

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 hivatkozunk.

3.3. Transzformátorok cseréje

1. Példa a megtakarítás számítására

A beruházás leírása: (példa)

Energiahatékonyság-növelő intézkedés során a fogyasztónál korábban használt, 400 kVA látszólagos teljesítményű **hálózati transzformátort** egy új, kisebb veszteségű transzformátorra cserélnék. Az új transzformátor névleges teljesítménye lehet ugyanakkora, mint a régié vagy eltérő is, mert a számítások alapja a transzformátorok éves átlagos terhelési állapotában fellépő veszteségek különbözete. Ebben az esetben az új transzformátor ugyanolyan látszólagos teljesítményű, és ugyanolyan éves átlagos teljesítménnyel üzemel.

1.a. Lecserélt berendezés várható élettartamának lejártáig (korai csere időszakára) számított éves energiamegtakarítás

3.3.2. táblázat

Az intézkedés tárgyát képező transzformátorok
névleges műszaki adatai és az üzemvitel jellemzői

A	B	C	D
Sorok száma	Műszaki adat	Régi berendezés	Új berendezés
1	Gyártó	Ganz	Siemens
2	Típus		S.E.CRT
3	A transzformátor üzembehelyezésének dátuma		
4	Transzformátor névleges feszültségei (primer/szekunder) [kV]	20/0,4	20/0,4
5	Transzformátor névleges teljesítménye: S_r [kVA]	400	400
6	Transzformátor éves átlagos teljesítménye: S_r [kVA]	320	320
7	Transzformátor üresjáratú vesztesége: P_0 [W]	930	387
8	Transzformátor terhelési vesztesége: P_k [W]	4600	3900*
9	Folyadékhűtésű vagy száraz	folyadékhűtésű	száraz

10	Éves üzemidő, τ [h/év]	8600
----	-----------------------------	------

Megjegyzés: * 75 °C üzemi hőmérséklet mellett

1.a.1. A transzformátor üresjárási vesztesége (P_0)

A transzformátor üresjárási vesztesége (P_0) adattáblából vagy katalógusból kiolvasható, közel állandó érték, amit egész üzemidő alatt azonosnak tekintünk.

1.a.2. A transzformátor tekercs vesztesége (P_k)

A transzformátor tekercs vesztesége (P_k) a terheléstől függően, a terhelő áram négyzetével arányosan változik, értéke egy éves átlagos terhelés mellett jó közelítéssel számítható az alábbi képlet alapján:

$$P_{k,terhelésen} = \left(\frac{S_{éves\ átlag}}{S_r}\right)^2 * P_k \quad [W] \quad (3.3.7.1.2.1.)$$

ahol:

$P_{k,terhelésen}$ → transzformátor terhelési vesztesége adott $S_{éves\ átlag}$ terhelésen [W]

$S_{éves\ átlag}$ → transzformátor éves átlagos névleges látszólagos teljesítménye [kVA]

S_r → transzformátor névleges (mért) látszólagos teljesítménye [kVA]

P_k → transzformátorok terhelési vesztesége külön-külön [W]

Régi, $S_r=400$ kVA névleges látszólagos teljesítményű transzformátorra elvégzett terhelési veszteség számítás az „EKR jegyzék” 3.3.8.1.1. pontja szerint végzendő. Jelen példában feltételezzük, hogy az a.) pont szerinti mért negyedórás átlagos látszólagos teljesítmények rendelkezésre állnak, így a transzformátor éves átlagos terhelését az adott évben mért átlagos negyedórás látszólagos teljesítmények súlyozatlan számtani átlagaként szükséges meghatározni. A súlyozatlan számtani átlaggal számított, transzformátor éves átlagos terhelése $S_{éves\ átlag}=320$ kVA, ezért a névleges terhelési veszteséget arányosítjuk az éves átlagos terheléshez:

$$P_{k,terhelésen,lecs} = \left(\frac{320}{400}\right)^2 * 4600 W = \mathbf{2944} \quad [W] \quad (3.3.7.1.2.1.)$$

Új, azonos teljesítményű transzformátorra elvégzett terhelési veszteség számítás (ugyanolyan éves átlagterhelés mellett):

$$P_{k,terhelésen,új} = \left(\frac{320}{400}\right)^2 * 3900 W = \mathbf{2496} \quad [W] \quad (3.3.7.1.2.1.)$$

Amennyiben a régi és az új transzformátor névleges teljesítménye; S_r [kVA] nem azonosak, akkor a saját névleges teljesítménnyel kell számolni.

A $P_{k, \text{terhelésen}}$ fellépő veszteség mindkét transzformátorra kiszámítandó az adott transzformátor P_k értékével, ebből adódik a lecserélt ($P_{k, \text{lecserélt}}$) és az új ($P_{k, \text{új}}$) transzformátor terhelési vesztesége.

Figyelem! A veszteségszámításnál a teljesítmények mértékegysége $[W]$, (és nem $[kW]$ a táblázatban szereplő értékeknek megfelelően $1 [Wh] = 3,6 \cdot 10^{-6} [GJ]$).

1.a.3. A régi és az új transzformátor veszteségeinek különbségéből számított éves energiamegtakarítás: $[GJ/év]$

$$E_{\text{veszt}/\text{év}, \text{régi}} = (P_{0, \text{régi}} + P_{k, \text{régi}}) \cdot \tau \cdot 3,6 \cdot 10^{-6} \quad [GJ/év] \quad (3.3.7.1.3.1.)$$

$$E_{\text{veszt}/\text{év}, \text{új}} = (P_{0, \text{új}} + P_{k, \text{új}}) \cdot \tau \cdot 3,6 \cdot 10^{-6} \quad [GJ/év] \quad (3.3.7.1.3.2.)$$

$$\Delta E_{\text{korai}/\text{év}} = (E_{\text{veszt}/\text{év}, \text{régi}} - E_{\text{veszt}/\text{év}, \text{új}}) \quad [GJ/év] \quad (3.3.7.1.3.3.)$$

vagy:

$$\Delta E_{\text{korai}/\text{év}} = [(P_{0, \text{régi}} + P_{k, \text{régi}}) - (P_{0, \text{új}} + P_{k, \text{új}})] \cdot \tau \cdot 3,6 \cdot 10^{-6} \quad [GJ/év] \quad (3.3.7.1.3.4.)$$

ahol:

$E_{\text{veszt}/\text{év}, \text{régi}}$ → régi transzformátor éves vesztesége $[GJ/év]$

$E_{\text{veszt}/\text{év}, \text{új}}$ → új transzformátor éves vesztesége $[GJ/év]$

$P_{0, \text{régi}}$ → régi transzformátor üresjáratú vesztesége $[W]$

$P_{k, \text{régi}}$ → régi transzformátor terhelési vesztesége az éves átlagos terhelésen $[W]$

$P_{0, \text{új}}$ → új transzformátor üresjáratú vesztesége $[W]$

$P_{k, \text{új}}$ → új transzformátor terhelési vesztesége az éves átlagos terhelésen $[W]$

τ → éves kihasználási óraszám (üzemóra) = 8600 $[h/év]$

Régi transzformátorra elvégzett számítás:

$$E_{\text{veszt}/\text{év}, \text{régi}} = (930 \text{ W} + 2944 \text{ W}) \cdot 8600 \text{ h} \cdot 3,6 \cdot 10^{-6} = 119,94 \quad [GJ/év] \quad (3.3.7.1.3.1.)$$

Új transzformátorra elvégzett számítás:

$$E_{\text{veszt}/\text{év}, \text{új}} = (387 \text{ W} + 2496 \text{ W}) \cdot 8600 \text{ h} \cdot 3,6 \cdot 10^{-6} = 89,26 \quad [GJ/év] \quad (3.3.7.1.3.2.)$$

Éves energiamegtakarításra elvégzett számítás:

$$\Delta E_{\text{korai}/\text{év}} = [(930 \text{ W} + 2944 \text{ W}) - (387 \text{ W} + 2496 \text{ W})] \cdot 8600 \text{ h} \cdot 3,6 \cdot 10^{-6} = \mathbf{30,68 \quad [GJ/év]} \quad (3.3.7.1.3.4.)$$

(Megjegyzés: 30,68 GJ/év=8522 kWh/év)

1.b. Régi berendezés várható élettartamán túl számított éves többlet energiamegtakarítása

A régi berendezés várható élettartamán túl számított éves többlet energia megtakarításként csak a 3.3.6. pont szerinti minimális energiahatékonysági követelménynek megfelelő terhelési ($P_{k,ref}$) [W] és üresjárat $P_{0,ref}$ [W] referencia értékekhez képest számított végsőenergia megtakarítás számolható el.

$$\Delta E_{többlet/év} = [(P_{0,ref} + P_{k,ref}) - (P_{0,új} + P_{k,új})] \cdot \tau \cdot 3,6 \cdot 10^{-6} [GJ/év] \quad (3.3.7.2.1.)$$

ahol:

$P_{0,ref}$ → referencia üresjárat *veszteség* 3.3.6.1 vagy 3.3.6.2 táblázatból [W]

$P_{k,ref}$ → referencia terhelési *veszteség* 3.3.6.1 vagy 3.3.6.2 táblázatból [W]

$P_{0,új}$ → új transzformátor üresjárat *vesztesége* [W]

$P_{k, új}$ → új transzformátor terhelési *vesztesége* az éves átlagos terhelésen [W]

τ → éves kihasználási óraszám (üzemóra)= 8600 [h/év]

2. Példa a megtakarítás számítására

A beruházás leírása: (példa)

Energiahatékonyság-növelő intézkedés során a fogyasztónál korábban használt, 400 kVA látszólagos teljesítményű **hálózati transzformátort** egy új, kisebb *veszteségű* száraz transzformátorra cserélnék. Az új transzformátor névleges teljesítménye lehet ugyanakkora mint a régié, vagy eltérő is lehet, mert a számítások alapja a transzformátorok éves átlagos terhelési állapotában fellépő *veszteségek* különbözete.

A transzformátor éves átlagos terhelését az adott évben mért átlagos negyedórás látszólagos teljesítmények súlyozatlan számtani átlagaként szükséges meghatározni. Az 1. példához hasonlóan ebben a példában is a transzformátor éves átlagos terhelése súlyozatlan számtani átlaggal számított, $S_{éves\ átlag}=320$ kVA ezért a névleges terhelési *veszteséget* ebben az esetben is arányosítjuk az éves átlagos terheléshez.

A beruházás befejezése 2021. július 1. után történt.

A referencia értéket ebben az esetben a 3.3.6.1.2.; (I.2.), száraz transzformátorokra vonatkozó referencia értékeket tartalmazó táblázatból olvassuk ki.

Figyelem! Az adatok a táblázat jobb oldali két oszlopából: „Második szakasz: (2021. július 1.-től)” származtatandók.

Amennyiben a számítás 2021. évben, de 2021. július 1. előtt befejezett transzformátor cserére vonatkozna, úgy az adatok a táblázat bal oldali két oszlopából „Első szakasz (2015. július 1-től)” lennének származtatandók.

Az intézkedés tárgyát képező transzformátorok
névleges műszaki adatai és az üzemvitel jellemzői

A	B	C	D
Sorok száma	Műszaki adat	Referencia érték	Új berendezés
1	Gyártó		
2	Típus		
3	A transzformátor üzembehelyezésének dátuma		
4	Transzformátor névleges feszültségei (primer/szekunder) [kV]	20/0,4	20/0,4
5	Transzformátor névleges teljesítménye: S_r [kVA]	400	400
6	Transzformátor éves átlagos teljesítménye: S_r [kVA]	320	320
7	Transzformátor üresjáratú vesztesége: $P_{0,ref}$ és $P_{0,új}$ [W]	675	387
8	Transzformátor terhelési vesztesége: $P_{k,ref}$ és $P_{k, új}$ [W]	4500	3900
9	Folyadékhűtésű vagy száraz	száraz	száraz
10	Éves üzemidő, τ [h/év]	8600	

Referencia transzformátorra elvégzett számítás:

$$E_{veszt/év,ref} = (675 \text{ W} + 2880 \text{ W}) \cdot 8600 \text{ h} \cdot 3,6 \cdot 10^{-6} = 110,06 \text{ [GJ/év]} \quad (3.3.7.1.3.1.)$$

Új transzformátorra elvégzett számítás:

$$E_{veszt/év,új} = (387 \text{ W} + 2496 \text{ W}) \cdot 8600 \text{ h} \cdot 3,6 \cdot 10^{-6} = 89,26 \text{ [GJ/év]} \quad (3.3.7.1.3.2.)$$

Éves energiamegtakarításra elvégzett számítás:

$$\Delta E_{korai/év} = [(675 \text{ W} + 2880 \text{ W}) - (387 \text{ W} + 2496 \text{ W})] \cdot 8600 \text{ h} \cdot 3,6 \cdot 10^{-6} = \mathbf{20,80 \text{ [GJ/év]}} \quad (3.3.7.1.3.4.)$$

(Megjegyzés: 20,80 GJ/év=5778 kWh/év)

A transzformátor üresjárási vesztesége (P_0) adattáblából vagy katalógusból kiolvasható, közel állandó érték, amit egész üzemidő alatt azonosnak tekintünk.

A transzformátor tekercs vesztesége (P_k) a terheléstől függően, a terhelő áram négyzetével arányosan változik, értéke egy éves átlagos terhelés mellett jó közelítéssel számítható az alábbi képlet alapján:

$$P_{k,terhelésen} = \left(\frac{S_{\text{éves átlag}}}{S_r}\right)^2 * P_k \quad [W] \quad (3.3.7.1.2.1.)$$

ahol:

$P_{k,terhelésen}$ → transzformátor terhelési vesztesége adott $S_{\text{éves átlag}}$ terhelésen $[W]$

$S_{\text{éves átlag}}$ → transzformátor éves átlagos névleges látszólagos teljesítménye $[kVA]$

S_r → transzformátor névleges (mért) látszólagos teljesítménye $[kVA]$

P_k → transzformátorok terhelési vesztesége külön-külön $[W]$

A referencia értékekkel az $S_r=400$ kVA névleges látszólagos teljesítményű transzformátorra elvégzett terhelési veszteség számítás (súlyozatlan számtani átlaggal számított, $S=320$ kVA éves átlagterhelés mellett):

$$P_{k,terhelésen} = \left(\frac{320}{400}\right)^2 * 4500 W = \mathbf{2880 [W]} \quad (3.3.7.1.2.1.)$$

Új, azonos teljesítményű transzformátorra elvégzett terhelési veszteség számítás (ugyanolyan éves átlagterhelés mellett):

$$P_{k,terhelésen} = \left(\frac{320}{400}\right)^2 * 3900 W = \mathbf{2496 [W]} \quad (3.3.7.1.2.1.)$$

A $P_{k,terhelésen}$ fellépő veszteség mindkét transzformátorra kiszámítandó az adott transzformátor P_k értékével, ebből adódik a referencia ($P_{k,ref}$) és az új ($P_{k,új}$) transzformátor terhelési vesztesége.

Figyelem! A veszteségszámításnál a teljesítmények mértékegysége $[W]$, (és nem $[kW]$ a táblázatban szereplő értékeknek megfelelően $1 [Wh] = 3,6 \cdot 10^{-6} [GJ]$).