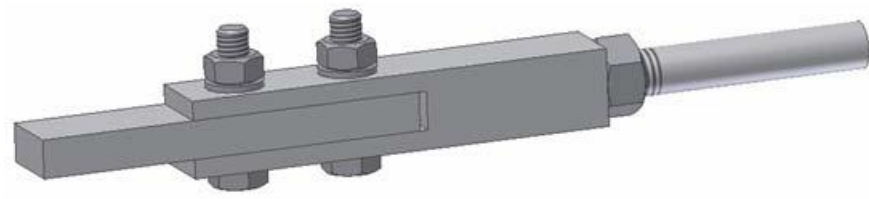


CAS-cv. Zadání číslo 1.

Název: **Návrh spoje táhla brzdy**

Formát: **Výpočtová zpráva**



Datum zadání: **11. 10. 2018 (12. 10. 2018)**

Datum odevzdání: **22. 11. 2018 (23. 11. 2018)**

Zadání:

Navrhněte a zkontrolujte spoj táhel, kterými se ovládá pásová brzda traktoru. Spoj musí umožňovat seřizování délky táhel. Vymodelujte 3D sestavení spojení a vypracujte 2D technickou dokumentaci.

- 1) Proveďte rozbor úlohy - spojení pomocí čepů zajištěnými pojistnými třmenovými kroužky.
- 2) Vypočtete sílu F působící na táhlo.
- 3) Zvolte materiál táhel a materiál vidlice, s ohledem na dobrou obrobitelnost a u levého táhla volbou materiálu zajistěte navíc dobrou svařitelnost.
- 4) Proveďte návrh tvaru a rozměrů pravého táhla z pevnostní rovnice.
- 5) Navrhněte závitový spoj mezi pravým táhlem a vidlicí na základě výpočtů minimálního počtu závitů s ohledem na seřízení.
- 6) Zvolte rozměry čepu. Na základě výpočtu namáhání smykem navrhněte průměr čepu, a na základě namáhání na otláčení stanovte jeho činnou délku.
- 7) Navrhněte rozměry vidlice buď podle pevnostní analýzy ve zúženém místě (výšku podle činné délky čepu, šířku podle namáhání na tah), nebo podle rozměrů matice a podložky pravého táhla.
- 8) Zkontrolujte návrh vidlice a levého táhla na tah ve zúženém místě.
- 9) Nakreslete výrobní výkresy pravého táhla, vidlice, levého táhla, nenormalizovaného čepu a jejich vzájemné uložení (výkres toleranční pole mezi čepem a vidlicí),
- 10) Nakreslete výkres celé sestavy, nezapomeňte na kusovník.
- 11) Všechny výkresy budou kresleny ručně v modulu výkres programu Solidworks.

Harmonogram postupného odevzdávání:

17. 10. 2018 (18. 10. 2018) 20:00h

První elektronické výsledky až po řádek 54. Výpočet délky závitů pravého táhla.

24. 10. 2018 (25. 10. 2018) 20:00h

Kompletní elektronické výsledky.

25. 10. 2018 (26.10.2018)

Odevzdání kompletní písemné práce vložené ve vytištěné obálce.

1. 11. 2018 (2. 11. 2018)

Práce na výkresové dokumentaci a konzultace spojené s prací.

8. 11. 2018 (9. 11. 2018) 20:00h

Odevzdání modelů a výkresů pravého táhla, vidlice, levého táhla

15.11. 2018 (16. 11. 2018)

Práce na zbývajících výkresech (doporučuji pracovat na dalších úkolech)

21. 11. 2018 (22. 11. 2018) 20:00h

Odevzdání zbylých výkresů a modelů v elektronické podobě.

22. 11. 2018 (23. 11. 2018)

Odevzdání vytištěných výkresů.

Výkresová dokumentace:

1. pravé táhlo,
2. vidlice,
3. levé táhlo,
4. nenormalizovaný čep
5. výkres uložení (čep a vidlice)
6. Sestava + kusovník

Další dokumenty:

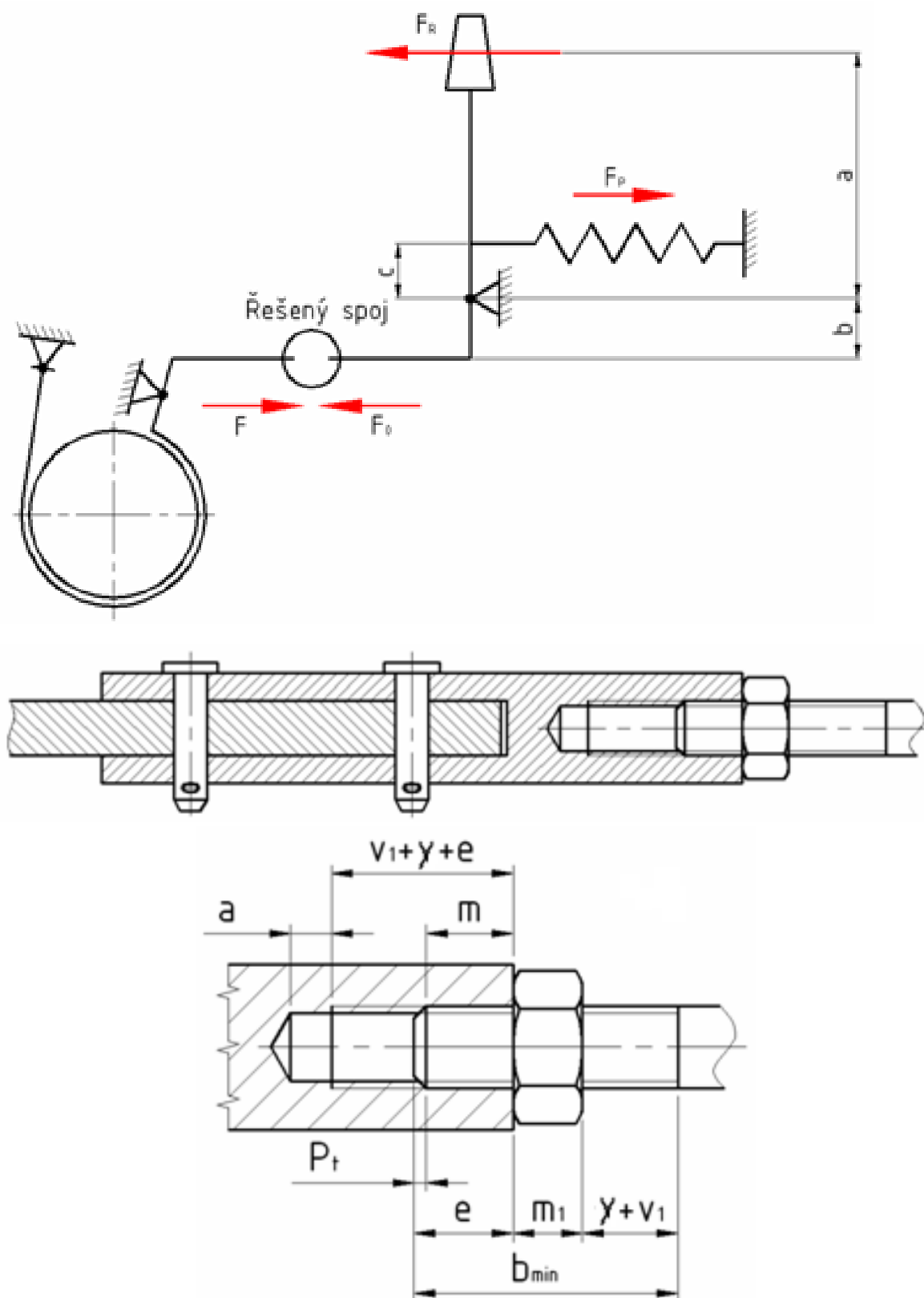
1. Použitá literatura
2. Prohlášení
3. Obálka

Elektronické odevzdání:

1. Průběžné výsledky zapsané do formuláře zasílejte ve stanovený datum na Google classroom (zapište se do kurzu 2018 CASS2A [wcj2d0h](#) (čtvrtek) / [nx8qgi](#) (pátek))
2. Všechny konstrukční prvky budou odevzdány ve formě 3D modelů.
3. Všechny součásti navzájem budou tvořit 3D sestavu, která bude součástí elektronického odevzdání.
4. Všechny dokumenty odevzdané v papírové podobě budou součástí koncového elektronického odevzdání (oskenovaná zpráva).
5. Všechny soubory zabalte a odešlete na Google classroom nejpozději v uvedený den.

S2A+S2B	Síla Fr(N)	Síla Fp(N)	Seřízení x(mm)	Seřizovací rozpětí y(mm)	Rozměry		
					a	b	c
Bek Jiří	325	80	6	30	790	40	50
Bílek Jan	260	60	4	20	800	30	50
Burgr Jan	310	70	3	20	740	35	50
Doleček Martin	265	60	6	25	950	40	50
Duffek Marek	255	60	2,6	25	900	40	70
Hartman Samuel	330	70	6	20	760	35	70
Havel Tomáš	305	60	7	20	780	30	60
Hojsák Václav	335	80	8	35	720	30	60
Jebavý Milan	340	60	5	25	950	40	50
Kadlec Adam	300	80	8	35	720	30	60
Klemsa Zdeněk	285	70	6	30	800	35	70
Košťál Tobiáš	290	70	5	20	740	35	50
Kumžák Miroslav	295	80	6	30	790	40	50
Lank Petr	315	60	4	25	900	40	70
Linka Ondřej	270	60	3	20	780	30	60
Mitischka Michal	320	70	7	15	850	35	60
Mrázková Justina	345	70	6	30	800	35	70
Paroulek Lukáš	275	70	5	15	850	35	60
Rydval Tomáš	280	70	5	20	760	35	70
Saska Matěj	350	60	5	20	740	35	50
Šámal Jaroslav	325	80	6	30	950	40	50
Šedivá Dorota	260	60	4	20	900	40	70
Šimánek Petr	310	70	3	20	760	35	70
Šlapák Vojtěch	265	60	6	25	780	30	60
Šrejber Antonín	255	60	2,6	25	720	30	60
Tauchman Štěpán	330	70	6	20	950	40	50
Tomašková Jana	305	60	7	20	720	30	60
Trakal Štěpán	335	80	8	35	800	35	70
Trojan Tomáš	340	60	5	25	740	35	50
Tvrzník Martin	300	80	8	35	790	40	50
Věchet Pavel	340	60	5	20	900	40	70
Žďárský Mikuláš	300	80	8	30	760	35	70

Kinematické schéma:

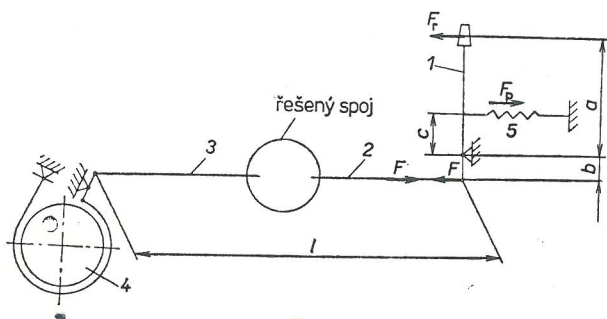


Při vypracování zprávy se řiďte poznatky z mechaniky, částí strojů, technické dokumentace a dalších předmětů. Pro inspiraci můžete použít i následující návod.

2.1 Zadání

2.1.1 Definice zadání

Navrhněte spoj táhel 2 a 3, kterými se ovládá pásová brzda traktoru (obr. 7). Spoj musí umožňovat seřizování délky táhel l .



Obr. 7. Schéma ovládání pásové brzdy
1 — páka, 2 — přední táhlo, 3 — zadní táhlo, 4 — pásová brzda, 5 — vratná pružina

2.1.2 Zadané hodnoty

Síla vyvozovaná řidičem F_r (N),
síla vratné pružiny F_p (N),
seřizovací rozpětí x (mm),
rozpětí seřizování y (mm),
rozměry a, b, c (mm).

Další požadavky: táhla musí mít kruhový nebo obdélníkový průřez, síla pružiny při zpětném pohybu musí působit v ose táhla, během provozu nesmí docházet k samovolné změně délky táhel.

Zadané hodnoty pro 10 pracovních skupin jsou v tab. 3.

Tab. 3. Zadané hodnoty

Číslo zadání	Síla F_r (N)	Síla F_p (N)	Seřízení y (mm)	Seřizovací rozpětí x (mm)	Rozměry			Počet vyráběných kusů
					a	b	c	
1	350	60	5	20	800	30	50	2 000
2	270	60	3	20	780	30	60	2 000
3	280	70	5	20	760	35	70	2 000
4	290	70	5	20	740	35	50	300
5	300	80	8	35	720	30	60	300
6	255	60	2,6	25	900	40	70	300
7	265	60	6	25	950	40	50	300
8	275	70	5	15	850	35	60	50
9	285	70	6	30	800	35	70	50
10	295	80	6	30	790	40	50	50

2.1.3 Rozsah práce

a) Předběžný výpočet

Je třeba vypočítat sílu F (obr. 7) a základní rozměry táhel.

b) Návrh variant konstrukčního řešení, jejich analýza, výběr a technicko-ekonomické hodnocení.

Každé řešení spoje může být z provozního a ekonomického hlediska různě vhodné, musí však vyhovovat oběma funkcím spoje, tj. spojovat táhla 2 a 3 a současně zajistit zkracování nebo prodlužování délky l pro správnou funkci mechanismu (obr. 7).

c) Kontrolní výpočet zvolené varianty

Provede se výpočet navržených částí spoje.

d) Konstrukční zpracování úkolu

Zpracovaný úkol bude obsahovat:

1. *technickou zprávu:*

a) časový plán,

b) předběžný výpočet,

c) návrhy variant řešení,

d) rozbor způsobů řešení a zdůvodnění vybrané varianty,

e) kontrolní výpočet,

f) informační prameny,

g) seznam výkresové dokumentace;

2. *výkresovou dokumentaci:*

a) montážní výkres sestavení,

b) výrobní výkresy součástí.

2.2 Postup řešení

2.2.1 Předběžný výpočet

a) Určení síly F na táhlech (obr. 7)

$$-F_r \cdot a + F_p \cdot c + F \cdot b = 0 \Rightarrow F.$$

b) Určení minimálního průřezu táhel S

Táhla jsou namáhána tahem. Namáhání považujte za míjivé.

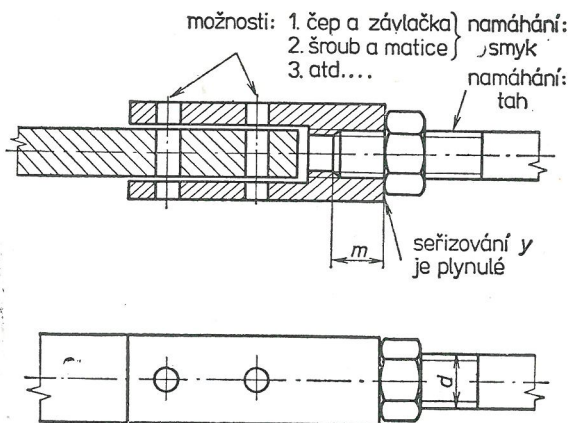
$$\sigma_{Dt} = \frac{F}{S} \Rightarrow S,$$

σ_{Dt} se volí podle navrhovaného materiálu táhel [4, str. 61]. Hodnota S je velikost nebezpečného průřezu táhel. Průřezy kolmé k ose táhla nesmějí být menší než vypočtená hodnota S .

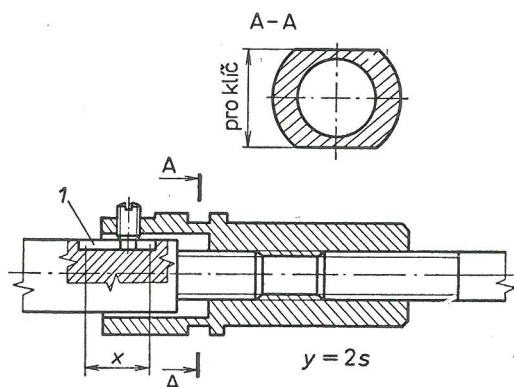
Poznámka. Vzhledem k nutné tuhosti táhel volte $S \geq 50 \text{ mm}^2$.

2.2.2 Návrh variant řešení

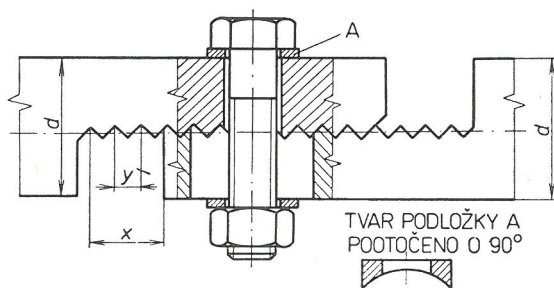
Formou náčrtů se zpracují různé varianty řešení. Při návrzích je třeba vycházet z vypočtených hodnot F a S . Návrhy budou ovlivněny předepsanými požadavky i zadanými hodnotami x a y . Konstrukční řešení má podstatný vliv na rozpětí seřízení y (obr. 8 až 10).



Obr. 8. Varianta A



Obr. 9. Varianta B



Obr. 10. Varianta C

Na obr. 8 až 10 jsou tři možné varianty řešení: A — umožňuje plynulé seřízení délky táhel (obr. 8), B — konstrukčně složitější, seřízení je závislé na stoupání závitu (obr. 9), C — konstrukčně jednodušší, má méně součástí, ale je výrobně náročnější (drážkování). Rozpětí seřízení závisí na rozteči drážek (obr. 10).

U všech navržených řešení není k seřízení po-

třeba speciální nářadí, postačí normalizovaný otevřený klíč. Další možností řešení je např. napínac podle ČSN 02 1940 [1, str. 28] apod.

2.2.3 Analýza řešení, výběr vhodné varianty a technicko-ekonomické hodnocení

Z hlediska výroby jednotlivých součástí je nej-jednodušeji navrženo pravé táhlo varianty A a B (obr. 8 a 9). Pravé táhlo varianty C (obr. 10) vyžaduje odebrání velkého množství materiálu, frézování drážek a díry. Zakončení levého táhla je výrobně nejvýhodnější u varianty A, kde je potřeba vyvrtat pouze dvě díry. U varianty B je nutno soustružit vnější závit a frézovat drážku. Nejpracnější je zakončení táhla podle varianty C, kde je nutno odebrat velké množství materiálu, frézovat drážky a vrtat díru pro šroub.

Ke spojení obou táhel je u varianty C použit šroub s nenormalizovanou, výrobně jednoduchou podložkou. U varianty A je výrobně jednoduchá vidlice, u varianty B náročná objímka. Náklady na obrábění vidlice u varianty A budou ovlivněny velikostí tolerance rozteče mezi osami děr — malé tolerance budou vyžadovat vrtací přípravek i pro levé táhlo.

Volba polotovaru závisí především na počtu vyráběných součástí. V tomto případě budou polotovary táhel u všech variant normalizované tyče. Pro větší počet kusů varianty A bude vhodnější použít na polotovar vidlice odlitek. Pro objímku varianty B by ve všech případech byla nejvýhodnějším polotovarem tlustostěnná trubka.

Varianta A je vhodná i pro menší počet vyráběných součástí, zbývající varianty jsou vhodné pro větší počet.

2.2.4 Kontrolní výpočet

a) Na jednotlivých součástech se vyhledají nebezpečné průřezy. Pro přehlednost se nebezpečné průřezy označí na náčrtu barevně:

- S_t — nebezpečné průřezy na tah,
- S_s — nebezpečné průřezy na smyk,
- S_k — nebezpečné průřezy na krut.

b) Kontrola napětí v nebezpečných průřezech
Součásti namáhané tahem nebo smykem

$$(\sigma, \tau) = \frac{F'}{S} = \frac{F \cdot \kappa}{i} \cdot \frac{1}{S},$$

kde F je síla na táhle (obr. 7), F' — síla v nebezpečném průřezu S , i — počet současně zatěžovaných průřezů (částí), κ — činitel rovnoměrného rozložení síly F na jednotlivé průřezy, $\kappa = 1,2$ až $1,4$. Musí platit:

$$(\sigma, \tau) \leq \sigma_{Dt}, \tau_{Ds} [4, \text{str. 61}].$$

c) Kontrola tlaku ve stykových plochách

$$p = \frac{F'}{S'}$$

kde S' je průmět stykové plochy.

Musí platit

$$p \leq p_D,$$

kde $p_D = (0,7 \text{ až } 0,9) \sigma_{Dt}$ podle [1, a 4].

d) Kontrola závitových částí

Kontrola šroubového spoje na tah:

$$\sigma_t = \frac{F'}{S_j} \leq \sigma_{Dt},$$

kde S_j je průřez jádra šroubu, σ_{Dt} je dáno materiálem šroubu. Není-li pevnostní podmínka splněna, musí se zvětšit průměr šroubu nebo volit jakostnější materiál.

Potřebný počet činných závitů:

$$z = \frac{F'}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot p_D},$$

kde d_2 a H_1 je podle ČSN 01 4012, $p_D = 0,25\sigma_K$ pro ocelové součásti, Kontrola hloubky zašroubování šroubu nebo výšky matice (obr. 8):

$$m = z \cdot s,$$

s podle ČSN 01 4012. Vzhledem k různé nosnosti závitů matice volí se vždy $m > 0,8d$.

2.3 Konstrukční zpracování úkolu

2.3.1 Montážní výkres sestavení

Výkres znázorňuje spoj s neukončenými táhly 2 a 3 (obr. 7).

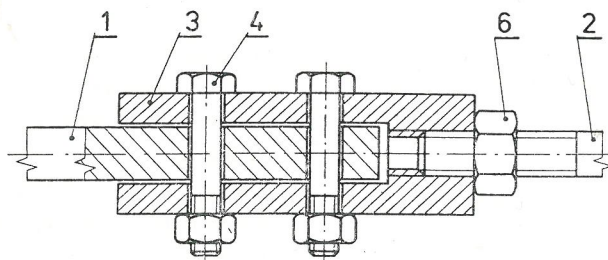
Montážní výkres sestavení může dále obsahovat: řešení vedení táhel,

uchycení táhla 2 na páku 1.

(Příklad je na obr. 11.)

2.3.2 Výrobní výkresy součástí

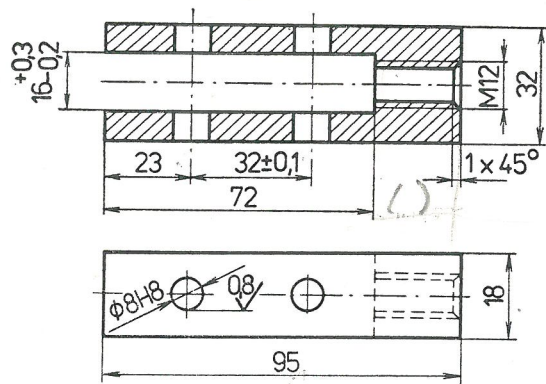
Uvažte volbu drsnosti povrchů vzhledem k požadované přesnosti a možnost výroby spojovacího kusu (odlitek, obrobek). Použijte v co největší míře normalizované součásti (příklad je na obr. 12).



1	MATICE M12	ČSN 02 1401.24	—	—	—	0,016	—	—	6
2	MATICE M8	ČSN 02 1401.24	—	—	—	0,005	—	—	5
2	ŠROUB M8x45	ČSN 02 1101.24	—	—	—	0,02	—	—	4
1	VIDLICE □ 35x20-100	ČSN 42 5522	11500.0	—	001	0,3	055	KC-02-D03	3
1	TÁHLO φ12-	ČSN 42 6510	11373.0	—	001	—	—	KC-02-D02	2
1	TÁHLO □ 25x16	ČSN 42 5523	11373.0	—	001	—	—	KC-02-D01	1
1:1									
			SPOJ			KC-02-S			

Obr. 11

6.3 0.8
V(V)



□ 35x20-100	ČSN 42 5522	11500.0	—	001	0,3	0,55	KC-02-S	3
1:1								
	VIDLICE				KC-02-D03			

Obr. 12