

Beregning af en efterføder uden brug af en computer

Af Herbert Wolthoorn, Foseco AB

Tager man udgangspunkt i godsets modul er beregningen af efterføderens dimensioner ganske enkelt. Selve modulberegningen kan udføres på mange måder; en beregning af modulet uden brug af avancerede hjælpemidler er allerede omtalt i STØBERIET nr. 2, 2012.

Da metallet i en efterføder i princippet skal være længere flydende end det gods, den skal efterføde, skal efterføderen have et modul, der er større end godsmodul. Da ikke hele den beregnede efterføder er 100% effektiv, vælges i de fleste tilfælde et efterfødermodul, der er 20 % større end godsmodul.

Udformningen af efterføderen skal vælges således, at modulet, det vil sige forholdet volumen/areal, er optimalt. En kugleform har i så henseende det optimale forhold, men kan være vanskeligere at fremstille end for eksempel en cylindrisk efterføder. Ved horisontal formning kan der også opstå formpraktiske vanskeligheder med slip og opstampning omkring en kugleformet efterføder. Derfor, og især til horisontalt delte forme, anvendes ofte cylindriske efterfødere, hvor højden er typisk 1,2 – 1,5 gange diameter. Da modulet for en cylinder er $d/4$, bliver føderens diameter 4 x modulet.

Hvis godsmodul for eksempel er 2 cm, bliver efterføderens modul med 20 % sikkerhedstillæg $1,2 \times 2 \text{ cm} = 2,4 \text{ cm}$. Efterføderens diameter bliver $2,4 \times 4 = 9,6 \text{ cm}$. Efterføderens højde bliver 1,2 -1,5 gange diameter, og hvis der for eksempel vælges faktor 1,3 bliver højden $1,3 \times 9,6 \text{ cm} = 12,5 \text{ cm}$.

Med anvendelse af det nødvendige modelslip er det nu nemt at fremstille en naturefterføder. Vær opmærksom på, at blinde efterfødere bør udformes med et hak

eller lignende i toppen. Metallet omkring dette hak danner ikke så hurtigt et fast skal og derved undgås, at toppen størkner for hurtigt. Dette sikrer, at atmosfæretrykket forsat kan virke på metallet i efterføderen og trykke metallet i støbegodset. Den endelige efterføder kan se ud som vist på fig. 1.

Det er også muligt at anvende en isolerende og/eller eksotermisk efterføder. En sådan efterføder, der kan modsvare den formentlige naturføder skal derfor også have et modul på 2,4 cm. Hvis der for eksempel vælges en Kalminex efterføder fra Foseco, findes i tabellen (fig. 2) en modul på 2,5 svarende til ZP 9/12K. Denne efterføder har en indvendig diameter på 81 mm og en indvendig højde på 104,5 mm. Voluminet er 0,58 dm³. Til sammenligning har naturføderen et volumen på ca. 0,90 dm³, hvilket er 55 % større.

Udover at være længere flydende end godset skal efterføderen især kunne efterføde godset tilstrækkeligt. For eksempel svinder støbejern 2-3 %, aluminiumlegeringer 4-8 % mens stål svinder op til 10 %. Nøjagtige værdier kan findes i forskellige tabeller eller erhverves ved praktiske erfaringer i eget støberi.

Den modulmæssigt beregnede efterføder skal altså kunne kompensere for svindet i den del af godset, den skal efterføde. Hvis den del udgør for eksempel 40 kg og svindet er 3 %, så skal efterføderens effektive kapacitet være 1,2 kg. En naturføder kan effektivt efterføde ca. 10-15 % af sin vægt, mens en Kalminex ca. 33 % af sin vægt. Ved anvendelse af en naturføder kræves til 40 kg gods 1,2 kg divideret med 15 % er lig med 8 kg, mens en Kalminex kræver 1,2kg divideret med 33% er lig

med 3,6 kg. Den valgte naturføder og ZP 9/12K har voluminer på hhv. 0,90 og 0,58 dm³, hvilket svarer til hhv. 6,2 og 4 kg. Begge efterfødere er således både modul- og efterfødningsmæssige korrekt dimensioneret. Hvis efterfødningsvoluminet er for lille, skal der vælges en større efterføder eller der skal anvendes flere efterfødere.

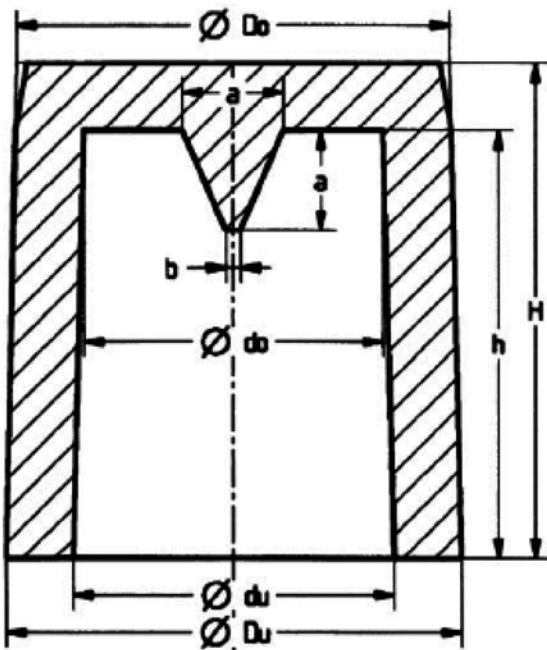
Den næste opgave er at dimensionere en korrekt efterføderhals. Halsen skal være åben længe nok til at sikre en effektiv efterføding af godset, men den skal heller ikke størkne for sent. Ofte anvendes en hals med et modul, der er 10 % større end godsets modul. En firkantet hals med siderne a har et modul på $a/4$. Halsens sider bliver i så fald 4.a. En efterføder bør ikke placeres for tæt for godset, da der i så fald kan opstå en uønsket varmepåvirkning (hotspot) omkring halsen, som medfører at halsen størkner for langsomt. Dette kan medføre, at sugningen lægger sig i godset lige under halsen. Derfor anvendes ofte den praktiske erfaringer ved dimensionering af halsen.



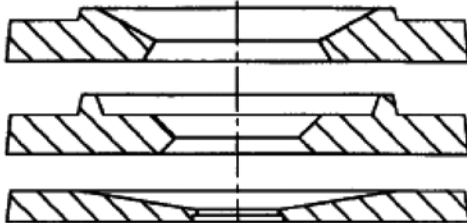
Fig. 1: Naturføder



KALMINEX® 2000 FOSECO



Williamskärna, dimensioner (mm)		
Typ	a	b
ZP 3,5/ 5KE	12	2
ZP 3,5/ 5K	12	2
ZP 4/ 5 K	-	-
ZP 4/ 7 KE	14	2
ZP 4/ 7 K	14	2
ZP 4/95 K	14	2
ZP 5/ 8 K	16	2
ZP 6/ 9 K	18	2
ZP 6/12 K	20	2
ZP 7/10 K	20	3
ZP 8/11 K	22	3
ZP 9/12 K	24	3
ZP 10/13 K	26	3
ZP 12/15 K	28	3

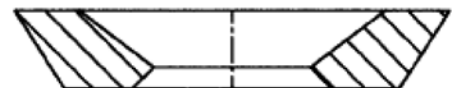


Standard kragkärna för stålgiutgods (../11)

Standard kragkärna för järngiutgods (../14)

Keramisk kragkärna för järngiutgods (../11K)

Standard "neck-down" kragkärna för järn- och stålgiutgods (../31)



KALMINEX 2000 Insticksmatrare

Typ	Modul (cm)		Nominella dimensioner (mm)						Volym (dm ³)	Emballage (antal)	
	Klx 2000	geom.*	du	Du	do	Do	h	H		utan kragk.	med kragk.
ZP 3,5/5 KE	ca 1,0	ca 0,6	35,0	47,5	30,5	44,0	39,5	49,5	0,03	5824	5824
ZP 3,5/5 K	ca 1,0	ca 0,6	35,0	53,0	30,5	49,0	39,5	49,5	0,03	4480	4480
ZP 4/5 K	ca 1,0	ca 0,6	41,5	59,0	37,5	56,0	40,0	52,0	0,04	3528	3528
ZP 4/7 KE	1,20	0,75	41,5	58,5	35,5	53,0	64,0	71,5	0,07	2680	
ZP 4/7 K	1,20	0,75	41,5	62,5	35,5	59,0	63,0	71,5	0,07	2120	1908
ZP 4/95 K	1,30	0,80	42,5	63,0	36,0	59,0	85,0	97,0	0,10	1696	1484
ZP 5/8 K	1,50	0,95	52,0	73,5	48,0	70,0	70,0	80,0	0,13	1440	1280
ZP 6/9 K	1,70	1,05	57,5	80,0	52,5	76,0	78,5	91,0	0,18	1056	924
ZP 6/12 K	1,80	1,10	58,5	79,0	50,0	73,0	105,0	116,5	0,25	792	792
ZP 7/10 K	2,00	1,25	69,5	94,0	65,0	89,5	87,0	99,0	0,30	672	672
ZP 8/11 K	2,25	1,40	79,0	102,0	71,5	99,0	96,5	108,0	0,42	560	480
ZP 9/12 K	2,50	1,55	89,0	115,0	81,0	110,0	104,5	120,0	0,58	360	360
ZP 10/13 K	2,80	1,75	97,0	127,5	91,0	119,5	118,0	133,0	0,80	288	240
ZP 12/15 K	3,20	2,00	118,0	154,5	112,0	148,0	130,0	150,0	1,35	160	160

* geom = sandmatrare

Fig. 2: Tekniske data for eksotermiske efterfødere

At halsen størkner på det rigtige tidspunkt er især vigtigt for støbejern. Under det primære svind skal halsen være åben længe nok til at kunne efterføde tilstrækkeligt, men den skal størkne før grafitekspansionen begynder. På denne måde kan der opbygges et indvendigt tryk i godset, som un-

der den efterfølgende sekundære svind er med til at hindre mikroporøsiteter. Da dette størkningsforløb er afhængigt af faktorer såsom metallurgisk kvalitet, materialesammensætning og -behandling, formmateriale og støbetemperatur, og da disse faktorer ikke altid kan styres helt præcist,

kan det virke umuligt at beregne en efterføderhals, der størkner lige på det rigtige tidspunkt. Så også her spiller praktisk erfaring en stor rolle.

Sammenfattende kan siges, at udformningen og beregningen af en efterføder er ganske ukompliceret. Ud fra godsets modul ganges

og divideres med erfaringsmæssige konstanter indtil de korrekte dimensioner er opnået. Fig. 3. viser princippet i denne fremgangsmåde. Herefter fremstilles efterføderen som naturmodel eller den vælges fra leverandørens datablade. Den teoretiske beregning garanterer dog ikke, at efterføderen virker perfekt. Forhold, som påvirker godsets svind er jo talrige og kan ikke altid styres fuldstændigt. Praktiske erfaringer gør, at støberiet i de fleste situationer ved, hvordan den beregnede efterføder skal tilpasses de praktiske forhold. Og støberiet ved som regel også, hvordan efterføder skal tilpasses, hvis der efterfølgende konstateres fejl i støbegodset. Efterfødning er blandt støberiernes vanskeligste opgaver, men hvis de teoretiske efterføderberegninger anvendes konsekvent til fremstilling eller valg af efterfødere, bliver sandsynligheden for gods uden sugninger forbedret.

$M_g : M_h : M_f = 1 : 1,1 : 1,2$
 $D_f = 4 \cdot M_f ; H_f = 1,2 - 1,5 \cdot D_f$
 $W_f = W_g / \% \text{svind} \cdot \% \text{effektiv efterføderkapacitet.}$
 $a = 4 \cdot M_h$

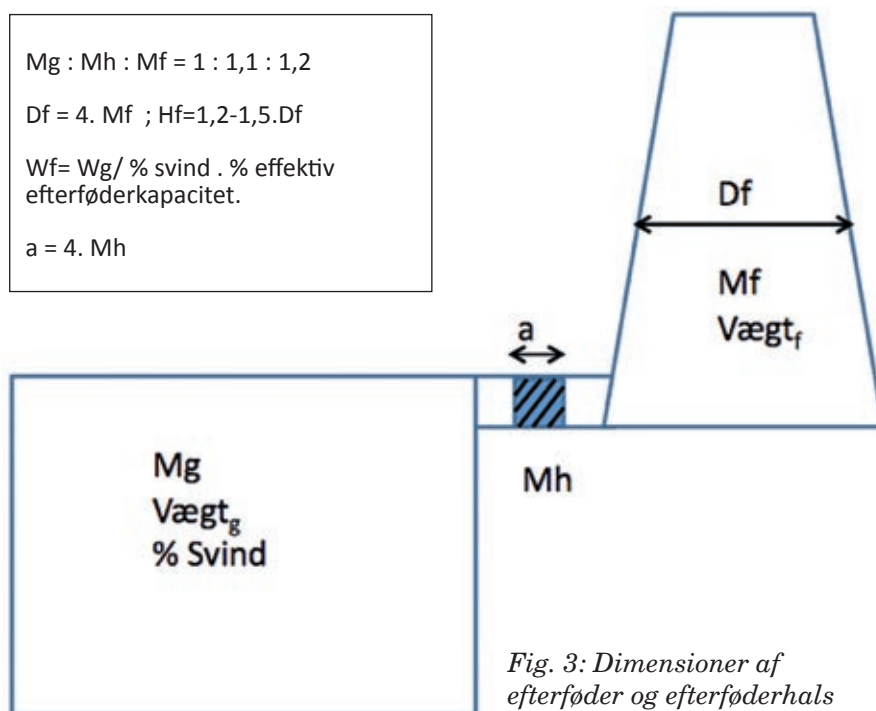


Fig. 3: Dimensioner af efterføder og efterføderhals