

Intelligencia az erősáramú hálózatokban

Dr. Kádár Péter

BMF KVK Villamosenergetikai Intézet

kadar.peter@kvk.bmf.hu

Kulcsszavak: intelligens energiarendszer, DSM, HKV, menetrend

1. Bevezetés

Napjainkban szembesülünk a világ féktelen energiaéhségével. A nehezen tervezhető fogyasztások feltétel nélküli kielégítése közben a természeti erőforrások, az ellátó hálózatok és a környezetterhelés határaihoz értünk. Az EU az Intelligens Energia Európának programmal kívánja a kutatást e téma köré csoportosítani.

A termelési és elosztási oldalon nagy kapacitás tartalékok lennének kiaknázzhatóak, ha a csúcsterhelés/völgyterhelés aránya az 1-hez közelítene (azaz ha az éjjeli időszakra terelődne át több fogyasztás a csúcsidőszakból). Fogyasztói befolyásolás nélkül (Demand Side Management – DSM) ez az arány a 2-höz közelebbi. Bár számos befolyásolási technika létezik (tarifa szabályozás, energiatakarékossági kampányok, menetrendezési technikák), mégis csak a Hangfrekvenciás KörVezérlés van szélesebb körben elterjedve. Munkánk során azt kerestük, hogyan lehetne a fogyasztást és termelést nagyobb együttműködésre, összhangra bírni. Ehhez az energiarendszert aktívabbá és intelligensebbé kell tenni.

2. Intelligencia az energiarendszerben

2.1. Rendszer szint

Az energiaellátási technológiák zöme már évszázadnyi korú, de az irányítástechnikai paletta az utóbbi időben számos mesterséges intelligencia (AI) eszközzel bővült [1]:

- Vészjelzés szűrés és feldolgozás
- Hibaanalízis és készülékdiagnosztika [5]
- Rendszer helyreállítás
- Biztonsági számítások, kontingencia analízis
- Terhelés- és termelés előrejelzés
- Terhelés és termelés tervezés
- Villamosenergia piaci rendszerek

- Diszpécseri szimulátorok
- Optimalizációs technikák [2]
- Karbantartás szervezés
- Döntéstámogató rendszerek, stb.

A deregulált piaci környezetben újabb intelligens funkciókat fejlesztettek:

- Tőzsdei ajánlattételt támogató eszközök
- Árelőrejelzés
- Congestion (torlódás) kezelés
- Portfólió kezelés
- Piaci folyamatok előrejelzése

A funkciók megvalósításához különböző intelligens technikákat alkalmaznak:

- Mesterséges neurális hálózatok (Artificial Neural Networks – ANN)
- Fuzzy halmazok
- Szakértői rendszerek
- Multi agent systems
- Constraint programming
- Mintaillesztés, stb.

Mindezen funkciók a jól működő adatgyűjtő – felügyelő rendszer (SCADA) kiépítését feltételezik.

2.2. Helyi-körzeti szint

Az Intelligens Energia és Smart Grid fogalmak kis helyi fogyasztók és termelők alacsony szintű aggregációját jelentik. Ezek a készülékek tipikusan a megújuló és elosztott termelő berendezések, mint a mikroturbina, napelem, szélturbina, vagy mint az intelligens, önszabályozó terhelések, mint pl. a légkezelők, szárítók, hűtőberendezések, vagy akár a kenyérsütő gép. Ezek a részhálózatok, virtuális mikrogridek [4]) mint intelligens hálózatrészek képesek együttműködni a nagy hálózattal.

Fogyasztási oldalon ennek ellenére évtizedek óta csak a HKV-t használják, ami egy durva, lokális szinten intelligensnek nem mondható távkapcsolási lehetőség, amely a maga korlátain belül hasznosan és megbízhatóan működik. [6]

Fogyasztói oldalon két csoport tehető intelligenssé:

- Középméretű koncentrált fogyasztók, mint a bevásárlóközpontok, irodatornyok, lakóparkok, a maguk 0,5-3 MW-os terhelésével, illetve
- Kisléptékű fogyasztók, tipikusan a háztartások 3-20 kW-os csúcsterheléssel. Egy háztartás nem számottevő, de többszázezer már ezer MW-os nagyságrendbe esik. Ezért érdemes ezzel foglalkozni.

3. A fogyasztói szokások mérése

Most az utóbbi csoportra koncentrálunk, amelyek részt vehetnek az új típusú együttműködésben. A kislejtes fogyasztókat három kategóriába kell sorolni részben a műszaki kialakításuk, részben pedig a felhasználásuk jellegét illetően:

- Spontán fogyasztók, amelyek bármikor, vagy legalábbis a nap egy jellemző szakában kerülnek bekapcsolásra (pl. világítás, televízió, rádió, hifi, DVD lejátszó, számítógép, laptop, nyomtató, telefon/fax/üzenetrögzítő, vasaló, porszívó, átfolyó vízmelegítő, kisbojler, hajszárító, mikrohullámú sütő, kávéfőző, villanytűzhely). Ezek ki-/bekapcsolását nem célszerű külső automatikákra bízni, ezek hosszú távon megmaradnak a „szabadon” belépő fogyasztók között.
- Átmenetrendezhető fogyasztók, amelyeket nem célszerű távoli, központi automatikával kapcsolni, de mégis bizonyos szempontok alapján (pl. olcsóbb tarifa), a fogyasztó úgy dönthet, hogy késleltetve használja őket (pl. mosógép, kenyérsütő, hőszivattyú, szárítógép, hűtőgép, fagyasztóláda, légkondicionáló)
- Végül a fogyasztóknak van egy olyan csoportja, amelyet évtizedek óta kialakult rendszer szerint egy távoli, központi automatika alapján (és a helyi felhasználás figyelembevételével) kapcsolnak ki/be. Ezek a Hangfrekvenciás Körvezérlésbe bekapcsolt villanykályhák és villanybojlerok.

A menetrendet nem adó fogyasztás gyakorlatilag minden tudatosság nélkül, véletlenszerűen fogyaszt. (Természetesen az összfogyasztás statisztikai módszerekkel jól becsülhető.) Éppen ezért az energia-, illetve energiarendszer tudatos fogyasztók köre még jelentősen bővíthető. Az intelligencia több szinten megvalósítható, mint pl. háztartási fogyasztás (és termelés) ütemezése, dinamikus tarifa használata, fogyasztók egy csoportjának távkapcsolhatóvá tétele, stb.

A termelés és fogyasztás egyensúlyának megtartása a villamosenergia-rendszer irányítás egyik alapfeladata. Ez vonatkozik kis egységekre is (autó, hajó, repülőgép, sziget), de hasonlóan a nagy rendszerre is. A napi termelési-fogyasztási görbe jól becsülhető statisztikai, analitikus és technológiai modellekkel. A menetrendtervezés kérdése mindegyik energiarendszerben fennáll. A kis, izolálható, szigetben is működőképes rendszerekben főként a korlátozott energiaforrások maximális kihasználása miatt fontos a kérdés, gondoljunk itt pl. az úrhajók napelem kihasználására. Hasonló a helyzet, amikor fogyasztói csoportok összfogyasztását akarjuk befolyásolni (aktív DSM), hogy az eredő fogyasztási görbe pl. kedvezőbb csúcs/völgy aránnyal bírjon.

4. A fogyasztói befolyásolhatóság bővítése

4.1. Fogyasztói mérések

A villamosenergia termelés és elosztás szempontjából kedvező, ha minél kiegyensúlyozottabb a menetrend. Jelen vizsgálat tárgya a kisfogyasztói és termelői menetrendek koordinálása illetve koordinálhatósága. A fogyasztási menetrend alakításának lehetőségeivel kapcsolatosan a következőkben leírt kvalitatív vizsgálatot végeztük.¹

A munkamódszerünk a következő volt:

1. Több háztartás menetrendjét készülékenként monitoroztuk,
2. Ezekből egy általános aggregált fogyasztói menetrendet alkottunk
3. Meghatároztuk a jelenleg vezérelt részt
4. Megvizsgáltuk, hogyan lehet a jelenlegi vezérlést javítani
5. Kiválasztottuk a vezérelhető fogyasztókat (nem feltétlen HKV-val, hanem egyéb intelligens eszközökkel)
6. Megvizsgáltuk, hogy ezek vezérlésével hogyan alakítható a menetrend

Alkalmazott feltételezések, közelítések, egyszerűsítések:

- Négy háztartást vizsgáltunk
- A fogyasztási teljesítményeket névleges teljesítményekkel helyettesítettük
- 5 perces időlépcsőt alkalmaztunk
- Egy hétköznapot vizsgáltunk
- A görbe hullámosságát finom eltolással simítottuk
- A fogyasztási területre mind a négy fogyasztóból 10-10 darabot, összesen 40 darabot vettünk
- A HKV átprogramozásakor ugyan azzal a felvett energiamennyiséggel számoltunk

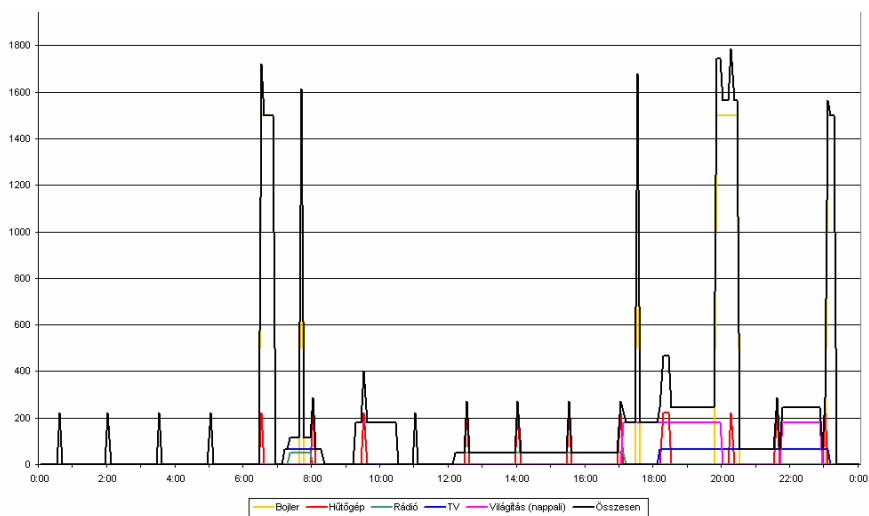
Későbbi finomítási lehetőségek

- Több lakás és egyéb fogyasztó bevonása
- Az aggregáció pontosabb arányokkal történő kibővítése
- A mérési időfelbontás növelése
- Műszeres mérés
- Több naptípus mérése
- Minden fogyasztó mérése, stb.

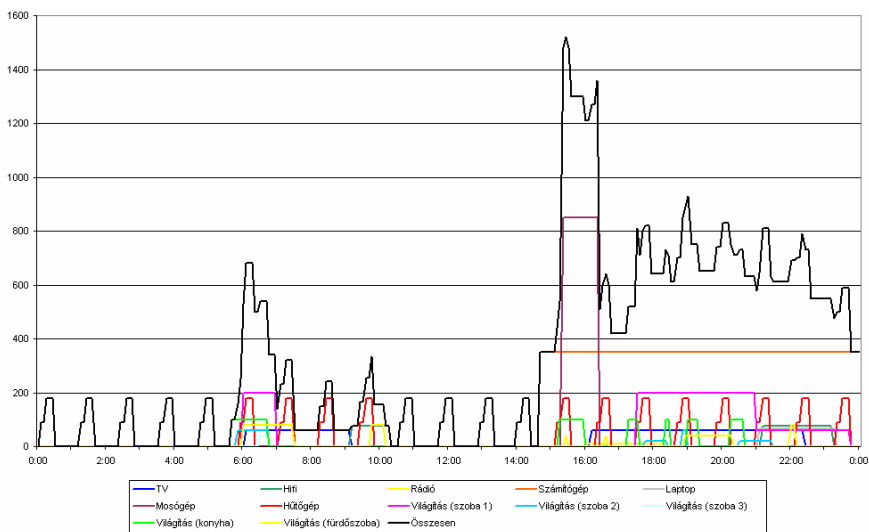
Méréseket 4 lakótelepi jellegű referencia lakásban végeztünk.

¹ A méréseket a KVK BMF VEI harmadéves hallgatói, projektmunka keretében, Kun Viktor vezetésével végezték

4.2. Mérési eredmények

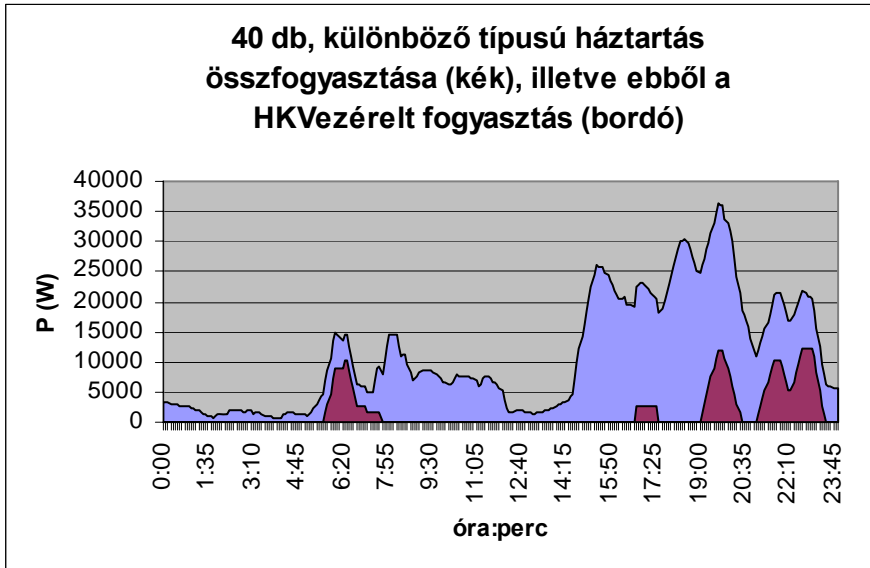


1. típusú lakás fogyasztása

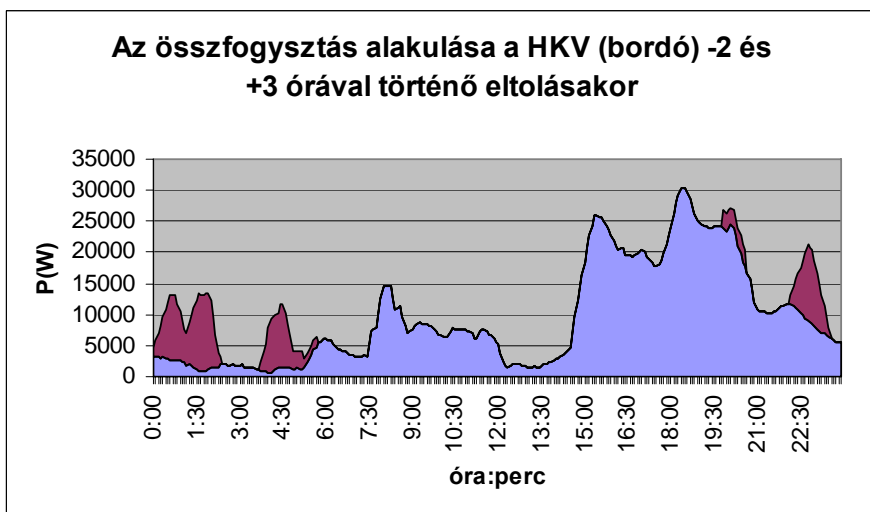


4. típusú lakás fogyasztása

Az egyedi lakások természetesen igen hektikusan, „tüskésen” fogyasztanak. Egy közelítő eljárással a nagyszámú fogyasztót jellemző kiegyenlítettebb görbét képeztünk.



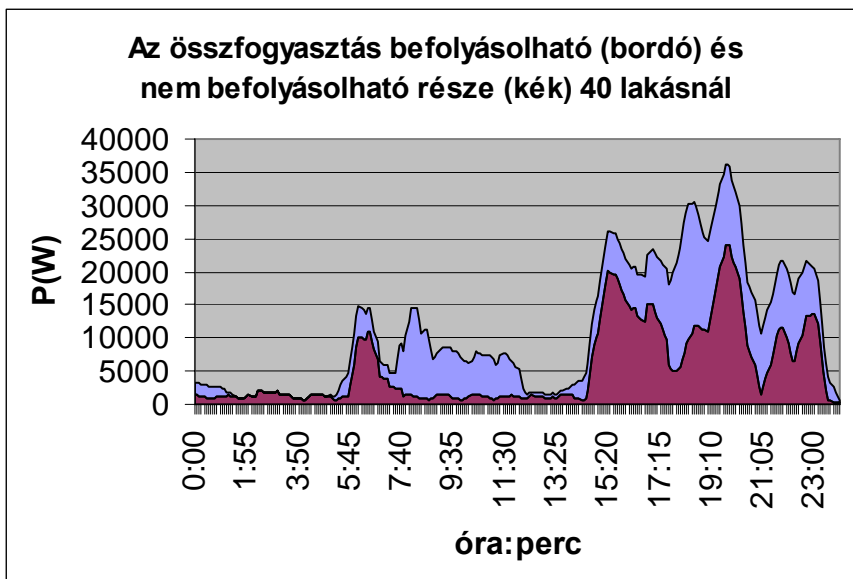
A képen látható, hogy a HKV által vezérelt készülékek inkább növelik a csúcspotyot, mintsem csökkentenék azt.



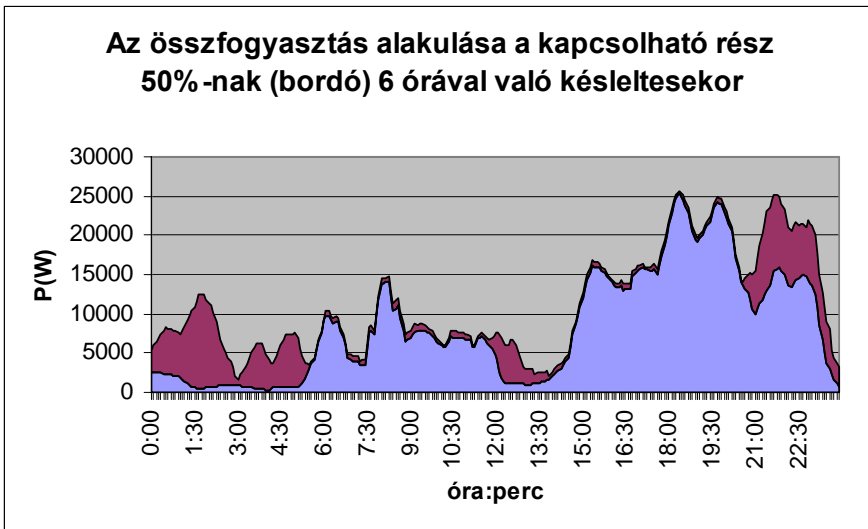
Csupán a meglévő HKV átprogramozásával jelentősen csökkenthető lenne a fogyasztási csúcs. Jelen esetben ez több mint 15%!

Energiamennyiségek, 1 napra, a példában szereplő 40 lakásra:

Össz. felhasznált energia:	675 kWh
Ebből HKV-ba bevont	102 kWh
Spontán fogyasztó	333 kWh
Befolyásolható	336 kWh
30 %-os csúcslevágás	166 kWh átmenetrendezésével elérhető!



Az eredeti fogyasztási görbének nagy részét teszik ki az átmenetrendezhető fogyasztók, és ezek többsége a csúcsidőszakban üzemel.



Azzal, hogy az összes átmenetrendezhető fogyasztásnak csak az 50%-át késleltetjük 6 órával, azzal az eredeti csúcspontfogyasztást több mint 30%-al csökkentettük! A csúcs/völgy arány pedig az eredeti 40-ről 10-re csökkent.

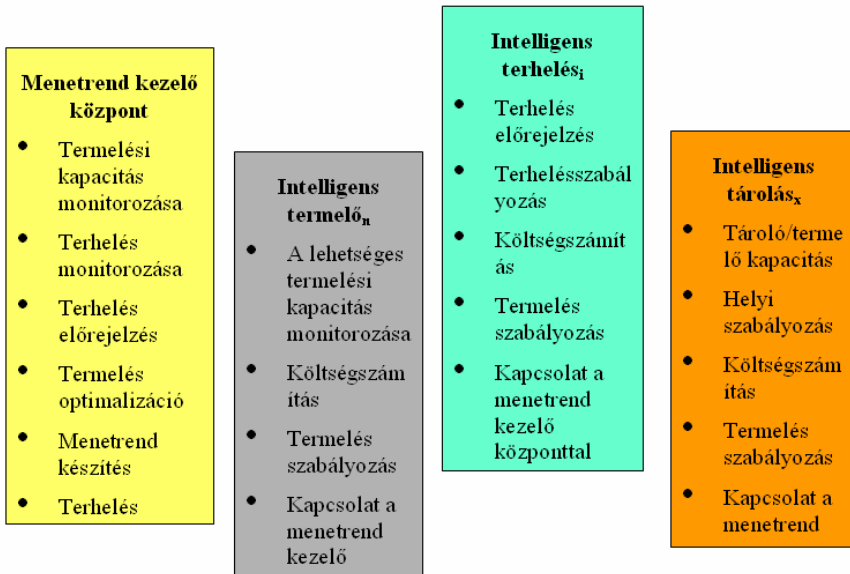
4.3. Megállapítások

Összességében megállapíthatjuk, hogy a háztartási fogyasztók nagyobb részét be lehetne vonni egy finom, adaptív és interaktív DSM szabályozásba, ami lehetőséget teremt a fogyasztási görbe kedvező irányú befolyásolására, „kismítására”. Méréseink egyelőre csak kvalitatív jellegűek voltak, de a tendenciát jól érzékeltetik.

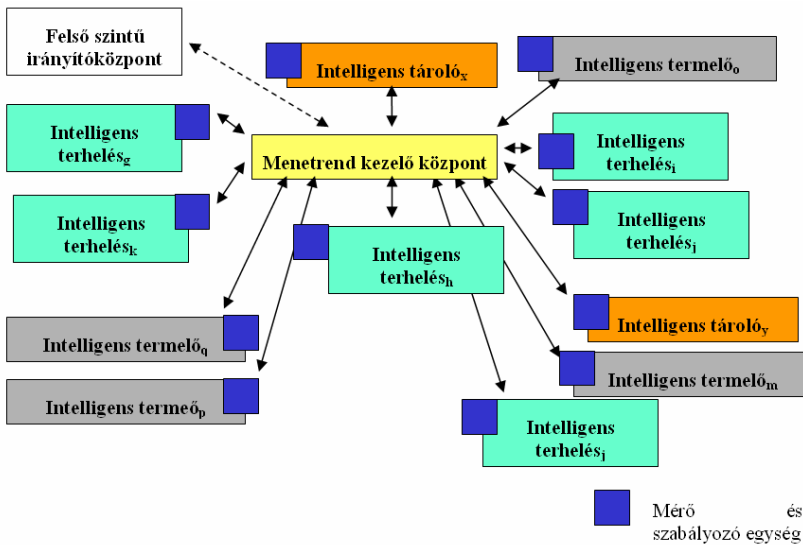
A fenti fogyasztások adaptív átrendezését különböző, itt most nem ismertett optimalizáló eljárással lehet automatikusan elvégezni.

5. Javasolt irányítási struktúra, kommunikáció

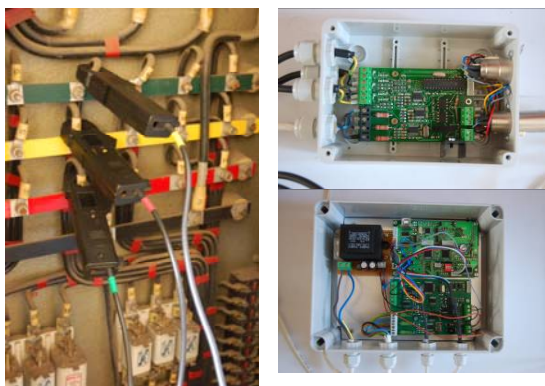
A fenti szabályozási algoritmusok fizikai megvalósítása a hagyományos készülékek intelligenciával történő kiegészítését igényel. A következő ábrán a készülékekre telepítendő lokális intelligencia főbb funkcióit foglaltuk össze, azaz mit kell tudnia egy kis hálózati generátornak, mosógépnek vagy akkumulátoros tározónak ahhoz, hogy részt tudjon venni az intelligens hálózati együttműködésben.



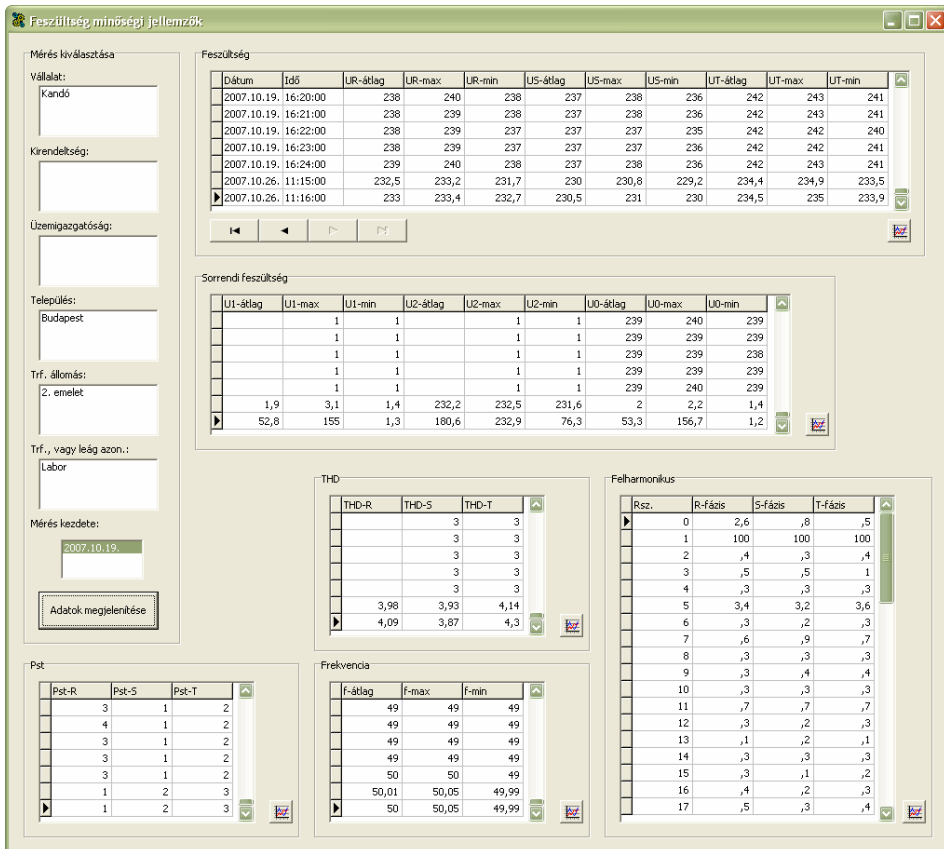
Az intelligens termelő/tároló és fogyasztó készülékeket egy alacsony szintű menetrendkezelő központhoz célszerű kapcsolni, alapvetően sugaras szervezésben:



A következő ábrán a lokális intelligencia kialakításának egyik prototípus készülékét látjuk, amely a teljesítményáramlások GPRS-en keresztül történő távmonitorozására szolgál (a készülék a GVOP-3.3.3-05/2.-2006-01-0118/3.0 hálózati minőség távmérő rendszer része).



A mérőszközök csatlakoztatása, a készülék és a GPRS kapcsolat



A fenti mérőegység által gyűjtött feszültségminőségi „távregisztrátum”

A rendszer teljes kiépítéséhez számos kérdést, illesztést is meg kell oldani, bár ezekre a technikai berendezések külön-külön adtak:

- A fogyasztói készülékek irányítástechnikai hálózatba szervezése
- Helyi szabályozó
- Kommunikáció a készülékekkel, a felsőbb irányító központtal
- A rendszer gazdasági érdekeltiségi alapokra helyezése, azaz a fogyasztóknak érdekük legyen intelligens készülékeket üzemeltetni

6. Összegzés

Az energiaigények növekedése megkívánja a termelők és fogyasztók intelligens együttműködését. Azt találtuk, hogy a kommunális kisfogyasztók igen nagy DSM potenciállal rendelkeznek. Ennek kiaknázására egy intelligens szabályozórendszert lehet építeni, és ennek főbb elemeit bemutattuk. Meggyőződésünk, hogy ilyen, és ehhez hasonló megoldások a hálózatot irányítási és ellátási szempontból kezelhetőbbé teszi, ezáltal is hozzájárulva a fenntarthatósághoz.

Hivatkozások

- [1.] Z. A. Vale, Intelligent Power System in *Wiley Encyclopaedia on Computer and Software Engineering*
- [2.] O. Geyrisman, Optimum Distribution Switching in *TD World September, 2007*, p. 46
- [3.] T. Bessenyei, Estimation of Country-Wide Wind Power Generation Based on Meteorological Data, in *proceedings of International Conference on Communication, Computer and Power (ICCCP'07)*, Muscat, Oman, February 19-21, 2007; pp. 177-181
- [4.] P. Kádár, Testbed for Virtual Microgrid Control Strategy Development, in *Proceedings of International Conference on Renewable Energy and Power Quality (ICREPO'07)* Sevilla, Spain, March 28-30, 2007
- [5.] I. Szén, Transformer Diagnostics, *Hungarian Electrotechnical Association – 53th Conference*, Szeged, August 23-25, 2006
- [6.] Grabner P., Rendszerszintű szolgáltatások kínálatának bővítési lehetőségei, *A rendszerszintű szolgáltatások piaca, HTM-ekkel való kapcsolata és jövője konferencia*, Budapest, 2007 október 17.