

TKTT030 Machine Component Design Koneenosien suunnittelu

Akselinliitokset

Laskutehtävät osa 1/2

Shaft Connections

Home work part 1/2



jamk.fi

Task 1

Tasakiilaliitoksen mitoittaminen

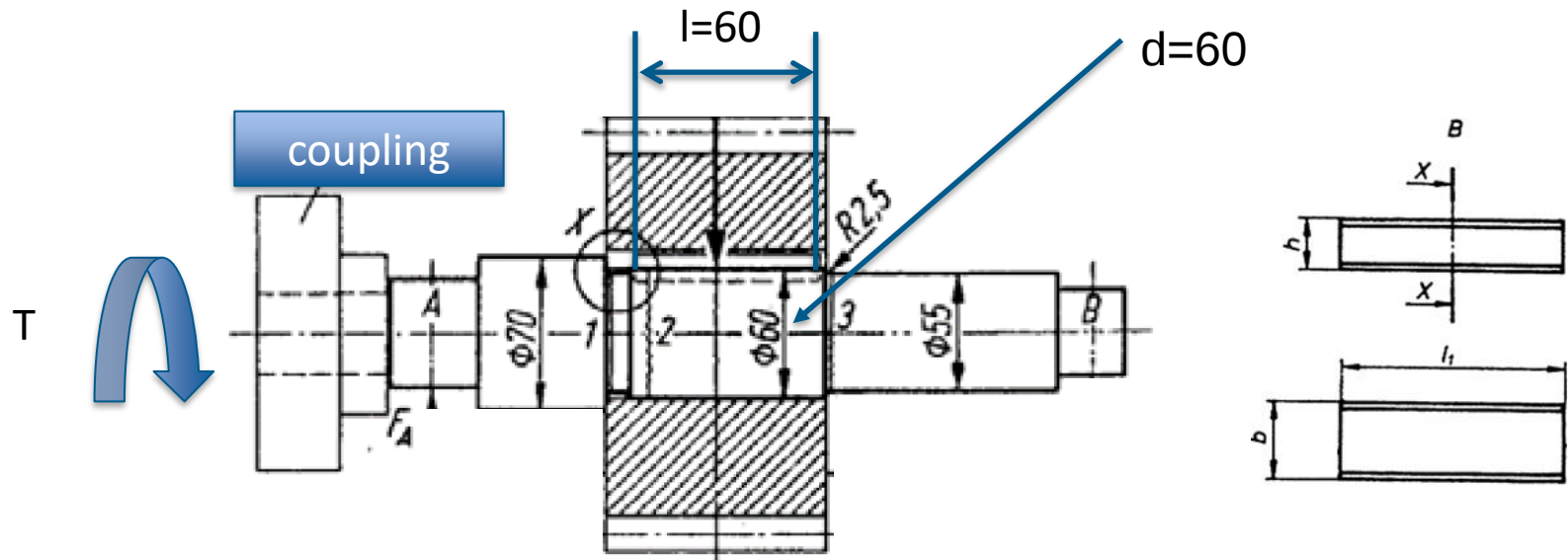
Calculation of parallel key
connection

jamk.fi

Task 1

There is pulsating torque $T = 850 \text{ Nm}$. It is in one direction and has light impacts. Shaft and parallel key is made of S355J2 and gear wheel (hub) material is hardened steel 20MnCr5. Type of parallel key is B (SFS2636) and length of parallel key $l = 60 \text{ mm}$.
Is the length of parallel key enough to carry torque T ?

Answer: Yes, $l = 44 \text{ mm}$ is enough



Task 1

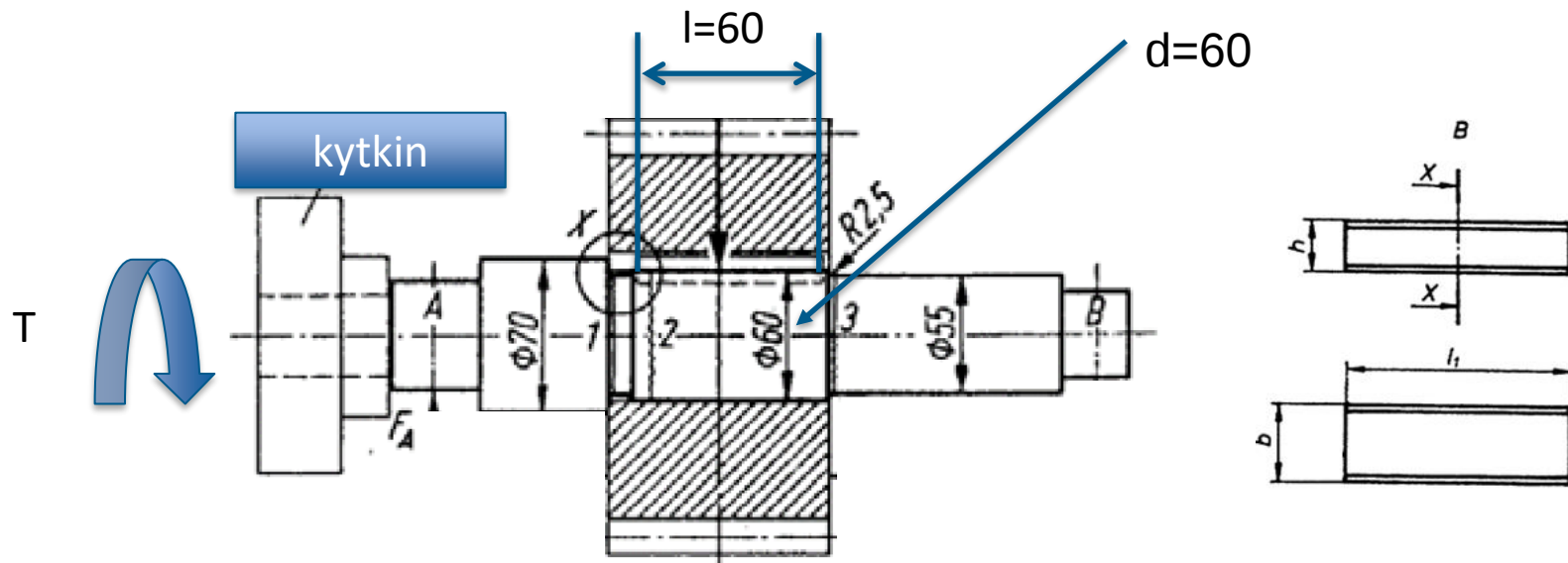
Oheista käyttöakselia kuormittaa vääntömomentti $T = 850 \text{ Nm}$. Kuormitus on yksisuuntainen sisältäen kevyitä iskuja. Vastaa tykyttävää kuormitusta.

Akselin materiaali on S355J2 ja hammaspyörän materiaali on karkaistu teräs 20MnCr5.

Kiilan tyyppi on B tasakiila (SFS2636). Kiilan pituus $l = 60 \text{ mm}$.

Onko kiilan pituus riittävä kantamaan vääntömomentti?

Vastaus. Kiilan pituudeksi riittää 44 mm



Task 1

vinkit / tips

- If you do not want to see tips go to page 13
- Jos et halua nähdä tehtävän vinkkejä, niin mene sivulle 13



Task 1

Kuormitus / Load

Pulseeraava vääntökuormitus / Pulsating torque $T = 850 \text{ Nm}$

Akseli / Shaft S355J2

$p_0 = \text{xxx}$ MPa (peruspintapaine, basic surface pressure table 4.3-6)

Napa karkaistu teräs / Hub, hardened steel: 20MnCr5

$p_0 = \text{xxx}$ MPa (peruspintapaine, basic surface pressure table 4.3-6)

määrittele /
define

Kiila, S355/ Parallel key, shear stress

$\tau = \text{xx}$ Mpa (table 4.3-7), tykyttävä kuormitus (pulseeraava) / pulsating load

Akselin halkaisija / diameter of the shaft

$d = 60 \text{ mm}$



Task 1

Kiila, S355/ Parallel key, shear stress

$\tau = xx \text{ Mpa}$ (table 4.3-7), kuormitustyyppi / load type

equal to parallel key

Taulukko / table 4.3-7

valuteräs
harmaa valurauta
pronssi, messinki

materiaali	kuormitus- tyyppi	puristusylimitta			urallinen tai lovettu tapin kohta			Equal to parallel key Vastaa periaatteellisesti kiilaa		
Material of the parts round the steel pin	Load type	Press fit			Grooved or slot part of the pin			Loose, smooth pin		
		p MPa	σ MPa	τ MPa	p MPa	σ MPa	τ MPa	p MPa	σ MPa	τ MPa
S235 S355 Cast steel Grey cast iron Bronze, brass AlCuMg-alloys AlSi	Static load Staattinen	98 104 83 68 40 65 45	190	80	69 73 58 48 28 46 32	160	65	30 30 30 40 40 20 20	200	80
S235 S355 Cast steel Grey cast iron Bronze, brass AlCuMg-alloys AlSi	Pulsating load pulseeraava	72 76 62 52 29 47 33	145	60	52 55 43 36 21 35 24	120	50	24 24 24 32 32 16 16	140	60
S235 S355 Cast steel Grey cast iron Bronze, brass AlCuMg-alloys AlSi	Reversed fatigue load vaihtokuormitus	37 38 31 26 14 23 16	75	30	26 28 21 18 10 17 12	60	25	12 12 12 16 16 8 8	70	30

p = surface pressure σ = normal stress of bending

p = pintapaine

σ = taivutusjännitys

τ = shear stress

τ = leikkausjännitys

30 jamk.fi

Task 1,

$$T = \frac{p_h * l_h * t_2 * (d + t_2)}{2}$$

napa / hub

1. määrittele p_h / define p_h table 4.3-6

$$p_h \leq p_{h,all}$$

2. ratkaise kiilan pituus l / solve length l

$$T = \frac{p_s * l_s * t_1 * (d - t_1)}{2}$$

akseli / shaft

1. määrittele p_s / define p_s table 4.3-6

$$p_s \leq p_{s,all}$$

2. ratkaise kiilan pituus l / solve length l



Tasakiila / Parallel key

Taulukko / table 4.3-6

p_0

Basic surface pressure p_0 (MPa)				Alumiinivaluja / cast aluminium grades		
Steel Cast steel S355J2	Grey cast iron Harmaa-valurauta	Spheroidal iron Pallografiitti-valurauta	Bronze Brass Pronssi, messinki	AlCuMg	AlMg AlMn AlMnSi	G-ALSi G-ALSiMg
150 200 (hardened)	90	110	50	100	90	70

p_{all}

Allowable surface pressures p_{all} for parallel keys and axially grooved or toothed profile shafts		
One-way static load	$0.8p_0$	Yksisuuntainen kuormitus, lepokuormitus
One-way load with light impacts	$0.7p_0$	Yksisuuntainen kuormitus, kevyitä iskuja
One-way load with hard impacts	$0.6p_0$	Yksisuuntainen kuormitus, kovia iskuja
Two-way load with light impacts	$0.45p_0$	vaihtosuuntainen kuormitus, kevyitä iskuja
Two-way load with heavy impacts	$0.25p_0$	vaihtosuuntainen kuormitus, kovia iskuja

P_{all} depends on the load type,

P_{all} riippuu kuormitustyyppistä

Task 1, kiila / parallel key

$$T_{\text{key}} = \frac{\tau * A * d}{2}$$

τ on leikkausjännitys, xx Mpa $\tau \leq \tau_{\text{sall}}$ (taul. 4.3-7)

A on kiilan leikkauspinta-ala / surface area of parallel key against shear stress τ

$$A = l_k * b$$

l_k on kiilan leikkauspinta-alaa vastaava pituus / length of the parallel key

b on kiilan leveys / width of the parallel key

Ratkaise l_k

Solve l_k

$$l_k = \dots ? = \quad \text{mm}$$



check what is recommended length and choose the correct one based on calculations

Suostellut kiilan pituudet
Recommended lengthts of parallel keys

Parallel keys SFS 2636 (dimensions in mm)														
Width	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	
Height	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14	16	18	
Shaft diameter	>	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95	110
	≤	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95	110	130
Depth t ₁		3	3.5	4	5	5	5.5	6	7	7.5	9	9	10	11
Depth t ₂		2.3	2.8	3.3	3.3	3.3	3.8	4.3	4.4	4.9	5.4	5.4	6.4	7.4
Recommended lengths	Length l ₁	10	x											
	12	x												
	14	x	x											
	16	x	x											
	18	x	x	x										
	20	x	x	x										
	22	x	x	x	x									
	25	x	x	x	x									
	28	x	x	x	x	x								
	32	x	x	x	x	x								
	36	x	x	x	x	x	x							
	40	x	x	x	x	x	x							
	45	x	x	x	x	x	x	x						
	50	x	x	x	x	x	x	x	x					
	56	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	63		x	x	x	x	x	x	x	x	x			
	70		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	80			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	90			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	100				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	110				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	125					x	x	x	x	x	x	x	x	x
	140					x	x	x	x	x	x	x	x	x
	160						x	x	x	x	x	x	x	x
	180							x	x	x	x	x	x	x
	200								x	x	x	x	x	x
	220									x	x	x	x	x
	250										x	x	x	x

Task 1, result

$$l_h = ?? \text{ mm}$$

$$l_s = ?? \text{ mm}$$

$$l_k = ?? \text{ mm}$$

The highest
value of
calculated l -
values is
enough

round up to next integer value

$$l = \text{XX mm}$$

check what is recommended lenght
and choose the correct one based on
calculations

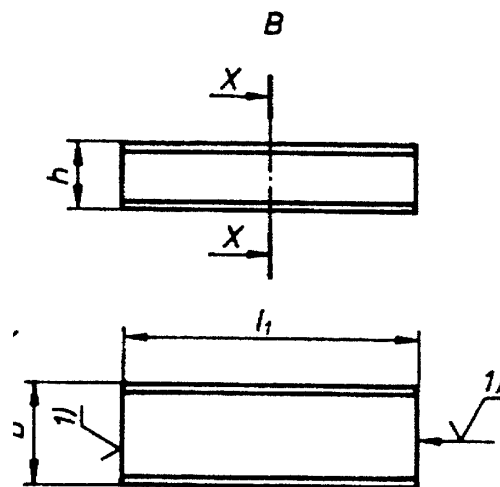
Tasakiila / parallel key / B- ?? x ?? x XX

type

width

height

lenght



jamk.fi

Task 2

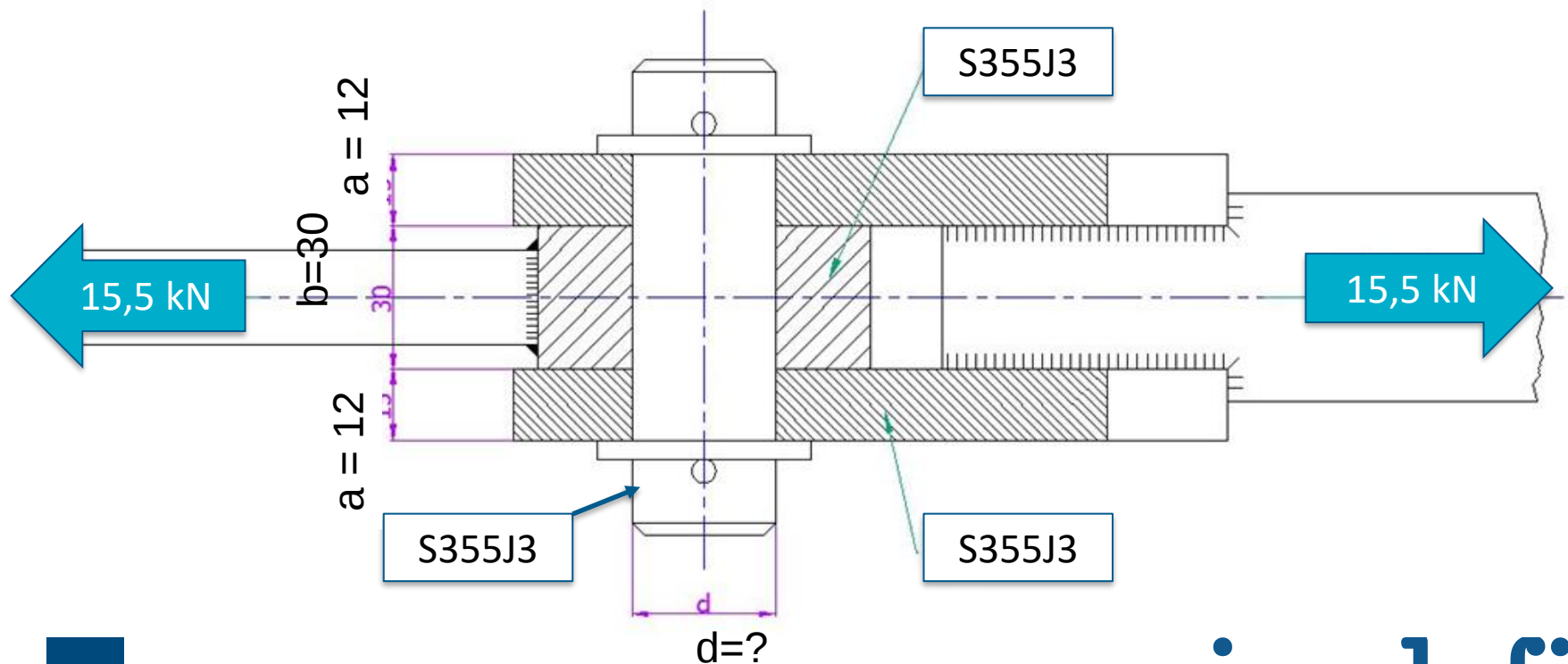
Poikittaislieriötappi vetotangon ja
haarukan liitoksessa

Transverse clevis pin between a tension
bar and a forked bracket

Task 2

1. Calculate pin diameter d based on surface pressure. Axial force F 15,5 kN and it is pulsating force.
2. Use calculated d to check bending stress and shear stress of the pin.

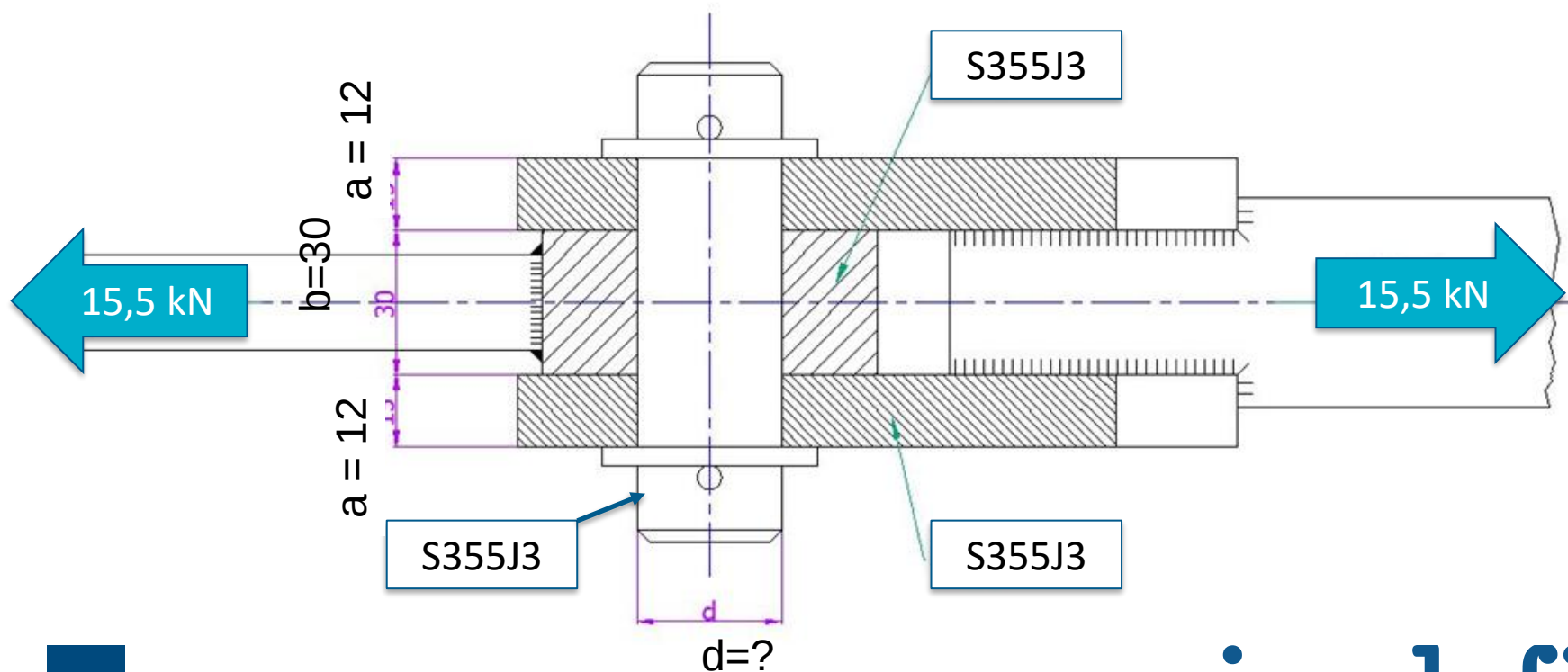
$d=27$ mm, bending stress and shear stress are in allowable level



Task 2

1. Määritä oheisen jarruvivun liitoksen lieriötapin halkaisija d sallitun pintapaineen perusteella. Liitokseen kohdistuva tykyttävä kuorma on 15,5 kN.
2. Tarkista, onko valittu tappi riittävä taivutus- ja leikkausjännityksien suhteen.

Vastaus $d=27$ mm, taivutus ja leikkausjännitys on sallitulla tasolla.



Task 2

vinkit / tips

- If you do not want to see tips don't go further
- Jos et halua nähdä tehtävän vinkkejä, niin älä mene tästä eteenpäin



Task 2

Kuorma / Load

Tykyttävä vetokuormitus / pulsating force

$F = 15500 \text{ N}$

Materiaalit / Materials

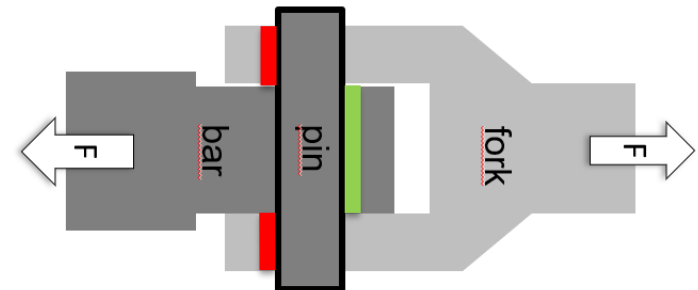
kaikki osat / all parts are made of S355J2

määrittele /
define

$p_{\text{all}} = \text{xx} \text{ MPa}$ sallittu pintapaine, maximum allowed surface pressure, taulukko / table 4.3-7
 $T_{\text{all}} = \text{xx} \text{ Mpa}$ sallittu leikkausjännitys, maximum allowed shear stress, taulukko / table 4.3-7
 $\sigma_{\text{all}} = \text{xxx} \text{ Mpa}$ sallittu taivutusjännitys, maximum allowed bending stress, taulukko / table 4.3-7

Calculate diameter of pin d based on surface pressure:

1. surface pressure between pin and fork 
2. surface pressure between pin and bar 



Task 2

Structural steel S355

(table 4.3-7), tykyttävä kuormitus (pulseeraava) / pulsating load

Taulukko / table 4.3-7

Loose, smooth pin

load type

valuteräs
harmaa valurauta
pronssi, messinki

materiaali	kuormitus- tyyppi	puristusylimitta			urallinen tai lovettu tapin kohta			Equal to parallel key Vastaa periaatteellisesti kiilaa		
Material of the parts round the steel pin	Load type	Press fit			Grooved or slot part of the pin			Loose, smooth pin		
		p MPa	σ MPa	τ MPa	p MPa	σ MPa	τ MPa	p MPa	σ MPa	τ MPa
S235 S355 Cast steel Grey cast iron Bronze, brass AlCuMg-alloys AlSi	Static load Staattinen	98 104 83 68 40 65 45	190	80	69 73 58 48 28 46 32	160	65	30 30 30 40 40 20 20	200	80
S235 S355 Cast steel Grey cast iron Bronze, brass AlCuMg-alloys AlSi	Pulsating load pulseeraava	72 76 62 52 29 47 33	145	60	52 55 43 36 21 35 24	120	50	24 24 24 32 32 16 16	140	60
S235 S355 Cast steel Grey cast iron Bronze, brass AlCuMg-alloys AlSi	Reversed fatigue load vaihtokuormitus	37 38 31 26 14 23 16	75	30	26 28 21 18 10 17 12	60	25	12 12 12 16 16 8 8	70	30

p = surface pressure σ = normal stress of bending

p = pintapaine

σ = taivutusjännitys

τ = shear stress

τ = leikkausjännitys

30 jamk.fi

Task 2.1 define d based on surface pressure

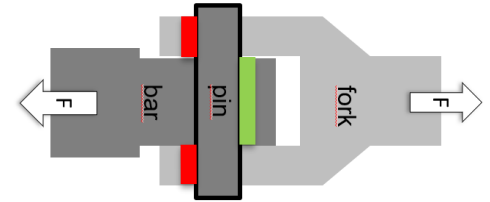
$$F = 15500 \text{ N}$$

1. Tapin ja tangon välinen pintapaine. Surface pressure between the pin and the bar.

$$p_i = \frac{F}{b * d} \leq p_{all}$$

ratkaise d / solve d

$$d \geq \dots? = xx \text{ mm}$$



Higher of calculated diameter value is enough.

2. Tapin ja haarukan välinen pintapaine. Surface pressure between the pin and the fork.

$$p_a = \frac{F}{2 * a * d} \leq p_{all}$$

ratkaise d / solve d

$$d \geq \dots? = xx \text{ mm}$$

d=xx mm

Task 2.2 check bending stress of the pin

F = 15500 N

σ_{all} = xxx Mpa, table 4.3-7

d=xx mm, a=12 mm, b=30 mm

$$\sigma_p = \frac{F * (a + 0,5 * b)}{4 * 0,1 * d^3} \leq \sigma_{all}$$

Varmuus sallittuun taivutuslujuuteen nähden /
Safety factor n against bending

$$n = \frac{\sigma_{all}}{\sigma_t} = \dots ? = 2,6 \quad \text{OK}$$



Task 2.2 check shear stress of the pin

F = 15500 N

τ_{all} = xx Mpa, table 4.3-7

d = xx mm

$$\tau_a = \frac{F}{2 * A} = \frac{2 * F}{\pi * d^2} \leq \tau_{p,all}$$

Varmuus sallittuun leikkauslujuuteen nähden /
Safety factor n against shear

$$n = \frac{\tau_{all}}{\tau_a} = \dots ? = 4,4 \quad \text{OK}$$





JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES