

Træningsøvelser til MTHYP



Revision 1.2

Udarbejdet af Kim Løkkegaard Krogh

Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet

April 2020

Introduktion

Frem for alt: TÆNK DIG OM før du piller ved noget.

Regel nummer 1: Sluk for strømmen, mens der skiftes opstilling.

Regel nummer 2: Hvis lynkoblingerne går stramt, så er der et indespærret tryk - STOP og sørg for at forbinde komponenten til tank.

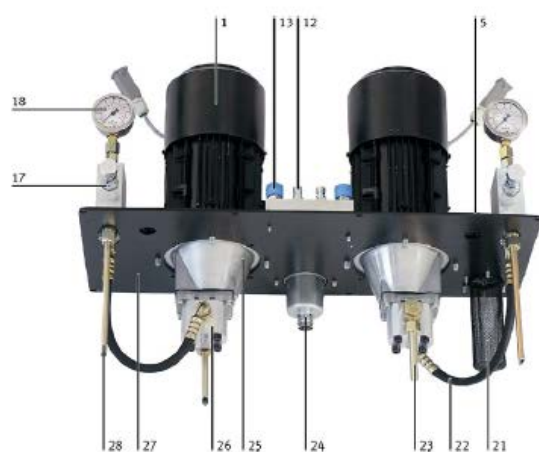
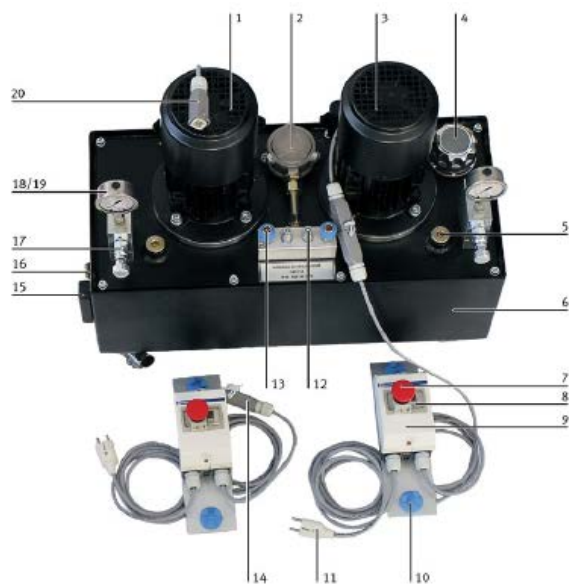
Når du er færdig med træningsbænken, skal den efterlades opryddet og aftørret for eventuel oliespild

Værnemidler:

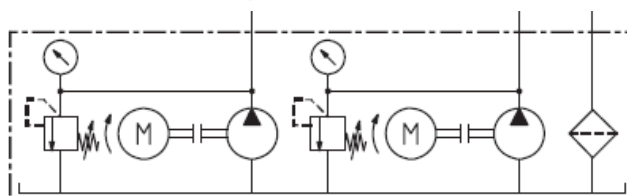
Plastik-handsker og sikkerhedsbriller. Hydraulikolie kan forårsage allergiske reaktioner på huden, så undgå så vidt muligt direkte kontakt med olien.

Øvelse 1.

Træningsbænken er udstyret med en dobbelt pumpestation.



- 1 Electric motor
- 2 Return filter
- 3 Second electric motor
- 4 Ventilation filter
- 5 Connection for discharge measurement tank
- 6 Tank
- 7 OFF switch with mushroom actuator
- 8 ON switch
- 9 Console
- 10 Mounting system for console
- 11 Electrical flex with power supply plug
- 12 Tank connection fitting (T)
- 13 Connection for diaphragm accumulator of pressure-relief valve
- 14 Electrical connection to motor (quick coupling socket)
- 15 Oil level indicator with thermometer
- 16 Tank drain screw
- 17 Pressure-relief valve
- 18 Pressure gauge
- 19 Compressed air connection fitting (P)
- 20 Electrical connection from motor (quick coupling plug)
- 21 Filler strainer
- 22 Connecting tube from pump to pressure-relief valve
- 23 Suction pipe
- 24 Return filter drain
- 25 Pump holder
- 26 Pump
- 27 Tank cover plate
- 28 Tank connection of pressure-relief valve



For at blive bekendt med pumpestationen skal der undersøges hvilket flow og hvilket tryk der kan opnås med en enkelt pumpe.

1. Opstil et kredsløb som illustreret.

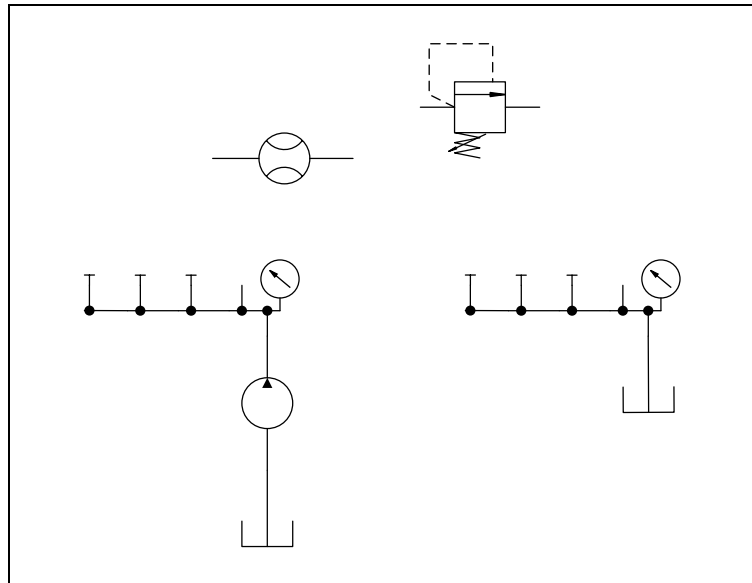
Vær opmærksom på at bestemme hvilken fordelerblok, der går retur til tanken og hvilken der kommer fra pumpen.



Anvendte komponenter:

- 1 stk flowmåler
- 1 stk trykbegrænsningsventil

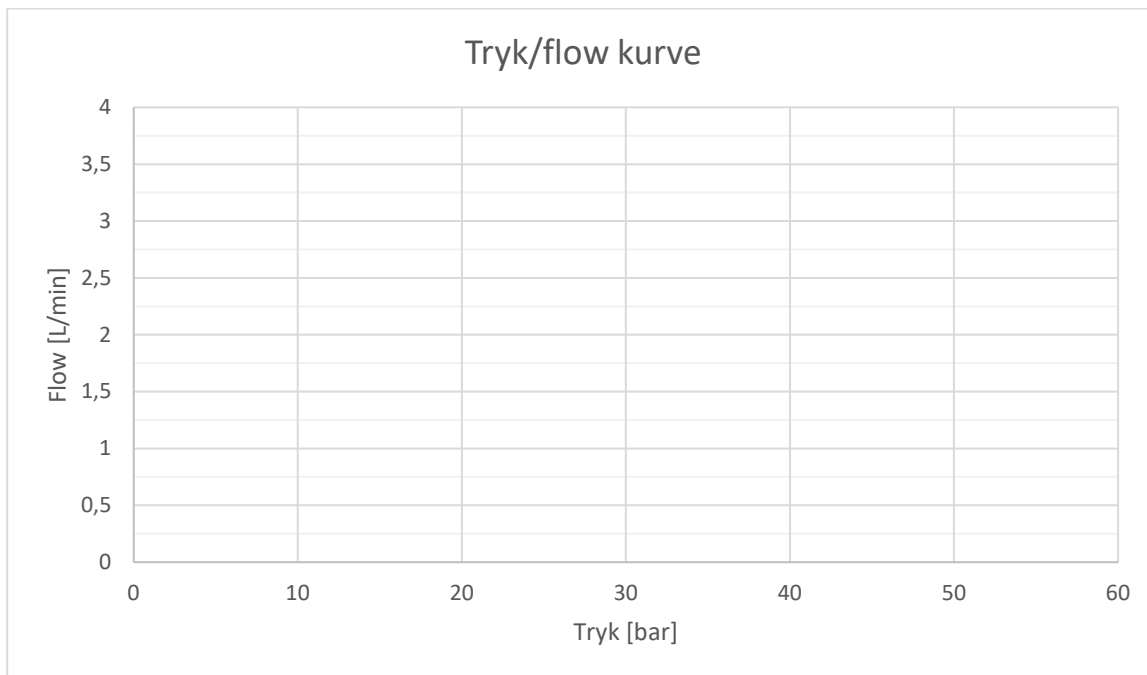
2. Forbind komponenterne i hydraulikdiagrammet, så det passer med opstillingen.



3. Udfyld nedenstående tabel og skitser systemets tryk/flow kurve.

(Flowmåleren har en del indre friktion, og flowet ændrer sig ikke ret meget, så det er en god ide at måle flowet både faldende og stigende og tage gennemsnittet af de to målinger)

Tryk [bar]	10	20	30	40	45	50
Flow [L/min]						



Da elmotoren ikke leverer et konstant omdrejningstal når den belastes forskelligt, er kurven ikke en ægte pumpekarakteristik, men en kombineret karakteristik for elmotor og pumpe.

Elmotorens nominelle omdrejningstal er 1415 [rpm] og pumpens opgivne max flow er 3,7 [L/min].

- 4. Beregn pumpens fortrængning [cm³/rev] ud fra de opgivne oplysninger.**

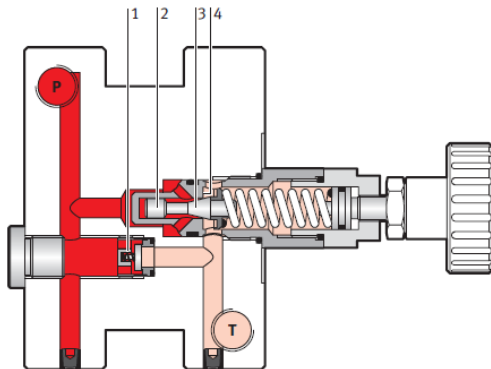
$$V_{th} = \left[\frac{\text{cm}^3}{\text{rev}} \right]$$

- 5. Beregn pumpens volumetriske virkningsgrad ved [50 bar].**

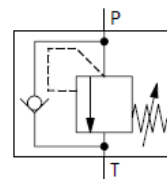
$$\eta_{vol} = [\%]$$

Øvelse 2

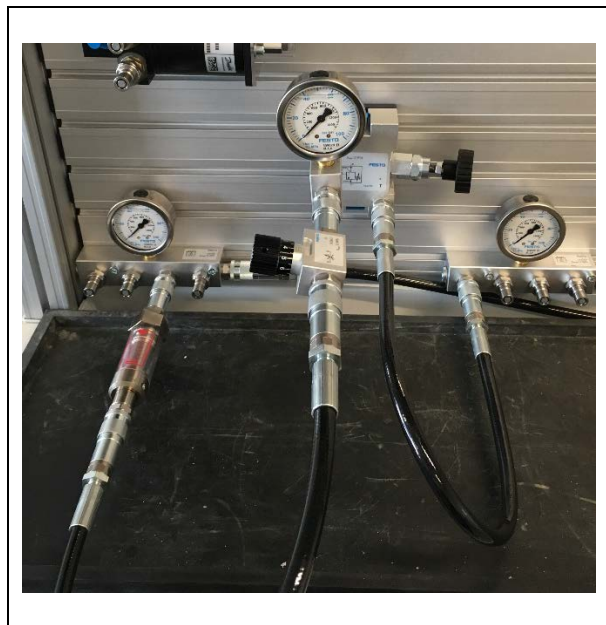
Formålet med denne øvelse er at lære trykbegrænsningsventilens funktion at kende.



1 Rückschlagventil Non-return valve Válvula antirretorno Clapet anti-retour
2 Dämpfungskolben Cushioning piston Émbolo de amortiguación Piston d'amortissement
3 Schließkegel Sealing cone Cono de cierre Clapet conique
4 Ventilsitz Valve seat Asiento de la válvula Siège du clapet



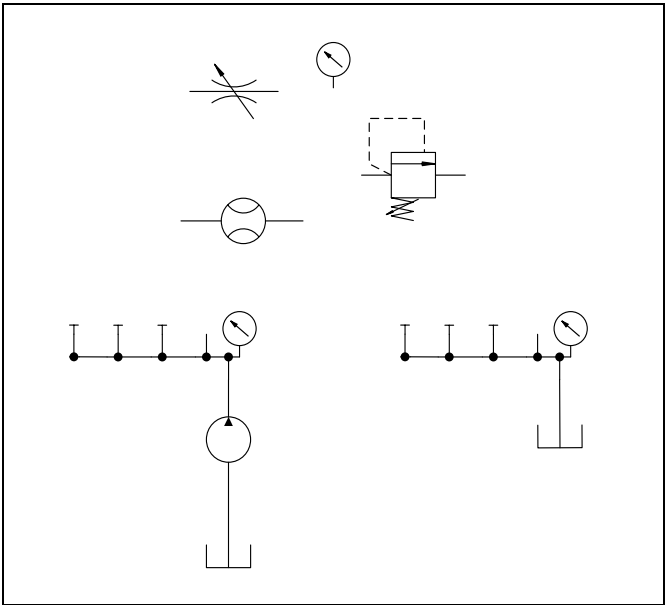
1. Opstil et kredsløb som illustreret.



Anvendte komponenter:

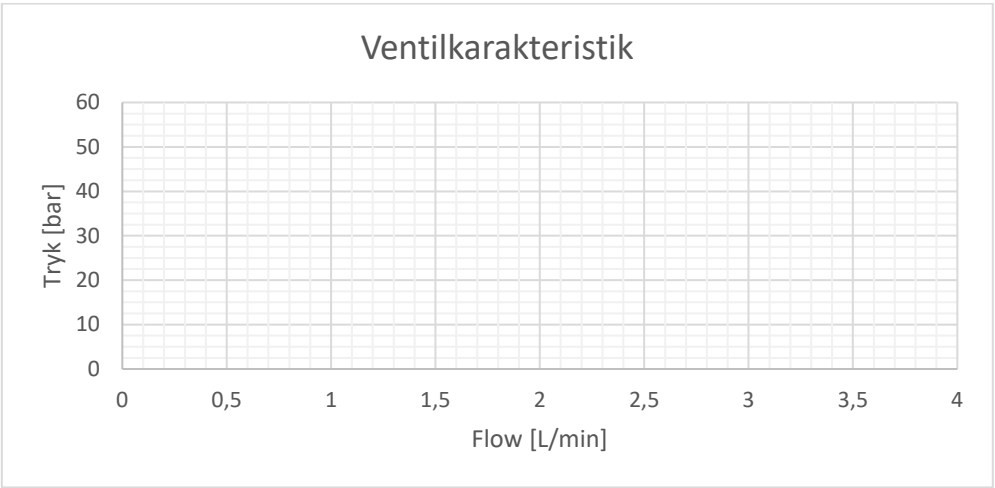
- 1 flowmåler
- 1 trykmåler (100 bar manometer)
- 1 drøvleventil

2. Forbind komponenterne i hydraulikdiagrammet, så det passer med opstillingen.

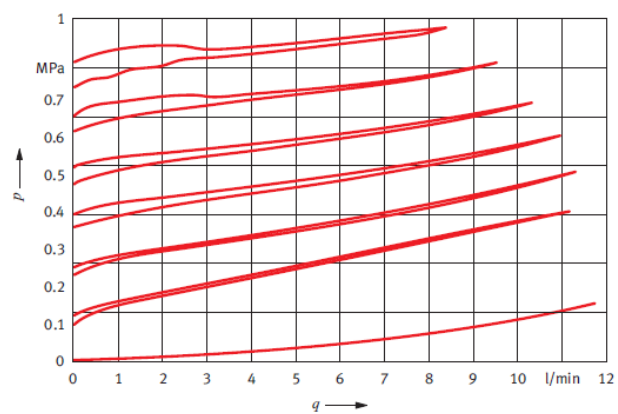


3. Udfyld nedenstående tabel og skitser trykbegrænsningsventilens karakteristik.
Trykket aflæses først ved stigende flow og derefter ved faldende flow, for at fange hysteresen.

	Åbningstryk [bar]	10	20	30	40
Tryk [bar] ved stigende flow:					
	0,5 [L/min]				
	1,0 [L/min]				
	1,5 [L/min]				
	2,0 [L/min]				
	2,5 [L/min]				
	3,0 [L/min]				
	3,5 [L/min]				
Tryk [bar] ved faldende flow:	3,0 [L/min]				
	2,5 [L/min]				
	2,0 [L/min]				
	1,5 [L/min]				
	1,0 [L/min]				
	0,5 [L/min]				



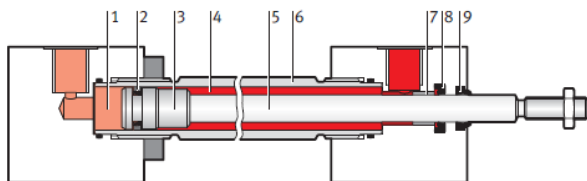
Trykbegrænsningsventilens karakteristisk fra databladet er vist her:



Hvor god er overensstemmelsen mellem datablad og målinger?

Øvelse 3

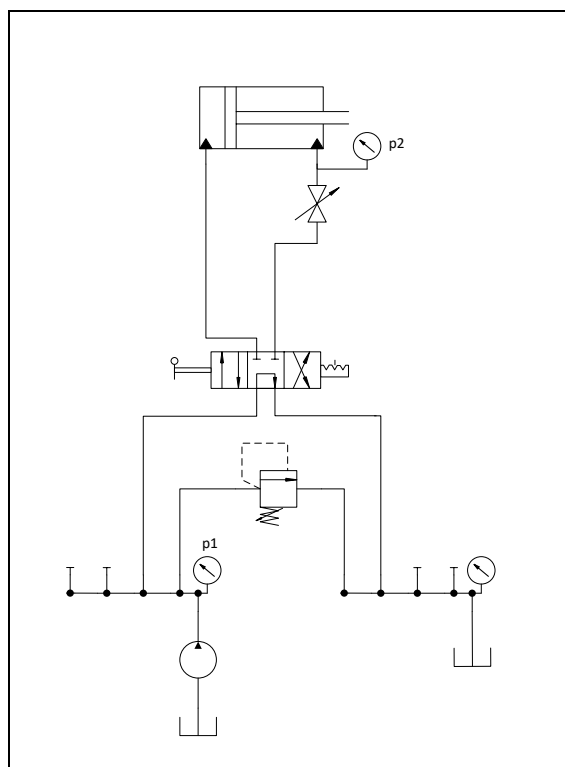
Formålet med denne øvelse er at blive bekendt med dobbeltvirkende hydraulikcylinder.



- 1 Kolbenraum Piston chamber Cámara del lado del émbolo Chambre du piston
- 2 Kolbendichtung Piston seal Junta del émbolo Joint du piston
- 3 Kolben Piston Émbolo Piston
- 4 Kolbenstangenraum Piston rod chamber Cámara del lado del vástago Chambre de la tige du piston
- 5 Kolbenstange Piston rod Vástago Tige du piston
- 6 Zylinderrohr Cylinder barrel Camisa del cilindro Corps du vérin
- 7 Führungsband Guiding band Banda de guía Bande de guidage
- 8 Kolbenstangendichtung Piston rod seal Junta del vástago Joint de la tige du piston
- 9 Abstreifring Scraper ring Anillo rascador Joint racleur



1. Opsæt det viste hydraulikdiagram med Ø16/Ø10 cylinder.

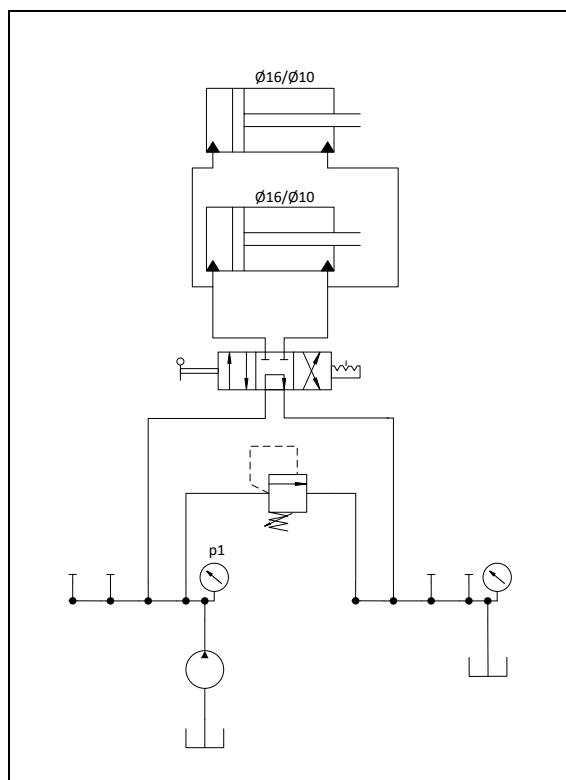


Indstil pumpetrykket, luk kuglehanen, brug 4/3-vejs ventilen til at lede tryk på stempelsiden og aflæs trykket på stempelstangsiden.

Udfyld tabellen med de aflæste og de beregnede værdier.

Tryk på stempel-side (p1) [bar]	10	20	30	40	50	55
Målt tryk på stempelstang-side (p2) [bar]						
Beregnet tryk på stempelstang-side [bar]						
Forskel [%]						

4. Opsæt det viste hydraulikdiagram med $\varnothing 16/\varnothing 10$ cylindre.



Indstil pumpetrykket og betjen retningsventilen. **Udfyld tabellen med observationerne.**

Tryk på stempel-side [bar]	10	20	30	40	50	55
Begge cylindre kører udad synkront [sæt X]						
Én cylinder kører til endestop, hvorefter den anden kører ud [sæt X]						
Begge cylindre kører udad samtidigt, dog ikke synkront [sæt X]						

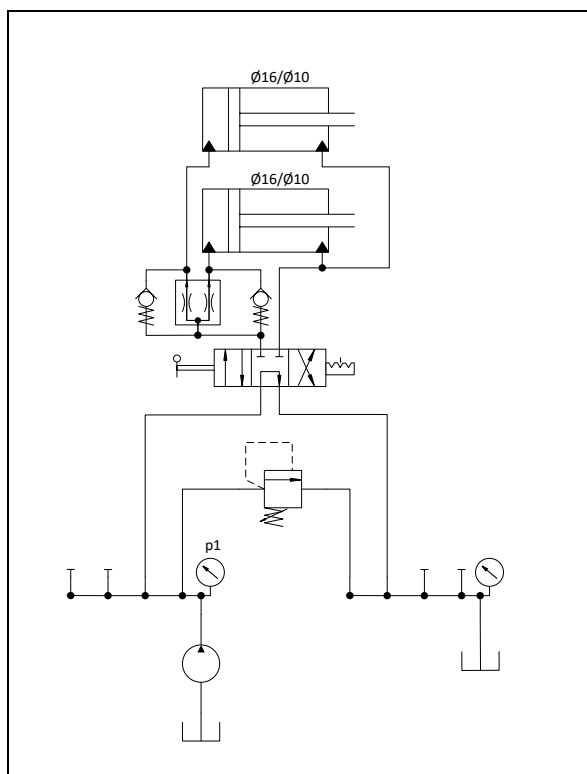
5. Udskift den ene $\varnothing 16/\varnothing 10$ cylinder med en $\varnothing 25/\varnothing 18$ cylinder.

Indstil pumpetrykket og betjen retningsventilen. **Udfyld tabellen med observationerne.**

Tryk på stempel-side [bar]	10	20	30	40	50	55
Begge cylindre kører udad synkront [sæt X]						
Én cylinder kører til endestop, hvorefter den anden kører ud [sæt X]						
Begge cylindre kører udad samtidigt, dog ikke synkront [sæt X]						

Argumentér for hvorfor det observerede sker.

6. Opsæt det viste hydraulikdiagram med $\varnothing 16/\varnothing 10$ cylindre.



Indstil pumpetrykket og betjen retningsventilen. **Udfyld tabellen med observationerne.**

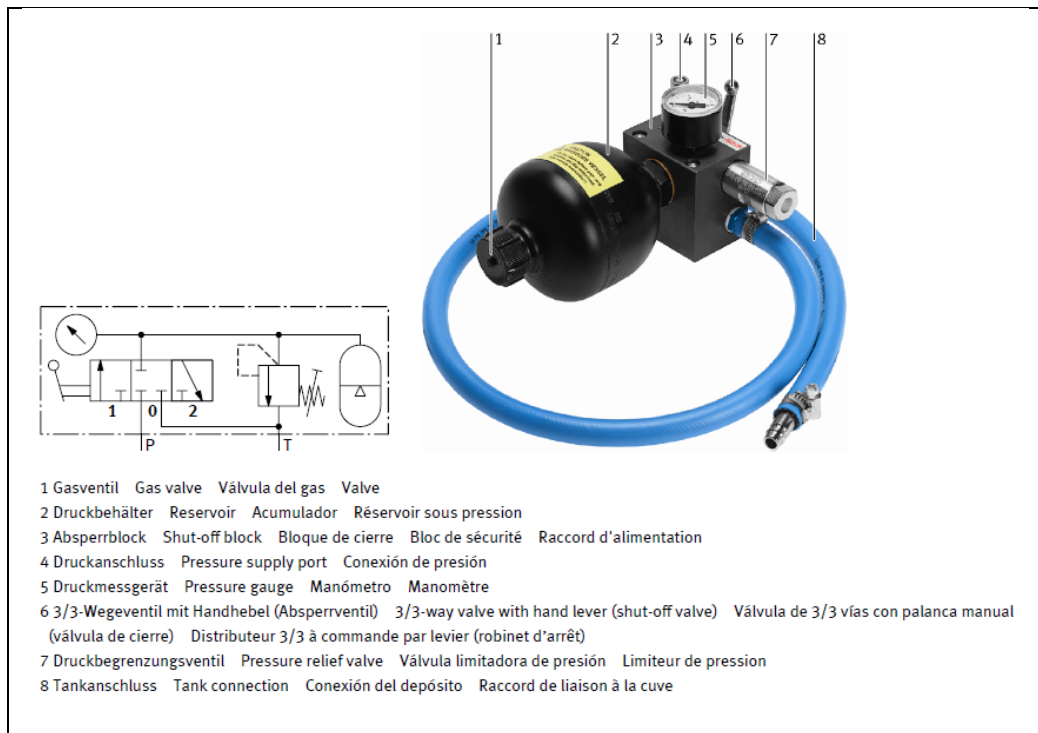
Tryk på stempel-side [bar]	10	20	30	40	50	55
Begge cylindre kører udad synkront [sæt X]						
Én cylinder kører til endestop, hvorefter den anden kører ud [sæt X]						
Begge cylindre kører udad samtidigt, dog ikke synkront [sæt X]						

Tryk på stempelstang-side [bar]	10	20	30	40	50	55
Begge cylindre kører indad synkront [sæt X]						
Én cylinder kører til endestop, hvorefter den anden kører ind [sæt X]						
Begge cylindre kører indad samtidigt, dog ikke synkront [sæt X]						

Argumentér for hvorfor det observerede sker.

Øvelse 4

Formålet med denne øvelse er at blive bekendt med en akkumulators virkemåde.



Akkumulatoren er tilsluttet en 3/3-vejs ventil, som har følgende 3 funktioner:

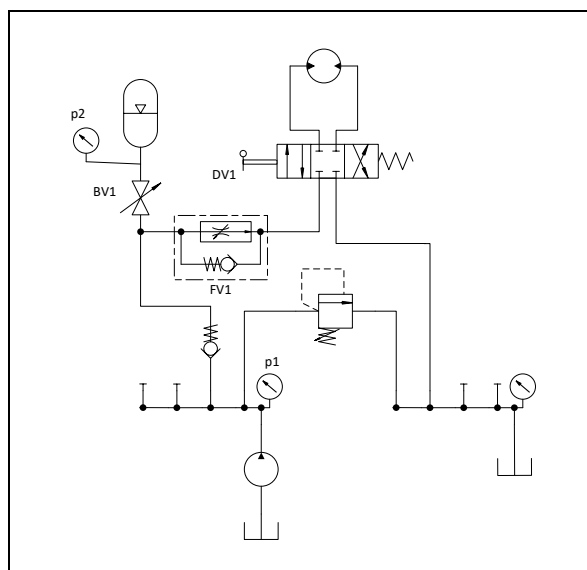
Stilling 1: Akkumulatorens driftstilling - her er væskevolumet i akkumulatoren tilsluttet P-porten

Stilling 0: Akkumulatoren er lukket - her er væskevolumet afspærret.

Stilling 2: Akkumulatoren er aflastet - her er væskevolumet forbundet til tank gennem drænslangen.

Opsæt det viste hydraulikdiagram.

BV1 er forsimplet visning af den indbyggede 3/3-vejs ventil i akkumulator-blokken.



FV1 indstilles til 3 omgange på justeringsskruen fra fuldt åben.

For alle tryk-indstillinger skal følges følgende procedure.

Step 0: Sluk for pumpestationen.

Step 1: Sæt BV1 i stilling 0.

Step 2: Tænd for pumpestationen og indstil trykket til den ønskede værdi.

Step 3: Sæt BV1 i stilling 1.

Step 4: Når trykket p2 er stoppet med at stige, slukkes pumpestationen

Step 5: Aktiver DV1 og tag tid på hvor længe motoren kører.,

Udfyld tabellen.

Pumpetryk (p1) [bar]	10	20	30	40	50	55
Akkumulatortryk (p2) [bar]						
Tid for afladning af akkumulator [sek]						

Plot målepunkterne ind i grafen.

Da FV1 sikrer konstant flow uafhængigt af trykket, er tiden et udtryk for olievolumet i akkumulatoren.



Indstil pumpetrykket til 50 bar, aktiver DV1 og sæt BV1 i stilling 1

Observer, hvad der sker med trykkene p1 og p2, når der justeres på FV1.

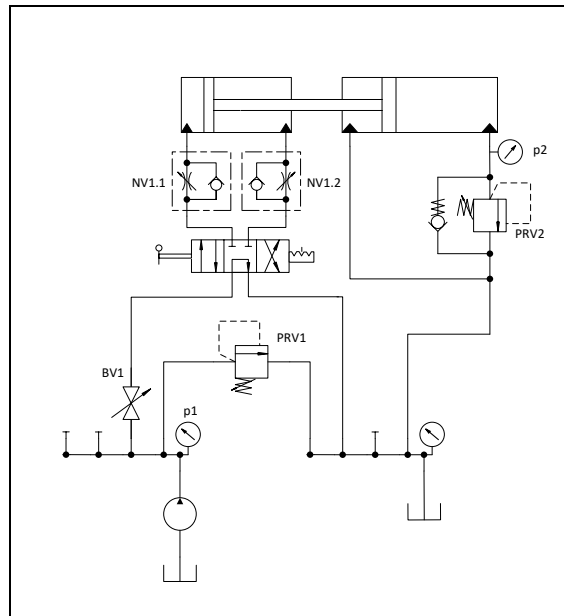
Forklar hvorfor det observerede sker.

Øvelse 5

Formålet med denne øvelse er at blive bekendt med forskellige metoder til hastighedsregulering af dobbeltvirkende cylindre.

5.1 Meter in hastighedsregulering

Opsæt det viste hydraulikdiagram.



- Start med at lukke kuglehanen BV1 og indstil trykket p1 til 50 [bar]
- Åbn BV1 og benyt NV1.1 og NV1.2 til at justere hastigheden af cylinderen til ca. halvdelen af max hastighed.
- Indstil trykket p2 til 20 [bar], når cylinderen til venstre bevæges udad.

Nu er der en lastsituation, hvor cylinderen til venstre har en last der svarer til 20 [bar] i udad-bevægelsen og ingen last i indad-bevægelsen.

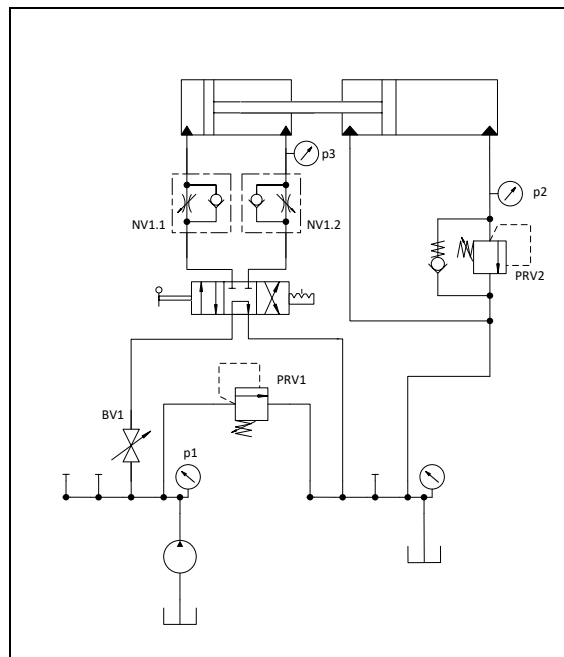
Juster lasttrykket p2 på PRV2 og **udfyld tabellen med observationerne.**

Lasttryk (p2) [bar]	5	10	30	40
Pumpestryk (p1) [bar] under udad-bevægelse				
Pumpestryk (p1) [bar] under indad-bevægelse				
Hastigheden falder, i forhold til 20 bars last [sæt X]				
Hastigheden stiger, i forhold til 20 bars last [sæt X]				
Hastigheden ændres ikke, i forhold til 20 bars last [sæt X]				

Kommenter på observationerne.

5.2 Meter out hastighedsregulering

Opsæt det viste hydraulikdiagram.



- Start med at lukke kuglehanen BV1 og indstil trykket p1 til 50 [bar]
- Åbn BV1 og benyt NV1.1 og NV1.2 til at justere hastigheden af cylinderen til ca. halvdelen af max hastighed.
- Indstil trykket p2 til 20 [bar], når cylinderen til venstre bevæges udad.

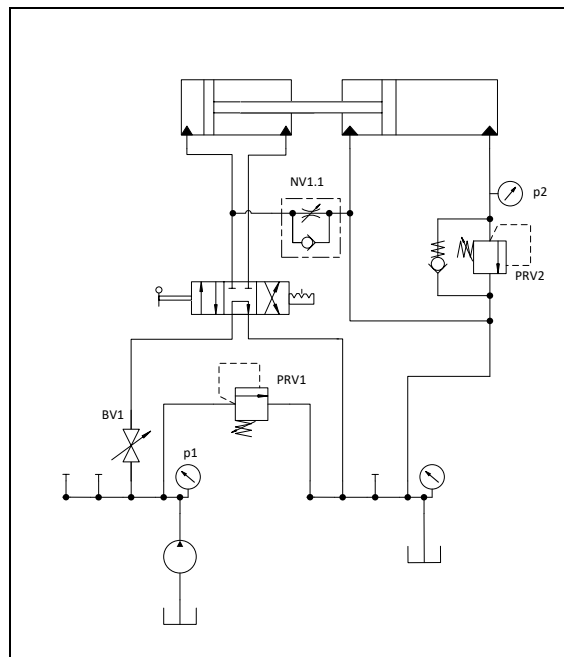
Nu er der en lastsituation, hvor cylinderen til venstre har en last der svarer til 20 [bar] i udad-bevægelsen og ingen last i indad-bevægelsen.

Juster lasttrykket p2 på PRV2 og **udfyld tabellen med observationerne.**

Lasttryk (p2) [bar]	5	10	30	40
Pumpestryk (p1) [bar] under udad-bevægelse				
Pumpestryk (p1) [bar] under indad-bevægelse				
Stempelstang-tryk (p3) [bar] under udad-bevægelse				
Stempelstang-tryk (p3) [bar] under indad-bevægelse				
Hastigheden falder, i forhold til 20 bars last [sæt X]				
Hastigheden stiger, i forhold til 20 bars last [sæt X]				
Hastigheden ændres ikke, i forhold til 20 bars last [sæt X]				

Kommenter på observationerne.

Opsæt det viste hydraulikdiagram.



- Start med at lukke kuglehanen BV1 og indstil trykket p1 til 50 [bar]
- Åbn BV1 og benyt NV1.1 til at justere hastigheden af cylinderen til ca. halvdelen af max hastighed.
- Indstil trykket p2 til 20 [bar], når cylinderen til venstre bevæges udad.

Nu er der en lastsituation, hvor cylinderen til venstre har en last der svarer til 20 [bar] i udad-bevægelsen og ingen last i indad-bevægelsen.

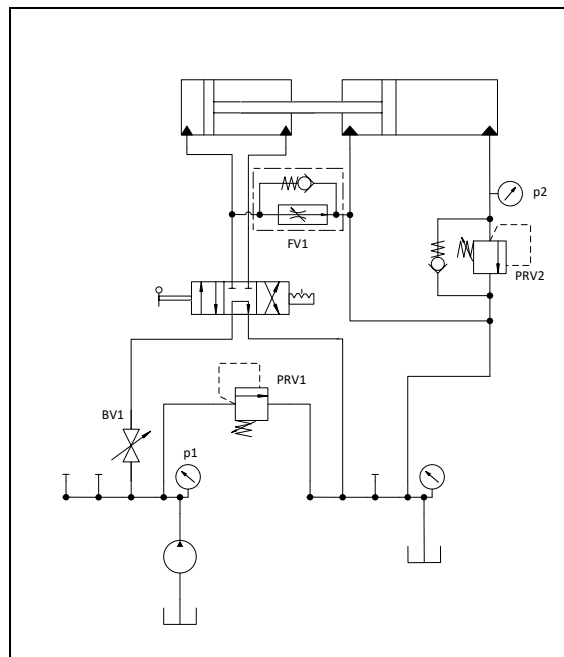
Juster lasttrykket p2 på PRV2 og **udfyld tabellen med observationerne.**

Lasttryk (p2) [bar]	5	10	30	40
Pumpetryk (p1) [bar] under udad-bevægelse				
Pumpetryk (p1) [bar] under indad-bevægelse				
Hastigheden falder, i forhold til 20 bars last [sæt X]				
Hastigheden stiger, i forhold til 20 bars last [sæt X]				
Hastigheden ændres ikke, i forhold til 20 bars last [sæt X]				

Kommenter på observationerne.

5.4 Bleed off hastighedsregulering med trykkompenseret flowventil

Opsæt det viste hydraulikdiagram.



- Start med at lukke kuglehanen BV1 og indstil trykket p1 til 50 [bar]
- Åbn BV1 og benyt NV1.1 til at justere hastigheden af cylinderen til ca. halvdelen af max hastighed.
- Indstil trykket p2 til 20 [bar], når cylinderen til venstre bevæges udad.

Nu er der en lastsituation, hvor cylinderen til venstre har en last der svarer til 20 [bar] i udad-bevægelsen og ingen last i indad-bevægelsen.

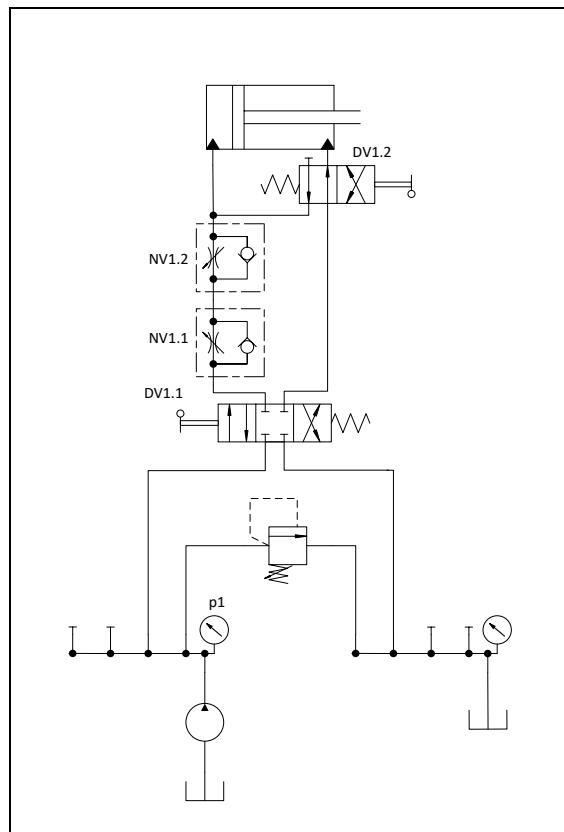
Juster lasttrykket p2 på PRV2 og **udfyld tabellen med observationerne.**

Lasttryk (p2) [bar]	5	10	30	40
Pumpetryk (p1) [bar] under udad-bevægelse				
Pumpetryk (p1) [bar] under indad-bevægelse				
Hastigheden falder, i forhold til 20 bars last [sæt X]				
Hastigheden stiger, i forhold til 20 bars last [sæt X]				
Hastigheden ændres ikke, i forhold til 20 bars last [sæt X]				

Kommenter på observationerne.

5.5 Regenerativ kobling

Opsæt det viste hydraulikdiagram.



- Start med at indstille trykket p1 til 30 [bar]
- Benyt drøvleventilerne NV1.1 og NV1.2 til at justere hastigheden af cylinderen.

Manipuler med retningsventilerne DV1.1 og DV1.2 og **svare på spørgsmålene**.

1. Hvilken type hastighedskontrol (meter in eller meter out) er det på bevægelsen udad?
2. Hvilken type hastighedskontrol (meter in eller meter out) er det på bevægelsen indad?
3. Hvad sker der når DV1.1 og DV1.2 er aktiveret samtidigt under bevægelsen udad?
4. Hvad sker der når DV1.1 og DV1.2 er aktiveret samtidigt under bevægelsen indad?

DV1.2 er sat op som en såkaldt "ilgangsventil", som er ofte brugt på diverse maskiner, ofte er funktionen bygget ind som en fjerde stilling på DV1.1.

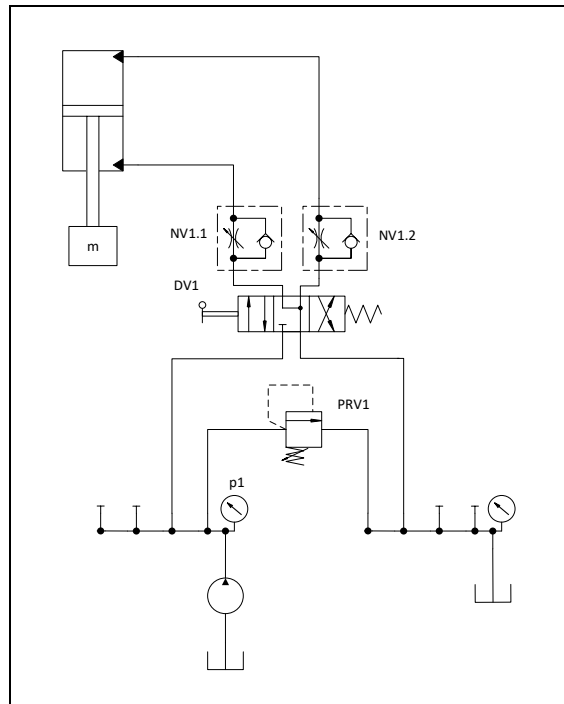
5. Optegn en retningsventil med ilgangsfunktion i den fjerde stilling.
6. Hvad type retningsventil er den tegnede retningsventil?

Øvelse 6

Formålet med denne øvelse er at give indblik i udfordringerne med kontrolleret sænkning og lasthold af løftede masser.

6.1. Kontrolleret sænkning med meter in hastighedsregulering

Opsæt det viste hydraulikdiagram.

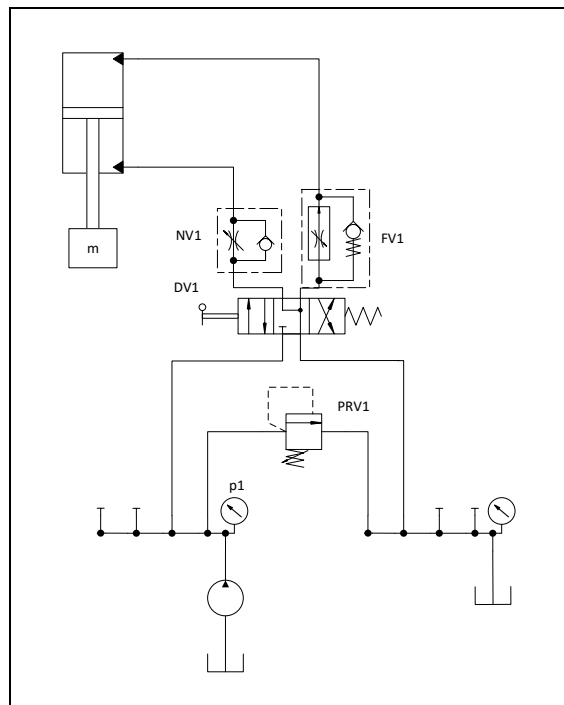


Indstil PRV1 til 30 bar og indstil NV1.1 og NV1.2 således at hævnings og sænkning sker kontrolleret.

Varier indstillingerne og beskriv hvad der sker. (Er det et stabilt system? Er bevægelserne jævne? Kan hastigheden reguleres som ønsket?)

6.2. Kontrolleret sænkning med meter in trykkompenseret hastighedsregulering

Opsæt det viste hydraulikdiagram.

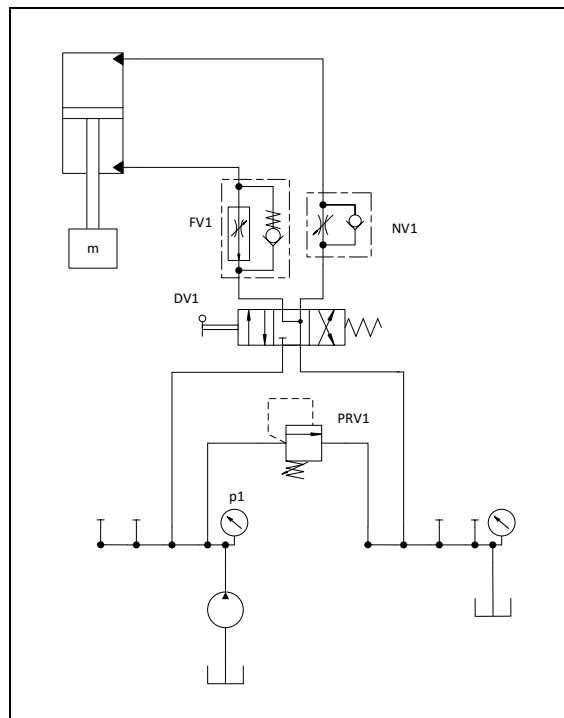


Indstil PRV1 til 30 bar og indstil NV1 og FV1 således at hævnning og sænkning sker kontrolleret.

Varier indstillingerne og beskriv hvad der sker. (Er det et stabilt system? Er bevægelserne jævne? Kan hastigheden reguleres som ønsket?)

6.3. Kontrolleret sænkning med meter out trykkompenseret hastighedsregulering

Opsæt det viste hydraulikdiagram.

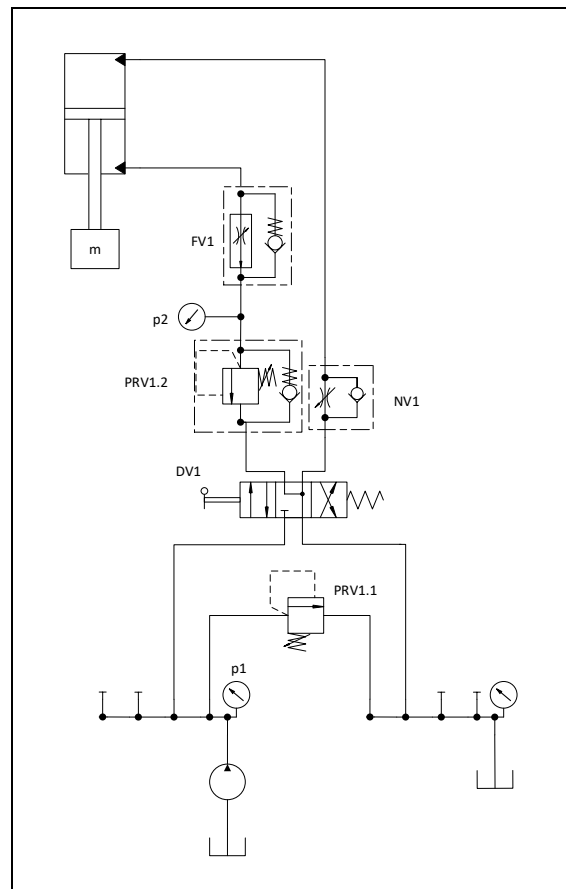


Indstil PRV1 til 30 bar og indstil NV1 og FV1 således at hævnings og sænkning sker kontrolleret.

Varier indstillingerne og beskriv hvad der sker. (Er det et stabilt system? Er bevægelserne jævne? Kan hastigheden reguleres som ønsket?)

6.4. Kontrolleret sænkning med meter out trykkompenseret hastighedsregulering m. bagtryk

Opsæt det viste hydraulikdiagram.

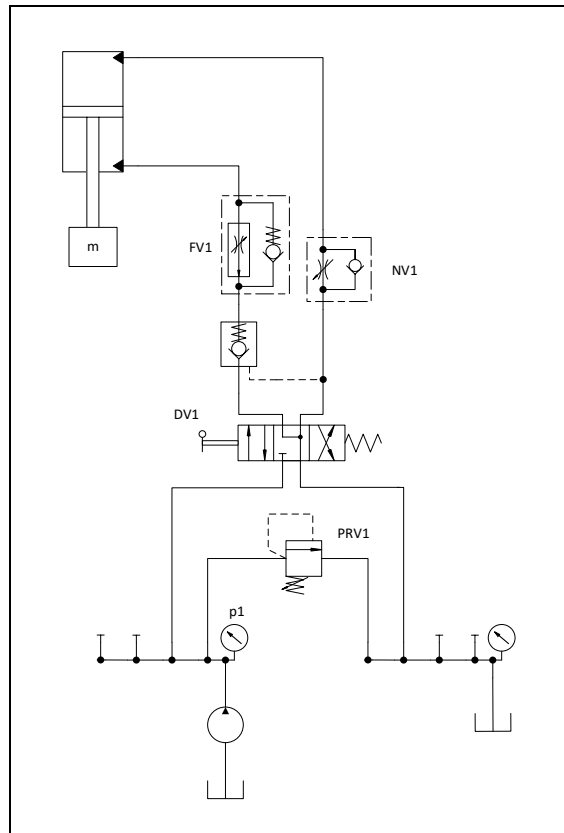


Indstil PRV1.1 og PRV1.2 til 30 bar og indstil NV1 og FV1 således at hævnings og sænkning sker kontrolleret.

Varier indstillingerne og beskriv hvad der sker. (Er det et stabilt system? Er bevægelserne jævne? Kan hastigheden reguleres som ønsket?)

6.5. Kontrolleret sænkning og lasthold med meter out trykkompenseret hastighedsregulering

Opsæt det viste hydraulikdiagram.

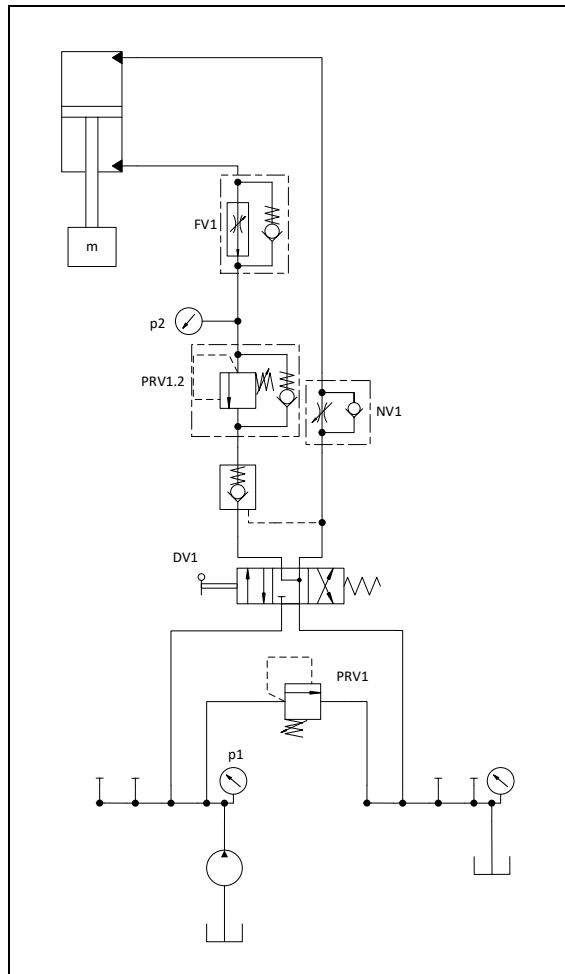


Indstil PRV1 til 30 bar og indstil NV1 og FV1 således at hævnig og sænkning sker kontrolleret.

Varier indstillingerne og beskriv hvad der sker. (Er det et stabilt system? Er bevægelserne jævne? Kan hastigheden reguleres som ønsket?)

hastighedsregulering med bagtryk.

Opsæt det viste hydraulikdiagram.




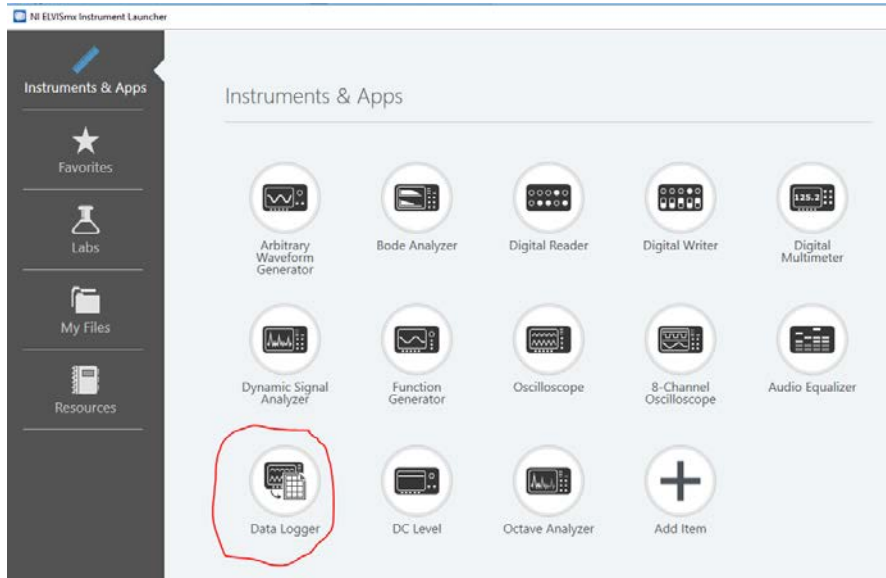
Indstil PRV1.1 og PRV1.2 til 30 bar og indstil NV1 og FV1 således at hævnings og sænkning sker kontrolleret.

Varier indstillingerne og beskriv hvad der sker. (Er det et stabilt system? Er bevægelserne jævne? Kan hastigheden reguleres som ønsket?)

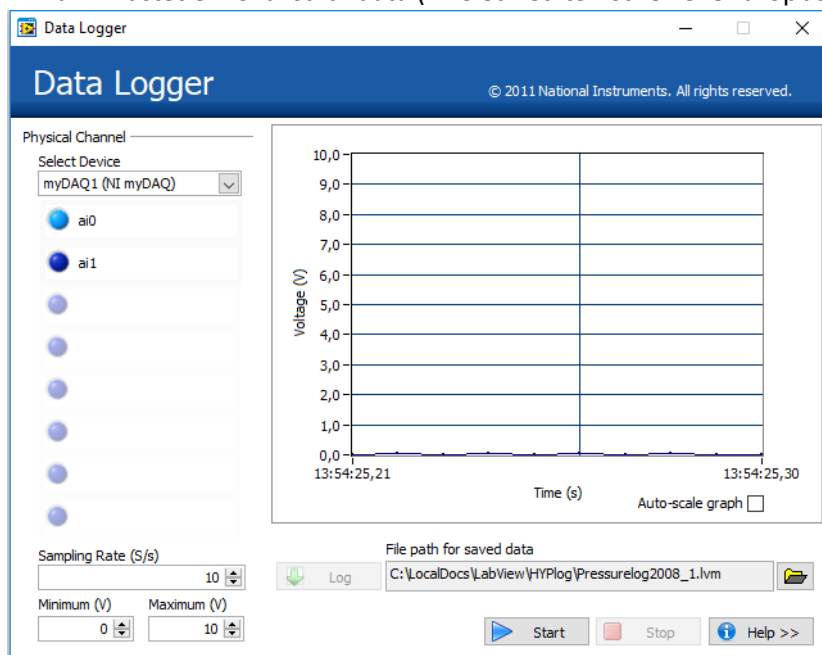
Logning af tryk:

Den **nemme** måde til logning med NI myDAQ:

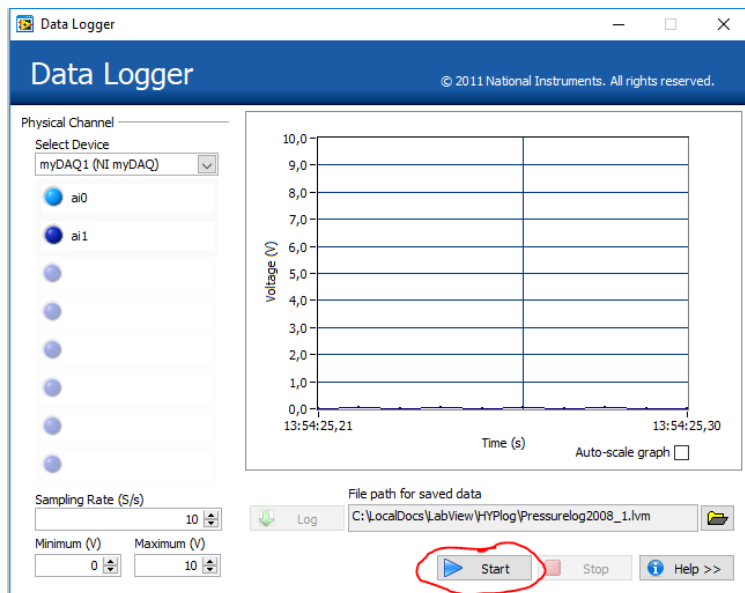
1. Installer National Instruments ELVIS
2. Kør  **NI ELVISmx Instrument Launcher**
3. Vælg Data Logger



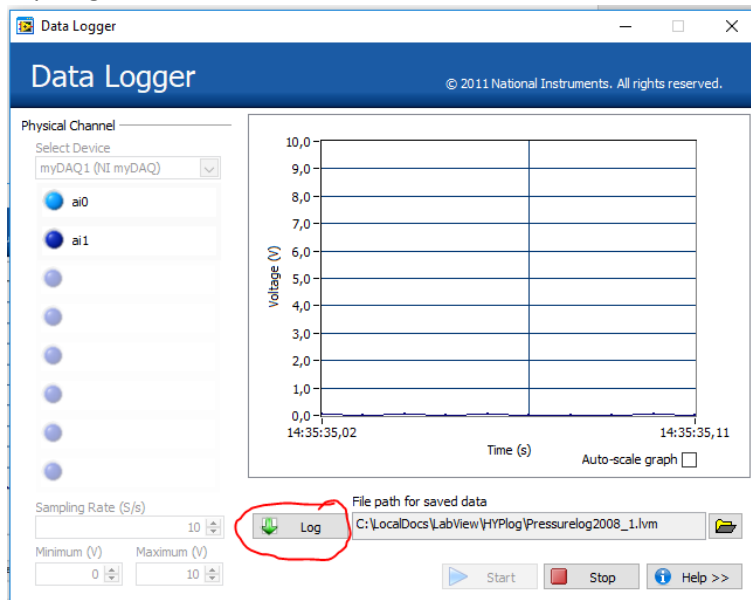
4. Indstil som på billedet
 - a. Målekanal ai0
 - b. Sampling Rate 10 samples/sekund
 - c. Minimum volt 0, maximum volt 10
 - d. Indsæt en lokal sti til data (ikke et netværksdrev eller dropbox)



5. Tryk start



6. Tryk log



7. Når der ikke skal logges mere - tryk log igen.
8. Når der ikke skal måles mere - tryk stop.

Data gemmes som en .lvm fil, som kan åbnes som en tab-delimited textfil i excel.

Skaleringsfaktoren mellem spænding og tryk er 10. Det vil sige at 10 volt målesignal betyder 100 bar tryk.