

Szabályozható hűtőfolyadék-szivattyúk

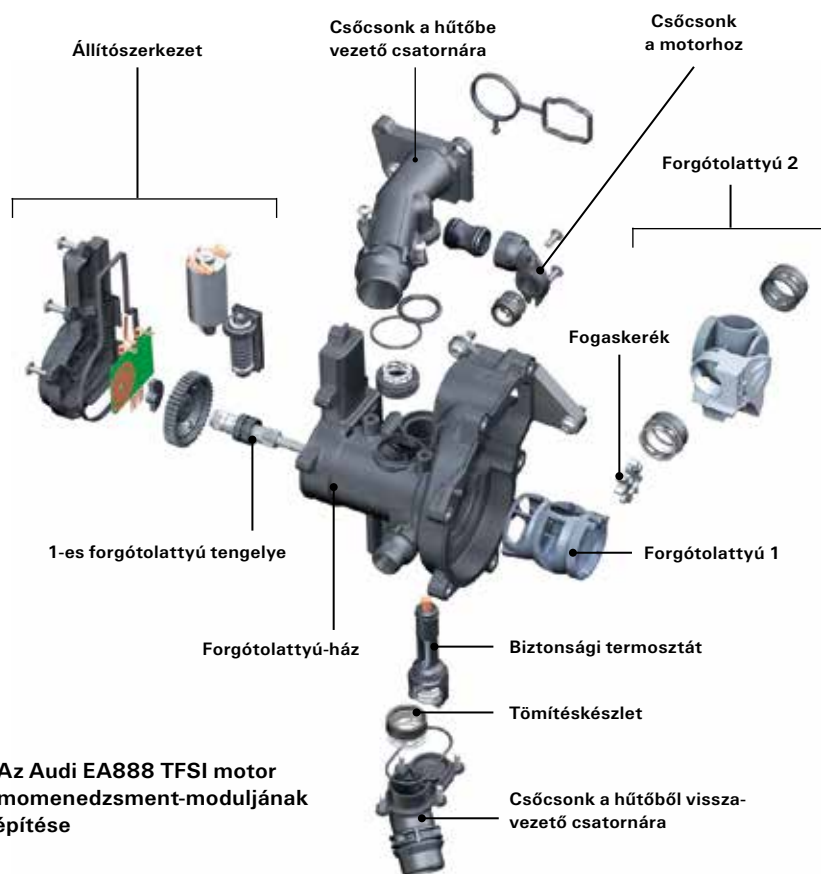
A modern motoroknál fontos tervezési szempont, hogy minden üzemállapotában a lehető leghatékonyabban és legtakarékosabban működjön, mely azzal járhat, hogy az eddig jól bevált konstrukciós megoldásokat fel kell adni, és helyettük bonyolult szerkezeteket kell alkalmazni. Erre a sorsra jutottak a hűtőfolyadék-szivattyúk is, hiszen a jellegmező-szabályozású termosztátok után megjelentek a változtatható szállítású szivattyúk is. Cikkünkben összegyűjtöttük a lehetséges kiviteleteket és az autószerelőknek való releváns információkat.

Ahol a termomenedzsment kezdődött...

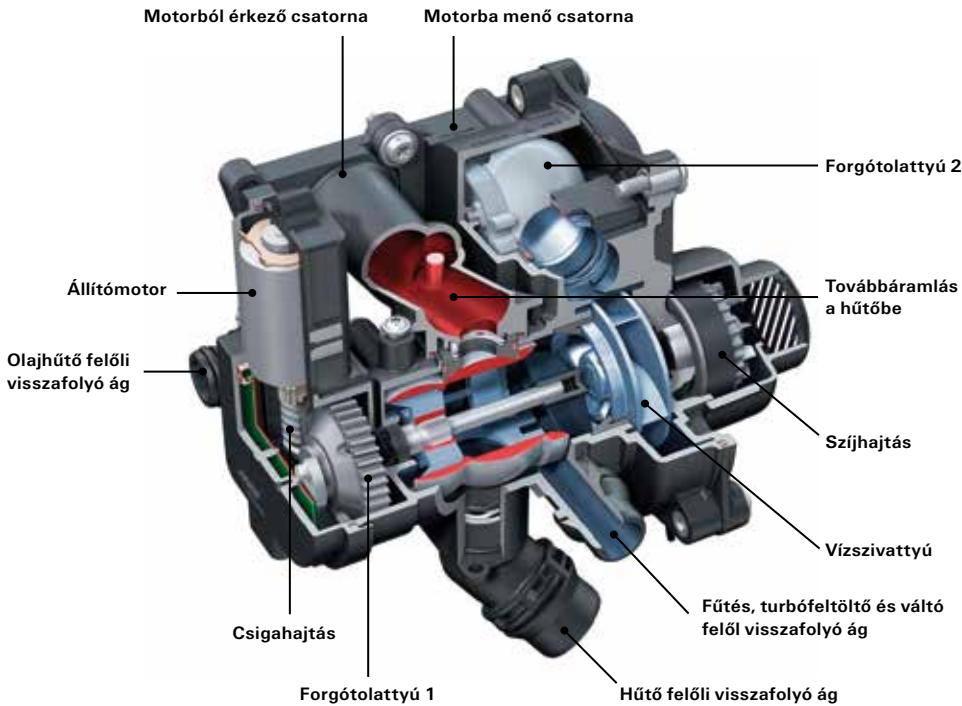
A motor hőmérsékletének üzemállapothoz igazításával kezdődött a termomenedzsment fogalom bevezetése az autóiiparban. Először megjelentek a többkörös hűtő-rendszerek, melyek a hengertömbben nagyobb hőmérsékletet engedtek meg mint a hengerfejen, ezzel csökkentve a belső súrlódást anélkül, hogy a kopogásveszélyt növelték vagy a töltési fokot rontották volna. Az egyszerűen elválasztott hűtőkörök után a szabályozott termosztátok következtek, melyeket aztán az elektromosan szabályozott és működtetett, úgynevezett

forgóreteszek váltottak. Az Audi 3. generációs TFSI-motorjainak ITM- (Innovatív Termomenedzsment) rendszere az egyik az elsők közül, és kiváló példája a termosztátmentes hűtőrendszernek. A hőfokállítás teljes tartománya 20 °C, a teljes terhelésnél beállított 85 °C-tól a kis terhelés, kis fordulatszámmezőben beállítandó 105–107 °C-ig. A forgóretesz-állító motort a motor-ECU termomenedzsment-programja számos paraméter függvényében állítja: a motor-üzemállapot szerinti vezérlést a jellegmező írja le, ezt külső és belső paraméterekkel, például hűtési és fűtési igénytel (utastér, váltó) korrigálják.

A hűtőkör a motorhűtésen kívül az utastéri fűtéssel, a motorolaj- és a váltóolaj hűtéssel/fűtéssel, valamint a turbóhűtéssel vont egy csőhálózatba. A hűtőkör fő vízszivattyúja mellett segéd vízszivattyú is szükséges a motor leállítása után kialakuló „hőtorlódás” megszüntetése miatt, a keringés fenntartásával. Az Audi EA888 TFSI-motornál az elektromos hűtőszivattyú a fő hűtőtömbön keringeti át a hengerfejen és a turbótöltőn átvezetett vizet, melyet a forgótalattyúk irányítanak. A vízszivattyú- és a csatornaútváltó reteszek egy műanyag házba, termomenedzsment-modulba foglaltak. A modul **1** függőleges helyzetű elektromotorja nagy áttételű csigahajtáson keresztül forgatja az 1. forgóreteszt, és átmenő tengelye végén fogasiváttételen keresztül fordítja el a 2. forgóreteszt. A modul másik oldalán találjuk a vízszivattyút. A szivattyú nyomóoldalán van a 2. forgóretesz, melyen keresztül lép a hűtött víz a motorblokkba. A motor oldalára szerelt termomenedzsment-modulba (TM) a motorból két helyen lép be a hűtőközeg. Az egyik ág a hengerfejből az olajhűtő tömbjén át érkezik, a másik a blokkból lép ki és részben átáramlik a modulon, részben a szivattyúba lép be **2**. Habár az ilyen rendszerek hajtása akkor is energiaigényes, amikor nem történik keringetés, mégsem csökken népszerűségük. Sőt, egyre több gyártó kínálatában jelennek meg a legkülönfélébb formában. A Saleri cég például egy vákuumos munkahengerrel működtetett pillangóval iktatja ki a szivattyút bemelegedési fázisban **3**. A munkahengert a központi elektronika vezérli. Létezik olyan verzió is, ami nemcsak kapcsoló üzemmódban működik, hanem a motor üzemének megfelelően tudja változtatni a hűtőközeg hőmérsékletét az áteresztett tö-



1 Az Audi EA888 TFSI motor termomenedzsment-moduljának felépítése



lyadékszállítás, ami a meghajtás oldaláról energiapazarlást, a motor oldaláról pedig lassabb bemelegedést, vagyis többlet tüzelőanyag-fogyasztást jelent. A változtatható szállítású szivattyúk nem rendelkeznek ezen hátrányos tulajdonságokkal, viszont több alkatrészből állnak mint elődeik, ami a későbbiekben eddig nem tapasztalt hibákat okozhat.

A kapcsolható szivattyúk

Az Audi 3.0 V6 TFSI motorjában alkalmaz kapcsolható hűtőfolyadék-szivattyút **4**. A hajtás szíjjal történik, de a járó kerék köré egy tolóhüvelyt helyeztek el. Amikor a sza-



3 A Saleri által fejlesztett, pillangólap-pal szabályozott hűtőfolyadék-szivattyú nyitott és zárt állapotban

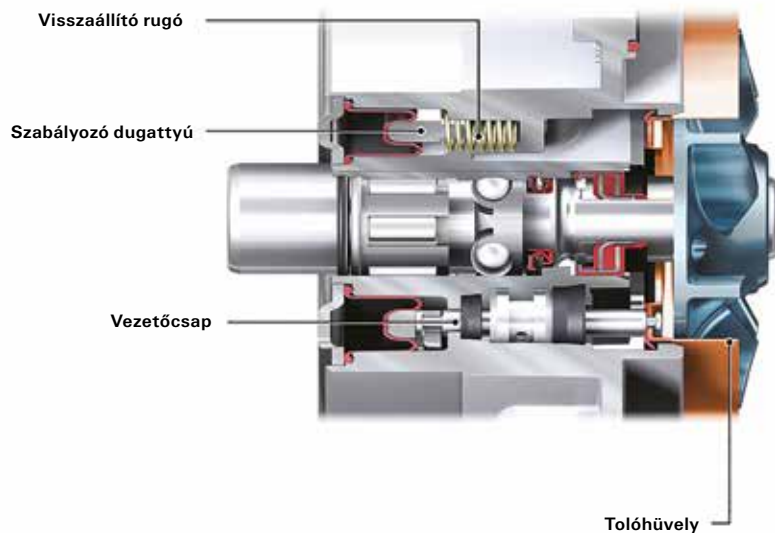
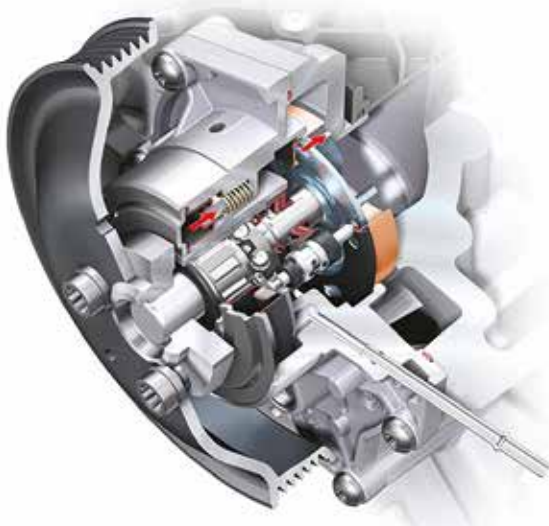
2 A termomenedzsment-modul járatai

megáram változtatásával. A motor biztonságának érdekében hiba esetén a pillangólap nyitott állapotban marad, megakadályozva a túlmelegedést.

A szabályozható hűtőfolyadék-szivattyúk elterjedése, előnyeik

Ahogy azt mostanában sokat emlegetjük, az autós világ és a fejlesztések a CO₂-kibocsátás és a tüzelőanyag-fogyasztás

csökkentése körül forognak. Minden széndioxid gramm számít, ezért az évtizedek óta jól bevált technikákat leváltották a bonyolultabb, de széles tartományban, az adott üzemállapotnak megfelelően szabályozható konstrukciók. A fejlődés azonban nem állt meg itt, hiszen a hagyományos hűtőfolyadék-szivattyúknak két nagy hátrányuk van: az első, hogy a szállításuk a fordulatszámától függ és nem a terheléstől, a másik pedig, hogy mindig történik fo-



4 Az Audi 3.0 V6 TFSI motorjában alkalmaz kapcsolható hűtőfolyadék-szivattyút



5 A KSPG száraz tengelykapcsolós vízszivattyúja

bályozó dugattyún keresztül a membránal elzárt, mágnesszeleppel nyomásvezérelt motorolaj munkaközeg a tolóhüvelyt a lapátózásra tolja, a szivattyú nem szállít. Ez akkor történik, amikor a motor még nem éri el az üzemi hőfokát. Amikor a motor hőmérséklete eléri a kapcsolási szintet a mágnesszelep leüríti a munkateret és hagyja a visszatérítő rugót visszatolni a tolóhüvelyt a járó kerék mögé, és így engedi a hűtőfolyadékot keringeni a rendszerben.

A KSPG két kivitelben is készíti szíjjal hajtott, kapcsolható szivattyúkat. Az első verzióban száraz tengelykapcsoló található, ami elektromágneses működtetővel képes lekapcsolni a járó kereket a szíjhajtásról **5** Egy állandó mágnes gondoskodik a forgó rész és a szíjtárcsa kapcsolatáról. A lekapcsoláshoz a tekercseket gerjeszteni kell, így keletkezik egy kis rés, és a hajtáslánc megszakad.

A másik variáció egy nedves tengelykapcsolós kivitel. Itt egy elektromágneses tengelykapcsoló található a járó kerék hátoldalán. A tekercsek gerjesztésekor keletkező axiális erő képes oldani a tengelykapcsolót. 12 V-os hálózat esetén 1,2 A áramfelvétel már elég a hajtás megszüntetéséhez. Ha a tekercseken nem folyik áram, akkor rugók nyomják neki a tárcsát a járó kerék hátoldalának. A súrlódás mellett stífték segítik a nyomatékátvitelt. A száraz tengelykapcsolós verzióval szemben a fő előnye, hogy nincs szükség állandó mágnesre, és eggyel kevesebb tengelycsapággy szükséges hozzá. A kapcsolást bármilyen üzemi fordulatszámon végre tudja hajtani a szerkezet, amit egyelőre szériamodellbe még nem építenek.



6 A VW tolóhüvelyes szivattyúszabályozása

Tolóhüvelyes szabályozás

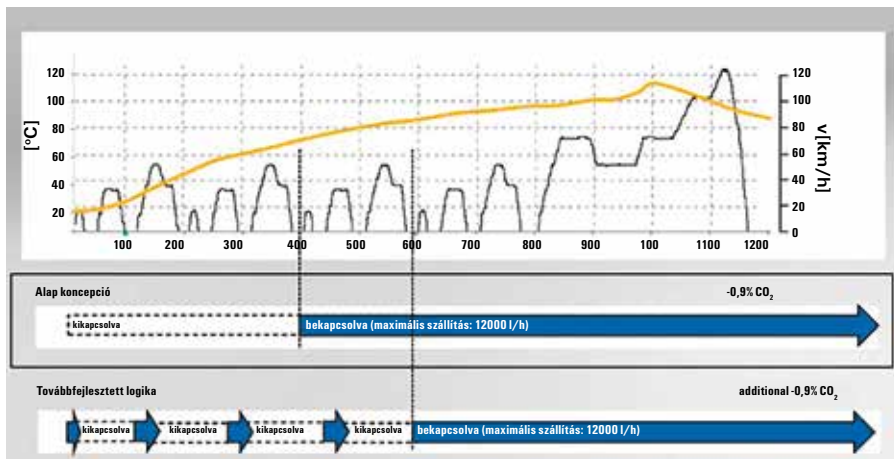
A VW-nél jelent meg a tolóhüvelyes szivattyúszabályozás **6**. Példaképpen ilyen található az új, EA288 jelű TDI-motorokban. Ahogy az ábrán is látható, a szivattyúlapát köré tolóhüvelyt nyomnak be, ezzel megakadályozva a szivattyú szállítását. A tolóhüvely mozgatása hidraulikus úton történik. A munkafolyadék a hűtőközeg, melynek nyomását a szivattyún belül egy kis axiáldugattyús szivattyú növeli meg. Az axiáldugattyút a szivattyúkerék hátoldalának pályakialakítása mozgatja. A hidraulikanyomás a tolóhüvely gyűrűdugattyújára hat. A hidraulikanyomást mágnesszelep vezérli.

Egyedi megoldás a BMW/PSA négyhengerű benzinmotorjain

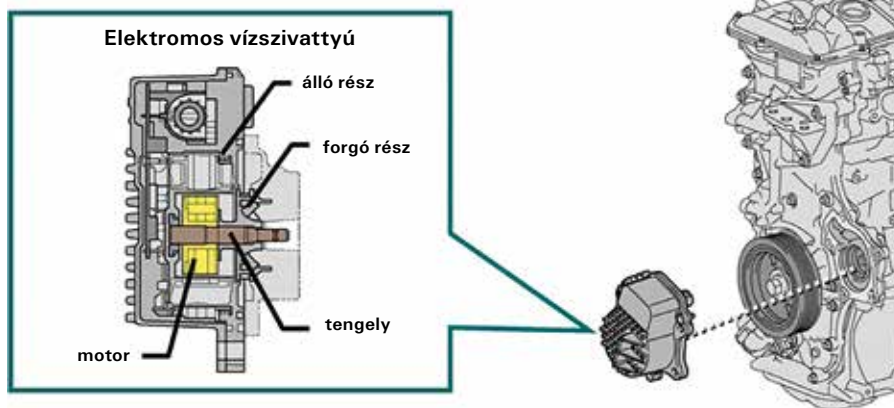
A BMW és a PSA közös tervezésű benzinmotorjain alkalmazott szivattyúhajtás és -kapcsolás talán a legmerészebb és a legkülönlegesebb az autóiiparban, ugyanis dörzshajtás viszi a nyomatékot a főtengelyről a hűtőfolyadék-szivattyúra, melynek feszítése egy elektromotor segítségével állítható **7**. Első körben csak a szívómotorokban alkalmazták a technikát, ami majdnem 1%-os tüzelőanyagfogyasztás-csökkenést hozott a menetcikluson, majd a motorcsalád frissítésekor a teljes európai piacra szánt flotta megkapta a technológiát egy továbbfejlesztett vezérléssel, ami a bemelegedés-fázis alatt be-bekapcsolja a szivattyút, ezzel kitolva a bekapcsolás idejét, amivel újabb 0,3%-ot sikerült spórolni **8**. Azokon a piacokon, ahol nem ilyen szigorúak az előírások elővigyázatossági és karbantartási okokból



7 A BME és a PSA közös fejlesztésű motorjain található szivattyúhajtás-megoldás egyedülálló az autóiiparban.



8 A kapcsolható szivattyú hatása az európai menetcikluson



9 A Toyota új 1,8-as benzinmotorjaiban már tisztán elektromos a hűtőfolyadék keringetése

megmaradtak a hagyományos szivattyúnál. Ebből is látszik, hogy a bonyolult megoldások az autógyártók szerint is potenciális meghibásodási források, de az előírások kikényszerítik a kifinomult, kevésbé robusztus koncepciókat.

A Toyota hibrid modelljeibe épített benzinmotorján már a kezdetektől található egy elektromos vízpumpa a 2-es hűtőkörben.

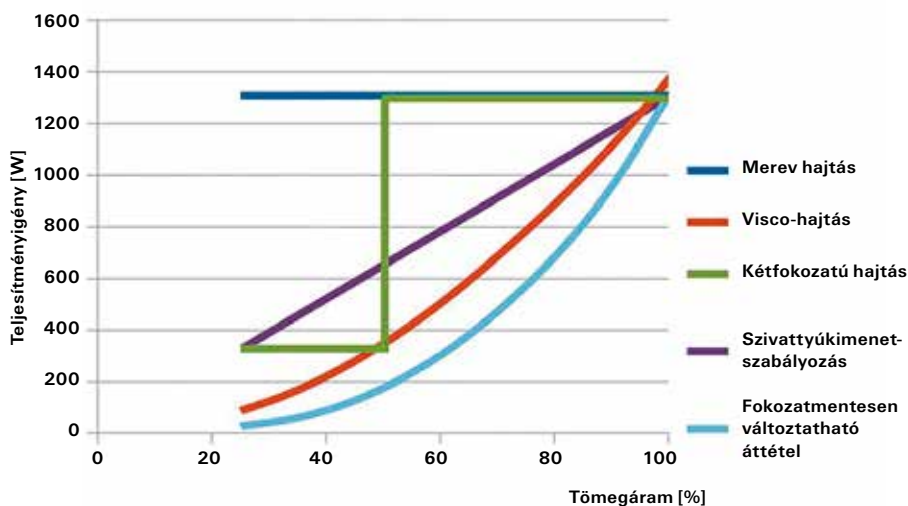
Az elektromos szivattyúk

Amikor vezérelhetőségről, szabályozhatóságról és energiatakarékosságról van szó, mindig az elektromos hajtásnál kötnek ki a fejlesztők. A termomenedzsment egyik fontos eleme lehet a jövőben az elektromotorral hajtott hűtőfolyadék-szivattyú. Az elmúlt években több olyan modell is lejött a gyártósorról, amiben a hagyományos, szíjhajtású mellett egy elektromos keringető szivattyú is dolgozott, de most azokról a rendszerekről számolunk be, ahol a teljes hűtőkört egy elektromotorra bízzák. Már több beszállító is elkészítette a saját modelljét, ezek között csemegezünk.

Tömítési problémák miatt egy majd' 3 millió visszahívást kellett eszközölni, ennek ellenére az új, 1,8 l lökettérfogatú motoron már csak elektromos szivattyú található. Ahogy a képen is látható, elhelyezkedése és felfogatása megegyezik a hagyományos szivattyúkéval, tehát a motortömb nem igényelt különösebb átalakítást. A szivattyú fordulatszámát a központi elektronika vezérli a járműsebesség, a motorterhelés és -fordulatszám, valamint az aktuális hűtőfolyadék-hőmérséklet alapján.

A haszonjárműveken alkalmazott megoldások

A haszonjárművekre tervezett rendszereknek sokkal nagyobb futásteljesítménnyel kell rendelkezniük, kialakításuknak akkor is robusztusnak kell lenni, ha precíz szabályozással vagy kapcsolókkal vannak felvértezve. Mivel ezen motorok esetében a vízszivattyúk felvett teljesítménye elérheti a 4 kW-ot, ezért kizárható a tisztán elektromos hajtású kialakítás. A szóba jöhető mechanikus hajtású koncepciók teljesítményigényének összehasonlítása látható a 10. ábrán. A felvett teljesítményt a tömegáram függvényében ábrázolja, a haszonjárműveknél leggyakoribb, 1200 min⁻¹ motorfordulatszám mellett. A referencia lehet a késsel jelzett merev hajtás, ami a hagyományos szivattyúkra jellemző. A kétállású kapcsoló csak nagyon kis tömegáramok esetén hatásos, de a jelleggörbékől leolvasható, hogy igazán jó hatásfokot a szivattyúkimenet-szabályozással, visco-hajtással vagy fokozatmentes áttétellel lehetne elérni. A Behr egy elektromos visco tengelykapcsolóval



10 A haszonjárműveknél szóba jöhető mechanikus hajtású koncepciók teljesítményigényének összehasonlítása

ellátott hűtőfolyadék-szivattyút fejlesztett ki **11**. Alkalmazása nem igényel átalakításokat a motortérben, ugyanakkora helyen elfér mint egy hagyományos szivattyú, egyedül egy plusz csapágyszárat igényel a különböző fordulatszámú forgó részek miatt. A rendszer felépítése a **12**. ábrán látható. A koaxiálisan elhelyezett tengelyek közül a belső az egyik végén a járó kereket hajtja, a másik végén pedig a visco-tárcsa található, amit a nyíróerő hajt. A külső csapágyszárat tartja a szíjtárcsát,



11 A Behr hasznójárművekre tervezett visco-hajtású vízszivattyúja

amit a motor hajt. A két tengely közötti nyomtatékátvitel a nyírási zónában történik. Ha a tekercseket áram alá helyezzük, akkor a tengelykapcsoló oldani fog, ha elveszük az áramot, akkor ismét legalább 95%-os kapcsolat alakul ki a szíjtárcsa és a járó kerék között. Ez biztosítja a fail-safe funkciót, vagyis, ha valamilyen oknál fogva meghibásodik az elektromos vezérlés, akkor a szivattyú továbbra is tud szállítani, nem kell túlmelegedéstől félni. A kapcsolódás mértéke fokozatmentesen állítható a mágneses tekercs ciklikus kapcsolásával és a 2–4 Hz frekvenciájú PWM-jellel. A járókerék fordulatszám-szabályozása zárt szabályozási kör, hiszen a fordulatszámot egy Hall-jeladó méri. A számítógép összeveti az aktuális és az elvárt értékeket, szükség esetén állít a szabályozáson. A Hall-jeladó öndiagnosztizálásra is alkalmas, hiszen, ha hosszabb ideig nem tudja elérni az előírt fordulatszámot, akkor figyelmeztetést ad és visszaveszi a kivezérelt nyomtatékot is, hogy megvédje a motort a túlhevüléstől. A kívánt szivattyú-fordulatszámot a vezérlő elsősorban a motorterheléshez igazítja. Léteznek változtatható állólapozással rendelkező kivitelek is, de ezek elterjedésére még várni kell. 2010-ben készítette el a KSPG az egyenáramú, elektromos



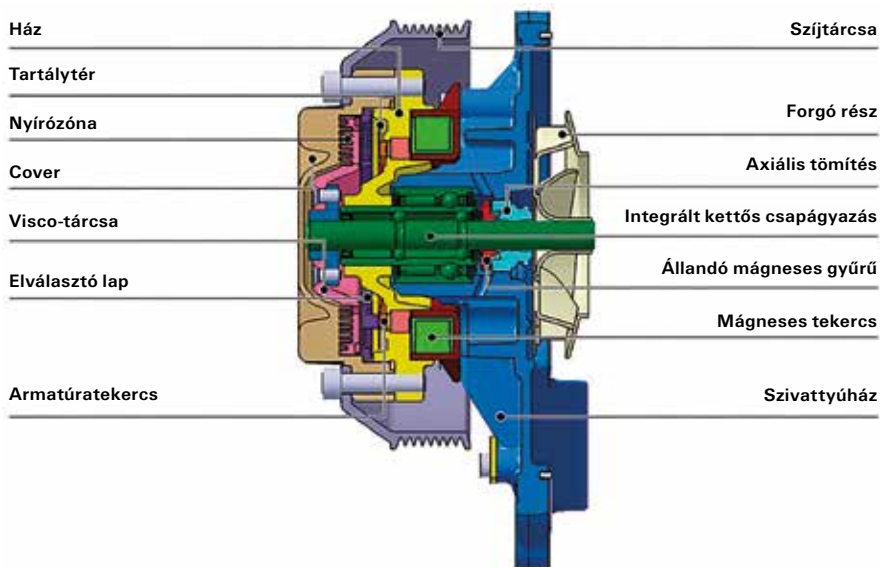
13 Állítható lapátszögű, hasznójárművekbe szánt hűtőfolyadék-szivattyú a KSPG-től.

aktuátorral rendelkező szerkezetet **14**, amely a VGT turbókhöz hasonló elven működik. A Pierburg nem 2010-ben kezdte kapcsolható hasznójármű-szivattyúk fejlesztését és gyártását. Már 2008 óta szállít a Volvo 11 és 13 liter lökettérfogatú motorjaiba kapcsolható, kétállású tengelykapcsolóval rendelkező hűtőfolyadék-szivattyúkat.

Jövőkép/Konklúzió

Következtetésképpen levonhatjuk, hogy a termomenedzsment egyre fontosabb szerepet tölt be a károsanyag-kibocsátás és a tüzelőanyag-fogyasztás csökkentésében. Már nemcsak az üzemi hőmérséklet minél előbbi elérése a cél, hanem a motor mindenkor üzemállapotának megfelelő hőmérséklet beállítása, a belső súrlódási viszonyok javítása érdekében. Főleg nagyobb motorok esetén lehet jelentős veszteségcsökkentést elérni a szivattyú kikapcsolásával, de személyautó-motorokba is kezdenek beszivárogni a leválasztható kivitelek, bár kisebb teljesítményigények esetén az elektromos hűtőfolyadék-szivattyúk tűnnek a befutónak. Bármelyik technológia fogja megnyerni a piacot, az biztosnak tűnik, hogy nagyobb karbantartási és javítási igényrel bír majd a hagyományos szivattyúkhoz képest, és arra is fel kell készülni, hogy egy-egy javításért, cseréért a tulajdonosnak mélyebben bele kell nyúlnia a pénztárcájába.

ÓRI PÉTER



12 A Behr vízszivattyú metszeti képe

Források:
 VW SSP 606; Krafthand 2013/12 pg. 30–33.;
 saleri.com;
 kspg.com;
 www.behrhellaservice.com;
 Autótechnika 2012/5. – Az új VW TDI; MTZ
 2012/03. pg. 34–39.;

MTZ Extra 100 Jahre Kolbenschmidt Pierburg