

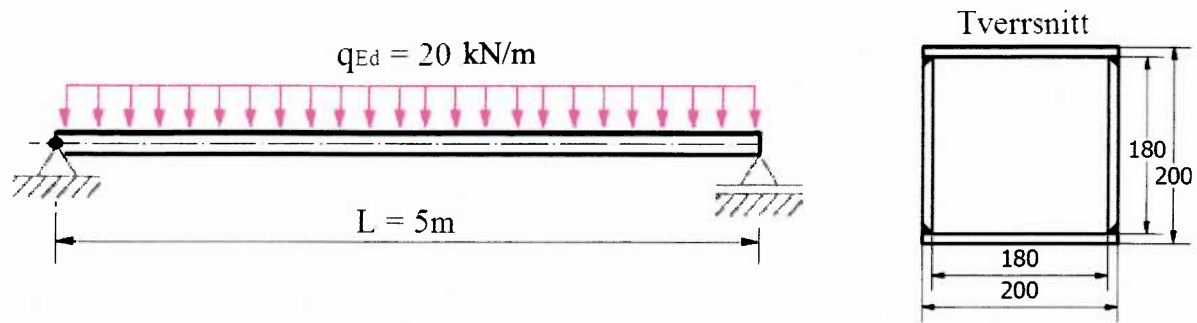
DELEKSAMEN 1: Teori (skriftlig eksamen som teller 40%)**Emne: IRM30015 Konstruksjon med 3D-modellering 2****Lærer: Egil Berg**

Grupper: Valgfag på Maskin	Dato: Tirsdag 15.12.2015	Tid: Kl. 09 ⁰⁰ - 12 ⁰⁰
Antall sider (totalt): 5 Oppgavesider: Side 2 - 4	Antall vedleggsider: 1 (side 5)	
Sensurfrist: 14.1.2016		
Hjelpemidler: INGEN bortsett fra SKF-katalog, tekniske tabeller (se nedenfor), eurokode 3, kalkulator og skrivesaker. Studenten tar selv med kalkulator, eurokode 3, SKF-katalog og tekniske tabeller. Tekniske tabeller kan være: J. Johannesen: Tekniske Tabeller, og Fagbokforlaget: Stålkonstruksjoner profiler og formler. Det er tillatt med egne skrevne notater i tekniske tabeller, men ikke løse ark eller lapper.		
KANDIDATEN MÅ SELV KONTROLLERE AT OPPGAVESETTET ER FULLSTENDIG		

Innhold

Oppgave 1. Eurokode 3 (Steinar)	2
Oppgave 2. Utmatting (Egil)	3
Oppgave 3. Kulelager (Egil).....	4
Oppgave 4. Tannhjul (Steinar).....	4
Vedlegg 1: Faktorene b_1 , b_2 og η	5

Oppgave 1. Eurokode 3 (Steinar)

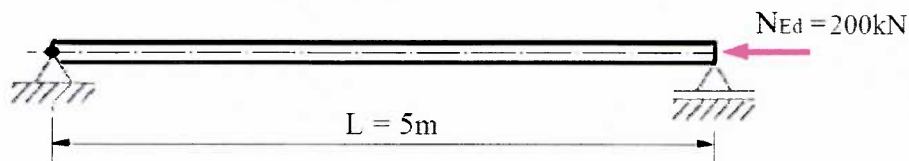


Figur 1

Figuren over viser en fritt opplagt bjelke med jevnt fordelt last og tverrsnittet av profilet. Materialet er S-355.

- Bestem tverrsnittsklasse for bjelken.
- Vis at det plastiske motstandsmomentet for profilet $W_{pl,y} = 542\ 000\text{ mm}^3$.
- Vi går ut fra at denne bjelken er gaffellagret. Må vi ta høyde for at denne bjelken kan vippe med dette profilet, og hva er χ_{LT} ?
- Bestem utnyttelsesforholdet når vi kontrollerer lasten opp mot bjelkens momentkapasitet.

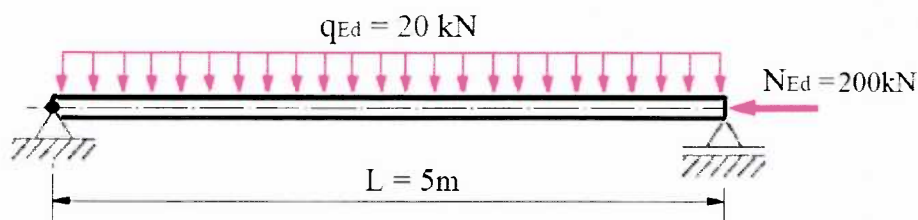
Vi fortsetter med samme bjelke, men bytter ut den jevnt fordelte lasten, med en sentrisk punktlast aksielt inn i den ene enden, slik som figuren under viser.



Figur 2

- Bestem utnyttelsesforholdet når vi kontrollerer lasten opp mot bjelkens kapasitet basert på bøyingsknekking. Treghetsradiusen $i_y = i_z = 67,3\text{ mm}$

Til slutt prøver vi begge lastene til sammen slik som figuren under viser.



Figur 3

- Bestem utnyttelsesforholdet når vi tar med begge belastningstypene. Bruk interaksjonsformelen.

NB: Oppgave 2, 3 og 4 tar alle utgangspunkt i *figur 4* (nederst på siden).

Oppgave 2. Utmatting (Egil)

En vifte med et roterende maskineri er vist i figuren nedenfor. Akselen er lagret ved A og B og vi skal regne på belastningen i snitt I-I.

Akselen har følgende geometriske verdier:

$$a = 160 \text{ mm} \quad b = 60 \text{ mm} \quad c = 145 \text{ mm} \quad r = 2 \text{ mm (se R2)} \quad d = 15 \text{ mm} \quad D = 20 \text{ mm}$$

Vi ser i denne oppgaven bort fra vridespenningen.

Akselen belastes med en radiell kraft $Q = 500 \text{ N}$ som overføres mellom tannhjulene, og til akselen. Q tas opp av lagerkreftene i A og B.

I tillegg belastes akselen med den aksielle kraften $F_a = 5000 \text{ N}$, som overføres fra viften, tas opp av dobbeltlagret i B, og fører til trykkspenninger i akselens lengderetning.

- a) Vis at nominell spenning i snitt I-I er:

$$\sigma_n = \sigma_{nm} \pm \sigma_{na} = -28 \pm 60 \text{ MPa (ta med ett desimal i beregningene)}$$

Akselen er **grovdreid** og har materialet St 50-2 med følgende egenskaper:

$$R_e = 295 \text{ MPa}, R_m = 470 \text{ MPa}, E\text{-modul: } E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$$

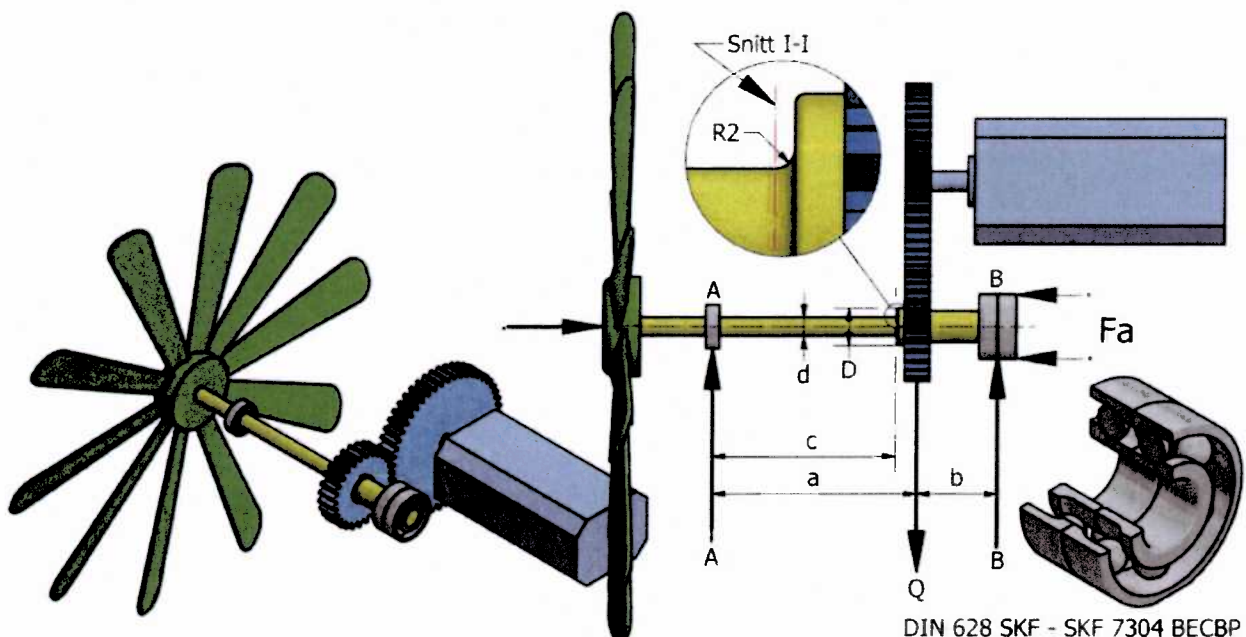
Utmatningsfastheten for stålet i akselen:

$$\sigma_D = 0 \pm 260, \text{ og} \\ 210 \pm 210 \text{ MPa}$$

- b) Tegn en skisse av Smiths diagram og finn σ_a (utmatningsamplituden).

- c) Vi regner med en formfaktor $K_t = 1,83$

Regn ut sikkerheten mot utmatningsbrudd $n_u = ?$



Figur 4 Maskineri

Oppgave 3. Kulelager (Egil)

Vi skal nå se på dobbeltlagret på akselen som består to enkle lager SKF 7304 BECBP montert i universell parring (se tidligere figur).

Kreftene er som tidligere: $B = 364 \text{ N}$ og $F_a = 5000 \text{ N}$. Turtallet er $n = 5000 \text{ r/min}$.

- a) Regn ut lagerets nominelle levetid $L_{10h} = ?$

Smøreoljen er «Meget ren» (velg konservativ verdi) og har en viskositet ved 40°C :

$\nu_{40} = 100 \text{ mm}^2/\text{s}$. Driftstemperaturen er 70°C .

- b) Vis at viskositetsforholdet κ blir ca. 3.

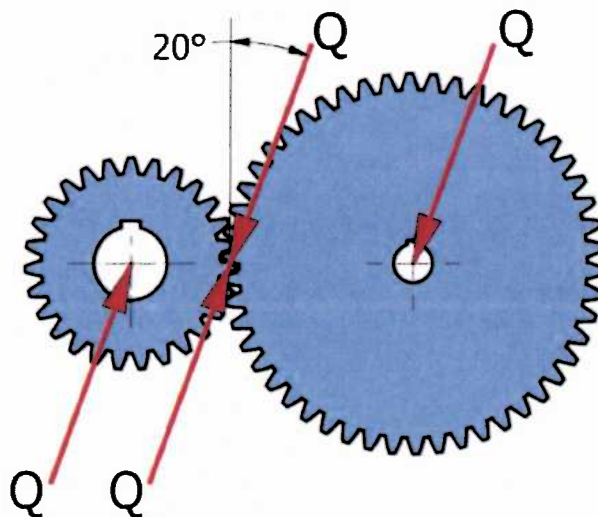
Regn ut lagerets modifiserte levetid $L_{10mh} = a_{SKF} \cdot L_{10h} = ?$

Oppgave 4. Tannhjul (Steinar)

Girkassen består av to tannhjul med modul $m = 3$. Antall tenner på tannhjulene er $Z_1 = 50$ og $Z_2 = 27$. Inngrepskraften er den kraften som er merket på tegningen som $Q = 500 \text{ N}$.

Inngrepsvinkelen er 20° . Turtallet er $n = 5000 \text{ r/min}$ for det lille tannhjulet.

- a) Beregn akselavstanden mellom de to tannhjulene.
b) Beregn effekten motoren må ha når virkningsgraden mellom de to tannhjulene er $\eta = 0,97$.



Figur 5

Effekt: $P = M \cdot \omega$

$$\omega = \frac{n \cdot \pi}{30}$$

Vedlegg 1: Faktorene b_1 , b_2 og η

