

Yeraltı Santrallerinde Trafo Yerinin Tayini

Halil EKER
Müh. E.I.E.

Yeraltı santrallerinin kurulması başlıca iki sebebe istinat eder.

1 — Santral kurulacak mahallin şartlarına bağlı olarak ekonomi sağlanması,

2 — Bombardıman tehlikelerine karşı emniyet,

Zamanımızda harp gereçlerinin tekâmülü ile bombardımanların olağanüstü tahrip derecesi gözönüne alınırsa, 2 nci maksat tamamen mülâhaza dışı kalır ve santralin yeraltı olup olmaması keyfiyeti sadece sağlanacak, ekonomiye dayanır.

Bir santralin yeraltı olmasını zaruri kılacak ekonomik unsurlar pek muhtelifdir. Meselâ; santral kurulacak yer temel bakımından çürük olabilir veya yakınında bir kaya kayması tehlikesine maruzdur. Veyahutta santral kurmaya müsait bir saha yoktur. Nihayet bunlardan daha önemli olarak pahalı bir basınç tüneli veya cebri boru yerine, daha az bir masrafla inşa edilebilen tahliye ve servis tünelleri imkânı yeraltı santrallerinin tercih sebebidir.

Basınçlı tünel veya cebri boruyu kısaltmakla sağlanacak döviz tasarrufu ile tünel açma operasyonu için açılacak iş sahası bakımından bilhassa memleketimiz için bu husus daha da önemlidir.

Nitekim; aynı sebebe istinaden 5 yıllık plâna dahil olan Kovada n ve Kadıncık hidroelektrik santrallerinin E. İ. E. İdaresi tarafından yapılan ön projeleri yeraltı santrali tarzındadır.

Yazının gayesi, işin ikinci merhalesini teşkil eden ve yeraltı olması kararlaştırılan bir santralde yükseltici trafoların, gene toprak altında santral içerisinden, yoksa dışarıya mı konacağını tesbit etmektir.

Pek tabii ki. bu seçim, ekonomik durum tesbit edilerek yapılacaktır.

Trafoların içeride olması halinde santral enerjisi, tek fazlı ve basınçlı yağlı (veya gazlı) kablolarla nakledilmekte, kablolar servis şaftının cidarına monte edilmektedir.

Trafoların dışarıda olması halinde ise enerji, generatör gerilimi ile ve muhafazalı baralarla nakledilmektedir. Bara malzemesi olarak hafifliği sebebiyle münhasıran alüminyum kullanılmaktadır. Baralar ebat itibarıyla kablolarla nazaran fazla yer kapladıklarından bunlar için servis

şaftı içinde ayrı bir hafriyat gerekmede ve dolayısıyla şaftın genişliği artmaktadır.

Şimdi her iki durumda gerekli masrafları sıralı olarak mukayeseye geçeceğiz.

A — Trafoların İçeride Olması Hali :

1 — Trafo Hücreleri Hafriyat ve İnşaat Bedeli :

Hafriyatın hacmi ve dolayısıyla tahmil edeceği masraf, trafo sayısı ve ebadına bağlıdır. Gücü tayin edilen bir santralde trafo sayısı ve ebatları bilindiğinden, hafriyat bedeli belirlidir. Bu bedel C_j olsun. Bu bedelin yükleyeceği yıllık külfet (Amortisman % 2 alınarak) $0,02 \times C_j$ olur.

2 — Güç Kablosu Bedeli :

Kablonun nominal gerilimi, trafo üst gerilimine uygundur. Taşıyacağı takata göre, sayısı, kesiti ve dolayısıyla birim fiatı bellidir. Kabloların uzunluğu L ve ömrü de 25 sene alınarak yıllık külfeti : $0,04 \times C_2 \times L$ olur.

Burada C_2 katsayısı, kablo sayısı ile birim fiatının çarpımını ifade etmektedir.

3 — Kablo Başlıkları Bedeli :

Kablo sayısı belli olduğundan bunun 2 katı kadar kablo başlığı lâzımdır. Kablo başlıkları içinde 25 sene ömür (% 4 amortisman) alınarak yıllık külfeti : $0,04 \times C_3$ bulunur

Kablo başlığı sayısı ile birim hatmin çarpımıdır

4 — Kablodaki Takat ve Enerji Kaybı Bedeli :

Kablo devrelerine ait birim takat kaybı W (TL/kW) birim enerji kaybı $W.t$ dir. Takat bedeli olarak B_j (TL/kW) ve enerji bedeli olarak da B (TL/kWh) alınır, L (m) mesafe için hasıl olacak yıllık külfet $W (B_j + B_{,,}, t) L$ olur.

Burada da ifadeyi basitleştirmek için $W (B_a + B_2) = C$, dersek, takat ve enerji kayıplarının yıllık bedeli $C_4 \times L$ olur.

Trafoların içeride tesis edilmesi halinde yukarıda sayılan masraflardan başka, kablonun cinsine göre (gazlı veya yağlı) santral içine tesisi gereken kompresör veya yağ pompa istasyonunun teçhizat ve hafriyat bedelini de zikretmek lâzımdır. Burada hafriyat bedeli trafo hücreleri hafriyatı, teçhi-

zat bedeli de kablo birim fiatı içinde mülâhaza edilmiştir.

B — Trafoların Dışarıda Olması Hali :

1 — Muhafazalı Saraların Bedeli :

Baralar, generatör gerilimine uygun olarak ebatlandırılmış ve bir devreyi teşkil eden 3 iletken aynı muhafaza içine alınmıştır.

Tesbit izolatörleri de dahil olmak üzere metre başına birim fiatı C_1 , uzunluğu L (metre) ve müddeti ömrü de 25 sene alınarak yıllık külfet tutarı: $0,04 \times C_1 \times L$ olarak bulunur.

2 — Baralar İçin Kanal Hafriyatı Bedeli :

Beher metre için hafriyat bedeli C_2 , mesafe L (metre) ve ömür 50 sene olarak yıllık külfet: $0,02 \times C_2 \times L$ olarak bulunur.

3 — Baralardaki Takat ve Enerji Kaybı Bedeli :

Aynı kablo halindeki mülâhazalara dayanarak ve birim takat kaybı W olduğuna göre : Yıllık masraflar;

$$W^1 (B_1 + B_2 t) L \text{ dir}$$

$$W^1 (B_1 + B_2 t) = C_3^1 \text{ dersek ifade,}$$

$$C_3^1 L \text{ şeklini alır.}$$

C — Mukayese ve Seçim :

Trafolar içende iken masraflar toplamı,

$$0,02 C_1 + 0,04 C_2 L + 0,04 C_3 + C_4 L$$

$$0,02 C_1 + 0,04 C_3 + L (0,04 C_2 + C_4) \quad (1) \text{ dir.}$$

Burada $L = 0$ için masraflar $0,02 C_1 + 0,04 C_3$ tür

Trafoların dışarıda olması halinde masraflar toplamı.

$$L (0,04 C_2 + 0,02 C_1 + 0*3) \quad (2)$$

Burada $L = 0$ için masraflarda sıfırdır.

Şu halde 1 ve 2 No. lu denklemlere ait doğruların bir koordinat sistemine göre başlangıç noktaları bellidir. Şayet eğimlerini bilirsek bunları koordinat sisteminde gösterebiliriz.

$$(1) \text{ denklemi doğrusunun eğimi: } 0,04 C_2 + C_4$$

$$(2) \text{ denklemi } \gg \gg :$$

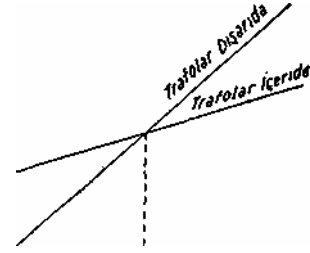
$$0,04 C_1 + 0,02 C_2 + C_3$$

dir.

Birinci denklemdeki C_1 , kablodaki kayıpları, 2 nci denklemdeki C_2 ise haradaki kayıpları ifade etmektedir ve dolayısıyla C_3 , C_4 ten (akımların karesi nisbetinde) çok daha büyüktür.

Keza bara fiatı ve bara hafriyatını ifade eden C_1 , $-f C_2$ katsayılar toplamı, kablo fiatını karakterize eden C_3 katsayısından aynı oranda küçük olmaz.

Şu halde paydaları eşit (L) olan bu iki denklemden, payı daha küçük olan 1 denklemine ait doğrunun eğimi diğerinden küçüktür ve iki doğrusunun kordinat sistemindeki durumları yaklaşık olarak aşağıdaki gibidir :



Yıllık Külfetir (n)

Buradan görülüyor ki trafoların muayyen bir N mesafesine kadar dışarıda, N mesafesinin üstünde ise içeride tesis edilmesi gerekiyor.

D. Sayısal misal :

Şimdi gücü belli bir santral üzerinde bu N mesafesinin mertebesini memleketimizdeki rayiçlere göre tayin etmeye çalışalım.

Santral Gücü	3 x 30 MVA
Generatör Gerilimi	10,5 Kv.
Trafolar	Monofaze 4x30 MVA
	(Birisi yedek)
Trafo Gerilimi	10,5/154 Kv.
Çalışma süresi	% 30 yük faktörü ile
	2600 saat

Trafoların İçeride Olması Halinde Yıllık Masrafları :

1 — Hafriyat ve İnşaat

Bedeli:	$4(4 \times 5 \times 8) = 640 \text{ m}^3$
Trafo hücreleri hacmi	$4 \times 5 \times 5 = 100 \text{ m}^3$
Yağ pompası odası »	: $100 \text{ TL/m}^3 \times 112$
Birim hafriyat bedeli	TL/m^3
> inşaat »	:

Hafriyat ve inşaat bedeli:

$$C_1 = 740 \times 100 + 740 \times 112 = 157.000 \text{ TL.}$$

$$\text{Yıllık külfet: } 0,02 \times 157.000 = 3140 \text{ TL.}$$

2 — Güç Kablosu Bedeli :

Birisi yedek olmak üzere 4 adet tek fazlı yağlı kablo kullanılacaktır.

Kablo birim fiatı: 500 TL/m.

$$C_3 = 4 \times 500 = 2000 \text{ TL.}$$

$$\text{Yıllık külfet: } 0,04 \times \text{Opc} \times L = 80 \times L \text{ TL.}$$

3 — Kablo Başlıkları Bedeli:

Birim Fiyatı : 10.000 TL.

$$C_3 = 8 \times 10.000 = 80.000 \text{ TL.}$$

$$\text{Yıllık Külfet: } 0,04 \times C_3 = 3200 \text{ TL.}$$

4 — Kablodaki Kayıpların Bedeli:

Basınçlı yağlı kablo, Kayıp : $W = 62 \text{ W/m}$.
Yıllık takat bedeli; $B_j = 90 \text{ TL/kW}$. ve enerji bedeli $B_2 = 6 \text{ Krş/kWh}$. alınarak :

$$\begin{aligned} & 62 \\ & -(90+0,06+2600) = 15 \\ & 1000 \end{aligned}$$

TL/m.

$$\text{Yıllık külfet: } C_4 \times L = 15 \times L \text{ TL.}$$

Yıllık külfetlerin toplamı ise:

$$\begin{aligned} & 3140 + 3200 + (80 + 15) L \\ & 6340 + 95 \times L \quad (1) \text{ olur.} \end{aligned}$$

Trafoların dışarıda olması halinde yıllık masraflar":

1 — Saraların Bedeli:

Herbir devre için $3 \times 1716 \text{ mm}^2$ kesitli, Al bara kullanılacaktır. Devre sayısı 3'tür. Saraların komple fiatı: 17,5 TL/kg alınmıştır.

Birim ağırlığı: 4,6 Kg/m.

Birim fiyatı: $C_1 = 9 \times 4,6 \times 17,5 = 725 \text{ TL/m}$.

$$\text{Yıllık külfet: } 0,04 \times C_1 \times L = 0,04 \times 725 \times L = 29 \times L \text{ TL-}$$

DÜZELTME :

Geçen sayımızda yayınlanan «Devre Analizinde Başlangıç Şartları ve Nihai Değerlerin Önemi» isimli yazı aşağıdaki dizgi yanlışlarıyla çıkmıştır. Düzeltilir, özür dileriz.

a) 3. sayfanın 1. sütununda 13. satır (empuls olarak verilmemiş ise) olacaktır.

b) 7. sayfanın 2. sütununda birinci eşitlik:

2 — Baralar için Hafriyat ve inşaat Bedeli :

Birim hafriyat ve inşaat bedeli $0^{\wedge}=200 \text{ TL/m}$.

$$\text{Yıllık külfet : } 0,02 \times C_a^* \times L = 4 \times L \text{ TL. dir.}$$

3 — Saraların Kayıp Bedeli :

Bara devreleri birim kayıp toplamı : $W^1 = 370 \text{ W/m}$. Yıllık takat bedeli $B_1 = 90 \text{ TL/kW}$. ve Enerji bedeli $B_2 = 6 \text{ Krş/kWh}$. alınarak:

$$= W (B_1 + B_2 t)$$

$$C_1^{\wedge} = 370$$

$$(90 + 0,06 \times 2600) = 91 \text{ TL/m}$$

$$1000$$

Yıllık külfet $C_3^x \times L = 91 \times L \text{ TL. olur.}$

Yıllık külfetlerin toplamı ise

$$29 \times L + 4 \times L + 91 \times L = 124 \times L \quad (2)$$

Mukayese:

Yukarıda bulduğumuz (1) ve (2) No. lu ifadeleri birbirine eşit yapalım :

$$6340 + 95 \times L = 124 \times L$$

$$L = 6340$$

$$= 220 \text{ m.}$$

$$124 - 95$$

Bu misale göre; 220 m. mesafede her iki durumun yıllık külfetleri birbirine eşittir. 220 m. den fazla mesafeler için trafoların içeriye, 220 m. den küçük mesafeler için de, dışarıya konması ekonomiktir.

Yeraltı santrallerini tekamül ettirmiş yabancı memleketlerin teknik müellifleri, 200 — 250 m. den yukarı mesafeler için trafoların içeriye konmasını tavsiye etmektedirler.

$$= I. R_2 = \quad R_2 \quad E \text{ dir) olacaktır.}$$

c) 8. sayfanın 1.

sütununda 17. satırdaki eşit-

lik:

$$<V_2 (0+)/R_a = E. \quad + R_2) \text{ amper)}$$

olacaktır.