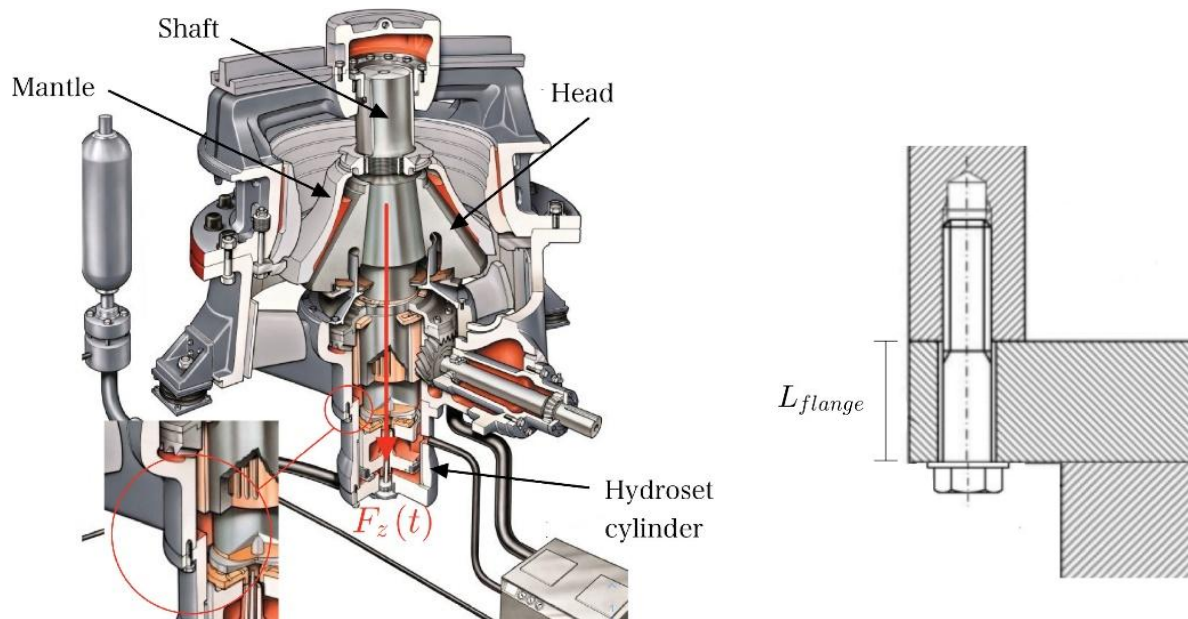


## Konstruktionsuppgift 2

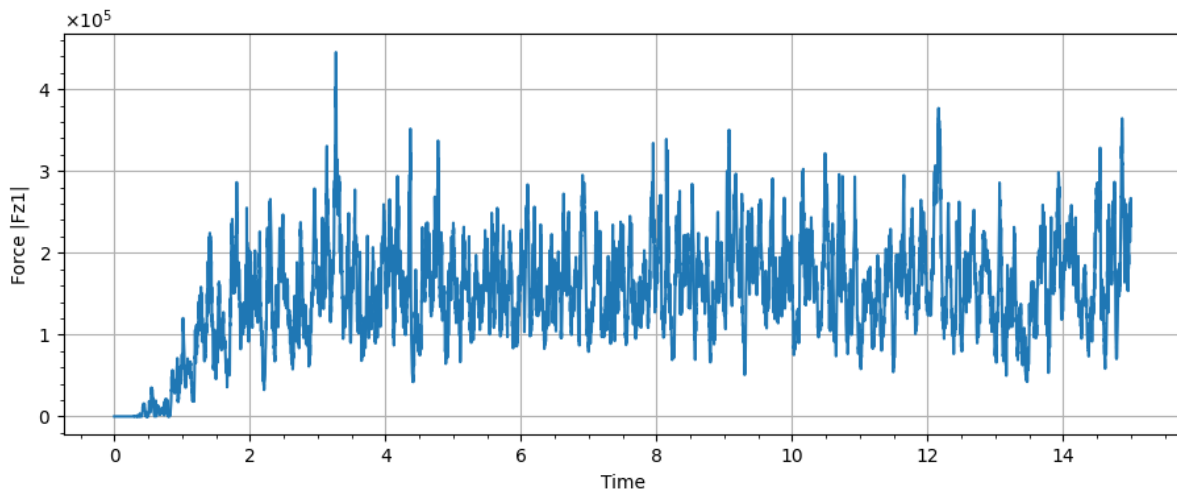
### KU2 25-2: Dimensionering av skruvförband i konkross

I den här uppgiften får du i uppdrag att utvärdera och föreslå konstruktionsändringar för ett skruvförband i en konkross. Närmare bestämt skruvarna som används för fasthållandet av Hydroset-cylindern, som visas i Figur 1. På grund av den kontinuerliga driften av konkrossen vid stenkrossning (både för gruvinstallationer och ballastproduktion) upplever skruvförbandet en varierande belastning. Detta leder till kraft- och spänningsvariationer som kan som kan leda till risk för utmattning i skruvarna, vilket kräver konstruktionsöverväganden.



Figur 1. Schematisk över en konkross och huvudskiss av skruvförbandet.

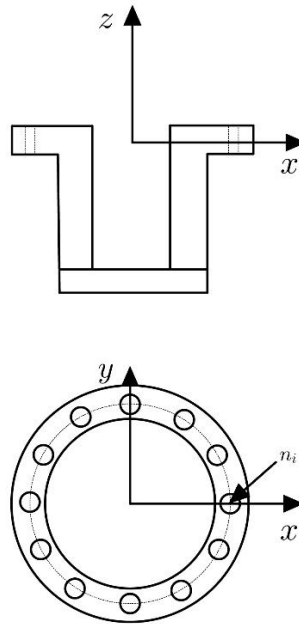
Ett prov på kraften  $F_z(t)$  som krossen upplever under drift visas i Figur 2.



Figur 2. Uppmätt kraft  $F_z(t)$ .

Anvisningar för analys av systemet:

- Vid analys av konkrossen kan man anta att den vertikala kraften  $F_z$  i huvudaxeln är jämnt fördelad via kolven och hydrauloljan till kolvhuset och i sin tur till var och en av bultarna (VDI 2230-2 MBJ 6.3.2). (Exempel på skiss på bultar på fläns, Figur 3)



Figur 3. Skiss av skruvförbandet.

- Man kan också anta att lastsignalen (enligt Figur 2) upprepar sig under hela krossens livstid och verkar (enkelt på/av-beteende) på huvudaxeln. (Se figur 1).
- Effekten av bottensektionen (Hydrosetcylinder) och axelaggregatets egen vikt (axel, huvud och mantel) måste beaktas i konstruktionen.
- Lastsignalen för en matningssituation finns i Canvas, se till att du använder rätt för den specifika krosstorleken för konkrossen.
- Skruvdata är extraherade från ME s.58 Tabell 2.1, och de kan antas ha tillräckligt med mellanrum.

**Indata – Gruppnummer:** \_\_\_\_\_

Data	
Konkross modell	
Skruvstorlek	
Antal skruv	
Hydroset cylindervikt [kg]	
Huvudaxelns vikt [kg]	
Flänstjocklek $L_k$ [mm]	

## Obligatoriska uppgifter

1. Undersök vilka krafter som verkar på systemet. Frilägg (frikroppsdiagram) kolvhuset och teckna jämvikter. Använd rotationssymmetri och jämnt fördelad last över skruvarna.
2. Rita ett  $F, \delta$ -diagram för en skruv i förbandet som visar förbandets funktion för belastning med en godtycklig last  $F_z$ . Visa vad som händer vid olika belastningsnivåer.
3. Teckna uttryck för:
  - a) beräkningsmässig skruvkraft  $F_s$  och underlagskraft  $F_k$ .
  - b) Komponentstyvheter ( $c_{skruv}$ ,  $c_{flange}$ ) och beräkningsmässiga styvheter ( $c_s$ ,  $c_k$ ).
4. Förspänningskraft och åtdragningsmoment
  - a) Härled ekvationen för den nödvändiga förspänningen  $F_0$  för att undvika glapp i förbandet vid maximal yttre belastning med en säkerhetsfaktor på 1.05 (5 % högre extern belastning)
  - b) Beräkna den nödvändiga förspänningen med kompensation för sättning i de olika kontaktytorna. Redogör för vilka kontaktytor som finns samt sättningen i varje kontaktyta.
  - c) Beräkna det nödvändiga åtdragningsmomentet för varierande friktionsfall ("värsta" resp. "bästa" fall,  $\mu_{\min}$  resp.  $\mu_{\max}$ ). Hur hög skulle förspänningskraften kunna bli om friktionen blir en annan än vad som antagits för det minsta erforderliga åtdragningsmomentet?
5. Spänningar i skruven
  - a) Beräkna den maximalt uppkomna spänningen i skruven och kontrollera mot maximal tillåten spänningen för den valda skruvkvaliteten.
  - b) Beräkna den uppkomna spänningsamplituden i skruven. Jämför med tillåtna spänningsamplituder för vald skruv kvalitet och ytbehandling.
6. Presentera resultaten från 1-5 ovan tillsammans med de beräknade värdena (styvheter, förspänning, sättning, åtdragningsmoment, spänningar, spänningsintervall, etc.).

## Bonus-uppgift

*OBS: Om du lyckas slutföra bonusuppgiften kommer 2 bonuspoäng att tilldelas.*

Vi kommer att använda en "Rainflow Count" -algoritm för att omvandla en belastningscykel till en ekvivalent uppsättning konstanta amplitudspänningar. Med Palmgren-Miners delskadeteori kan vi sedan beräkna den ackumulerade skadan per belastningscykel. Använd Palmgren-Miners delskadeteori tillsammans med fatcurve.py för beräkning av designlivslängden  $N_R$  (antal cykler relaterade till konstant spänningsintervall).

1. Använd Rainflow Count för att extrahera intervall för spänningsvidd  $\Delta\sigma$  och antal cykler. Plotta ett histogram och zooma in på de höga spänningsområdena.
2. Beräkna livslängden (totalt antal cykler) till haveri, och redovisa den beräknade livslängden i antal år.

### Notera:

- För att erhålla utmattningslivslängden för en given spänningsvariation i  $S, N$ -kurvan kommer du att använda funktionen fatcurve.py. Se till att mata in spänningsintervall i [MPa] och detaljkategori 50 (motsvarar 50 MPa och 2 miljoner cykler).
- Rainflow-Count-algoritmen finns implementerad i funktionen rainflow\_counting.py
- Skruvarna är varmförzinkade. Flänsarnas kontaktytor är svarvade  $R_a \leq 7.5$
- Brickor används under skruven och är tunna och anses därför ha oändlig styvhet.

	Minsta (smorda förhållanden)	Högsta
Bricka-skruvskalle	0.10	0.18
Gängfriktion	0.10	0.18

- Uppgifterna i listan ovan löses i den angivna ordningen och redovisas i en kortfattad rapport.
- Inkludera alla beskrivningar, beräkningar, ekvationer och resultat i rapporten.
- Jämför resultat och lägg till resonemang för olika observationer.
- Inkludera Python-koden i rapporten.

Uppgiften genomförs under läsveckorna 4 t.o.m. 5. Uppgiften skall lämnas in via Canvas senast måndag den 8:e december kl. 18:00.

November 2025.

Övningsledarna i PPU210