

17/2020. (XII. 21.) MEKH rendelet „1. melléklet III. rész, 3. Termelési folyamatok”

A számpéldák során a végfelhasználási energiamegtakarítással kapcsolatos adatszolgáltatásról szóló 17/2020. (XII. 21.) MEKH rendelet 1. mellékletét „EKR jegyzék” rövidítéssel hivatkozzuk.

3.4. Végponti fázisjavítás

1. Példa a megtakarítás számítására

A beruházás leírása: (példa)

Energiahatékonyság növelő intézkedésnek az az intézkedés tekinthető, melynek során egy háromfázisú ipari hálózat végpontján vagy meghatározott szakaszán meddőenergia kompenzálást építenek be, aminek hatására az átvitt meddőenergia lecsökken, így az általa okozott hálózati veszteség is kisebb lesz. A példa részletes műszaki adatai a 2. pontban vannak leírva.

1.a. Lecserélt berendezés várható élettartamának lejártáig számított éves energiamegtakarítás

Az intézkedés tárgyát képező meddőenergia kompenzálásnak névleges műszaki adatait és az almérő által mért hálózati paramétereket, valamint az üzemviteli jellemzőket az alábbi táblázat szerint kell rögzíteni.

Névleges műszaki adatok felvétele
3.4.2. táblázat

A	B	C	D
Sorok száma	Műszaki adat	Műszaki adat értékek beépítés előtt	Műszaki adat értékek beépítés után
1	Beépített kompenzáló berendezés gyártója		
2	Beépített kompenzáló berendezés típusa		
3	A kompenzáló berendezés üzembehelyezésének dátuma		
4	A kompenzáló berendezés beépítési feszültség szintje [kV]		
5	Beépített kompenzáló berendezés háromfázisú meddőteljesítménye vagy Amper értéke [kvar] vagy [A]		

6	Beépítés előtt mért hatásos (P) teljesítmény átlagérték [kW]		
7	Beépítés előtt mért meddő (Q) teljesítmény átlagérték [kvar]		
8	Beépítés előtt mért meddő (Q) teljesítmény jellege (induktív vagy kapacitív) [kvar]		
9	Kompenzált hálózatszakasz/fogyasztó éves üzemideje*, τ_a [h/év]		
10	Beépítés után mért hatásos (P) teljesítmény átlagérték [kW]		
11	Beépítés után mért meddő (Q) teljesítmény átlagérték [kvar]		
12	Beépítés után mért meddő (Q) teljesítmény jellege (induktív vagy kapacitív) [kvar]		
13	Kompenzált hálózatszakasz áramvezető keresztmetszete fázisonként [mm ²]		
14	Kompenzált hálózatszakasz áramvezető fajlagos ellenállása [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$] alumínium vezetőre: 0,02857 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ réz vezetőre: 0,01785 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$		
15	Kompenzált hálózatszakasz nyomvonal hossza [m]		

* villamos almérő adatai alapján

* Amennyiben az üzemidő meghatározásához nem áll rendelkezésre éves adat, úgy az éves üzemidőt a rendelkezésre álló mérési időszak alapján szükséges meghatározni.

Az energiamegtakarítás számításának alapját szolgáló hatásos és meddő teljesítmény átlagértékeket a kötelező almerések adatai alapján kell elvégezni, havi átlagolások alapján.

Amennyiben a meddő teljesítmény átlagolásában előfordul az induktív és a kapacitív jelleg is, akkor a számolásnál a kettő különbségével kell számolni.

1.b. Az energiamegtakarítás számítása

Az energiamegtakarítás számításához ismernünk kell a P hatásos teljesítmény, valamint a kompenzálásra kerülő Q meddőteljesítmény átlagát a kompenzáló berendezés beüzemelése előtti és az azutáni időszakra vonatkozóan. Ismernünk kell továbbá a kompenzált kábel fajlagos ellenállását és hosszát fázisonként.

1.b.1. A kompenzálás működése előtti és a kompenzálás működésekor mért értékekből számítható veszteségi teljesítmény:

Kiindulási alap: A három fázisvezetőben a veszteség az egy fázisban számolt veszteségnek a háromszorosa:

1. $P_{v0} = 3 * I^2 * R = 3 * \frac{S^2}{3 * U^2} * R$ és ebből 3 – mal egyszerűsítve $= \left(\frac{S}{U}\right)^2 * R$ és S – t felbontva kapjuk $= \left(\frac{P}{U}\right)^2 * R + \left(\frac{Q}{U}\right)^2 * R$
2. $S^2 = 3 * I^2 * U^2$ ebből $I^2 = \frac{S^2}{3 * U^2}$ ezt helyettesítjük be az 1. képletbe az I^2 helyére
3. $S^2 = P^2 + Q^2$ ezért $\left(\frac{S}{U}\right)^2 = \left(\frac{P}{U}\right)^2 + \left(\frac{Q}{U}\right)^2$ ezt helyettesítjük be az 1. képletbe az $\left(\frac{S}{U}\right)^2$ helyébe

$$P_{v0} = \sum_{i=0}^n R_i * \left[\left(\frac{P}{U}\right)^2 + \left(\frac{Q}{U}\right)^2 \right] \quad (3.4.7.1.1.)$$

ahol:

P_{v0} → veszteség a kábelszakaszon a kompenzáció előtt [kW]

P → átlagos hatásos teljesítmény [kW]

Q → átlagos meddő teljesítmény [kvar]

U → kábelszakasz vonali feszültsége [kV]

R → kábelszakasz ellenállása [Ω /fázis]

A (3.4.7.1.1.) képletben szereplő, kompenzált kábel ellenállása (R) az alábbi képlet szerint számítható:

$$R = \frac{\rho * l}{A} \quad (3.4.7.1.2.)$$

ahol:

R → kábelszakasz ellenállása [Ω]

l → kábelszakasz nyomvonal hossza [m]

ρ → kábelszakasz fajlagos ellenállása [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]

A → kábelszakasz vezetőér keresztmetszete [mm^2]

A fajlagos ellenállás alumínium vezetőre: $1/35 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$, réz vezetőre: $1/56 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$

Az R ellenállás értékét csak a vezeték nyomvonal hosszal megegyező (l) hosszúsággal kell számolni. (NEM kell szorozni 3-mal)

A kompenzált hálózatszakaszra vonatkozó éves energiamegtakarítás meghatározásához meghatározzuk a beépítés előtti veszteségi teljesítményt (P_{v0}), majd a beépítés utáni, ugyanolyan átlagos terheléshez tartozó veszteségi teljesítményt (P_{vu}), és a kettő különbségét megszorozzuk az éves üzemidővel.

$$\Delta E_{\text{összes/év}} = (P_{v0} - P_{vu}) \cdot \tau_a \cdot 0,0036 \quad [GJ/év] \quad (3.4.7.1.3.)$$

ahol:

P_{v0} → veszteség a kábelszakaszon a kompenzálás előtt [kW]

P_{vu} → veszteség a kábelszakaszon a kompenzálás után [kW]

τ_a → éves kihasználási óraszám (üzemóra) [h/év]

2. Példa a megtakarítás számítására

A beruházás leírása: (példa)

Energiahatékonyság-növelő intézkedés során a fogyasztónál egy 100m hosszú kábelszakasz végpontjára 300 kvar összteljesítményű, kapacitív jellegű meddőkompenzációt építenek be. A beépítés előtt a mérések alapján havi átlagban 150 kW hatásos és 150 kvar induktív jellegű meddőtelijsítmény értéket mértek. (ez közel $\cos \phi=0,7$ értéknek felel meg). A kapacitív jellegű, automatikus meddőkompenzálás beépítését követően ez a havi átlagos érték a korábbi 150 kW hatásos teljesítmény mellett 50 kvar induktív jellegű meddőtelijsítmény értékre módosult (ami kb. $\cos \phi=0,95$, ez természetesen lehet jobb érték is).

A számítások alapjául szolgáló névleges műszaki adatok felvétele

A	B	C	D
Sorok száma	Műszaki adat	Műszaki adat értékek beépítés előtt	Műszaki adat értékek beépítés után
1	Beépített kompenzáló berendezés gyártója		Hunyadi Kft.
2	Beépített kompenzáló berendezés típusa		HEKA
3	A kompenzáló berendezés üzembehelyezésének dátuma		2022
4	A kompenzáló berendezés beépítési feszültségszintje [kV]	0,4	
5	Beépített kompenzáló berendezés háromfázisú meddőtelijsítménye vagy Amper értéke [kvar] vagy [A]		300
6	Beépítés előtt mért hatásos (P) teljesítmény átlagérték [kW]	150	
7	Beépítés előtt mért meddő (Q) teljesítmény átlagérték [kvar]	150	

8	Beépítés előtt mért meddő (Q) teljesítmény jellege (induktív vagy kapacitív) [kvar]	induktív	
9	Kompenzált hálózatszakasz/fogyasztó éves üzemideje*, τ_a [h/év]	6000	
10	Beépítés után mért hatásos (P) teljesítmény átlagérték [kW]		150
11	Beépítés után mért meddő (Q) teljesítmény átlagérték [kvar]		50
12	Beépítés után mért meddő (Q) teljesítmény jellege (induktív vagy kapacitív) [kvar]		induktív
13	Kompenzált hálózatszakasz áramvezető keresztmetszete fázisonként [mm ²]	240	
14	Kompenzált hálózatszakasz áramvezető fajlagos ellenállása [Ω mm ² /m] alumínium vezetőre: 0,02857 Ω mm ² /m réz vezetőre: 0,01785 Ω mm ² /m	0,02857	
15	Kompenzált hálózatszakasz nyomvonal hossza [m]	100	

* Amennyiben az üzemidő meghatározásához nem áll rendelkezésre éves adat, úgy az éves üzemidőt a rendelkezésre álló mérési időszak alapján szükséges meghatározni.

A táblázatban felvett műszaki adatok alapján az **alapállapotra (kompenzálás nélkül)** elvégzett számítás:

$$P_{v0} = \sum_{i=0}^n R_i * \left[\left(\frac{P}{U} \right)^2 + \left(\frac{Q}{U} \right)^2 \right] \quad (3.4.7.1.1.)$$

$$P_{v0} = \sum_{i=0}^n R_{0,0119_i} * \left[\left(\frac{150}{0,4} \right)^2 + \left(\frac{150}{0,4} \right)^2 \right] = 1673,43 + 1673,43 = \mathbf{3,347 \text{ kW}} \quad (3.4.7.1.1.)$$

ahol:

P_{v0} → veszteség a kábelszakaszon a kompenzálás előtt [kW]

P → átlagos hatásos teljesítmény [kW]

Q → átlagos meddő teljesítmény [kvar]

U → kábelszakasz vonali feszültsége [kV]

R → kábelszakasz ellenállása [Ω]

A táblázatban felvett műszaki adatok alapján a **kompenzálás beépítése utáni** adatokkal elvégzett számítás:

$$P_{vu} = \sum_{i=0}^n R_i * \left[\left(\frac{P}{U} \right)^2 + \left(\frac{Q}{U} \right)^2 \right] \quad (3.4.7.1.1.)$$

$$P_{vu} = \sum_{i=0}^n R_{0,0119} * \left[\left(\frac{150}{0,4} \right)^2 + \left(\frac{50}{0,4} \right)^2 \right] = 1673,43 + 185,94 = \mathbf{1,859 \text{ kW}}$$

(3.4.7.1.1.)

ahol:

P_{vu} → veszteség a kábelszakaszon a kompenzálás után [kW]

P → átlagos hatásos teljesítmény kompenzálás után [kW]

Q → átlagos meddő teljesítmény kompenzálás után [kvar]

U → kábelszakasz vonali feszültsége [kV]

R → kábelszakasz ellenállása [Ω /fázis]

A (3.4.7.1.1.) képletben szereplő, kompenzált kábel ellenállása (R) az alábbi képlet szerint számítható:

$$R = \frac{\rho * l}{A} \quad (3.4.7.1.2.)$$

$$R = \frac{0,02857 * 100}{240} = 0,0119 \Omega \quad (3.4.7.1.2.)$$

ahol:

R → kábelszakasz ellenállása [Ω]

l → kábelszakasz hossza [m]

ρ → kábelszakasz fajlagos ellenállása [$\Omega \text{mm}^2/\text{m}$]

A → kábelszakasz vezetőér keresztmetszete [mm^2]

A fajlagos ellenállás alumínium vezetőre: $1/35 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$, réz vezetőre: $1/56 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$

Az R ellenállás értékét csak a vezeték hosszal megegyező (l) hosszúsággal kell számolni. (NEM kell szorozni 3-mal)

A kompenzált hálózatszakaszra vonatkozó éves energiamegtakarítás meghatározásához meghatározzuk a beépítés előtti veszteségi teljesítményt (P_{v0}), majd a beépítés utáni, ugyanolyan átlagos terheléshez tartozó veszteségi teljesítményt (P_{vu}), és a kettő különbségét megszorozzuk az éves üzemidővel.

$$\Delta E_{\text{összes/év}} = (P_{v0} - P_{vu}) \cdot \tau_a \cdot 0,0036 \quad [\text{GJ/év}] \quad (3.4.7.1.3.)$$

$$\Delta E_{\text{összes/év}} = (3,347 - 1,859) \cdot 6000 \cdot 0,0036 = \mathbf{32,14 \text{ [GJ/év]}} \quad (3.4.8.1.3.)$$

ahol:

P_{v0} → veszteség a kábelszakaszon a kompenzálás előtt $[kW]$

P_{vu} → veszteség a kábelszakaszon a kompenzálás után $[kW]$

τ_a → éves kihasználási óraszám (üzemóra)= 6000 $[h/év]$