XIV. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2009. március 26-27.

KISERŐMŰVEK HÁLÓZATI CSATLAKOZTATÁSÁNAK ÉS SZIGETÜZEMÉNEK FELTÉTELEI

Készítette: Arnold Ákos
Konzulens: Dr. Dán András
Lektorálta: Horváth István

Abstract

Today the amount of dispersed generation is increasing worldwide. Therefore we have to analyse the effects of dispersed generators on the grid. This comes up in the changing of the electricity quality indexes. With dispersed generation it is possible to supply nearby consumers in isolated operation. What is more, the increasing autonomy would be a step to realize the “smart grid” concept. To this strict requirements have to be fulfilled. In isolated operation the dispersed generator has to keep control on voltage, reactive power, frequency and active power. It has to keep the balance between generation and consumption even by limiting the load. To examine the operation of dispersed generators and the cooperation with the grid we need software support, to build models and execute calculations. Therefore we need suitable models of the generation, consumption and the control. The applied models and its parameters can be examined during computer simulations.

Keywords:

dispersed generation, isolated operation, voltage control

Összefoglaló

Manapság világszerte folyamatosan nő az elosztott energiatermelő egységek, a kiserőművek jelentősége és elterjedése a villamos energia rendszeren belül. A széles körű elterjedés megköveteli, hogy figyelemmel kísérjük a kiserőművek hálózattal való kooperálásának hatásait, melyek a villamosenergia-minőségi mutatók megváltozásában jelentkeznek. A kiserőművek lehetőséget biztosítanak a környezetükben lévő fogyasztók szigetüzemben történő ellátására. Autonómiájának növelése ezen kívül lépést jelent az ún. „smart grid” koncepció megvalósulása felé. Ehhez természetesen szigorú követelményeket kell teljesíteni. Szigetüzemre áttérve a hálózatrész feszültség-meddőteljesítmény és frekvencia-hatásos teljesítmény szabályozásának is a kiserőmű lesz az eszköze, neki kell fenntartania a termelés és fogyasztás egyensúlyát, szükség esetén a terhelés korlátozásával is. A kiserőművek vi-selkedésének, hálózattal való együttműködésének és szigetüzemének vizsgálatához elengedhetetlen a modellezés és számítás szoftveres támogatása. Ehhez mind a termelés mind a fogyasztás mind pedig a szabályozás szempont-jából megfelelő modelleket kell alkalmazni. Az alkalmazott modellek és paramétereik számítógépes szimuláció segítségével vizsgálhatók meg.

Kulcsszavak:

elosztott energiatermelés, szigetüzem, feszültség szabályozás

1. Bevezetés

Manapság egyre terjednek a villamosenergia-rendszerben a közép- és kiefeszültségű hálózatra csatlakozó, 50 MW beépített teljesítménynél kisebb úgynevezett kiserőművek. Ezek jelentősége a jövőben a várakozások szerint továbbra is nőni fog, annál is inkább, hiszen a legtöbb ilyen erőmű megújuló energiaforrást használ, illetve nagy hatásfokú technológián alapul, melyek a fenntartható energiaellátás

kulcsfontosságú elemei. A kiserőművek hálózatra gyakorolt hatásait ugyanakkor folyamatosan vizsgálni kell, hogy az ellátás minőségének foka ne csökkenjen. Emellett a kiserőművek és a hálózat együttműködésének egy speciális formájaként a hálózat üzemzavara esetén a kiserőművek fogyasztóikat szigetüzemben is elláthatják.

2. Kiserőművek szigetüzeme

A kiserőművek szigetüzemi működésének vizsgálata eddig elsősorban arra irányult, hogy a leválás után átmenetinek tekintett állapotban hogy viselkednek az erőművek, mennyi idő alatt kell a szigetüzemet megszüntetni. Más megközelítésben azonban lehetséges a tartós szigetüzem megvalósításának lehetőségeit vizsgálni. Ebben a tekintetben elsősorban olyan kiserőművek alkalmazása képzelhető el, melyek tartósan stabil, egyenletes energiaszolgáltatásra képesek, mint például a gázmotorok, esetleg tüzelőanyag-cellák, a megújulók közül vízerőművek, geotermikus erőművek, biomassza erőművek. Ezek közül is a gázmotorok elterjedtsége a legnagyobb mind a primer energiaforrás hozzáférhetősége, mind a technológia kiforrottsága szempontjából. Szél- és naperőművek szigetüzeme – önmagukban semmiképpen – nem lehetséges.

Szigetüzemről akkor beszélünk, ha a kiserőmű az erősáramú hálózattal való kooperáció nélkül látja el a fogyasztókat. Ez a helyzet leginkább a táphálózat üzemzavara esetén állhat fent.

Külső fogyasztók ellátása szigetüzemben jelenleg nem megengedett, a kiserőműnek a kommunális hálózatról le kell válnia a feszültség kimaradása esetén. Ennek egyik oka, hogy az üzemzavar-elhárítási munkák során a kezelőszemélyzet testi épsége ne kerüljön veszélybe. Másik oka, hogy a zárlat esetén működő visszakapcsoló automatika csak energiamentes hálózatot kapcsolhat vissza.

3. Feszültség- és frekvenciaszabályozás

Ahhoz, hogy a külső fogyasztók ellátása lehetséges legyen, a legfontosabb, hogy a kiserőmű szabályozó berendezése képes legyen a hatásos és meddő teljesítmény egyensúlyának fenntartására, azaz a frekvencia és a feszültség megfelelő értéken tartására. Mindemellett a hálózatrész védelmének kialakításakor figyelembe kell venni, hogy a működés szigetüzemben is megfelelő legyen.

Az 1. ábrán egy kiserőművi gerjesztésszabályozó szabályozástechnikai sémája látható [1]. A szabályozó a generátor gerjesztőáramának változtatásával szabályozza a generátor kapcsainak feszültségét, illetve meddőteljesítmény termelését.

1. ábra Gerjesztésszabályozó modell

Szigetüzem esetén a frekvencia előírt értéken tartásához szükség van arra, hogy a kiserőmű a primer és szekunder szabályozást is megvalósítsa. Ehhez hozzátartozik a fogyasztói hálózat kialakítása is oly módon, hogy szigetüzemben csak akkora összteljesítményű fogyasztó kapcsolódhasson a hálózathoz, amelyet a generátor képes ellátni. Ezért egy olyan automatika is szükséges, amely a fogyasztói terhelést szigetüzem esetén korlátozza, hogy a teljesítményegyensúly az üzemállapot kialakulása után minél előbb kialakulhasson.

A szigetüzem fenntartását szolgáló szabályozó berendezések, tehát a feszültség- és frekvenciaszabályozó, valamint a terhelést korlátozó automatika csak a szigetüzem fennállása alatt működhetnek, a hálózattal való együtt járás során ezeknek nem kell működni, ekkor a kiserőmű optimális üzemállapotban ($P_g = P_g^{\max}$, $\cos\varphi \sim 1$) működik, optimális hatásfokkal.

Ez azonban azt is jelenti, hogy a gázmotor hatásfoka szigetüzemben nem maximális. Annak mérlegelésére van szükség, hogy az emiatt keletkezett többletköltséget kompenzálja-e, hogy a hálózati táplálás kimaradása által okozott technológiai kiesésnek nem keletkezett többletköltsége.

4. A szigetüzemi működés szimulációs vizsgálata

A hálózattal való együttműködés és a szigetüzem vizsgálatok elengedhetetlen a számítógépes támogatás alkalmazása. Munkám során egyrészt a DIGSILENT Power Factory programcsomagot alkalmaztam, mely teljes körű hálózatszimuláció elvégzésére alkalmas, dinamikus eszköztára segítségével szabályozástechnikai megoldások is modellezhetők vele. Másrészt az EDS szoftvert használtam, mely kifejezetten elektrodinamikus szimulációk elvégzésére lett kifejlesztve, és lehetőséget biztosít a saját igényeknek megfelelő hozzáflesztésre.

2. ábra Egyszerűsített hálózati modell

A hálózatról való leválás modellezésekor egy egyszerű, sugaras elrendezésű hálózatot vizsgálunk (2. ábra). Az elemek közti összeköttetéseket 20 kV-os középfeszültségű vezetékeként modellezzük. A nagyhálózatot mögöttes impedanciaként vesszük figyelembe. A körzet üzemállapota elméletileg háromféle lehet, melyet a szimulációk során figyelembe kell venni. *Hiány* esetben a körzet a hálózat felől teljesítményt vesz fel, míg *többlet* esetben teljesítményt táplál be a hálózat többi részébe. Az el-

méleti jelentőségű *balansz* esetben az összekötő vezetéken közel 0 MW hatásos teljesítmény áramlik, a körzet hatásos teljesítmény igényét a generátor teljes egészében ellátja.

A fogyasztót többféle modellel lehet figyelembe venni. Az impedanciatartó fogyasztó a feszültségviszonyok romlása esetén az új egyensúly kialakulása irányába hat ($Z = U^2/S = \text{áll}$), míg a teljesítménytartó fogyasztó némileg hátráltatja az új egyensúly kialakulását ($S = U \cdot I = \text{áll}$). Az elvégzett szimulációk során fele-fele arányban alkalmaztunk impedancia- és teljesítménytartó fogyasztót, míg áramtartót nem. A további szimulációk során szükséges lehet más fogyasztói modellek vizsgálata is.

5. Összegzés, további tervek

Az elosztott energiatermelés révén a kiserőművek szerepe várhatóan tovább nő a villamosenergia-rendszerben. Ezért az ellátásbiztonság szempontjából a kiserőművek szigetüzemének vizsgálata külön figyelmet érdemel. A szigetüzem fenntarthatósága szempontjából kulcskérdés a feszültség és a frekvencia egyensúlyának kialakítása.

Először a fenti modell segítségével, majd esetleg annak bővítésével szeretnénk a gerjesztésszabályozó paramétereit vizsgálni. Tekintetbe véve a hálózatról való leválás, a terhelésváltozás és a visszakapcsolódás során felmerülő követelményeket.

A távlati elképzelésekben pedig lehetőség nyílhat a témakör más területeinek, így a frekvenciaszabályozás megvalósításának vagy akár más típusú, például inverteren keresztül kapcsolódó háztartási kiserőművek működésének modellezése felé is.

Irodalom

- [1] Josef Tlustý, Viktor Valouch: *Modeling and Implementation of Renewable Energy Sources to Distribution Systems*, International Conference on Harmonics and Quality of Power, Wollongong, Ausztrália, 2008. szept. 28.-okt. 1.
- [2] Faludi Andor, Szabó László: *A villamosenergia-rendszer üzeme és irányítása*, Felsőfokú oktatási segédlet
- [3] Ryszka Árpád: *Az EDS programrendszer és kiértékelő rajzrendszer továbbfejlesztése aszinkron gépek vizsgálatára*, diplomaterv, 2005

Arnold Ákos, hallgató

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Villamos Energetika Tanszék

Cím: H-1111 Budapest, Egrý József u. 18.

Telefon: +36 1 463-2904, Fax: +36 1 463-3600

E-mail: akosarnold@gmail.com