

Elektromos árammal fűtött ablakok: kényelmes és jó hatásfokú megoldás hideg ellen

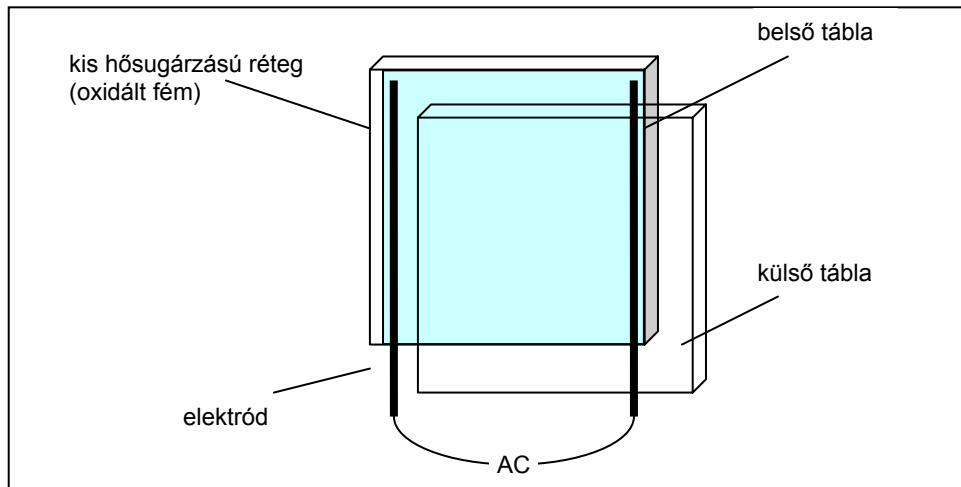
Tárgyszavak: ablakfűtés; fűtés; hatásfok.

A lakások ablakainak fűtése az utóbbi időkben elterjedt az északi országokban. Ez a megoldás csak kiegészítheti az alapfűtést, de a meleg ablakfelület jelentősen növeli a komfortérzetet, pontosabban megszünteti a hideg ablakfelület által közvetlen közelből okozott kellemetlen hidegérzetet. Az ablakok fűtése általában villamos módon történik, az ablakfűtés a komfortérzet mellett jótékonyan befolyásolja a szobák hőeloszlását, illetve a hőáramlási viszonyokat, különösen abban az esetben, ha az ablakok hőszigetelése gyenge, hőátbocsátása viszonylag nagy. Ez a kompenzálható hőelszivárgás még fokozottabb abban az esetben, ha az ablakok magasak, ebben az esetben még az ablak alá állított hagyományos fűtőtest sem képes a hőkiáramlást megakadályozni. Az északi országokban már a kereskedelemben kaphatók villamos ablakfűtő berendezések, teljesítményük 50–600 W/m².

A villamos ablakfűtés működési elve

A működés elve nagyon egyszerű, emlékeztet a gépjárművek ablakmelegítésére: két közönséges üveglap közé, a szoba felé eső belső táblára vékony, átlátszó hordozóra erősített, fémből kialakított fűtőhuzalt helyeznek, amelyen a 220 V-os hálózati feszültség áramot hajt keresztül (1. ábra). Az ablak egész felülete ellátható ilyen fűtő huzalozással, illetve gazdaságossági okokból az üvegfelületet fel lehet osztani fűtött és fűtetlen zónákra. A zónák nagysága és geometriai kialakítása konstrukciós kérdés, általában vízszintes sávokat szoktak kialakítani, a megfelelő nagyságú felületekkel a hőszivárgás és a hőszugárzásnak a hideg ablak miatti aszimmetrikus alakulása megelőzhető. Mint minden konkrét célt szolgáló műszaki megoldásnak, az ablakfűtésnek is fontos jellemzője a hatékonyság és annak mérőszáma, a hatásfok. A hatásfok meghatározásához először is definiálni kell azt, ami új konstrukciónál nem is mindig egyszerű dolog. Az ablakfűtésnél a hatásfok meghatározásában sze-

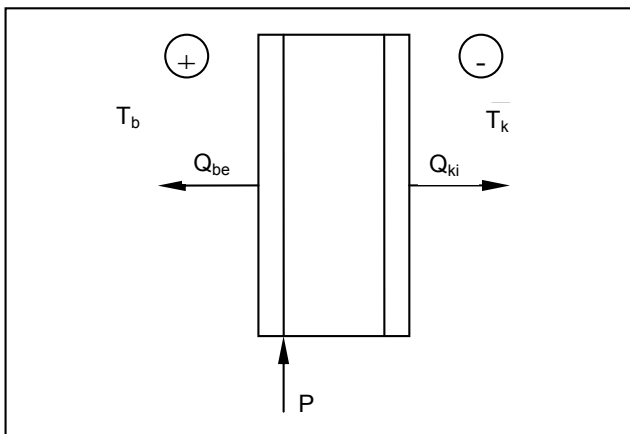
repet játszik a k hőátbocsátási tényező, illetve figyelembe kell venni a fűtés beállítása előtti állapotokat is.



1. ábra A villamosan fűtött ablak működési elve

Az ablakfűtés hatásfoka

Amint azt a 2. ábra mutatja, az ablakfűtés esetén a fűtés nélküli esettől merőben különböző módon a két üveglap hőáramlása nem egyforma nagyságú, sőt még az irányuk sem egyezik: a P villamos teljesítmény bevezetésének hatására a belső üveglapról a szoba belseje felé fog áramlani a hő.



2. ábra Hőáramlások a fűtött ablaknál

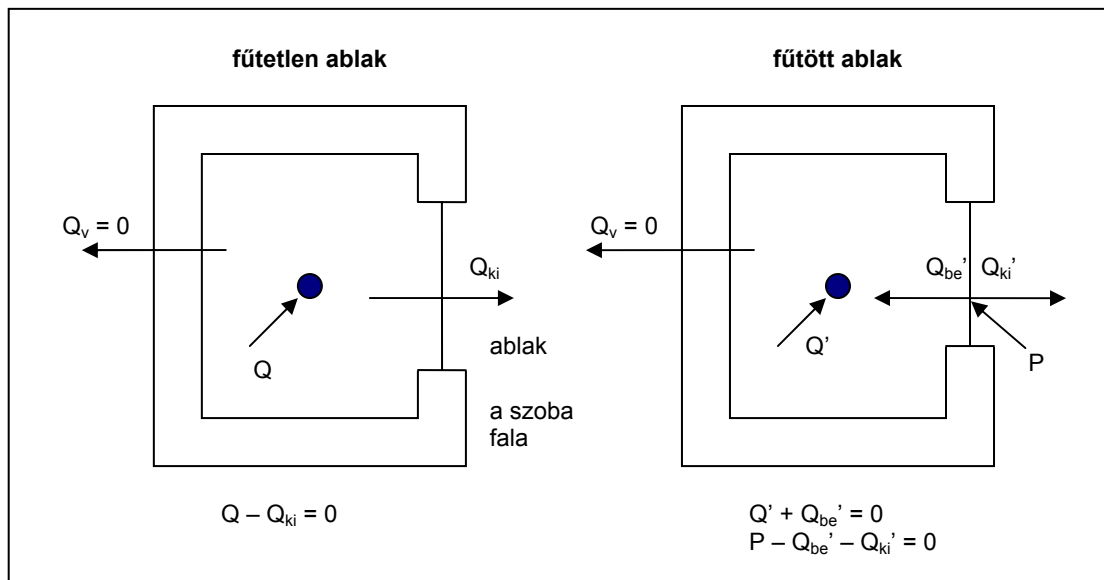
Ha a hatásfokot a hagyományos módon a befelé áramló időegységre eső hőmennyiség és a bevezetett villamos teljesítmény hányadosaként (Q_{be}/P) értelmeznénk, értéke 50%-nál kisebbre adódna, de ami még fontosabb, nem írná le kellően a kívánt hatás és az érte hozott áldozat arányát. A fűtés céljára bevitt villamos teljesítménynek ugyanakkor csak

egy része kerül be a hasznos térbe, egy része veszteségként a külvilágba jut, ráadásként a szobából eleve kiáramló hő mellé.

A hatásfok meghatározásához a 3. ábrán szemléltetett mennyiségeket lehet felhasználni. A baloldali ábrarész ugyanannak a szobának az

ablakfűtés beállítása előtti viszonyait írja le, míg a jobboldali az ablakfűtési viszonyokat mutatja. A hatásfok definíciószerűen a fűtés hatására, illetve anélkül a helyiségben maradó hőáram különbsége, osztva a fűtés villamos teljesítményével. A levezetés részleteit mellőzve:

$$\eta = \frac{Q - Q'}{P} = \dots = 1 - \frac{Q'_{ki} - Q_{ki}}{P}$$



3. ábra Hőegyensúly a fűtetlen és a fűtött ablak esetén

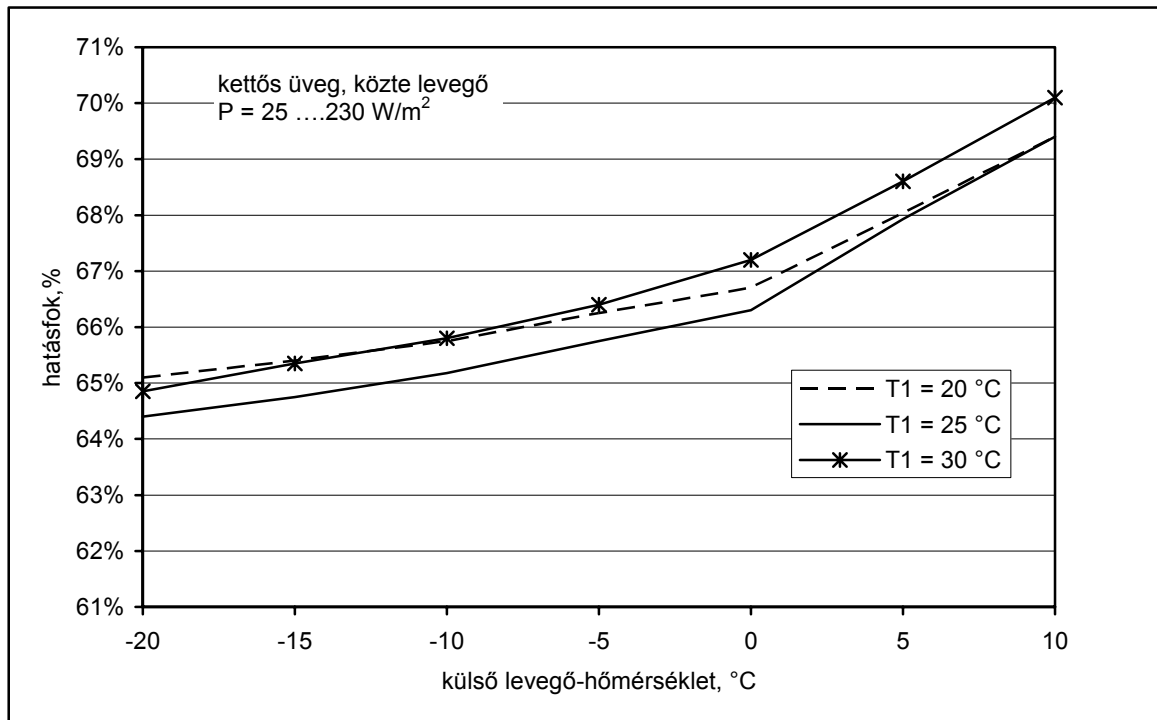
A képlet két okból is alkalmas a villamos ablakfűtés hatásosságának mérésére:

- megmutatja, hogy a bevitt villamos teljesítmény mekkora része hasznosul az ablak hőveszteségének pótlásában és a helyiség fűtésében,
- független a bevitt villamos teljesítmény nagyságától.

A definíciós képlet gyakorlati kalkulációs célokra kevésbé alkalmas, mivel a hőáramok nem ismertek. A helyzetet bonyolítja, hogy többféle fizikai folyamat is szerepet játszik az ablakfelületen keresztül lebonyolódó hőáramlásban: a konvekció, tehát a hővezetés mellett a sugárzás is szerepet kap. A továbbiakban a bonyolult nemlineáris egyenletrendszerek részletezése helyett álljon itt néhány diagram az egyes paraméterek hatásának szemléltetésére.

A paraméterek befolyása a hatásokra

A 4. ábra azt mutatja be, milyen hatással van az ablak belső felületének hőmérséklete a hatásokra. A kalkulációk arra a meglepő eredményre vezettek, hogy ennek a paraméternek a hatása minimális, vagyis a kellemes meleg felület létrehozása szinte nem jár plusz energiabefektetéssel.



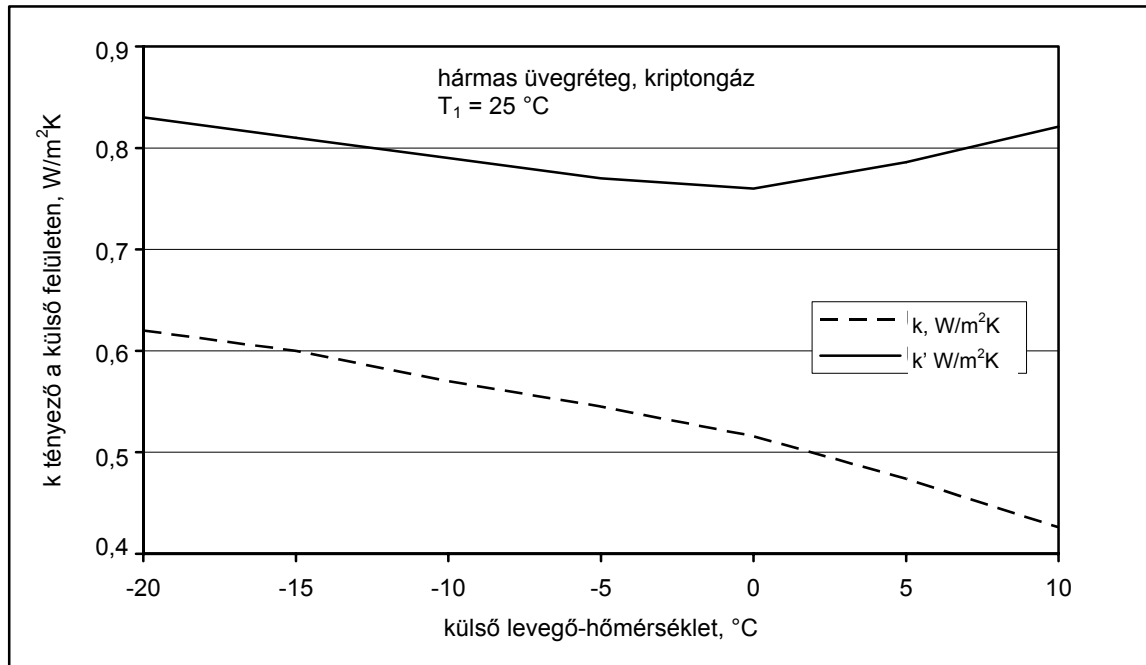
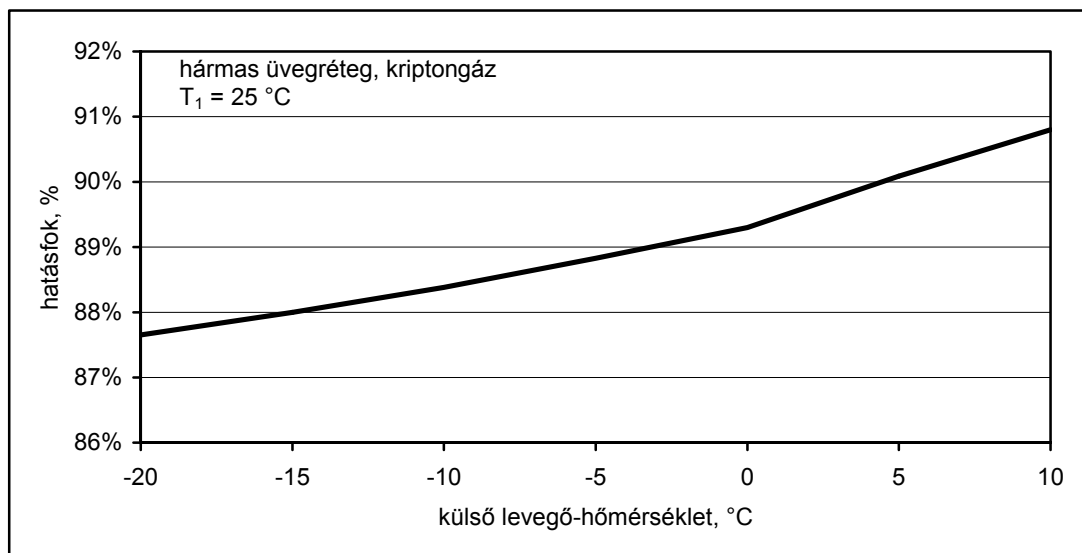
4. ábra A hatások függése a külső és a belső hőmérséklettől (kettős ablak, $k = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Az ablakrétegek száma és a táblák közötti tér kitöltése alkalmas nemesgázzal viszont nagy hatással van a folyamatokra. Amint az 5. ábra mutatja, háromrétegű üvegezés és kripton-gázzal feltöltés esetén a hatások értékei jelentősen javulnak, a külső hőmérséklettől való függés jellege ugyanakkor változatlan. Az ábra bemutatja a k hőátbocsátási tényező változását is, mind ablakfűtés nélkül, mind ablakfűtéssel (k'). A tényező értéke megnő az ablakfűtés bekapcsolásának hatására, ami azzal magyarázható, hogy a fűtésre használt energia egy része is veszteségként távozik az ablakfelületen. Az is figyelemre méltó, hogy a hőátbocsátási tényező értéke függ a külső hőmérséklettől. Az 5. ábra elemzése vezette a kutatókat arra a gondolatra, hogy megvizsgálják a hatások és a hőátbocsátási tényező összefüggését. Az összefüggés a lineárist jól közelítőnek adódott,

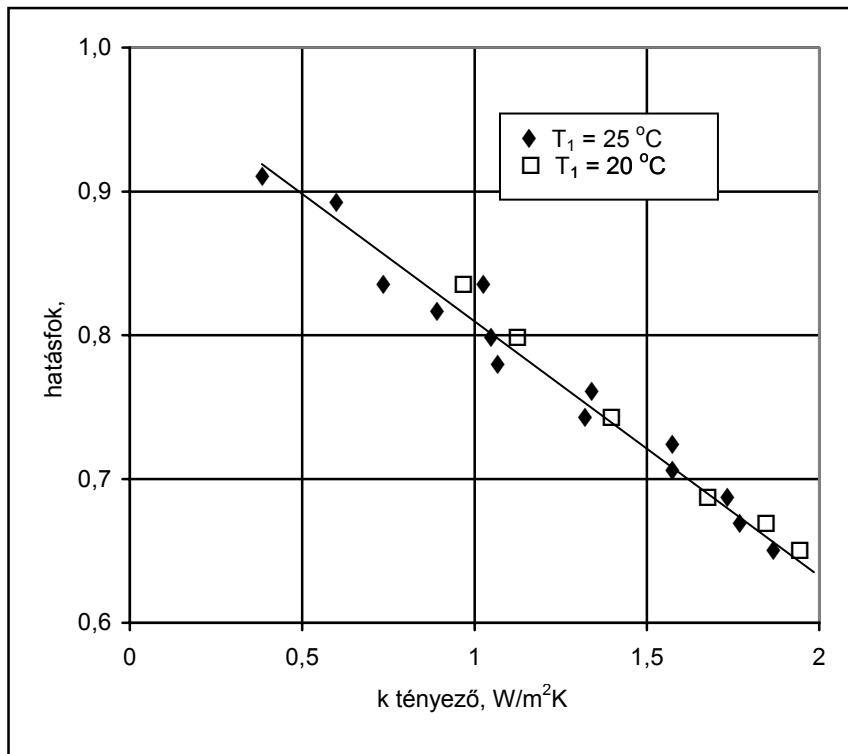
amint azt a 6. ábra szemlélteti, és erre nincs hatással a belső hőmérséklet változása sem. Az ábra alapján gyakorlati műszaki célokra kiválóan alkalmazható képlet munkálható ki a hatásfokra:

$$\eta = 0,985 - 0,175 \cdot k$$

ahol k a nem fűtött ablak hőátbocsátási tényezője egy jellemző külső hőmérséklet mellett.



5. ábra A hatásfok és a k tényező összefüggése hármass üvegréteg és kripton gáz-töltés esetén



6. ábra A hatásfok függése a k hőátbocsátási tényezőtől

A bonyolult számítások mellőzésével álljon itt egy további közelítő képlet, méghozzá a T_k külső hőmérséklet függvényében:

$$\eta = 0,748 + \frac{1,693}{47,234 - T_k}$$

A képletek enyhén változhatnak az ablak konstrukciójának változtatásával.

Következtetések

A számítások és azok kísérleti igazolása az alábbi következtetések levonását indokolják:

- Az ablakfűtés hatásfokát a bevitt fűtési teljesítménynek a szoba fűtésére és az ablak hőveszteségének fedezésére felhasznált részével célszerű definiálni.
- A hatásfok -10 °C külső hőmérsékletnél és $k = 1,1\text{ W/m}^2\text{K}$ nagyságú hőátbocsátási tényező mellett kb. 78%, maximuma a legjobb hőszigetelésű kivitel esetén 89%.

- A hatásfok fordítottan arányos a nem fűtött ablak hőátbocsátási tényezőjével, ezt műszaki célokra egyszerű lineáris képlettel lehet kifejezni. A hatásfok gyakorlatilag független a belső üvegfelület hőmérsékletétől.

A vizsgálatok összességében azt mutatták, hogy az ablakfelületek fűtése nagy hatásfokú és egyszerűen megvalósítható módszer hideg klímájú területeken a komfortérzet fokozására, a hideg ablakfelületek miatti kellemetlenségek kiküszöbölésére.

Összeállította: Kis Miklós

[1] Kurnitski, J.; Jokisalo, J. stb.: Efficiency of electrically heated windows. = Energy and buildings, 36. k. 10. sz. 2004. p. 1003–1010.

[2] Larsson, U.; Moshfegh, B. stb.: Thermal analyses of super insulated windows. = Energy and Buildings, 31. k. 29. sz. 1999. p. 121–128.

Röviden...

Repceolaj-alapú, környezetkímélő univerzális traktor-hajtóműolaj – Bio-Hy-Gard II

Túlnyomó részben természetes növényolajból álló univerzális traktorolajat (UTTO = universal tractor transmission oil) fejlesztett ki az egyik német mezőgazdasági gépgyártó cég (John Deere Werke, Mannheim) Bio-Hy-Gard néven közös hajtómű- és hidraulikaolaj-ellátó rendszerrel működő gépjárművekhez. Az olajjal azóta szerzett tapasztalatokra, az adaléktechnológia időközbeni fejlődésére és az újonnan kifejlesztett gépek által támasztott követelményekre alapozva a termék továbbfejlesztését határozták el.

A repceolaj felhasználását, többek között, az is indokolja, hogy ily módon a gépek potenciális vásárlói lehetnek az alapanyag beszállítói. A projektet egy adalékgyártó céggel közösen hajtották végre.

Fő céljaik a következők voltak:

- Teljesítőképességre vonatkozóan a mértékadó minőségi szabványok (JDM J20C) betartása, jobb oxidációs stabilitás.
- Környezeti tulajdonságokra vonatkozóan a WGK 0 vízveszélyességi osztály elérése, a biológiai lebonthatóság: >90 %.
- Alkalmazásra vonatkozóan: a legkülönbözőbb mezőgazdasági gépekben, az alacsony ár következtében széles körű elterjedéssel.

Kísérletek és eredmények

A vizsgálatokat az alábbi főbb lépéseken keresztül hajtották végre:

- környezeti alkalmasság és J20C alapvizsgálatok,

- teljesítőképesség,
- tartamkísérletek laboratóriumban,
- járműkísérletek,
- J20C (John Deere-szabvány).

A környezeti alkalmasságot az ökotoxikológiai és a biológiai lebonthatósági tesztek eredményei alapján állapították meg. Ezen elővizsgálatokban megfelelt minták kerültek csak további vizsgálatra.

A próbák súlypontját a műszaki tulajdonságok meghatározása képezte. A legtöbb kísérletet járműveken vagy járműalkatrészekkel, így tengelykapcsolókkal és fékekkel végezték. A tömítésekkel való összeférhetőség szintén továbbjutási kritérium volt. A mérések sorrendjében egyre szűkült a kiválasztott olajok köre, szükség esetén azonban újabb összetételű mintákat is bevontak a vizsgálatokba. Nagy kihívást jelentett a nedves fékek nyikorgásának megszüntetése az EP körülmények közötti jó kopástulajdonságok biztosítása mellett.

A legjobbnak bizonyult összetételű olajat végül az eredeti Bio-Hy-Gard-dal és az ásványolaj-alapú HYGARD-dal hasonlították össze különböző tengelykapcsoló-betétek és szinkronegységek alkalmazásával, valamint a hajtómű kúpkerékein észlelt kopás alapján (JDM J20C gyári szabvány). Az új olaj teljesítménye ezekben a vizsgálatokban egyenértékűnek vagy jobbnak bizonyult a referenciáénál.

További kedvező eredmény a korábbi Bio-Hy-Gard-hoz képest az új olaj alacsonyabb dermedéspontja: $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$, és az FZG vizsgálatban kármentesen elért 10-es terhelési fokozat. A Bio-Hy-Gard II az OECD-tesztben 75%-ban, a CEC vizsgálatban 92%-ban bomlik le biológiai úton. A WGK szerinti besorolása 1, mivel az időközben hozott új rendelkezések szerint a keverékek nem sorolhatók a 0 fokozatba. A környezeti tulajdonságok javulása részben annak tulajdonítható, hogy a repceolaj-tartalmat a korábbi 70%-ról az új olajban 75%-ra növelték.

Az oxidációs stabilitás vizsgálatkor kitűnt, hogy az jelentősen közeledett az ásványolaj-alapú referenciaolajéhoz.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a 75% repceolajat és a hozzá illesztett adalékcsoportot tartalmazó új olaj nagymértékben kielégíti a korszerű, környezetkímélő hajtómű–hidraulikaolajjal (UTTO) szemben támasztott követelményeket. A saját és más cégek előírásainak megfelelő, jó technológiai tulajdonságok megtartása mellett jelentős előrelépést tettek az alkalmazhatóság alsó és felső hőmérsékleti határára vonatkozóan. Emellett javultak a környezeti tulajdonságok, elsősorban a biológiai lebonthatóság. Mindez nagyrészt az adalékok terén megvalósított fejlesztésnek köszönhető. Nem elhanyagolható szempont az olcsó alapolaj következtében kialakítható kedvező ár és a kompatibilitás a használatos tömítésekkel.

(VDI-Berichte, 2003. 1798. sz. p. 67–72.)