

BEREKENING Time Area

Door Arno Koch

Blair is niet de "uitvinder" van het begrip Time-Area, maar heeft dit begrip wel verder uitgewerkt en veel metingen verricht om deze breed toepasbaar te maken. Formules en afleidingen zijn in zijn boek (laatste druk) te vinden op pagina's 360, 416, 417 en 424. In programma's worden vaak ingewikkelde wiskundige formules en constructies bedacht om de T-A van een poortvorm uit te kunnen rekenen. Daarom heb ik een JBF-methode bedacht om in Excel op eenvoudige en redelijk nauwkeurige wijze de TA te kunnen bepalen.

Time area is de tijdsduur dat een bepaald oppervlak voor doorstroming beschikbaar is. Met andere woorden: het is een maat, die aangeeft hoeveel gasvolume er door een poort kan stromen bij een bepaald toerental. De hoeveelheid volume geeft dan natuurlijk een bepaald vermogen.

De time area is misschien het makkelijkst uit te leggen met een klein voorbeeld. Stel je hebt een vat met een opening van 10 mm^2 , die door een schuif is afgesloten. Deze schuif houd je voor 0,2 seconden open. De Time Area is dan $0,2 \text{ s} \times 10 \text{ mm}^2 = 2 \text{ s-mm}^2$. Als je in het vat een gas onder druk hebt opgeslagen, is het duidelijk, dat de grootte van de T-A een maat is voor de hoeveelheid gas, die tijdens de openingstijd van de schuif uit het vat kan stromen.

Bij een tweetactcilinder is het principe hetzelfde. Alleen is het berekenen een stuk ingewikkelder omdat de zuiger door het krukasmechanisme geen eenparige beweging heeft en de afmetingen van de poorten vaak ingewikkeld zijn. Denk aan meerdere poorten, W-poorten, ovale vormen en verschoven openen.

Nu kan je je wel alles exact wiskundig willen gaan berekenen, maar er is een praktische en minder ingewikkelde manier, die toch tot goede resultaten leidt:

Wat je nodig hebt is een goede poortmap en wat rekenwerk in Excel. De formule voor T-A is:

$$\text{Time- Area (Asvc)} = \frac{2 \times \Sigma (A_{\theta} \times \Delta\theta)}{(6 \times \text{cilinderinhoud} \times \text{toerental})} \quad [\text{s-mm}^2/\text{cm}^3]$$

Hierbij is A_{θ} het gehele geopende poortoppervlak bij hoek θ . Te begrijpen, omdat dit het oppervlakte is, dat een bepaalde tijdsduur (bepaald door $\Delta\theta$) openstaat. Omdat je steeds stapjes van een millimeter neemt, is de oppervlakte van dat stapje de poortbreedte $\times 1$ in mm^2 . Het openstaande poortoppervlak A_{θ} is dan de som van alle oppervlaktes van de voorgaande stapjes.

Voor $\Delta\theta$ moet je steeds per positie uitrekenen hoeveel graden doorlopen is voor diezelfde stap van 1 mm. Door het kruk-drijfslag mechanisme zal deze waarde per stapje anders zijn. Voor die positie kan je nu ook $A_{\theta} \times \Delta\theta$ uitrekenen. Als je alle waarden $A_{\theta} \times \Delta\theta$ bij elkaar optelt krijg je $\Sigma (A_{\theta} \times \Delta\theta)$ en kan je de formule voor de T-A waarde invullen.

In de spreadsheet staat hierbij een symboolfout $A_{\Delta\theta}$ moet zijn A_{θ} . De berekening is wel in orde! (met dank aan AB-tuning)

Voor het bepalen van de T-A maak je een poortmap en verdeel je van boven naar beneden de slag in mm's. Meet per mm slag de breedte van de poort en zet deze drie waarden in de Excel tabel.

Door Arno Koch

<http://2stroke-tuning.nl>

Met de verkregen T-A waarde kan je nu uitrekenen welke gemiddelde effectieve druk (Bmep) haalbaar is.

Hiervoor zijn de volgende empirische (duur woord voor proefondervindelijk) formules:

$$\text{Bmep uitlaat} = 1050 \times \text{A}_{\text{svc}} - 5,975$$

$$\text{Bmep blowdown} = 8187 \times \text{A}_{\text{svc}} + 1,75$$

$$\text{Bmep spoelp high} = 2400 \times \text{A}_{\text{svc}} - 9,66$$

$$\text{Bmep spoelp low} = 587 \times \text{A}_{\text{svc}} + 0,128$$

Berekening van het vermogen in Kw:

$$\text{Kw} = 3,14 \times \text{boring}^2 \times \text{Bmep} \times 10 \times 0,04 \times \text{rpm}/24$$

Van Kw naar pk's:

$$\text{pk} = 1,34 \times \text{kW}$$

Nu kan je als je te lage toerentallen kiest bizarre Bmep's en pk's krijgen. Dus je kan het beste uitgaan van haalbare bkep waardes van ca 9 – 11 Bar.

Als de TA waarde niet voldoende groot is, wijzig je de poortmap en doe je de berekening opnieuw. Is de waarde uiteindelijk naar tevredenheid, dan ga je je cilinder overeenkomstig tunen. Let wel op TA is niet zaligmakend. De timing is zeker zo belangrijk.

Bijkomend rekenwerk:

Omdat de poortbreedtes boogmaten zijn, moet je deze omzetten naar overhoekse maten. Dit gaat alleen goed met de uitlaatpoort(en) omdat deze netjes symetrisch is. Voor de spoelpoorten neem je gewoon de effectieve maat van het kanaal zelf.

$$\text{Overhoekse maat} = \text{boring} \times \text{SIN} (\text{boogmaat/boring})$$

Ook voor poorten die met een verticale hoek de cilinder instromen moet je de effectieve maat uitrekenen.

Omrekenen van millimeter slag naar krukhoek gaat volgens de formule(cos regel)

$$\theta = \frac{180}{3.14} \times \text{BOOGCOS} \frac{(\text{Ldrijfstang} + 0,5 \times \text{slag} - \text{Lbdp})^2 + (0,5 \times \text{slag})^2 - \text{Ldrijfstang}^2}{2 \times (\text{Ldrijfstang} + 0,5 \times \text{slag} - \text{Lbdp}) \times 20}$$

Hierin is:

Ldrijfstang = drijfstanglengte

Lbdp = maat vanaf het bovenste dode punt (let op evt. deckheight)

Door Arno Koch

<http://2stroke-tuning.nl>