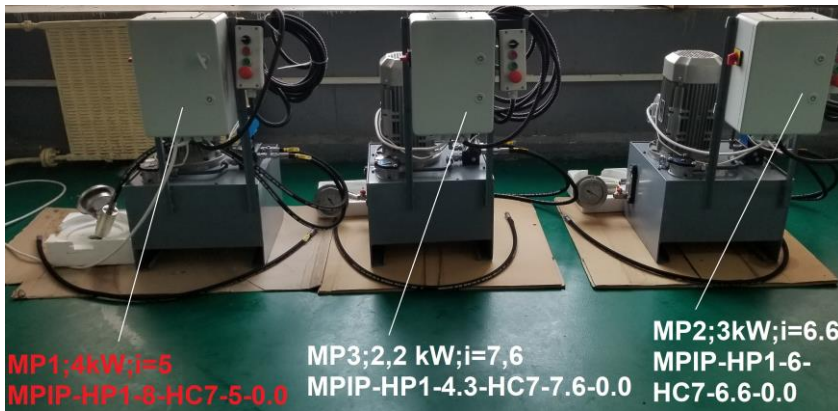


# Buletin de încercări module de pompare la înaltă presiune



MP1; 4 kW; i=5  
MPIP-HP1-8-HC7-5-0.0

MP3; 2,2 kW; i=7,6  
MPIP-HP1-4.3-HC7-7.6-0.0

MP2; 3 kW; i=6,6  
MPIP-HP1-6-HC7-6.6-0.0

Modulele de pompare executate și montate (tablouri electrice închise).

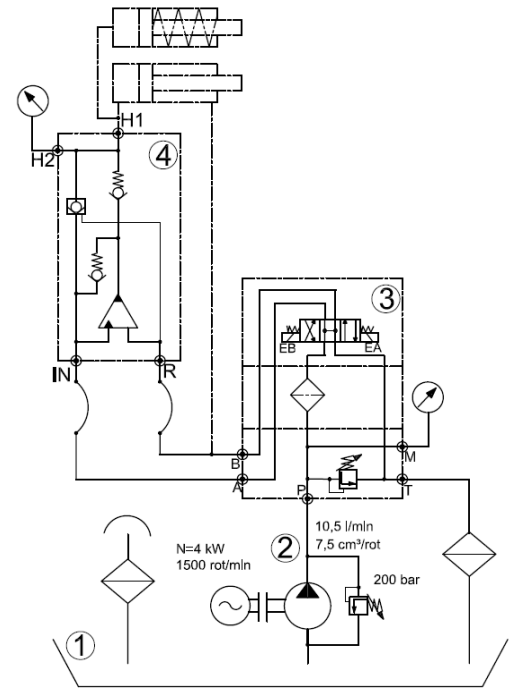


MP1; 4 kW; i=5  
MPIP-HP1-8-HC7-5-0.0

MP3; 2,2 kW; i=7,6  
MPIP-HP1-4.3-HC7-7.6-0.0

MP2; 3 kW; i=6,6  
MPIP-HP1-6-6.6-0.0

Modulele de pompare executate și montate (tablouri electrice deschise).



1=bazin hidraulic cu filtru retur și filtru de umplere și aerisire; 2=electropompă (4 kW, 3 kW, 2,2 kW); 3= bloc cu aparate hidraulice; 4= minibooster (i=5, i=6.6, i=7.6); IN= intrare joasă presiune (primar); H1= ieșire înaltă presiune (sec.); R=retur.

Schemă hidraulică module pompare la înaltă presiune (MP1, MP2, MP3).

Fig. 1: Cele trei module de pompare la înaltă presiune supuse încercărilor.

## 1. Denumire produs: Modul pompare înaltă presiune 4 kW (MP1, i=5)

### 1.1. Cod produs: MPIP-HP1-8-HC7-5-0.0

#### Explicare cod produs:

**MPIP**= Modul pompare înaltă presiune;

**HP1**= Pompă simplă cu roți dințate;

**8** = Volumul geometric teoretic al pompei simple cu roți dințate [cm<sup>3</sup>/rot];

**HC7** = Codul familiei de miniboostere care echipează modulul de pompare;

**5** = Valoarea raportului de amplificare a presiunii (i);

**0.0** = Numărul de ordine al subansamblelor produsului.


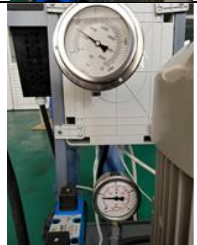




### 1.2. Caracteristici tehnice produs:

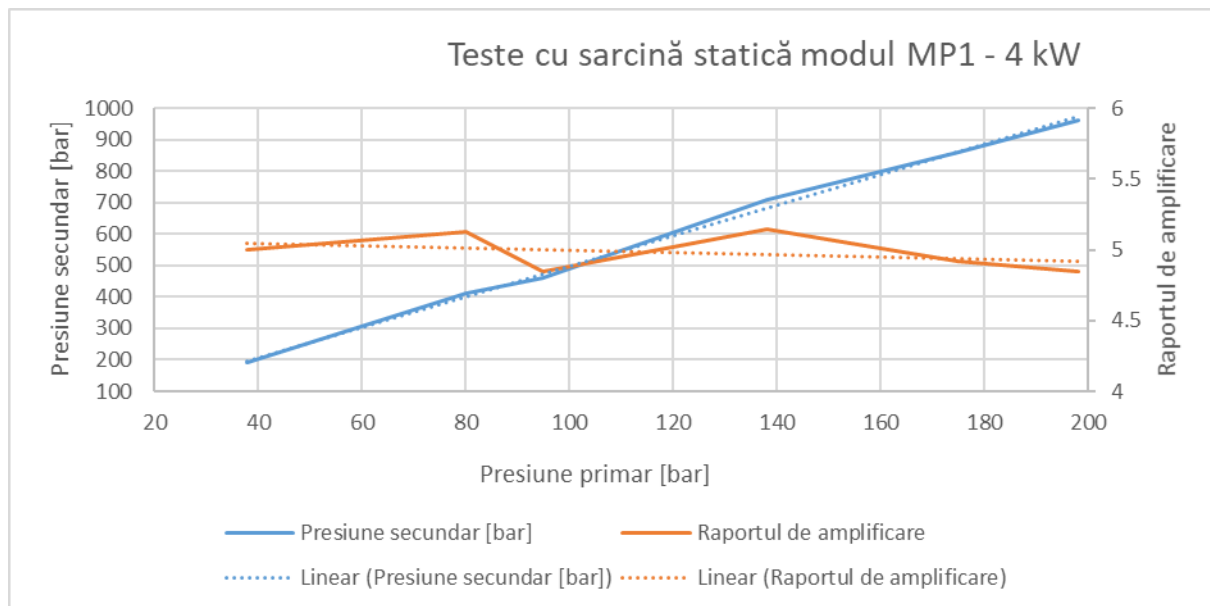
- Dimensiuni de gabarit [mm] = 443 x 425 x 880
- Volumul geometric al pompei = 8 cm<sup>3</sup>/rot;
- Debitul pompei = 11,77 l/min;
- Volum rezervor ulei = 38 l;
- Puterea motorului electric de antrenare a pompei = 4 kW;
- Turația motorului electric de antrenare a pompei = 1 460 rot/min;
- Presiunea nominală a pompei (intrare minibooster) = 0...200 bar;
- Raportul de amplificare a presiunii: i = 5;
- Valoarea presiunii amplificate (ieșirea de înaltă presiune minibooster) = 0...1 000 bar;
- Valoarea debitului la pres. amplificată (pe ieșirea de înaltă presiune mb.) = 11,77...0,75 l/min;
- Racordul de ieșire înaltă presiune minibooster = filet interior M22 x 1.5.

### 1.3. Încercări cu sarcină statică pe racordul de înaltă presiune H1 al miniboosterului

Încercările statice ale modulului de pompare MP1 s-au efectuat cu dop M22x1,5, montat pe racordul H1 al miniboosterului și reglarea presiunii din primar în intervalul 0...200 bar.

**Tabel 1.** Rezultatele încercărilor statice ale modulului MP1.

Nr. crt.	Presiuni [bar]		Raport de amplificare [-] ( $i = p_p / p_s$ )			Manometre primar / secundar minibooster
	Primar minibooster ( $p_p$ )	Secundar minibooster ( $p_s$ )	Real	Teoretic	Eroare [%] ( $Er = (i_r/i_t) \times 100 - 100$ )	
1	38	190	5,000	5	0	
2	80	410	5,125	5	2.5	
3	95	460	4,842	5	- 3,157	
4	138	710	5,144	5	2,898	
5	175	860	4,914	5	-1.714	
6	198	960	4,848	5	-3.030	



**Fig.1.** Teste cu sarcină statică modul de pompare MP1 - 4 kW.

#### 1.4. Încercări cu sarcină dinamică pe racordul de înaltă presiune H1 al miniboosterului

Încercările dinamice ale modului de pompare MP1 s-au efectuat pe standul de probare module și sisteme de pompare de înaltă presiune cod produs SPMS-0.

Modulul MP1 s-a racordat hidraulic la cilindrul de probare de 700 bar al standului, cu racordul H1 al miniboosterului fixat la racordul camerei pistonului și racordul B al distribuitorului electrohidraulic 4/3 fixat la racordul tijei.

S-au efectuat șapte măsurători, în care:

**Măsurătoarea 1:** s-a determinat debitul maxim al modului de pompare MP1, în gol, fără sarcină, cu mensura gradată și cronometru (11,77 l/min);

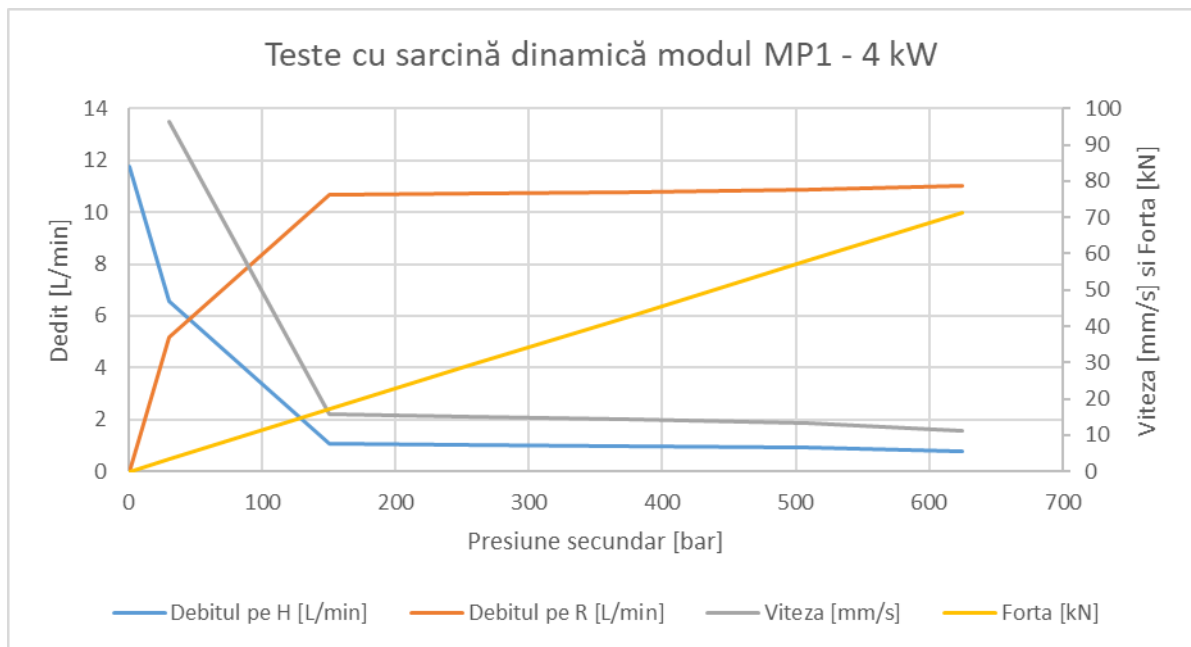
*Pentru următoarele măsurători s-a reglat supapa de siguranță a modului la 160 bar, având în vedere două aspecte: presiunea maximă de lucru a cilindrului de probare al standului (700 bar); supapa de siguranță a modului nu trebuie să se deschidă în timpul deplasării cilindrului de sarcină al standului.*

**Măsurătoarea 2:** s-a determinat debitul modului de pompare MP1, în gol, fără sarcină, cu curent zero de alimentare a supapei proporționale normal închise care simulează sarcina, prin măsurarea timpului unei curse complete de avans a cilindrului de probare;

**Măsurătorile 3-7:** s-au determinat debitele modului de pompare MP1, cu sarcină, pentru curenți de alimentare a supapei proporționale normal închise care simulează sarcina de 0.5A, 0.7A, 0.9A, 1.1A, 1.3A, prin măsurarea timpului unei curse complete de avans a cilindrului de probare.

**Tabel 2.** Rezultatele încercărilor dinamice ale modului MP1.

Nr. crt.	Valori măsurate				Valori calculate						
	Presiuni [bar] (p)		Cursă CH [mm] (c)	Timp / cursă [s] (t)	Viteza CH [mm/s] (V=c/t)	Arie piston CH [mm <sup>2</sup> ] (A <sub>p</sub> )	Debite [l/min] (Q=A <sub>p</sub> xV)			Forța CH [kN] (F= p/A <sub>p</sub> )	Rap. ampl. i [-]
	reglare SS (primar)	sarcină CH (secundar)					pe H1	maxim	pe R		
1	0	0	257	-	-	-	11,770	11,77	0,000	0,00	5
2	160	30	257	2,670	96,254	1140	6,583	11,77	5,186	3,42	5
3	160	150	257	16,145	15,918	1140	1,088	11,77	10,681	17,1	5
4	160	255	257	16,860	15,243	1140	1,042	11,77	10,727	29,07	5
5	160	375	257	17,860	14,389	1140	0,984	11,77	10,785	42,75	5
6	160	510	257	19,260	13,343	1140	0,912	11,77	10,857	58,14	5
7	160	625	257	23,265	11,046	1140	0,755	11,77	11,014	71,25	5



**Fig.2.** Teste cu sarcină dinamică modul de pompare MP1- 4 kW.

**2. Denumire produs:** Modul pompare înaltă presiune 3 kW (MP2, i=6,6)

**2.1. Cod produs:** *MPIP-HP1-6-HC7-6.6-0.0*

**Explicitare cod produs:**

**MPIP**= Modul pompare înaltă presiune;

**HP1**= Pompă simplă cu roți dințate;

**6** = Volumul geometric teoretic al pompei simple cu roți dințate [cm<sup>3</sup>/rot];

**HC7** = Codul familiei de miniboostere care echipează modulul de pompare;

**6.6**= Valoarea raportului de amplificare a presiunii (*i*);

**0.0** = Numărul de ordine al subansamblelor produsului.

**2.2. Caracteristici tehnice produs:**

- Dimensiuni de gabarit [mm] = 443 x 425 x 880
- Volumul geometric al pompei = 6 cm<sup>3</sup>/rot;
- Debitul pompei = 8,955 l/min;
- Volum rezervor ulei = 38 l;
- Puterea motorului electric de antrenare a pompei = 3 kW;
- Turația motorului electric de antrenare a pompei = 1 455 rot/min;
- Presiunea nominală a pompei (intrare minibooster) = 0...200 bar;
- Raportul de amplificare a presiunii: *i* = 6.6;
- Valoarea presiunii amplificate (ieșirea de înaltă presiune minibooster) = 0...1 320 bar;
- Valoarea debitului la presiunea amplificată (pe ieșirea de înaltă presiune mb.) = 8,95...0,40 l/min;
- Racordul de ieșire înaltă presiune minibooster = filet interior M22 x 1.5.







**2.3. Încercări cu sarcină statică pe racordul de înaltă presiune H1 al miniboosterului**

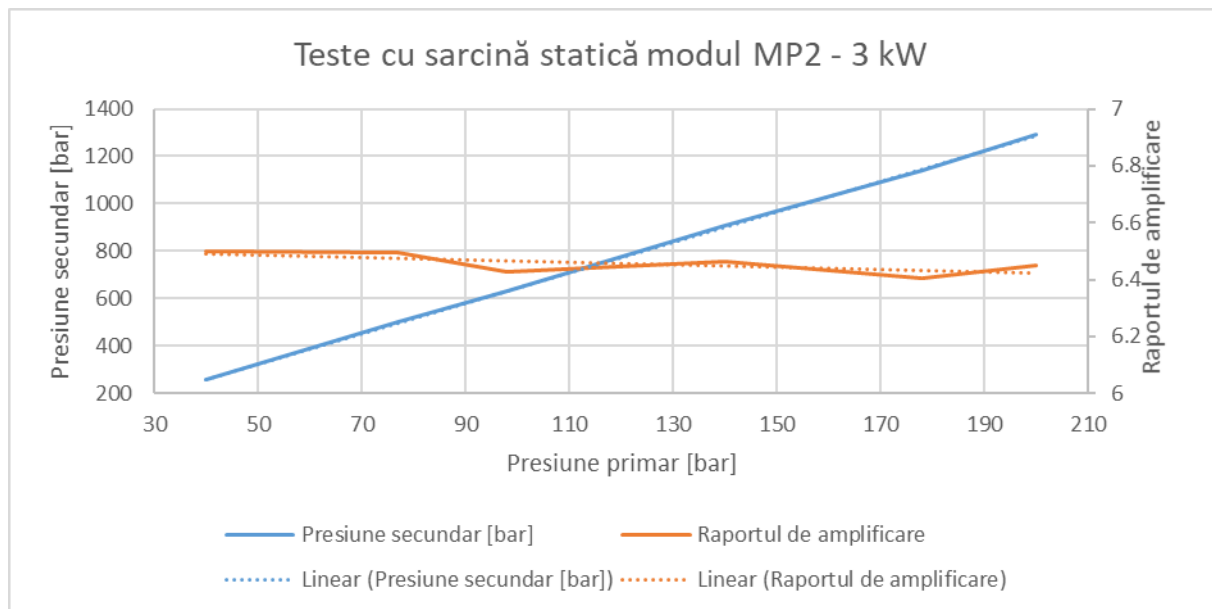
Încercările statice ale modulului de pompare MP2 s-au efectuat cu dop M22x1,5, montat pe racordul H1 al miniboosterului.

S-a reglat presiunea joasă din primarul miniboosterului în intervalul 0...200 bar, cu ajutorul supapei de presiune normal închise a modulului.

Rezultatele încercărilor sunt prezentate în tabelul 2 și figura 3.

**Tabel 2.** Rezultatele încercărilor statice ale modulului MP2.

Nr. crt.	Presiuni [bar]		Raport de amplificare [-] ( $i = p_p / p_s$ )			Manometre primar / secundar minibooster
	Primar minibooster ( $p_p$ )	Secundar minibooster ( $p_s$ )	Real	Teoretic	Eroare [%] ( $Er = (i_r / i_t) \times 100 - 100$ )	
1	40	260	6,500	6,6	-1,515	
2	77	500	6,493	6,6	-1,613	
3	98	630	6,428	6,6	-2,597	
4	140	905	6,464	6,6	-2,056	
5	178	1140	6,404	6,6	-2,962	
6	200	1290	6,450	6,6	-2,272	



**Fig.3.** Teste cu sarcină statică modul de pompare MP2 - 3 kW.

#### 2.4. Încercări cu sarcină dinamică pe racordul de înaltă presiune H1 al miniboosterului

Încercările dinamice ale modului de pompare MP2 s-au efectuat pe standul de probare module și sisteme de pompare de înaltă presiune cod produs SPMS-0.

Modulul MP2 s-a racordat hidraulic la cilindrul de probare de 700 bar al standului, cu racordul H1 al miniboosterului fixat la racordul camerei pistonului și racordul B al distribuitorului electrohidraulic 4/3 fixat la racordul tijei.

S-au efectuat șapte măsurători, în care:

**Măsurătoarea 1:** s-a determinat debitul maxim al modului de pompare MP1, în gol, fără sarcină, cu mensura gradată și cronometru (8,955 l/min);

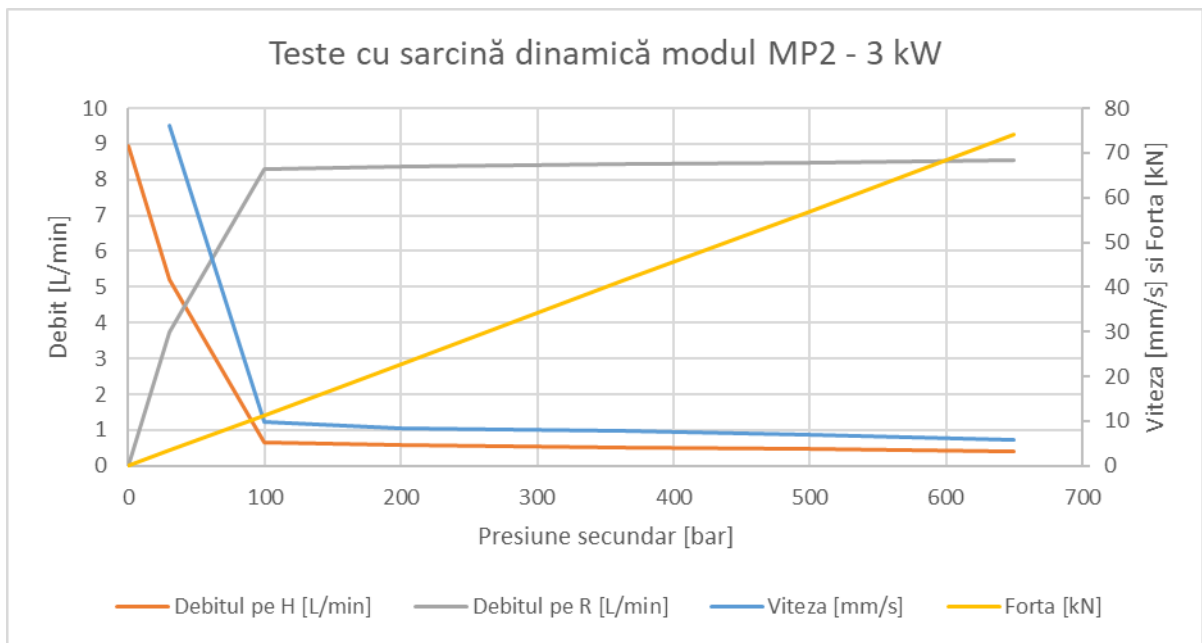
*Pentru următoarele măsurători s-a reglat supapa de siguranță a modului la 120 bar, având în vedere două aspecte: presiunea maximă de lucru a cilindrului de probare al standului (700 bar); supapa de siguranță a modului nu trebuie să se deschidă în timpul deplasării cilindrului de sarcină al standului.*

**Măsurătoarea 2:** s-a determinat debitul modului de pompare MP2, în gol, fără sarcină, cu curent zero de alimentare a supapei proporționale normal închise care simulează sarcina, prin măsurarea timpului unei curse complete de avans a cilindrului de probare;

**Măsurătorile 3-7:** s-au determinat debitele modului de pompare MP2, cu sarcină, pentru curenți de alimentare a supapei proporționale normal închise care simulează sarcina de 0.4A, 0.7A, 0.9A, 1.1A, 1.3A, prin măsurarea timpului unei curse complete de avans a cilindrului de probare.

**Tabel 3.** Rezultatele încercărilor dinamice ale modului MP2.

Nr. crt.	Valori măsurate				Valori calculate						
	Presiuni [bar]		Cursă CH [mm] (c)	Timp / cursă [s] (t)	Viteza CH [mm/s] (V=c/t)	Arie piston CH [mm <sup>2</sup> ] (A <sub>p</sub> )	Debite [l/min] (Q=A <sub>p</sub> xV)			Forța CH [kN] (F= p/A <sub>p</sub> )	Rap. ampl. i [-]
	reglare SS (primar) (p)	sarcină CH (secundar)					pe H1	maxim	pe R		
1	0	0	257	-	-	-	8,955	8,955	0,000	0,00	6,6
2	120	30	257	3,373	76,193	1140	5,211	8,955	3,743	3,42	6,6
3	120	100	257	26,500	9,698	1140	0,663	8,955	8,291	11,40	6,6
4	120	200	257	30,770	8,352	1140	0,571	8,955	8,383	22,80	6,6
5	120	365	257	33,190	7,743	1140	0,529	8,955	8,425	41,61	6,6
6	120	500	257	36,280	7,083	1140	0,484	8,955	8,470	57,00	6,6
7	120	650	257	43,470	5,912	1140	0,404	8,955	8,550	74,10	6,6



**Fig.4.** Teste cu sarcină dinamică modul de pompare MP2 - 3 kW.

### 3. Denumire produs: Modul pompare înaltă presiune 2,2 kW (MP3, i=7,6)

#### 3.1. Cod produs: **MPIP-HP1-4,3-HC7-7.6-0.0**

##### Explicare cod produs:

**MPIP** = Modul pompare înaltă presiune;

**HP1** = Pompă simplă cu roți dințate;

**4,3** = Volumul geometric teoretic al pompei simple cu roți dințate [cm<sup>3</sup>/rot];

**HC7** = Codul familiei de miniboostere care echipează modulul de pompare;

**7.6** = Valoarea raportului de amplificare a presiunii (*i*);

**0.0** = Numărul de ordine al subansamblelor produsului.

##### 3.2. Caracteristici tehnice produs:

- Dimensiuni de gabarit [mm] = 443 x 425 x 880;
- Volumul geometric al pompei = 4,20 cm<sup>3</sup>/rot;
- Debitul pompei = 6,10 l/min;
- Volum rezervor ulei = 38 l;
- Puterea motorului electric de antrenare a pompei = 2,2 kW;
- Turația motorului electric de antrenare a pompei = 1 455 rot/min;
- Presiunea nominală a pompei (intrare minibooster) = 0...200 bar;
- Raportul de amplificare a presiunii: *i* = 7.6;
- Valoarea presiunii amplificate (ieșirea de înaltă presiune minibooster) = 0...1 520 bar;
- Valoarea debitului la presiunea amplificată (pe ieșirea de înaltă presiune mb.) = 6,10...0,30 l/min;
- Racordul de ieșire înaltă presiune minibooster = filet interior M22 x 1.5.







### 3.3. Încercări cu sarcină statică pe racordul de înaltă presiune H1 al miniboosterului

Încercările statice ale modulului de pompare MP3 s-au efectuat cu dop M22x1,5, montat pe racordul H1 al miniboosterului.

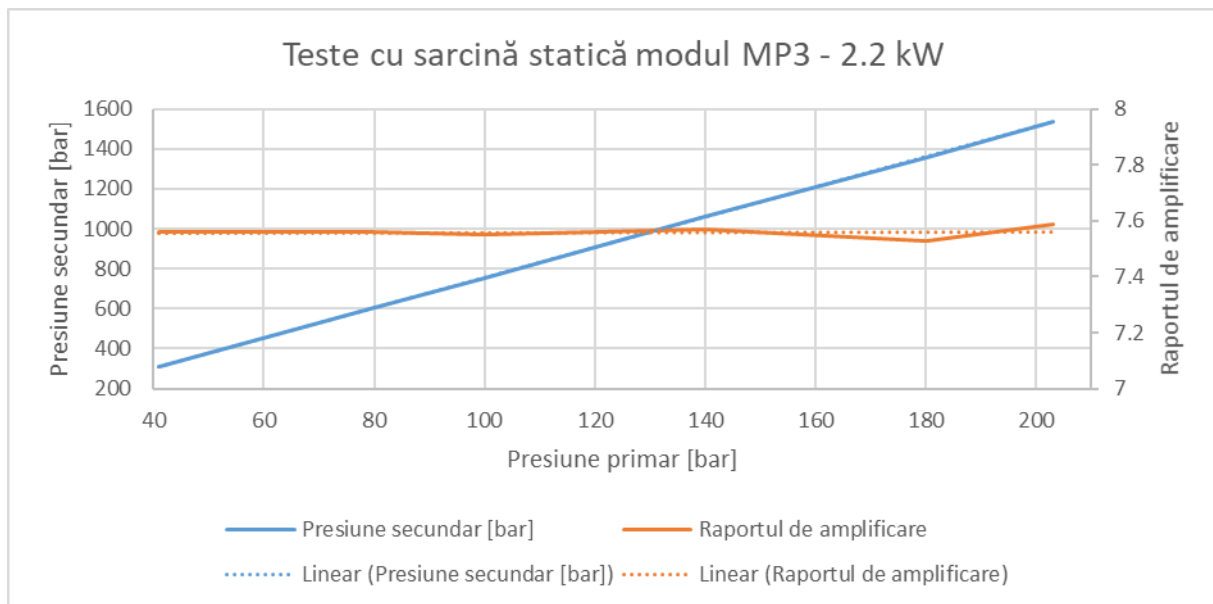
S-a reglat presiunea joasă din primarul miniboosterului în intervalul 0...200 bar, cu ajutorul supapei de presiune normal închise a modulului.

Rezultatele încercărilor sunt prezentate în tabelul 4 și figura 5.

**Tabel 4.** Rezultatele încercărilor statice ale modulului MP3.

Nr. crt.	Presiuni [bar]		Raport de amplificare [-] ( $i = p_p / p_s$ )			Manometre primar / secundar minibooster
	Primar minibooster ( $p_p$ )	Secundar minibooster ( $p_s$ )	Real	Teoretic	Eroare [%] ( $Er = (i_r / i_t) \times 100 - 100$ )	
1	41	310	7,560	7,6	-0,513	
2	80	605	7,562	7,6	-0,493	
3	100	755	7,550	7,6	-0,657	
4	140	1060	7,571	7,6	-0,375	
5	180	1355	7,527	7,6	-0,950	
6	203	1540	7,586	7,6	-0,181	





**Fig.5.** Teste cu sarcină statică modul de pompare MP3 – 2,2 kW.

### 3.4. Încercări cu sarcină dinamică pe racordul de înaltă presiune H1 al miniboosterului

Încercările dinamice ale modului de pompare MP3 s-au efectuat pe standul de probare module și sisteme de pompare de înaltă presiune cod produs SPMS-0.

Modulul MP3 s-a racordat hidraulic la cilindrul de probare de 700 bar al standului, cu racordul H1 al miniboosterului fixat la racordul camerei pistonului și racordul B al distribuitorului electrohidraulic 4/3 fixat la racordul tijei.

S-au efectuat șapte măsurători, în care:

**Măsurătoarea 1:** s-a determinat debitul maxim al modului de pompare MP3, în gol, fără sarcină, cu mensura gradată și cronometru (6,10 l/min);

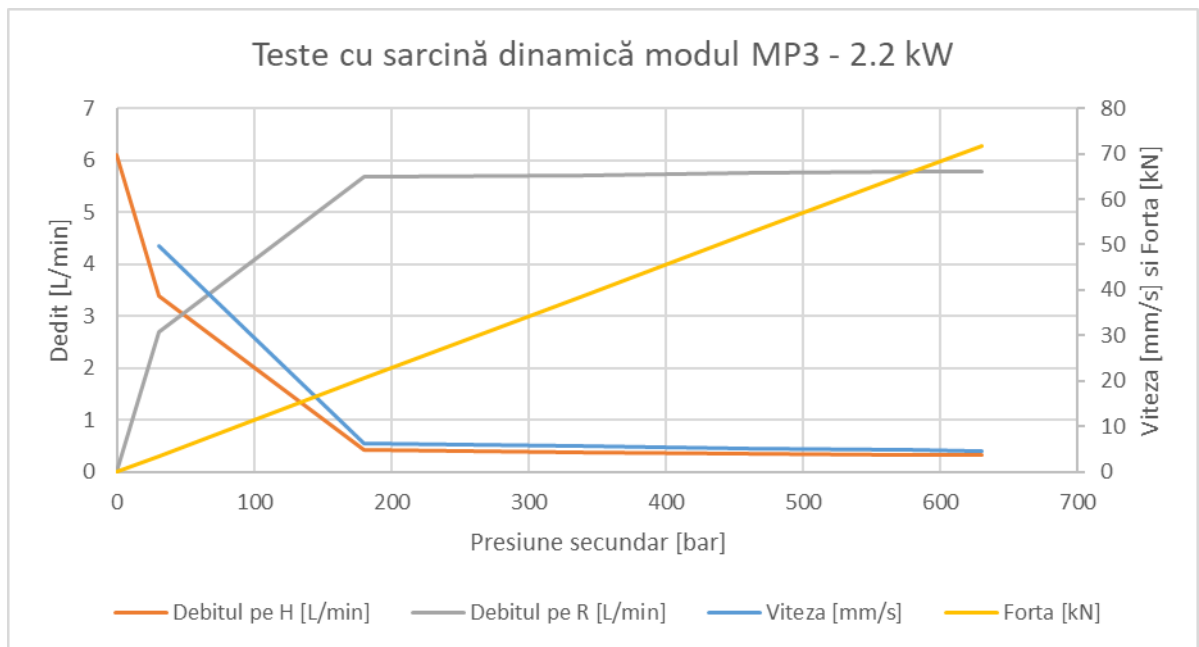
*Pentru următoarele măsurători s-a reglat supapa de siguranță a modului la 120 bar, având în vedere două aspecte: presiunea maximă de lucru a cilindrului de probare al standului (700 bar); supapa de siguranță a modului nu trebuie să se deschidă în timpul deplasării cilindrului de sarcină al standului.*

**Măsurătoarea 2:** s-a determinat debitul modului de pompare MP3, în gol, fără sarcină, cu curent zero de alimentare a supapei proporționale normal închise care simulează sarcina, prin măsurarea timpului unei curse complete de avans a cilindrului de probare;

**Măsurătorile 3-7:** s-au determinat debitele modului de pompare MP3, cu sarcină, pentru curenți de alimentare a supapei proporționale normal închise care simulează sarcina de 0.5A, 0.8A, 1A, 1.2A, 1.3A, prin măsurarea timpului unei curse complete de avans a cilindrului de probare.

**Tabel 3.** Rezultatele încercărilor dinamice ale modului MP3.

Nr. crt.	Valori măsurate				Valori calculate						
	Presiuni [bar]		Cursă CH [mm] (c)	Timp / cursă [s] (t)	Viteza CH [mm/s] (V=c/t)	Arie piston CH [mm <sup>2</sup> ] (A <sub>p</sub> )	Debite [l/min] (Q=A <sub>p</sub> xV)			Forța CH [kN] (F= p/A <sub>p</sub> )	Rap. ampl. i [-]
	reglare SS (primar)	sarcină CH (secundar)					pe H1	maxim	pe R		
1	0	0	257	-	-	-	6,100	6,10	0,000	0,00	7,6
2	100	30	257	5,176	49,652	1140	3,396	6,10	2,703	3,42	7,6
3	100	180	257	41,65	6,170	1140	0,422	6,10	5,677	20,52	7,6
4	100	340	257	45,96	5,591	1140	0,382	6,10	5,717	38,76	7,6
5	100	460	257	50,31	5,108	1140	0,349	6,10	5,750	52,44	7,6
6	100	580	257	54,22	4,739	1140	0,324	6,10	5,775	66,12	7,6
7	100	630	257	56,45	4,552	1140	0,311	6,10	5,788	71,82	7,6



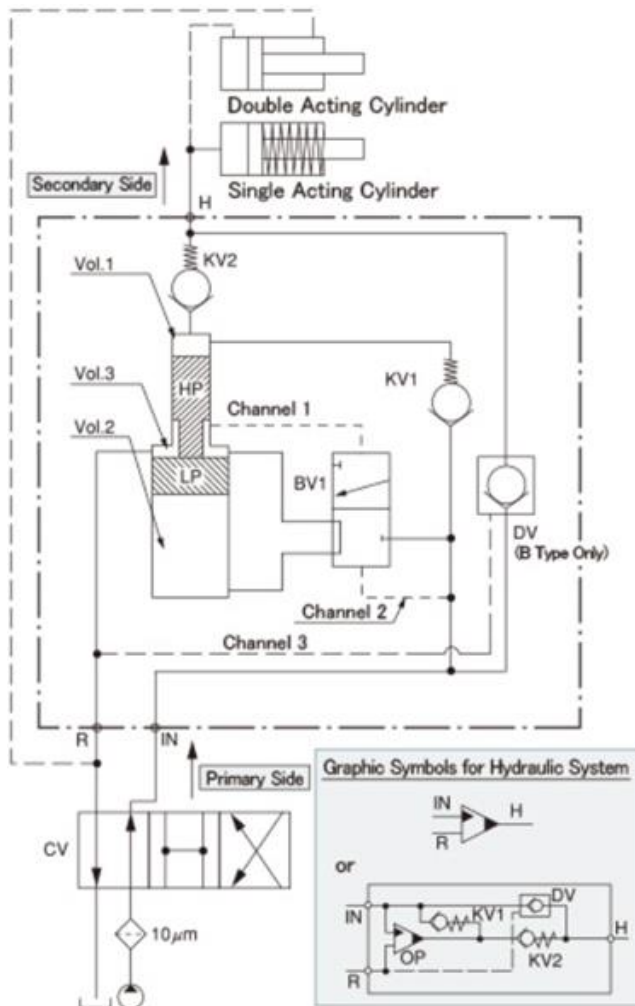
**Fig.6.** Teste cu sarcină dinamică modul de pompare MP3 – 2,2 kW.

#### 4. Concluzii

- Încercările cu sarcină statică au evidențiat capacitatea modulelor de pompare de a realiza pe racordul de înaltă presiune, din secundarul amplificatorului hidraulic oscilant, presiuni statice mari, reglabile (MP1=0...1 000 bar; MP2=0...1 320 bar; MP3=0...1 420 bar) prin intermediul supapei directe de reglare a presiunii din primar. Această caracteristică tehnică a celor trei module de pompare le recomandă pentru utilizarea lor la: *probe de rezistență statică a conductelor și rezervoarelor metalice; menținerea de durată a presiunii înalte în presele hidraulice.*
- Încercările cu sarcină dinamică au evidențiat capacitatea modulelor de pompare de a acționa cilindri hidraulici cu simplă și dublă acțiune, de presiuni mari și gabarite reduse, pe întreaga lor cursă de avans, deplasarea făcându-se relativ uniform și continuu, cu mici pulsații. Această caracteristică tehnică a celor trei module de pompare le recomandă pentru utilizarea lor la acționarea cilindrilor hidraulici din: *sculele de descarcerare și intervenții în caz de accidente rutiere; instalațiile de ridicare și repunere pe linie material rulant deraiat; instalații hidraulice de ridicat utilizate în mine și alte spații înguste.*
- Încercările cu sarcină dinamică au demonstrat că ansamblul pistoanelor de joasă (LP din fig.7) și înaltă (HP din fig.7) presiune, împreună cu supapa de distribuție bistabilă cu c-dă hidraulică (BV1 din fig.7) oscilează în interiorul miniboosterelor chiar și numai la sarcina rezistentă dată de frecările interioare din etanșările cilindrilor hidraulici ai standului (aprox. 30 bar pe ieșiera H a miniboosterului). Pentru asemenea sarcini reduse debitele pe returul R al miniboosterelor fiind apreciabile (**5,186 l/min**, pentru modulul M1; **3,743 l/min**, pentru modulul M2; **3,420 l/min**, pentru modulul M3), vitezele de deplasare a cilindrilor hidraulici scad simțitor comparativ cu alimentarea acestora cu modul de pompare fără minibooster;
- În tabelul 4 sunt prezentate valorile parametrilor tehnici ai celor trei module de pompare la testele experimentale cu sarcini dinamice apropiate de sarcina maximă admisibilă a cilindrului de probare al standului (**700 bar**, echivalentul a **80 kN**);
- O comparație între debitele pe ieșirea din secundarul miniboosterelor celor trei module de pompare (racordul H1), care determină vitezele de deplasare pe cursa de avans a cilindrului de probare al standului, în funcție de sarcina acestuia, este redată grafic în figurile 8 și 9.

**Tabel 4.** Rezultatele încercărilor dinamice ale modulelor de pompare la sarcină dinamică maximă.

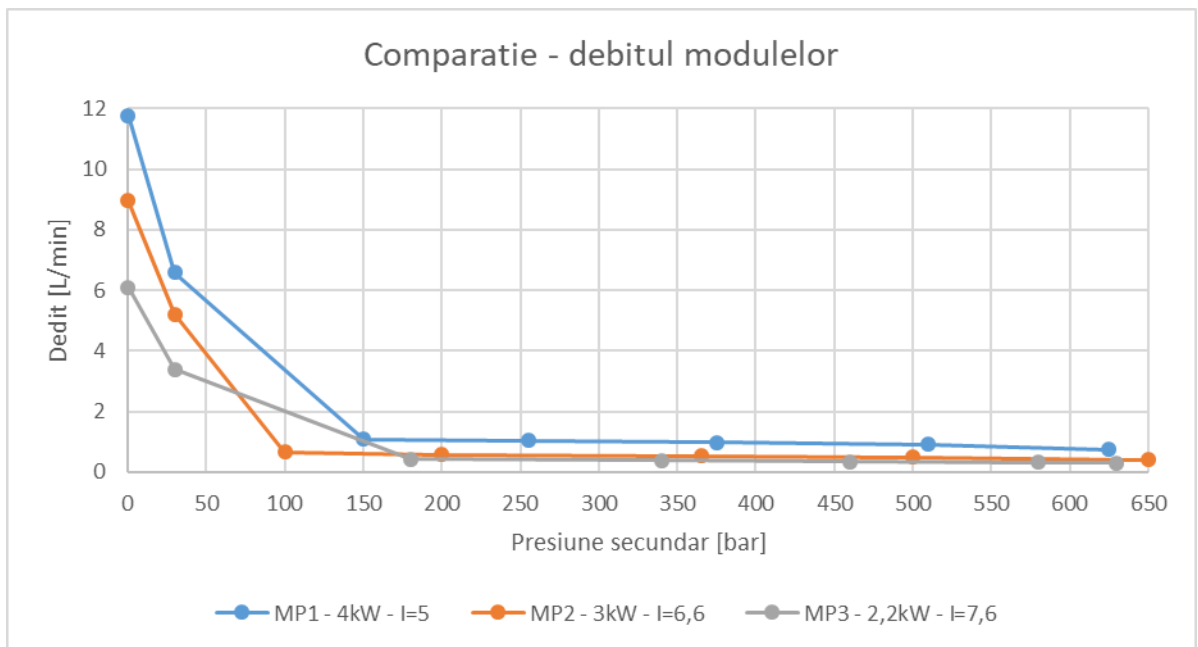
Modulul de pompare	Caracteristicile cilindrului de probare al standandului			Parametrii modulului de pompare testat la acționarea pe cursa de avans a cilindrului de probare al standului (CPS)			Observații
	Cursă [mm]	Diametru piston [mm]	Sarcină de probare [bar]	Debit pe H1 [l/min]	Viteză CPS [mm/s]	Forță CPS [kN]	
MP1	257	38,10	625	0,755	11,046	71,25	Deplasare unif. CPS
MP2	257	38,10	650	0,404	5,912	74,10	Deplasare unif. CPS
MP3	257	38,10	630	0,311	4,552	71,82	Deplasare unif. CPS



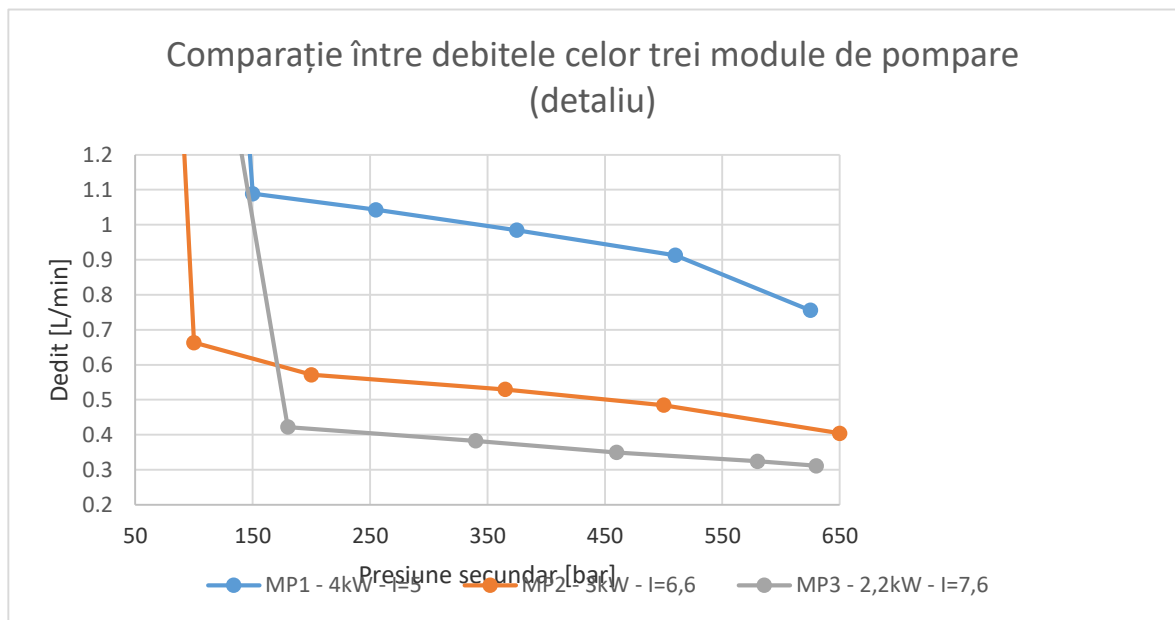
**Fig.7.** Schema hidraulică a miniboosterelor care echează cele trei module de pompare.

**Legendă:**

- LP**= piston de joasă presiune;
- HP**= piston de înaltă presiune;
- BV1**=supapă de distribuție bistabilă,cu c-dă hidraulică prin canalele de pilotare **1** și **2**, pentru schimbarea sensului de deplasare a pistoanelor;
- DV**=supapă de sens unic deblocabilă, comandată prin canalul **3** de pilotare, pentru descărcarea uleiului de înaltă presiune din camera consumatorului;
- KV1, KV2**= supape de sens unic pentru admisia / evacuarea uleiului în /din camera de înaltă presiune (Vol.1);
- Vol.2**= volum de ulei descărcat la rezervor de supapa de distribuție **BV1**, prin volumul **Vol.3**;
- IN**= racord de intrare în primarul miniboosterului;
- R**= racord de ieșire (retur) din primarul miniboosterului;
- H**= racord de ieșire din secundarul miniboosterului;
- CV**= distribuitor hidraulic pentru schimbarea sensului de deplasare al cilindrului hidraulic, cu simplă sau dublă acțiune, alimentat de pe ieșirea de înaltă presiune **H**, din secundarul miniboosterului.



**Fig.8.** Debitul la presiune înaltă ale celor trei module de pompare.



**Fig.9.** Comparație între debitele celor trei module de pompare, în funcție de sarcina cilindrului de probare.