ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: B 2341 Strojírenství

Studijní zaměření: Konstrukce průmyslové techniky

# BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Frézovací zařízení pro velká vyložení

Autor: **Martin ŘEZÁČEK**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Jaroslav KRÁTKÝ, Ph.D.**

Akademický rok 2015/2016

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
**Fakulta strojní**
Akademický rok: **2015/2016**

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

| | |
|---|---|
| Jméno a příjmení: | **Martin ŘEZÁČEK** |
| Osobní číslo: | **S15B0171K** |
| Studijní program: | **B2341 Strojírenství** |
| Studijní obor: | **Konstrukce průmyslové techniky** |
| Název tématu: | **Frézovací zařízení pro velká vyložení** |
| Zadávající katedra: | **Katedra konstruování strojů** |

Zásady pro vypracování:

Základní požadavky:
Zpracujte tématiku příslušenství vodorovných vyvrtávaček pro frézovací operace.

Základní technické údaje:
Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Popis a příslušenství horizontální vyvrtávačky.
2. Frézovací příslušenství.
3. Funkční části frézovacího příslušenství.
4. Obecné postupy výpočtů k dané tématice.
5. Konstrukční návrh frézovací hlavy.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**

Rozsah kvalifikační práce: **30-40 stran A4**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J.** *Příručka strojního inženýra 1*. **Brno: Computer Press, 1999**

**KUBÍČEK, J.** *Konstrukce a výpočty obráběcích strojů*. **Plzeň: ZČU, 1994**

**LAŠOVÁ, V.** *Základy stavby obráběcích strojů*. **Plzeň: ZČU, 2012**

*Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.*

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Jaroslav Krátký, Ph.D.**
Katedra konstruování strojů

Konzultant bakalářské práce: **Doc. Ing. Jaroslav Krátký, Ph.D.**
Katedra konstruování strojů

Datum zadání bakalářské práce: **21. září 2015**

Termín odevzdání bakalářské práce: **20. května 2016**

Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan

Západočeská univerzita v Plzni
L.S.
Fakulta strojní

Doc. Ing. Václava Lašová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 21. září 2015

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou/diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou/diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské/diplomové práce.

V Plzni dne: …….  . . . . . .

podpis autora

# ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

| | | | |
|---|---|---|---|
| **AUTOR** | **Příjmení**<br>Řezáček | **Jméno**<br>Martin | |
| **STUDIJNÍ OBOR** | 2341R001/40 „Konstrukce průmyslové techniky“ | | |
| **VEDOUCÍ PRÁCE** | **Příjmení (včetně titulů)**<br>Doc. Ing. Krátký, Ph.D. | **Jméno**<br>Jaroslav | |
| **PRACOVIŠTĚ** | ZČU - FST - KKS | | |
| **DRUH PRÁCE** | **BAKALÁŘSKÁ** | ~~**DIPLOMOVÁ**~~ | **Nehodící se škrtněte** |
| **NÁZEV PRÁCE** | Frézovací zařízení pro velká vyložení. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **FAKULTA** | strojní | | **KATEDRA** | KKS | **ROK ODEVZD.** | 2016 |

**POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CELKEM** | 114 | | **TEXTOVÁ ČÁST** | 42 | **GRAFICKÁ ČÁST** | 18 |

| | |
|---|---|
| **STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)**<br><br>**ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY** | Bakalářská práce obsahuje zpracování příslušenství vodorovných vyvrtávaček pro frézovací operace,včetně konstrukčního návrhu, výkresů a výpočtů frézovací hlavy. |
| **KLÍČOVÁ SLOVA**<br><br>**ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE** | Vodorovná (horizontální) vyvrtávačka, frézovací operace, frézovací příslušenství, frézovací hlava |

# SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

| | | | |
|---|---|---|---|
| **AUTHOR** | **Surname**<br>Řezáček | **Name**<br>Martin | |
| **FIELD OF STUDY** | 2341R001/40 „Design of Manufacturing Machines and Equipment“ | | |
| **SUPERVISOR** | **Surname (Inclusive of Degrees)**<br>Doc. Ing.Krátký,Ph.D. | **Name**<br>Jaroslav | |
| **INSTITUTION** | ZČU - FST - KKS | | |
| **TYPE OF WORK** | **BACHELOR** | ~~**DIPLOMA**~~ | **Delete when not applicable** |
| **TITLE OF THE WORK** | Milling equipment for unloading large. | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **FACULTY** | Mechanical Engineering | **DEPARTMENT** | KKS | **SUBMITTED IN** | 2016 |

**NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **TOTALLY** | 114 | **TEXT PART** | 42 | **GRAPHICAL PART** | 18 |

| | |
|---|---|
| **BRIEF DESCRIPTION**<br><br>**TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS** | Bachelor work includes processing equipment for horizontal boring and milling operations, including engineering design, drawings and calculations of the milling head. |
| **KEY WORDS** | Horizontal , boring, milling operations, milling equipment, milling head |

# Obsah

1Úvod....10
2Horizontální vyvrtávačky....11
2.1Dělení horizontek:....12
2.1.1Podle průměru vrtacího vřetene....12
2.1.2Podle koncepce....12
2.1.3Podle způsobu řízení....12
2.2Stolové horizontky....13
2.2.1Lože....14
2.2.2Stojan....14
2.2.3Vřeteník....14
2.3Deskové horizontky....14
3Příslušenství horizontálních vyvrtávaček....15
3.1ATC- automatická výměna nástrojů....15
3.2Chlazení nástrojů....15
3.3APC – automatický systém výměny palet....15
3.4Lícní desky....15
3.5Přídavné otočné stoly....15
3.6Frézovací zařízení....15
3.7Frézovací příslušenství....16
3.7.1Tuhost frézovací hlavy....16
3.7.2Házivost frézovací hlavy....16
3.7.3Vysoká přesnost chodu....16
3.7.4Tepelné ztráty....16
3.8Rozdělení frézovacích hlav:....16
3.8.1Dle způsobu náhonu....16
3.8.2Dle způsobu nastavení polohy vřetena....16
3.8.3Dle možného způsobu nasazení frézovací hlavy na stroj....16
3.9 Frézovací hlavy z produkce TOS Varnsdorf....17
3.10Frézovací hlavy z produkce ŠKODA MACHINE TOOL....19
4Funkční části frézovací hlavy....22
4.1Rám....23
4.2Mechanismus natáčení....24
4.3Připevnění ke stroji....25
4.4Hlavní pohon....26
5Obecné výpočty součástí....28
5.1Výpočet ložisek....28
5.2Výpočet ozubených kol....31
5.2.1Návrh modulu podle Bacha....31
5.2.2Vzorce pro výpočet čelních ozubených kol....32
5.2.3Napětí v hřídeli....33
5.2.4Tuhost skříně....33
6Konstrukční návrh zařízení....34
6.1Zadané parametry frézovací hlavy....34
6.2Zatěžovací stavy....34
6.3Návrh a kontrola převodových prvků....35

6.4Konstrukce vřetene....35
6.5Návrh hlavního pohonu....36
6.6Upínač nástrojů....37
Konečný konstrukční návrh frézovacího zařízení....37
7Pevnostní analýza....38
8Závěr....39
9Literatura a internetové zdroje....40
10Seznam příloh vevázaných do BP....42
11Výkresová dokumentace....42

## Důležité fyzikální veličiny a jejich jednotky

- výběr z ČSN ISO 31-0 01 1300 až ČSN ISO 31-4 01 1300 [Veličiny 1994]
- výběr z dalších zdrojů a konvencí

| NÁZEV VELIČINY | Obecně | | Doporučeno pro FST | |
|---|---|---|---|---|
| | ZNAČKA VELIČINY | MEZIN. ZNAČKA JEDNOTKY SI vč. jejich dekadických násobků/dílů a uznané CIPM | ZNAČKA VELIČINY | MEZIN. ZNAČKA JEDNOTKY SI, dekadické nás./díly SI a uznané CIPM |
| **Část 3: Mechanika** | **ČSN ISO 31-3** 01 1300 (výběr) | | | |
| hmotnost | $m$ | kg | $m$ | kg |
| (objemová hmotnost), hustota (hmotnosti) | $\rho$ | $kg/m^3$ | $\rho$ | $kg/m^3$ |
| moment setrvačnosti | $I, J$ | $kg \cdot m^2$ | $J$ | $kg \cdot m^2$ |
| síla | $F$ | N | $F$ | N |
| tíha, tíhová síla | $F_g$, (G), (P), (W) | | $F_g$ | |
| moment síly | $M$ | N · m | $M$ | N · m, N · mm |
| moment dvojice | $M$ | | M | |
| točivý moment | $M, T$ | | $M_t$ | |
| tlak | $p$ | Pa | $p$ | MPa |
| normálové napětí | $\sigma$ | | $\sigma$ | |
| (smykové napětí), tečné napětí *(konvence)* | $\tau$ | | $\tau$ | |
| poměrné prodloužení | $\varepsilon, e$ | 1 | $\varepsilon$ | 1 |
| zkos | $\gamma$ | | $\gamma$ | |
| (Poissonův poměr), Poissonovo číslo | $\mu, \nu$ | 1 | $\mu$ | 1 |
| modul pružnosti v tahu | $E$ | Pa | $E$ | MPa |
| modul pružn. ve smyku | $G$ | | $G$ | |
| (osový) kvadratický moment průřezu | $I_a$, I | $m^4$ | I | $mm^4$ |
| polární (kvadratický) moment průřezu | $I_p$ | $m^4$ | $I_p$ | $mm^4$ |
| průřezový modul | $Z, W$ | $m^3$ | $W$ | $mm^3$ |
| dynam. součinitel tření | μ, (f) | 1 | f | 1 |
| statický součinitel tření | $\mu_s$, ($f_s$) | | $f_s$ | |
| (dynamická) viskozita | $\eta$ | Pa · s | $\eta$ | Pa · s |
| kinematická viskozita | $\nu$ | $m^2/s$ | $\nu$ | $m^2/s$ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| energie | $E$ | J | $E$ | J |
| práce | $W$, ($A$) | | $A$ | |
| potenciální energie | $E_{p,}$ $V$, $\boldsymbol{\Phi}$ | | $E_p$ | |
| kinetická energie | $E_{k,}$ $T$ | | $E_k$ | |
| výkon | $P$ | W | $P$ | W, kW, MW |
| účinnost | $\eta$ | 1 | $\eta$ | 1 |

| NÁZEV VELIČINY | Obecně | | Doporučeno pro FST | |
|---|---|---|---|---|
| | ZNAČKA VELIČINY | MEZIN. ZNAČKA JEDNOTKY SI vč. jejich dekadických násobků/dílů a uznané CIPM | ZNAČKA VELIČINY | MEZIN. ZNAČKA JEDNOTKY SI, dekadické nás./díly SI a uznané CIPM |
| **Část 5: Různé (a)** | **Další zdroje a konvence** (výběr) | | | |
| posunutí od deformace | $u$ | m | $u$ | mm |
| natočení od deformace | $\varphi$ | rad | $\varphi$ | rad |
| tuhost | $k$ | N/m | $k$ | N/mm, N/m, N/μm |
| podajnost | $p$ | m/N | $p$ | mm/N, m/N, μm/N |
| viskozní tlumení | $b$ | N · s/m | $b$ | N · s/m |
| torzní tuhost | $k_\varphi$ | N · m/rad | $k_\varphi$ | N · mm/rad, N · m/rad |
| torzní poddajnost | $p_\varphi$ | rad/(N · m) | $p_\varphi$ | rad/(N · mm), rad/(N · m) |
| torzní viskozní tlumení | $b_\varphi$ | N · m · s/rad | $b_\varphi$ | N · m · s/rad |
| dovolená hodnota pro tlak | $p_D$ | Pa | $p_D$ | MPa |
| mez pevnosti pro normálová napětí | $\sigma_p$ | | $\sigma_p$ | |
| - mez pevnosti v tahu | $R_m$, $\sigma_{pt}$ | | $\sigma_{pt}$, $R_m$ | |
| mez kluzu pro normálová napětí | $\sigma_k$ | | $\sigma_k$ | |
| - mez kluzu v tahu | $R_e$, $\sigma_{kt}$ | | $\sigma_{kt}$, $R_e$ | |
| mez úměrnosti pro normálová napětí | $\sigma_u$ | | $\sigma_u$ | |
| dovolená hodnota pro stat. normál. napětí | $\sigma_D$ | | $\sigma_D$ | |
| (základní) mez únavy pro normálová napětí | $\sigma_C$ | | $\sigma_C$ | |
| mez únavy pro vrub pro normálová napětí | $\sigma_C^*$ | | $\sigma_C^*$ | |
| mez pevnosti pro tečná napětí | $\tau_p$ | | $\tau_p$ | |
| mez kluzu pro tečná napětí | $\tau_k$ | | $\tau_k$ | |
| dovolená hodnota pro stat. tečná napětí | $\tau_D$ | | $\tau_D$ | |
| (základní) mez únavy pro tečná napětí | $\tau_C$ | | $\tau_C$ | |
| mez únavy pro vrub pro tečná napětí | $\tau_C^*$ | | $\tau_C^*$ | |

# 1 Úvod

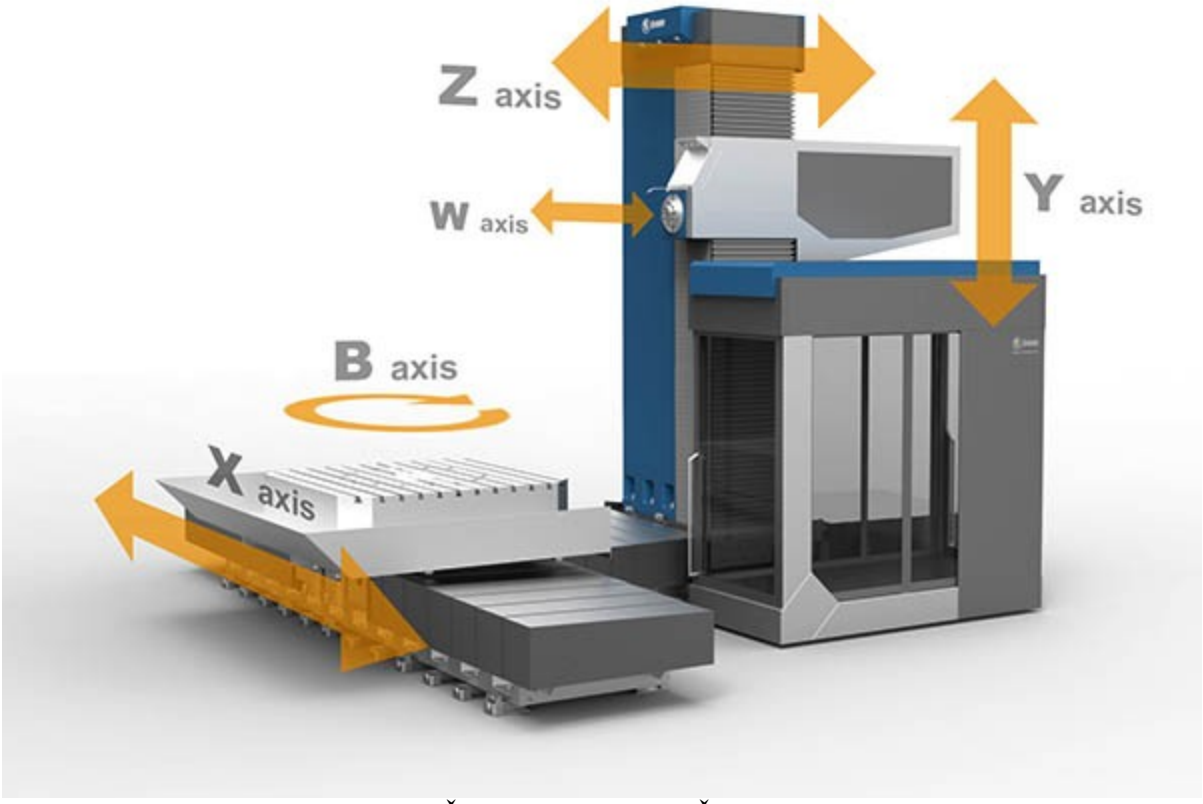
Tématem bakalářské práce je frézovací zařízení pro velká vyložení.Zpracovávám rešerši vodorovných vyvrtávaček, včetně jejich příslušenství, zvláště pak frézovacích zařízení.Uvádím základní technické údaje a parametry ze zdrojů dvou největších výrobců u nás.Hlavním cílem je navrhnout frézovací hlavu dle zadaných paramertů, včetně výpočtů, 3D modelu, pevnostní analýzy a výkresů.Výpočty pohonného mechanizmu jsou provedeny v programu PREV, 3D model v programu Autodesk Inventor 2013 a pevnostní analýza v programu Autodesk Inventor 2016.Veškerá dokumentace je přiložena v příloze.

# 2 HORIZONTÁLNÍ VYVRTÁVAČKY

V minulých patnácti či dvaceti letech se rozdělovaly obráběcí stroje podle striktně daných pravidel na jednotlivé kategorie.Soustruhy, vrtačky, brusky, frézky, hoblovky, vyvrtávačky, obrážečky a protahovačky.Soustruhy nám obrábějí rotační plochy a součásti, vrtačky slouží k vrtání děr, obrábění vrtákem, výstružníkem či k řezání závitů.Na frézkách lze obrábět tvarově složitá tělesa nebo rovinné plochy, atd.Ovšem v posledních dvou desetiletích se třískové obrábění ubírá zcela jiným směrem.Obrovský význam dle průzkumu zákazníků má přesnost, univerzálnost stroje a samozřejmě neustálé snižování nákladů na obrobek.Většina třískového obrábění se provádí nástrojem ve vodorovné poloze, tudíž se budu zabývat jedním z nejvíce univerzálním strojem.Tím je zcela jistě vodorovná vyvrtávačka-horizontka.

Co jsou to vlastně univerzální vodorovné vyvrtávačky (horizontky)?

Jsou to vysoce univerzální stroje s velkým vyložením, kde hlavním řezným pohybem je otáčení nástroje a vedlejší pohyb je posuvný.Koná ho nástroj i upnutý obrobek.




Obr.1 : Posuvy vyvrtávačky Škoda HCW 1000 [ŠKODA MACHINE TOOL 10/ 2015 ]

Na horizontce lze vykonávat tyto operace :

- vrtat šroubovým vrtákem či vystružovat
- vyvrtávat přesné otvory nožem
- řezat vnější i vnitřní závity
- frézovat čelními frézami
- frézovat a vyvrtávat s pomocí přídavných zařízení
- soustružit a srovnávat čelní plochy
- soustružit vnější i vnitřní válcové plochy a kuželové plochy

## 2.1 Dělení horizontek:

### 2.1.1 Podle průměru vrtacího vřetene

- malé-do 80 mm
- střední-do 160 mm
- těžké-do 300 mm

### 2.1.2 Podle koncepce

- stolové
- deskové
- s příčným stolem
- přenosné

### 2.1.3 Podle způsobu řízení

- manuální
- poloautomatické ( NC stroje )
- automatické ( CNC stroje )

## 2.2 STOLOVÉ HORIZONTKY

Rám stolové horizontky je složen z pevného lože, stojanu a vřeteníku.

Obr 1.1 : Stolová vyvrtávačka WHN 110 [TOS VARNSDORF 10/ 2015 ]

### 2.2.1 Lože

Je hlavní nosnou částí.Musí být vysoce tuhé, proto ho musíme žebrovat.Materiálem je nejčastěji litinový odlitek, popřípadě svařenec.

### 2.2.2 Stojan

Je to dutý odlitek, opět žebrovaný. Díky konstrukci vysoce tuhý . Je opatřen vodícími dráhami pro svislý posuv vřeteníku.

### 2.2.3 Vřeteník

Z vřeteníku se vysouvá vřeteno.Vnitřní část vřeteníku nese masívní smykadlo nebo pinola. Hmotnost vřeteníku se vyvažuje protizávažím, vedeným ve stojanu a zavěšeným na lanech.Do vřetena se upínají nástroje nebo na pinolu frézovací příslušenství.

## 2.3 DESKOVÉ HORIZONTKY

Rám deskových horizontek je trochu odlišný. Rozdíl je ve stojanu, který je posuvný po loži. Po stojanu se opět svisle pohybuje vřeteník s vodorovně výsuvným smykadlem nebo pinolou a výsuvným vřetenem.U stolových horizontek je stojan pohyblivý, tudíž musíme dbát na jeho tuhost a stabilitu. Tíha vřeteníku může být kompenzována pomocí dusíkových válců, které jsou upevněny na stojanu.

Obr 1.2 : Vyvrtávačka HCW-2-holland [ŠKODA MACHINE TOOL 10/ 2015 ]

# 3 PŘÍSLUŠENSTVÍ HORIZONTÁLNÍCH VYVRTÁVAČEK

Vodorovné vyvrtávačky mohou být doplněny o celou řadu příslušenství.

## 3.1 ATC- automatická výměna nástrojů

Toto zařízení výrazně zkracuje čas výrobního cyklu a automatizuje obrábění. Většinou bývá umístěno na zadní stěně stojanu a výměna se provádí otočnou rukou ( chapačem ). Nástroje jsou uloženy v zásobníku, který je tvořen řetězem s umělohmotnými držáky.

## 3.2 Chlazení nástrojů

Slouží ke snížení teploty nástroje při obrábění a oplachu třísek z obrobené plochy. Může být buď nízkotlaké ( vnější ) nebo vysokotlaké ( vnitřkem vřetena a nástroje ).

## 3.3 APC – automatický systém výměny palet

Snižuje neproduktivní vedlejší časy při obrábění. Pokud se na jedné paletě obrábí, může se z druhé palety odebrat hotový výrobek a upnout další polotovar pro obrábění. Systém možno použít na dvě, ale dle přání zákazníka i na větší počet palet. Cyklus výměny probíhá cca 100 sekund.

## 3.4 Lícní desky

Slouží k obrábění vnitřních a vnějších kuželových i jinak tvarovaných ploch velkých průměrů a k čelnímu soustružení. Vyznačují se automatickým řízením polohy šoupátka.

## 3.5 Přídavné otočné stoly

Používají se k upnutí obrobku a otočení do požadované pozice. Jejich části jsou vyrobeny ze šedé litiny nebo železného svařence. Řízení a ovládání stolu je integrováno do CNC řízení stroje. Nejmodernější stoly mají nejen přesné polohování 4 x 90°, ale i na jiné polohy s inkrementem 0,001°. Jako zvláštní výbava existuje ještě tzv. sklopný stůl, kde naklápění je prováděno hydraulicky.

## 3.6 Frézovací zařízení

Umožňují frézovat celou řadou nástrojů. Hojně se využívají i jako přídavná zařízení k soustruhům . Nazývají se frézovací hlavy. Tato zařízení podrobně popíši v další kapitole této práce.

Dalšími zařízeními, která stojí za zmínku jsou vyvrtávací zařízení, sloužící k vyvrtávání otvorů velkého průměru, dopravník třísek k odvodu třísek do kontejnéru, upínací úhelníky, zásobník automatického příslušenství, vřetenové nástavce atd.

## 3.7 FRÉZOVACÍ PŘÍSLUŠENSTVÍ

Frézovací příslušenství k vyvrtávačkám slouží k dokončování tvarově složitých obrobků, k výkonnému frézování nakloněných ploch, frézování a vrtání horní strany obrobku či k obrábění lehko obrobitelných materiálů, zhotovení vnitřních a vnějších závitů, drážek atd.

Na frézovací hlavy jsou kladeny vysoké nároky.Nejzákladnější požadavky jsou:

### 3.7.1 Tuhost frézovací hlavy

Tuhost má obrovský vliv na přesnost obrábění a dynamickou stabilitu stroje. Tuhost je nejčastěji uváděna v místě upevnění nástroje, to jest na předním konci hlavy.

### 3.7.2 Házivost frézovací hlavy

Házivost hlavy bez obrábění nesmí být zdrojem periodického buzení ani jiných nežádoucích vlivů. Házivost se kontroluje na měřícím trnu upevněným v upínacím kuželu frézovací hlavy.

### 3.7.3 Vysoká přesnost chodu

Je určena velikostí radiálního a axiálního házení . Dalším požadavkem je dokonalé vedení, protože hlava nesmí samovolně měnit polohu v prostoru a co nejmenší ztráty v uložení .

### 3.7.4 Tepelné ztráty

Vlivem otáčení vřetene dochází k zahřívání ložisek a převodových mechanismů.Tepelné ztráty v uložení musí být co nejmenší.

## 3.8 Rozdělení frézovacích hlav:

### 3.8.1 Dle způsobu náhonu

- s náhonem od vřetena stroje
- s elektrovřetenem

### 3.8.2 Dle způsobu nastavení polohy vřetena

- ručně stavitelné
- automaticky polohované
- souvisle řízené

### 3.8.3 Dle možného způsobu nasazení frézovací hlavy na stroj

- ruční aplikace
- poloautomatické
- automatické

Největšími výrobci frézovacích zařízení u nás jsou ŠKODA MACHINE TOOL Plzeň ,

TOS Varnsdorf a za zmínku stojí i společnost FERMAT ( bývalý Strojtos ) Lipník.

## 3.9 Frézovací hlavy z produkce TOS Varnsdorf

**HPR 50 - hlava frézovací pravoúhlá ruční**

- ruční, poloautomatické nebo automatické nasazení na stroj
- ruční polohování a zpevňování
- ruční upínání nástroje do hlavy

**3 000 min-1 / 25 kW / 1 200 Nm**

Obr 2

**HUR 50 - hlava frézovací univerzální ručně polohovaná**

- ruční, poloautomatické nebo automatické nasazení na stroj
- ruční polohování a zpevňování
- ruční upínání nástroje do hlavy

**3 000 min-1 / 20 kW / 1 000 Nm**

Obr 2.1

**HUI 50 - hlava frézovací univerzální automaticky indexovaná**

- automatické nasazení na stroj
- automatické polohování a zpevňování
- ruční nebo automatické upínání nástroje do hlavy

**3 000 min-1 / 32 kW / 1 000 Nm**

Obr 2.2

**HPI 50 - hlava frézovací 1osá pravoúhlá automaticky indexovaná**

- poloautomatické nebo automatické nasazení na stroj
- automatické polohování a zpevňování
- ruční nebo automatické upínání nástroje do hlavy

**4 000 min-1 / 37 kW / 1 200 Nm**

Obr 2.3

**HPIT 50 - hlava frézovací těžká 1osá pravoúhlá automaticky indexovaná**

- poloautomatické nebo automatické nasazení na stroj
- automatické polohování a zpevňování
- ruční nebo automatické upínání nástroje do hlavy

**2 500 min-1 / 70 kW / 2 500 Nm**

Obr 2.4

**HOI 50 - hlava frézovací 2osá ortogonální automaticky indexovaná**

- automatické nebo trvalé nasazení na stroj
- automatické polohování a zpevňování
- ruční nebo automatické upínání nástroje do hlavy

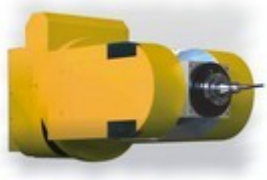
**4 000 min-1 / 37 kW / 1 200 Nm**

Obr 2.5

**HV/V - frézovací hlava vidlicová s náhonem od vřetena stroje**

- automatické nasazení na stroj
- automatické polohování a zpevňování
- ruční nebo automatické upínání nástroje do hlavy

**3 500 min-1 / 22 kW / 500 Nm**



Obr 2.6

**HV/E-H - frézovací hlava vidlicová s elektrovřetenem**

- automatické nebo trvalé nasazení na stroj
- automatické polohování a zpevňování
- ruční nebo automatické upínání nástroje do hlavy

**20 000 min-1 / 43 kW / 120 Nm**

Obr 2.7

**FX 300-04 - zrychlovací hlava**

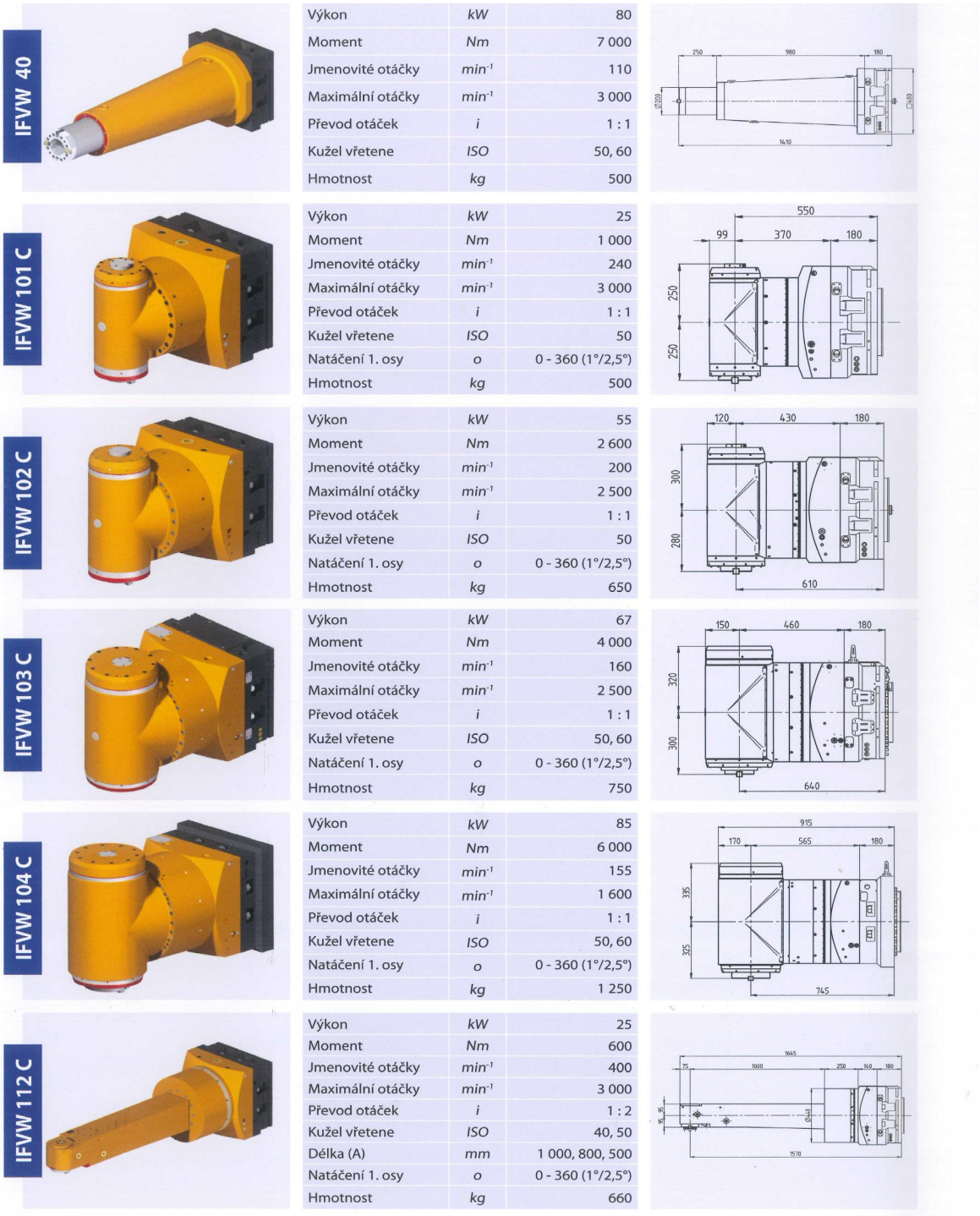
- ruční, poloautomatické nebo automatické nasazení na stroj
- možnost zvýšení otáček pracovního vřetena stroje v poměru 1:4 pro maximalizaci využití řezných podmínek nástroje

**až 8 000 min-1 / 20 kW / 405 Nm**

Obr 2.8

Obr 2 – 2.8 : Frézovací příslušenství [TOS Varnsdorf 11/ 2015 ]

## 3.10 Frézovací hlavy z produkce ŠKODA MACHINE TOOL



**IFVW 40**

| | | |
|---|---|---|
| Výkon | kW | 80 |
| Moment | Nm | 7 000 |
| Jmenovité otáčky | $min^{-1}$ | 110 |
| Maximální otáčky | $min^{-1}$ | 3 000 |
| Převod otáček | i | 1 : 1 |
| Kužel vřetene | ISO | 50, 60 |
| Hmotnost | kg | 500 |

**IFVW 101 C**

| | | |
|---|---|---|
| Výkon | kW | 25 |
| Moment | Nm | 1 000 |
| Jmenovité otáčky | $min^{-1}$ | 240 |
| Maximální otáčky | $min^{-1}$ | 3 000 |
| Převod otáček | i | 1 : 1 |
| Kužel vřetene | ISO | 50 |
| Natáčení 1. osy | o | 0 - 360 (1°/2,5°) |
| Hmotnost | kg | 500 |

**IFVW 102 C**

| | | |
|---|---|---|
| Výkon | kW | 55 |
| Moment | Nm | 2 600 |
| Jmenovité otáčky | $min^{-1}$ | 200 |
| Maximální otáčky | $min^{-1}$ | 2 500 |
| Převod otáček | i | 1 : 1 |
| Kužel vřetene | ISO | 50 |
| Natáčení 1. osy | o | 0 - 360 (1°/2,5°) |
| Hmotnost | kg | 650 |

**IFVW 103 C**

| | | |
|---|---|---|
| Výkon | kW | 67 |
| Moment | Nm | 4 000 |
| Jmenovité otáčky | $min^{-1}$ | 160 |
| Maximální otáčky | $min^{-1}$ | 2 500 |
| Převod otáček | i | 1 : 1 |
| Kužel vřetene | ISO | 50, 60 |
| Natáčení 1. osy | o | 0 - 360 (1°/2,5°) |
| Hmotnost | kg | 750 |

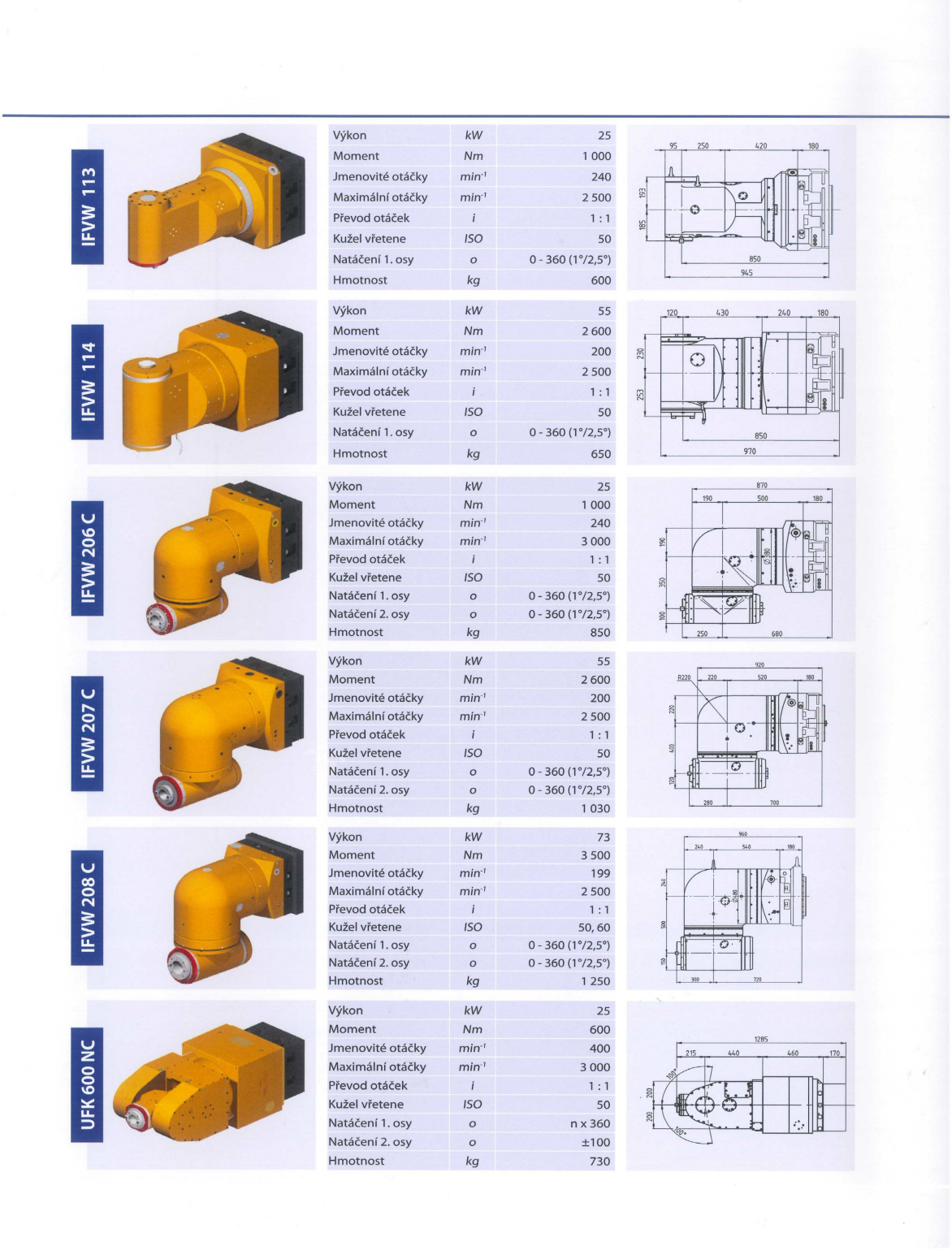
**IFVW 104 C**

| | | |
|---|---|---|
| Výkon | kW | 85 |
| Moment | Nm | 6 000 |
| Jmenovité otáčky | $min^{-1}$ | 155 |
| Maximální otáčky | $min^{-1}$ | 1 600 |
| Převod otáček | i | 1 : 1 |
| Kužel vřetene | ISO | 50, 60 |
| Natáčení 1. osy | o | 0 - 360 (1°/2,5°) |
| Hmotnost | kg | 1 250 |

**IFVW 112 C**

| | | |
|---|---|---|
| Výkon | kW | 25 |
| Moment | Nm | 600 |
| Jmenovité otáčky | $min^{-1}$ | 400 |
| Maximální otáčky | $min^{-1}$ | 3 000 |
| Převod otáček | i | 1 : 2 |
| Kužel vřetene | ISO | 40, 50 |
| Délka (A) | mm | 1 000, 800, 500 |
| Natáčení 1. osy | o | 0 - 360 (1°/2,5°) |
| Hmotnost | kg | 660 |

Obr 2.9 : Frézovací příslušenství [ŠKODA MACHINE TOOL 11/ 2015]



**IFVW 113**

| | | |
|---|---|---|
| Výkon | kW | 25 |
| Moment | Nm | 1 000 |
| Jmenovité otáčky | $min^{-1}$ | 240 |
| Maximální otáčky | $min^{-1}$ | 2 500 |
| Převod otáček | i | 1 : 1 |
| Kužel vřetene | ISO | 50 |
| Natáčení 1. osy | o | 0 - 360 (1°/2,5°) |
| Hmotnost | kg | 600 |

**IFVW 114**

| | | |
|---|---|---|
| Výkon | kW | 55 |
| Moment | Nm | 2 600 |
| Jmenovité otáčky | $min^{-1}$ | 200 |
| Maximální otáčky | $min^{-1}$ | 2 500 |
| Převod otáček | i | 1 : 1 |
| Kužel vřetene | ISO | 50 |
| Natáčení 1. osy | o | 0 - 360 (1°/2,5°) |
| Hmotnost | kg | 650 |

**IFVW 206 C**

| | | |
|---|---|---|
| Výkon | kW | 25 |
| Moment | Nm | 1 000 |
| Jmenovité otáčky | $min^{-1}$ | 240 |
| Maximální otáčky | $min^{-1}$ | 3 000 |
| Převod otáček | i | 1 : 1 |
| Kužel vřetene | ISO | 50 |
| Natáčení 1. osy | o | 0 - 360 (1°/2,5°) |
| Natáčení 2. osy | o | 0 - 360 (1°/2,5°) |
| Hmotnost | kg | 850 |

**IFVW 207 C**

| | | |
|---|---|---|
| Výkon | kW | 55 |
| Moment | Nm | 2 600 |
| Jmenovité otáčky | $min^{-1}$ | 200 |
| Maximální otáčky | $min^{-1}$ | 2 500 |
| Převod otáček | i | 1 : 1 |
| Kužel vřetene | ISO | 50 |
| Natáčení 1. osy | o | 0 - 360 (1°/2,5°) |
| Natáčení 2. osy | o | 0 - 360 (1°/2,5°) |
| Hmotnost | kg | 1 030 |

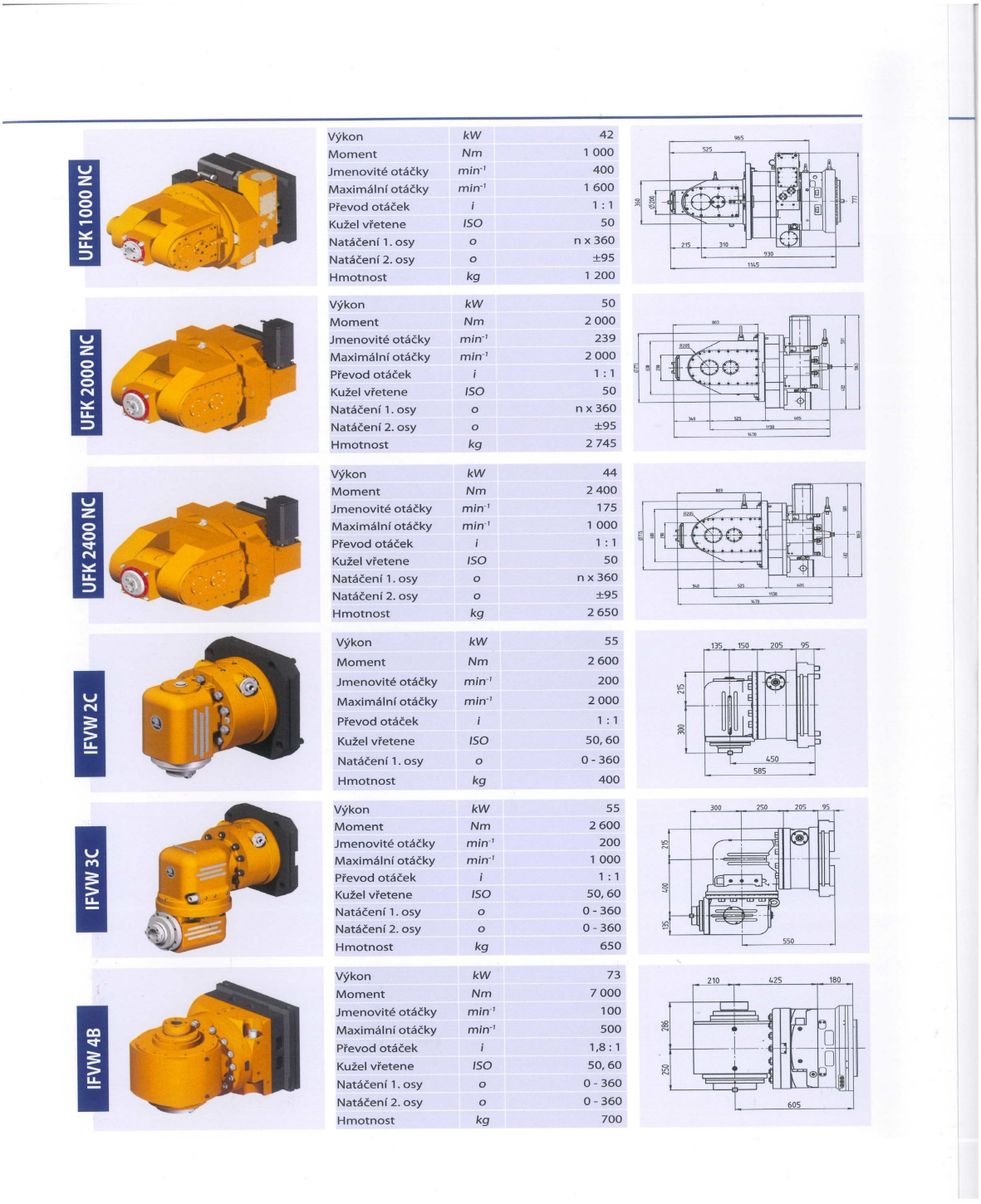
**IFVW 208 C**

| | | |
|---|---|---|
| Výkon | kW | 73 |
| Moment | Nm | 3 500 |
| Jmenovité otáčky | $min^{-1}$ | 199 |
| Maximální otáčky | $min^{-1}$ | 2 500 |
| Převod otáček | i | 1 : 1 |
| Kužel vřetene | ISO | 50, 60 |
| Natáčení 1. osy | o | 0 - 360 (1°/2,5°) |
| Natáčení 2. osy | o | 0 - 360 (1°/2,5°) |
| Hmotnost | kg | 1 250 |

**UFK 600 NC**

| | | |
|---|---|---|
| Výkon | kW | 25 |
| Moment | Nm | 600 |
| Jmenovité otáčky | $min^{-1}$ | 400 |
| Maximální otáčky | $min^{-1}$ | 3 000 |
| Převod otáček | i | 1 : 1 |
| Kužel vřetene | ISO | 50 |
| Natáčení 1. osy | o | n x 360 |
| Natáčení 2. osy | o | ±100 |
| Hmotnost | kg | 730 |

Obr 2.10 : Frézovací příslušenství [ŠKODA MACHINE TOOL 11/ 2015]

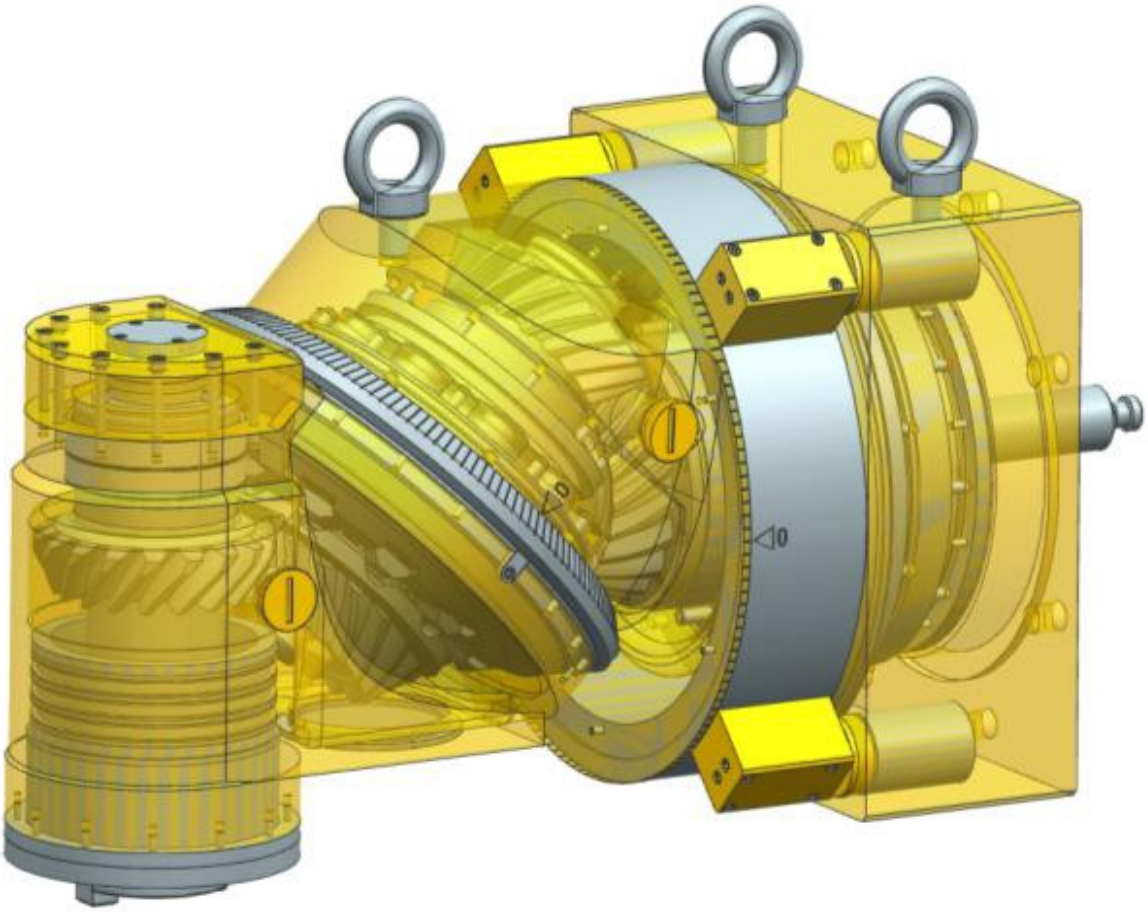


| | | | |
|---|---|---|---|
| UFK 1000 NC | Výkon | kW | 42 |
| | Moment | Nm | 1 000 |
| | Jmenovité otáčky | $min^{-1}$ | 400 |
| | Maximální otáčky | $min^{-1}$ | 1 600 |
| | Převod otáček | i | 1 : 1 |
| | Kužel vřetene | ISO | 50 |
| | Natáčení 1. osy | o | n x 360 |
| | Natáčení 2. osy | o | ±95 |
| | Hmotnost | kg | 1 200 |
| UFK 2000 NC | Výkon | kW | 50 |
| | Moment | Nm | 2 000 |
| | Jmenovité otáčky | $min^{-1}$ | 239 |
| | Maximální otáčky | $min^{-1}$ | 2 000 |
| | Převod otáček | i | 1 : 1 |
| | Kužel vřetene | ISO | 50 |
| | Natáčení 1. osy | o | n x 360 |
| | Natáčení 2. osy | o | ±95 |
| | Hmotnost | kg | 2 745 |
| UFK 2400 NC | Výkon | kW | 44 |
| | Moment | Nm | 2 400 |
| | Jmenovité otáčky | $min^{-1}$ | 175 |
| | Maximální otáčky | $min^{-1}$ | 1 000 |
| | Převod otáček | i | 1 : 1 |
| | Kužel vřetene | ISO | 50 |
| | Natáčení 1. osy | o | n x 360 |
| | Natáčení 2. osy | o | ±95 |
| | Hmotnost | kg | 2 650 |
| IFVW 2C | Výkon | kW | 55 |
| | Moment | Nm | 2 600 |
| | Jmenovité otáčky | $min^{-1}$ | 200 |
| | Maximální otáčky | $min^{-1}$ | 2 000 |
| | Převod otáček | i | 1 : 1 |
| | Kužel vřetene | ISO | 50, 60 |
| | Natáčení 1. osy | o | 0 - 360 |
| | Hmotnost | kg | 400 |
| IFVW 3C | Výkon | kW | 55 |
| | Moment | Nm | 2 600 |
| | Jmenovité otáčky | $min^{-1}$ | 200 |
| | Maximální otáčky | $min^{-1}$ | 1 000 |
| | Převod otáček | i | 1 : 1 |
| | Kužel vřetene | ISO | 50, 60 |
| | Natáčení 1. osy | o | 0 - 360 |
| | Natáčení 2. osy | o | 0 - 360 |
| | Hmotnost | kg | 650 |
| IFVW 4B | Výkon | kW | 73 |
| | Moment | Nm | 7 000 |
| | Jmenovité otáčky | $min^{-1}$ | 100 |
| | Maximální otáčky | $min^{-1}$ | 500 |
| | Převod otáček | i | 1,8 : 1 |
| | Kužel vřetene | ISO | 50, 60 |
| | Natáčení 1. osy | o | 0 - 360 |
| | Natáčení 2. osy | o | 0 - 360 |
| | Hmotnost | kg | 700 |

Obr 2.11 : Frézovací příslušenství [ŠKODA MACHINE TOOL 11/ 2015]

# 4 FUNKČNÍ ČÁSTI FRÉZOVACÍ HLAVY

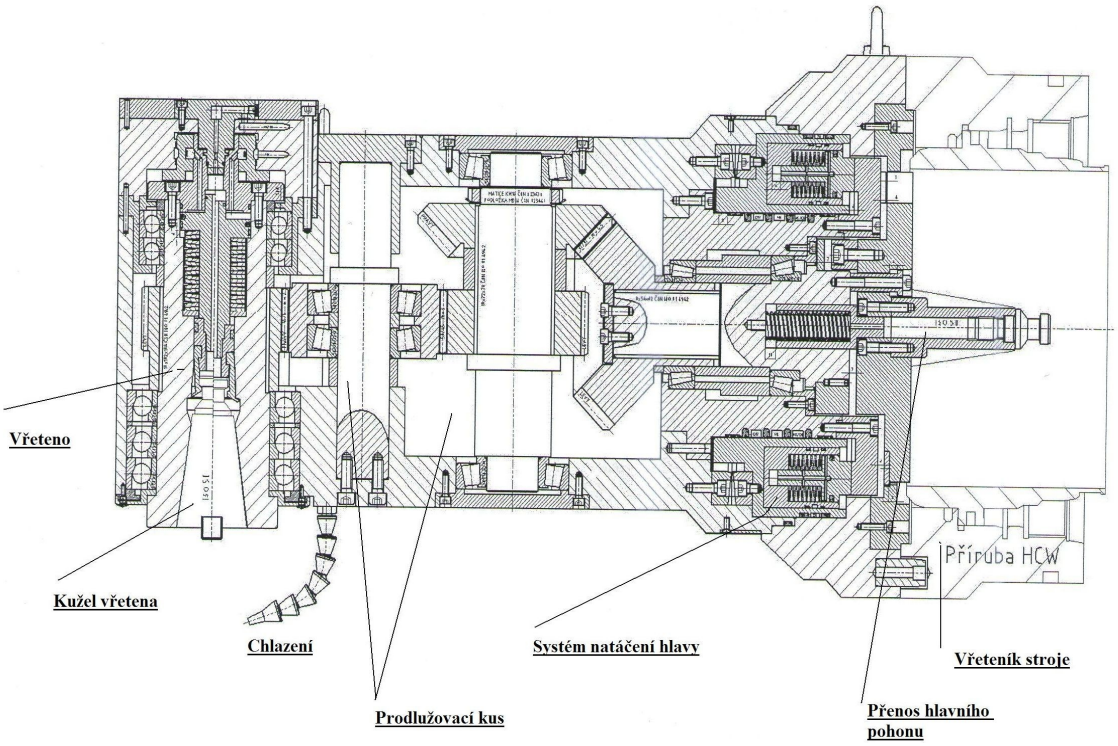
Frézovací hlava je složena z několika funkčních částí.



Obr 3 : 3D model frézovací hlavy[ROJÍK ZČU 12/ 2015 ]

## 4.1 Rám

Rám je základní funkční celek frézovací hlavy. V tomto rámu je uložen hlavní pohon, mechanismus natáčení a další podpůrné mechanismy, jako např. ozubená kola, ložiska, hřídele atd. Je složen z nepohyblivé části, popřípadě z jedné či více částí pohyblivých, dle typu frézovací hlavy.Pevná část je připevněna pomocí šroubů na přírubu, která se upevní na pinolu stroje. Materiálem k výrobě rámu je nejčastěji odlitek z oceli nebo litiny.




Obr 3.1 : Výkres frézovací hlavy [SLÁDEK ZČU 12/ 2015 ]

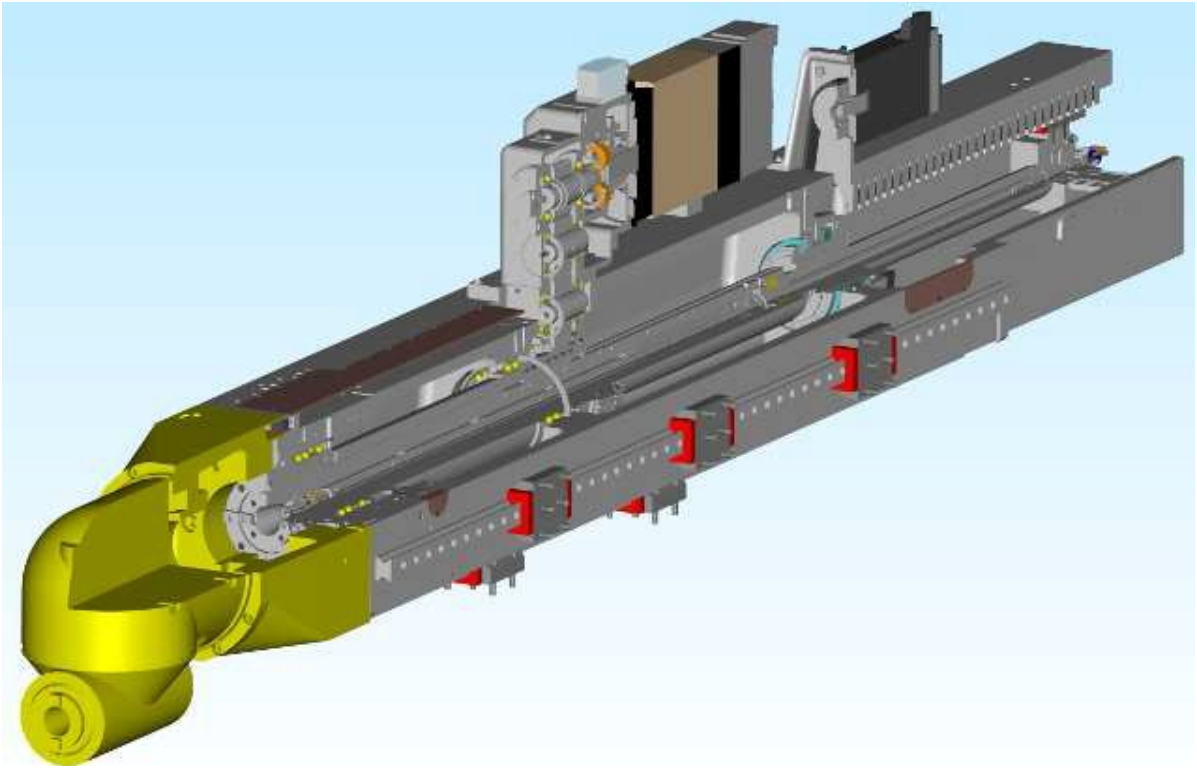
## 4.2 Mechanismus natáčení

Mechanismus natáčení, tzv. indexování hlavy zajišťuje otáčení hlavy kolem daných os a umožňuje přesné zajištění v jakékoliv poloze. Zajištění polohy se provádí Hirthovými spojkami, které jsou přitlačovány hydromotory a pružinami nebo ručně pomocí šnekového převodu. Natáčení je možné kolem jedné, popřípadě i kolem druhé osy.

Obr 3.2-3.4: Šnekový převod a Hirthova spojka [SUPERWINCH.SK 12/ 2015 ]

## 4.3 Připevnění ke stroji

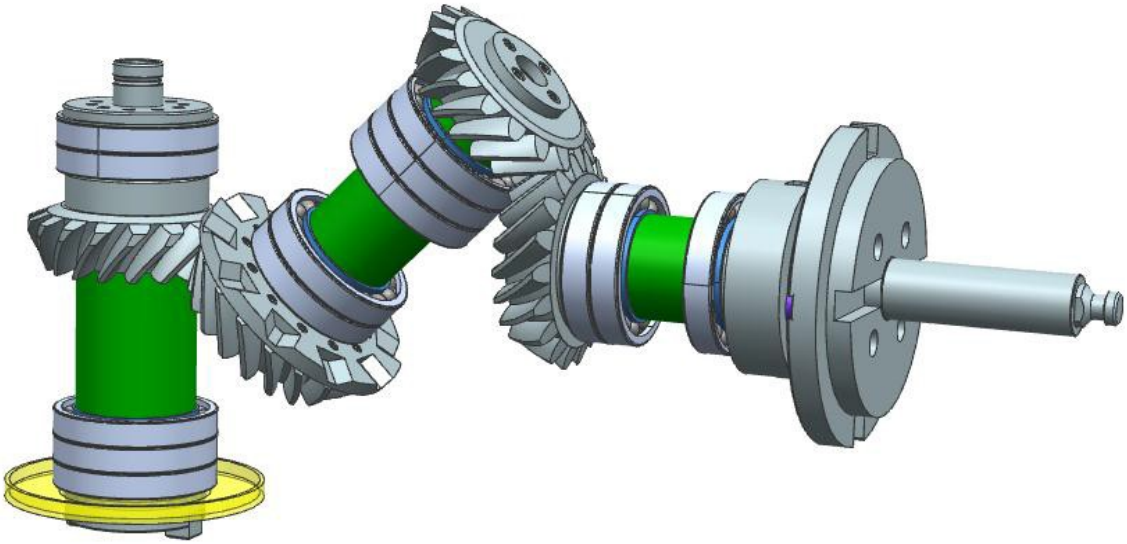
Připevnění ke stroji je hydraulické pomocí příruby na pinolu nebo smykadlo stroje. Příruba je připevněna k pevné části hlavy šroubovými spoji nebo hydraulicky.



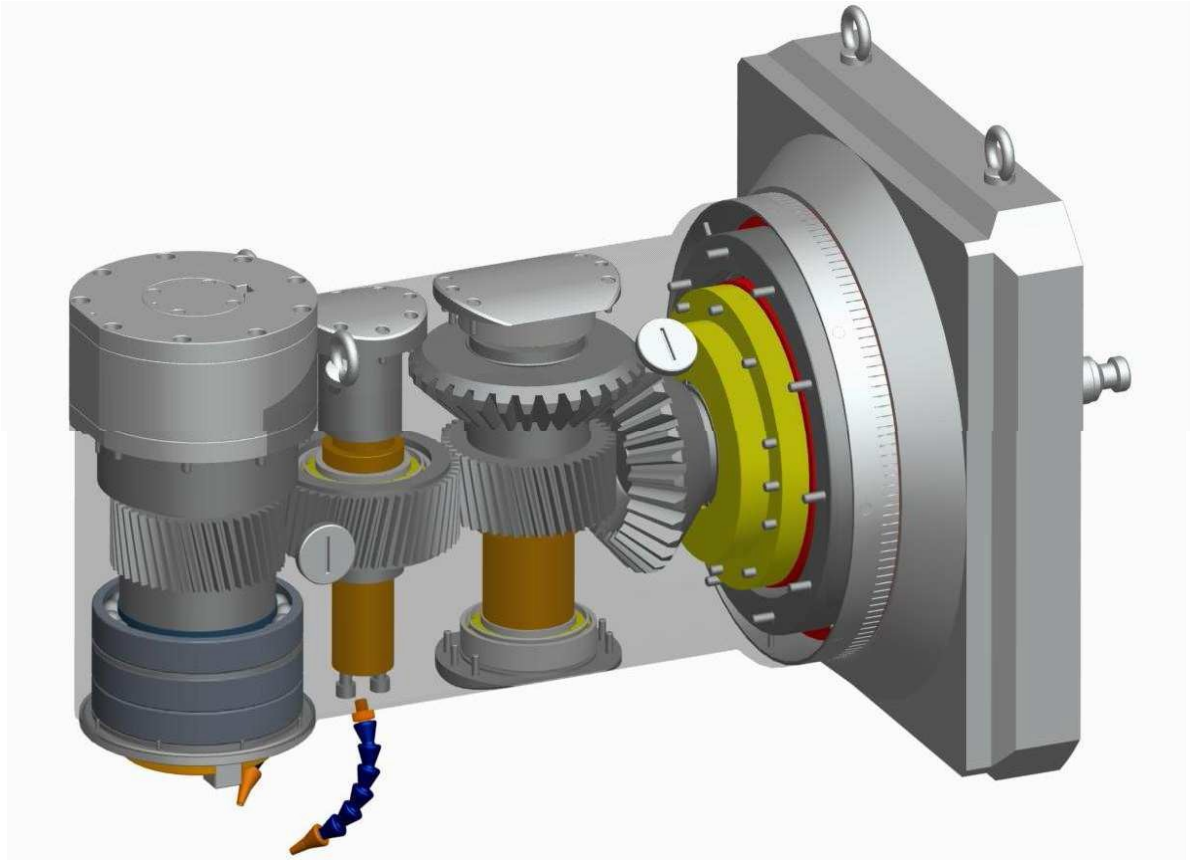
Obr 3.5:Připevnění frézovací hlavy na smykadlo vyvrtávačky [TOS VARNSDORF 12/ 2015]

## 4.4 Hlavní pohon

Hlavní pohon je mechanismus zajišťující přenos točivého momentu z vřetene stroje na vřeteno frézovacího zařízení. Je složen z hřídelí, ložisek a převodových mechanismů, jako jsou ozubená kola, řemenové převody atd.



Obr 3.6 : 3D model hlavního pohonu [ROJÍK ZČU 12/ 2015 ]



Obr 3.7 : 3D model frézovací hlavy IFVW 113 [SLÁDEK ZČU 12/ 2015 ]

# 5 Obecné výpočty součástí

## 5.1 Výpočet ložisek

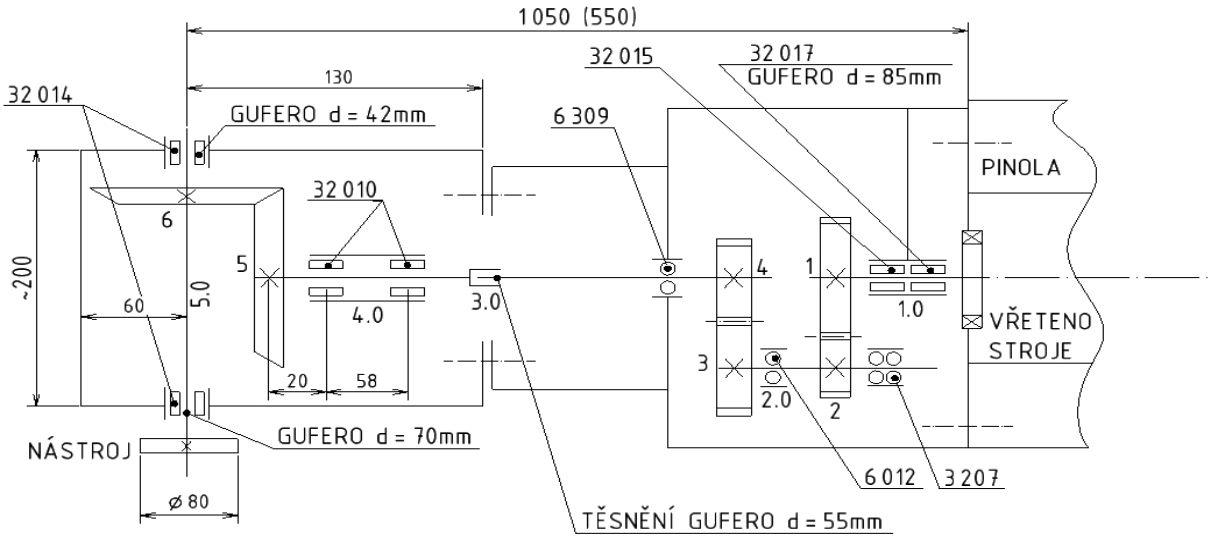



Schéma 1 - Ukázkové schéma hlavního pohonu[KKS/ZSVS ZČU 1/ 2016 ]

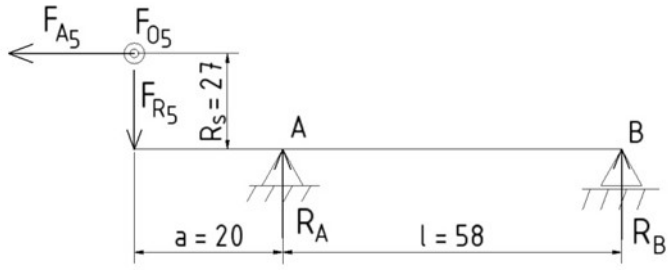



Schéma 2 – Výpočtové schéma

Z momentových a složkových podmínek rovnováhy určit reakce v ložiskách $R_{AX,}$ $R_{AY}$ a $R_{BX\ a}$ $R_{BY}$ ve dvou kolmých rovinách pro nakreslený smysl otáčení .

Určit výslednici v ložiskách $R_A$ a $R_B$.

V rovině ZX :

$$\sum M_B: \quad F_{05}\cdot(a+l)-R_{Ax}\cdot l=0 \quad => \quad R_{Ax}=\frac{F_{05}\cdot(a+l)}{l}$$

$$\sum F: \quad F_{05}-R_{Ax}-R_{Bx}=0 \quad => \quad R_{Bx}=F_{05}-R_{Ax}$$

$R_{Ax}$ $[N]$

$R_{Bx}$ $[N]$

V rovině ZY :

$$\sum M_A: \quad F_{A5}\cdot R_S + F_{R5}\cdot a + R_{By}\cdot l = 0 \quad => \quad R_{By} = \frac{-F_{A5}\cdot R_S - F_{R5}\cdot a}{l}$$

$$\sum F: \quad R_{Ay} + R_{By} - F_{R5} = 0 \quad => \quad R_{Ay} = -R_{By} + F_{R5}$$

$R_{Ay}$ $[N]$

$R_{By}$ $[N]$

Výslednice :

$R_A =$ $\sqrt{R_{Ax}^2 + R_{Ay}^2}$ $[N]$

$R_B =$ $\sqrt{R_{Bx}^2 + R_{By}^2}$ $[N]$

a) Působící síly na ozubeném kole se vyčíslí pomocí vztahů pro kuželová kola - v tomto případě jsou síly zadané pro smysl otáčení podle obr. 2 – stejný postup :

Obvodová síla $F_{05}$ = N( ve směru x)

Axiální síla $F_{A5}$ = N ( ve směru z)

Radiální síla $F_{R5}$ = N ( ve směru y)

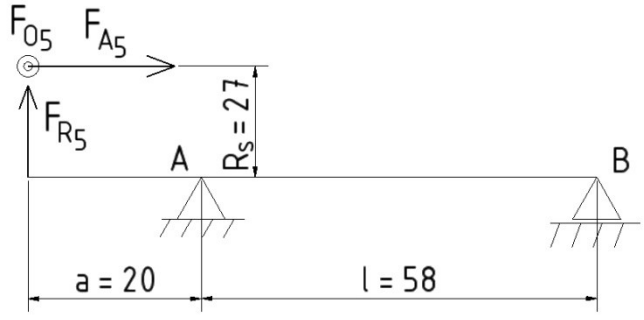



Schéma 3 – Výpočtové schéma

V rovině ZX :

$$\sum M_B: \quad F_{05}\cdot(a+l) - R_{Ax}\cdot l = 0 \quad => \quad R_{Ax} = \frac{F_{05}\cdot(a+l)}{l}$$

$$\sum F: \quad F_{05} - R_{Ax} - R_{Bx} = 0 \quad => \quad R_{Bx} = F_{05} - R_{Ax}$$

$R_{Ax}$ $[N]$

$R_{Bx}$ $[N]$

V rovině ZY :

$$\sum M_A: \quad F_{A5}\cdot R_S + F_{R5}\cdot a - R_{By}\cdot l = 0 \quad => \quad R_{By} = \frac{F_{A5}\cdot R_S + F_{R5}\cdot a}{l}$$

$$\sum F: \quad R_{Ay} + R_{By} + F_{R5} = 0 \quad => \quad R_{Ay} = -R_{By} - F_{R5}$$

$R_{Ay}$ $[N]$

$R_{By}$ $[N]$

Výslednice :

$R_A = \sqrt{R_{Ax}^2 + R_{Ay}^2}$ $[N]$

$R_B = \sqrt{R_{Bx}^2 + R_{By}^2}$ $[N]$

Ekvivalentní zatížení kuželových ložisek pro smysl otáčení dle obrázku 1 ( Axiálně je přitíženo ložisko B)

$\frac{F_{A5}}{R_A}$ < e => $X$=1 , $Y$=0

$F_{EA} = X\cdot R_A + Y\cdot F_{A5} = X\cdot R_A + 0$ $[N]$ … čistě radiální ložisko

$\frac{F_{A5}}{R_B}$ > e => $X$= , $Y$= ... dle tabulek

$F_{EB} = X\cdot R_B + Y\cdot F_{A5}$ $[N]$ … radiálně – axiální ložisko

**Trvanlivost obou ložisek** – počítáno jen pro smysl otáčení 1:

$$L_{HA} = \frac{16666}{n}\cdot\left(\frac{C}{F_{EA}}\right)^P \quad [h]$$

$$L_{HB} = \frac{16666}{n}\cdot\left(\frac{C}{F_{EB}}\right)^P \quad [h]$$

P... = 3 bodový styk ložiska
= 3,3 čárový styk ložiska
C...dynamická únosnost ložiska

**Životnost ložiska**

$$L = 10^6 \cdot \left(\frac{C}{F_E}\right)^P$$

P... = 3 bodový styk ložiska
= 3,3 čárový styk ložiska

C...dynamická únosnost ložiska

## 5.2 Výpočet ozubených kol

### 5.2.1 Návrh modulu podle Bacha

$$m = 7{,}5\,(8{,}6)\sqrt[3]{\frac{M_{t_1} \cdot \cos\beta}{c \cdot \psi \cdot z_1}}$$

7,5 ...pro $\beta$ není rovno nule-šikmé ozubení

8,6 ...pro $\beta$ rovno nule-přímé

ψ.....součinitel materiálu [ - ]

c.....dovolené namáhání zubu v ohybu [ MPa ]

$M_t$ …..kroutící moment [ Nm ]

### 5.2.2 Vzorce pro výpočet čelních ozubených kol

| Nekorigovaná kola | Pastorek-kolo 1<br>vnější ozubení | Kolo-kolo 2<br>vnitřní ozubení |
|---|---|---|
| | $z_1$ | $z_2$ |
| | m,α, $h_a^*$ , $c_a^*$ | m,α, $h_a^*$ , $c_a^*$ |
| Pro normalizované ozubení | α=20° , $h_a^*$ =1 , $c_a^*$ =0,25 | α=20° , $h_a^*$ =1 , $c_a^*$ =0,25 |
| Průměr roztečné kružnice | $d_1 = m \cdot z_1$ | $d_2 = m \cdot z_2$ |
| Průměr základní kružnice | $d_{b1} = d_1 \cdot \cos\alpha$ | $d_{b2} = d_2 \cdot \cos\alpha$ |
| Průměr hlavové kružnice | $d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m \cdot h_a^*$ | $d_{a2} = d_2 - 2 \cdot m \cdot h_a^*$ |
| Průměr patní kružnice | $d_{f1} = d_1 - 2 \cdot m \ ( \ h_a^* + c_a^* \ )$ | $d_{f2} = d_2 + 2 \cdot m \ ( \ h_a^* + c_a^* \ )$ |
| Teoretická osová vzdálenost | $a = 0{,}5 \cdot (d_2 - d_1)$ | $a = 0{,}5 \cdot (d_2 - d_1)$ |
| Rozteč na roztečném pr. | $p = \pi \cdot m$ | $p = \pi \cdot m$ |
| Tloušťka zubu na roztečném průměru | $s_1 = 0{,}5 \cdot \pi \cdot m$ | $s_2 = 0{,}5 \cdot \pi \cdot m$ |
| Šířka zubové mezery na roztečném průměru | $e_1 = 0{,}5 \cdot \pi \cdot m$ | $e_1 = 0{,}5 \cdot \pi \cdot m$ |

Tabulka 1 – Vzorce čelní ozubená kola

### 5.2.3 Napětí v hřídeli

$\sigma_O = \frac{M_{OMAX}}{W_O}$ ….. maximální napětí v ohybu [ MPa ]

$\sigma_t = \frac{F_a}{S}$ ….. napětí v tahu [ MPa ]

$\tau_k = \frac{M_k}{W_k}$ ….. maximální smykové napětí [ MPa ]

Průřezový modul pro kruhový průřez

$$W_O = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \quad [ \quad mm^3 \quad ]$$

$$W_k = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \quad [ \quad mm^3 \quad ] \qquad \text{d.....průměr vyšetřovaného hřídele [ mm ]}$$

$\sigma_{redHMH} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2}$ [ MPa ] ….. redukované napětí podle hypotézy HMH

$\sigma_{redmax\,\tau} = \sqrt{\sigma^2 + 4 \cdot \tau^2}$ [ MPa ] ….. redukované napětí podle maximálního smykového napětí

### 5.2.4 Tuhost skříně

Síly od nástroje : $F_{x,y,z}$ $[N]$

Maximální posunutí v x,y,z : $y_{x,y,z}$ $[mm]$

Tuhost ve směru x,y,z: $k_{x,y,z} = \frac{F_{x,y,z}}{y_{x,y,z}}$ $[kN/mm]$

Podmínka: musí platit, že, $k_{x,y,z} = \frac{F_{x,y,z}}{y_{x,y,z}} > 50$ $[kN/mm]$

# 6 Konstrukční návrh zařízení

Při konstrukčním návrhu vycházíme ze zadaných paramertů pro pro frézovací zařízení a pro daný stroj, ke kterému bude upevněno.Prvním úkolem je sestavení zatěžovacích stavů, ze kterých vycházíme pro ostatní výpočty jednotlivých souhmotí zařízení.

## 6.1 Zadané parametry frézovací hlavy

| Výkon[ kW ] | Maximální otáčky stroje[ ot/min ] | Jmenovité otáčky vřetene [ ot/min ] | Moment[ Nm] | Převodový poměr |
|---|---|---|---|---|
| 30 | 3000 | 575 | 500 | 1,88 |

Tabulka 2 – Parametry

Maximální průměr nástroje zvolen D=100 [mm] .Složky obvodové síly na nástroji $F_x = 20\,000[N]$ , $F_y = 16\,000[N]$ a $F_z = 12\,000[N]$ .

## 6.2 Zatěžovací stavy

Zatěžovací stavy jsou nejdůležitější částí návrhu.Tyto stavy slouží pro návrh hlavně vřetene zařízení, ale i dalších funkčních celků.Uvažujeme dva zatěžovací stavy, jeden pro maximální otáčky stroje, druhý pro jmenovité otáčky vřetene.

| Zatěžovací stav | Souhmotí č. | 4 | 3 | 2 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|
| Maximální otáčky stroje | Mk [Nm] | 95 | 100 | 102 | 195 |
| | n [ot/min] | 3000 | 3000 | 3000 | 1600 |
| Jmenovité otáčky vřetene | Mk [Nm] | 500 | 520 | 531 | 1015 |
| | n [ot/min] | 575 | 551 | 540 | 282 |

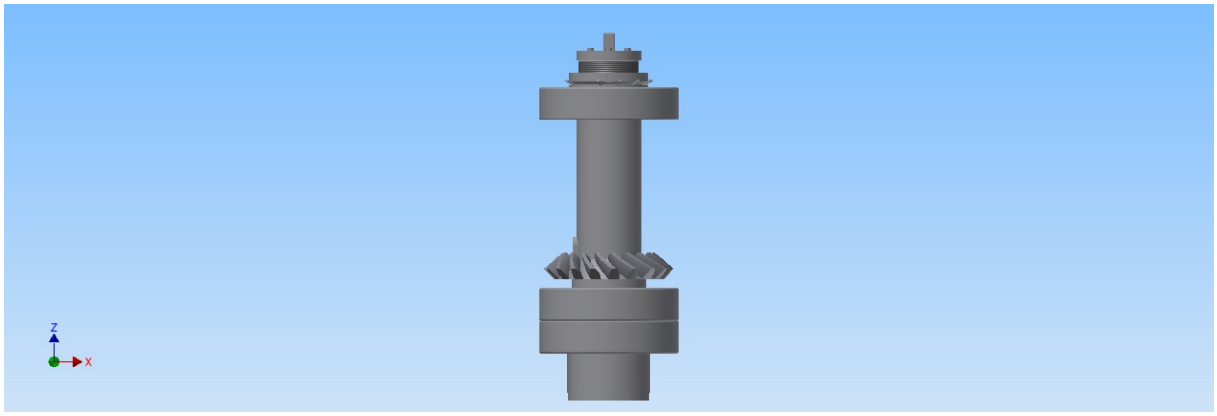
Tabulka 3 - Zatěžovací stavy

## 6.3 Návrh a kontrola převodových prvků

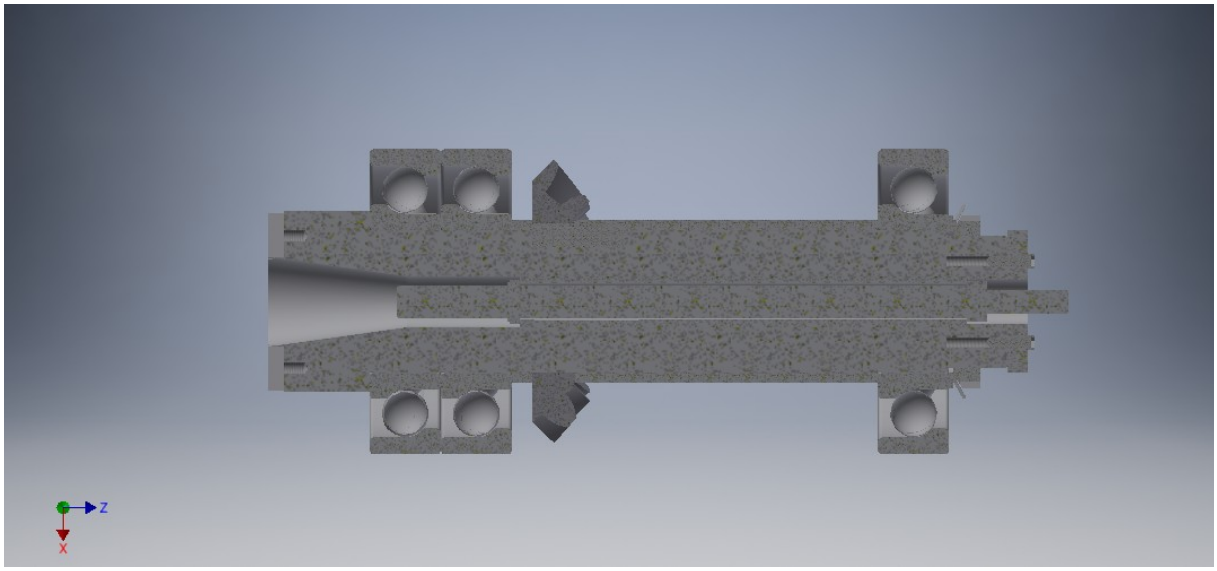
Dalším důležitým úkolem je navrhnout převodové prvky vzhledem ke zvolené konstrukci.V našem případě byla zvolena kuželová ozubená kola spiromatic oerlikon s eloidním ozubením pro převod od vřetene a čelní ozubená kola s přímým ozubením pro další souhmotí.

## 6.4 Konstrukce vřetene

Pro uložení vřetene byla zvolena varianta uložení do kuličkových ložisek s kosoúhlým stykem.Tato ložiska byla sestavena dvojitě pro spodní uložení a jednoduše pro horní uložení.Výhodou těchto ložisek je tepelná stabilita i při vysokých otáčkách.



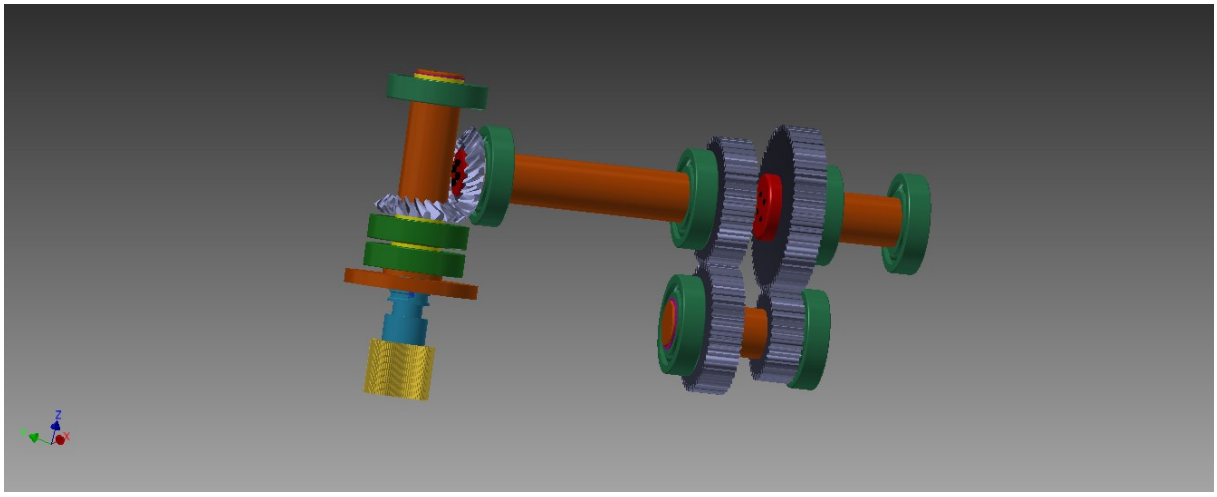
Obr 6 : Vřeteno [ŘEZÁČEK 3/ 2016]



Obr 6.1 : Řez vřetenem [ŘEZÁČEK 3/ 2016]

## 6.5 Návrh hlavního pohonu

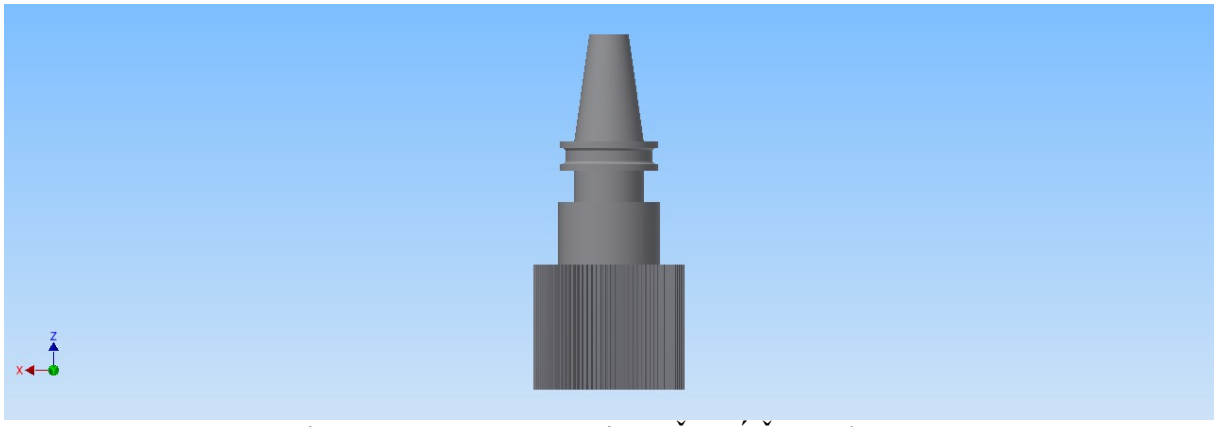
Pro tento návrh vycházíme z momentů a otáček pro jednotlivá souhmotí, které jsme vypočítali na základě zatěžovacích stavů.Hlavní pohon je složen z vřetene, mezihřídele a převodovky.Pro všechna souhmotí byla provedena pevnostní a deformační kontrola pomocí softwaru.



Obr 6.2 : Hlavní pohon [ŘEZÁČEK 3/ 2016]

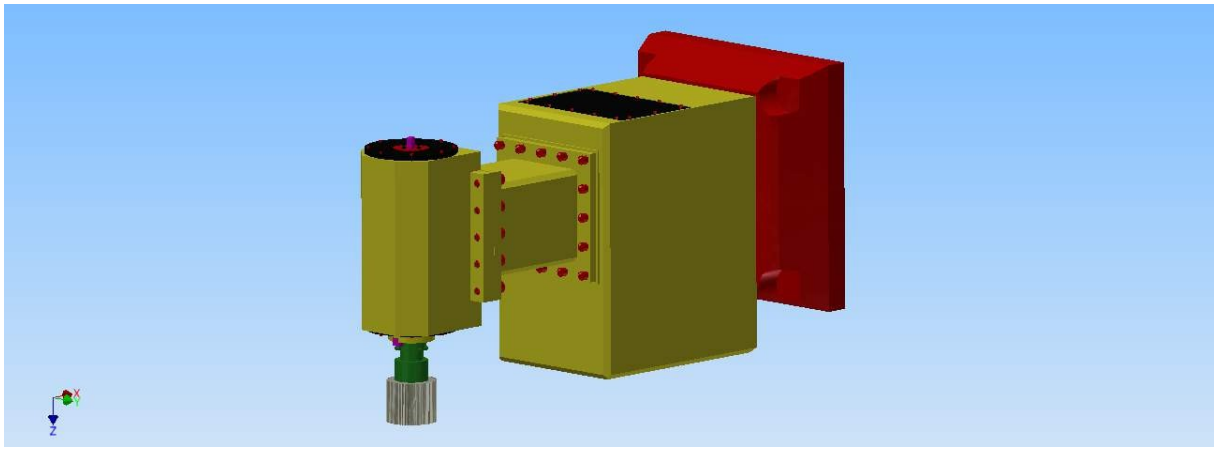
## 6.6 Upínač nástrojů

Upínač nástrojů byl navržen pro kužel ISO 50 s ručním upínáním.Toto zaručuje dostatečnou tuhost a minimální házivost nástroje.

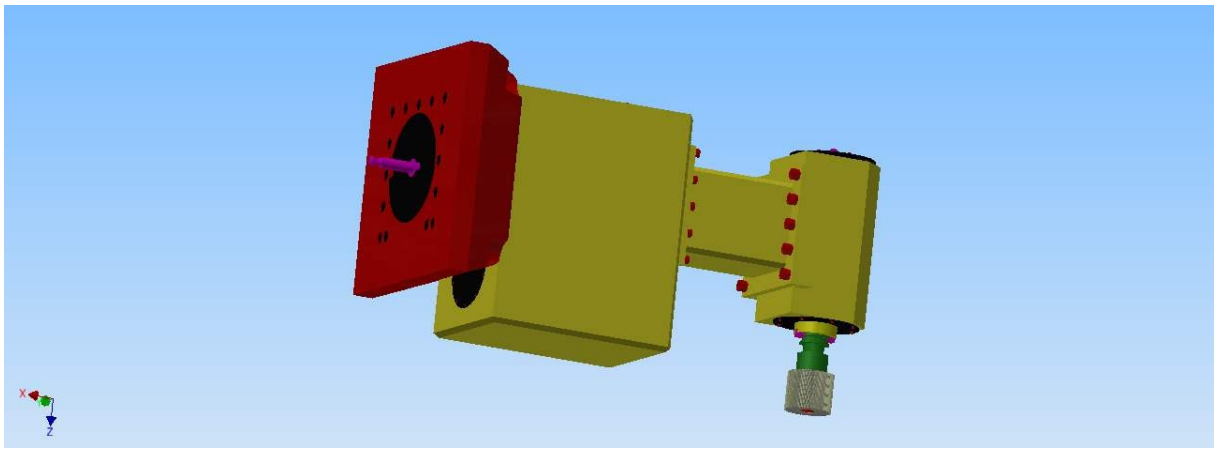


Obr 6.3 : Upínač s nástrojem [ŘEZÁČEK 3/ 2016]

## Konečný konstrukční návrh frézovacího zařízení



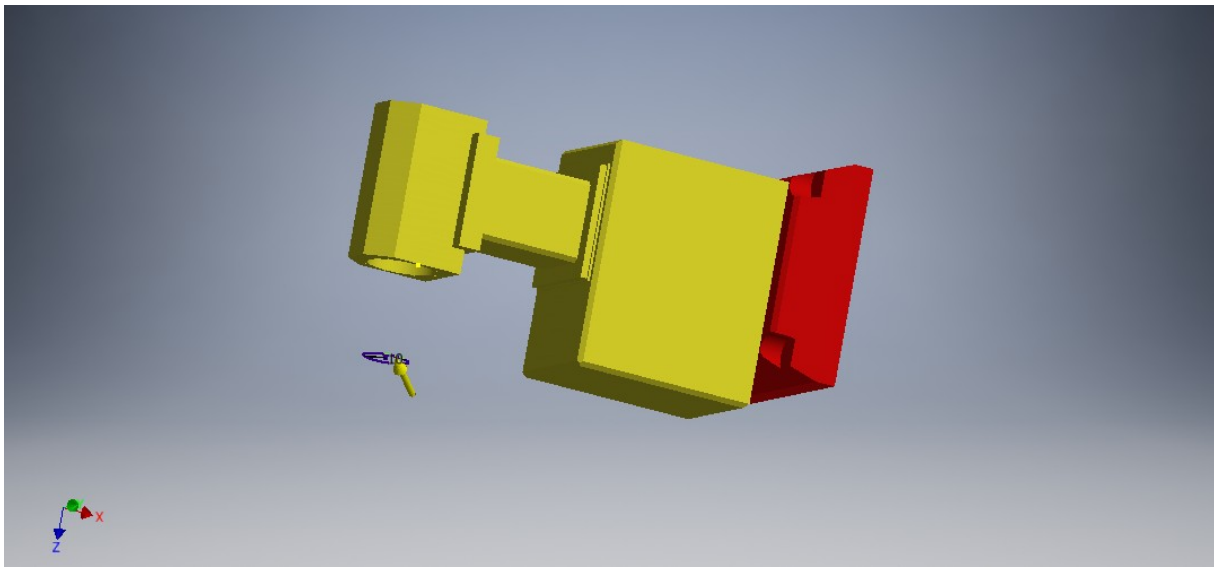
Obr 6.4 : Frézovací hlava zepředu [ŘEZÁČEK 3/ 2016]



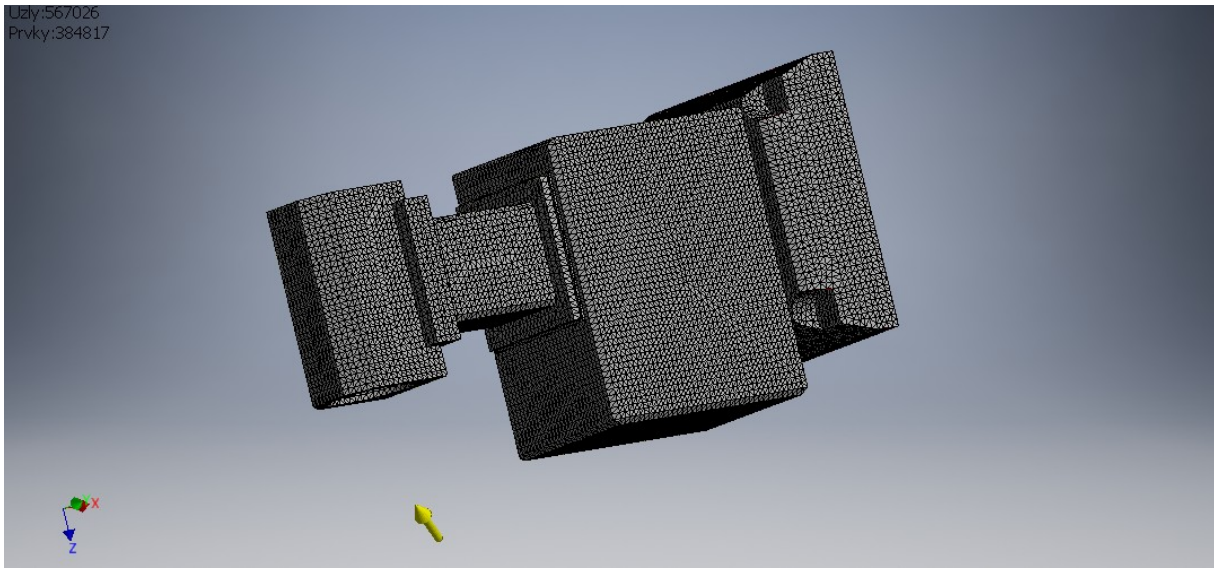
Obr 6.5 : Frézovací hlava zezadu [ŘEZÁČEK 3/ 2016]

# 7 Pevnostní analýza

Pevnostní analýza byla provedena za účelem zjištění maximálního napětí a posunutí.Pro zjednodušení jsem počítal pouze základní skříň frézovací hlavy.



Obr 7.1 : Skříň frézovacího zařízení [ŘEZÁČEK 4/ 2016]




Obr 7.2 : Zasíťování skříně frézovacího zařízení [ŘEZÁČEK 4/ 2016]

Výsledné maximální napětí a tuhosti byly v toleranci.Zpráva z výpočtového programu včetně obrázků je vevázána v příloze.

# 8 Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce je konstrukční návrh frézovací hlavy dle zadaných parametrů.

Zezačátku se zabývá rešerší v oblasti horizontálních vyvrtávaček s velkým vyložením, kde je uvedeno základní rozdělení strojů, včetně jejich příslušenství.Důraz je kladen na frézovací hlavy dvou největších tuzemských výrobců i s výpisem parametrů jejich výrobků.

Samotný konstrukční návrh byl řešen dle zadání a podle základních strojírenských výpočtů, které jsou zde rovněž uvedeny.Byly využity u výpočtu zatěžovacích stavů, v návrhu ložisek, ozubených kol a hřídelí.Následně se v programu PREV provedly všechny potřebné výpočty, které ve všech směrech vyhovují požadovaným hodnotám.

Dalším krokem bylo zjištění maximálního napětí a posunů ve skříni frézovací hlavy.Výsledkem bylo zjištěno, že hodnoty nepřekračují povolenou mez.Výsledné maximální napětí nepřesahuje mez kluzu a tuhosti ve všech směrech jsou vyšší než 50 $[kN/mm]$ , což je minimální hodnota pro funkčnost zařízení.

Výkresová dokumentace a 3D modely byly zpracovány softwarem, který výrazně urychluje konstruktérovi práci. Veškeré výpočty a výsledky jsou prezentovány v přílohách.

# 9 Literatura a internetové zdroje

## Literatura :

[1] **Hosnedl, Stanislav, Krátký, Jaroslav.** *Příručka strojního inženýra 1.* Brno: Computer Press, 1999.

[2] **Krátký, Jaroslav, Krónerová, Eva a Hosnedl, Stanislav.***Obecné strojní části2 :Základní a složené převodové mechanismy.* Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2011. 978-80-261-0066-9.

[3] **Lašová, Václava.** *Základy stavby obráběcích strojů*.Plzeň: ZČU, 2012.

[4] **Kubíček, Josef.** *Konstrukce a výpočty obráběcích strojů.*Plzeň: ZČU, 1994.

## Internetové zdroje :

[5] http://www.tosvarnsdorf.cz/cz/ , [11/2015]

[6] http://www.skodamt.com/, [11/2014]

[7] http://old.fst.zcu.cz/_files_web_FST/_SP_FST(SVOC)/_2012/_sbornik/PapersPdf/Mgr/Rojik_J.pdf, [11/2014]

[8] http://www.zkl.cz/cs/katalog/loziska, [11/2014]

[9] https://www.hoffmann-group.com/CZ/cs/hot, [12/2014]

[10]https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=41148, [12/2014]

# 10 Seznam příloh vevázaných do BP

Příloha č. 1- CAD 3D modely navrženého frézovacího zařízení

Příloha č. 2- Pevnostní analýza

Příloha č. 3- Výstupní hodnoty z výpočetního programu PREV

# 11 Výkresová dokumentace

| **Druh výkresu** | **Název** | **Formát** |
|---|---|---|
| Výrobní výkres | Kolo19, vyrobak | 1xA3 |
| Výrobní výkres | Hridel 4,1-1 | 1x A3 |
| Výrobní výkres | Obal souhmoti 3 | 1xA3 |
| Výkres sestavy | Sestava frezovaci hlava | 1xA3 |
| Kusovník | Kusovník | 2xA4 |

**Použitý software:**

OpenOffice.org

Adobe Acrobat Pro

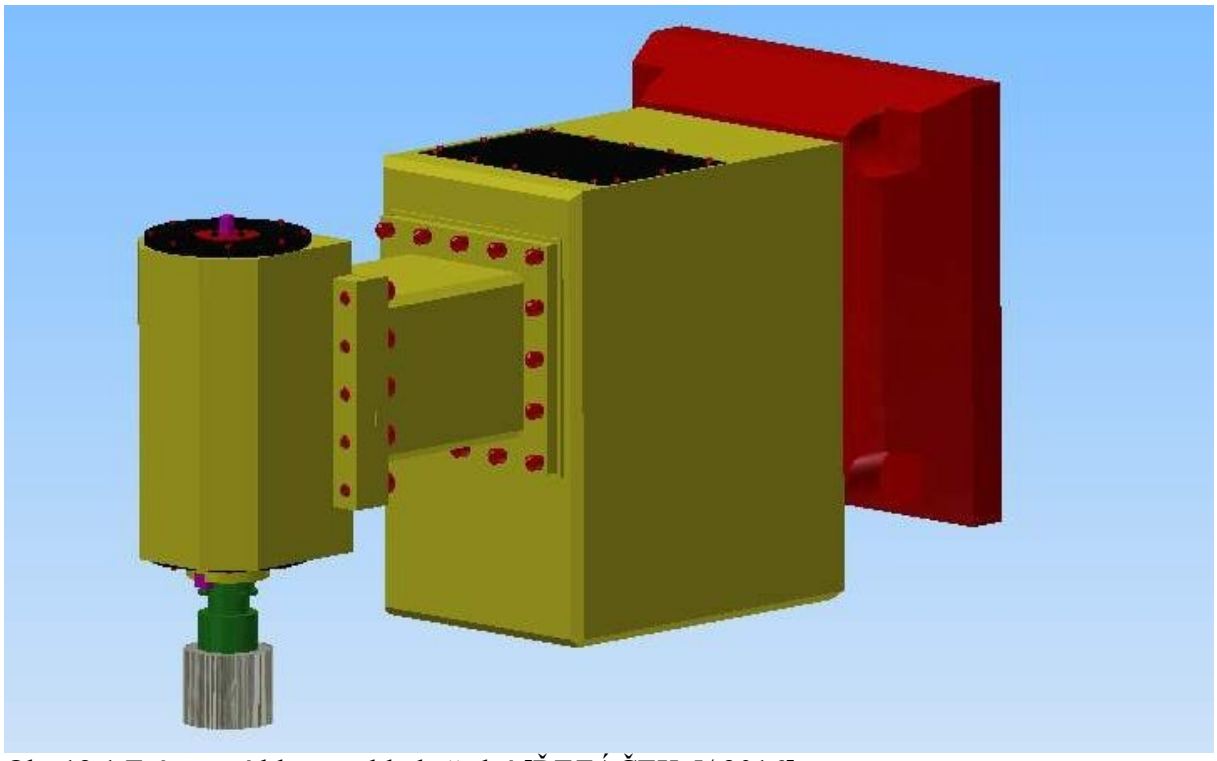
Autodesk Inventor Professional 2013

Autodesk Inventor Professional 2016

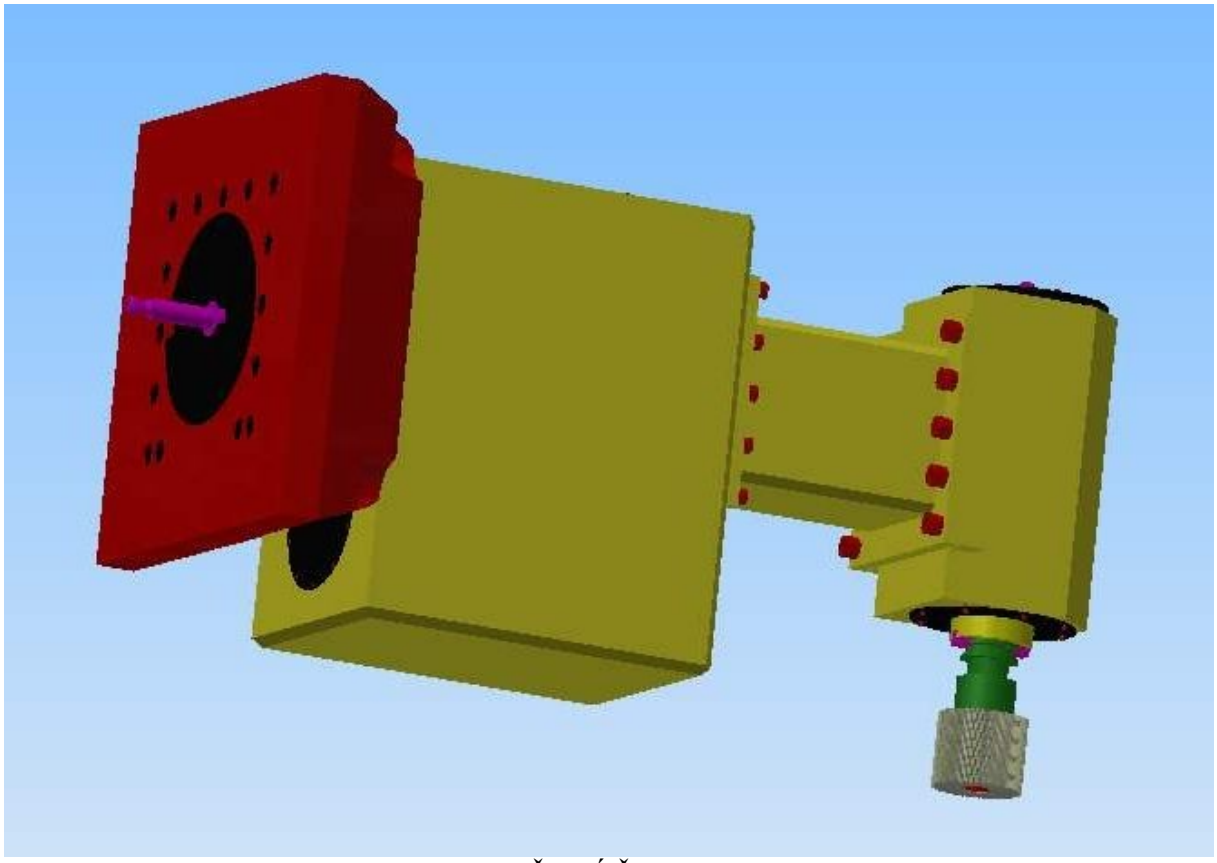
Programový soubor PREV

# PŘÍLOHA č. 1

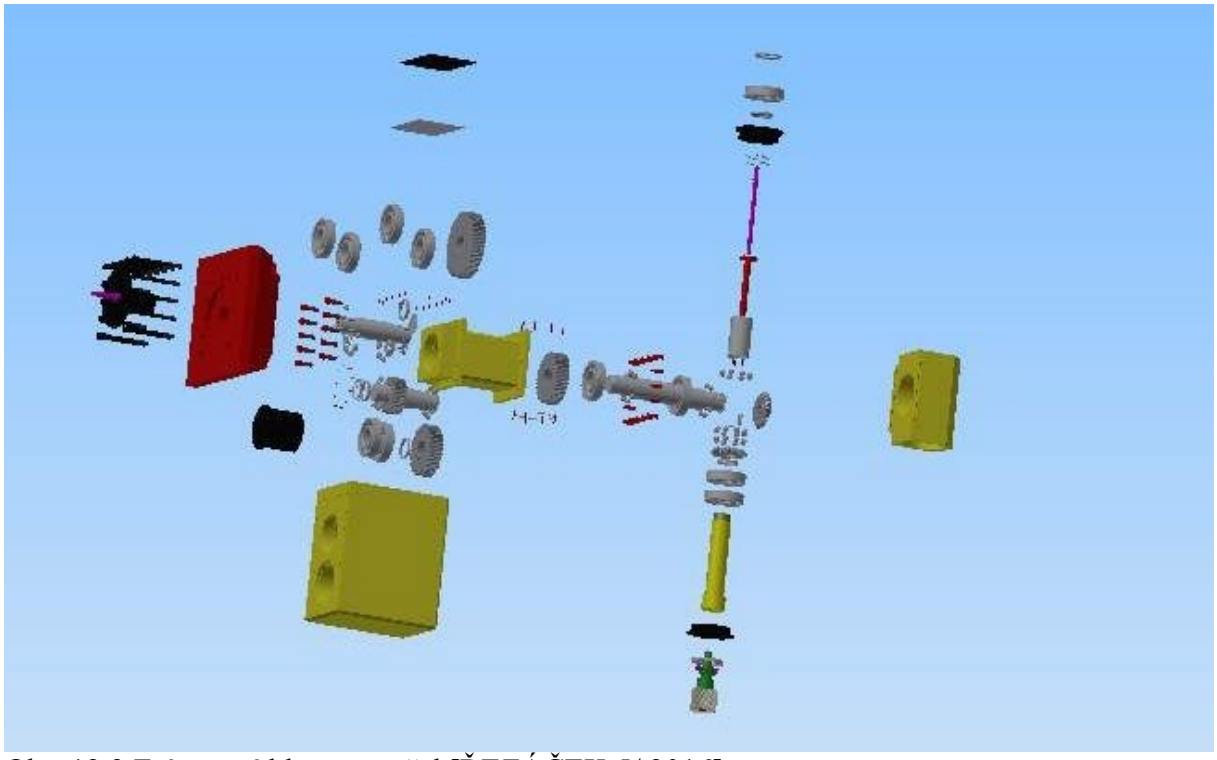
# CAD 3D modely navrženého frézovacího zařízení



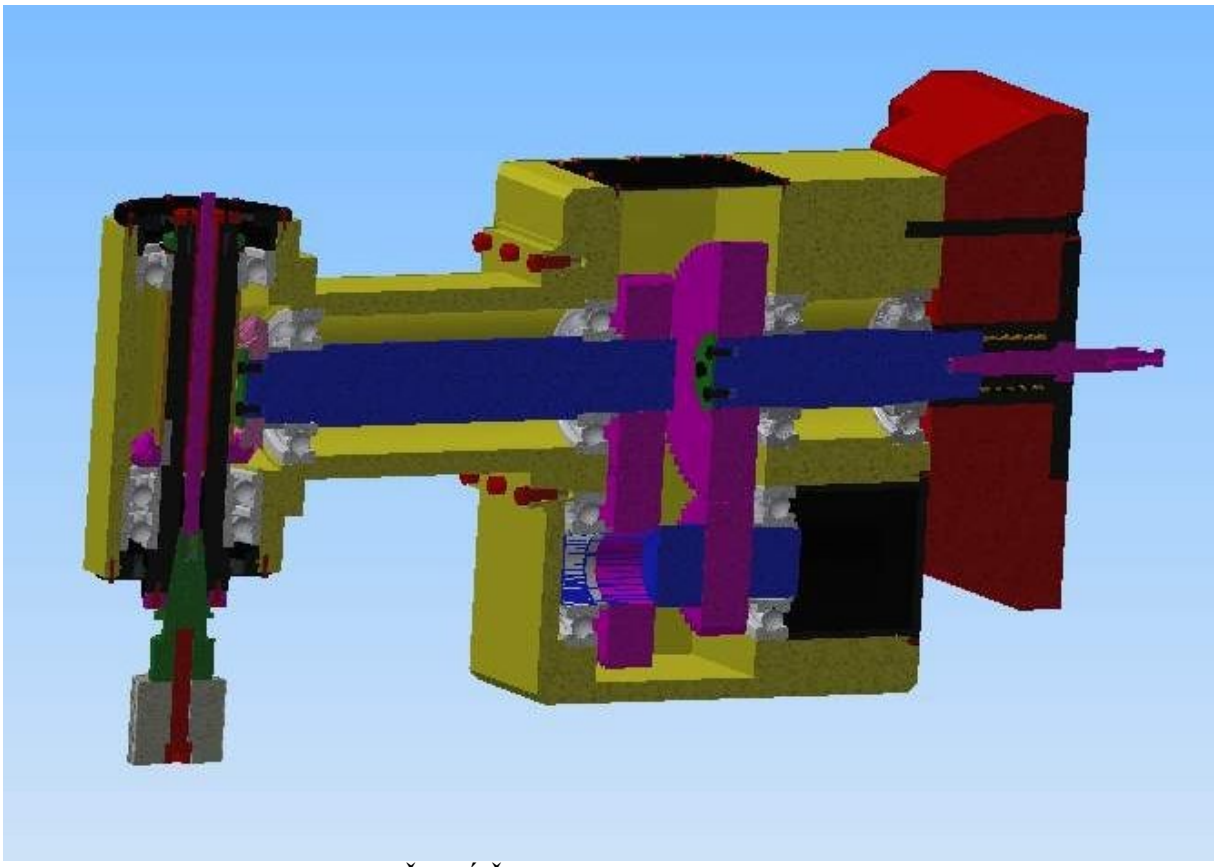
Obr 12.1 Frézovací hlava pohled přední [ŘEZÁČEK 5/ 2016]



Obr. 12.2 Frézovací hlava pohled zadní [ŘEZÁČEK 5/ 2016]



Obr. 12.3 Frézovací hlava rozstřel [ŘEZÁČEK 5/ 2016]



Obr. 12.4 Frézovací hlava řez [ŘEZÁČEK 5/ 2016]

# PŘÍLOHA č. 2

# Pevnostní analýza

**Zpráva pevnostní analýzy**

| | |
|---|---|
| Analyzovaný soubor: | FH odstrojena cela bo sim.ipt |
| Verze aplikace Autodesk Inventor: | 2016 (Build 200138000, 138) |
| Datum vyhotovení: | 03.04.16 |
| Autor simulace: | Řezáček Martin |
| Souhrn: | |

---

# □ Informace o projektu (iVlastnosti)

## □ Souhrn

Autor Řezáček

## □ Projekt

| | |
|---|---|
| Číslo součásti | FH odstrojena cela bo sim |
| Kreslil | Řezáček Martin |
| Náklady | 0,00 € |
| Datum vytvoření | 28. 3. 2016 |

## □ Fyzické

| | |
|---|---|
| Materiál | Všeobecné |
| Hustota | 1 g/cm^3 |
| Hmotnost | 71,9481 kg |
| Plocha | 28597,9 cm^2 |
| Objem | 71948,1 cm^3 |
| Těžiště | x=64,1551 cm<br>y=0,0738345 cm<br>z=-15,1403 cm |

Poznámka: Fyzikální hodnoty se mohou lišit od fyzikálních hodnot použitých v analýze MKP uvedené dále.

---

## Simulace2

**Obecné cíle a nastavení:**

| | |
|---|---|
| Cíl návrhu | Jediný bod |
| Typ simulace | Statická analýza |
| Datum poslední úpravy | 3.4. 2016, 16:38 |
| Zjistit a odstranit režimy tuhého tělesa | Ne |

**Nastavení sítě:**

| | |
|---|---|
| Prům. velikost prvku (zlomek průměru modelu) | 0,01 |
| Min. velikost prvku (zlomek prům. velikosti) | 0,2 |
| Součinitel zemních těles | 1,5 |
| Max. úhel pootočení | 60 deg |
| Vytvořit zakřivené prvky sítě | Ano |

## Materiály

| | | |
|---|---|---|
| Název | Ocel | |
| | Měrná hmotnost | 7,85 g/cm^3 |
| Obecné | Mez kluzu v tahu | 207 MPa |
| | Mez pevnosti v tahu | 345 MPa |
| | Youngův modul | 210 GPa |
| Napětí | Poissonova konstanta | 0,3 ul |
| | Modul pružnosti | 80,7692 GPa |
| Názvy součástí | FH odstrojena cela bo sim | |

## Provozní podmínky

| | |
|---|---|
| Typ zatížení | Vzdálená síla |
| Velikost | 28284,271 N |
| Vektor X | -20000,000 N |
| Vektor Y | 16000,000 N |
| Vektor Z | -12000,000 N |
| Vzdálený bod X | 0,000 cm |
| Vzdálený bod Y | 5,000 cm |
| Vzdálený bod Z | 20,000 cm |

## □ Výsledky

| Název vazby | Reakční síla | | Reakční moment | |
|---|---|---|---|---|
| | Velikost | Komponenta (X,Y,Z) | Velikost | Komponenta (X,Y,Z) |
| | | 20000,2 N | | 6691,16 N m |
| Pevná vazba:1 | 28284,6 N | -16000,1 N | 24537,6 N m | 18936,8 N m |
| | | 12000,2 N | | 14096,8 N m |

### □ Souhrn výsledků

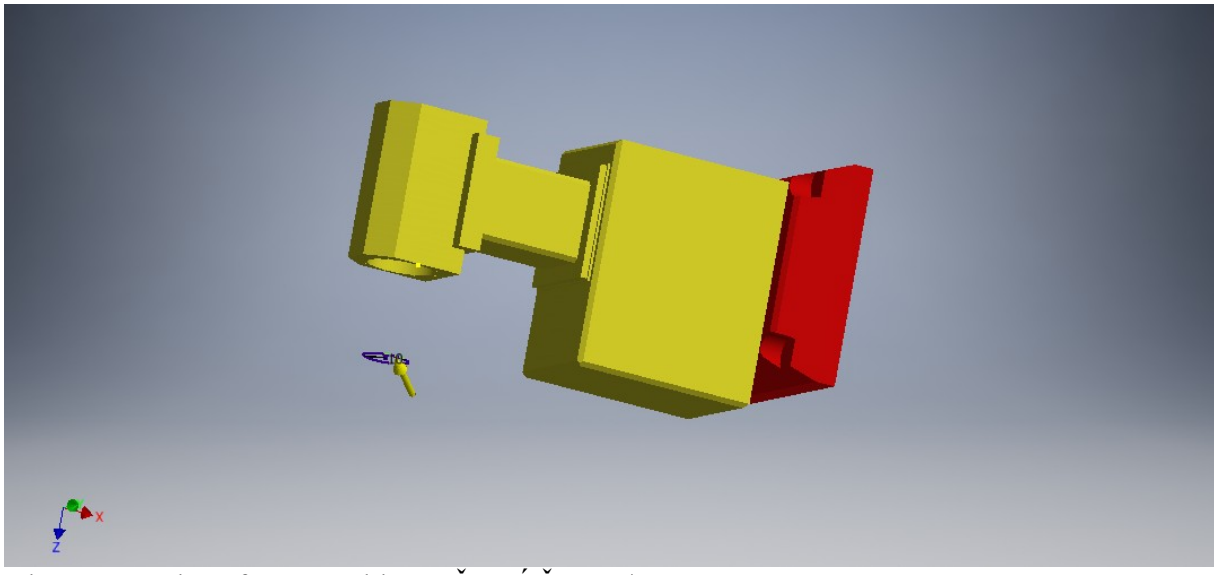
| Název | Minimální | Maximální |
|---|---|---|
| Objem | 71948100 mm^3 | |
| Hmotnost | 564,793 kg | |
| Napětí Von Mises | 0 MPa | 72,3MPa |
| První hlavní napětí | -19,314 MPa | 84,6606 MPa |
| Třetí hlavní napětí | -58,224 MPa | 25,5097 MPa |
| Posunutí | 0 mm | 0,195 mm |
| Součinitel bezpečnosti | 2,91037 ul | 15 ul |

### □ Posunutí ve směru x, y. z

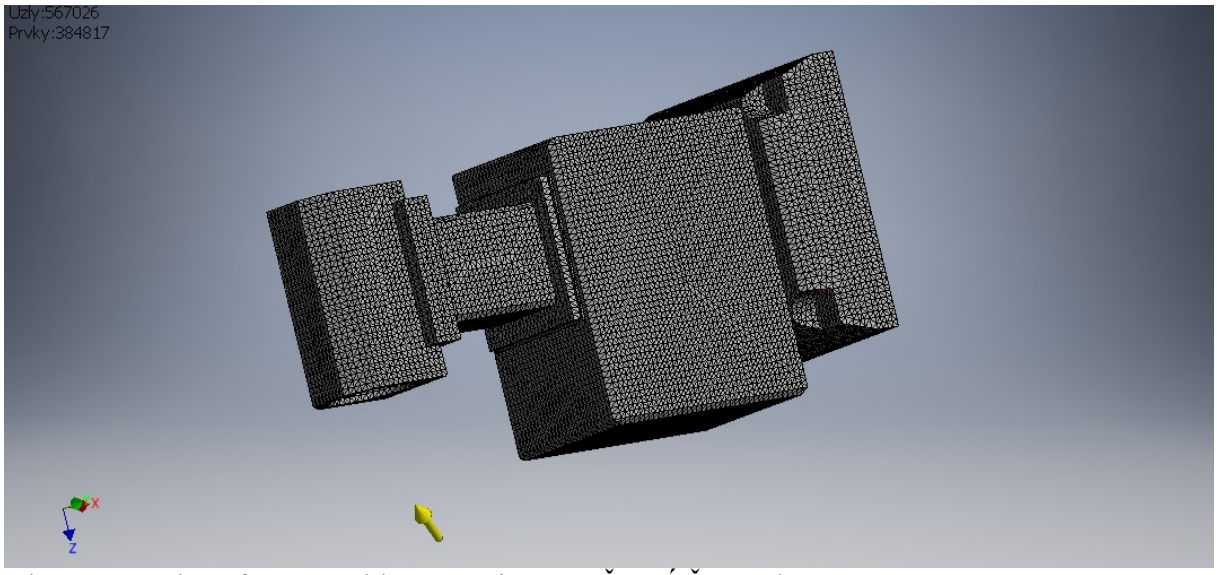
| Název | Minimální | Maximální |
|---|---|---|
| Posunutí směr x | 0 mm | 0,07582 mm |
| Posunutí směr y | 0 mm | 0,1074 mm |
| Posunutí směr z | 0,002 mm | 0,1459 mm |

### □ Tuhosti ve směru x, y. z

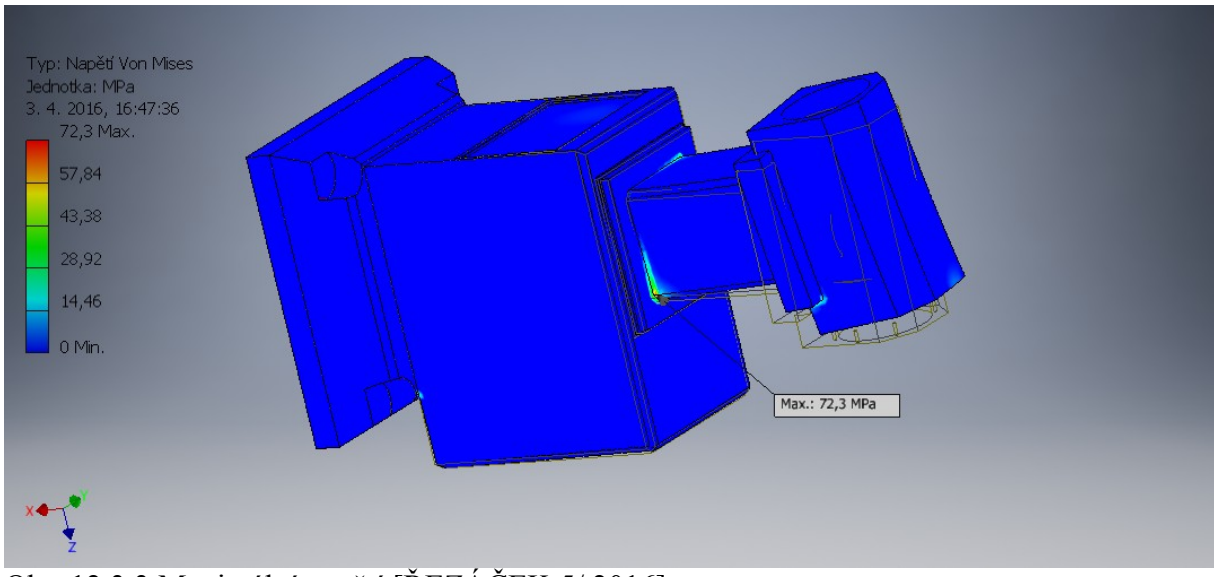
| Název | |
|---|---|
| Tuhost směr x | 263,8 kN/mm |
| Tuhost směr y | 149 kN/mm |
| Tuhost směr z | 82 kN/mm |



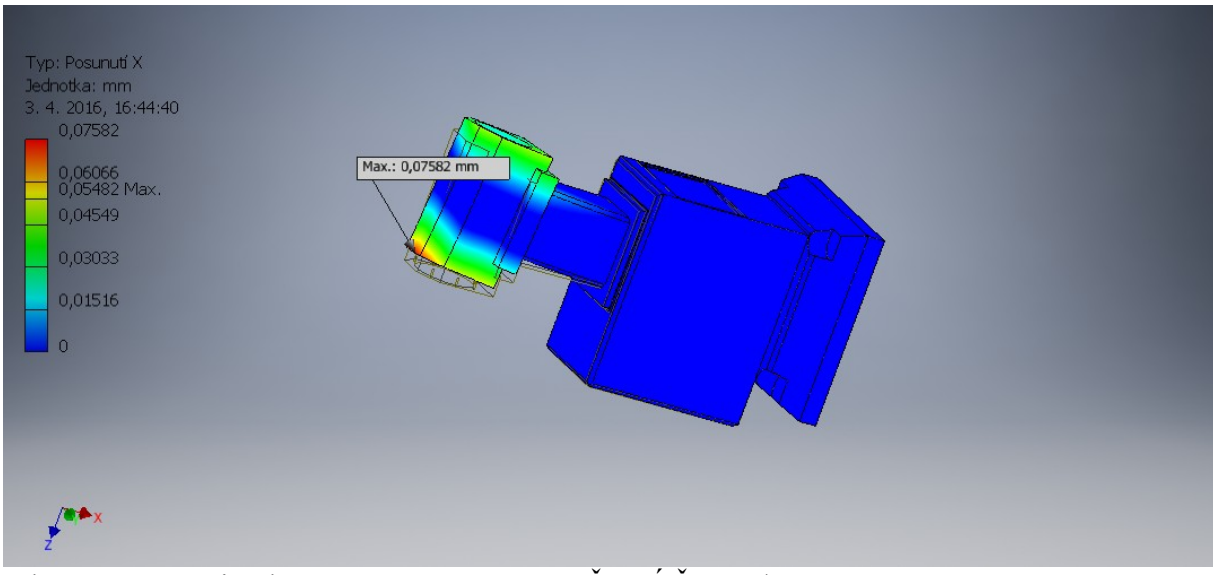
Obr. 12.1.3 Skříň frézovací hlavy [ŘEZÁČEK 5/ 2016]



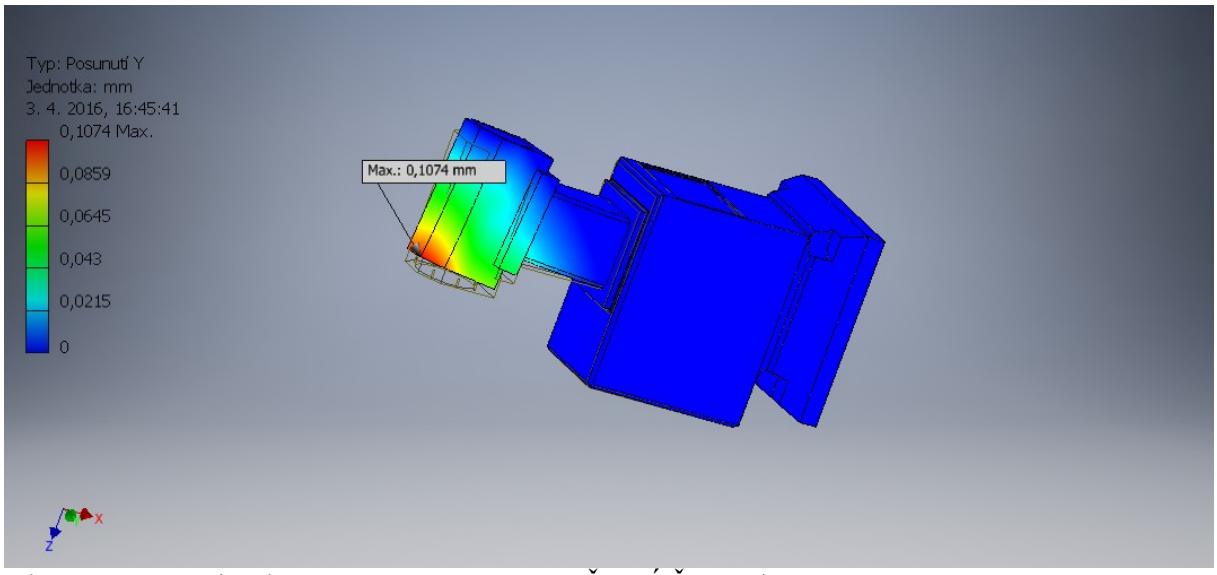

Obr. 12.2.3 Skříň frézovací hlavy zasíťovaná [ŘEZÁČEK 5/ 2016]



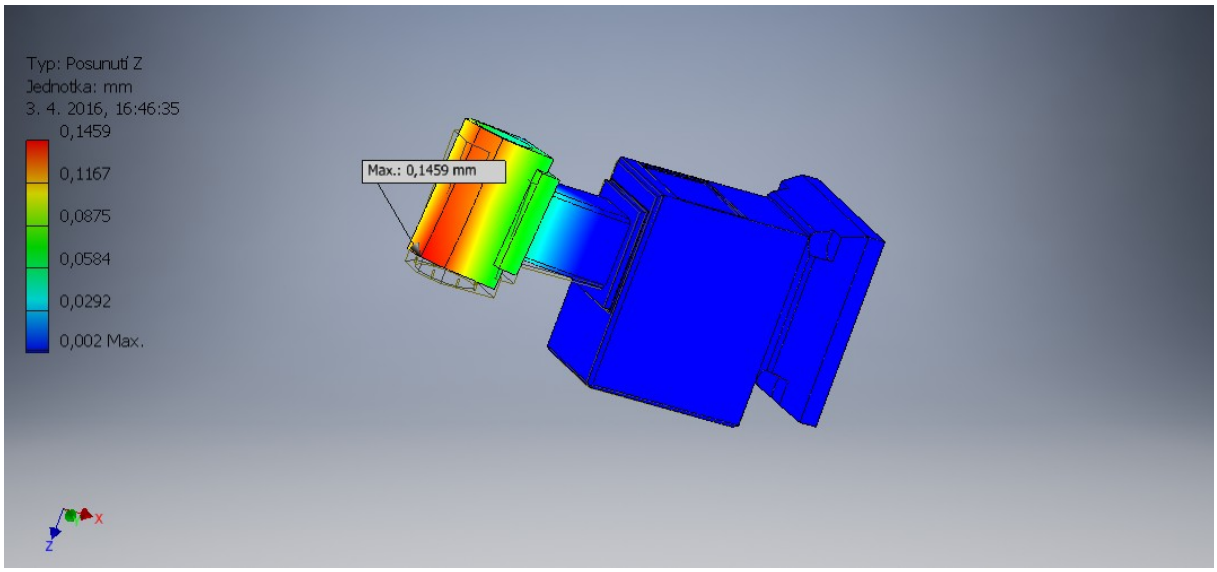

Obr. 12.3.3 Maximální napětí [ŘEZÁČEK 5/ 2016]




Obr. 12.4.3 Maximální posunutí ve směru x [ŘEZÁČEK 5/ 2016]




Obr. 12.5.3 Maximální posunutí ve směru y [ŘEZÁČEK 5/ 2016]




Obr. 12.6.3 Maximální posunutí ve směru z [ŘEZÁČEK 5/ 2016]

**PŘÍLOHA č. 3**

# Výstupní hodnoty z výpočetního programu PREV

Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta strojní
Katedra konstruování strojů
Bakalářská práce, akad. Rok 2015/2016
Martin Řezáček

# Kontrolní výpočty převodového mechanismu

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 1

Blok + souhmoti :zadani

Blok : 1 pocet souhmoti : 4
Souhmoti : 1.0 souradny system :kartezky

| ish | I material | souradnice pocatku (1.loz.) x[mm] | y[mm] | z[mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | I 11600.00 | .00 | .00 | .00 |

Rozmery nosneho profilu hridele - zadane

Souhmoti : 1.0 pocet rezu : 3

| rez | I Z[mm] | Dmax[mm] | Dmin[mm] |
|---|---|---|---|
| 1 | I -92.00 | 70.00 | .00 |
| 2 | I 17.50 | 75.00 | .00 |
| 3 | I 117.00 | 70.00 | .00 |

z-tova sour. praveho konce hrid. : 200.00[mm]

Prevodove prvky - zadani polohy

Souhmoti : 1.0 pocet zaberu : 2

| c. | oznaceni | I sour. Z[mm] | uhel zaberu fi[deg] |
|---|---|---|---|
| 1 | 1.02 | I -50.00 | .00 |
| 2 | 7.08 | I 180.00 | 360.00 |

Loziska - zadani polohy

Souhmoti : 1.0 pocet lozisek : 2

| c. | oznaceni | I sour.Z[mm] | podpera | maz. | uloz. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6214 | I .00 | .0 | olej | ra) |
| 2 | 6214 | I 135.00 | .0 | olej | ra( |

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 2

Obecna zatezna mista -zadani polohy

Souhmoti : 1.0 pocet OZM : 0

- VYPOCTOVE CLENENI NOSNEHO PROFILU SOUHMOTI

Souhmoti : 1.00

| rez | h r i d e l Z[mm] | Dmax[mm] | Dmin[mm] | I zatezna mista I ozn. | ZZM/OZM | I | l o z i s k a oznaceni | typ loziska | uloz. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -92.0 | 70.0 | .0 | I | | I | | | |
| 2 | -50.0 | 70.0 | .0 | I 1.02 | valc.vne. | I | | | |
| 3 | .0 | 70.0 | .0 | I | | I | 6214 | r.kul.jr. | ra) |
| 4 | 17.5 | 75.0 | .0 | I | | I | | | |
| 5 | 117.0 | 70.0 | .0 | I | | I | | | |
| 6 | 135.0 | 70.0 | .0 | I | | I | 6214 | r.kul.jr. | ra( |
| 7 | 180.0 | 70.0 | .0 | I 7.08 | spojka | I | | | |
| 8 | 200.0 | .0 | .0 | I | | I | | | |

Prevodove prvky - popis

souhmoti : 1.00 pocet ZZM : 2

| Zakl. zatezne m.: | 1 | I | Zakl. zatezne m.: | 2 |
|---|---|---|---|---|
| oznaceni | : 1. | I | oznaceni | : 7. |
| celni kolo s vnejsim ozubenim | | I | spojka | |
| | | I | | |
| pocet zubu | : 60. [-] | I | druh spojky | : obecna spojka |
| norm. modul | : 4.00 [mm] | I | | |
| uhel zaberu zubu: | 20.00 [deg] | I | | |
| uhel sklonu zubu: | .00 [deg] | I | | |
| sklon zubu | : | I | | |
| sirka kola | : 50.00 [mm] | I | | |
| material | : 14220.40 | I | | |
| drsnost | : 1.60 | I | | |
| druh korekce | : merny skluz | I | | |
| os.vzdal./j. kor: | 186.00 [mm]/[-] | I | | |
| presnost | : 7 - 7 - 5 Dh/III | I | | |
| ucinnost | : .98 [-] | I | | |

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 3

## LOZISKA - popis

souhmoti : 1.00 pocet lozisek : 2

| lozisko | : | 1 | | lozisko | : | 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| oznaceni | : | 6214 | | oznaceni | : | 6214 | |
| vyrobce | : | ZVL | | vyrobce | : | ZVL | |
| kulickove jednorade | | | | kulickove jednorade | | | |
| vnitrni prumer | : | 70. | [mm] | vnitrni prumer | : | 70. | [mm] |
| vnejsi prumer | : | 125. | [mm] | vnejsi prumer | : | 125. | [mm] |
| sirka | : | 24. | [mm] | sirka | : | 24. | [mm] |
| unosnost dyn. | : | 62000. | [N] | unosnost dyn. | : | 62000. | [N] |
| unosnost stat. | : | 37600. | [N] | unosnost stat. | : | 37600. | [N] |
| mezni otacky | : | 6300. | [1/min] | mezni otacky | : | 6300. | [1/min] |
| typ vule | : | normalni | | typ vule | : | normalni | |

## ZATIZENI V PREVODOVYCH PRVCICH

Souhmoti : 1.00 pocet ZZM : 2

| Z a d a n e h o d n o t y | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| oznaceni | typ | mst.zs | Mk [Nm] | otacky [1/min] | doba behu [ hod] |
| 1.02 | valc.vne. | 1.01 | 1015.0 | -282.0 | 3000.0 |
| | | 1.02 | 195.0 | -1600.0 | 2000.0 |
| 7.08 | spojka | 1.01 | -1015.0 | | |
| | | 1.02 | -195.0 | | |

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 4

ZATIZENI V OBECNYCH ZATEZNYCH PRVCICH

Souhmoti : 1.00 pocet OZM : 0

SILY V PREVODOVYCH PRVCICH

Souhmoti : 1.00 pocet ZZM : 2

| z a d a n e h o d n o t y | | | I | v y p o c t e n e h o d n o t y | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| oznaceni | typ | mst.zs | Mk [Nm] | I | Fo [N] | Fr [N] | Fa [N] |
| 1.02 | valc.vne. | 1.01 | 1015.0 | I | 8458.3 | 3078.6 | .0 |
| | | 1.02 | 195.0 | I | 1625.0 | 591.5 | .0 |
| 7.08 | spojka | 1.01 | -1015.0 | I | .0 | .0 | .0 |
| | | 1.02 | -195.0 | I | .0 | .0 | .0 |

OBVODOVE RYCHLOSTI

| zatez. misto | I | 1. | I | 7. | I |
|---|---|---|---|---|---|
| obv.rych.[m/s] | I | 20.11 | I | .00 | I |

REAKCE V LOZISKACH

Souhmoti : 1.00 pocet lozisek : 2

| l o z i s k o | | | I | v y p o c t e n e h o d n o t y | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| oznaceni | typ | mst.zs | I | Fx [N] | Fy [N] | Fr [N] | Fa [N] |
| 6214 | r. kul.jr. | 1.01 | I | 4218.8 | -11591.0 | 12334.9 | .0 |
| | | 1.02 | I | 810.5 | -2226.9 | 2369.8 | .0 |

```
 Nazev :  Frez. hlava                              Stroj :  HCW3

 Autor :  Rezacek                                  03/09/15

                                    REZACEK.dhl                List :   5
```

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6214 | r. kul.jr. | 1.01I | -1140.2 | 3132.7 | 3333.8 | .0 |
| | | 1.02I | -219.1 | 601.9 | 640.5 | .0 |

DEFORMACE v prevodovych prvcich
**********

Souhmoti : 1.00 pocet ZZM : 2

| p r e v o d. prvky | | I | v y p o c t e n e h o d n o t y | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ozn. | typ | ms.zs I | pruhyb ux[mm] | pruhyb uy[mm] | pruhyb uo[mm] | natoceni fio[rad] | natoceni fik[rad] |
| 1.02 | valc.vne. | 1.01I | -.170E-02 | .466E-02 | .496E-02 | .114E-03 | .000E+00 |
| | | 1.02I | -.326E-03 | .895E-03 | .953E-03 | .220E-04 | .000E+00 |
| 7.08 | spojka | 1.01I | -.492E-03 | .135E-02 | .144E-02 | .320E-04 | .110E-02 |
| | | 1.02I | -.946E-04 | .260E-03 | .276E-03 | .614E-05 | .210E-03 |

DEFORMACE v loziskach
**********

Souhmoti : 1.00 pocet lozisek : 2

| l o z i s k o | | | I vypoctene hodnoty |
|---|---|---|---|
| oznaceni | typ | mst.zs I | natoceni fio [rad] |
| 6214 | r. kul.jr. | 1.01I | .6886E-04 |
| | | 1.02I | .1323E-04 |
| 6214 | r. kul.jr. | 1.01I | .3198E-04 |
| | | 1.02I | .6144E-05 |

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 6

maximalni NAPETI
*****************

Souhmoti : 1.00

I v y p o c t e n e h o d n o t y

| mst. [-] | zs.I [-] | I | c. rezu [-] | souradnice z[mm] | napeti sigr[Mpa] |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | I | 3 | .0 | 34.2 |
| 1 | 2 | I | 3 | .0 | 6.6 |

Maximalni DEFORMACE a NAPETI

Souhmoti : 1.00

| velicina | | : m.st. | stav | poradi | hodnota |
|---|---|---|---|---|---|
| pruhyb uo v ZZM | [mm] : | 1 | 1 | 1 | .496E-02 |
| natoceni fio v ZZM | [rad] : | 1 | 1 | 1 | .114E-03 |
| natoceni fio v lozisku | [rad] : | 1 | 1 | 1 | .689E-04 |
| napeti | [MPa] : | 1 | 1 | 3 | 34.2 |

```
Nazev :  Frez. hlava                          Stroj :  HCW3

Autor :  Rezacek                              03/09/15

                                  REZACEK.dhl              List :   7
```

KONTROLA LOZISEK
**********

Souhmoti : 1.00 pocet lozisek : 2

---

Dynamicka kontrola loziska 6214A
(vyrobce ZVL )

| | | |
|---|---|---|
| Koeficient bezpecnosti (dynamicky) loziska | : | 2.44 [-] |
| Trvanlivost loziska | : | 12182. [hod] |
| Potrebna unosnost pro loz. stejneho typu | : | 46076. [N] |
| Bezpecnost proti preotackovani | : | 3.94 [-] |

Staticka kontrola loziska 6214A
(vyrobce ZVL )

| | | |
|---|---|---|
| Koeficient bezpecnosti (staticky) loziska | : | 3.05 [-] |

Lozisko staticky vyhovuje pro vsechny druhy provozu .

.....

Dynamicka kontrola loziska 6214A
(vyrobce ZVL )

| | | |
|---|---|---|
| Koeficient bezpecnosti (dynamicky) loziska | : | 123.41 [-] |
| Trvanlivost loziska | : | 617053. [hod] |
| Potrebna unosnost pro loz. stejneho typu | : | 12453. [N] |
| Bezpecnost proti preotackovani | : | 3.94 [-] |

Staticka kontrola loziska 6214A
(vyrobce ZVL )

| | | |
|---|---|---|
| Koeficient bezpecnosti (staticky) loziska | : | 11.28 [-] |

Lozisko staticky vyhovuje pro vsechny druhy provozu .

---

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 8

o z u b e n a k o l a c e l n i

r o z m e r o v y v y p o c e t

korekce na merne skluzy

| | kolo 1 | kolo 2 |
|---|---|---|
| pocet zubu kol | 60 | 32 |
| normalny modul [mm] | 4.00 | |
| normalny uhel zaberu [deg] | 20 0 0 | |
| uhel sklonu zubu [deg](k1 ) | 0 0 0 | |
| bocni vule [mm] | .0000 | |
| osova vzdalenost [mm] | 186.0000 | |
| sirka kol [mm] | 50.00 | 50.00 |
| jednotkove posunuti profilu | .2036 | .3162 |
| prumery hlavovych kruznic [mm] | 249.47 | 138.37 |
| prumery roztecnych kruznic [mm] | 240.00 | 128.00 |
| prumery patnich kruznic [mm] | 231.63 | 120.53 |
| prumery zakladnich kruznic [mm] | 225.53 | 120.28 |
| trvani evolventy | 1.6061 | |
| trvani kroku | .0000 | |
| celkove trvani zaberu | 1.6061 | |

meze souctu jednotkovych posunuti

| | |
|---|---|
| smluvni dolni mez | -.2600 |
| doporucena dolni mez | .0000 |
| skutecny soucet jedn. posunuti | .5198 |
| doporucena horni mez | 1.0000 |
| smluvni horni mez | 1.5000 |

meze jednotkovych posunuti kol

| | kolo 1 | kolo 2 |
|---|---|---|
| smluvni dolni mez | -.5000 | -.2000 |
| doporucena dolni mez | -.5000 | -.0500 |
| skutecne jednotkove posunuti | .2036 | .3162 |
| doporucena horni mez | .6000 | .6000 |
| smluvni horni mez | 1.0000 | .8200 |

kontrolni miry

| | | |
|---|---|---|
| pocet zubu pro mereni | 7 | 4 |
| rozmer pres zuby [mm] | 80.67 | 43.99 |
| konstantni tloustka zubu [mm] | 6.07 | 6.36 |
| konstantni vyska zubu [mm] | 3.63 | 4.03 |

hodnoty pro brouseni

| | | |
|---|---|---|
| beta w15 | 0 0 0 | 0 0 0 |
| dw15 | 233.4819 | 124.5237 |

```
*       beta w 0                            0  0  0         0  0  0           *
*       dw 0                                225.5262       120.2807          *
*                                                                            *
*       prumer kruz. pocatku zaberu[mm]     235.76         124.08            *
* * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
```

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 9

pevnostni vypocet celnich ozubenych kol s vnejsim ozubenim

| | | kolo 1 | kolo 2 |
|---|---|---|---|
| zadane parametry | | | |
| pocet zubu | | 60 | 32 |
| normalny modul | [mm] | 4.00 | |
| normalny uhel zaberu | [deg] | 20.00 | |
| uhel sklonu zubu | [deg] | .00 | |
| jednotkove posunuti | | .204 | .316 |
| sirka | [mm] | 50.00 | 50.00 |
| souc.vysky hlavy hrebenov.nastroje | | 1.25 | |
| souc.polomeru zaobleni hreb.nastr. | | .38 | |
| material : | | 14220.4 | 16220.4 |
| tepelne zpracovani | | CEMENT.KAL. | CEMENT.KAL. |
| jakostni trida | | MQ | MQ |
| pevnost v jadre | [Mpa] | 785. | 880. |
| mez kluzu | [Mpa] | 588. | 635. |
| mez unavy v ohybu | [Mpa] | 700. | 700. |
| mez unavy v dotyku | [Mpa] | 1270. | 1270. |
| tvrdost v jadre | [Hv] | 250. | 285. |
| tvrdost boku | [Hv] | 650. | 650. |
| min. tloustka tvrz. vrstvy | [mm] | .67 | .60 |
| presnost soukoli | | 7 - 7 - 5 Dh/III | |
| str.aritm.uchyl.profilu(drsnost) | [mkm] | 1.60 | 1.60 |

soubor zatezovacich stavu na kole 1

| mk [Nm] | n [1/min] | tau[hod] |
|---|---|---|
| zakladni smysl toceni | | |
| 1015.00 | -282.00 | 3000.00 |
| 195.00 | -1600.00 | 2000.00 |
| opacny smysl toceni | | |

vysledne hodnoty

| | | kolo 1 | kolo 2 |
|---|---|---|---|
| smerodatne zatizeni | | | |
| moment | [Nm] | | |
| ohyb | | 1015.0 | 541.3 |
| dotyk | | 886.3 | 536.0 |
| obvodova rychlost | [m/s] | | |
| ohyb | | 3.544 | 3.544 |
| dotyk | | 20.106 | 20.106 |

```
*     soucinitele bezpecnosti :                                                *
*     .........................             *****************************      *
*                 ohyb                      *     2.95              3.03 *      *
*                 dotyk                     *     1.38              1.32 *      *
*                                           *****************************      *
********************************************************************************
```

```
Nazev :  Frez. hlava                              Stroj :  HCW3

Autor :  Rezacek                                  03/09/15

                                    REZACEK.dhl             List :  10
```

```
*******************************************************************************
*         pevnostni vypocet celnich ozubenych kol s vnejsim ozubenim          *
*                                                                             *
*                                                                             *
*                                                                             *
*     kontrola pro jednoraz.max. zatizeni (staticky)                          *
*     ....................................                                    *
*     soucinitele bezpec. pro jednor. zatizeni                                *
*                  ohyb                        6.36             6.26          *
*                  dotyk                       2.71             2.67          *
*                                                                             *
*******************************************************************************
```

```
Nazev :  Frez. hlava                              Stroj :  HCW3

Autor :  Rezacek                                  03/09/15

                                      REZACEK.dhl              List :  11
```

```
   Souhmoti:   1.0   Spoj. prvek c.:    1
   Prenos zatizeni od prev. prvku c.:   1
-------------------------------------------------
    Pero

  Rozmer pera   b x h [mm] :  20 x  12
  Delka pera        l [mm] :         45
  Pocet per         n [-]  :          1
  Kroutici moment   Mk[Nm] :   1015.000
  Prumer hridele    d [mm] :     70.000
  Tlak              p [MPa]:    193.333
  Dovoleny tlak     pd[MPa]:    120.000
  p :   nevyhovuje


     Navrhovana delka  l [mm] :     60.278



   Souhmoti:   1.0   Prev. prvek c.:    2
   Oznaceni prevod. prvku:     7
-------------------------------------------------
     obecna spojka : neni pocitana
```

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 12

Blok + souhmoti :zadani

Blok : 1 pocet souhmoti : 4
Souhmoti : 2.0 souradny system :kartezky

| ish | material | souradnice pocatku (1.loz.) x[mm] | y[mm] | z[mm] |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 11600.00 | .00 | .00 | .00 |

Rozmery nosneho profilu hridele - zadane

Souhmoti : 2.0 pocet rezu : 3

| rez | Z[mm] | Dmax[mm] | Dmin[mm] |
|---|---|---|---|
| 1 | -23.00 | 70.00 | .00 |
| 2 | 72.50 | 75.00 | .00 |
| 3 | 122.50 | 70.00 | .00 |

z-tova sour. praveho konce hrid. : 220.00[mm]

Prevodove prvky - zadani polohy

Souhmoti : 2.0 pocet zaberu : 2

| c. | oznaceni | sour. Z[mm] | uhel zaberu fi[deg] |
|---|---|---|---|
| 1 | 3.04 | 47.50 | 180.00 |
| 2 | 2.01 | 147.50 | 180.00 |

Loziska - zadani polohy

Souhmoti : 2.0 pocet lozisek : 2

| c. | oznaceni | sour.Z[mm] | podpera | maz. | uloz. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6214 | .00 | .0 | olej | ra) |
| 2 | 6214 | 193.00 | .0 | olej | ra( |

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 13

Obecna zatezna mista -zadani polohy

Souhmoti : 2.0 pocet OZM : 0

- VYPOCTOVE CLENENI NOSNEHO PROFILU SOUHMOTI

Souhmoti : 2.00

| rez | h r i d e l Z[mm] | Dmax[mm] | Dmin[mm] | I zatezna mista I ozn. | ZZM/OZM | I | l o z i s k a oznaceni | typ loziska | uloz. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -23.0 | 70.0 | .0 | I | | I | | | |
| 2 | .0 | 70.0 | .0 | I | | I | 6214 | r.kul.jr. | ra) |
| 3 | 47.5 | 70.0 | .0 | I 3.04 | valc.vne. | I | | | |
| 4 | 72.5 | 75.0 | .0 | I | | I | | | |
| 5 | 122.5 | 70.0 | .0 | I | | I | | | |
| 6 | 147.5 | 70.0 | .0 | I 2.01 | valc.vne. | I | | | |
| 7 | 193.0 | 70.0 | .0 | I | | I | 6214 | r.kul.jr. | ra( |
| 8 | 220.0 | .0 | .0 | I | | I | | | |

Prevodove prvky - popis

souhmoti : 2.00 pocet ZZM : 2

| Zakl. zatezne m.: | 1 | | I Zakl. zatezne m.: | 2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| oznaceni : | 3. | | I oznaceni : | 2. | |
| celni kolo s vnejsim ozubenim | | | I celni kolo s vnejsim ozubenim | | |
| | | | I | | |
| pocet zubu : | 46. | [-] | I pocet zubu : | 32. | [-] |
| norm. modul : | 4.00 | [mm] | I norm. modul : | 4.00 | [mm] |
| uhel zaberu zubu: | 20.00 | [deg] | I uhel zaberu zubu: | 20.00 | [deg] |
| uhel sklonu zubu: | .00 | [deg] | I uhel sklonu zubu: | .00 | [deg] |
| sklon zubu : | | | I sklon zubu : | | |
| sirka kola : | 50.00 | [mm] | I sirka kola : | 50.00 | [mm] |
| material : | 16220.40 | | I material : | 16220.40 | |
| drsnost : | 1.60 | | I drsnost : | 1.60 | |
| druh korekce : | merny skluz | | I druh korekce : | merny skluz | |
| os.vzdal./j. kor: | 186.00 | [mm]/[-] | I os.vzdal./j. kor: | 186.00 | [mm]/[- |
| presnost : | 7 - 7 - 5 Dh/III | | I presnost : | 7 - 7 - 5 Dh/III | |
| ucinnost : | .98 | [-] | I ucinnost : | .98 | [-] |

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 14

LOZISKA - popis
**********

souhmoti : 2.00 pocet lozisek : 2

| lozisko | : | 1 | | lozisko | : | 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| oznaceni | : | 6214 | | oznaceni | : | 6214 | |
| vyrobce | : | ZVL | | vyrobce | : | ZVL | |
| kulickove jednorade | | | | kulickove jednorade | | | |
| vnitrni prumer | : | 70. | [mm] | vnitrni prumer | : | 70. | [mm] |
| vnejsi prumer | : | 125. | [mm] | vnejsi prumer | : | 125. | [mm] |
| sirka | : | 24. | [mm] | sirka | : | 24. | [mm] |
| unosnost dyn. | : | 62000. | [N] | unosnost dyn. | : | 62000. | [N] |
| unosnost stat. | : | 37600. | [N] | unosnost stat. | : | 37600. | [N] |
| mezni otacky | : | 6300. | [1/min] | mezni otacky | : | 6300. | [1/min] |
| typ vule | : | normalni | | typ vule | : | normalni | |

ZATIZENI V PREVODOVYCH PRVCICH
**********

Souhmoti : 2.00 pocet ZZM : 2

| Z a d a n e h o d n o t y | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| oznaceni | typ | mst.zs | Mk [Nm] | otacky [1/min] | doba behu [ hod] |
| 3.04 | valc.vne. | 1.01 | 531.0 | -540.0 | 3000.0 |
| | | 1.02 | 102.0 | -3000.0 | 2000.0 |
| 2.01 | valc.vne. | 1.01 | -531.0 | | |
| | | 1.02 | -103.0 | | |

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 15

ZATIZENI V OBECNYCH ZATEZNYCH PRVCICH
**********

Souhmoti : 2.00 pocet OZM : 0

SILY V PREVODOVYCH PRVCICH
**********

Souhmoti : 2.00 pocet ZZM : 2

| oznaceni | typ | mst.zs | zadane hodnoty Mk [Nm] | vypoctene hodnoty Fo [N] | Fr [N] | Fa [N] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3.04 | valc.vne. | 1.01 | 531.0 | 5771.7 | 2100.7 | .0 |
| | | 1.02 | 102.0 | 1108.7 | 403.5 | .0 |
| 2.01 | valc.vne. | 1.01 | -531.0 | -8296.9 | 3019.8 | .0 |
| | | 1.02 | -103.0 | -1609.4 | 585.8 | .0 |

OBVODOVE RYCHLOSTI
**********

| zatez. misto | 3. | 2. |
|---|---|---|
| obv.rych.[m/s] | 28.90 | 20.11 |

REAKCE V LOZISKACH
**********

Souhmoti : 2.00 pocet lozisek : 2

| lozisko oznaceni | typ | mst.zs | vypoctene hodnoty Fx [N] | Fy [N] | Fr [N] | Fa [N] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6214 | r. kul.jr. | 1.01 | -2295.6 | 2395.2 | 3317.7 | .0 |
| | | 1.02 | -442.3 | 456.4 | 635.6 | .0 |

```
Nazev :  Frez. hlava                              Stroj :  HCW3

Autor :  Rezacek                                  03/09/15

                                    REZACEK.dhl               List :  16
```

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6214 | r. kul.jr. | 1.01I | -2824.9 | -4920.4 | 5673.6 | .0 |
| | | 1.02I | -547.0 | -957.1 | 1102.4 | .0 |

DEFORMACE v prevodovych prvcich
**********

Souhmoti : 2.00 pocet ZZM : 2

| prevod. prvky | typ | ms.zs I | vypoctene hodnoty pruhyb ux[mm] | pruhyb uy[mm] | pruhyb uo[mm] | natoceni fio[rad] | natoceni fik[rad] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3.04 | valc.vne. | 1.01I | .131E-02 | .814E-04 | .132E-02 | .226E-04 | .000E+00 |
| | | 1.02I | .254E-03 | .191E-04 | .254E-03 | .438E-05 | .000E+00 |
| 2.01 | valc.vne. | 1.01I | .134E-02 | .111E-02 | .173E-02 | .240E-04 | .245E-03 |
| | | 1.02I | .258E-03 | .217E-03 | .337E-03 | .465E-05 | .470E-04 |

DEFORMACE v loziskach
**********

Souhmoti : 2.00 pocet lozisek : 2

| lozisko oznaceni | typ | mst.zs I | vypoctene hodnoty natoceni fio [rad] |
|---|---|---|---|
| 6214 | r. kul.jr. | 1.01I | .3122E-04 |
| | | 1.02I | .6021E-05 |
| 6214 | r. kul.jr. | 1.01I | .4562E-04 |
| | | 1.02I | .8872E-05 |

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 17

maximalni NAPETI
*****************

Souhmoti : 2.00

I v y p o c t e n e h o d n o t y

| mst. [-] | zs.I [-] | I | c. rezu [-] | souradnice z[mm] | napeti sigr[Mpa] |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | I | 6 | 147.5 | 17.5 |
| 1 | 2 | I | 6 | 147.5 | 3.4 |

Maximalni DEFORMACE a NAPETI
---

Souhmoti : 2.00

| velicina | | : m.st. | stav | poradi | hodnota |
|---|---|---|---|---|---|
| pruhyb uo v ZZM | [mm] : | 1 | 1 | 2 | .173E-02 |
| natoceni fio v ZZM | [rad] : | 1 | 1 | 2 | .240E-04 |
| natoceni fio v lozisku | [rad] : | 1 | 1 | 2 | .456E-04 |
| napeti | [MPa] : | 1 | 1 | 6 | 17.5 |

```
Nazev :  Frez. hlava                          Stroj :  HCW3

Autor :  Rezacek                              03/09/15

                                  REZACEK.dhl              List :  18
```

KONTROLA LOZISEK
**********

Souhmoti : 2.00 pocet lozisek : 2

---

Dynamicka kontrola loziska 6214A
(vyrobce ZVL )

| | | |
|---|---|---|
| Koeficient bezpecnosti (dynamicky) loziska | : | 65.44 [-] |
| Trvanlivost loziska | : | 327193. [hod] |
| Potrebna unosnost pro loz. stejneho typu | : | 15386. [N] |
| Bezpecnost proti preotackovani | : | 2.10 [-] |

Staticka kontrola loziska 6214A
(vyrobce ZVL )

| | | |
|---|---|---|
| Koeficient bezpecnosti (staticky) loziska | : | 11.33 [-] |

Lozisko staticky vyhovuje pro vsechny druhy provozu .

.....

Dynamicka kontrola loziska 6214A
(vyrobce ZVL )

| | | |
|---|---|---|
| Koeficient bezpecnosti (dynamicky) loziska | : | 13.07 [-] |
| Trvanlivost loziska | : | 65351. [hod] |
| Potrebna unosnost pro loz. stejneho typu | : | 26321. [N] |
| Bezpecnost proti preotackovani | : | 2.10 [-] |

Staticka kontrola loziska 6214A
(vyrobce ZVL )

| | | |
|---|---|---|
| Koeficient bezpecnosti (staticky) loziska | : | 6.63 [-] |

Lozisko staticky vyhovuje pro vsechny druhy provozu .

---

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 19

o z u b e n a k o l a c e l n i
r o z m e r o v y v y p o c e t

korekce na merne skluzy

| | kolo 3 | kolo 4 |
|---|---|---|
| pocet zubu kol | 46 | 46 |
| normalny modul [mm] | 4.00 | |
| normalny uhel zaberu [deg] | 20 0 0 | |
| uhel sklonu zubu [deg](k1 ) | 0 0 0 | |
| bocni vule [mm] | .0000 | |
| osova vzdalenost [mm] | 186.0000 | |
| sirka kol [mm] | 50.00 | 50.00 |
| jednotkove posunuti profilu | .2599 | .2599 |
| prumery hlavovych kruznic [mm] | 193.92 | 193.92 |
| prumery roztecnych kruznic [mm] | 184.00 | 184.00 |
| prumery patnich kruznic [mm] | 176.08 | 176.08 |
| prumery zakladnich kruznic [mm] | 172.90 | 172.90 |
| trvani evolventy | 1.6298 | |
| trvani kroku | .0000 | |
| celkove trvani zaberu | 1.6298 | |
| meze souctu jednotkovych posunuti | | |
| smluvni dolni mez | -.2600 | |
| doporucena dolni mez | .0000 | |
| skutecny soucet jedn. posunuti | .5198 | |
| doporucena horni mez | 1.0000 | |
| smluvni horni mez | 1.5000 | |
| meze jednotkovych posunuti kol | | |
| smluvni dolni mez | -.4333 | -.4333 |
| doporucena dolni mez | -.4000 | -.4000 |
| skutecne jednotkove posunuti | .2599 | .2599 |
| doporucena horni mez | .6000 | .6000 |
| smluvni horni mez | .9600 | .9600 |
| kontrolni miry | | |
| pocet zubu pro mereni | 6 | 6 |
| rozmer pres zuby [mm] | 68.24 | 68.24 |
| konstantni tloustka zubu [mm] | 6.22 | 6.22 |
| konstantni vyska zubu [mm] | 3.83 | 3.83 |
| hodnoty pro brouseni | | |
| beta w15 | 0 0 0 | 0 0 0 |
| dw15 | 179.0028 | 179.0028 |

```
*       beta w 0                            0  0  0         0  0  0           *
*       dw 0                                172.9034        172.9034         *
*                                                                            *
*       prumer kruz. pocatku zaberu[mm]     179.80          179.80           *
* * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
```

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 20

pevnostni vypocet celnich ozubenych kol s vnejsim ozubenim

| | | kolo 3 | kolo 4 |
|---|---|---|---|
| **zadane parametry** | | | |
| pocet zubu | | 46 | 46 |
| normalny modul | [mm] | 4.00 | |
| normalny uhel zaberu | [deg] | 20.00 | |
| uhel sklonu zubu | [deg] | .00 | |
| jednotkove posunuti | | .260 | .260 |
| sirka | [mm] | 50.00 | 50.00 |
| souc.vysky hlavy hrebenov.nastroje | | 1.25 | |
| souc.polomeru zaobleni hreb.nastr. | | .38 | |
| material : | | 16220.4 | 16220.4 |
| tepelne zpracovani | | CEMENT.KAL. | CEMENT.KAL. |
| jakostni trida | | MQ | MQ |
| pevnost v jadre | [Mpa] | 880. | 880. |
| mez kluzu | [Mpa] | 635. | 635. |
| mez unavy v ohybu | [Mpa] | 700. | 700. |
| mez unavy v dotyku | [Mpa] | 1270. | 1270. |
| tvrdost v jadre | [Hv] | 285. | 285. |
| tvrdost boku | [Hv] | 650. | 650. |
| min. tloustka tvrz. vrstvy | [mm] | .66 | .66 |
| presnost soukoli | | 7 - 7 - 5 Dh/III | |
| str.aritm.uchyl.profilu(drsnost) | [mkm] | 1.60 | 1.60 |

soubor zatezovacich stavu na kole 3

| mk [Nm] | n [1/min] | tau[hod] |
|---|---|---|
| zakladni smysl toceni | | |
| 531.00 | -540.00 | 3000.00 |
| 102.00 | -3000.00 | 2000.00 |
| opacny smysl toceni | | |

vysledne hodnoty

| | | kolo 3 | kolo 4 |
|---|---|---|---|
| **smerodatne zatizeni** | | | |
| moment | [Nm] | | |
| | ohyb | 531.0 | 531.0 |
| | dotyk | 528.0 | 528.0 |
| obvodova rychlost | [m/s] | | |
| | ohyb | 5.202 | 5.202 |
| | dotyk | 28.903 | 28.903 |

```
*      soucinitele bezpecnosti :                                                  *
*      .........................            *****************************        *
*                   ohyb                    *     3.10             3.10 *        *
*                   dotyk                   *     1.44             1.44 *        *
*                                           *****************************        *
*********************************************************************************
```

```
Nazev :  Frez. hlava                            Stroj :  HCW3

Autor :  Rezacek                                03/09/15

                                     REZACEK.dhl           List :  21
```

```
*******************************************************************************
*         pevnostni vypocet celnich ozubenych kol s vnejsim ozubenim          *
*                                                                             *
*                                                                             *
*                                                                             *
*     kontrola pro jednoraz.max. zatizeni (staticky)                          *
*     ....................................                                    *
*     soucinitele bezpec. pro jednor. zatizeni                                *
*                ohyb                          6.58             6.58          *
*                dotyk                         2.94             2.94          *
*                                                                             *
*******************************************************************************
```

```
Nazev :  Frez. hlava                          Stroj :  HCW3

Autor :  Rezacek                              03/09/15

                                   REZACEK.dhl              List :  22
```

```
   Souhmoti:   2.0   Spoj. prvek c.:    1
   Prenos zatizeni od prev. prvku c.:   3
-------------------------------------------------
    Pero

  Rozmer pera   b x h [mm] :  20 x  12
  Delka pera        l [mm] :         45
  Pocet per         n [-]  :          1
  Kroutici moment   Mk[Nm] :    531.000
  Prumer hridele    d [mm] :     70.000
  Tlak              p [MPa]:    101.143
  Dovoleny tlak     pd[MPa]:    120.000
  p :     vyhovuje
```

```
   Souhmoti:   2.0   Spoj. prvek c.:    2
   Prenos zatizeni od prev. prvku c.:   2
-------------------------------------------------
    Pero

  Rozmer pera   b x h [mm] :  20 x  12
  Delka pera        l [mm] :         45
  Pocet per         n [-]  :          1
  Kroutici moment   Mk[Nm] :    531.000
  Prumer hridele    d [mm] :     70.000
  Tlak              p [MPa]:    101.143
  Dovoleny tlak     pd[MPa]:    120.000
  p :     vyhovuje
```

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 23

Blok + souhmoti :zadani

Blok : 1 pocet souhmoti : 4
Souhmoti : 3.0 souradny system :kartezky

| ish | material | souradnice pocatku (1.loz.) x[mm] | y[mm] | z[mm] |
|---|---|---|---|---|
| 3 | 11600.00 | .00 | .00 | .00 |

Rozmery nosneho profilu hridele - zadane

Souhmoti : 3.0 pocet rezu : 3

| rez | Z[mm] | Dmax[mm] | Dmin[mm] |
|---|---|---|---|
| 1 | -50.00 | 70.00 | .00 |
| 2 | 17.50 | 75.00 | .00 |
| 3 | 300.00 | 70.00 | .00 |

z-tova sour. praveho konce hrid. : 405.00[mm]

Prevodove prvky - zadani polohy

Souhmoti : 3.0 pocet zaberu : 2

| c. | oznaceni | sour. Z[mm] | uhel zaberu fi[deg] |
|---|---|---|---|
| 1 | 5.06 | -40.00 | .00 |
| 2 | 4.03 | 362.00 | .00 |

Loziska - zadani polohy

Souhmoti : 3.0 pocet lozisek : 2

| c. | oznaceni | sour.Z[mm] | podpera | maz. | uloz. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6314 | .00 | .0 | olej | ra) |
| 2 | 6214 | 315.00 | .0 | olej | ra( |

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 24

Obecna zatezna mista -zadani polohy

Souhmoti : 3.0 pocet OZM : 0

- VYPOCTOVE CLENENI NOSNEHO PROFILU SOUHMOTI

Souhmoti : 3.00

| rez | h r i d e l Z[mm] | Dmax[mm] | Dmin[mm] | I zatezna mista I ozn. | ZZM/OZM | I l o z i s k a I oznaceni | typ loziska | uloz. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -50.0 | 70.0 | .0 | I | | I | | |
| 2 | -40.0 | 70.0 | .0 | I 5.06 | kuzel.k. | I | | |
| 3 | .0 | 70.0 | .0 | I | | I 6314 | r.kul.jr. | ra) |
| 4 | 17.5 | 75.0 | .0 | I | | I | | |
| 5 | 300.0 | 70.0 | .0 | I | | I | | |
| 6 | 315.0 | 70.0 | .0 | I | | I 6214 | r.kul.jr. | ra( |
| 7 | 362.0 | 70.0 | .0 | I 4.03 | valc.vne. | I | | |
| 8 | 405.0 | .0 | .0 | I | | I | | |

Prevodove prvky - popis

souhmoti : 3.00 pocet ZZM : 2

| Zakl. zatezne m.: 1 | | I Zakl. zatezne m.: 2 | |
|---|---|---|---|
| oznaceni : | 5. | I oznaceni : | 4. |
| kuzelove kolo | | I celni kolo s vnejsim ozubenim | |
| | | I | |
| pocet zubu : | 19. [-] | I pocet zubu : | 46. [-] |
| norm. modul : | 4.74 [mm] | I norm. modul : | 4.00 [mm] |
| uhel zaberu zubu: | 17.50 [deg] | I uhel zaberu zubu: | 20.00 [deg] |
| uhel sklonu zubu: | 35.82 [deg] | I uhel sklonu zubu: | .00 [deg] |
| sklon zubu : | levy | I sklon zubu : | |
| sirka kola : | 27.00 [mm] | I sirka kola : | 50.00 [mm] |
| material : | 16220.40 | I material : | 16220.40 |
| drsnost : | 1.60 | I drsnost : | 1.60 |
| uhel os : | 90.00 [deg] | I druh korekce : | merny skluz |
| protikolo : | vlevo | I os.vzdal./j. kor: | 186.00 [mm]/[- |
| ucinnost : | .96 [-] | I presnost : | 7 - 7 - 5 Dh/III |
| | | I ucinnost : | .98 [-] |

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 25

## LOZISKA - popis

souhmoti : 3.00 pocet lozisek : 2

| lozisko : 1 | | lozisko : 2 | |
|---|---|---|---|
| oznaceni : | 6314 | oznaceni : | 6214 |
| vyrobce : | ZVL | vyrobce : | ZVL |
| kulickove jednorade | | kulickove jednorade | |
| vnitrni prumer : | 70. [mm] | vnitrni prumer : | 70. [mm] |
| vnejsi prumer : | 150. [mm] | vnejsi prumer : | 125. [mm] |
| sirka : | 35. [mm] | sirka : | 24. [mm] |
| unosnost dyn. : | 104000. [N] | unosnost dyn. : | 62000. [N] |
| unosnost stat. : | 63100. [N] | unosnost stat. : | 37600. [N] |
| mezni otacky : | 5600. [1/min] | mezni otacky : | 6300. [1/min] |
| typ vule : | normalni | typ vule : | normalni |

## ZATIZENI V PREVODOVYCH PRVCICH

Souhmoti : 3.00 pocet ZZM : 2

| Z a d a n e h o d n o t y | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| oznaceni | typ | mst.zs | Mk [Nm] | otacky [1/min] | doba behu [ hod] |
| 5.06 | kuzel.k. | 1.01 | -520.0 | 551.0 | 3000.0 |
| | | 1.02 | -100.0 | 3000.0 | 2000.0 |
| 4.03 | valc.vne. | 1.01 | 529.0 | | |
| | | 1.02 | 100.0 | | |

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 26

ZATIZENI V OBECNYCH ZATEZNYCH PRVCICH

Souhmoti : 3.00 pocet OZM : 0

SILY V PREVODOVYCH PRVCICH

Souhmoti : 3.00 pocet ZZM : 2

| zadane hodnoty | | | | vypoctene hodnoty | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| oznaceni | typ | mst.zs | Mk [Nm] | Fo [N] | Fr [N] | Fa [N] |
| 5.06 | kuzel.k. | 1.01 | -520.0 | -9370.1 | -2205.2 | 7357.6 |
| | | 1.02 | -100.0 | -1801.9 | -424.1 | 1414.9 |
| 4.03 | valc.vne. | 1.01 | 529.0 | 5750.0 | 2092.8 | .0 |
| | | 1.02 | 100.0 | 1087.0 | 395.6 | .0 |

OBVODOVE RYCHLOSTI

| zatez. misto | 5. | 4. |
|---|---|---|
| obv.rych.[m/s] | 17.43 | 28.90 |

REAKCE V LOZISKACH

Souhmoti : 3.00 pocet lozisek : 2

| lozisko | | | vypoctene hodnoty | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| oznaceni | typ | mst.zs | Fx [N] | Fy [N] | Fr [N] | Fa [N] |
| 6314 | r. kul.jr. | 1.01 | -4093.7 | 11417.9 | 12129.6 | -7357.6 |
| | | 1.02 | -786.2 | 2192.9 | 2329.6 | -1414.9 |

```
 Nazev :  Frez. hlava                              Stroj :  HCW3

 Autor :  Rezacek                                  03/09/15

                                    REZACEK.dhl                List :  27
```

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6214 | r. kul.jr. | 1.01I | 3981.4 | -7797.8 | 8755.4 | .0 |
| | | 1.02I | 757.8 | -1478.0 | 1660.9 | .0 |

DEFORMACE v prevodovych prvcich
**********

Souhmoti : 3.00 pocet ZZM : 2

| p r e v o d. prvky | | I | v y p o c t e n e h o d n o t y | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ozn. | typ | ms.zs I | pruhyb ux[mm] | pruhyb uy[mm] | pruhyb uo[mm] | natoceni fio[rad] | natoceni fik[rad] |
| 5.06 | kuzel.k. | 1.01I | .759E-02 | -.413E-02 | .864E-02 | .252E-03 | .000E+00 |
| | | 1.02I | .146E-02 | -.799E-03 | .167E-02 | .486E-04 | .000E+00 |
| 4.03 | valc.vne. | 1.01I | .193E-02 | .222E-02 | .294E-02 | .675E-04 | -.909E-03 |
| | | 1.02I | .377E-03 | .410E-03 | .557E-03 | .127E-04 | -.175E-03 |

DEFORMACE v loziskach
**********

Souhmoti : 3.00 pocet lozisek : 2

| l o z i s k o | | | I vypoctene hodnoty | |
|---|---|---|---|---|
| oznaceni | typ | mst.zs I | natoceni fio [rad] | |
| 6314 | r. kul.jr. | 1.01I | .1731E-03 | |
| | | 1.02I | .3341E-04 | |
| 6214 | r. kul.jr. | 1.01I | .5607E-04 | |
| | | 1.02I | .1072E-04 | |

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 28

maximalni NAPETI
**********

Souhmoti : 3.00

I v y p o c t e n e h o d n o t y

| mst. [-] | zs.I [-] | I | c. rezu [-] | souradnice z[mm] | napeti sigr[Mpa] |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | I | 3 | .0 | 28.0 |
| 1 | 2 | I | 3 | .0 | 5.4 |

Maximalni DEFORMACE a NAPETI

Souhmoti : 3.00

| velicina | | : m.st. | stav | poradi | hodnota |
|---|---|---|---|---|---|
| pruhyb uo v ZZM | [mm] | : 1 | 1 | 1 | .864E-02 |
| natoceni fio v ZZM | [rad] | : 1 | 1 | 1 | .252E-03 |
| natoceni fio v lozisku | [rad] | : 1 | 1 | 1 | .173E-03 |
| napeti | [MPa] | : 1 | 1 | 3 | 28.0 |

```
Nazev :  Frez. hlava                          Stroj :  HCW3

Autor :  Rezacek                              03/09/15

                                  REZACEK.dhl              List :  29
```

KONTROLA LOZISEK
**********

Souhmoti : 3.00 pocet lozisek : 2

---

Dynamicka kontrola loziska 6314A
(vyrobce ZVL )

| | | |
|---|---|---|
| Koeficient bezpecnosti (dynamicky) loziska | : | 1.73 [-] |
| Trvanlivost loziska | : | 8659. [hod] |
| Potrebna unosnost pro loz. stejneho typu | : | 86602. [N] |
| Bezpecnost proti preotackovani | : | 1.87 [-] |

Staticka kontrola loziska 6314A
(vyrobce ZVL )

| | | |
|---|---|---|
| Koeficient bezpecnosti (staticky) loziska | : | 5.20 [-] |

Lozisko staticky vyhovuje pro vsechny druhy provozu .

.....

Dynamicka kontrola loziska 6214A
(vyrobce ZVL )

| | | |
|---|---|---|
| Koeficient bezpecnosti (dynamicky) loziska | : | 3.49 [-] |
| Trvanlivost loziska | : | 17469. [hod] |
| Potrebna unosnost pro loz. stejneho typu | : | 40860. [N] |
| Bezpecnost proti preotackovani | : | 2.10 [-] |

Staticka kontrola loziska 6214A
(vyrobce ZVL )

| | | |
|---|---|---|
| Koeficient bezpecnosti (staticky) loziska | : | 4.29 [-] |

Lozisko staticky vyhovuje pro vsechny druhy provozu .

---

```
Nazev :  Frez. hlava                              Stroj :  HCW3

Autor :  Rezacek                                  03/09/15

                                    REZACEK.dhl               List :  30
```

```
   Souhmoti:   3.0   Spoj. prvek c.:    1
   Prenos zatizeni od prev. prvku c.:   5
-------------------------------------------------
    Rovnoboke  drazkovani

  Drazkovani z x d x D [mm] :   8 x  56 x  65
  Sirka ozubeni     b [mm] :         10
  Delka drazkovani  l [mm] :         25
  Kroutici moment   Mk[Nm] :    520.000
  Tlak              p [MPa]:     32.743
  Dovoleny tlak     pd[MPa]:    120.000
  p :     vyhovuje

  Skut. namahani  Tau [MPa]:      8.595



  Mez pevnosti Sigmapt[MPa]:    590.000
  Mez kluzu    Sigmakt[MPa]:    300.000


   Souhmoti:   3.0   Spoj. prvek c.:    2
   Prenos zatizeni od prev. prvku c.:   4
-------------------------------------------------
    Pero

  Rozmer pera   b x h [mm] :  20 x  12
  Delka pera        l [mm] :         45
  Pocet per         n [-]  :          1
  Kroutici moment   Mk[Nm] :    529.000
  Prumer hridele    d [mm] :     70.000
  Tlak              p [MPa]:    100.762
  Dovoleny tlak     pd[MPa]:    120.000
  p :     vyhovuje
```

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 31

Blok + souhmoti :zadani

Blok : 1 pocet souhmoti : 4
Souhmoti : 4.0 souradny system :kartezky

| ish | material | souradnice pocatku (1.loz.) x[mm] | y[mm] | z[mm] |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 15330.90 | .00 | .00 | .00 |

Rozmery nosneho profilu hridele - zadane

Souhmoti : 4.0 pocet rezu : 4

| rez | Z[mm] | Dmax[mm] | Dmin[mm] |
|---|---|---|---|
| 1 | -80.00 | 90.00 | .00 |
| 2 | -50.00 | 70.00 | .00 |
| 3 | 45.00 | 75.00 | .00 |
| 4 | 195.00 | 70.00 | .00 |

z-tova sour. praveho konce hrid. : 240.00[mm]

Prevodove prvky - zadani polohy

Souhmoti : 4.0 pocet zaberu : 2

| c. | oznaceni | sour. Z[mm] | uhel zaberu fi[deg] |
|---|---|---|---|
| 1 | 9.10 | -70.00 | 360.00 |
| 2 | 6.05 | 40.00 | .00 |

Loziska - zadani polohy

Souhmoti : 4.0 pocet lozisek : 2

| c. | oznaceni | sour.Z[mm] | podpera | maz. | uloz. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2X7214 | .00 | .0 | olej | ra) |
| 2 | 7214 | 210.00 | .0 | olej | ra( |

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 32

Obecna zatezna mista -zadani polohy

Souhmoti : 4.0 pocet OZM : 1

obecne zatizeni

sour. pusobiste : -50.00 [mm]
polom.pusobiste : .00 [mm]
uhel pusobiste : .00 [deg]

- VYPOCTOVE CLENENI NOSNEHO PROFILU SOUHMOTI

Souhmoti : 4.00

| | h r i d e l | | | zatezna mista | | l o z i s k a | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| rez | Z[mm] | Dmax[mm] | Dmin[mm] | ozn. | ZZM/OZM | oznaceni | typ loziska | uloz. |
| 1 | -80.0 | 90.0 | .0 | | | | | |
| 2 | -70.0 | 90.0 | .0 | 9.10 | spojka | | | |
| 3 | -50.0 | 70.0 | .0 | | obec.zat. | | | |
| 4 | .0 | 70.0 | .0 | | | 2X7214 | r.kul.dr.n. | ra) |
| 5 | 40.0 | 70.0 | .0 | 6.05 | kuzel.k. | | | |
| 6 | 45.0 | 75.0 | .0 | | | | | |
| 7 | 195.0 | 70.0 | .0 | | | | | |
| 8 | 210.0 | 70.0 | .0 | | | 7214 | r.kul.dr.n. | ra( |
| 9 | 240.0 | .0 | .0 | | | | | |

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 33

## Prevodove prvky - popis

souhmoti : 4.00 pocet ZZM : 2

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Zakl. zatezne m.: | 1 | I | Zakl. zatezne m.: | 2 | |
| oznaceni : | 9. | I | oznaceni : | 6. | |
| spojka | | I | kuzelove kolo | | |
| druh spojky : | obecna spojka | I | pocet zubu : | 19. | [-] |
| | | I | norm. modul : | 4.74 | [mm] |
| | | I | uhel zaberu zubu: | 17.50 | [deg] |
| | | I | uhel sklonu zubu: | 35.82 | [deg] |
| | | I | sklon zubu : | pravy | |
| | | I | sirka kola : | 27.00 | [mm] |
| | | I | material : | 16220.40 | |
| | | I | drsnost : | 1.60 | |
| | | I | uhel os : | 90.00 | [deg] |
| | | I | protikolo : | vpravo | |
| | | I | ucinnost : | .96 | [-] |

## LOZISKA - popis

souhmoti : 4.00 pocet lozisek : 2

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| lozisko : | 1 | I | lozisko : | 2 | |
| oznaceni : | 2X7214 | I | oznaceni : | 7214 | |
| vyrobce : | SKF | I | vyrobce : | SKF | |
| kulickove jednor. s kosouh. stykem | | I | kulickove jednor. s kosouh. stykem | | |
| vnitrni prumer : | 70. | [mm] | I vnitrni prumer : | 70. | [mm] |
| vnejsi prumer : | 125. | [mm] | I vnejsi prumer : | 125. | [mm] |
| sirka : | 48. | [mm] | I sirka : | 24. | [mm] |
| unosnost dyn. : | 122000. | [N] | I unosnost dyn. : | 75000. | [N] |
| unosnost stat. : | 128000. | [N] | I unosnost stat. : | 64000. | [N] |
| mezni otacky : | 6300. | [1/min] | I mezni otacky : | 6300. | [1/min] |
| koef. X1 : | .00 | [-] | I koef. X1 : | 1.00 | [-] |
| koef. Y1 : | .00 | [-] | I koef. Y1 : | .00 | [-] |
| koef. X2 : | .32 | [-] | I koef. X2 : | .35 | [-] |
| koef. Y2 : | .57 | [-] | I koef. Y2 : | .57 | [-] |
| koef. X0 : | 1.00 | [-] | I koef. X0 : | 1.00 | [-] |
| koef. Y0 : | .52 | [-] | I koef. Y0 : | .52 | [-] |
| koef. e : | 1.14 | [-] | I koef. e : | 1.14 | [-] |

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 34

ZATIZENI V PREVODOVYCH PRVCICH
**********

Souhmoti : 4.00 pocet ZZM : 2

| oznaceni | typ | mst.zs | Z a d a n e h o d n o t y Mk [Nm] | I | otacky [1/min] | doba behu [ hod] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9.10 | spojka | 1.01 | 500.0 | I | -573.0 | 3000.0 |
| | | 1.02 | 95.0 | I | -3000.0 | 2000.0 |
| | | | | I | | |
| 6.05 | kuzel.k. | 1.01 | -500.0 | I | | |
| | | 1.02 | -95.0 | I | | |

ZATIZENI V OBECNYCH ZATEZNYCH PRVCICH
**********

Souhmoti : 4.00 pocet OZM : 1

| oznaceni | typ | mst.zs | I | Fo [N] | Fr [N] | Fa [N] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.00 | obec.zat. | 1.01 | I | 12000.0 | 7000.0 | 2000.0 |
| | | 1.02 | I | 3000.0 | 1600.0 | 500.0 |

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 35

SILY V PREVODOVYCH PRVCICH
**********

Souhmoti : 4.00 pocet ZZM : 2

| oznaceni | typ | mst.zs | zadane hodnoty Mk [Nm] | I | vypoctene hodnoty Fo [N] | Fr [N] | Fa [N] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9.10 | spojka | 1.01 | 500.0 | I | .0 | .0 | .0 |
| | | 1.02 | 95.0 | I | .0 | .0 | .0 |
| 6.05 | kuzel.k. | 1.01 | -500.0 | I | -9009.7 | -2120.3 | -7074.6 |
| | | 1.02 | -95.0 | I | -1711.8 | -402.9 | -1344.2 |

OBVODOVE RYCHLOSTI
**********

| zatez. misto | I | 9. | I | 6. | I |
|---|---|---|---|---|---|
| obv.rych.[m/s] | I | .00 | I | 17.43 | I |

REAKCE V LOZISKACH
**********

Souhmoti : 4.00 pocet lozisek : 2

| loziska oznaceni | typ | mst.zs | I | vypoctene hodnoty Fx [N] | Fy [N] | Fr [N] | Fa [N] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2X7214 | r. kul.jr.ks | 1.01 | I | 8819.8 | -7563.6 | 11618.8 | -10191.9 |
| | | 1.02 | I | 2010.0 | -2328.5 | 3076.1 | -2698.3 |
| 7214 | r. kul.jr.ks | 1.01 | I | -3940.1 | 4573.3 | 6036.5 | 15266.5 |
| | | 1.02 | I | -812.9 | 1040.4 | 1320.3 | 3542.5 |

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 36

DEFORMACE v prevodovych prvcich

Souhmoti : 4.00 pocet ZZM : 2

| převod. ozn. | typ | prvky ms.zs I | vypoctene hodnoty pruhyb ux[mm] | pruhyb uy[mm] | pruhyb uo[mm] | natoceni fio[rad] | natoceni fik[rad] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9.10 | spojka | 1.01I | -.119E-01 | .181E-01 | .217E-01 | .326E-03 | .000E+00 |
| | | 1.02I | -.257E-02 | .427E-02 | .498E-02 | .752E-04 | .000E+00 |
| 6.05 | kuzel.k. | 1.01I | .466E-02 | -.637E-02 | .790E-02 | .137E-03 | .255E-03 |
| | | 1.02I | .980E-03 | -.146E-02 | .176E-02 | .298E-04 | .484E-04 |

DEFORMACE v obecnych zateznych mistech

Souhmoti : 4.00 pocet OZM : 1

| OZM poradi | ms.zs I | vypoctene hodnoty pruhyb ux[mm] | pruhyb uy[mm] | pruhyb uo[mm] | natoceni fio[rad] | natoceni fik[rad] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. 1.01 | I | -.832E-02 | .127E-01 | .151E-01 | .326E-03 | .192E-04 |
| 1.02 | I | -.179E-02 | .297E-02 | .347E-02 | .752E-04 | .364E-05 |

DEFORMACE v loziskach

Souhmoti : 4.00 pocet lozisek : 2

| ložisko označení | typ | mst.zs I | vypoctene hodnoty natoceni fio [rad] |
|---|---|---|---|
| 2X7214 | r. kul.dr.n. | 1.01I | .2561E-03 |
| | | 1.02I | .5805E-04 |
| 7214 | r. kul.dr.n. | 1.01I | .1362E-03 |
| | | 1.02I | .2998E-04 |

Nazev : Frez. hlava Stroj : HCW3

Autor : Rezacek 03/09/15

REZACEK.dhl List : 37

maximalni NAPETI
*****************

Souhmoti : 4.00

| mst. [-] | zs.I [-] | I | c. rezu [-] | souradnice z[mm] | napeti sigr[Mpa] |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | I v y p o c t e n e | h o d n o t y | |
| 1 | 1 | I | 5 | 40.0 | 34.6 |
| 1 | 2 | I | 5 | 40.0 | 7.6 |

Maximalni DEFORMACE a NAPETI
---

Souhmoti : 4.00

| velicina | | : m.st. | stav | poradi | hodnota |
|---|---|---|---|---|---|
| pruhyb uo v ZZM | [mm] : | 1 | 1 | 1 | .217E-01 |
| natoceni fio v ZZM | [rad] : | 1 | 1 | 1 | .326E-03 |
| natoceni fio v lozisku | [rad] : | 1 | 1 | 1 | .256E-03 |
| napeti | [MPa] : | 1 | 1 | 5 | 34.6 |

```
Nazev :  Frez. hlava                              Stroj :  HCW3

Autor :  Rezacek                                  03/09/15

                                    REZACEK.dhl               List :  38
```

KONTROLA LOZISEK
**********

Souhmoti : 4.00 pocet lozisek : 2

---

Dynamicka kontrola loziska 2X7214
(vyrobce SKF )

***>>> Nulove ekvivalentni zatizeni loziska <<***

Staticka kontrola loziska 2X7214
(vyrobce SKF )

Koeficient bezpecnosti (staticky) loziska : 7.57 [-]
Lozisko staticky vyhovuje pro vsechny druhy provozu .

.....

Dynamicka kontrola loziska 7214
(vyrobce SKF )

Koeficient bezpecnosti (dynamicky) loziska : 3.10 [-]
Trvanlivost loziska : 15514. [hod]
Potrebna unosnost pro loz. stejneho typu : 51421. [N]
Bezpecnost proti preotackovani : 2.10 [-]

Staticka kontrola loziska 7214
(vyrobce SKF )

Koeficient bezpecnosti (staticky) loziska : 4.58 [-]
Lozisko staticky vyhovuje pro vsechny druhy provozu .

---

```
 Nazev :  Frez. hlava                          Stroj :  HCW3

 Autor :  Rezacek                              03/09/15

                                  REZACEK.dhl              List :  39
```

```
   Souhmoti:   4.0   Spoj. prvek c.:    1
   Prenos zatizeni od prev. prvku c.:   6
-------------------------------------------------
    Pero

  Rozmer pera   b x h [mm] :  20 x  12
  Delka pera        l [mm] :         45
  Pocet per         n [-]  :          1
  Kroutici moment   Mk[Nm] :    500.000
  Prumer hridele    d [mm] :     70.000
  Tlak              p [MPa]:     95.238
  Dovoleny tlak     pd[MPa]:    120.000
  p :     vyhovuje
```

```
   Souhmoti:   4.0   Prev. prvek c.:    1
   Oznaceni prevod. prvku:     9
-------------------------------------------------
     obecna spojka : neni pocitana
```

# Návrh rozměrů ozubených kol

# S P I R O M A T I C  O E R L I K O N - E L O I D

Rezacek 02/26/15

Fr. hlava

Razitko pro kolo 2

| | | | SPIROMATIC OERLIKON ELOID | |
|---|---|---|---|---|
| Ozubeni (-----,KUZELOVE) | | | | |
| Zuby (--------------------) | | | | |
| Pocet zubu | | z | 19 | |
| Nastroj | Modul - NORMALNY | m | 4.66828 | |
| | Uhel profilu | α | 17° 30' | |
| | Profil | | UTC 46/4.25 | |
| | Vyska hlavy nastroje | h | ----- | |
| Uhel sklonu bocni krivky zubu | | βm | 35.8156° | |
| Smysl stoupani boc.krivky zubu | | - | levy | |
| Jednotkove posunuti | | x | -0.000 | |
| Jednotkova zmena tloustky zubu | | xt | -0.000 | |
| Stupen presnosti | | | | |
| | Tloustka zubu na tetive | s | 7.33 | -0.09 |
| | | | | -0.18 |
| Kontrol. rozmer | Vyska hl. zubu nad tetivou | ha | 4.31 | |
| | Pres zubu | W | | |
| | Pres valecky ø | M | | |
| Modul celni | | mt | 6.842 | |
| Prumer zakladni kruznice | | db | | |
| Uhel slonu boc.krivky zubu na zakl.valci | | βb | | |
| Ex = 65.05 WT = 23 - 75 | | | | |

Spoluzabirajici kolo

| Cislo vykresu | Pocet zubu | Vzdalenost os aw | Uhel os |
|---|---|---|---|
| | 19 | | 90.00° |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Delka max.povrsky (vzdal. od stredu ozubeni) | Rd [mm] | | 91.92 |
| Prumer roztecne kruznice (na max. povrsce) | D [mm] | | 130.00 |
| Prumer hlavove kruznice (na max. povrsce) | Da [mm] | | 136.01 |
| Prumer hlavove kruznice (na min. povrsce) | Dai [mm] | | 97.83 |
| Vyska hlavy (na max. povrsce) | ha [mm] | | 4.25 |
| Vyska paty (na max. povrsce) | hf [mm] | | 5.55 |
| Sirka ozubeni | [mm] | | 27.00 |
| Uhel roztecneho kuzele | [° ' ''] | 45 0 0 | |
| Uhel patniho a hlavoveho kuzele | [° ' ''] | 45 0 0 | |

Pro soustruzeni [mm] w2 = 42.90 a2 = 19.09 c2 = 3.01

Pocet nozovych skupin v nozove hlave zw 1

C E L N I  O Z U B E N I  K O L O 1  02/26/15

Fr. Hlava

Rezacek  HCW

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Ozubeni (CELNI,KUZELOVE) | | | | CELNI |
| Zuby (----------) | | | | prime |
| Pocet zubu | | | z | 60 |
| Nastroj | Modul - NORMALNY | | m | 4.00000 |
| | Uhel profilu | | α | 20° 0′ 0″ |
| | Profil | | | CSN 01 4607 |
| | Vyska hlavy nastroje | | hxf | 1.25.m = 5.00 |
| Uhel sklonu bocni krivky zubu | | | β | 0° 0′ 0″ |
| Smysl stoupani boc.krivky zubu | | | - | |
| Jednotkove posunuti | | | x | 0.2036 |
| Jednotkova zmena tloustky zubu | | | xt | |
| Stupen presnosti | | ST SEV 641-77 | | 7 - 7 - 5 Dh/III 54 |
| | Tloustka zubu na tetive | | sc | 6.07 -0.059 -0.123 |
| Kontrol. rozmer | Vyska hl. zubu nad tetivou | | hc | 3.63 |
| | Pres 7 zub | | W | 80.67 -0.055 -0.115 |
| | Pres valecky ø 5.00 | | M | 243.97 -0.207 -0.307 |
| Modul celni | | | mt | 4.00000 |
| Prumer zakladni kruznice | | | db | 225.53 |
| Uhel sklonu boc.krivky zubu na zakl.valci | | | βb | 0° 0′ 0″ |

βw15 = 0° 0′ 0″  dw15 = 233.48

Spoluzabirajici kolo

| Cislo vykresu | Pocet zubu | Vzdalenost os aw | Uhel os |
|---|---|---|---|
| | 32 | 186.00 +0.035 -0.035 | 0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Prumer hlavove kruznice | [mm] | 249.47 | |
| Prumer roztecne kruznice | [mm] | 240.00 | mezni obvodove hazeni 0.056 |
| Prumer patni kruznice | [mm] | 231.63 | |
| Prumer valive kruznice | [mm] | 242.61 | |
| Prumer zacatku zab. protik. | [mm] | 235.76 | |
| Sirka kola | [mm] | 50.00 | |
| Bocni vule | [mm] | 0.00 | |

Korekce ( Merne skluzy : zadam os. vzdal. )

| Meze jednotk. posunuti(nastroj dle ST SEV 308-76) | | (souctove Σx) |
|---|---|---|
| smluvni dolni mez | -0.50 | -0.26 |
| doporucena dolni mez | -0.50 | 0.00 |
| skutecne posunuti | \| 0.20\| | \| 0.52\| |
| doporucena horni mez | 0.60 | 1.00 |
| smluvni horni mez | 1.00 | 1.50 |

Soucinitel trvani zaberu :

| | |
|---|---|
| evolventy | 1.606 |
| kroku | 0.000 |
| celkovy | 1.606 |

C E L N I  O Z U B E N I  K O L O  2  02/26/15

Fr. Hlava

Rezacek  HCW

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ozubeni (CELNI,KUZELOVE) | | | CELNI |
| Zuby (----------) | | | prime |
| Pocet zubu | | z | 32 |
| Nastroj | Modul - NORMALNY | m | 4.00000 |
| | Uhel profilu | α | 20° 0′ 0″ |
| | Profil | | CSN 01 4607 |
| | Vyska hlavy nastroje | hxf | 1.25.m = 5.00 |
| Uhel sklonu bocni krivky zubu | | β | 0° 0′ 0″ |
| Smysl stoupani boc.krivky zubu | | - | |
| Jednotkove posunuti | | x | 0.3162 |
| Jednotkova zmena tloustky zubu | | xt | |
| Stupen presnosti | ST SEV 641-77 | | 7 - 7 - 5 Dh/III 54 |
| Kontrol. rozmer | Tloustka zubu na tetive | sc | 6.36 -0.053 -0.117 |
| | Vyska hl. zubu nad tetivou | hc | 4.03 |
| | Pres 4 zub | W | 43.99 -0.050 -0.110 |
| | Pres valecky ø 5.00 | M | 132.89 -0.187 -0.285 |
| Modul celni | | mt | 4.00000 |
| Prumer zakladni kruznice | | db | 120.28 |
| Uhel sklonu boc.krivky zubu na zakl.valci | | βb | 0° 0′ 0″ |
| βw15 = 0° 0′ 0″ dw15 = 124.52 | | | |

Spoluzabirajici kolo

| Cislo vykresu | Pocet zubu | Vzdalenost os aw | Uhel os |
|---|---|---|---|
| | 60 | 186.00 +0.035 -0.035 | 0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Prumer hlavove kruznice | [mm] | 138.37 | |
| Prumer roztecne kruznice | [mm] | 128.00 | mezni obvodove hazeni 0.056 |
| Prumer patni kruznice | [mm] | 120.53 | |
| Prumer valive kruznice | [mm] | 129.39 | |
| Prumer zacatku zab. protik. | [mm] | 124.08 | |
| Sirka kola | [mm] | 50.00 | |
| Bocni vule | [mm] | 0.00 | |

Korekce ( Merne skluzy : zadam os. vzdal. )

| Meze jednotk. posunuti(nastroj dle ST SEV 308-76) | | (soucetove Σx) |
|---|---|---|
| smluvni dolni mez | -0.20 | -0.26 |
| doporucena dolni mez | -0.05 | 0.00 |
| skutecne posunuti | 0.32 | 0.52 |
| doporucena horni mez | 0.60 | 1.00 |
| smluvni horni mez | 0.82 | 1.50 |

Soucinitel trvani zaberu :

| | |
|---|---|
| evolventy | 1.606 |
| kroku | 0.000 |
| celkovy | 1.606 |

C E L N I  O Z U B E N I  K O L O  3  02/26/15

Fr. Hlava

Rezacek  HCW

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ozubeni (CELNI,KUZELOVE) | | | CELNI |
| Zuby (----------) | | | prime |
| Pocet zubu | | z | 46 |
| Nastroj | Modul - NORMALNY | m | 4.00000 |
| | Uhel profilu | α | 20° 0′ 0″ |
| | Profil | | CSN 01 4607 |
| | Vyska hlavy nastroje | hxf | 1.25.m = 5.00 |
| Uhel sklonu bocni krivky zubu | | β | 0° 0′ 0″ |
| Smysl stoupani boc.krivky zubu | | - | |
| Jednotkove posunuti | | x | 0.2599 |
| Jednotkova zmena tloustky zubu | | xt | |
| Stupen presnosti | ST SEV 641-77 | | 7 - 7 - 5 Dh/III 54 |
| Kontrol. rozmer | Tloustka zubu na tetive | sc | 6.22 -0.059 -0.123 |
| | Vyska hl. zubu nad tetivou | hc | 3.83 |
| | Pres 6 zub | W | 68.24 -0.055 -0.115 |
| | Pres valecky ø 5.00 | M | 188.43 -0.205 -0.304 |
| Modul celni | | mt | 4.00000 |
| Prumer zakladni kruznice | | db | 172.90 |
| Uhel sklonu boc.krivky zubu na zakl.valci | | βb | 0° 0′ 0″ |

βw15 = 0° 0′ 0″  dw15 = 179.00

Spoluzabirajici kolo

| Cislo vykresu | Pocet zubu | Vzdalenost os aw | Uhel os |
|---|---|---|---|
| | 46 | 184.00 +0.035 -0.035 | 0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Prumer hlavove kruznice | [mm] | 193.92 | |
| Prumer roztecne kruznice | [mm] | 184.00 | mezni obvodove hazeni 0.056 |
| Prumer patni kruznice | [mm] | 176.08 | |
| Prumer valive kruznice | [mm] | 186.00 | |
| Prumer zacatku zab. protik. | [mm] | 179.80 | |
| Sirka kola | [mm] | 50.00 | |
| Bocni vule | [mm] | 0.00 | |

Korekce ( Merne skluzy : zadam os. vzdal. )

| Meze jednotk. posunuti(nastroj dle ST SEV 308-76) | | (souctove Σx) |
|---|---|---|
| smluvni dolni mez | -0.43 | -0.26 |
| doporucena dolni mez | -0.40 | 0.00 |
| skutecne posunuti | \| 0.26\| | \| 0.52\| |
| doporucena horni mez | 0.60 | 1.00 |
| smluvni horni mez | 0.96 | 1.50 |

Soucinitel trvani zaberu :

| | |
|---|---|
| evolventy | 1.630 |
| kroku | 0.000 |
| celkovy | 1.630 |

C E L N I  O Z U B E N I  K O L O 4  02/26/15

Fr. Hlava

Rezacek  HCW

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ozubeni (CELNI,KUZELOVE) | | | CELNI |
| Zuby (----------) | | | prime |
| Pocet zubu | | z | 46 |
| Nastroj | Modul - NORMALNY | m | 4.00000 |
| | Uhel profilu | α | 20° 0′ 0″ |
| | Profil | | CSN 01 4607 |
| | Vyska hlavy nastroje | hxf | 1.25.m = 5.00 |
| Uhel sklonu bocni krivky zubu | | β | 0° 0′ 0″ |
| Smysl stoupani boc.krivky zubu | | - | |
| Jednotkove posunuti | | x | 0.2599 |
| Jednotkova zmena tloustky zubu | | xt | |
| Stupen presnosti ST SEV 641-77 | | | 7 - 7 - 5 Dh/III 54 |
| Kontrol. rozmer | Tloustka zubu na tetive | sc | 6.22 -0.059 -0.123 |
| | Vyska hl. zubu nad tetivou | hc | 3.83 |
| | Pres 6 zub | W | 68.24 -0.055 -0.115 |
| | Pres valecky ø 5.00 | M | 188.43 -0.205 -0.304 |
| Modul celni | | mt | 4.00000 |
| Prumer zakladni kruznice | | db | 172.90 |
| Uhel sklonu boc.krivky zubu na zakl.valci | | βb | 0° 0′ 0″ |
| βw15 = 0° 0′ 0″ dw15 = 179.00 | | | |

Spoluzabirajici kolo

| Cislo vykresu | Pocet zubu | Vzdalenost os aw | Uhel os |
|---|---|---|---|
| | 46 | 186.00 +0.035 -0.035 | 0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Prumer hlavove kruznice | [mm] | 193.92 | |
| Prumer roztecne kruznice | [mm] | 184.00 | mezni obvodove hazeni 0.056 |
| Prumer patni kruznice | [mm] | 176.08 | |
| Prumer valive kruznice | [mm] | 186.00 | |
| Prumer zacatku zab. protik. | [mm] | 179.80 | |
| Sirka kola | [mm] | 50.00 | |
| Bocni vule | [mm] | 0.00 | |

Korekce ( Merne skluzy : zadam os. vzdal. )

| Meze jednotk. posunuti(nastroj dle ST SEV 308-76) | | (souctove Σx) |
|---|---|---|
| smluvni dolni mez | -0.43 | -0.26 |
| doporucena dolni mez | -0.40 | 0.00 |
| skutecne posunuti | 0.26 | 0.52 |
| doporucena horni mez | 0.60 | 1.00 |
| smluvni horni mez | 0.96 | 1.50 |

Soucinitel trvani zaberu :

| | |
|---|---|
| evolventy | 1.630 |
| kroku | 0.000 |
| celkovy | 1.630 |

C E L N I  O Z U B E N I  K O L O  1  02/26/15

Fr. Hlava

Rezacek

HCW

Ozubeni (CELNI,KUZELOVE)
Zuby (----------)
Pocet zubu

| | | CELNI prime |
|---|---|---|
| Nastroj | Modul - NORMALNY | z: 60 |
| | Uhel profilu | m: 4.00000 |
| | Profil | α: 20° 0′ 0″ |
| | Vyska hlavy nastroje | CSN 01 4607 |
| Uhel sklonu bocni krivky zubu | | hxf: 1.25.m = 5.00 |
| Smysl stoupani boc.krivky zubu | | β: 0° 0′ 0″ |
| Jednotkove posunuti | | — |
| Jednotkova zmena tloustky zubu | | x: 0.2036 |
| Stupen presnosti ST SEV 641-77 | | xt |
| Kontrol. rozmer: Tloustka zubu na tetive | | 7 - 7 - 5 Dh/III 54 |
| Vyska hl. zubu nad tetivou | | sc: 6.07 -0.059 -0.123 |
| Pres 7 zub | | hc: 3.63 |
| Pres valecky ø 5.00 | | W: 80.67 -0.055 -0.115 |
| | | M: 243.97 -0.207 -0.307 |
| Modul celni | | mt: 4.00000 |
| Prumer zakladni kruznice | | db: 225.53 |
| Uhel sklonu boc.krivky zubu na zakl.valci | | βb: 0° 0′ 0″ |

βw15 = 0° 0′ 0″ dw15 = 233.48

Spoluzabirajici kolo

| Cislo vykresu | Pocet zubu | Vzdalenost os aw | Uhel os |
|---|---|---|---|
| | 32 | 186.00 +0.035 -0.035 | 0 |

| | | |
|---|---|---|
| Prumer hlavove kruznice | [mm] | 249.47 |
| Prumer roztecne kruznice | [mm] | 240.00 |
| Prumer patni kruznice | [mm] | 231.63 |
| Prumer valive kruznice | [mm] | 242.61 |
| Prumer zacatku zab. protik. | [mm] | 235.76 |
| Sirka kola | [mm] | 50.00 |
| Bocni vule | [mm] | 0.00 |

mezni obvodove hazeni 0.056

Korekce ( Merne skluzy : zadam os. vzdal. )
Meze jednotk. posunuti(nastroj dle ST SEV 308-76)

| | | (souctove Σx) |
|---|---|---|
| smluvni dolni mez | -0.50 | -0.26 |
| doporucena dolni mez | -0.50 | 0.00 |
| skutecne posunuti | 0.20 | 0.52 |
| doporucena horni mez | 0.60 | 1.00 |
| smluvni horni mez | 1.00 | 1.50 |

Soucinitel trvani zaberu :

| | |
|---|---|
| evolventy | 1.606 |
| kroku | 0.000 |
| celkovy | 1.606 |

S P I R O M A T I C  O E R L I K O N - E L O I D

Rezacek 02/26/15

Fr. hlava

ZAKLADNI HODNOTY Pastor. 1 Kolo 2

| | | | |
|---|---|---|---|
| Uhel os | [°] | 90.00 | |
| Pocet zubu | | 19 | 19 |
| Roztecny prumer(na max.povrs.) | [mm] | 130.00 | 130.00 |
| Sirka | [mm] | 27.00 | |
| Smysl stoup. bocni krivky zubu | | pravy | levy |
| Jednotkove posunuti | | 0.000 | -0.000 |
| Jednotkova zmena tloustky zubu | | 0.000 | -0.000 |
| Vyska hlavy ha (na max.povrs.) | [mm] | 4.25 | 4.25 |
| Vyska paty hf (na max.povrs.) | [mm] | 5.55 | 5.55 |

| | | vnejsi okraj | stred | vnitrni okraj |
|---|---|---|---|---|
| Delka povrsky | [mm] | 91.92 | 77.34 | 64.92 |
| Modul celni | [mm] | 6.842 | 5.757 | |
| Modul normalny | [mm] | 4.257 | 4.668 | 4.446 |
| Uhel sklonu boc. krivky | [°] | 51.523 | 35.816 | 23.066 |

| NASTROJ | Poc.skup. zw | ø nastr. Dw [mm] | hlava ha [mm] | pata hf [mm] | celkov. h [mm] | Uhel zaberu α |
|---|---|---|---|---|---|---|
| UTC 46/4.25 | 1 | 90.76 | 4.25 | 5.55 | 9.80 | 17° 30' |

PEVNOSTNI KONTROLA.

| Moment na pastorku c. 1 [Nm] | Otacky [1/min] | Vykon [kW] | Rychlost [m/s] | Sila Fmo [N] | Soucinitel bezpec. pastor. 1 | kola 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 500 | 600.0 | 31.42 | 3.48 | 9016 | 4.27 | 4.27 |

| | | |
|---|---|---|
| Axialni sily pro 1. smysl otaceni ( Fa/Fmo ) | 0.78521 | -0.23533 |
| Axialni sily pro 2. smysl otaceni ( Fa/Fmo ) | -0.23533 | 0.78521 |

S P I R O M A T I C  O E R L I K O N - E L O I D

Rezacek 02/26/15

Fr. hlava

Razitko pro pastorek 1

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ozubeni (-----,KUZELOVE) | | | SPIROMATIC OERLIKON ELOID |
| Zuby (----------) | | | |
| Pocet zubu | | z | 19 |
| Nastroj | Modul - NORMALNY | m | 4.66828 |
| | Uhel profilu | α | 17° 30' |
| | Profil | | UTC 46/4.25 |
| | Vyska hlavy nastroje | h | ------ |
| Uhel sklonu bocni krivky zubu | | βm | 28.9156° |
| Smysl stoupani boc.krivky zubu | | - | prava |
| Jednotkove posunuti | | x | 0.000 |
| Jednotkova zmena tloustky zubu | | xt | 0.000 |
| Stupen presnosti | | | |
| | Tloustka zubu na tetive | s | 7.33 -0.09 -0.18 |
| Kontrol. rozmer | Vyska hl. zubu nad tetivou | ha | 4.31 |
| | Pres zubu | W | |
| | Pres valecky ø | M | |
| Modul celni | | mt | 6.842 |
| Prumer zakladni kruznice | | db | |
| Uhel slonu boc.krivky zubu na zakl.valci | | βb | |
| Ex = 65.05 WT = 23 - 75 | | | |

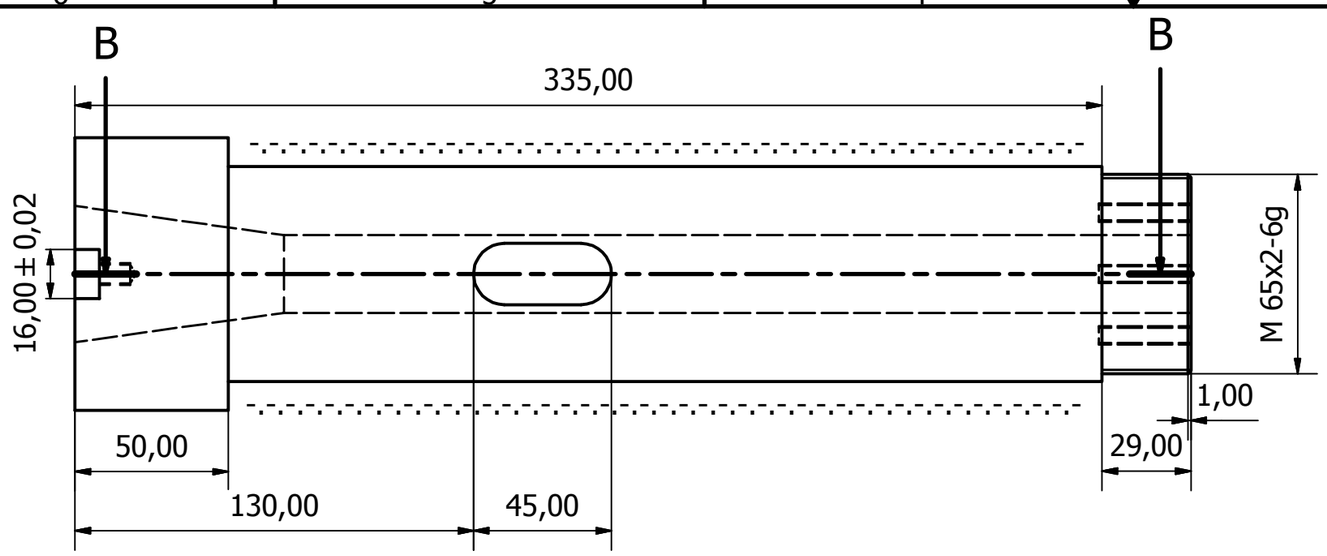
Spoluzabirajici kolo

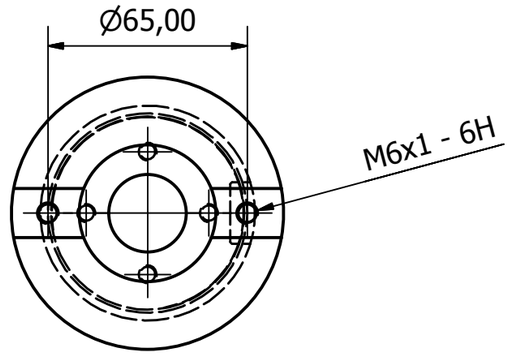
| Cislo vykresu | Pocet zubu | Vzdalenost os aw | Uhel os |
|---|---|---|---|
| | 19 | | 90.00° |

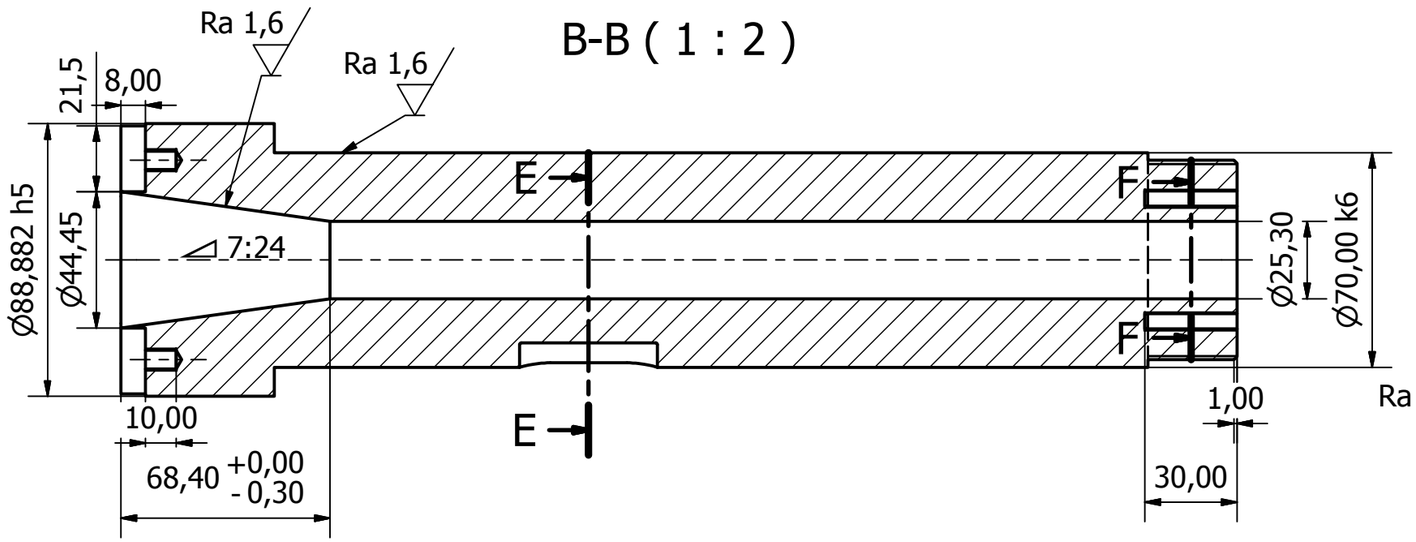
| | | | |
|---|---|---|---|
| Delka max.povrsky (vzdal. od stredu ozubeni) | Rd | [mm] | 91.92 |
| Prumer roztecne kruznice (na max. povrsce) | D | [mm] | 130.00 |
| Prumer hlavove kruznice (na max. povrsce) | Da | [mm] | 136.01 |
| Prumer hlavove kruznice (na min. povrsce) | Dai | [mm] | 97.83 |
| Vyska hlavy (na max. povrsce) | ha | [mm] | 4.25 |
| Vyska paty (na max. povrsce) | hf | [mm] | 5.55 |
| Sirka ozubeni | | [mm] | 27.00 |
| Uhel roztecneho kuzele | | [° ' ''] | 45 0 0 |
| Uhel patniho a hlavoveho kuzele | | [° ' ''] | 45 0 0 |

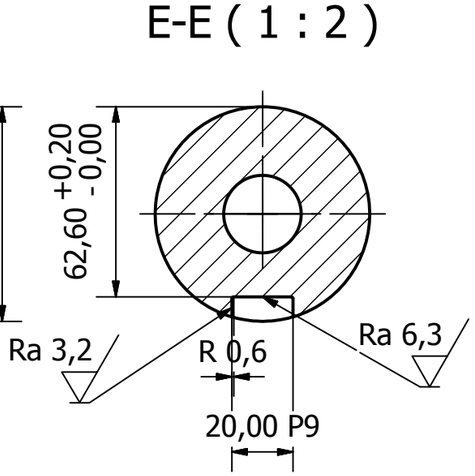
Pro soustruzeni [mm] w1 = 42.90 a1 = 19.09 c1 = 3.01

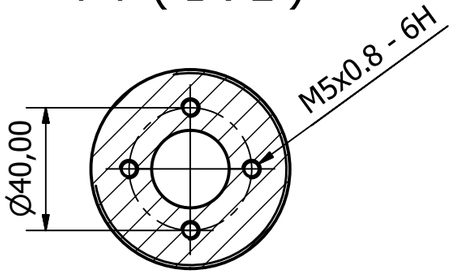
Pocet nozovych skupin v nozove hlave zw 1

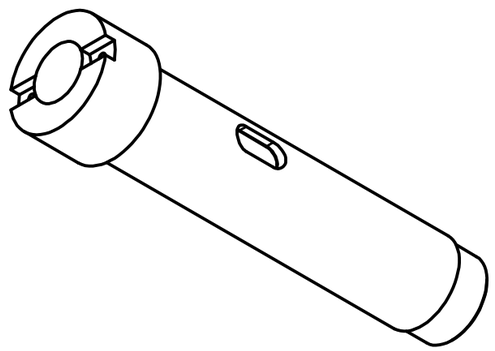


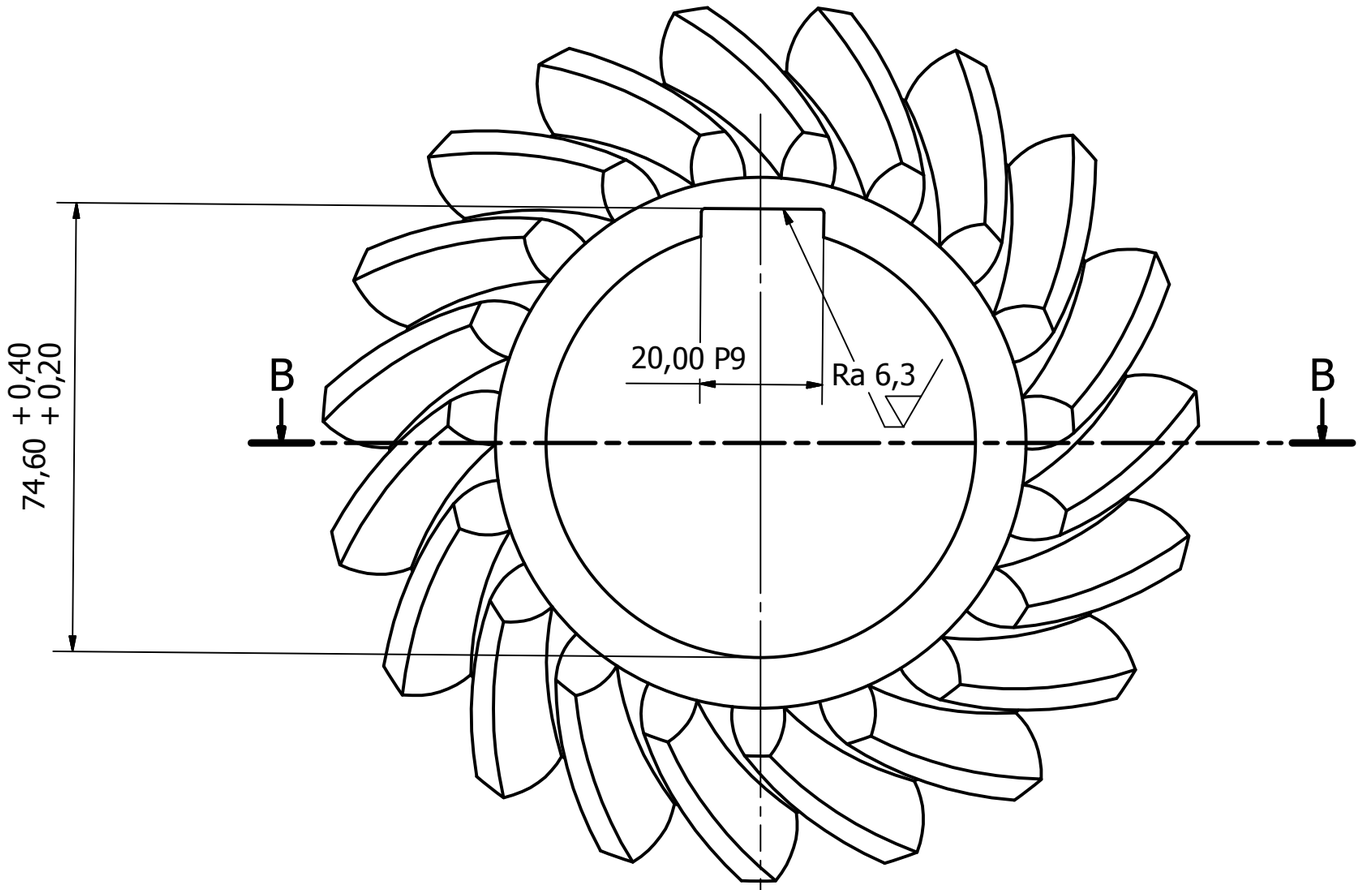
Ra 6,3 ( √ )

-.-.-.-.-.- NITRIDOVAT HL. 0,3

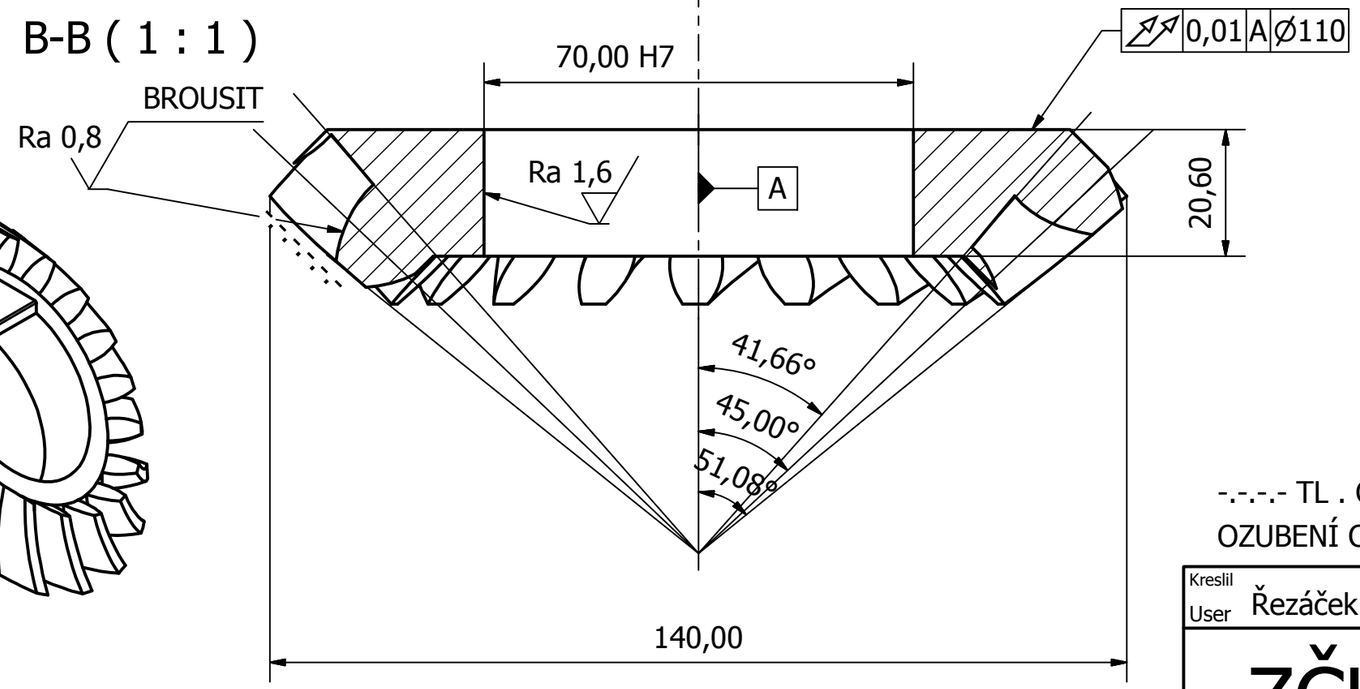
| Kreslil | Kontroloval | Schválil - dne | Datum | Datum | Formát |
|---|---|---|---|---|---|
| User Řezáček | 1:2 ( 1:5 ) | ISO 2768 mK | ISO 8015 | 14. 4. 2015 | A3 |

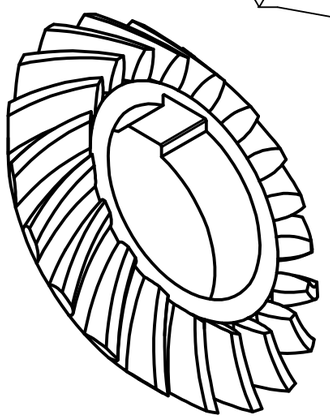
# ZČU KKS

| | | Vydání | List |
|---|---|---|---|
| Hridel 4,1-1 | MR9 | | 1 /1 |




B-B ( 1 : 1 )



| TABULKA | | |
|---|---|---|
| Sloupec 1 | Sloupec 2 | Sloupec 3 |
| Ozubení | kuželové | Spiromatic oerlikon eloid |
| Počet zubů | z | 19 |
| Nástroj | | |
| Modul -normálný | m | 4,66828 |
| Úhel profilu | $\alpha$ | 17° 30′ |
| Profil | | UTC 46/4,25 |
| Úhel sklonu boční křivky zubu | $\beta m$ | 31,8156° |
| Smysl stoupání boc. křivky zubu | | pravý |
| Jednotkové posunutí | x | 0,000 |
| Jednotková změna tloušťky zubu | xt | 0,000 |
| Kontrolo-vaný rozměr | | |
| Tloušťka zubu na tětivě | s | 7,33 -0,09 -0,18 |
| Výška hl. zubu nad tětivou | ha | 4,31 |
| Modul čelní | mt | 6,842 |
| Spoluzabírající kolo | | |
| Počet zubů | | 19 |
| Úhel os | | 90 ° |
| Číslo výkresu | KK 19 | |

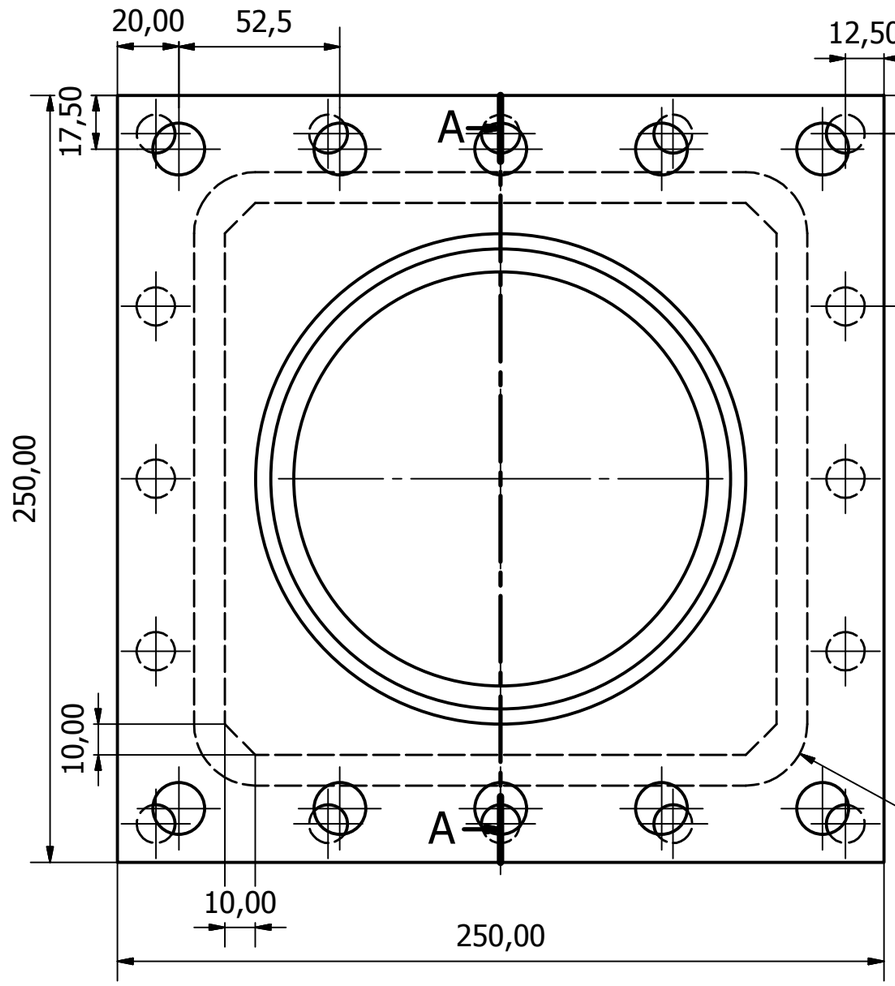
-.-.-.- TL . CEMENTAČNÍ VRSTVY 0,8
OZUBENÍ CEMENTOVAT , KALIT 60 HRC

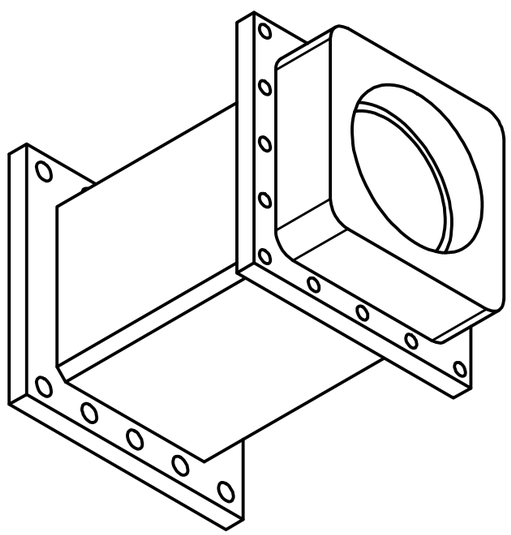
Ra 6,3 ( √ )

| Kreslil | Kontroloval | Schválil - dne | Datum | Datum | Formát |
|---|---|---|---|---|---|
| User Řezáček | 1:1 | ISO 2768 mK | ISO 8015 | 17. 4. 2015 | A3 |

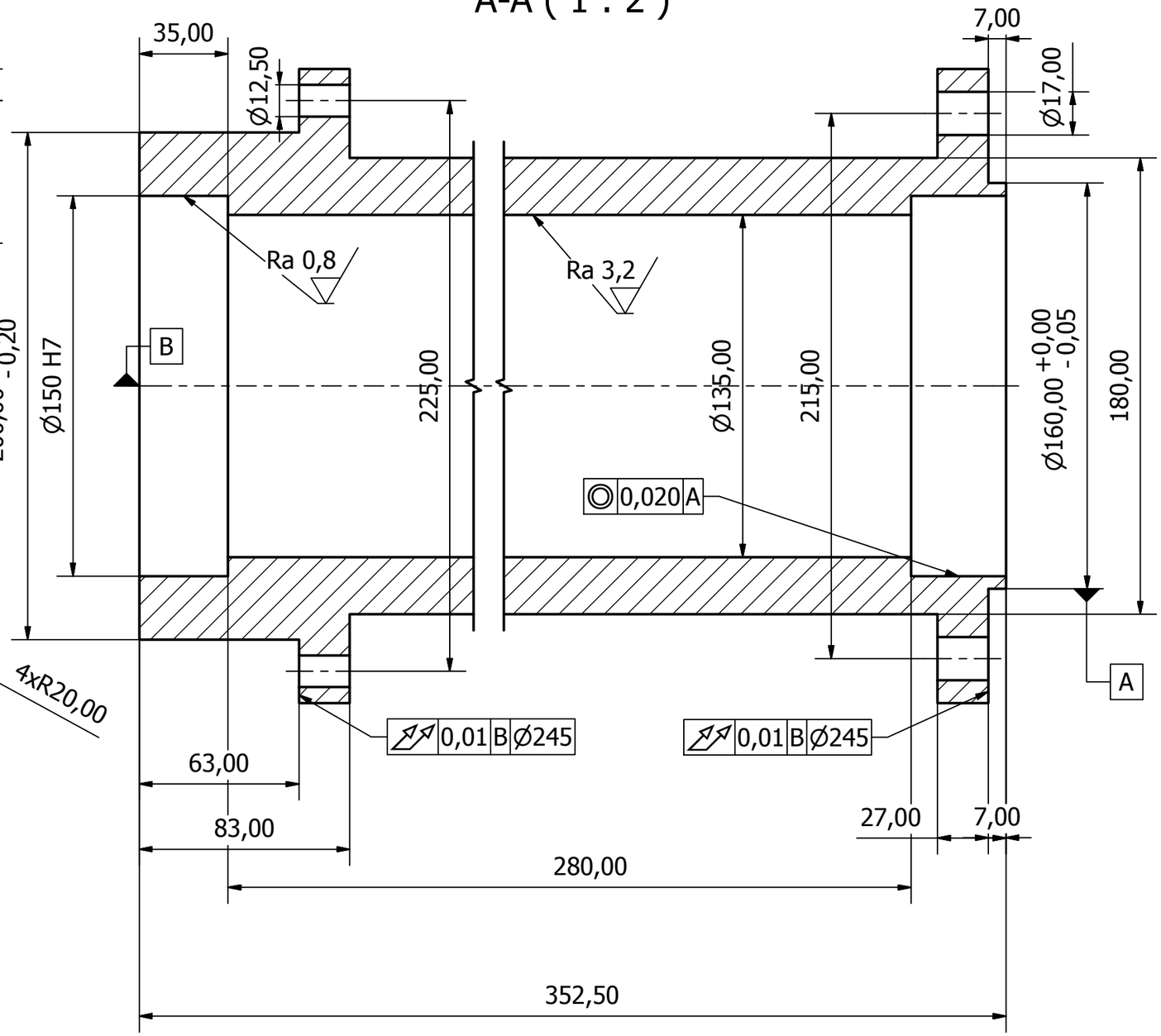
ZČU KKS

| Kolo19,vyrobak | MR5 | Vydání | List |
|---|---|---|---|
| | | | 1 /1 |



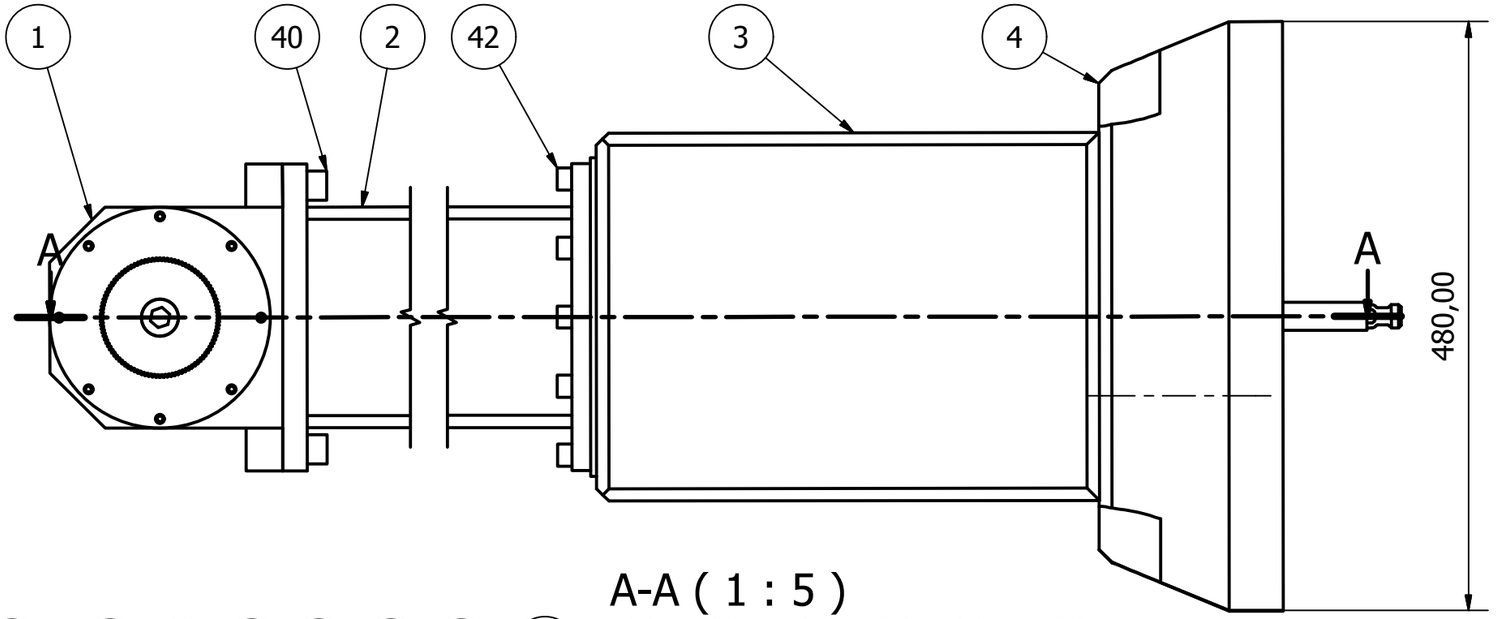



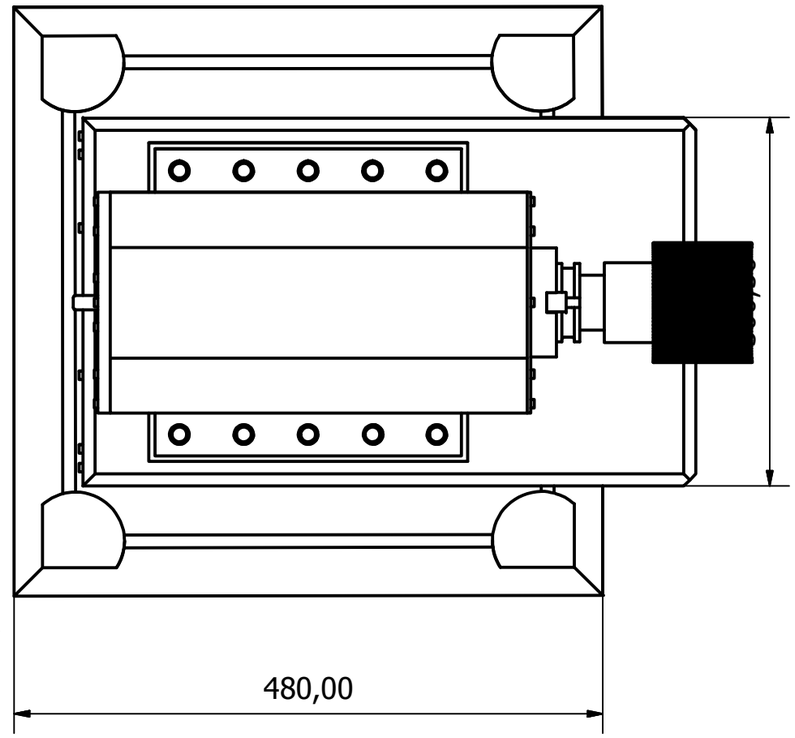
A-A ( 1 : 2 )



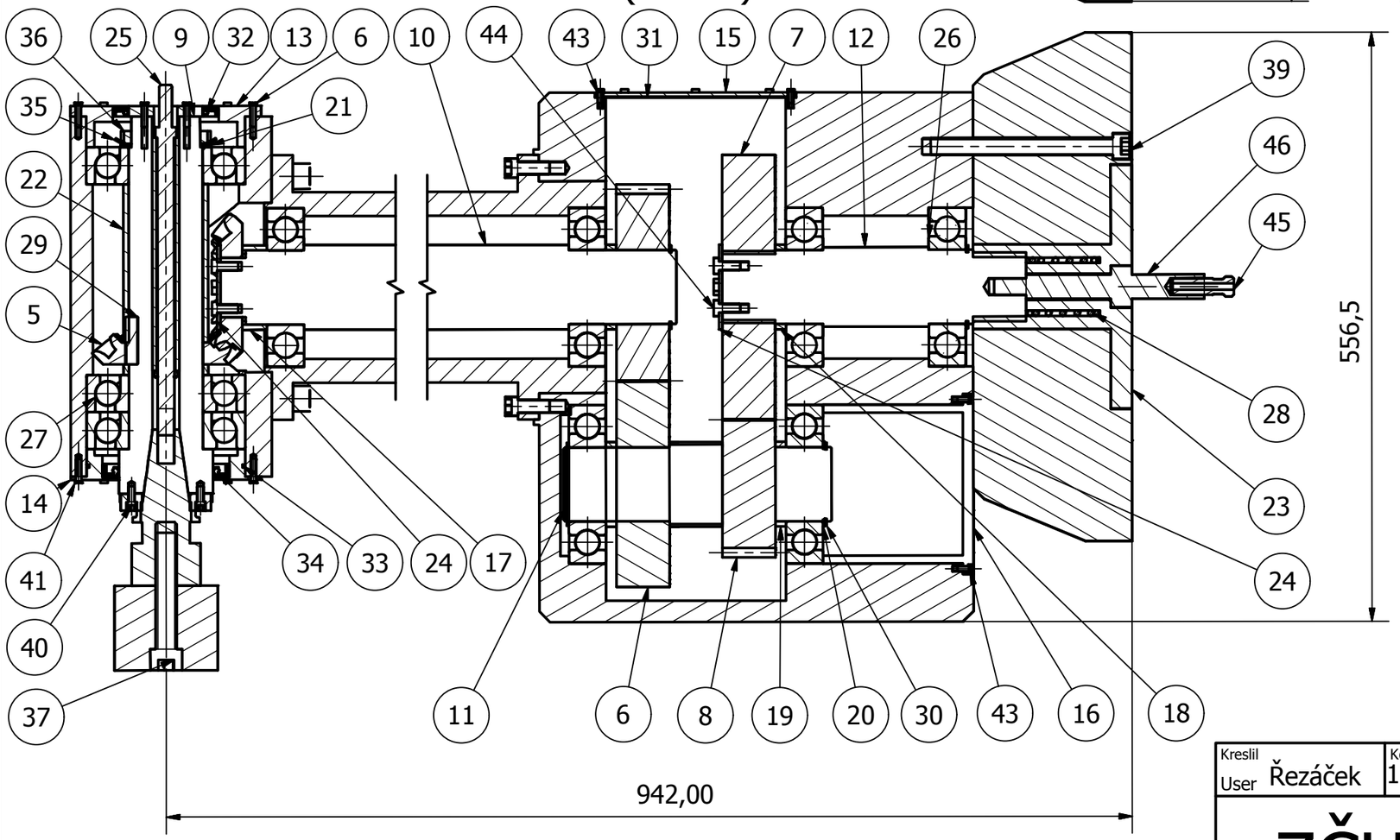

Ra 6,3 ( )

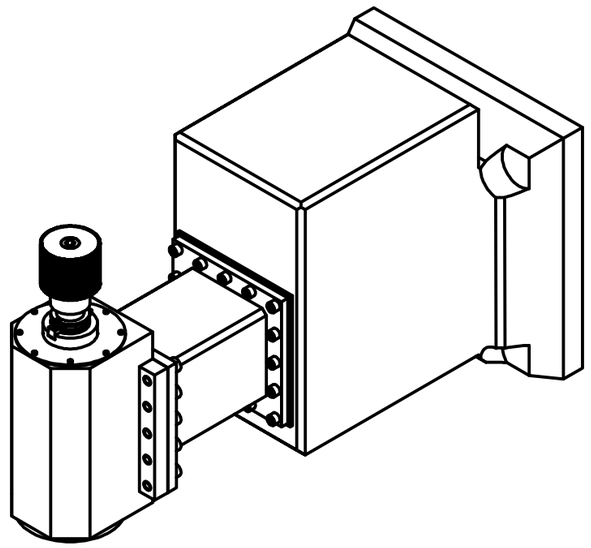
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Kreslil User Řezáček | Kontroloval 1:2 ( 1:5 ) | Schválil - dne Datum ISO 2768 mK | ISO 8015 | Datum 14. 4. 2015 | Formát A3 |
| ZČU KKS | | | Obal souhmoti 3 MR2 | Vydání | List 1 /1 |




A-A ( 1 : 5 )



| Kreslil | Kontroloval | Schválil - dne | Datum | Datum | Formát |
|---|---|---|---|---|---|
| User Řezáček | 1:5 ( 1:10 ) | ISO 2768 mK | ISO 8015 | 14. 4. 2015 | A3 |

# ZČU KKS

Sestava frezovací hlava

| Vydání | List |
|---|---|
| | 1 /1 |

| POZ. | NÁZEV – ROZMĚR | VÝKRES-NORMA | MATERIÁL | Hm.(kg) | Mn. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Obal vřetene 4 OBD 190x250-340 | MR1 | 11600 | 125 | 1 |
| 2 | Obal souhmotí 3 OBD 300x410-500 | MR2 | 11600 | 480 | 1 |
| 3 | Skříň 2 OBD 180x250-345 | MR3 | 11600 | 121 | 1 |
| 4 | Upínací deska 4HR 480x480-150 | MR4 | 14200 | 270 | 1 |
| 5 | Ozubené kolo kuželové KR 150-40 | MR5 | 14(16)220.4 | 5,5 | 2 |
| 6 | Ozubené kolo čelní 46z KR 190-60 | MR6 | 14(16)220.4 | 7,8 | 2 |
| 7 | Ozubené kolo čelní 60z KR 260-60 | MR7 | 14220.4 | 23 | 1 |
| 8 | Ozubené kolo čelní 32z KR 140-60 | MR8 | 16220.4 | 7 | 1 |
| 9 | Hřídel 4 KR 90-360 | MR9 | 11700 | 15,6 | 1 |
| 10 | Hřídel 3 KR 80-460 | MR10 | 11700 | 17,9 | 1 |
| 11 | Hřídel 2 KR 80-225 | MR11 | 11700 | 10 | 1 |
| 12 | Hřídel 1 KR 80-290 | MR12 | 11700 | 11,3 | 1 |
| 13 | Krytka vřetene horní KR 180-40 | MR13 | 11353.1 | 7,8 | 1 |
| 14 | Krytka vřetene dolní KR 180-30 | MR14 | 11353.1 | 5,4 | 1 |
| 15 | Krytka montážního otvoru 4HR 190x190-4 | MR15 | 11353.1 | 0,8 | 1 |
| 16 | Krytka pr.170 KR 170-140 | MR16 | 11353.1 | 23 | 1 |
| 17 | Mezikroužek TR KR 80x70-23 | MR17 | 11353.1 | 0,2 | 1 |
| 18 | Mezikroužek TR KR 80x70-3 | MR18 | 11353.1 | 0 | 1 |
| 19 | Mezikroužek TR KR 80x70-5 | MR19 | 11353.1 | 0 | 1 |
| 20 | Mezikroužek TR KR 80x70-1,5 | MR20 | 11353.1 | 0 | 1 |
| 21 | Mezikroužek TR KR 80x70-2 | MR21 | 11353.1 | 0 | 1 |
| 22 | Trubka TR KR 85x70-200 | MR22 | 11353.1 | 2,3 | 1 |
| 23 | Kotouč hnací KR230-150 | MR23 | 11353.1 | 11,7 | 1 |
| 24 | Podložka KR 80-3 | MR24 | 11353.1 | 0 | 1 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MATERIÁL | | INDEX | | ZMĚNA | | | DATUM | | PODPIS | |
| POLOTOVAR | | | | | | | | | | |
| TOLEROVÁNÍ ISO 8015 | | | | | | | | | | |
| PŘESNOST ISO 2768 | | | | | | | | | | |
| PROMÍTÁNÍ | | KRESLIL | Řezáček Martin | HMOTNOST | | | | | | |
| | | DATUM | 02.05.16 | SCHVÁLIL | | | | | 1 | |

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

| NÁZEV VÝKRESU | Kusovník | |
|---|---|---|
| ČÍSLO VÝKRESU | MR-K | LIST 1 |

| POZ. | NÁZEV – ROZMĚR | VÝKRES-NORMA | MATERIÁL | Hm.(kg) | Mn. |
|---|---|---|---|---|---|
| 25 | Šroub vřetene KR 20-350 | MR25 | 11700 | 0 | 1 |
| 26 | Ložisko kuličkové 6214A | ČSN 02 4630 | | 2 | 6 |
| 27 | Ložisko kuličkové 7314B | ČSN 02 4645 | | 1,6 | 3 |
| 28 | Pružina tlačná | ČSN 02 6001 | | 0 | 1 |
| 29 | Pero těsné 20e7x12x45 | ČSN 02 2562 | | 0 | 3 |
| 30 | Pojistný kroužek 70 | ČSN 02 2930 | | 0 | 3 |
| 31 | Těsnění montážního otvoru 4HR 190x190x2 | ČSN 02 9310.1 | pryž | 0 | 1 |
| 32 | Hřídelový kroužek GP 70-100-6 NBR | ČSN 02 9401 | pryž | 0 | 1 |
| 33 | Těsnící kroužek 145x155 | ČSN 02 9310.1 | pryž | 0 | 1 |
| 34 | Hřídelový kroužek GP 85-120-13 NBR | ČSN 02 9401 | pryž | 0 | 1 |
| 35 | Podložka MB 13 | ČSN 02 3640 | | 0 | 1 |
| 36 | Matice KM65 | ČSN 02 3630 | | 0,1 | 1 |
| 37 | Šroub M16x30 | ISO 4762-12.9 | | 0 | 1 |
| 38 | Šroub M6x15 | ISO 4762-12.9 | | 0 | 2 |
| 39 | Šroub M16x180 | ISO 4762-12.9 | | 2,5 | 15 |
| 40 | Šroub M16x50 | ISO 4762-12.9 | | 1 | 10 |
| 41 | Šroub M5x20 | ISO 4762-12.9 | | 0,2 | 20 |
| 42 | Šroub M12x30 | ISO 4762-12.9 | | 0,15 | 16 |
| 43 | Šroub M5x10 | ISO 4762-12.9 | | 0,1 | 16 |
| 44 | Šroub M5x8 | ISO 4762-12.9 | | 0 | 8 |
| 45 | Upínací čep | DIN 69 872A | | 0 | 1 |
| 46 | Šroub čepu | DIN 69 872A | | 0,5 | 1 |
| 47 | | | | | |
| 48 | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MATERIÁL | | INDEX | | ZMĚNA | | | DATUM | | PODPIS | |
| POLOTOVAR | | | | | | | | | | |
| TOLEROVÁNÍ ISO 8015 | | | | | | | | | | |
| PŘESNOST ISO 2768 | | | | | | | | | | |
| PROMÍTÁNÍ | | KRESLIL | Řezáček Martin | HMOTNOST | 1145,3 (kg) | | | | | |
| | | DATUM | 02.05.16 | SCHVÁLIL | | | | | 2 | |

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

| NÁZEV VÝKRESU | Kusovník | |
|---|---|---|
| ČÍSLO VÝKRESU | MR-K | LIST 2 |