

# Visszatérhet a spiráltöltő?

A német Handtmann Systemtechnik hosszú idő után újra előtérbe szeretné helyezni a spiráltöltők alkalmazhatóságát a motorfejlesztési koncepciókban. A '80-as évek végén, '90-es évek elején alkalmazott feltöltési módszert a karbantartás-igényessége miatt nem alkalmazták később szériagyártásban. A downsizing-folyamat, a tüzelőanyagfogyasztás-csökkentés fontossága és a turbólyuk elkerülésére törekvés azonban ismét reményt adhat arra, hogy a már elfeledettnek hitt technológia visszatérjen az autópárházba és sikeresebb legyen, mint 20 évvel ezelőtt.

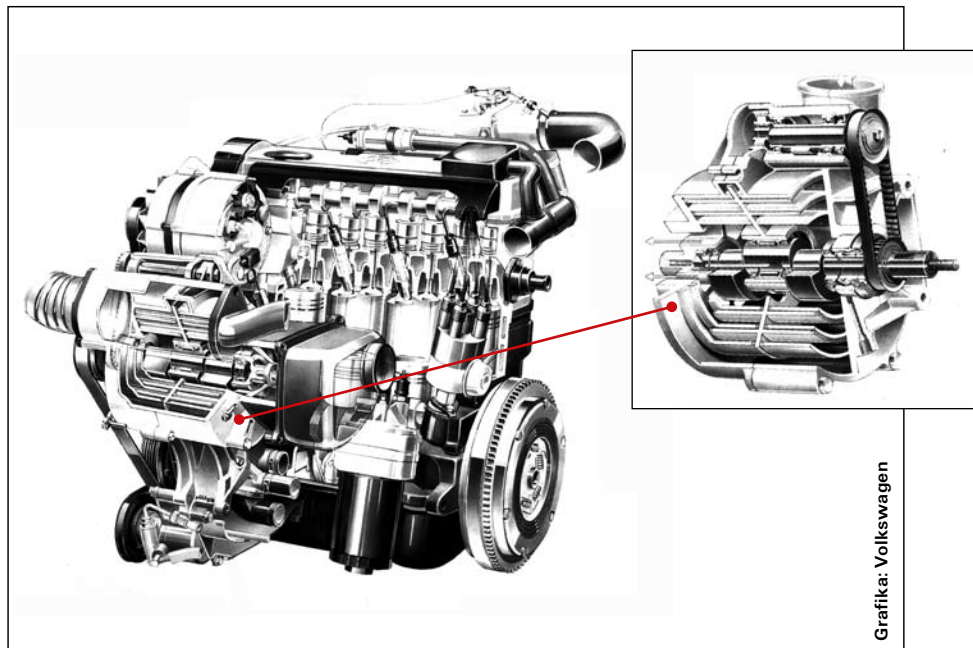


## A „G-lader” története

Eredeti ötletét 1905-ben a francia L. Creux spiráltöltőként szabadalmaztatta az USA-ban, később a VW ez alapján fejlesztette ki a G-töltőt, melyeket a Golf és Corrado 1,8 liter lökettérfogatú (G60) és a Polo 1,4 literű benzinmotorjaira (G40) épített. A töltő kétrészes öntött alumíniumházból áll, súlya 7,8 kg. A ház belsejében spirált alakították ki úgy, hogy minden oldalából nyomáskamrák keletkezzenek. A házban csak a magnézium-ötvezetből készült kiszorító végez mozgást. Ez nem más, mint egy alaplap, amelynek mindkét oldalából G-formájú spirálok emelkednek ki, ezek mindenkor szélessége 60 mm – innen a G-60 elnevezés. A töltő mindkét fele a térfogat-kiszorítóval két-két jellegzetes töltőkamrát alkot. A teljes rendszer így négy különálló kamrával rendelkezik. A kiszorító a motor főtengeletről kapja a hajtást, bordaszíjon át. Ez a szíj a töltő főtengelelyét hajtja. A főtengeley és a vele párhuzamos „kistengely” között fogasszíjkapcsolat van a szinkronhajtás miatt. Mindkét tengelyen egy excentrikus csapot alakították ki, így a párhuzamos hajtás által a kiszorítóknak ellipszis alakú mozgása lesz. A töltő a közvetlen hajtás miatt állandó mozgásban van, ezért a légszállítása folyama-

tos. Fordulatszáma kb. 1,55-szöröse a motor fordulatszámának és minden fordulat alatt kb. 860 cm<sup>3</sup> levegőt szállít. Ez a maximálisan 12 000 min<sup>-1</sup> fordulatszám meglehetősen kicsi a turbófeltöltőhöz képest, de a spirál-

töltő így is nagy igénybevételnek van kitéve. Állapotát 40 000–60 000 kilométerenként felül kellett vizsgáltatni. A leggyakoribb probléma a tömítettség csökkenése, ami teljesítményvesztést okozott. Valószínűleg ez az



Grafika: Volkswagen

1. ábra: a VW G-töltője a '90-es évek elejéről

egyik oka annak, hogy nem tudott berobbanni a piacra. A töltő hatásfoka alaphelyzetben jobb, mint a turbóé (kb. 55%), ám a közvetlen hajtás miatt mindjárt el is vesz nagyjából 10 lóerőt a teljesítményből. Előnye viszont a turbólyukmentes működés. A feltöltés dinamikájának javítása céljából már közepes fordulatszámon több levegőt szállít a szükségesnél. A főlösslegessé vált levegő a kifúvószelepen át távozik a rendszerből. Ha viszont szükség van a többletre, a bypass (megkerülő)-szelep zár, így a teljes levegőmennyiség a motorba jut. Részterhelés esetén a szelep ismét nyit, így a főlösslegessé vált levegő a megkerülőcsövön visszajut a töltőbe. Túl nagy töltőnyomásnál vagy kopogásos égésnél az LFR-szelep (alapjárat-üresjárat töltésszabályozó szelep) „leereszti” a levegőt, így a töltőnyomás a kritikus érték alá csökken. Szériamotoroknál a maximális töltőnyomás értéke: 0,7 bar. A VW mindössze 70 db-os példányszámban hozta ki a motor 16 szelepes változatát, ami 155 kW teljesítmény leadására volt képes.

## Az új konstrukció

A Handtmann Systemtechnik a Handtmann Gruppe tagjaként nagy hagyománnyal rendelkezik az alumínium- és magnéziumöntvények területén, emellett rendszerszemléletű gondolkodás, magas szintű fejlesztési, gyártási, szerelési szakértelem és precíz mérési eljárások jellemzik a céget. Az autógyártásban a szívórendszerek és kipufogógáz-visszavezetéshez köthető alkatrészek terjedtek el. Az autógyártási tapasztalatok és a gyártásmódszerek fejlődése inspirálta a vállalatot, hogy kifejleszték az úgynevezett Handtmann spiráltöltőt (HSL – Handtmann Spirallader). A céljuk egy olyan feltöltő megalkotása volt, ami nagy hatásfokú, kis költségen és nagy mennyiségben gyártható, valamint jól illeszkedik a mai és jövőbeli motorkonceptiókhoz. A tüzelőanyag-fogyasztás és károsanyag-kibocsátás csökkentése mellett fontos előnye a rendszernek, hogy kis motorfordulatszámon is képes nagy tömegáramot szállítani. Ezek voltak a fő érvek a termék fejlesztése mellett.

A HSL legfőbb eltérése a hagyományos G-töltőkhöz képest a levegőkiszorítóban van. Az új koncepcióban ugyanis csak egy spirál van (ellenben a hagyományos spiráltöltőkben alkalmazott kettővel), ezáltal az előállítási költsége és a bonyolultsága is csökken (**2. ábra**). Egy speciális tömítésnek (tömítőhorog) köszönhetően a HSL kiküszöböli a külső futófelületet, ezzel csökkenthető a feltöltő mérete ugyanolyan kiszorítás mellett. A továbbfejlesztett, nagy hőbírási magnéziumöntvényből nyo-

másos öntéssel készült kiszorítóval (sűrítővel) a mechanikai tulajdonságok sokat javultak. Ezen kívül minden egymáson csúszó alkatrész, például a tömítések és tömítőfelületek kialakításánál súrlódás és kopás szempontjából optimált anyagokat és tribológiai bevonatokat alkalmaznak.

## Működési előnyök

Összehasonlítva egy csavarkompresszorral vagy egy turbófeltöltővel a HSL jóformán alapjáratról képes a motor megfelelő feltöltésére és növeli a teljes rendszer hatásfokát a nagyobb izentrópius és általános hatásfoka miatt. Ez az ügyfél szempontjából mérhető tüzelőanyagfogyasztás-csökkenést eredményez, hiszen a HSL széles tartományban képes nagy hatásfokkal működni. A rendszer másik előnye, hogy hosszabb áttétel alkalmazható ugyanolyan menetteljesítmények mellett, vagyis a downsizing a downspeedinggel kombinálható.

A súrlódási veszteségek csökkentése érdekében egy elektromágneses tengelykapcsolóval szerelik az új spiráltöltőt, ami közel állandó járműsebességnél vagy kis terhelésű tartományokban oldja a kapcsolatot a HSL és a motor között, ezzel megspórolva a HSL hajtásához szükséges teljesítményt. A kis tehetlenségi nyomatéka miatt észrevehetően a kapcsolás és nagyon jól reagál a hirtelen változásokra. További előnyök még:

- a töltőnyomás nem függ a kipufogógáz-tól,

- szinte rezgésmentes működés, kis zajkibocsátás,
- a belső égésű motorok termodinamikai hatásfoka javítható a pozitív töltetcsere munka miatt,
- jól illeszkedik a kipufogógáz-visszavezető rendszerekhez,
- a katalizátorok motorközeliek lehetnek,
- kisebb a kipufogógáz-ellennyomás, kisebb feltöltőnyomás alkalmazható és csökken a kopogási hajlam is,
- kompakt kialakítású és karbantartásmentes.

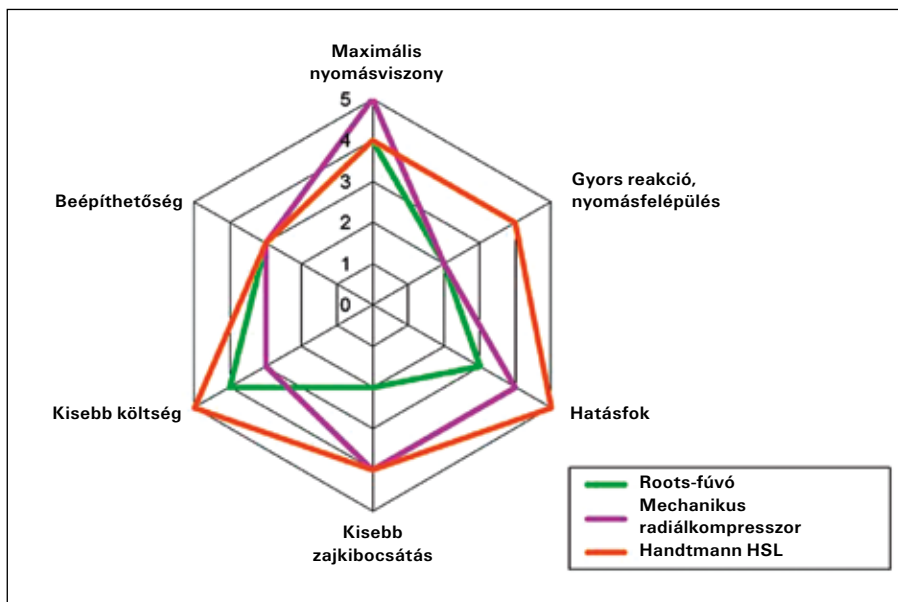
Ezek az előnyök rugalmasan kombinálhatók, ezáltal a HSL használható benzin- és dízelmotoroknál is.

## Szimulációs eredmények

Hogy az igazukat bizonyítsák, felkérték a Bertrandt céget, hogy végezzen egy összehasonlító elemzést egy turbófeltöltővel és egy HSL-lel ellátott motorral. A szimuláció alapjául egy 1,0 liter lökettérfogatú Otto-motor szolgált, amelyet először turbófeltöltővel láttak el. A turbófeltöltőt úgy hangolták a motorhoz, hogy legalább 90 kW/l fajlagos teljesítményt érjenek el, és 1700 min<sup>-1</sup> motorfordulatszámtól rendelkezésre álljon a maximális forgatónyomaték, vagyis a mai technológiának megfelelően. A különböző feltöltési módok összehasonlításának az volt a célja, hogy a motor teljes üzemi tartományán összehasonlítsák a fajlagos tüzelőanyag-fogyasztást, vagyis a mo-



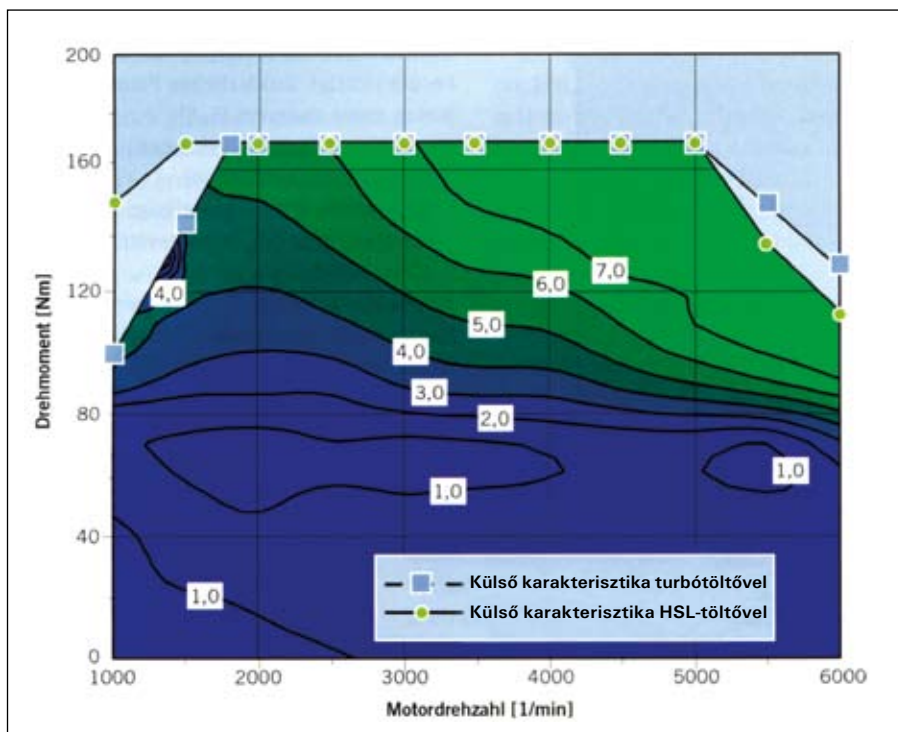
2. ábra: a Handtmann-féle spiráltöltő, a HSL



3. ábra: a HSL összehasonlítása a turbófeltöltők és a Roots-fúvó tulajdonságaival

tor hatásfokát vizsgálják. A 4. ábrán látható az eredmény: a HSL-lel ellátott motor maximum 7%-kal tudja csökkenteni a fajlagos tüzelőanyag-fogyasztást. Ez nagyrészt azzal magyarázható, hogy a kipufogógáz-ellennyomás kisebb, így kisebb feltöltési nyomás szükséges, valamint a szelepvezérlést nem kell a turbófeltöltőhöz hangolni, későbbi kipufogószelep-nyitás lehetséges. A szívó-

csatorna hangolása is jobban illeszthető az adott motorhoz. A Bertrand elvégzett egy teljes járműszimulációt is, ahol egy teljesen azonos tömegű és erőátviteli rendszerű járművet vezettek végig egy cikluson. Itt 3%-kal kevesebb tüzelőanyagot fogyasztott a Handtmann spiráltöltővel ellátott jármű. A fejlesztőcég szerint nagyobb különbség is elérhető, ha az erőátviteli rendszert is a



4. ábra: a fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás alakulása a turbófeltöltővel ellátott modellhez képest

spiráltöltőhöz igazítanák, azaz kihasználnák a downspeeding lehetőségét. A turbófeltöltő kompresszorához képest stabilabban viselkedik a szívócsőben létrejövő nyomáshullámokkal szemben, ezáltal kiválóan alkalmazható két- és háromhengerű motorok esetében. Természetesen ezek számítógépen végzett vizsgálatok eredményei, de a ma használatos programokkal már nagyon pontosan közelíthető a valóság.

### Mérési eredmények

A szimulációs eredmények sikere után a Bertrand céggel közösen elkezdtek prototípusokat készíteni, melyek szintén kecsegtető eredményekkel szolgáltak. A tartóteszteken is jól teljesített a HSL, emellett a fejlesztők egy kétlépcsős feltöltésű benzinmotor eredményeit emelték ki. Ezen a motoron egy HSL és egy hagyományos turbófeltöltő dolgozott egyszerre, ami eredményeképp kis fordulaton a spiráltöltő előnyös karakterisztikája dominált, nagy fordulatszám pedig a turbófeltöltőé. Egy 1,4 liter lökettérfogatú motorból sikerült 170 kW-ot és 365 Nm-t kipréselni (már kis fordulaton is). Ezek kb. egy 2,0 literű turbóbenzinesnek megfelelő mutatók.

### Jövőkép

A Handtmann és a Bertrand továbbra is együtt fejleszti a spiráltöltőt, amelytől azt várják, hogy akár kis lökettérfogatú benzin- és dízelmotoroknál önmagában, vagy nagyobb lökettérfogatú motorok esetében a turbófeltöltő kisegítőjeként is megállja a helyét. Dízelmotoroknál nagy előnyt jelenthet, hogy a kis motorfordulatszámokon visszavezetett kipufogógáz mennyiségét lehet növelni, ezáltal a károsanyag-kibocsátást csökkenteni. Jól illeszthető a modern technológiát képviselő start-stop rendszerekhez és hibrid hajtásláncokhoz. A Handtmann Systemtechnik addig fejlesztette a spiráltöltőt, míg az ismét megfelelő lett az aktuális elvárásoknak, már készen állnak akár a sorozatgyártásra is, de várniuk kell, amíg valamilyik autógyár fogékony lesz erre az innovatív megoldásra. Nagy energiákat mozgósítottak, hogy a HSL elkerülje a G-töltők sorsát, de sikerességének megítéléséhez még sok időnek kell eltelnie.

ÓRI PÉTER

Forrás:

[www.handtmann.de](http://www.handtmann.de)

<http://www.ausleidenschaft.de/>  
MTZ 2012/10, p. 790-794.