

Hur man väljer en centrifugalpump

Valet av en centrifugalpump skall ske med beaktning av den befintliga anläggningens karakteristik samt kondition.

För att välja pump är följande data nödvändiga:

Flöde Q

Kvantitet av flöde levererat av pumpen, vanligtvis uttryckt i m³/h.

Total manometrisk höjd H_{mt}

Denna är summan av den geometriska höjdskillnaden mellan vätskenivåerna samt flödesförlusterna i rörledningarna av det som skall passera genom pumpen samt övriga hydrauliska tillbehör.

Detta beräknas genom följande:

$$H_{mt} = H_g + \Delta pc \text{ mt vätskekolumn}$$

H_g = geometriskt tryck på inlopp (H_{ga}) + geometriskt tryck på utlopp (H_{gp})
Δpc = summan av tryckförlusterna i anläggningen beräknat av följande data:

- Diameter, längd och material på sug och tryckledning (se tabell nr. 1 sidan 170).
- Antal och typ av böjar samt övriga hydrauliska tillbehör som tex bottenventiler, ventiler, backventiler samt silar etc. (se tabell nr. 2 sidan 170).
- Typ, temperatur, viskositet och densitet på vätskan (om denna är olika från vatten).

Var noga med den manometriska sughöjden **H_{ga} + Δpc asp**, vilken skall jämföras med sugkapaciteten på pumpen.

Denna sugkapacitet eller **NPSH_r** är definierad som netto positiv sughöjd och dess värde fås från en kurva som står i relation med flödet.

För detta ändamål, när pumpen blivit vald enligt erforderligt flöde och tryck, om möjligt på mitten av kurvan, kontrollera följande förenklad formel:

$$10 \text{ mt} \pm H_{ga} - \Delta pc \text{ asp} > \text{NPSH}_{\text{erforderligt}} + 0.5 \text{ mt}$$

H_{ga} är differansen i höjd mellan vattennivån och insug, och dess värde är negativt om pumpen är installerad över vattennivån.
Δpc asp är summan av resterande förluster på sugsidan som rör,ventiler, böjar mm.

Om resultatet förblir negativt kan man ofta via en ventil strypa flödet på trycksidan för att kunna uppfylla kraven på en driftpunkt utan kavitation.

För vätsketemperaturer utöver det vanliga 20°C, förlorar pumpen sin sugande kapacitet.

För sådana fall refereras till pumpar med sugkapacitet av 7 meter vid normal temperatur till tabellen nr. 3 sidan 171.

Karakteristiska data på pumpen

När flödet (Q) och total manometrisk höjd på installationen (H_{mt}) är bestämda, kan effektbehovet **N** räknas ut genom följande formel:

$$N = \frac{Q \times H \times \gamma}{367 \times \eta_p} \text{ i kW}$$

värden:

Q = Flöde i m³/h

H = Höjd i mt

γ = Vätskedensitet (vatten = 1 kg/dm³)

η_p = Pumpens verkningsgrad (Ex. Pumpens verkningsgrad 68% = ⇒ η_p = 0.68)

Dessa pumpar är normalt drivna av en elmotor på 2900 1/min med 2-pols motor vid 50Hz, eller 1450 1/min med 4-pols motor vid 50Hz.

Pumpen kan även drivas med andra varvtal med följande begränsningar.

Därför vid ändring av varvtalet på pumpen kommer följande att förändras enligt följande regler:

Flödet ändras i proportion till varvtalet:

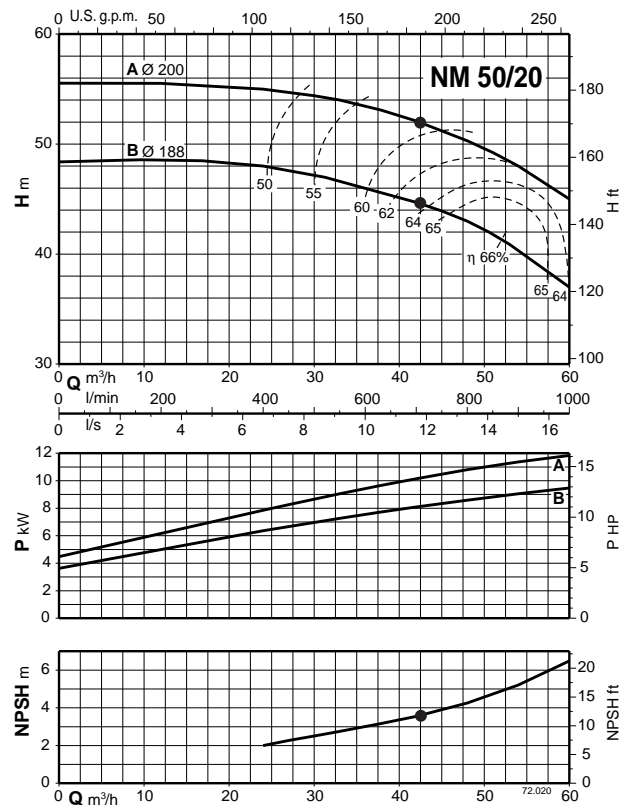
$$Q_2 = Q_1 \times \frac{n_2}{n_1}$$

Trycket i kvadratisk mot varvtalet :

$$H_2 = H_1 \times \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$$

Effektbehovet i proportion med kubiken på varvtalet:

$$N_2 = N_1 \times \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3$$



Hur man väljer en centrifugalpump

Beräkningsexempel för val av en centrifugalpump

Fall A Installations data

- Q (Flöde) = 42 m³/h
- H_{ga} (geometriskt tryck in) = 3,5 m
- H_{gp} (geometriskt tryck ut) = 39 m
- 5 m DN 100 mm diameter sugledning komplett med 1 böj samt 1 bottenventil
- 70 m DN 80 mm diameter tryckledning med 1 backventil, 1 ventil samt 3 långa böjar

H_g = H_{gp} + H_{ga} = 39 + 3,5 = 42,5 m Geometrisk höjd på installationen

Δpc = totala tryckförluster

Sugsidan:
5 m Ø100 rör pc = 0,12 m
1 Bottenventil pc = 0,045 m
1 Ventil pc = 0,46 m

Trycksidan:
70 m Ø 80 rör pc = 5,25 m
1 Backventil pc = 0,5 m
1 Ventil pc = 0,05 m
3 Böjar pc = 0,09 m

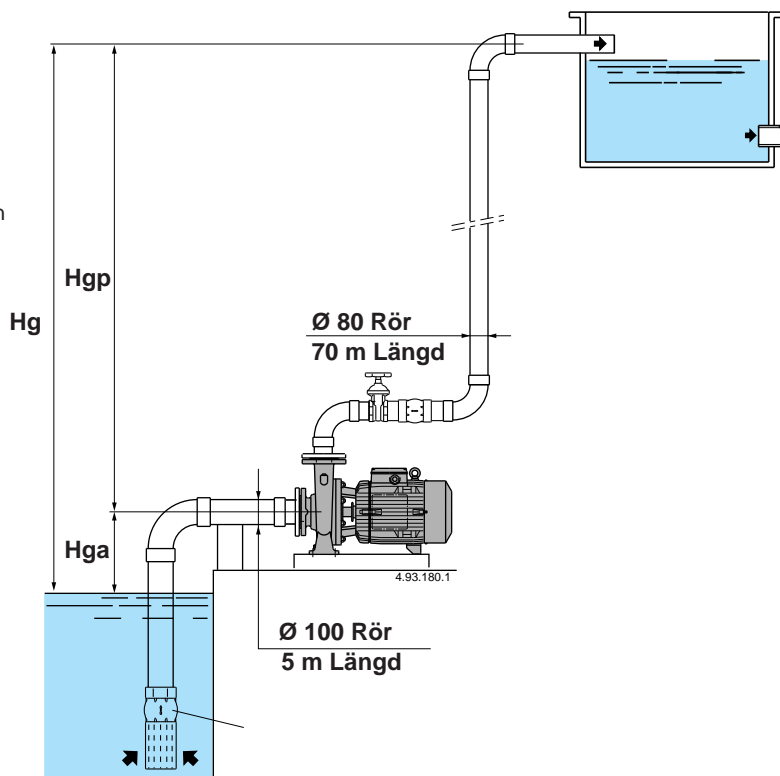
Totalt **Δpc = 6,5 m.**

Med tanke på att beräkningen är gjord för nya rörledningar bör ökning av 15/20% göras för ålder, avlagringar etc. Därför blir den totala förlusten Δp cirka 8 m.

Resultatet av den manometriska höjden som pumpen skall uppnå är:

H_{mt} = H_g + Δp = H_{gp} + H_{ga} + Δpc = 39 + 3,5 + 8 = 50,5 m totalt.
Pumptyp NM 50/20AE kan bli vald (se pumpkurvan)

A) Drift med sugande funktion



Fall B Installations data

- Q (Flöde) = 42 m³/h
- H_{ga} (geometriskt tryck in) = 3,5 m
- H_{gp} (geometriskt tryck ut) = 39 m
- 5 m DN 100 mm diameter sugledning komplett med 1 ventil samt 1 backventil
- 70 m DN 80 mm diameter tryckledning med 1 backventil, 1 ventil samt 3 långa böjar

H_g = H_{gp} - H_{ga} = 39 - 3,5 = 35,5 m Geometrisk höjd på installationen

Δpc = totala tryckförluster

Sugsidan :
5 m Ø 100 rör pc = 0,12 m
1 Böj pc = 0,5 m
1 Backventil pc = 0,05 m

Trycksidan :
70 m Ø 80 rör pc = 5,25 m
1 Backventil pc = 0,5 m
1 Ventil pc = 0,05 m
3 Böjar pc = 0,09 m

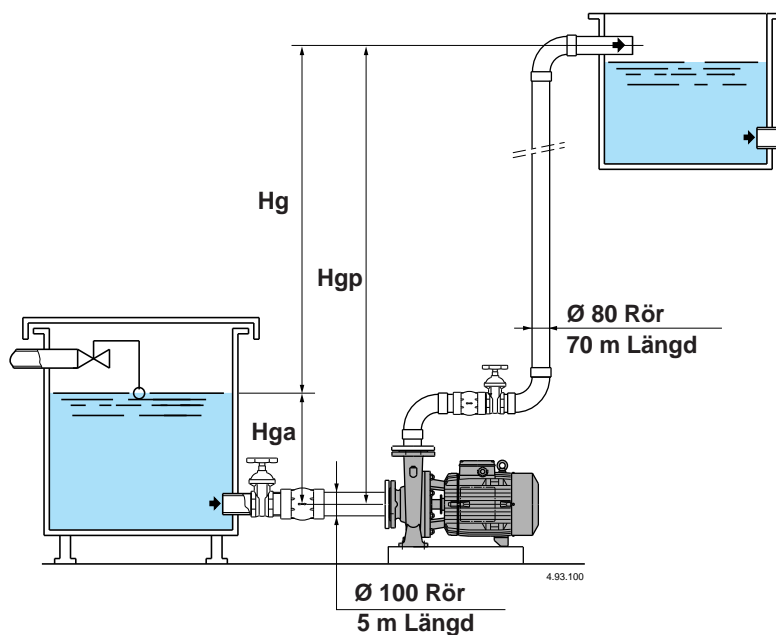
Totalt **Δpc = 6,5 m**

Med tanke på att beräkningen är gjord för nya rörledningar bör ökning av 15/20% göras för ålder, avlagringar etc. Därför blir den totala förlusten Δpc cirka 8 m.

Resultatet av den manometriska höjden som pumpen skall uppnå är:

H_{mt} = H_g + Δp = H_{gp} - H_{ga} + Δpc = 39 - 3,5 + 8 = 43,5 m totalt.
Pumptyp NM 50/20BE kan bli vald (se pumpkurvan)

B) Drift med positiv tillrinning



Tillbehör för vattenförsörjning

Bottenventil med sugsil - Bör installeras på den lägsta punkten på sugledningen. Denna förhindrar vattnet att rinna ut ur ledningen när pumpen i anläggningen stannar. Bottenventilen måste vara helt nedsänkt i vattnet vilket gör att den fungerar bra utan kavitation . En bra regel är att även montera en flytvippa som automatsikt stannar pumpen om vattnet går under en viss nivå.

Backventil - Måste installeras på tryckledningen för att förhindra bakåtflyt om pumpen stannar. Det är rekommenderbart att använda en fjäder som hjälper till att stänga, detta för att förhindra tryckslag.

Avstängningsventil - Installationen av en avstängningsventil är viktig, detta för att kunna reparera pumpen utan att behöva tappa ner hela anläggningen. Den används även till att justera flödet på pumpen.

Rörledningar

Rörledningarna måste väljas med hänsyn till vattenhastigheten. Det är rekommenderbart att den inte överstiger 1,5 meter per sekund på sugsidan samt 3 meter per sekund på trycksidan. Denna kalkylering måste göras noggrant för att minimera förluster så att pumpen kan tillåtas en drift med maximal sugkapacitet. Rören måste vara absolut luttäta och att inga "svanhalsar" förekommer på sugsidan så att inga luftansamlingar kan ske som stör sugfunktionen. Alla rören skall vara fastsatta så att de inte belastar anslutningarna i pumphuset.

Problem med pumpen

Fel	Troliga orsaker
Blockerad pump	<p>Detta kan hända efter en längre tid när pumpen ej använts beroende på inre oxidation.</p> <p>För att frigöra en mindre monoblockpump kan en skruvmejsel användas i flätkåpan på pumpaxeln.</p> <p>För större enheter: vid på pumpaxeln eller den flexibla kopplingen.</p>
Ingen sugförmåga	<p>Pump och/eller rörledningar igensatta.</p> <p>Otillräcklig sugkapacitet.</p> <p>Möjligt luftintrång från tappställen, dränering/påfyllningspluggar, packningar, axeltätning.</p> <p>Bottenventilen ej tillräckligt nedsänkt eller igensatt sil.</p> <p>Sughöjden för hög jämfört med pumpens sugförmåga.</p> <p>Felaktig rotationsriktning.</p> <p>Felaktigt varvtal.</p>
Lågt flöde	<p>Rör eller tillbehör med för liten diameter vilket ger för höga förluster.</p> <p>Igensatt pumphjul (hjulkanalerna).</p> <p>Korroderad eller trasigt pumphjul.</p> <p>Pumphjulets eller pumphusets slitringar deformerade genom slitage.</p> <p>Luftinblandning i vattnet eller för hög viskositet om vätskan skiljer sig från vatten.</p>
O-ljud samt vibrationer i pumpen	<p>Obalanserade roterande delar eller skadade kullager.</p> <p>Pump och rörledningar otillräckligt fastsatta.</p> <p>För lågt flöde för den valda pumpen.</p> <p>Drift med kavitation.</p>
Överbelastad motor	<p>Pumpens karakteristik högre än anläggningens.</p> <p>Fasta och roterande delar i kontakt med varandra vilket förhindrar smörjning från vätskan</p> <p>För hög rotationshastighet.</p> <p>Fel i strömförsörjningen till elmotorn.</p> <p>Dålig luftkyllning till elmotorn.</p> <p>Vätskans densitet högre än tillåten.</p>

Tabell nr. 1
Tryckförluster i m för stålrör

Rör	G	Ø mm	Q m³/h	1	3	6	9	12	18	24	30	36	42	48	60	90	120	180	240	300	360	420	
			Q l/min	16	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000	7000	
G 1	DN 25	HL v m/100m m/s	2,7 0,6	21 1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
G 1 1/4	DN 32		0,7 0,35	5,5 1	22 2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 1 1/2	DN 40		-	1,8 0,7	7 1,35	14 1,9	23 2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 2	DN 50		-	0,5 0,4	2,2 0,8	4 1,25	8 1,5	17 2,5	28 3,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 2 1/2	DN 65		-	-	0,6 0,5	1,2 0,75	2,1 1	4,2 1,4	8 2	12 2,5	17 3	22 3,4	28 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	DN 80		-	-	-	-	0,8 0,7	1,6 0,95	2,8 1,25	4,2 1,6	6,5 2	7,5 2,1	10,5 2,6	15 3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	DN 100		-	-	-	-	-	0,55 0,6	0,9 0,8	1,4 1,1	2 1,25	2,4 1,4	3,5 1,6	5 2	11 3,2	20 4	-	-	-	-	-	-	-
	DN 125		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9 0,95	1,2 1,1	1,8 1,4	4 2	6,5 2,7	15 4	-	-	-	-	-	-
	DN 150		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6 0,9	1,5 1,4	2,5 1,7	5 2,7	8 3,5	14 4,8	-	-	-	-
	DN 200		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4 0,8	0,6 1	1,3 1,6	2 2	3,5 2,6	4,6 3	6,5 3,5	-
	DN 250		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4 1	0,7 1,3	1,1 1,6	1,6 2	2 2,3	-
	DN 300		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3 0,9	0,45 1,25	0,7 1,4	0,9 1,6	-

Q Flöde.

HL Tryckförlust i m per 100 meter.

v= Flödes hastighet: max 1,5 m/s för sugledning och 3 m/s för tryckledning

Tabell nr. 2
Tryckförlust i cm för böjar, ventiler, bottenventiler och backventiler

Vattnets flödes hastighet m/sek.	Böjar					$\alpha = 90^\circ$ långa böjar					Ventiler	Botten ventiler	Back ventiler
	α					α							
	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 40^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 80^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	$\frac{d}{R} = 0,4$	$\frac{d}{R} = 0,6$	$\frac{d}{R} = 0,8$	$\frac{d}{R} = 1$	$\frac{d}{R} = 1,5$			
0,4	0,43	0,52	0,71	1,0	1,2	0,11	0,13	0,16	0,23	0,43	0,23	32	31
0,5	0,67	0,81	1,1	1,6	1,9	0,18	0,21	0,26	0,37	0,67	0,37	33	32
0,6	0,97	1,2	1,6	2,3	2,8	0,25	0,29	0,36	0,52	0,97	0,52	34	32
0,7	1,35	1,65	2,2	3,2	3,9	0,34	0,40	0,48	0,70	1,35	0,70	35	32
0,8	1,7	2,1	2,8	4,0	4,8	0,45	0,53	0,64	0,93	1,7	0,95	36	33
0,9	2,2	2,7	3,6	5,2	6,2	0,57	0,67	0,82	1,18	2,2	1,20	37	34
1,0	2,7	3,3	4,5	6,4	7,6	0,7	0,82	1,0	1,45	2,7	1,45	38	35
1,5	6,0	7,3	10	14	17	1,6	1,9	2,3	3,3	6	3,3	47	40
2,0	11	14	18	26	31	2,8	3,3	4,0	5,8	11	5,8	61	48
2,5	17	21	28	40	48	4,4	5,2	6,3	9,1	17	9,1	78	58
3,0	25	30	41	60	70	6,3	7,4	9	13	25	13	100	71
3,5	33	40	55	78	93	8,5	10	12	18	33	18	123	85
4,0	43	52	70	100	120	11	13	16	23	42	23	150	100
4,5	55	67	90	130	160	14	21	26	37	55	37	190	120
5,0	67	82	110	160	190	18	29	36	52	67	52	220	140

Tabell nr. 3
Diagram över manometrisk sughöjd med vattentemperatur upp till 100 °C

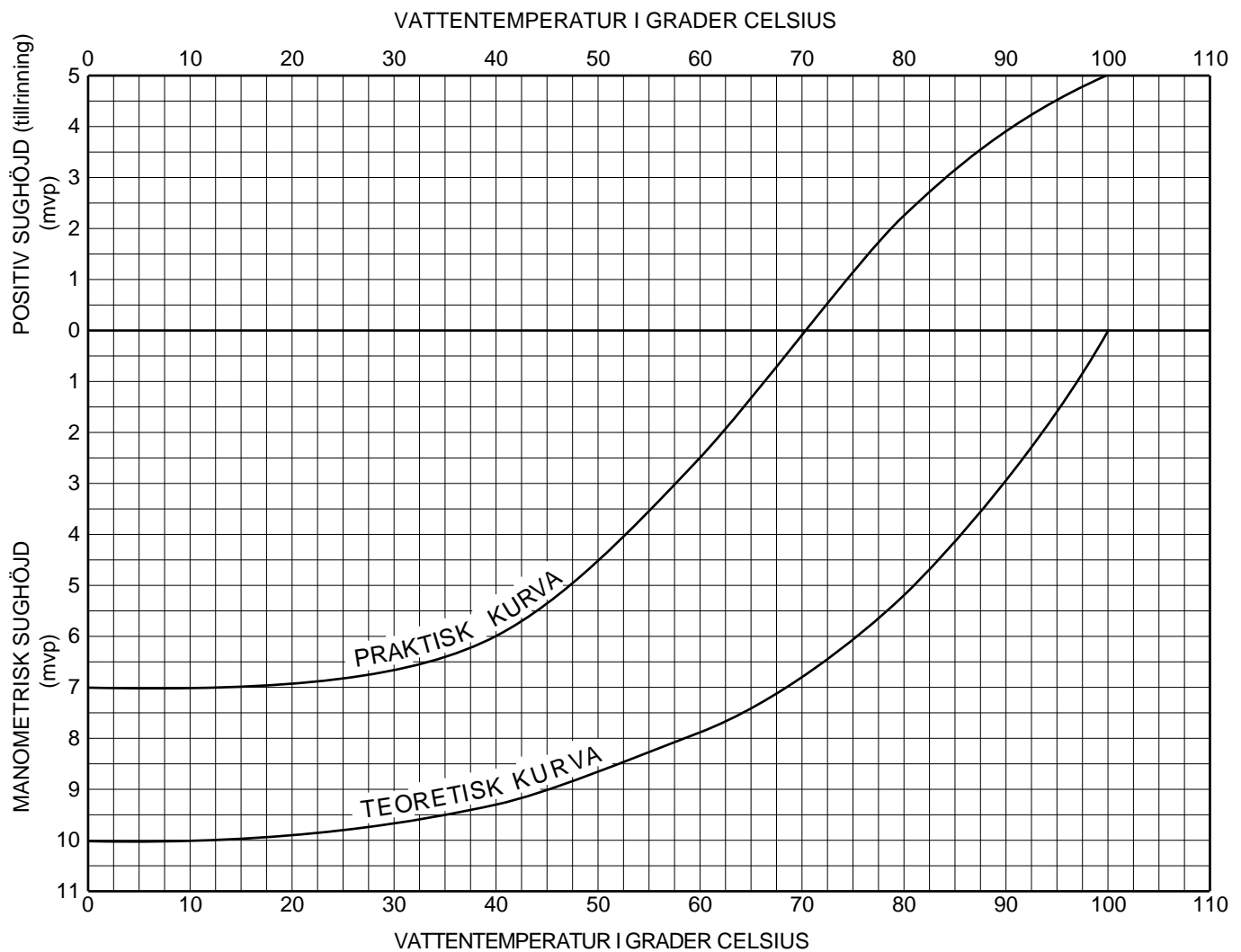


Diagram refererar till pump med manometrisk sughöjd av 7 mvp. vid 20 °C