

Tailpijp

Arkel, 19-5-2007

“Wanneer stop je weer wat tweetakttechniek in je columns?” Vroeger (héél vroeger, toen we nog geen milieu hadden) was dat mijn favoriete onderwerp en de veteranen die zich dat nog herinneren, vragen er nu nog steeds om.

Tja, er zijn een paar dingen veranderd. Ten eerste kon ik vroeger naar hartelust schrijven over mijn eigen ideeën, maar nu moet ik rekening houden met de vertrouwelijke informatie uit Italië. Ten tweede ben ik met deze columns begonnen om beginnende coureurs op gang te helpen, en daar is meer voor nodig dan alleen techniek. En ten derde is een column niet echt geschikt voor technische onderwerpen. Ik kan er geen foto's en geen tekeningen in kwijt, en als de hele column vol met cijfertjes en formules komt te staan, leest niemand hem meer uit. Let maar op.

Fietspomp

Ik wou het ditmaal eens met jullie hebben over de tailpijp. Je weet wel, dat pijpje aan het eind van je uitlaat, waar al die CO₂ uit komt die volgens de politiek de schuld is van de vroege zomer dit jaar.

In de expansiepijp van een racetweetakt gebeurt het zoiets als in een fietspomp. Daar duw je een pompzuiger omlaag, en die kan op en neer veren op de luchtdruk onder die zuiger. Dat veren gaat het beste als je de slang helemaal dicht houdt. Bij een expansiepijp heb je een voorbocht waar het uitlaatgas met pakweg 700 km per uur doorheen stroomt. Die bewegende kolom uitlaatgas vormt ook een soort zuiger die heen en weer veert op de gasdruk in het dikke deel van de expansiepijp. En ook hier gaat dat veren het beste als de tailpijp helemaal dicht is. Alleen wil dan je motor niet meer lopen, dus we moeten een compromis vinden.

Nou, dat heb ik gevonden, en het is heel eenvoudig. De optimale tailpijpdiameter is 3,06 x de wortel uit het krukasvermogen. Simpel hè? Cilinderinhoud, toerental, soort brandstof, maakt allemaal niet uit. Het hangt alleen maar van het vermogen af.

Heet

In een vorige column heb ik gezegd dat je niks hebt aan krukasvermogen, maar toen ging het over acceleratie. Ditmaal gaat het over de hoeveelheid uitlaatgas die je motor produceert, en die gaat gelijkop met het krukasvermogen.

Als jullie een motor meten, is dat meestal op een rollenbank, aan het achterwiel dus. Dat is wel gemakkelijk, maar niet echt nauwkeurig. Je achterband wordt heet door de vervorming, en die vervorming is afhankelijk van de kracht waarmee de band op de rol wordt geduwd, en van de bandenspanning. En die bandenspanning verandert weer als je band heter wordt...

Gemiddeld gaat er een procent of vijf van het vermogen verloren vanwege de bandvervorming. Bij een superbike kan dat dus wel 8 pk zijn, ofwel bijna 6 kiloWatt. Geen wonder dat zo'n achterband heet wordt.

De ketting geeft ook nog eens 5 % verlies. Als je daar aan de versnellingsbak-kant honderd pk in stopt, komt er maar 95 pk terecht bij het achterwiel; de rest gaat als warmte in je ketting zitten. Elke baco die ooit met blote handen een gebroken ketting heeft opgeraapt, weet dat. Een onvergetelijke ervaring noemen ze zoiets.

Klein

Net als een ketting heeft ook een tandwieloverbrenging 5 % verlies; ook daar heb je een rendement van ongeveer 95 % (als het tenminste geen hypoïdvertanding is zoals bij een cardan, want die heeft een veel slechter rendement).

Als je één pk aan de krukas hebt, komt daarvan via de primaire overbrenging 95 % terecht bij de ingaande as van de versnellingsbak. Van die 95 % hou je weer 95 % over bij de uitgaande as van de bak. Daarvan hou je nog 95 % over aan het eind van de ketting, en dáárvan komt 95 % op straat of aan de rol van de testbank.

Wat je overhoudt van die ene krukas-pk is dus $0,95 \times 0,95 \times 0,95 \times 0,95 \times 1 = 0,815$ pk aan de rol. De rest is pleite; die is in de vorm van warmte in de versnellingsbak-olie, in de ketting en in de achterband gaan zitten.

Omdat we vanwege de tailpijp het krukasvermogen willen weten, moeten we terugrekenen vanaf de testbank-rol naar de krukas toe.

Tussen haakjes: sommige testbanken, Dynojet bijvoorbeeld, rekenen uit zichzelf al een beetje terug. Als zo'n bank 100 pk meet aan de rol, zegt-ie dat je er 110 hebt.

Maar die 110 pk zijn dan versnellingsbak-pk's, geen rol-pk's.

Stel, we hebben een Expi-motor die 18 pk aan de rol levert (maar dan moet je wel zeker weten dat het echte geijkte rol-pk's zijn en geen opgepoetste dynojet-pk's).

Aan de krukas heb je dan 18 gedeeld door $0,815 = 22,09$ pk.

De tailpijpdiameter wordt dan $3,06 \times \text{wortel}(22,09) = 14,4$ mm. Klein hè ?

Busje

Het is niet verstandig om je hele tailpijp zo dun te maken. Er komt op den duur een beetje koolaanslag in, of een deukje, en dan is-ie echt te nauw en dan wordt je motor te heet. Het is beter om een wijde pijp van pakweg 17 of 18 mm te gebruiken en alleen plaatselijk zo'n nauwe diameter te maken door middel van een verwisselbaar busje tussen de eindconus en de tailpijp, dan kun je daar ook nog mee experimenteren.

Een praktische tip tussendoor: zo'n busje wil wel eens vast gaan zitten door koolaanslag. De handigste manier om het dan los te trekken is met een uitlaatveer waarvan je één haakje zo ver open buigt, dat het net niet meer door het busje past. Als je het er dan met een beetje geweld toch doorheen duwt en vervolgens aan de veer gaat trekken, zet dat uitgebogen haakje zich schrap als een weerhaak en trek je het busje er zo uit.

Ook voor viertakten

De tailpijpdiameter zoals we die zojuist hebben berekend, geldt ook voor viertakten als minimale diameter. Groter mag wel bij een viertakt, kleiner mag niet.

Kijk maar eens naar de twee 'schoorstenen' van een Formule Eén-auto. Die hebben op hun nauwste punt een diameter van ongeveer 60 mm. Het vermogen dat daar doorheen kan, is $(60 / 3,06)^2$, ofwel 384 pk per pijp; in totaal dus 768 pk. Dat halen ze momenteel nog niet helemaal, maar met ruim 720 pk zitten ze toch in de buurt.

Nu we toch aan het rekenen zijn: ik zie bij mij in de buurt af en toe een gepimpte zwarte Honda CRX coupé rijden waarbij de uitlaat eindigt in twee indrukwekkende tailpijpen van elk tien centimeter diameter, samen dus goed voor 2136 pk. De CRX is dan ook bekend om zijn acceleratie: in acht seconden van nul tot invordering.

Frits Overmars