

Vezérelt fogyasztói modellek és a vezérlésből fakadó előnyök

Raisz Dávid

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
raisz.david@vet.bme.hu*

Absztrakt: Az előadás ismerteti három háztartási fogyasztó (bojler, légkondicionáló és fagyasztó) villamos-termikus modelljét. Ezek a modellek alkalmasak egy vezérelt fogyasztói csoport különböző vezérlési programok hatására létrejövő teljesítmény-felvételének meghatározására. Az előadás bemutatja továbbá, hogy a terhelési görbék kiegyenlítése (simítása) által milyen mértékben csökken a hálózati veszteség.

Kulcsszavak: vezérelt fogyasztók, modellezés, terhelési görbe, hálózati veszteség

Bevezetés

Az utóbbi években a villamosenergia-ipar egyes szakmai fórumain rendszeresen felmerül a kérdés: milyen jövő vár a jelenlegi hangfrekvenciás központi vezérlési (HKV) rendszerre, vajon szükség van-e rá, érdemes-e kiváltani a rádiófrekvenciás (RKV) rendszerrel (van, ahol ez a folyamat már javában zajlik), vagy esetleg néhány éven belül az említett rendszerek átadják helyüket a jelenleg formálódó „Smart Metering” (SM) koncepciónak, amely további vezérlési lehetőségeket kínál.

A fogyasztók közvetlen, szolgáltató általi vezérlésének számos előnye van, többek között:

- lehetővé válik a napi rendszerterhelési görbe simítása, ezáltal jobban kihasználhatók az alaperőművek és kevesebb csúcserőművi kapacításra van szükség
- a szolgáltatónak lehetősége nyílik az aktuális fogyasztását a menetretdben megadott fogyasztáshoz igazítani, csökkentve ezáltal a kiegyenlítésért fizetendő költségeit
- a napi terhelési görbék simításával a hálózati veszteségek csökkenthetők.

Az első két szempontot csak röviden kívánjuk érinteni, tekintve, hogy azokat egy korábbi előadásban [1] már körbejártuk.

Előadásunk első részében a hálózati veszteség csökkentésére koncentrálnunk.

Ahhoz, hogy egy vezérlési rendszert hatékonyan lehessen működtetni, szükséges, hogy meg tudjuk becsülni az egyes fogyasztói csoportok ki- vagy bekapcsolásakor fellépő teljesítmény-változást. Az előadás második részében ezért olyan háztartási fogyasztók modelljeit ismertetjük, amelyek használatuk jellegénél fogva alkalmasak arra, hogy a szolgáltató által vezérelt áramkörrel működtessék őket.

Hálózati veszteség csökkentése

Tekintsünk egy ideális feszültségforrásból, egy tisztán rezisztív távvezetékéből és egy áramgenerátoros fogyasztóból álló egyszerű hálózatot; a fogyasztó áramfelvétele $i(t)$ időben változó legyen.

A hálózaton keletkező veszteségi energia T idő alatt

$$W_v = R \cdot \int_0^T i^2(t) \cdot dt$$

Ha a fogyasztó ugyanezen idő alatt ugyanakkora energiát fogyasztana, mint fent, de időben állandó áram mellett, akkor hálózaton keletkező veszteségi energia

$$W_{v,id} = R \left(\int_0^T i(t) \cdot dt \right)^2$$

lenne.

A csúcskihasználási tényező

$$K_{cs} = \left(\frac{W_v}{W_{v,id}} \right)$$

megmutatja, hogy hányadrészére csökkenne a veszteség, ha a napi terhelési görbét teljesen ki tudnánk simítani. (K_{cs} értéke kif hálózatokon 1,05..1,15 körüli.)

Az előadásban egy egyszerű számítást mutatunk be arra vonatkozóan, hogy a szolgáltatónak mekkora költség-megtakarítást jelent, ha a fogyasztók vezérlésével K_{cs} értékét különböző mértékben csökkenteni tudja.

Völgyfeltöltés és menetrendtartás

Ebben a fejezetben röviden utalunk a már említett [1] cikkre, amelyben bemutattuk, hogyan lehet egy olyan vezérlési alpprogramot kidolgozni, amely által lehetővé válik a napi terhelési görbe minimumának növelése (a csúcsfogyasztás növelése nélkül), valamint hogy az így kapott vezérlési alpprogram napközbeni, kismértékű módosításával hogyan lehet a menetrendtartást biztosítani.

Vezérelt fogyasztói modellek

Ebben a fejezetben néhány háztartási fogyasztó villamos modelljét mutatjuk be, amely lehetővé teszi a teljesítményfelvétel alakulásának meghatározását különböző vezérlési programok esetén.

Légkondicionáló berendezés

A megfelelő matematikai modell a [2] cikk (7) és (14) egyenlete szerint egy ház termikus modelljét leíró differenciálegyenlet-rendszer, melynek állapotváltozói a levegő hőmérséklete (T) és páratartalma (H); a modell további paraméterei a légkondicionáló berendezés névleges adatai, a ház térfogata és falainak hővezetési együtthatója, a külső hőmérséklet és páratartalom, valamint a levegő fizikai tulajdonságai.

Fagyasztó

A fagyasztónak, mint vezérelt fogyasztónak a modelljét meghatározó paraméterek: egyrészt a fagyasztó névleges adatai (térfogat, teljesítmény, COP, áthidalási idő – ebből számítható egy hővezetési együttható), valamint a beállított hőmérséklet és a külső hőmérséklet. Szükséges továbbá egy egyszerű, az élelmiszerek kivételét-behelyezését leíró „viselkedési modell”.

Forróvíztároló

A bojlerok modelljét az [1] cikkben ismertettük.

A fenti modellek ismeretében becslés adható arra nézve, hogy egy vezérelt fogyasztói csoport teljesítményfelvétele hogyan fog változni időben különböző vezérlési programok hatására.

Az alábbiakban szimulációs eredményeket közlünk arra vonatkozóan, hogy folyamatosan bekapcsolt (pl. hétvégi) és egy hétköznapi vezérlési időprogram esetén hogyan alakul öt, egyenként háromezer fogyasztóból álló vezérelt csoport teljesítményfelvétele.

Az összegzett fogyasztás ábrázolásánál azt feltételezzük, hogy a fogyasztók mindegyikénél van bojler, 80 %-uknál van fagyasztó és 33 %-uknál van légkondicionáló berendezés. A teljesítmény időfüggvényeket egy fogyasztóra vetítve ábrázoljuk.

Összefoglalás

A korábbi és a jelenlegi eredmények alapján megállapítható, hogy

- a bemutatott fizikai modellek alkalmasak a vezérelt fogyasztói csoportok viselkedésének becslésére, szimulációjára
- a jelenlegi vezérlési rendszer alkalmas a napi terhelési görbe simítására
- a terhelési görbe simítása a rendszerirányítónak és a szolgáltatónak is érdeke (utóbbinak a veszteségek csökkenése miatt)
- alkothatók olyan vezérlési programok, amelyek a szolgáltatónak további előnyöket jelentenek (menetrendtartás)
- fentiek miatt a jelenlegihez hasonló vezérlési lehetőségek megtartása/ biztosítása a jövőben is indokolt.

Irodalom

- [1.] Dr. Dán András, Raisz Dávid: A hangfrekvenciás fogyasztói befolyásolás-ban rejlő lehetőségek, III. BMF Energetikai Konferencia, Budapest, 2008. november 25.
- [2.] D. Bargiotas, J. D. Birdwell: Residential Air Conditioner Dynamic Model for Direct Load Control, IEEE Tr. PWRD. Vol. 3, No. 4, October 1988

Raisz Dávid 2000-ben szerzett villamosmérnöki oklevelet a BME Villamos Művek Tanszékén, jelenleg adjunktus, doktori fokozatának megszerzésére készül, a MEE és az IEEE tagja.

