

**Auto & Motor  
TECHNIEK**

© **WWW.AMT.NL** - Dé internetsite voor de Automotive Professional

# Honda maakt indruk met eigen dieselmotor

# Voorbeeld diesel

Lange tijd moest Honda niets weten van een dieselmotor in zijn sportief getinte personenauto's. Daar is nu verandering in gekomen. Voor de nieuwe Accord ontwikkelde Honda een voorbeeldige zelfontbrander. Deze 'intelligent Creative Turbo Direct injection', kortweg i-CTDi diesel zit vol met intelligente en creatieve ideeën.



Honda heeft alle hulpapparatuur en het oliefilter rechts naast en voor de motor ondergebracht. Onder het geluidsisolatiedeksel zit het inlaatspruitstuk achter de radiator. Het uitlaatspruitstuk zit bij het schutbord.

buiten de kom in de cilinder terecht kwam. Al met al zorgde de uniforme lucht/brandstofverhouding voor een lage verbrandingstempera-

Als we het geschiedenisboek opslaan, komen we verschillende dieselmotoren van Honda tegen. Daarbij gaat het om industrie- en agritrekker-motoren. De ontwikkeling van eigen dieselmotoren voor auto's begint eind negentiger jaren. Honda's motorenontwikkelaar Kenichi Nagahiro begon met een bijzondere 1.6 liter turbodiesel voor de Civic. Goed, het werd een aangepaste Isuzu-motor, maar het eigen Honda-blok groeide uit tot de 2.2 liter motor voor de Accord. De Civic dieselmotor zou met 3,4 liter brandstof per 100 km (volgens de Europese rijcyclus) genoeg nemen. Bij 4000 t/min leverde de 1.6 51,5 kW en van 1600 tot 3000 t/min bedroeg het koppel 170 Nm. De gemiddelde effectieve druk was met 13,4 bar niet erg hoog. Het ging om een volledig van aluminium gegoten blok met ingegoten gietijzeren voeringen dat slechts 117,5 kg woog. Bovendien waren de afmetingen kleiner dan die van de toenmalige 1.3 liter benzinemotoren. Opvallend is dat het voertuig met deze dieselmotor in 1999 al voldeed aan de strenge Euro4 emissie-eisen van 2005.

## Zuinig én schoon

De vraag is: hoe kreeg Honda het voor elkaar een zuinige én 'schone' dieselmotor te ontwer-

pen? Er werd een bijzonder inlaatsysteem toegepast met een 'wervelklep' in het toevoerkanal naar het spruitstuk dat vier van de acht inlaatkleppen van lucht voorzag. Honda ontwikkelde een eigen verbrandingsverloop dat bij lage belasting voor een goede menging en verdamping van brandstof zorgde. Er werd ook veel aandacht geschonken aan de brandstof die

De common rail ligt bovenop het inlaatspruitstuk. De verstuivers staan centraal in de cilinders. Ook de gloeibougies zitten aan de inlaatzijde. Rechtsboven is het brandstoffilter zichtbaar.



tuur met lage NO<sub>x</sub>-emissies als gevolg. Een elektrisch bediende EGR-klep hielp mee de NO<sub>x</sub>-uitwerp laag te houden.

In het uitlaatsysteem zat een oxidatiekatalysator vlak na de turbocompressor met verstelbare leidschoepen en er was een de-NO<sub>x</sub> katalysator achter de oxikat geplaatst. Denso leverde het common rail inspuitsysteem dat naast de hoofdinspuiting alleen één voorinspuiting verzorgde.

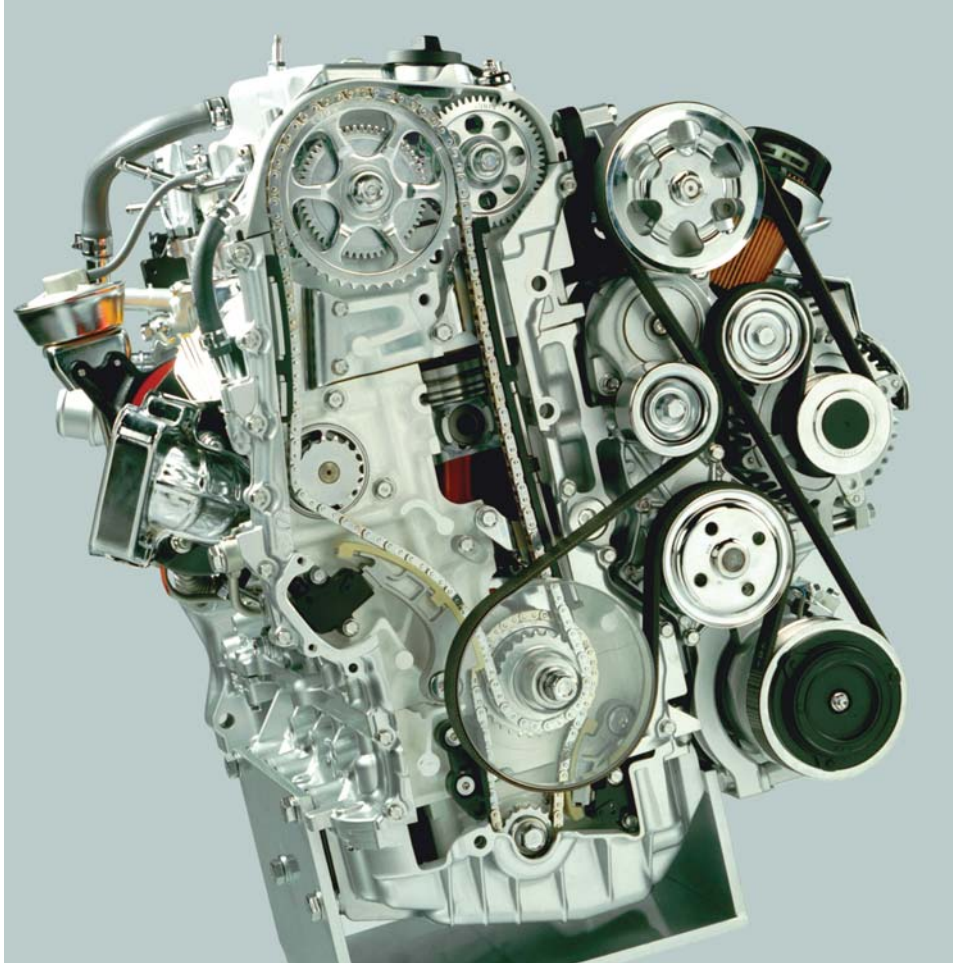
Waarom alles in de verleden tijd staat? Omdat de 1.6 liter motor er niet gekomen is. Waarom dan daarover geschreven? Omdat de nieuwe 2.2 liter diesel op details na precies zo in elkaar zit als zijn kleinere voorganger. Kennelijk heeft Nagahiro's team goed werk geleverd, al zal het laatste woord aan de praktijk zijn. Maar Honda houdt kennelijk vast aan de ingeslagen weg. Die weg is heel interessant en de moeite van het bekijken waard.

### Licht en compact

Opvallend aan Honda's nieuwe dieselmotor zijn de compacte afmetingen en het lage gewicht. Dit is bereikt door een gesloten dek aluminium constructie en slim geplaatste hulpapparatuur. De boring en slag bedragen 85x97,1 mm en de dam tussen de cilinders is slechts 9 mm. Dat is 1 mm minder dan bij de driecilinder VW Lupo met aluminium blok en 2 mm meer dan bij het gietijzeren BMW-dieselmotorblok. Het motorblok weegt kaal 34,7 kg, dat is 10 kg minder dan het gietijzeren blok van de BMW 320d. Het 2.2 liter Accord-benzineblok weegt 6,1 kg minder dan het Accord-dieselmotorblok. Dit zijn de gewichten inclusief hoofdlagerkappen. Kijken we naar de hoogte van het motorblok inclusief de hoofdlagerkappen dan komt de Accord-diesel op 322 mm, de BMW op 345 mm en de Accord-benzine op 272 mm. Bedenk daarbij dat de Honda-diesel een slag heeft van 97,1 tegen slechts 90 mm bij de BMW en 99 mm bij de 2.4 liter benzinemotor.

Het duurt volgens Honda 140 seconden om een blok te gieten, dat is net zo lang als bij een gietijzeren blok. De gietijzeren cilinders en hoofdlagerkappen worden in een zandkern geplaatst. Het gesmolten aluminium wordt sterk door elkaar geroerd vlak voor het gieten in de mal. Daardoor wordt bereikt dat het materiaal dat vaste deeltjes bevat, homogeen wordt en dat de fijne deeltjes rond van vorm worden. In 0,4 seconde wordt de kern volgegoten bij een relatief lage temperatuur van 600 °C. Het materiaal krimpt daardoor minder zodat de maatvoering goed blijft.

Een ruimtebesparende maatregel is de torsietrillingsdemper die tevens dienstdoet als poly-V-snaar poelie. Ook de distributie met een enkelvoudige rollenketting vraagt weinig ruimte. Alle hulpapparatuur is naast de motor onder het inlaatsysteem geplaatst terwijl de hogedruk pomp boven de transmissie ruimte vond. Ongewoon voor Honda is het hoog



De uitlaatkokkenas wordt door een speciale enkelvoudige rollenketting aangedreven. Het kleine kettingwiel links in de kettingloop drijft de vacuümpomp aan. Eén van de balansassen wordt door een rollenketting aangedreven. De inlaatkokkenas en de tweede balansas worden door tandwielen aangedreven. Let op de poly-V-snaar naar de hulpapparatuur.

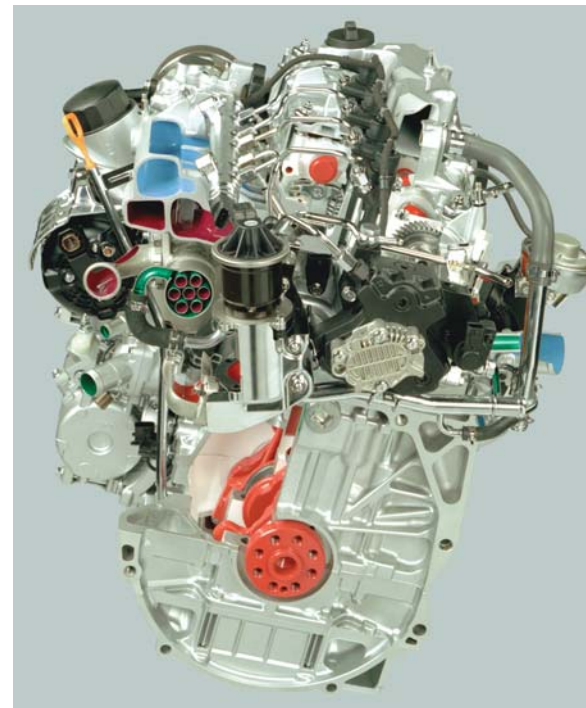
Links zit de inlaatkant achter de radiator. Het inlaatspruitstuk bestaat uit een bovendeel (blauw) en een benedendeel (rood) die elk naar vier inlaatkleppen gaan. Onder het spruitstuk is de EGR-koeler te zien.

geplaatste oliefilter met een uitneembaar filterelement.

### Voldoet aan Euro4

Honda koos voor een 1600 bar Bosch common rail inspuitsysteem terwijl Mercedes-Benz zojuist naar 1800 bar is gegaan. Wat er niet is, kan dus nog komen. Met een compressieverhouding van 16,7:1 heeft Honda de laagste waarde van de moderne diesels. Dat betekent een lagere verbrandingstemperatuur, een lagere topdruk en een lagere NO<sub>x</sub>-uitwerp als andere invloedsfactoren gelijk zijn. Kennelijk zijn er geen koude startproblemen, mede dankzij moderne 'snelle' gloeibougies.

Honda gebruikt één voorinspuiting en een hoofdinspuiting om een optimaal verbrandingsverloop te verkrijgen met een aanvaardba-



re drukstijging per krukgraad. Voor zover uit het beschikbare materiaal valt op te maken zijn de verstuurers voorzien van zes gaatjes. Veel aandacht is gaan zitten in het stromingsgedrag in de cilinder. Alle uitlaatkleppen staan op een rij parallel aan de krukshartlijn. De inlaatkleppen liggen op twee lijnen parallel aan de krukshartlijn, vier kleppen zijn iets

## MOTOREN

Hightech diesel voor nieuwe Accord

dichterbij de uitlaatkleppen geplaatst om de wervel ('swirl') in de cilinder goed te kunnen sturen.

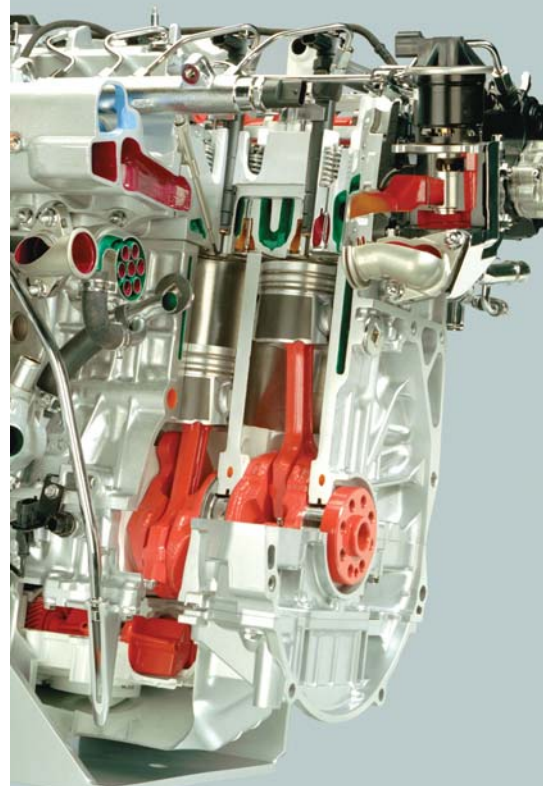
Deze vier kleppen worden door een eigen inlaatspruitstuk van lucht voorzien. In het toevoerkanaal naar dit spruitstuk zit een vlinderklep. Deze klep regelt continu de hoeveelheid lucht naar de vier inlaatkleppen. De wervelklep staat pas vanaf 2800 tot 3000 t/min vol open. De andere vier inlaatkleppen hebben ook een eigen inlaatspruitstuk. Alles met elkaar een duidelijke invloed van de benzinemotorontwerpers en afwijkend van het bekende dieselmotorontwerp. Er wordt tot 50% uitlaatgas gerecirculeerd dat via een koeler naar de cilinders wordt gestuurd. Een EGR-klep met een lineaire magneetklep is voorzien van twee zittingen die de grote hoeveelheid gas snel kunnen verwerken.

### Drie katalysatoren

In de uitlaat zit een oxidatiekatalysator en een dubbele  $\text{NO}_x$ -katalysator. Laatstgenoemden zijn zo gekozen om zowel bij lage als bij hoge uitlaatgastemperatuur een gunstige omzetting van

$\text{NO}_x$  te verkrijgen. De oxikat heeft een inhoud van 0,7 liter, de voorste de- $\text{NO}_x$ -kat 1,0 liter en de achterste 1,3 liter. Het gaat om metaalkatalysatoren die een materiaalafoliedikte hebben van 30  $\mu\text{m}$  om de bedrijfstemperatuur zo snel mogelijk te bereiken. De oxikat bevat 2,2 gram edelmetaal (platina), de de- $\text{NO}_x$ -kats respectievelijk 4,6 en 2,5 gram Pt. De hechtingslaag bestaat uit een zeoliet voorzien van platina als katalysator en er wordt onverbrande brandstof (HC) in opgeslagen. Cerium di-oxyde ( $\text{CeO}_2$ ) neemt  $\text{NO}_2$  op. De  $\text{NO}_2$  en de HC reageren met elkaar en vormen  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  en  $\text{CO}_2$ . De oxikat en de voorste de- $\text{NO}_x$ -kat zorgen samen voor een hoge  $\text{NO}_x$ -omzetting bij een relatief lage temperatuur. De tweede de- $\text{NO}_x$ -kat werkt beter bij een hogere temperatuur.

Honda heeft een roetfilter klaar om ook onder andere rij-omstandigheden dan die van de Europese rijcyclus de deeltjes-emissies te verminderen. Het gaat om een filter zonder apart additief. Het is Honda's bedoeling de 'schoonste' dieselmotor te fabriceren, want dan maakt de motor een kans in Amerika. Daar behoort de

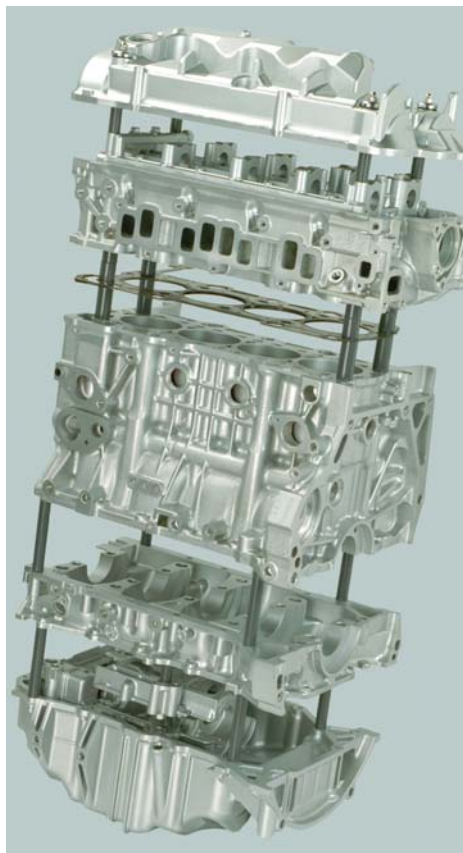


Tussen de twee nokkenassen zit de hogedruk brandstofpomp die via een tandwiel wordt aangedreven. Onder de pomp loopt de EGR-leiding die vanaf het uitlaatspruitstuk komt. De ongewone stand van de rechterdrijfstaaf wordt verklaard door de desaxiatie van de cilinders.

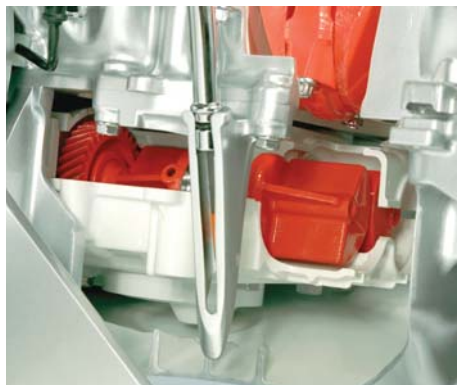
Accord tot één van de meest verkochte sedans. Voorlopig begint de productie rustig: het eerste jaar worden er 30.000 motoren gebouwd.

### Opmerkelijk stil

Er is veel aandacht besteed aan een lage geluidsproductie. Het motorblok zit stevig in elkaar en is voorzien van secundaire balansassen. Een tweemassavliegwiel en de reeds genoemde torsietrillingsdemper houden torsietrillingen weg van de transmissie en de hulpapparatuur. Voeg daar uitgekiende motorsteunen en een geluiddempend deksel aan toe en het beeld is compleet. Vergeet niet dat er ook het nodige aan het verbrandingsverloop is gedaan.



De hoofdonderdelen zijn uit aluminiumlegeringen vervaardigd. Let op de vier hooggeplaatste en vier laaggeplaatste inlaatkanalen. De krukshoofd-lagers zijn in een stijf ondercarter opgenomen.



De beide nokkenassen zitten in een huis dat voorkomt dat de contragewichten de smeerolie tot schuim kloppen.



De Garrett-turbine is voorzien van verstelbare leidschoepen die door onderdruk worden veresteld. De samengeperste lucht gaat vanaf de compressor naar een inlaatluchtkoeler.



Het inlaataanzuigdeel rechts bevat een klep die tot 2800 à 3000 t/min continu wordt veresteld om de gasbeweging in de cilinder te regelen. Onderaan zijn de RVS-pijpen van de EGR te zien.

Speciale gietijzeren cilinderbussen worden in een zandkern geplaatst, ze zorgen voor een grote mate van stijfheid. Let op de koelwateropeningen die de voeringen het uiterlijk van torens met kantelen geven.

### Topprestaties

Honda roemt de prestaties van de motor, vergeleken met z'n soortgenoten. Een koppel van 340 Nm bij 2000 t/min en 103 kW bij 4000 t/min beloven het één en ander. De gemiddelde effectieve druk bedraagt bij het maximum koppel 19,4 bar en is daarmee op het niveau van de concurrentie. De Garrett-turbocompressor heeft verstelbare leidschoepen dus moet de motor ook bij toerentallen beneden die van het maximum koppel goed opnemen.

### Ver op een liter

Honda zegt dat 5,4 l/100 km ofwel 1 liter op 18,5 km genoeg is om de Europese rijcyclus te rijden. Er wordt 143 g/km CO<sub>2</sub> geproduceerd door de sedan en 153 g/km door de Tourer. We zijn benieuwd naar het praktijkverbruik.

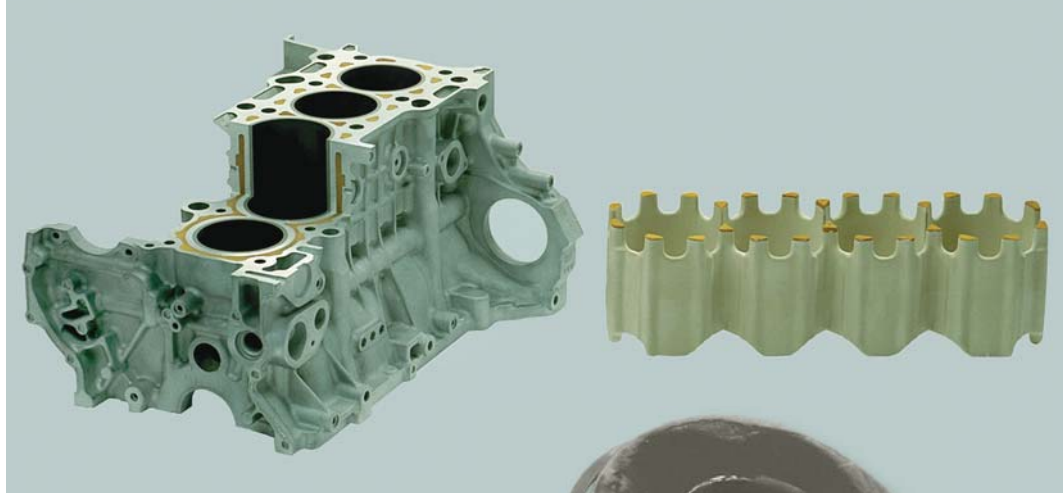
Er is veel aandacht besteed aan de verbranding bij deellast inclusief stationair draaien. Onder deze omstandigheden vindt de voorinspuiting plaats bij 25° voor BDP en begint de hoofdspuiting pas 2° na BDP en duurt tot 18° na BDP. De meeste brandstof wordt ingespoten bij 10° na BDP. Daarbij draait de motor met een homogene mengselvorming die een langzame verbranding tot gevolg heeft. De Homogenous Slow Combustion (HSC) zorgt voor een laag verbruik en een lage NO<sub>x</sub>-uitwerp.

Er is ook gelet op het mechanisch rendement van de motor. Zo wordt er een SAE 0W-30 ACEA B1 motorolie gebruikt en aanbevolen. Dat is in zoverre een opvallende aanbeveling omdat zo'n olie niet overal verkrijgbaar is, wel als SAE 0W-30 ACEA A3/B3 of B4. De verversingstermijn bedraagt 20.000 km. Voor de Civic met Isuzudieselmotor wordt alleen een SAE 5W-40 olie aanbevolen dus zit de Honda-dealer met een probleem. Gelukkig mag een 5W-40 ook in de Accord-diesel, maar dan is de motor niet zo zuinig.

Honda heeft de cilinderhartlijn 9 mm verzet om de leibaandruk van de zuiger te verminderen. Dat zorgt voor een hoger mechanisch rendement. Dit cilinder desaxeren komt bij de benzinemotoren van Toyota en Honda voor, bij een dieselmotor is het bijzonder. Ook de klepbediening loopt zo licht mogelijk mede door de naaldgelagerde rollen in de slepers.

### Meer bijzonderheden

De afbeeldingen tonen tal van technische details. Zo wordt de hogedruk inspuitpomp via de schuinvertande tandwielen aangedreven die ook de beide nokkenassen koppelen. Het is een stevige distributie die ook een hogedruk inspuitpomp met 1800 of meer bar aan kan.

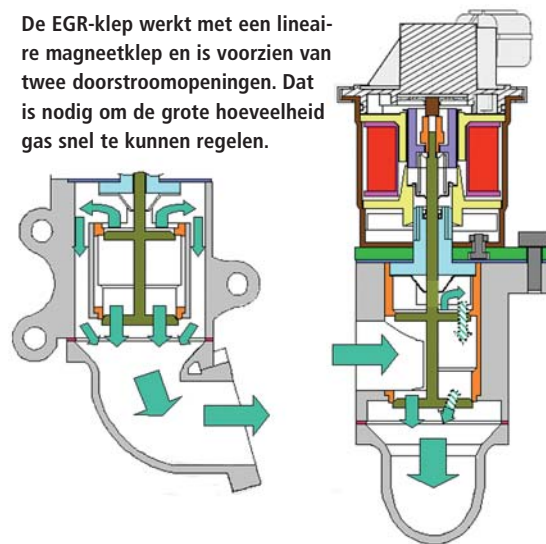


De uitlaatgassen die voor recirculatie worden gebruikt, gaan door een koeler. Door middel van de koelvloeistof van de motor worden de hete gassen gekoeld. Dat het om forse hoeveelheden uitlaatgas gaat, blijkt wel uit de diameter van de EGR-koeler.

De zuiger heeft een centraal geplaatste kom in de zuiger. De bovenste zuigerveer zit in een ingegoten sponning. De veerdammen zijn zo smal mogelijk gehouden. Op het hemd zit een Teflon-inloplaag. De zuiger is voorzien van een oliekoelkanaal.

Let ook op de forse vacuümpomp die door de nokkenas ketting wordt aangedreven. De onderdruk wordt gebruikt om de leidschoepen van de turbine en de wervelklep in het inlaatkanaal te verstellen. Uiteraard beslist de ECU over het moment, de tijdsduur en de mate van verstelling van de leidschoepen en de wervelklep.

De EGR-klep werkt met een lineaire magneetklep en is voorzien van twee doorstroomopeningen. Dat is nodig om de grote hoeveelheid gas snel te kunnen regelen.



### Ongewone interieurverwarming

In navolging van Toyota gebruikt Honda een Denso Hot Gas Heater (hete gaskachel) om het interieur te verwarmen. Het gecomprimeerde gas van de airco wordt via speciale elektromagnetisch bediende kleppen naar de kachelradiator geleid als de koelvloeistof van de motor koud is. Volgens Honda is het resultaat dat het interieur net zo snel opwarmt als bij een auto met een benzinemotor. Dat voorkomt één van de punten van kritiek op de moderne dieselmotor.

### Paul Klaver

Met tien fikse kopbouten zit de cilinderkop vast. De twee bovenliggende nokkenassen bedienen de kleppen door middel van slepers met een naaldgelagerde rol en hydraulische stelpluniers. Let op het inlaatspruitstuk met boven- en benedendeel. Opvallend zijn de op één rij geplaatste uitlaatkleppen en de versprongen inlaatkleppen.

