

Materialteknologi Øving 2

Oppgave 1

Bruk Edupack til å finne de nødvendige materialopplysningene du trenger for å svare på denne oppgaven.

- a) En bjelke (cantilever beam) laget av en aluminiumslegering (aluminium alloy) holdes fast i ene enden og kan bevege seg fritt i den andre. Bjelken har dimensjonene $L = 50 \text{ mm}$, $b = 5 \text{ mm}$, $t = 1 \text{ mm}$. Hvor mye vil den frie enden bøyes, dersom denne belastes med en kraft på 5 N ?

$$\text{Oppgitt: } \delta = \frac{FL^3}{3EI}, I = \frac{bt^3}{12}$$

Bruker søke funksjonen i Edupack(Level 3) til å søke på aluminium alloy:



Velger en av de 59 legeringene.

Aluminium, 5005, O

Mechanical properties					
Young's modulus	i	69,5	-	73	GPa
Yield strength (elastic limit)	i	43	-	47	MPa
Tensile strength	i	114	-	126	MPa

$$L(\text{Lengde}) = 50 \text{ mm}, \quad b(\text{Bredde}) = 5 \text{ mm}, \quad t(\text{Tykkelse}) = 1 \text{ mm}$$

$$E(\text{Youngsmodulus}) = 70 \text{ GPa}, \quad F(\text{Kraft}) = 5 \text{ N}$$

$$\delta = \frac{FL^3}{3EI} \rightarrow \delta = \frac{FL^3}{3E \frac{bt^3}{12}} \rightarrow \delta = \frac{12FL^3}{3Ebt^3}$$

$$\delta = \frac{12 * 5 \text{ N} * (50 \text{ mm})^3}{3 * 70 \text{ GPa} * 5 \text{ mm} * (1 \text{ mm})^3} = 0,007142971 \text{ m}$$

Den totale endringen i avstand på tupe av bjelken blir 7.14mm

- b) En fjær, laget av rustfritt stål (stainless steel) har en diameter på wren som er $d = 1\text{ mm}$. Den har $n = 20$ vindinger med en radius $R = 10\text{ mm}$. Hvor mye vil denne fjæren strekkes dersom den belastes med en masse $m = 1\text{ kg}$?

Oppgitt: $u = \frac{64FR^3n}{Gd^4}$, $G = \frac{3}{8} E$, hvor G er skjærmodulus.

Søker opp i Edupack (Level 2):



Finner verdiene for rustfritt stål:

Mechanical properties

Young's modulus	(i)	189	-	210	GPa
Shear modulus	(i)	74	-	84	GPa
Bulk modulus	(i)	134	-	151	GPa

$R(\text{Radius}) = 10\text{ mm}$, $d(\text{Diameter}) = 1\text{ mm}$, $n(\text{Vindinger}) = 20\text{ mm}$

$E(\text{Youngsmodulus}) = 200\text{ GPa}$, $F(\text{Kraft}) = 9,8\text{ N}$, $m(\text{Masse}) = 1\text{ kg}$

$$u = \frac{64FR^3n}{Gd^4} \rightarrow u = \frac{64FR^3n}{\frac{3}{8}Ed^4} \rightarrow u = \frac{64 * 8 * FR^3n}{3Ed^4}$$

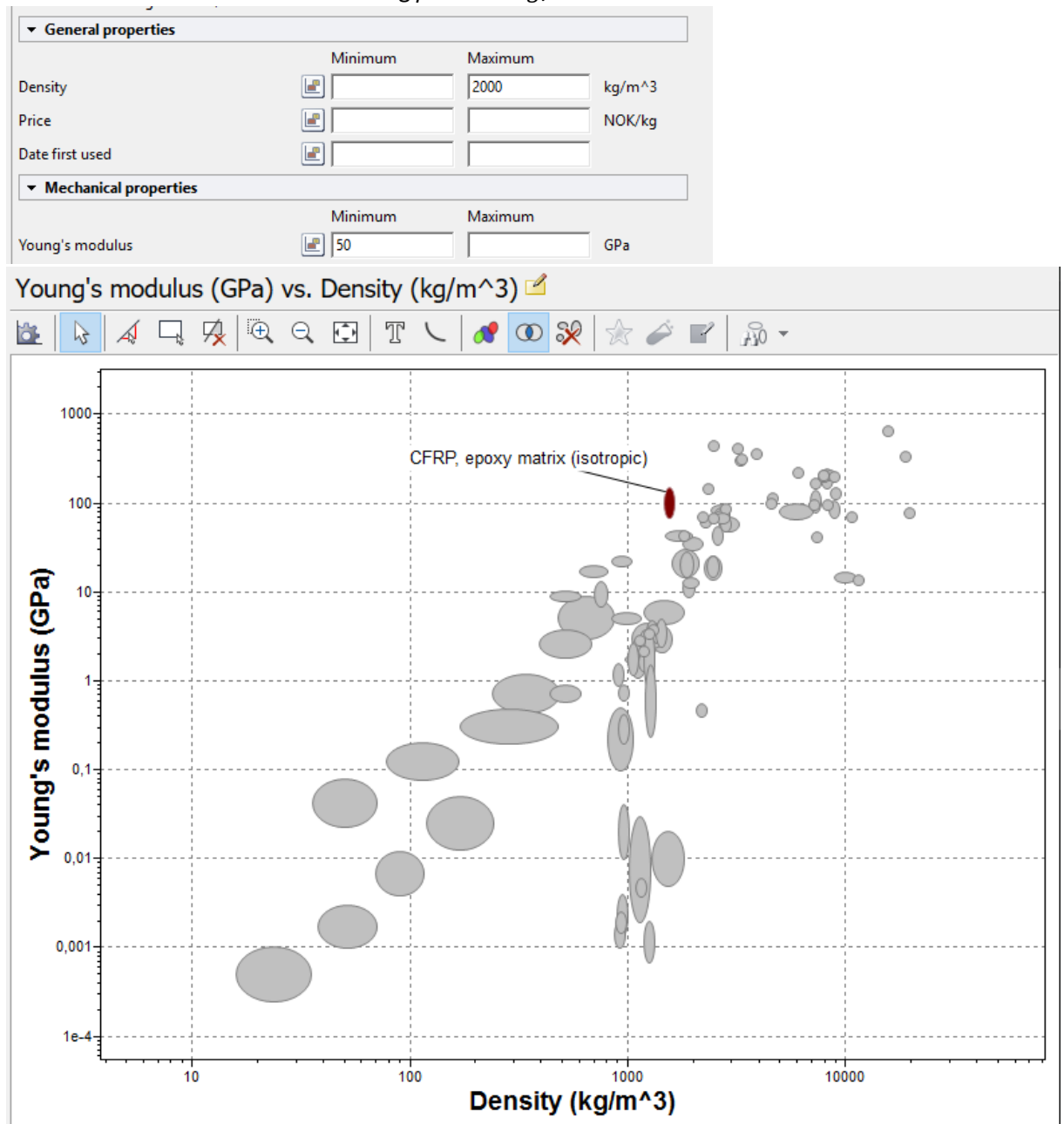
$$u = \frac{64 * 8 * 9,8\text{ N} * (10\text{ mm})^3 * 20}{3 * 200 * 10^9 * (1\text{ mm})^4} = 0,16725\text{ m}$$

Strekken i fjæren blir på 0,167mm

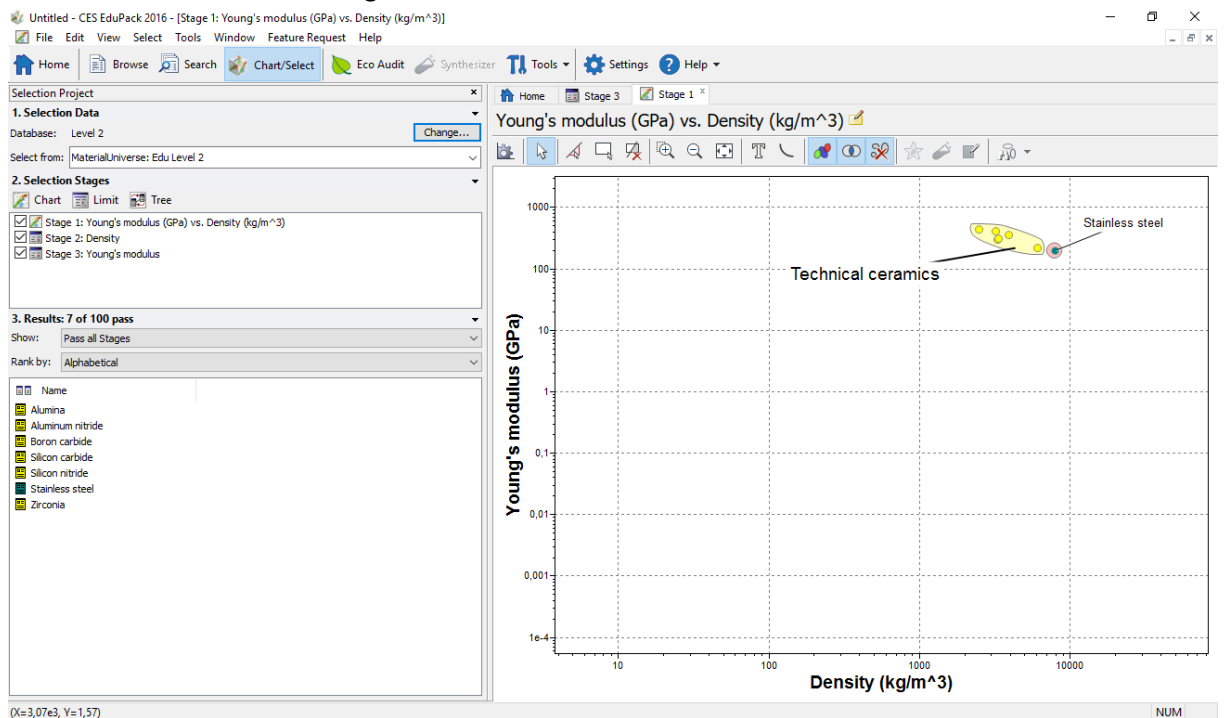
Oppgave 2

Lag et $E - \rho$ plot i Edupack og bruk dette gjennom denne oppgaven.

- a) Finn materialer som har $E > 50 \text{ GPa}$ og $\rho < 2000 \text{ kg/m}^3$.



b) Finn metaller som er stivere og lettere enn stål.



Finnes lite som fyller de kriteriene i level 2

c) Let blant alle materialene etter noen som er stivere og lettere enn stål.

Database: Level 2 Change...

Select from: MaterialUniverse: Edu Level 2

2. Selection Stages

☒ Chart ☒ Limit ☒ Tree

☒ Stage 1: Young's modulus (GPa) vs. Density (kg/m³)

☒ Stage 2: Density

☒ Stage 3: Young's modulus

3. Results: 7 of 100 pass

Show: Pass all Stages

Rank by: Alphabetical

Name
Alumina
Aluminum nitride
Boron carbide
Silicon carbide
Silicon nitride
Stainless steel
Zirconia

Barr teknisk keramikk som fyller de kriteriene.

d) Finn materialer som tilfredsstiller kravene $E > 100\text{GPa}$ og $\frac{E^{\frac{1}{3}}}{\rho} > \frac{0,003(\text{GPa})^{\frac{1}{3}}}{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$

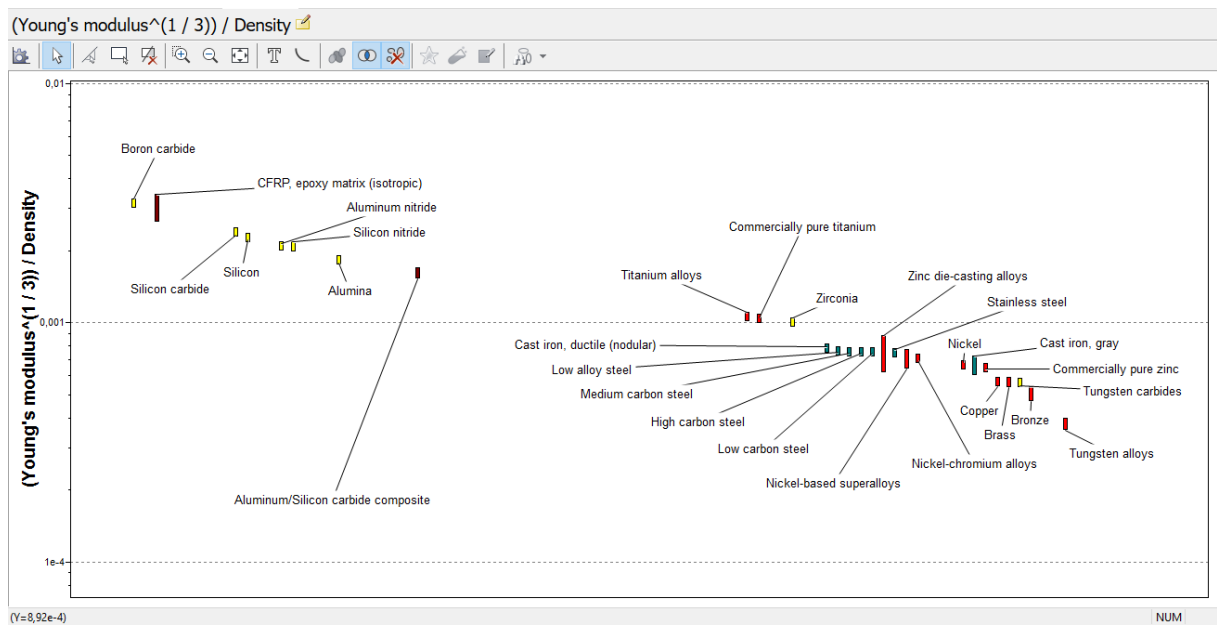
Click on the headings to show/hide selection criteria

► General properties

▼ Mechanical properties

	Minimum	Maximum	
Young's modulus	<input type="text" value="100"/>	<input type="text"/>	GPa
Shear modulus	<input type="text"/>	<input type="text"/>	GPa

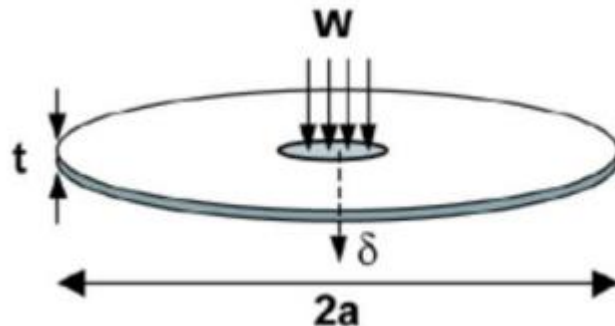
Mekker ny graf for å vis riktig akse



Oppgave 3

I denne oppgaven skal du finne og studere materialindeksen for en sirkulær skive som belastes med en last i sentrum. Kravet til stivhet, $S = W / \delta$ antas gitt. Oppgaven består i å minimere massen til denne disken (Altså: lett og stiv).

- a) Lag en tabell som summerer opp alle kravene, dvs. en tabell med funksjon, begrensninger, formål og frie variabler.



Funksjon: Hva gjør denne komponenten?
Begrensninger: Hvilke begrensninger har komponenten\formålet?
Vekt og stivhet
$S = W / \delta, m = \rho * A * t$
Formål: Hva skall maksimerer eller minimeres?
Stivhet og vekt
$S = W / \delta, m = \rho * A * t$
Frie variabler: Hvilke parametere er frie variabler som designer kan justere?
Tykkelse
$t = \frac{m}{\rho * A}, t = \sqrt[3]{\frac{3a^2(1-v^2)(3+v)S}{4\pi E(1+v)}}$

$$\delta = \frac{3}{4\pi} \frac{W a^2}{E t^3} (1 - v^2) * \frac{(3 + v)}{(1 + v)}$$

$$\delta = \frac{W}{S}$$

$$\frac{3}{4\pi} \frac{a^2}{E t^3} (1 - v^2) * \frac{(3 + v)}{(1 + v)} = \frac{1}{S}$$

$$\frac{3}{4\pi} * \frac{a^2}{E} * \frac{(1 - v^2)(3 + v)S}{(1 + v)} = t^3$$

$$t = \sqrt[3]{\frac{3a^2(1 - v^2)(3 + v)S}{4\pi E(1 + v)}}$$

b) Utdet materialindeksen

$$M_1 = \frac{E^{\frac{1}{3}}}{\rho}$$

$$m = \rho * A * t$$

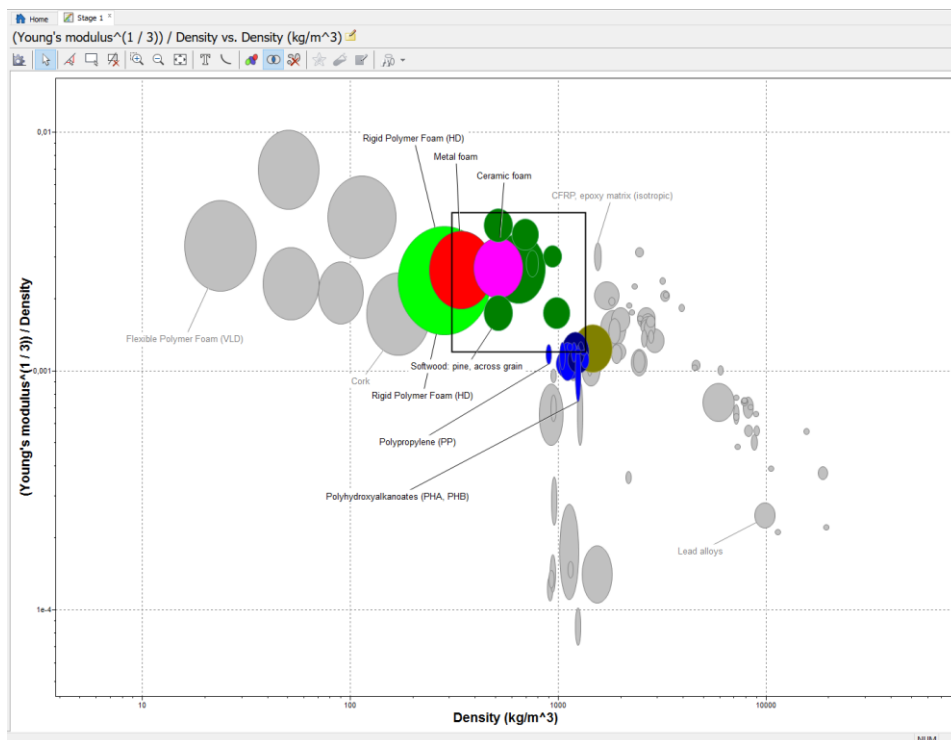
$$t = \sqrt[3]{\frac{3a^2S}{4\pi E}}$$

$$m = \rho * A * \sqrt[3]{\frac{3a^2S}{4\pi E}} \rightarrow m = \rho * \pi * a^2 * \left(\frac{3a^2S}{4\pi E}\right)^{\frac{1}{3}}$$

$$m = \rho * \pi * a^2 * \frac{(3a^2S)^{\frac{1}{3}}}{(4\pi E)^{\frac{1}{3}}} \rightarrow m = \frac{\rho * \pi * a^2 * 3^{\frac{1}{3}} * a * S^{\frac{1}{3}}}{4^{\frac{1}{3}} * \pi^{\frac{1}{3}} * E^{\frac{1}{3}}}$$

$$m = \left(\frac{\pi * a^3 * 3^{\frac{1}{3}} * S^{\frac{1}{3}}}{4^{\frac{1}{3}} * \pi^{\frac{1}{3}}}\right) * \frac{\rho}{E^{\frac{1}{3}}}$$

c) Bruk denne materialindeksen til å finne det best egnede materialet blant naturlige materialer og kompositter. Lag også en kort beskrivelse av de best egnede materialene.



Vi vill ha noe materiale som kan være tynt g stivt og da kan de lønne seg å finne noe mitt på her, er noe lenger til høyre men mange av de materiale som fort blir tunge er ikke så stive lenger, kermaisk skum og CRFP er bare kandidater, samt diverse tre også.

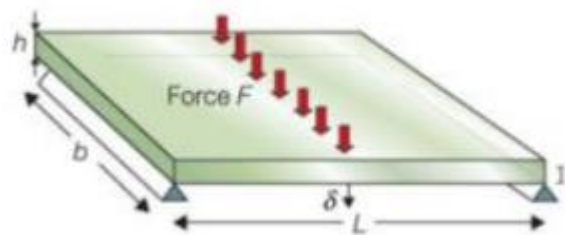
$$\text{Oppgitt: } \delta = \frac{3}{4\pi} \frac{W a^2}{E t^3} (1 - \nu^2) * \frac{(3+\nu)}{(1+\nu)}$$

Oppgave 4

Se eksempel fra forelesningen om en lett, stiv plate. Den har spesifisert areal (b, L), men med uspesifisert tykkelse (h). I denne oppgaven er kravet at platen skal tåle en belastning $F \geq F_f$, hvor F_f er «force at failure».

Mål: Så lav vekt som mulig

Finn materialindeksen som skal maksimeres.



Stiffness-limited design at minimum mass

FUNCTION AND CONSTRAINTS ¹			MAXIMIZE ²	MINIMIZE ²
Panel in bending		length, width, stiffness fixed; thickness free	$E_t^{1/3} / \rho$	$\rho / E_t^{1/3}$

EDUpack gir deg løsningen om du er villig til å lete litt rundt i de forskjellige tabellene, her har vi oppgi verdiene. Det samme er også mulig å konkludere seg fram til/ finne ut av i oppgave 3.