

Enerji Nakil Hatlarının Nafia Vekâleti Yönetmeliği Esasları Dahilinde Fleş Hesabı

Muzaffer CANAY
Doç - Y. Müh

1 — GİRİŞ :

Memleketimizde tatbikine çalışılan köy, kasaba ve şehirlerin elektrifikasyonunda en sık rastlanan tesislerden bin de hiç şüphesiz ki enerji nakil hatlarıdır. Bilhassa menzil büyüdükçe ehemmiyeti ve hassas hesaplanması zarureti artan, nakillerin fleş hesabı için muhtelif kalitede metotlar uzun zamandan beri geliştirilmiş bulunmaktadır¹. Bunlar içerisinde en hassas ve dolayısıyla fazla vakit alan üniversal abaklar² ve genel hesap metotları yanında ufak hatlar için basit olarak neticeyi kısa bir hesapla hemen veren abaklar da mevcuttur⁴. Basit usullerin bir çoğunda arazi eğimi göz önüne alınmaz. Her bir metodun hassası; et derecesi, kullanıldığı saha ve neticeye varmak için sarfi gereken zaman ve emek miktarı birbirinden farklıdır. Hattâ bu hesap usullerinde ana prensipler üzerinde dahi bazı farklar mevcuttur. Meselâ bu metotların bir kısmında nakillerdeki uzamanın askı noktalarındaki gerilme ile⁵ ve diğer bir kısmında da yatay gerilme ile^{1,3,9} olduğu kabul edilir.

Bu yazıda, bütün malzemelere ve her türlü (eğik menzil, yandan rüzgâr vs) asılma hallerine tatbik edilebilecek olan ve aynı zamanda kullanılması karışık problemlerden basitlere doğru gidildikçe aynı tarzda kolaylaşan yeni bir metodun sırf ana hatları verilecek ve Nafia Vekâleti yönetmeliği dahilinde tam bir fleş hesabının ne şekilde yapılabileceği gösterilecektir⁹. Daha ziyade pratik bir arzuyu gidermek maksadıyla yapılmış olan bu çalışmamızda gerekli formüllerin çıkarılmasından sarfınazar etmek gayemize uygun görülmüştür.

2 — NAFİA VEKÂLETİ YÖNETMELİĞİNİN NAKİLİN MEKANİK HESABI HAKKINDAKİ HÜKÜMLERİ:

Nafia Vekâletince çıkartılan ve memleketimizde tatbik edilmekte olan yönetmelik, göz önünde bulundurulmasını şart koştuğu birçok

hususlarla nakil gerilmesinin emniyetini sağlamak gayesine matuftur istenen bütün şartlar :

a) Maximum gerilmeler,

b) Maximum fleş

gibi iki sınıf altında toplanabilir.

a) Maximum gerilmeler :

Kuvvetli Akım Elektrik Dağıtım Tesisatının Bakım, İşletme ve Tesisine Dair Talimatname'nin 91. maddesi havaî hatlarda kullanılacak nakillerin azamî cer zorlamalarının, nakilin kopma mukavemetinin % 45' ini geçmemesini şart koşar. Aslı bir nakilin muayyen bir asılma durumunda azamî cer zorlaması en üst askı noktasında teşekkül eder ve bu kıymet bilindiği veğiyle yatay gerilmenden büyüktür. Bu maddenin sarih olarak kaleme alınmamış olmasından dolayı yukarıdaki ifadeye dayanarak yatay gerilmenin mi, yoksa askı noktasındaki gerilmenin mi en kötü halde nakilin kopma mukavemetinin % 45' ini geçmeyeceğine hüküm verilemez. Fakat 1956 senesinden bu yana olan bütün tatbikat müddetince bu maddenin yatay gerilmeyi tahdit ettiği kavramı yayılmış bulunmaktadır.

Aynı yönetmelikte askı noktaları için de bir kayıt mevcuttur. Burada, sıfır derece sühnetinde normal olarak verilen değerlerin iki misli buz yükü altında askı noktalarındaki gerilmelerin nakilin kopma gerilmesinin %70 ini (yani diğer bir dille elâstisite sınırını) aşmadığının kontrolü istenir.

O halde herhangi bir nakilin mekanik hesabına

$$(T_0)_{\max} \leq 0,45 T_{\text{kopma}} \quad (1)$$

kabulü ile başlamak gerekmektedir. Hesap nihayetinde ise normal şartların iki misli buz yükü altında

$$T_{max} \leq 0,70 T_{k0,1ma} \quad (2)$$

şartı kontrol edilmelidir.

Burada şunu hatırlatmak yerinde olur ki; bu maddeye göre çift malzemeden müteşekkil nakillerde (meselâ Çelik - Alüminyum kablolarında) yine toplam gerilme tahdit edilmiş bulunmaktadır. Birçok ecnebi memleket yönetmeliklerinde de bu böyledir. Bununla beraber biz burada ufak bir noktaya temas etmek istiyoruz. Yukarıdaki (1) şartının iki cins malzemeden yapılmış bir kablo için yerine getirilmesi halinde zayıf mukavemetli nakilin (2) şartı sınırını aşan bir gerilme ile zorlanması imkân dahilindedir. Meselâ Çelik - Alüminyum nakillerini göz önüne alalım. Tablo : 1 de verilen değerlerden hareketle alüminyum kesitinin çelik kesitine oranı 6 olan kablolarla kopma mukavemeti olarak 29 kg/mm² değeri bulunur. Farz edelim ki; muayyen bir menzil ve muayyen bir asılma altında ıki misli buz yükü halindeki askı noktalan gerilmesi 19 kg/mm² olsun Bu kıymet (2) şartını sağlamaktadır. Kablonun toplam uzamasının gerek alüminyumun ve gerekse çeliğin uzama miktarlarına eşit olması düşüncesini ifade eden :

$$\frac{\sigma_{Al}}{T_{st}} = \frac{E_{Al}}{E_{st}} = \frac{0,56}{2} = 0,28$$

eşitliği göz önünde bulundurularak bu andaki alüminyum kesitinin zorlanması hesap edilecek olursa:

$$CT_{Al} = 14 \text{ kg/mm}^2$$

bulunur. Bu kıymet ise, Tablo : 1 den kolayca tahkik edileceği gibi alüminyumun elastisite sınırı üzerindedir. Bu arada, kablonun imalindeki çekim sıcaklığından farklı bir sühunette bulunmaktan dolayı husule gelebilecek munzam iç gerilmelerinin bu kıymeti azaltabileceği düşünülebilir. Munzam iç gerilmeleri imalât sıcaklığının altında alüminyum için negatiftir. Fakat hesap edilecek olursa bu gerilmenin büyük bir değişiklik husule getirebilecek kıymette olmadığı kolayca görünür. Yukarıda verilen basit hesap, malzemenin kalıcı uzamasından ötürü hakikatte bu kadar basit olmakla beraber bize alüminyum kesitinin daha fazla zorlanması hakkında bir fikir verebilmektedir. Bu olay Al - St kablolanndaki kalıcı nakil uzamalarına yol açabilir.

TABLO : 1.

Malzeme Karakteristik Değerleri

Malzeme	Detu/n h Cct- mefü.A	Kopma Mnk. tj/mJi	Özgül Ayrılık k fJ	tsı VZa/Dd iafstfiu t'Cit*	fiistlitt Modirlü E *S/cm*
Bakır	30	40	8,3.10	1,8.10*	f.3/0'
Bronz Bil	40	50	"	"	"
« BzE	50	60	8,65.16	1.7.10-*	"
« BzM	70	70	"	"	"
Alüminyum	12	18"	2.7.10"	2,3.10"	0.56.10*
Aldrey	24'	30	7,8. KT'	"	0,60 m*
Çelik S I I	32	40	"	1,23.10*	1,92 W'
« stn	56	70	"	1,1.W*	1,96.10'
» st m	90	120	"	"	2,0 10"
» St&	110	150	"	"	"
Çelik-Mum'n.					
1:6	21"	3)	3,5.10 ³	1,35 İC*	0.75.10*
i : *,3	21">	3)	3,65.10'	1,76 10'	0.73.10*
1 •• 3	28">	>)	3,98.10'	1,66.10'	0,87 10'

- 1) Tel çapı 2,5 mm altındakiler için, bunun üzerinde 17 kgymms.
- 2) Çelik nüve St III' tendir
- 3) Çelik - Alüminyum nakillerin kopma mukavemetleri için kesit oranı göz önünde bulundurularak hesap edilecek değerin 0,9 katı kabul edilir

Yukarıda verilen maximum yatay gerilme ya -5 derecede ve buz yükü altında veya mahallî en düşük sühunette teşekkül eder Buz yükleri ve mahallî en düşük sühunetler rasatlardan alınabilirse de, memleketimizin her ıki bölgesi için minimum buz yükü miktarları Tablo : 2, 3 ve 4' te muhtelif nakiller için verilmiştir.

b) Maximum fleş :

Maximum fleşin tâyini için aşağıdaki üç şart koşulmuştur:

- 1 Mahallî en yüksek sıcaklık,
- 2 Buz yükü,
- 3 Rüzgâr yükü.

Bu üç şart altında hesaplanacak olan fleşlerden en büyük olanı maximum fleş olarak kabul edilecektir. İleride bu hususa tekrardan temas edileceği gibi, maximum fleşin hangi durumda teessüs edeceğini evvelden kestirmek mümkündür.

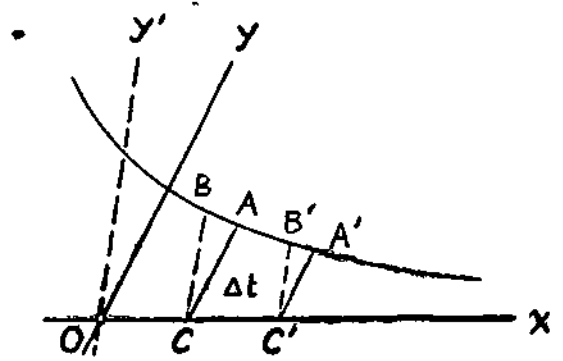
3 — NAKİLLERİN MEKANİK HESAPLARINDA KULLANILACAK İFADELER:

Burada verilecek olan metod ve kullanılacak olan abak en genel asılma halterinde

(düz- eğik menzil, buz ve rüzgâr yükleri) ve her cins malzemeye kabili tatbiktir⁹.

Abakta görülen eğri, apsis eksenı sıcaklığa göre taksim edilmiş ve sabit olan, fakat ordinat eksenı ise malzeme, menzil, menzil eğimi ve yükleme (buz-rüzgâr yükü) gibi faktörler altında orijin etrafında dönerek değişen bir sistem içerisinde çizilmiştir. Diğer bir deyimle kullanılan sistem Kartesyen (De-cart) koordinat sistemi olmayıp A açılı bir sistemdir. A Açısı biraz evvel sayılan faktörlerle alâkalı olarak değişebilmektedir. Her bir asılma durumunda ilk önce b eğik ordinat eksenı, yani A eğimi tâyin edilmeli ve sonra aranan büyüklüklerin abaktan okunması bu eksen sistemi içerisinde yapılmalıdır. Esasını izah etmek istediğimiz bu hal şekil: 1 de gösterilmiştir. Meselâ A noktası kendi gerilmesini karakterize eden M değeri ile YOX eksen sisteminde verilmiş olsun. A noktasının apsi OC dir ve bu asılma halinin sıcaklığını karakterize eder. Sıcaklığın d (t) kadar arttığını fakat başka hiçbir şeyin değişmediğini kabul edersek C noktası C ne gelecektir. Aynı eksen sistemi içerisinde C noktasına tekabül eden gerilme ise A' noktası üzerinden abaktan okunacaktır Diğer bir limit konum olarak ilk A aşılmasındaki sıcaklığın değişmeyip nakilin munzam yükünün (buz- rüzgâr halı) değiştiğini düşünebiliriz. Yeni asılma durumundaki ordinat eksenı OY' olarak tâyin edilmiş olsun. Bu asılma halinde C sıcaklığındaki gerilmeler YOX eksen sistemi içerisindeki B

noktasından okunmalıdır Hem sıcaklığın ve hem de munzam yükün değiştiği en genel hal- ler de son durum ACC'B' yolu takip edilerek bulunacak B' noktasından okunacaktır.



ŞEKİL : 1

Abak eksen sisteminin izahı

Bu metod dahilinde ve abakta tamamıyla boyutsuz büyük yüklerle işlem yapılmaktadır. Nakili geren kuvvetler, nakilin menzil uzunluğundaki parçasının ağırlığına ve fleş de menzile irca edilmiştir.

Fıktıf yatay germe kuvveti (boyutsuz)

$$m = \frac{T_0}{p S} \quad (3)$$

TABLO : 2

Çelik - Alüminyum Kabloları Karakteristik Değerleri

Çap ve Kesit İram ve mm ²)										Monzarh Yüklrkl ^{fmj}				Mun. Yük Faktörö k			
Norm kesit	Al Hakiki kesit	A00 say.	St Hakiki kesit	St Tel say.	U	Toplam kesif	Toplam Çap	İimer Kablo Ağırlığı [kg/m]	BÜZ		Rvzgâr		Buzlu		Rüzgârlı		
									I. Böljt	S. Belgetyanile	44/0 keftile	52.S keftile	I. Bilge	U. Bl/ie	44 kf/nfık	52.6 kg/m ²	
16	15.3	6	2,55	1	6	17.8	54	0,062	0,165	0,636	0,285	0,34f	S.50	12,25	7	5,58	
25	23.8	v	4,0	D	»	27.8	6,6	0,096	0,52/	0,782	0,359	0,423	6,44	9,07	3,86	4,58	
35	34,3	w	S.7	ii	u	40.0	e.1	0,138	4563	0,853	0,426	0,5/f	5,11	7,19	3,26	3,84	
50	4-8,3	ii	6,0	ii	M	S 6.3	9.6	0,195	0,620	0,930	0,507	0,606	4,18	5,77	2,79	3,26	
70	66,2	26	11,6	7	5,72	77,8	11,6	0,269	0,652	1,022	0,613	0,732	3&	4,8/	2,43	2,9	
95	90f	n	15.0	*	6.02	/05,0	13.4	0,363	0,731	1,095	0,64%	0,773	3.01	4,02	2,05	2,35	
120	122,6	u	20J	ii	5,86	f43,5	15.7	0,495	0,733	1,190	0,760	0,903	2,61	3,19	1.B3	2,08	
150	148,9	n	25,4	-	ii	174.3	17.3	0,603	0,631	1,149	0,760	0,903	2,38	3,07	1.61	1,97	
IQS	183,8	ii	31,7	if	5,80	215.5	19.1	0,745	0,675	1,312	0,845	1.010	2,11	2,76	1.51	1,69	
210	209,1	-	35,8	u	5,85	244,9	20.5	0,862	0,305	1,360	0,901	1,076	2.06	2.56	1.45	1.60	
2*0	236,0	ii	40.1	ii	5.89	276,1	21.7	0,355	0,331	1,396	0,355	1,140	1,38	2,46	1,41	1.50	
300	234,9	u	43.5	..	5,36	344,4	24,2	1>150	0,385	1,418	1,063	1,270	1,83	2,24	1,34	1.40	

Fiktif askı noktası germe kuvveti (boyutsuz)

$$M = \frac{T}{p \cdot S} \quad (4)$$

Fiktif fleş (boyutsuz)

$$p = \frac{l}{S} \quad (5)^7$$

Bu tariflerde menzil eğimi bir rol oynamamaktadır Burada :

T_0 : Yatay germe kuvveti (kg).

T : Askı noktası germe kuvveti (kg).

p : Kablonun muayyen bir durumdaki (çıplak, buzlu, iki misli buzlu ve rüzgârlı) hneer ağırlığı (kg/cm).

S : Yatay menzil (cm).

t : Hakiki fleş (cm), ifade ederler.

Her iki askı noktası aynı seviyede olan simetrik asımlarda yukarıda (3), (4) ve (5) eşitlikleri ile venlen uç büyüklük arasında :

$$F = M - m \quad (6)$$

basit bağlantısı mevcuttur. Askı noktaları arasında h , m metre kot farkı olan, $\tan \theta = h/S$ meyilli eğik menzillerde M ile üst askı noktasındaki, yani bütün kablo boyunca olan en yüksek germe kuvvetini gösterirsek en genel halde aşağıdaki:

$$F = \frac{1}{a \cos \theta} (M^* - m) = \frac{F^*}{a \cos \theta}$$

$$F^* = M^* - m \quad (7)$$

eşitliği caridir. Burada:

$$M^* = a \cdot \cos \theta \quad (M - 0,5 \cdot \tan \theta) \quad (8)$$

ifadesi ile tariflenen M^* , aynı menzilde, aynı yatay germe kuvveti ile asılı (eşdeğer simetrik asımda) bulunan bir kablonun askı noktalarındaki germe kuvvetini karakterize eder, a Büyüklüğü ise :

$$a = 1 + \frac{\sin^2 \theta}{24 \cdot m^2} \quad (9)$$

yaklaşık denklemleriyle hesaplanan bir düzeltme faktörüdür. Bu kıymet ancak çok büyük menzillerde ve hassas hesaplarda bir **mâna** taşır, bizim rastlayacağımız normal problemlerde hemen hemen her zaman :

$$a = 1$$

alınabilir.

En genel hal içm doğru olan (8) ifadesi simetrik bir asılma için daha evvelden verilen (6) eşitliğine müncer olur.

Evvelki kısımda belirttiğimiz gibi, yönetmelik T_0 yatay germe kuvvetini dolayısıyla da «m» değerini tahdit etmektedir. Abaktaki eğriye bir göz atılacak olursa görülür ki, bu eğrinin bir tarafı M ve diğer tarafı ise F fiktif gerilme kuvveti ve fleşine göre taksimatlanmıştır. Bununla beraber muayyen bir t sühnetinde, yönetmelik hükümleri dahilinde verilen bir m kıymetine dayanarak abaktaki M , F fonksiyonlarının **tekabülünden veya** yukarıdaki eşitliklerden istifade ederek fleş ve askı noktalarındaki gerilme kuvvetlerinin ta-

TABLO : 3

Bakır Kabloların Karakteristik Değerleri

Çap ve Kesit [mmvmtmk]	Norm kesit.	Tel Sayısı	c a o.	Liniter Kablo Ağırlığı [kg/m]	Munzam Yukler[kg/m]				Mun. Yük Faktörü k			
					Buz		Rozeâr		Buzlu		Rüzgârlı	
					I. Bölge	E. Bölge	kg/a	kg/m ²	I. Bilge	E. Bilge	4t kglm	52,5 W
16	15,9	7	5,1	0,141	0*52	0,678	0,269	0,322	4,21	58/	2,15	2,10
25	24,1	"	6,3	0,215	0,502	0,753	0,333	0,398	3,33	4,51	1,95	2,10
35	31*	u	7,5	0,300	0,88	0,822	0,396	0*7*	2,73	3,69	U^	m
50	w.s	"	3,0	0M0	0,600	0,900	0*75	0,568	2,36	3,0S	1*7	1.€3
50	40,3	13	3,0	114-30	0,600	0,800	0*75	0,568	2,H	3,03	1*3	1.€5
70	65,8	"	10,5	0,585	0,613	0M	0,555	0,659	2,1i	2,67	138	1.52
35	93,2	m	12,5	0,830	0,708	1,061	4605	0,723	1,85	U8	1,24	1.32
120	117	"	14,0	10H	OJ4-9	1,122	0J67B	0,801	1J2	2,08	US	1.26
150	147	37	15£	1,31b	0,735	1131	0W	0.S1Z	1,61	1.31	US	1.22
165	182	"	17,5	1,620	0,837	1255	0,770	0,920	1,52	1,77	m	VS

TUBİNİ TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ

Çankırı Caddesi 15/2 — Tel. : 10031 - 32 - 33

A N K A R A

Dünyaca tanınmış birkaç firmasını takdim eder :

- HAWKER SIDDELEY BRUSH INTERNATIONAL LIMITED

Transformatörler, Alternatörler, Her türlü otomatik Şalter ve tablolarıyla, Dizel jenaratör gurupları, 1HP-7000 HP komple Dizel gurupları, 50.000 HP kadar Long-strong buhar türbini santralleri...

— BRITISH INSULATED CALLENDER'S CABLES LIMITED

Her türlü Enerji kabloları

Her türlü telsiz - telgraf kabloları

Her türlü yüksek frekans kabloları...

Üyelerimizin eski borçları ve 1960 ijihl aidatı hakkında:

Bütün üyelerimize eski yıllara ait %05 ve aidat borçlarını gösterir mektuplar gönderilmektedir.

Eski yıllara ait borcu olan üyelerimiz için bu borçlarını tasfiye edebilme ve imkânı üzerinde duran İdare Heyetiniz *suhulet*le hareket etmek kararını almıştır :

Şöyle ki; kendilerine borç durumları yazı ile bildirilen üyemiz borcunu ne miktardaki *taksitlerle ve hangi tarihlerde* ödeyeceğini Oda'ya, mektubu alışı takibeden *1 ay içinde yazı ile bildirecektir*. Ancak bu «*bildiri*» de bulunmayanlar için - istenmiyerek - İcra'ya başvurmak mecburiyeti hasıl olacaktır.

Bu bakımdan herhangi bir sebeple eline hesap durumunu belirten mektubumuz geçmemiş olan üyelerimizin - birbirlerini de bu husustan haberdar ederek - derhal Oda'ya müracaatları rica olunur.

1960 yılı aylık aidatları ise, Birlik İdare Heyeti ayda almak olduğu «Birlik Hissesi» ni 2 liradan 3 liraya çıkarmış bulunduğu için (her ne kadar bu hususa Nisan ayında toplanacak Birlik Umumî Heyetinde itiraz edilecekse de) 11 lira üzerinden tahakkuk ettirilmektedir. Bu yılın aylık aidatları, ay be ay olduğu gibi üçer aylık taksitlerle de ödenebilecektir.

Üyelerimizden borçlarını tercihan (Türkiye İş Bankası Yenişehir Şubesi No. : 511) veya (T. C. Ziraat Bankası Yenişehir Şubesi No. : 328/522) deki Odamız hesabına göndermeleri veya yatırmalarını rica ve göstereceklerinden emin bulunduğumuz maddî alâkalarından dolayı da teşekkür ederiz.