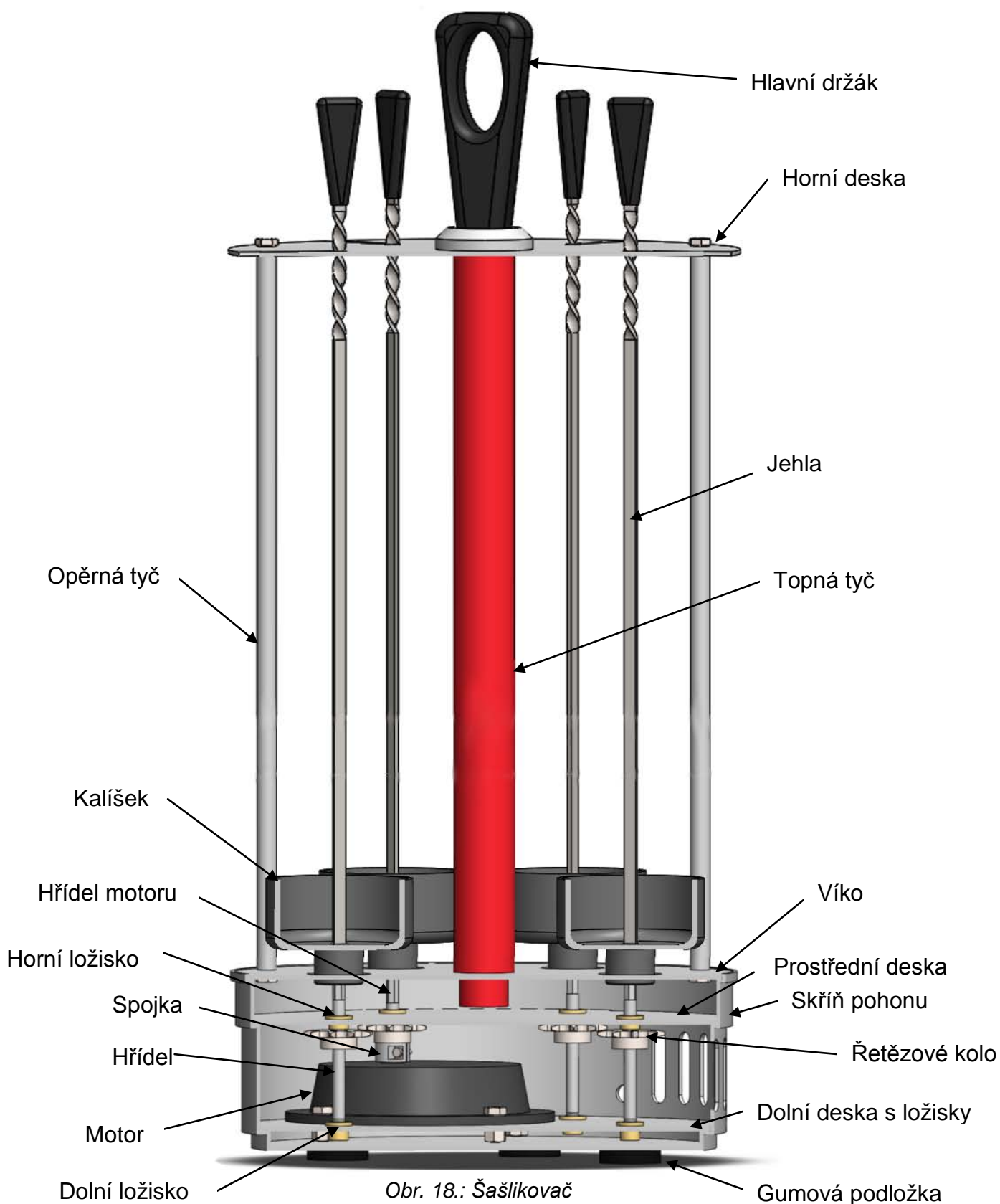
DIAGRAM PRO VOLBU ŘETĚZU Z JMENOVITÉHO VÝKONU A OTÁČEK PASTORKU



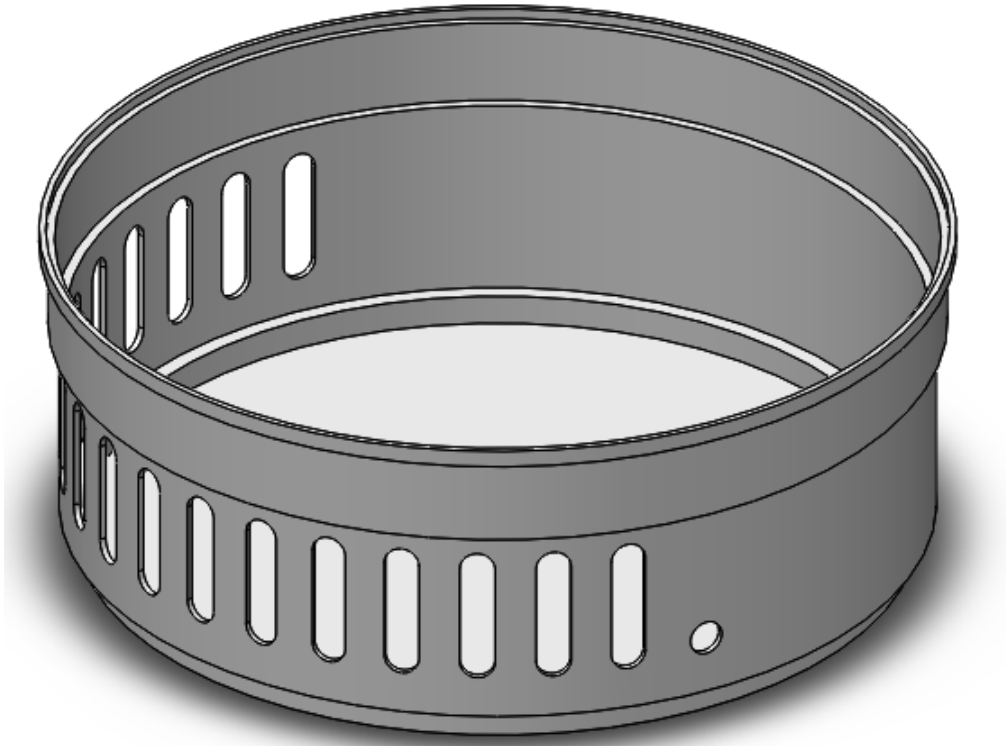
Obr. 17.: Diagram ČSN 01 4809

## 6. Popis konstrukce šašlikovače

Na obrázku 18. je ukázáno celé zařízení s popisem hlavních částí šašlikovače.



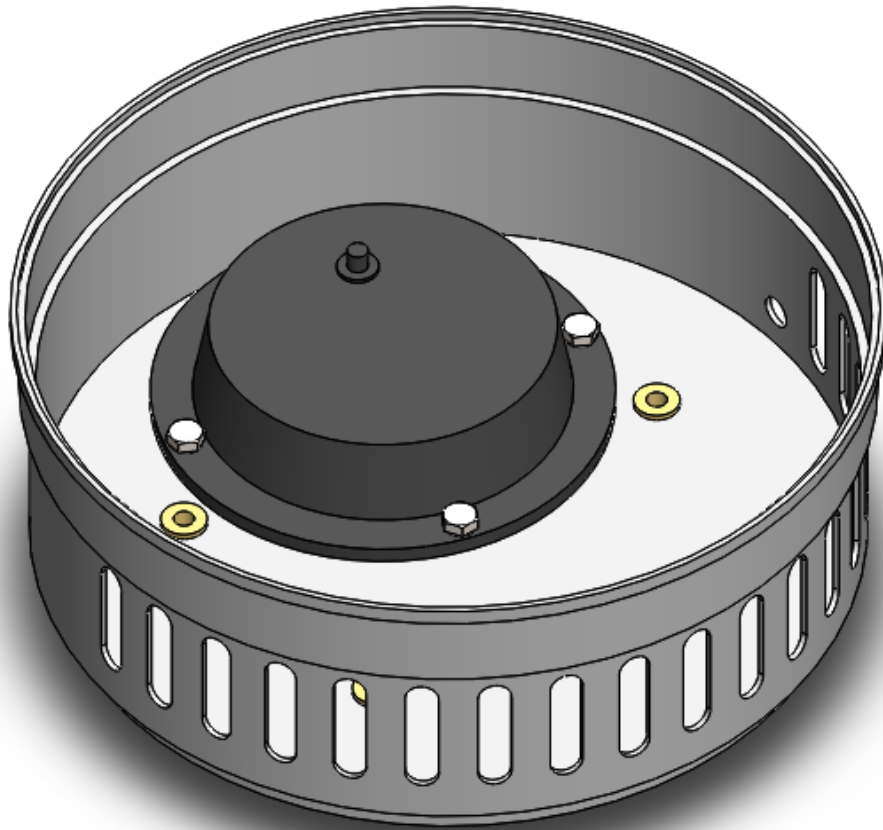
Základním dílem celého zařízení je skříň (obr.:19), ve které se nachází pohon grilu.



Obr. 19.: Skříň pro pohon grilu

Tento díl je vyroben z plechu tloušťky 1,5 mm a je svařen ze dvou částí. Po obvodu má tři osazení, která slouží k opření dalších dílů. Ve stěně skříně je vyříznuto 18 oválných děr, které jsou v oblasti umístění motoru a slouží k jeho jednoduššímu chlazení. Dále je ve skříně díra pro vývod elektrického kabelu, na kterém je umístěn vypínač pro celé zařízení.

V tomto hlavním dílu je na prvním osazení přivařena deska, ke které je třemi šrouby o velikosti M5x12 přišroubován motor (obr.:20), ze kterého vede hnací hřídel celého zařízení. Dále jsou v desce nalisovány čtyři kluzné kalíšky, které zachytávají radiální i axiální sílu.



Obr. 20.: Upevnění motoru

Hřídel, která vede z motoru je jednoduchou svěrnou spojkou spojena s hřídelí s nalisovaným řetězovým kolem, která je zakončena šestihranem. Ostatní čtyři hřídele na sobě mají rovněž nalisované řetězové kolo a jsou zakončeny stejným šestihranem.

Nalisování za studena v soustavě jednotné díry je navrženo dle následujícího výpočtu:

- součinitel tření pro dvojici "ocel-ocel" je  $f = 0,12$
- součinitel bezpečnosti  $k = 1,1$
- průměr hřídele  $d = 7$  mm
- kroutící moment  $M_k = 12,7$  Nm
- aktivní délka spojení:  $l = 8$  mm

a) Určení tlaku  $p_{min}$  a přesahu  $\Delta d_{min}$ :

$$k \cdot M_k \leq M_t = \pi \cdot d \cdot l \cdot p \cdot f \cdot d/2 \quad (8)$$

$$p \geq \frac{2 \cdot k \cdot M_{k3}}{\pi \cdot d^2 \cdot l \cdot f} = \frac{2 \cdot 1,1 \cdot 12,7}{\pi \cdot 0,007^2 \cdot 0,008 \cdot 0,12} = 189 \text{ MPa} \quad (9)$$

$$p_{min} = 189 \text{ Mpa}$$

Pro nalisování za studena platí:

$$\Delta d_{min} = p_{min} \cdot d \cdot \Phi \text{ [\mu m]} \quad (10)$$

$$\Phi = \frac{C_N + 1}{E} \text{ [Mpa}^{-1}] \quad (11)$$

Geometrická konstanta náboje  $C_N$ :

$$C_N = \frac{\left(\frac{D}{d}\right)^2 + 1}{\left(\frac{D}{d}\right)^2 - 1} = \frac{\left(\frac{15}{7}\right)^2 + 1}{\left(\frac{15}{7}\right)^2 - 1} = 1,55 \quad (12)$$

$$\Phi = \frac{1,55 + 1}{2,1 \cdot 10^{11}} = 1,2 \cdot 10^{-11} \text{ Mpa}^{-1} \quad (13)$$

$$\Delta d_{min} = p_{min} \cdot d \cdot \Phi = 189 \cdot 10^6 \cdot 0,007 \cdot 1,2 \cdot 10^{-11} = 15,8 \text{ \mu m} \quad (14)$$

b) Ke zvolenému tolerančnímu poli náboje H6 nyní hledáme vyhovující toleranční pole hřídele, tak aby vyhovovalo podmínce  $\Delta d \geq \Delta d_{min}$ .

Pro  $d = 7 \text{ mm}$  platí:  $HMR = +9 \text{ \mu m}$ ,  $DMR = 0$

Z toho vyplývá pro minimální dolní rozměr hřídele

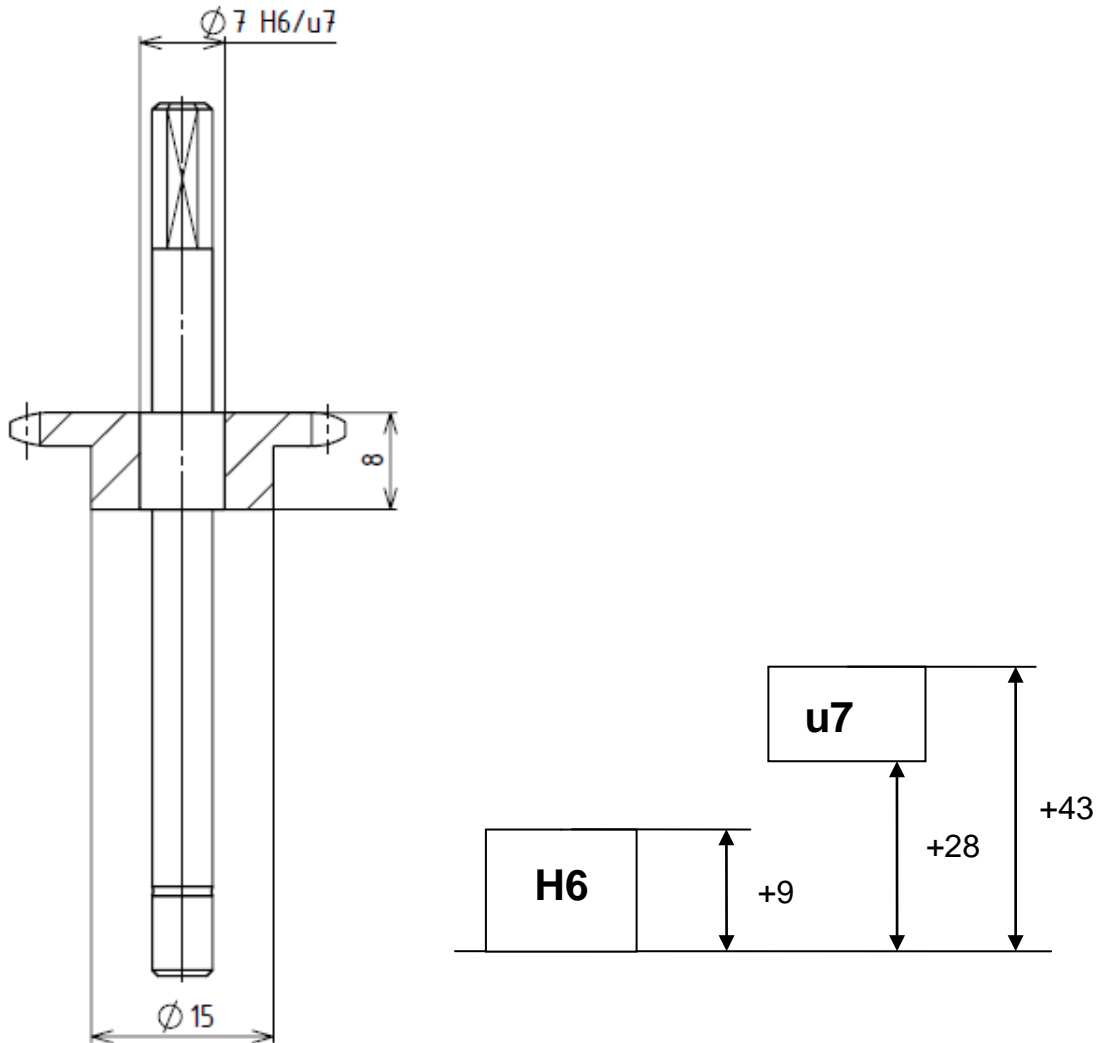
$$dmr_{min} = HMR + \Delta d_{min} = 9 + 15,8 = 24,8 \text{ \mu m} \quad (15)$$

Tomu vyhovuje toleranční pole u7, kde:  $d_{mr} = +28 \mu\text{m}$  a  $h_{mr} = +43 \mu\text{m}$

$$\Delta d = d_{mr} - H_{MR} = 28 - 9 = 17 \mu\text{m} \quad (16)$$

Podmínka  $\Delta d \geq \Delta d_{min}$  je splněna.

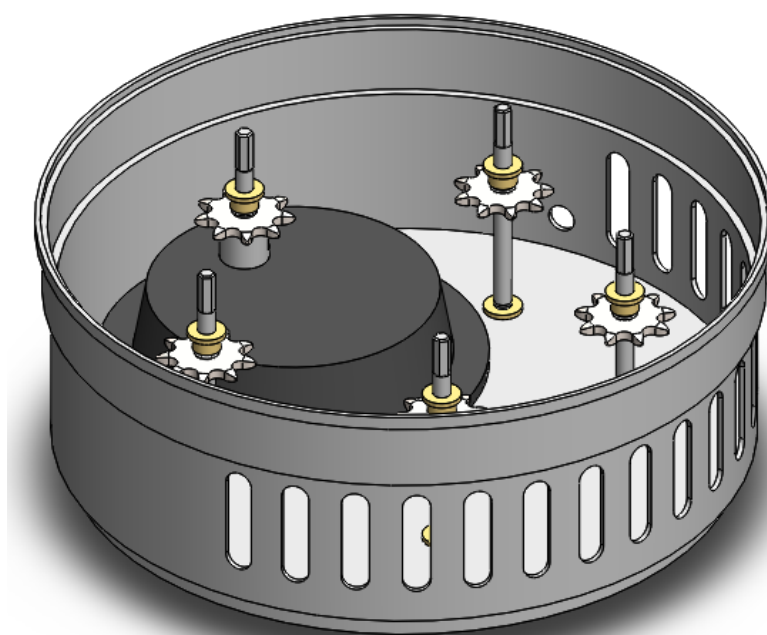
Výsledkem je tedy navržené uložení  $\varnothing 7 \text{ mm H6/u7}$  (obr.:21).



Obr. 21.: Nalisování kola na hřídeli a zvolené uložení

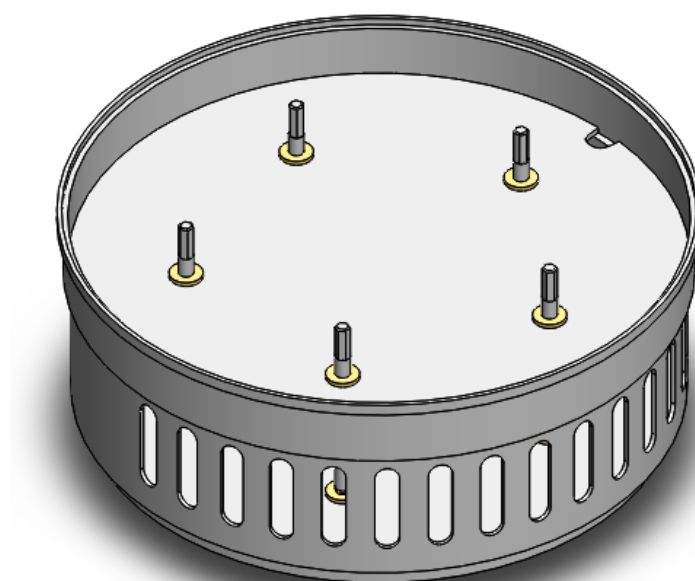
Hřídele jsou na dvou místech uloženy v bronzových kluzných ložiskách (obr.:22).

Kolem řetězových kol je natažen řetěz, který rozvádí točivý moment z hnací hřídele, která je napojena na motor, na další čtyři hřídele, které se pak točí stejnou požadovanou rychlostí a tím je umožněno rovnoměrné opékání masa ze všech stran.



Obr. 22.: Hřídele s umístěním ložisek a řetězových kol

Horní sada ložisek zachycuje pouze radiální sílu a je nalisována do druhé desky (obr.:23), která dělí část grilu s řetězovým rozvodem od té části, kde se nachází topné zařízení. Tato deska je do skříně rovněž přivařena. Nachází se v ní výřez pro vývod elektrického kabelu z topné tyče.

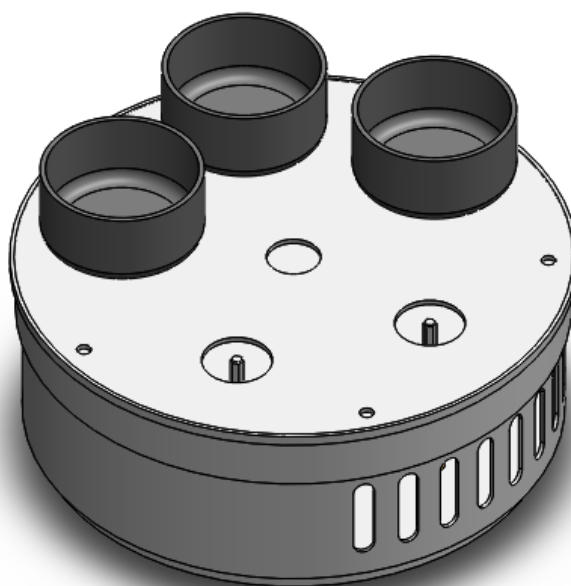


Obr. 23.: Nalisování ložisek v druhé desce

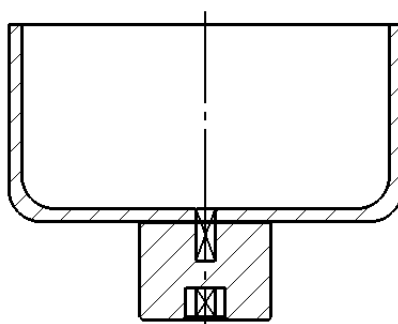
Nad druhou deskou se nachází víko (obr.:24), které je přivařeno k poslednímu osazení na skříni. Prostor, který vzniká mezi deskou a víkem je využit k vývodu elektrického kabelu z topného zařízení a zároveň chrání řetězový rozvod proti vlivům okolí, ať už to je tepelné zatížení či nečistoty plynoucí s používání přístroje.

Na šestihranech všech pěti tyčí jsou nasazeny kalíšky (obr.:25), které mají ve své spodní části šestihrannou díru a tak je na ně převáděn točivý pohyb. Kalíšky jsou zapuštěny pod povrch víka. Pokud je přístroj vypnutý lze je volně sundávat a nandávat, to usnadňuje jejich čištění, které je nutné, protože kalíšky slouží primárně k zachytávání mastnoty. Dále je ve víku kruhová díra uprostřed, ve které je umístěna topná tyč a pět děr, rozmístěných po obvodu víka, pomocí kterých jsou k víku přišroubovány opěrné tyče.

Kalíšky jsou vyrobeny z plechu tlustého 2 mm, ke kterému je přivařen kruhový podstavec se šestihrannou dírou.



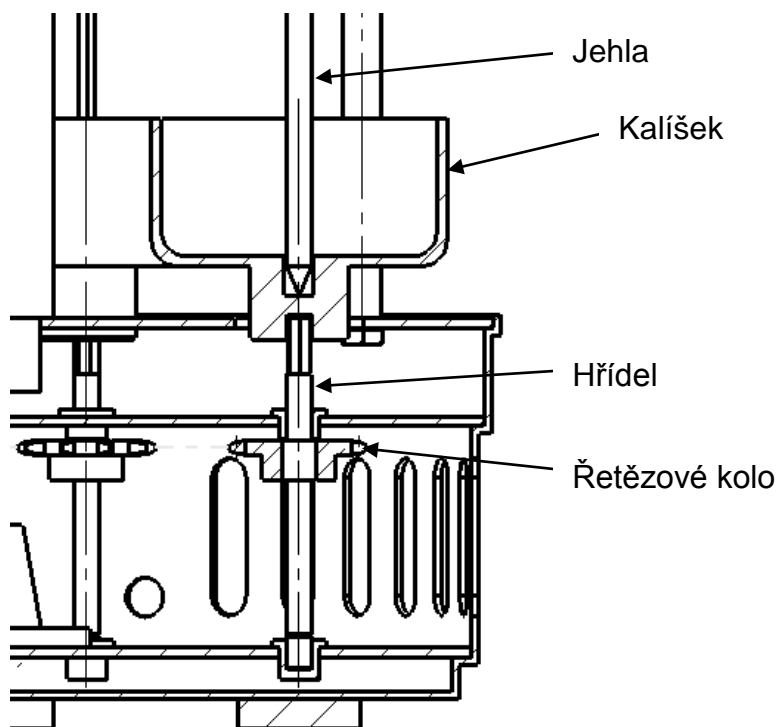
Obr. 24.: Víko a umístění kalíšků



Obr. 25.: Řez kalíškem



Z kalíšků se točivý moment přenáší na opékací jehly, které mají obdélníkový průřez a zastrkávají se do obdélníkové díry uvnitř kalíšku (obr.:26).



Obr. 26.: Pohled v řezu na hřídel, kalíšek a jehlu a jejich umístění v zařízení

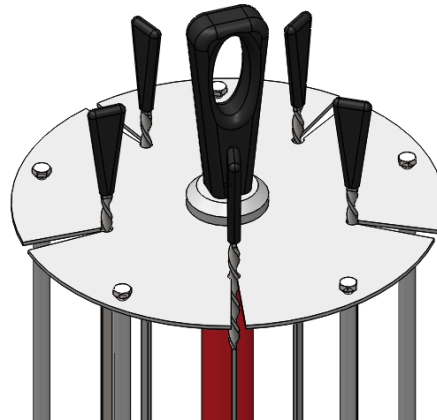
Jehla (obr.:27) je zakončena ostrou špičkou, aby bylo možno na ni lehce napíchnout kusy požadované potravy určené ke grilování. V horní části je jehla zkroucena do šroubovice, za kterou je chycena v horní části zařízení. Zářezy v plechu umožňují snadné vynadávání či nandávání jehly a zároveň její protáčení při chodu přístroje. Jehla je zakončena jednoduchým plastovým úchytem, který chrání uživatele před spálením.



Obr. 27.: Jehla

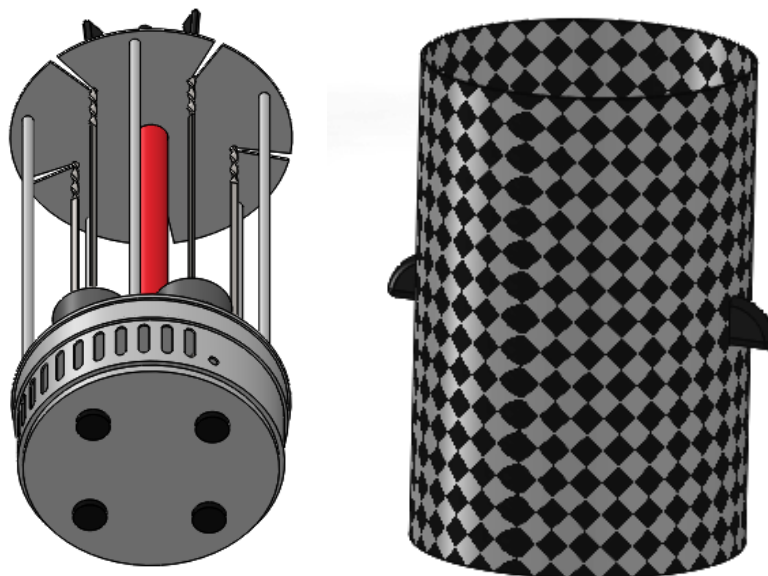
Horní nerezová deska (obr.:28) je přišroubována pěti šrouby velikosti M5x12 na opěrné tyče. Rozebíratelný spoj umožňuje výměnu topného zařízení v případě poruchy.

Na desce se rovněž nachází hlavní držák, za který je možno zdvihnout celé zařízení a tak ho jednoduše přenášet. Je vyroben, stejně jako držáky jednotlivých jehel, z plastu. Tento úchyt je připevněn šroubem, který se zašroubovává do závitů ve válci, přivařeném na horní desce. Pod tímto válcem je v desce kruhový otvor, který drží topné těleso v radiálním směru.



Obr. 28.: Horní část šašlikovače

Celé zařízení je vybaveno čtyřmi gumovými nožkami, přilepenými zespoda k hlavní skříni, které zabraňují klouzání po desce stolu. Jako příslušenství je k přístroji dodáván plášť z plechu, který lze při opékání masa nasadit a tím rapidně zvýšit ekonomičnost opékání, díky zabránění úniku tepla do okolí. K plášti jsou přišroubována dvě držadla z plastu.



Obr. 29.: Celkový pohled zespoda a plášť šašlikovače

## 7. Cenová bilance

V této kapitole se nachází součet cen všech součástí a polotovarů potřebných k sestavení šašlikovače. U polotovarů jsou ceny pouze orientační, protože pro malá množství jsou ceny materiálu často vyšší než při nákupu velkého množství a polotovary se většinou prodávají pouze v určitých množstvích, pro navrhované zařízení nevhodných.

Tab. 1.: Cenová bilance

<b>Součást</b>	<b>Cena [Kč]</b>
motor	390
topná tyč	322
nerezový materiál	882
kluzná ložiska	54
řetězová kola	180
řetěz	16
gumové podložky	1
spojovací materiál	13
plast do 3D tiskárny	60
řetězová kola	70
<b>Celkem</b>	<b>1988</b>

## 8. Závěr

V bakalářské práci jsem navrhla zařízení pro přípravu šašliků. Nejprve jsem uskutečnila průzkum na téma řetězových převodů a různých typů řetězů a dále průzkum trhu co se týče grilovacích zařízení. Po seznámení s konkurencí jsem přikročila k návrhu vlastní konstrukce

Jako první jsem se zabývala pohonem zařízení. Bylo potřeba vybrat pohonnou jednotku a zajistit přenos kroutícího momentu na hřídele šašlikovače. Ten je realizován řetězovým rozvodem z hnací hřídele na čtyři další hřídele. Bylo potřeba navrhnout připevnění řetězových kol na hřídelích, které jsem uskutečnila nalisováním. Uložení hřídelí je vyřešeno kluznými ložisky, která zachycují jak radiální, tak i axiální sílu.

Dále jsem navrhla celkový tvar šašlikovače, aby byl zároveň kompaktní, ale mohl pohodlně plnit svůj účel.

Na závěr byla provedena cenová bilance. I přes snahu nevybírat drahé součásti a polotovary přesahuje cena vybraného materiálu cenu na trhu běžně dostupných grilovacích zařízení podobného typu.

## 9. Použitá literatura

1. **BOLEK, A., KOCHMAN, J. A Kol.** *Části strojů 2. svazek.* Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1990. ISBN 80-03-00426-8.
2. **PALÁT, Hynek.** Řetězové převody. *Střední škola průmyslová.* [Online] 2011/2012. [Citace: 6. březen 2016.]  
[http://www.strojka.opava.cz/UserFiles/File/\\_sablony/SPS\\_III/VY\\_32\\_INOVACE\\_C-08-03.pdf](http://www.strojka.opava.cz/UserFiles/File/_sablony/SPS_III/VY_32_INOVACE_C-08-03.pdf).
3. Řetězové převody. *MORAVIAN CHAINS.* [Online] 2009. [Citace: 5. březen 2016.]  
<http://www.mch-retezy.cz/retezove-prevody/>.
4. **KŘIVÁNEK, Tomáš.** CONTRA Praha s.r.o. [Online] 2015. [Citace: 20. únor 2016.]  
[http://www.contra.cz/cz/retezovy\\_prevod.html](http://www.contra.cz/cz/retezovy_prevod.html).
5. **Alza.** *Alza cz. a .s.* [Online] [Citace: 24.. duben 2016.] <https://www.alza.cz/ecg-sg160-d362317.htm>.
6. **CGASTRO.** [Online] [Citace: 24.. duben 2016.] <http://cgastro.cz/grily-na-kurata-c102/elektricky-planetarni-gril-kromet-000-oe-6-3-spizy-6-kurat-i2036/>.
7. Výprodej levného zboží. [Online] 20.. duben 2016.  
<http://www.vyprodejlevnehozbozi.cz/detail/elektricky-otaceci-gril-na-spizy-shashlik-1/>.
8. **YAFI.** YAFI. [Online] [Citace: 11.. duben 2016.]  
[https://www.google.cz/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.yafi.cz%2Fuser%2Fshop%2Fbig%2F161\(3\).jpg%3F54849cbd&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.yafi.cz%2Fpro-ni%2Fdomaci-gril-na-kebab--gyros--spizy-a-cele-kure%2F&docid=GCmq7fPpenQ6WM&tbnid=Nsf-n4QNexE2RM%3A&w=1024&h=](https://www.google.cz/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.yafi.cz%2Fuser%2Fshop%2Fbig%2F161(3).jpg%3F54849cbd&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.yafi.cz%2Fpro-ni%2Fdomaci-gril-na-kebab--gyros--spizy-a-cele-kure%2F&docid=GCmq7fPpenQ6WM&tbnid=Nsf-n4QNexE2RM%3A&w=1024&h=)
9. **DISCOVERY.** [Online] [Citace: 9. Květen 2016.] <http://www.discovery-cb.cz/zrcadlo-keule-motorky-a-retezy/motor-pro-diskokouli-do-30cm-1.html>.
10. **Nadeta.** [Online] [Citace: 2. Červen 2016.] <http://www.nadeta.cz/nahradni-dily/ostatni-topna-telesa/topne-tyce/topna-tyc-1000w-keramika-l30cm-%5Bid%3D6012%5D.html?ItemIdx=6>.
11. **italinox.** CHARAKTERISTIKA KOROZIVZDORNÝCH MATERIÁLŮ A ZÁKLADNÍ INFORMACE O POUŽITÍ, ZPRACOVÁNÍ, SVAŘOVÁNÍ A MOŽNÉ KOROZI. [Online] [Citace: 18. Červen 2016.] <http://www.italinox.cz/?p1=plechy&p2=p6&p3=p2>.
12. **Nerezmateriál.** [Online] [Citace: 1. Červen 2016.]  
<http://www.nerezmaterial.cz/tyc-kruhova-pr-8-h9-wst-nr-1-4301-vyrobn-delka-6000>.
13. **Kovotip.** [Online] [Citace: 10. Červen 2016.] <http://www.kovotip.cz/57-nerez>.

14. **Midol.** Midol, Kluzná ložiska. [Online] [Citace: 11. Červen 2016.]  
<http://www.kluznaloziska.cz/kluzna-loziska-bronz-zelezo-ocel>.
15. **Arkov, Zboží.** [Online] [Citace: 18. Červen 2016.] <http://zbozi.arkov.cz/i/43859-phs-05b-1a9-retezovy-disk-8x3-z9-simplex-italy.html>.
16. **TYMA.** [Online] [Citace: 18. Červen 2016.]  
<http://www.tyma.cz/produkty/detail/retez-05b-1-din8187-8x3-63748/>.
17. **GUMEX.** [Online] [Citace: 10. Červen 2016.] <https://www.gumex.cz/pryz-a9506-pro-vseobecne-pouziti-27699.html>.
18. **Nerezka.** Nerezka, spojovací materiál. [Online] [Citace: 12. Červen 2016.]  
<http://www.nerezka.cz/podlozka-53-din-125a-a2/d-71186/>.
19. **laboratory, Computer.** clexpert. [Online] [Citace: 20. Červen 2016.]  
<http://www.clexpert.cz/3dtisk/plast/abs>.
20. **s.r.o., AMECO.** Ameco. [Online] [Citace: 20. Červen 2016.]  
<http://eshop.ameco.cz/vyrobek/62310500>.
21. **Uhlíř, Roman.** Tech-zpr-pro-studenty. [Online]

## 10. Seznam obrázků

- Obr. 1.: *Různá provedení řetězového převodu [1]*
- Obr. 2.: *Pouzdrový řetěz [1]*
- Obr. 3.: *Válečkový řetěz jednořadý, válečkový řetěz třířadý [1]*
- Obr. 4.: *Edwardův řetěz [1]*
- Obr. 5.: *Článekový řetěz [1]*
- Obr. 6.: *Gallův řetěz lehký, gallův řetěz těžký (se třemi destičkami na každé straně) [1]*
- Obr. 7.: *Elektrický gril ECG SG 160 1600W [5]*
- Obr. 8.: *Elektrický planetární gril KROMET 000.OE-6 [6]*
- Obr. 9.: *Gril na špízy SHASHLIK [7]*
- Obr. 10.: *Domácí vertikální gril [8]*
- Obr. 11.: *Motor [9]*
- Obr. 12.: *Topná tyč [10]*
- Obr. 13.: *Kluzné ložisko [14]*
- Obr. 14.: *Typ řetězového kola [15]*
- Obr. 15.: *Řetěz [16]*
- Obr. 16.: *Spojka [20]*
- Obr. 17.: *Diagram ČSN 01 4809*
- Obr. 18.: *Šašlikovač*
- Obr. 19.: *Skříň pro pohon grilu*
- Obr. 20.: *Upevnění motoru*
- Obr. 21.: *Nalisování kola na hřídeli a zvolené uložení*
- Obr. 22.: *Hřídele s umístěním ložisek a řetězových kol*
- Obr. 23.: *Nalisování ložisek v druhé desce*
- Obr. 24.: *Víko a umístění kalíšků*
- Obr. 25.: *Řez kalíškem*
- Obr. 26.: *Pohled v řezu na hřídel, kalíšek a jehlu a jejich umístění v zařízení*
- Obr. 27.: *Jehla*
- Obr. 28.: *Horní část šašlikovače*
- Obr. 29.: *Pohled zespoda a plášť šašlikovače*

## 11. Seznam tabulek

*Tab. 1.: Cenová bilance*



## 12. Seznam symbolů a zkratek

$P$	výkon [W]
$P_D$	diagramový výkon [W]
$\kappa \cdot \mu$	součinitele pro přepočítání na diagramový výkon
$t$	rozteč řetězu [mm]
$d_v$	průměr válečku řetězu [mm]
$z$	počet zubů
$z'$	výpočtový počet zubů
$i$	převodový poměr
$i'$	výpočtový převodový poměr
$D$	průměr roztečné kružnice [mm]
$D_f$	průměr patní kružnice [mm]
$D_a$	průměr hlavové kružnice [mm]
$B$	šířka zubu [mm]
$f$	součinitel tření
$d$	průměr hřídele [mm]
$M_k$	kroucí moment [Nm]
$M_t$	třecí moment [Nm]
$L$	funkční délka nalisování [mm]
$p$	tlak [Pa]
$C_N$	geometrická konstanta náboje
$E$	modul pružnosti v tahu [Pa]
$\Delta d$	přesah [mm]
$HMR$	horní mezní rozměr díry
$DMR$	horní mezní rozměr díry
$hmr$	dolní mezní rozměr hřídele
$dmr$	dolní mezní rozměr hřídele

## 13. Seznam příloh

### Výkresová dokumentace šašlikovače:

a) Sestava – šašlikovač	BP-2016-00
b) Kusovník	BP-2016-K
c) Skříň pohonu	BP-2016-01
d) Horní deska	BP-2016-02 – jen elektronicky
e) Kalíšek	BP-2016-03 – jen elektronicky
f) Jehla	BP-2016-04 – jen elektronicky
g) Dolní deska	BP-2016-05 – jen elektronicky
h) Prostřední deska	BP-2016-06
i) Víko	BP-2016-07
j) Hřídel motoru	BP-2016-08
k) Hřídel	BP-2016-09
l) Opěrná tyč	BP-2016-10