

TKTT0130 Machine Component Design, Koneenosien suunnittelu

Shaft design

Akseleiden suunnittelu

Laskutehtävät / Home work



jamk.fi

Laskuharjoitukset

Exercices

- 3 tehtävää
 - Laskutehtävät perustuvat tunnilla opetettuun teoriapohjaan
 - Palauta tehtävät Moodlen palautuslaatikkoon
 - Yhteistyö on sallittua, mutta jokainen palauttaa henkilökohtaisesti omat laskelmat, joko
 - Käsinkirjoitettuna ja skannattuna tai excel-tiedostona
 - Käsinkirjoitettu siististi – hieroglyfit ja muut harakanvarpaat eivät ole sallittuja.
-
- 3 tasks
 - Calculation Tasks are based on theory shown in lessons
 - Return calculated tasks to Moodle
 - Co-operation is allowed, but everyone has to return own calculations
 - Hand written and scanned or Excel-file or Mathcad-file
 - Hand written has to be clear – no hieroglyphics allowed



Shafts – exercises

- Tehtävänantojen lopussa on vastaus, eli suuruusluokka, mitä haetaan:

Tärkeintä ei ole absoluuttisen tarkka lopputulos, vaan että:

1. yrittää laskea
 2. Laskentaperiaate on oikein
 1. etsii oikeat laskentakaavat & laskentajärjestyksen
- Tehtävien tekeminen on erittäin suositeltavaa kurssin läpäisemiseksi
 - Lisäpisteen mahdollisuus tenttiin
 - Tentissä / välikokeissa tehdään vastaavan vaikeusasteen laskutehtäviä,
 - ➔laskennan etukäteisharjoittelu helpottaa huomattavasti opintojakson hyväksyttyä suorittamista.

- You can find correct answer at the end of each task question, so you can check if you got correct answer:

The most important is not to calculate absolute correct result, but:

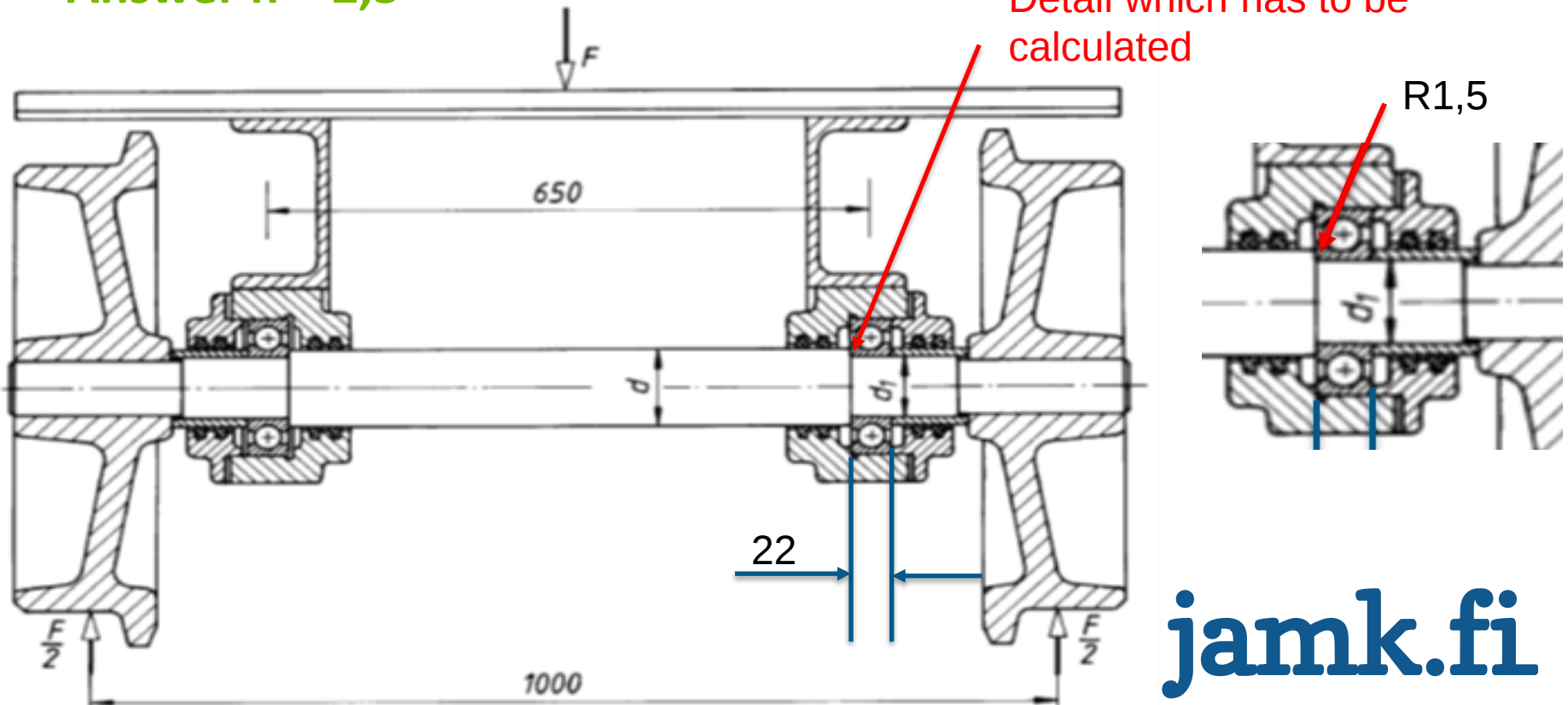
1. TRY to calculate = exercise
 2. Basic principle of calculation is correct
 1. To find correct equations and right order or calculation
- It is recommended to calculate all week exercises
 - Extra point possibility to total points of exam
 - exam consists of the same difficulty level calculation tasks as week exercises
 - ➔ it is much easier to pass through this course when you practice and calculate week exercises

Task 1

Task 1

Force $F = 8 \text{ kN}$ is located in the middle of the car. Shaft is supported by rigid ball bearings. Width of bearing is 22 mm. Diameters of shaft are $d = 70 \text{ mm}$ ja $d_1 = 60 \text{ mm}$. Calculate safety factor n of the shaft. Radius of the shoulder $R = 1,5 \text{ mm}$. Material of the shaft is S355J2 and surface roughness $R_a = 3.2 \text{ mm}$.

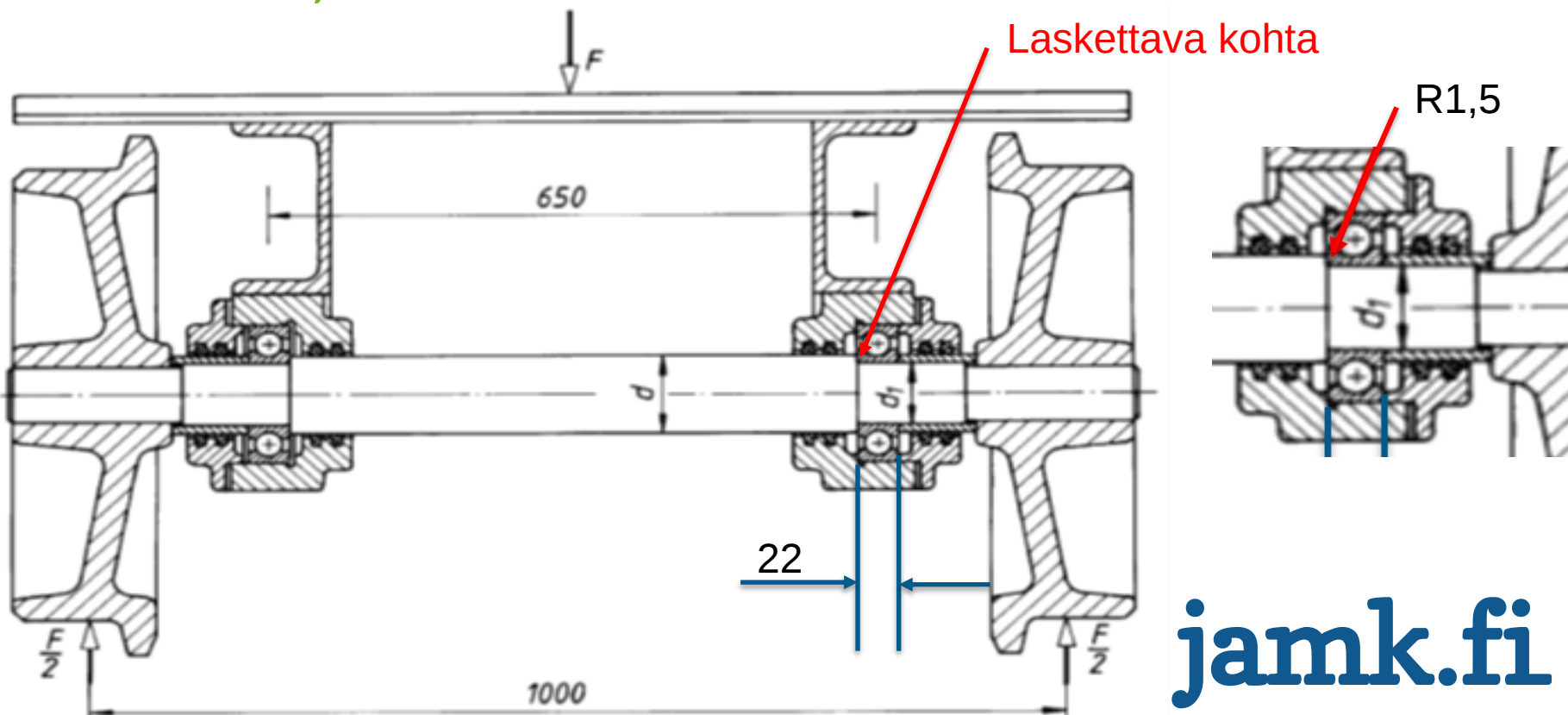
Answer $n = 2,3$



Task 1

Kuvan kuljetusvaunun keskelle kohdistuu voima $F = 8 \text{ kN}$. Pyörivä akseli on tuettu yksirivisillä urakuulalaakereille, joiden leveys on 22 mm . Akselin halkaisijat ovat $d = 70 \text{ mm}$ ja $d_1 = 60 \text{ mm}$. Määritä akselin väsymisvarmuus n laakerin kohdalla olevassa olakkeessa, kun olakkeen pyöristyssäde $R = 1,5 \text{ mm}$. Akselin materiaali on rakenneteräs S355J2 ja pinnankarheus $R_a = 3.2 \text{ mm}$.

Vastaus $n = 2,3$



Task 1

vinkit / tips

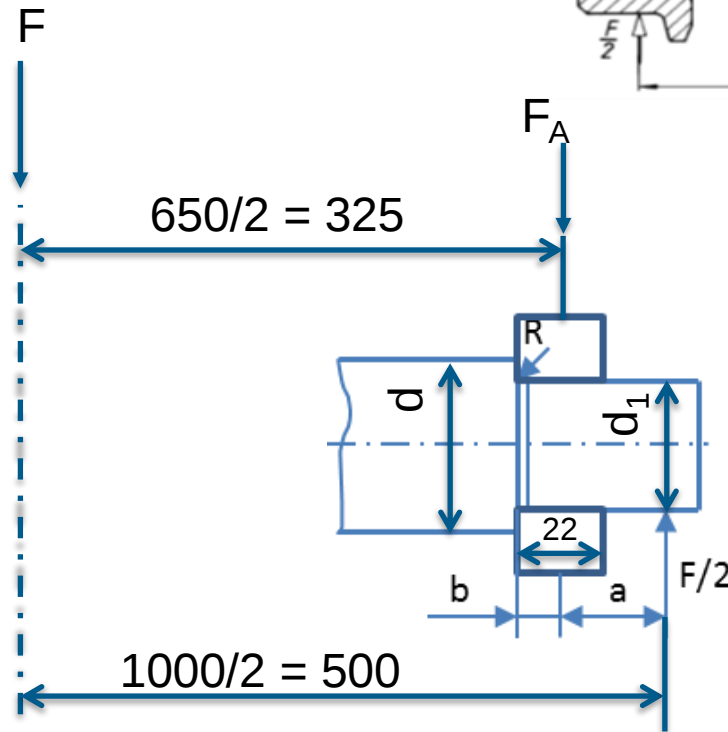
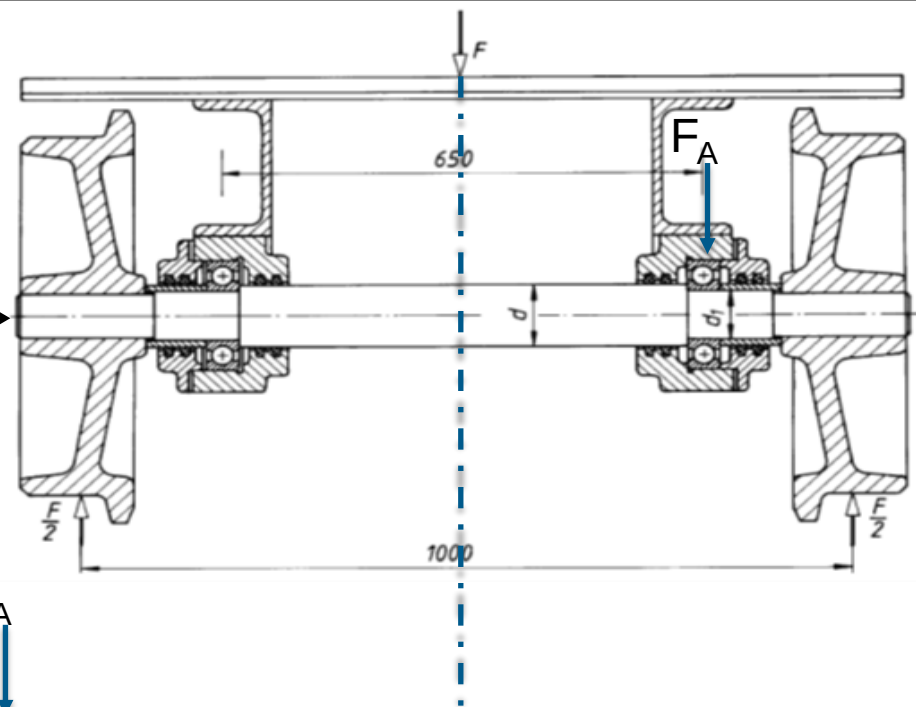
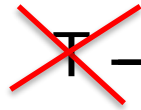
- If you do not want to see tips go to page 12
- Jos et halua nähdä tehtävän vinkkejä, niin mene sivulle 12



Task 1

vinkit / tips

No torque
 $\rightarrow \tau_a = 0$



$$a = 500 - 325 = 175$$

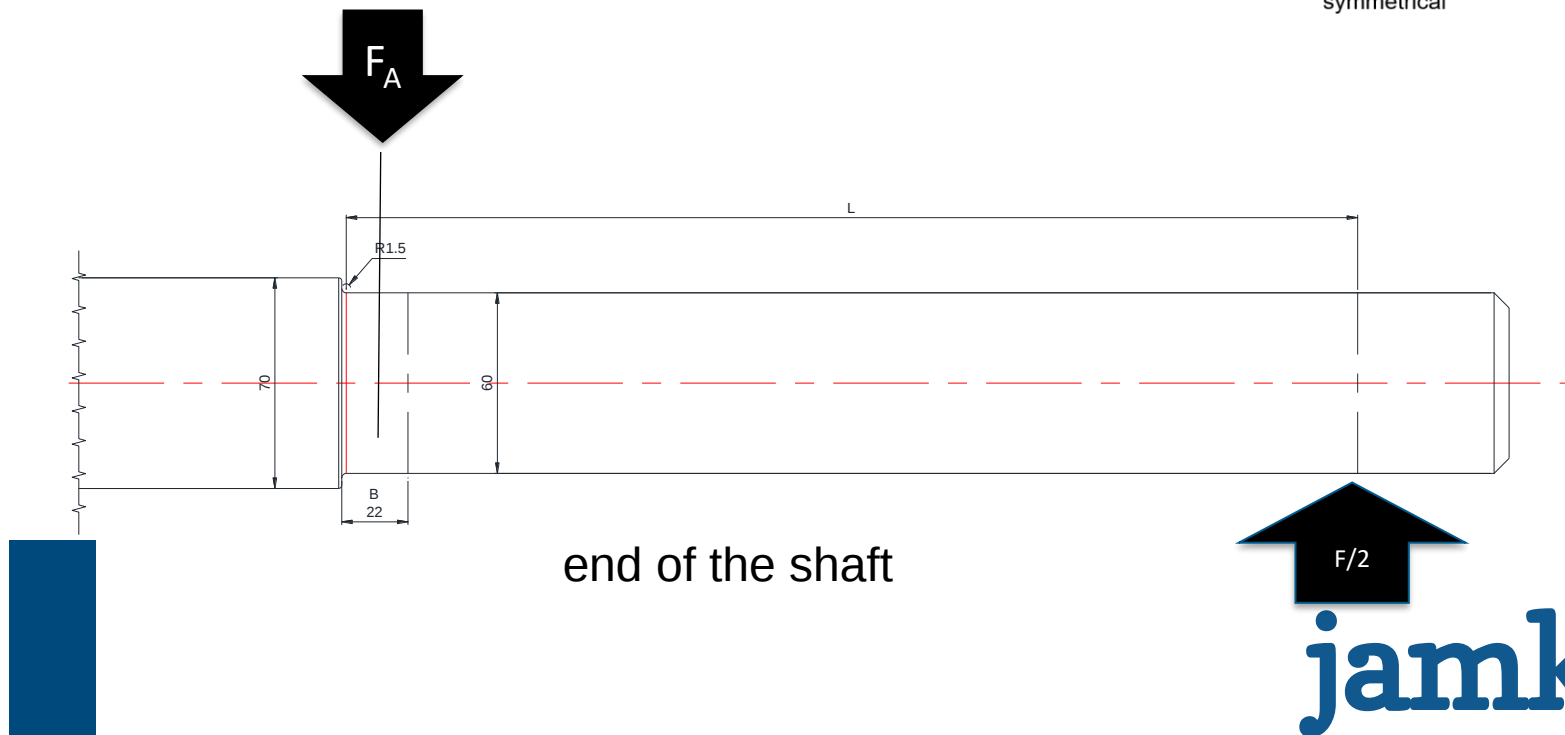
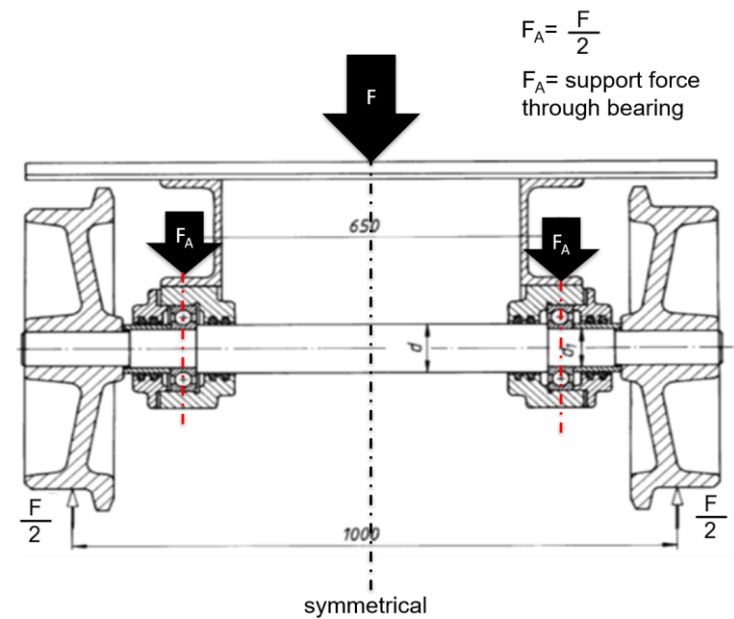
$$b = 22/2 = 11$$

$$R = 1,5$$

Task 1

vinkit / tips

F_A = bearing support force (at the middle of the bearing)
 $F_A = F/2$ (symmetrical)

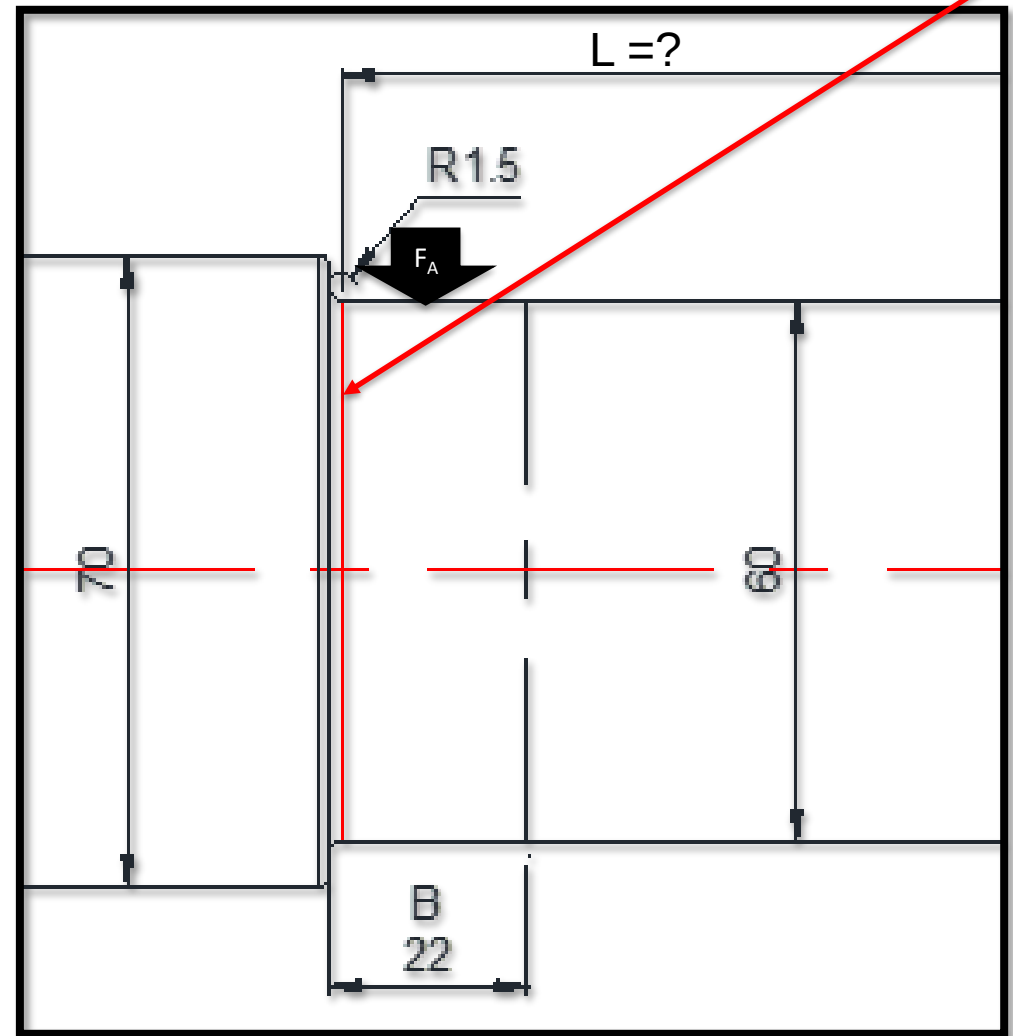


Task 1

vinkit / tips

- Calculate bending moment M at weakest point.
- $M = (F/2) * L - [F_A * (B/2 - R)]$
- $F_A = F/2$
- Calculate nominal bending moment σ_{nom}
- Define fatigue stress concentration factor K_{fb}
- Define strength values of S355 structural steel
 - Ultimate tensile strength, R_m
 - Fatigue strength (σ_{tw})
- Define surface roughness factor K
- Define Scale factor N
- Calculate safety factor n

Weakest point is the beginning of the shoulder = red line



Task 2

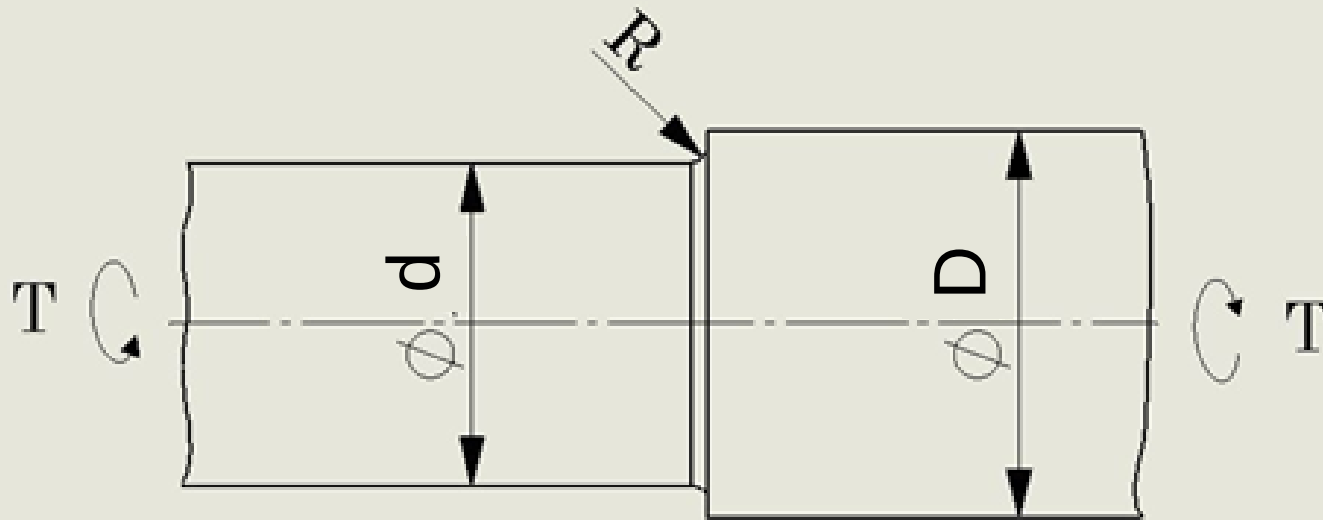
Task 2

What is maximum reversed fatigue load T (torque) of the shaft?

Safety factor against fatigue is set to $n=2,5$.

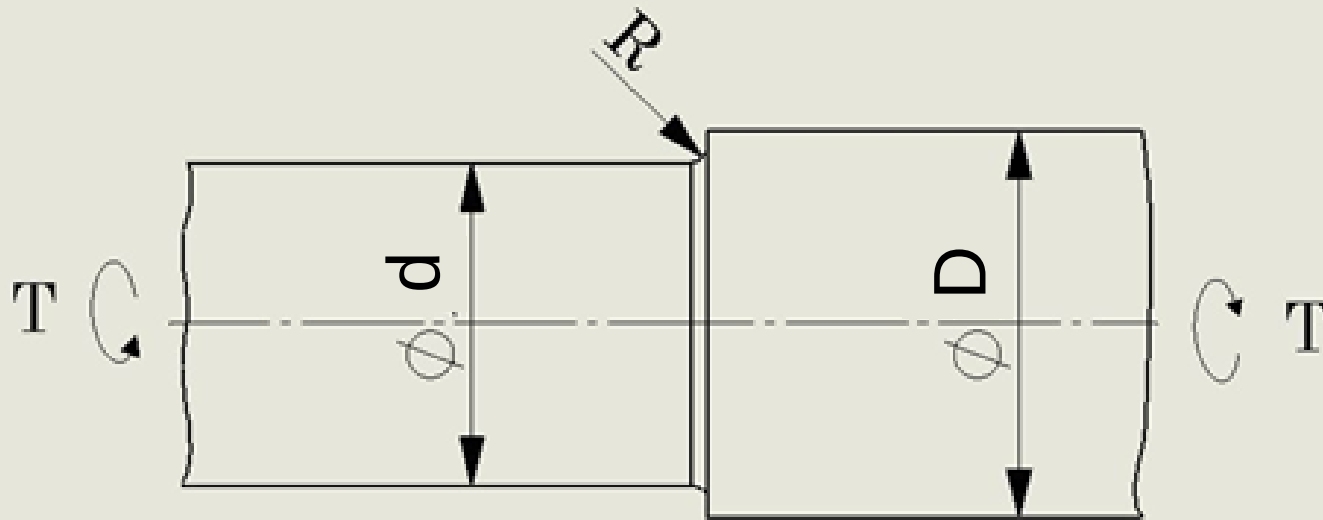
Dimensions: $d = 50$ mm, $D = 65$ mm, $R = 5$ mm and surface roughness $R_a = 1,6$ μm . Material of the shaft is tempered steel 25CrMoS4.

Answer $T = 1164$ Nm.



Task 2

Kuinka suuri dynaaminen (vaihtokuormitus) vääntömomentti T voi kohdistua oheiseen akseliin, jos varmuudeksi halutaan 2,5 väsymisen suhteen. Akselin mitat ovat: $d = 50$ mm, $D = 65$ mm, $R = 5$ mm ja pinnankarheus $R_a = 1,6$ μm . Akselin materiaali on nuorrutusteräs 25CrMoS4 ja kuormitus on vaihtokuormitusta. Vastaus $T = 1164$ Nm.



Task 2

vinkit / tips

- If you do not want to see tips go to page 18
- Jos et halua nähdä tehtävän vinkkejä, niin mene sivulle 18



Task 2

vinkit / tips

n=2,5

Define

- surface roughness factor K
- Scale factor m

$$n = \frac{m * K * \sigma_{tw}}{\sigma_{ref}}$$

calculate

$$\sigma_{ref} = ?$$

No bending (M) → $\sigma_a = 0$

$$\sigma_{ref} = \sqrt{\sigma_a^2 + 3\tau_a^2}$$

τ_a

$$\tau_a = \frac{\sigma_{ref}}{\sqrt{3}}$$

aver = ref

$$\sigma_{aver} = \sigma_{ref} = \sqrt{\sigma_a^2 + 3\tau_a^2}$$

Finnish
term

English
term

Task 2

vinkit / tips

Load type

5. Calculate the stress amplitudes

- **reversed fatigue load:** $\sigma_a = \sigma_{\max}$ $\tau_a = \tau_{\max}$
- pulsating load: $\sigma_a = \sigma_{\max}/2$ $\tau_a = \tau_{\max}/2$

6. Calculate the reference stress

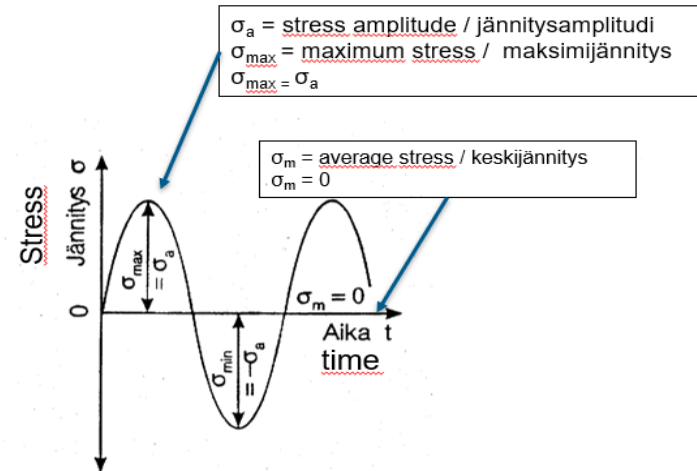
$$\sigma_{\text{aref}} = \sqrt{\sigma_a^2 + 3\tau_a^2}$$

$$\tau_{\max} = K_{fv} \tau_{\text{nom}}$$

Define K_{fv}

Calculate τ_{nom} $\rightarrow \tau_{\text{nom}} = \frac{16 * T}{\pi * d^3}$

– **reversed fatigue load / vaihtokuormitus**



Solve T
(torque)

Task 3

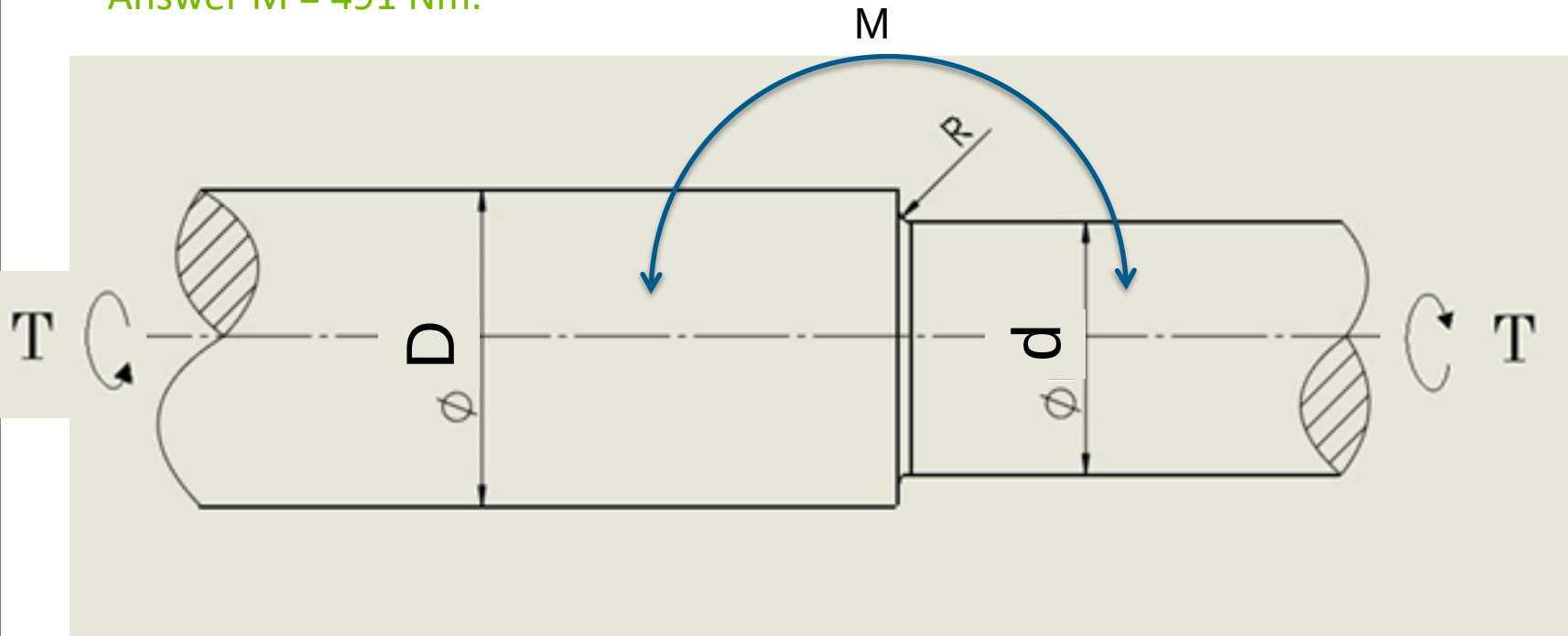
Task 3

A pulsating torque $T = 800 \text{ Nm}$ effects to shoulder. There is also reversed fatigue load M which effects to the shoulder. Shaft material is tempered steel 42CrMoS4 and surface roughness is $R_a = 3,2 \text{ mm}$. $D = 55 \text{ mm}$, $d = 40 \text{ mm}$ and $R = 3 \text{ mm}$.

Safety factor $n=2,1$.

What is maximum reversed fatigue moment M ?

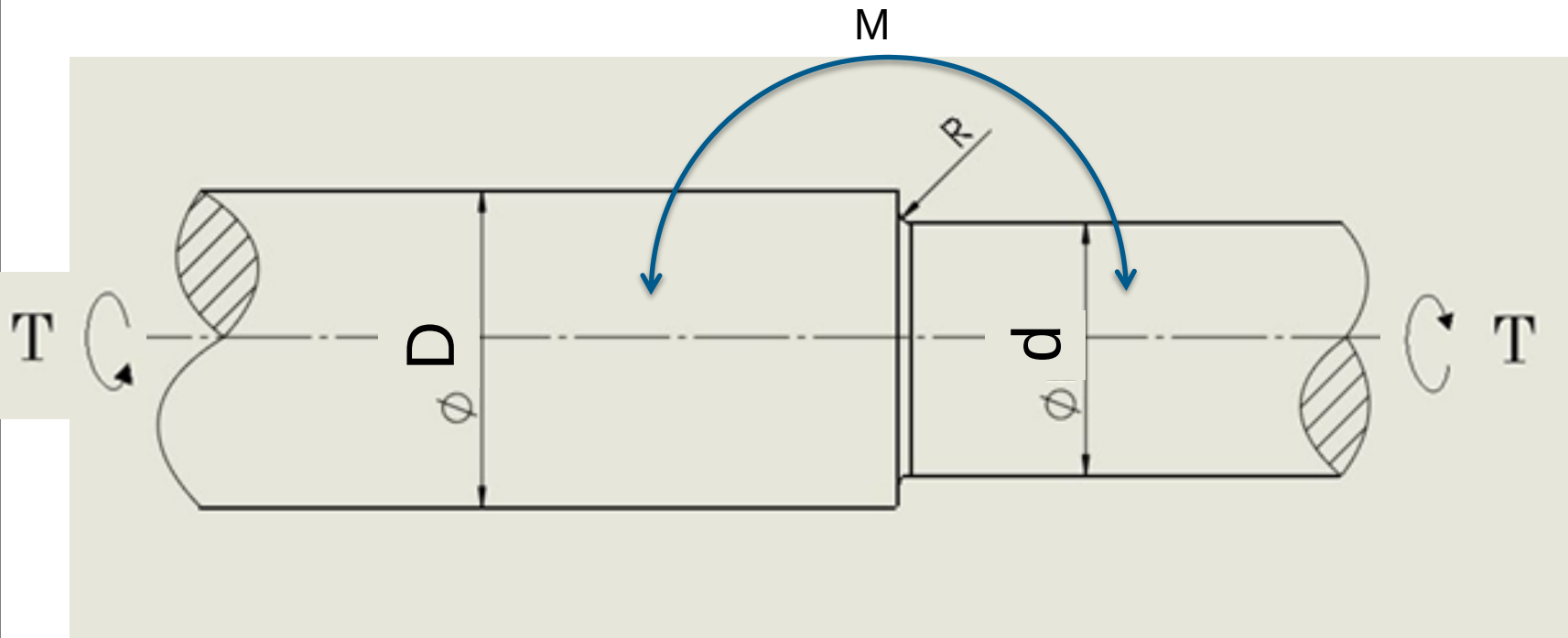
Answer $M = 491 \text{ Nm}$.



Harjoitustehtävä 3

Akselin olakkeeseen kohdistuu tykyttävä vääntömomentti $T = 800 \text{ Nm}$ ja vaihtokuormitusta oleva taivutusmomentti M . Akselin materiaali on nuorrutusteräs 42CrMoS4 ja sen pinnankarheus on $R_a = 3,2 \text{ mm}$. Akselin mitat ovat: $D = 55 \text{ mm}$, $d = 40 \text{ mm}$ and $R = 3 \text{ mm}$. Kuinka suuri taivutusmomentti M saa olla, jotta akselin varmuus väsymisen suhteen olisi 2,1?

Vastaus $M = 491 \text{ Nm}$.





JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES