

BÖLÜM 5.

TRANSPORT SİSTEMLERİN İŞLETME ŞARTLARI VE PERFORMANSLARI

5. GİRİŞ

Krenin görev yaptığı birimlerin işletme şartlarının ve teknolojik süreç için gereken kren performansının bilinmesi önemlidir.

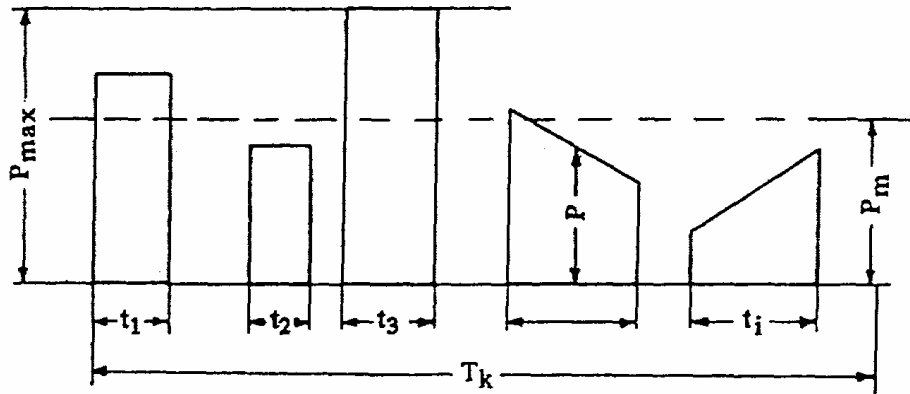
Aslında bu konu çok geniş olmasına karşın; bu bölümde yalnızca krenin tasarım aşamasında önemli olan kısımları ele alınacaktır.

Tasarımcı, krene ve kren elemanlarına servis hayatları boyunca uygulanacak yüklerin sayısını ve büyüklüğünü bilmelidir. Bu büyüklükler, krenin işletme şartlarına ve performansına bağlıdır. Bu nedenle tüm karakteristiklerin dikkate alınması gereklidir.

5.1.1. Teknolojik sürecin rasgele olduğunu göz önüne alarak ve rasgele fonksiyonların teorisini kullanarak belirli bir yaklaşımda bulunulabilir; çünkü gerçekte teknolojik işlemler bir çok değişkene bağlıdır ve bu tür bir bilgiyi net olarak elde etme çok zordur.

Tasarım aşamasında tasarımcı kendini iki kriter yardımıyla elde edilmiş olan kaba yaklaşımla sınırlamalıdır. Bu iki kriter: işletmenin devamlılığı ve yoğunluğudur. Bu kriterlerin, teknolojik işlemlerin değişken olmadığı kabul edilerek ilgilenilen zaman içindeki ortalaması ele alınmalıdır.

Devamlılık, ilgilenilen zaman içinde kren işleminin devamlılığı; yoğunluk ise herhangi bir andaki kren performansının maksimum performansa oranı olarak karakterize edilir. Grafiksel bir örnek şekil 5.1 de görülmektedir.



Şekil 5.1 Yıl içindeki kren işletme koşulları. $t_1, t_2, t_3, \dots, t_i$ krenin saat olarak işletme zaman aralığı; T_k , saat olarak takvim zamanı; P , krenin çalışma performansı; P_{max} , krenin maksimum performansı ve P_m ise krenin yıl içindeki ortalama çalışma performansıdır.

5.1.2. Kren işletmesinin kesintiye uğraması krenin kendi teknolojik özelliklerine bağlı olduğu gibi; ayrıca da aşağıdaki şartlara da bağlı olabilir:

1. Çalışma şekli vardiyalı bile olsa, vardiyalar arasında zaman kaybı olacağından ve tatil günleri de düşünüldüğünden işletmeler 24 saat çalışamazlar.
2. Teknolojik süreçte, krenden kaynaklanmayan planlanan veya planlanmayan kesintiler olacaktır (transport sisteminin yükleme veya boşaltılmasından kaynaklanan, yük tutma elemanının değiştirilmesinden kaynaklanan, okun uzunluğunun değişiminden kaynaklanan,

kren yardımcı ekipmanlarından birinin hasırlanmasından kaynaklanan ve enerji kesintisinden kaynaklanan kesintiler görülebilir).

5. Krenin bir işletme yerinden başka bir yere taşınması.

4. Bakım ve onarım işlemleri.

5. Krenin hasarından kaynaklanabilecek beklenmedik duraksamalar.

6. Çok kuvvetli rüzgar, sis, kar ve düşük dereceler gibi krenin çalıştırılmayacağı veya işletmenin yapılamayacağı hava şartları kaynaklı kesintiler görülebilir.

Elbetteki hava şartları yalnız dış ortamda çalışan krenler için etkilidir.

Krenin belirli bir bölgeye taşınması işi üç ana kategoriye ayrılabilir:

1. İşletme bölgesinin içinde çok kısa mesafeli işlemler.

2. Gerekliyse krenin bir kısmının sökülebileceği, işletmenin hizmet ettiği alan içinde orta mesafeli taşıma.

5. Bir bölgeden bir diğerine ve krenin tamamen sökülmesiyle sağlanabilecek, uzak mesafeli taşıma.

Son gruptaki taşıma, kren endüstri veya elektrik santrali tesisinde çalışıyorsa dikkate alınmalıdır.

Bu tür krenler belirli bir yerde yıllarca çalıştıktan sonra başka bir bölgeye taşınırlar ve işlev gördükleri iki bölge genellikle birbirlerine yakındır.

Krenlerin taşınma zamanı, krenin devingenliğine ve eğer taşıma için kren sökülecekse taşınabilirliğine bağlıdır.

Luik, krenlerin devingenliğini V hareket oranının işletme istasyonundaki P performansına oranı olarak tarif etmektedir:

$$m = \frac{V}{P} \quad (5.1)$$

Taşınabilirlik ise krenin belirli bir istasyondan bir başkasına taşınırken serviste olamama süresine T_t ye bağlı olarak tanımlanır:

$$m_t = \frac{1}{T_t P} \quad (5.2)$$

Burada $T_t = \frac{L}{V} + T'_t$ olarak ifade edilir.

T'_t sökme ve tekrar monte etmek için gereken zaman, L ise işletme istasyonları arasındaki mesafedir. Eğer krenin her zaman sökülmesi veya tekrar monte edilmesi gerekmiyorsa T'_t , 1 den küçük bir faktör ile çarpılmalıdır.

Krenin işletme kavramı en iyi Luik tarafından, iş miktarının konsantrasyonu olarak önerilmiştir:

$$r = \frac{W}{L} \quad (5.3)$$

$$w = \frac{W}{n} \quad (5.4)$$

W , kren tarafından bir istasyonda yapılan iş miktarıdır.

(5.3) ve (5.4) ü kullanarak, krenin taşınması için gereken zamanın genel ifadesi elde edilebilir:

$$T_t = \left(\frac{1-n}{rm} + \frac{1}{wm_t} \right) T_o \quad (5.5)$$

T_o , krenin işletme zamanıdır.

Kren sökülmeden taşındığı özel durum için ($n=0$; $w=\infty$)

$$T_t = \frac{1}{rm} T_o \quad (5.6)$$

5.1.5. İş kesintisi birbirlerine bağımsız veya ilgili olan bir çok faktöre bağlıdır.

Elbette ki iş iki vardiya halinde yapılıyorsa onarım ve bakım kesintileri, üç vardiyaya göre daha az olacaktır. Ayrıca çalışmaya hava şartları gibi bir etkiden dolayı belli bir sezon boyunca ara veriliyorsa, onarımlardan dolayı olacak kesinti de daha az olacaktır.

Beklenmedik bir hasardan sonra yapılacak onarımlarla kaybedilen zaman ve planlı bakım zamanı arasında bir bağıntı vardır. Bulov, portal krenlerde yaptığı araştırmalardan aşağıdaki bağıntıyı elde etmiştir:

$$\frac{t_a}{T_o} = a + b \exp\left(-\frac{t_p}{T_o}\right) \quad (5.7)$$

Bu bağıntıda; t_p planlı bakım için gereken zaman, t_a beklenmedik hasarlardan sonra planlanamayan onarımlar için gereken zaman; a ve b ise sabitlerdir.

Planlanamayan onarımlar için gerekli zaman, büyük oranda onarım servisinin organizasyonuna ve krenin onarılabilme kolaylığına bağlıdır.

İş kesintilerinin süreleri, Rusya'daki kren işletmelerindeki deneysel çalışmalara bağlı olarak tablo 5.1, tablo 5.2 ve tablo 5.3 te verilmiştir.

Tablo 5.1 Kren operasyonunun kesintileri

Kren tipi	Çalışma yeri	Krenden yararlanma şekli					Ay başına saat başına iklime bağlı olan kesintiler		
		1 vardiya	2 vardiya	3 vardiya	Aralıksız çalışma	Tatil günleri dışında	Planlı bakım	Hasar kaynaklı	İş kesintisi
Özel amaçlı köprülü krenler	Metalürjik tesisler					+	45	15	40
Genel amaçlı köprülü krenler	Makina konstrüksiyonu	+	+				20	7	100
	Yapı endüstrisi	+	+	+			20	7	50
	Kereste ve metal depolama tesisleri	+	+				20	7	150
	Elektrik	+					10	5	250

	santralleri								
Gezer köprülü krenler	Dökme mal tesisleri	+	+	+			40	10	50-100
	Gemi konstrüksiyonu						20	7	150
	Kereste ve metal depolama tesisleri	+	+				20	10	150
	Endüstriyel konstrüksiyon	+	+				10	5	200
	Hidroelektrik santralleri	+					14-20	-	70
Kuleli krenler	Mahalle konstrüksiyonu		+	+	+		14-20	-	100
	Endüstriyel konstrüksiyon		+	+			80-100	-	50
	Hidroteknik konstrüksiyon					+	70	100	50
Portal krenler	Limanlar					+	140-150	-	100
Kendinde n itilmiş vinçler	Hidroteknik ve endüstriyel konstrüksiyonlar		+	+		+	24-28	-	150
	Yardımcı işlemler		+				14-12	-	70

Tablo 5.2 Yerleştirme işlemleri (krenin taşınması) nedeniyle kaybedilen zaman [saat/yıl]

	Kren tipi						
	Kuleli kren	Mobil kren	Kauçuk lastikler le	Kamyonlarla	Gezer köprülü kren	Portal kren	
	Kaldırma kapasitesi						
	≤ 8 t	> 8 t	≤ 10 t	> 10 t	≤ 50 t	≤ 10 t	≤ 15 t
Krenin ortalama taşınma mesafesi	20	20	5	2	0,07	0,03	0,06
Krenin taşınma zamanı [saat]	70	150*	0,5	0,5	1	0,03	0,1
Yıl başına krenin taşınma sayısı	3	1,5	1500	1300	500	10000	240**
Krenin taşınması nedeniyle [saat/yıl]	210	225	750	650	500	30	24

* Krenin sökülmesi ve tekrar monte edilmesi ile birlikte

** Gemi yolculuğu süresi (8ay)

Tablo 5.2 de kren sahibinin değişmesinden dolayı oluşacak zaman kayıpları göz önüne alınmamıştır.

Tablo 5.3 İnşaat mühendisliğinde kullanılan krenlerin işletme şartlarına iklim koşullarının etkisi

	Bölgeler					
	I	II	III	IV	V	VI
Fırtınaya, yağmura, kara, sise bağlı kesintiler [gün/yıl]						
Kuleli krenler	8	12	19	22	36	78
Oklu krenler	6	9	11	-	-	-
Ayaklı köprülü krenler	8	12	19	22	36	78
Kış süresi [ay]	3	5	6	7	7	8
Kış süresince performans azalması						
İnşaat mühendisliğinde	0,9	0,85	0,8	0,8	0,75	0,75
Nehir taşımacılığı	0,95	0,95 0,92*	0,94 0,87	0,92 0,84	0,9 0,82	0,83 0,75

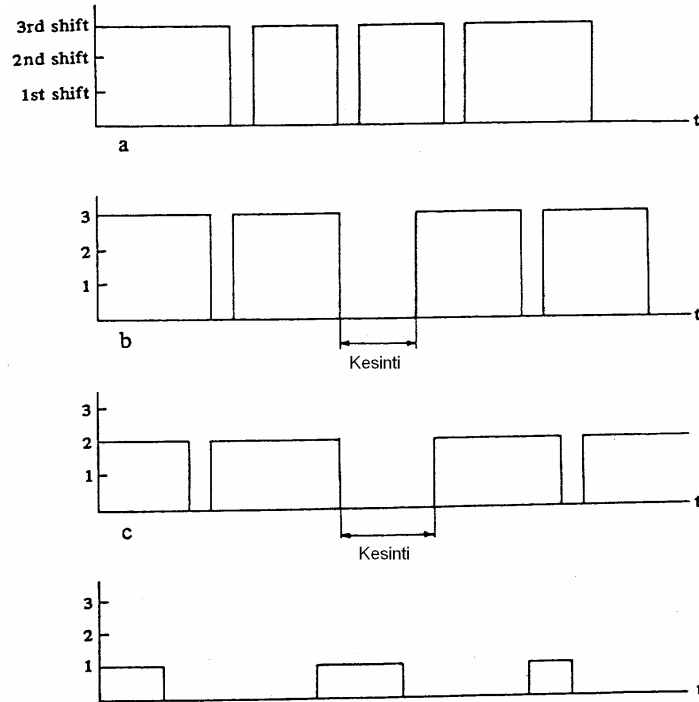
* Küçük değerler, ilk ve son kış ayları için geçerlidir

5.1.4. Yukarıda anlatılanların ışığında, krenin yıllık ortalama işletme süresini saat olarak elde edebiliriz. Bu değer, kren işletmesinin devamlılığını karakterize etmektedir. Pratik hesaplamalarda, yıl boyunca krenin işletme süresinin elde edilmesinden sonra bu büyüklüğün ortalamasını alınıp, işletme sürelerine göre gruplandırılmış krenlere bölünür. Bu işlem tablo 5.4 te yapılmıştır.

İşletme şartlarının göz önüne alındığı tablo 5.4 teki tipik işletme diyagramları şekil 5.2 de görülmektedir.

Tablo 5.4 İşletmenin sürekliliği bakımından krenlerin sınıflandırılması

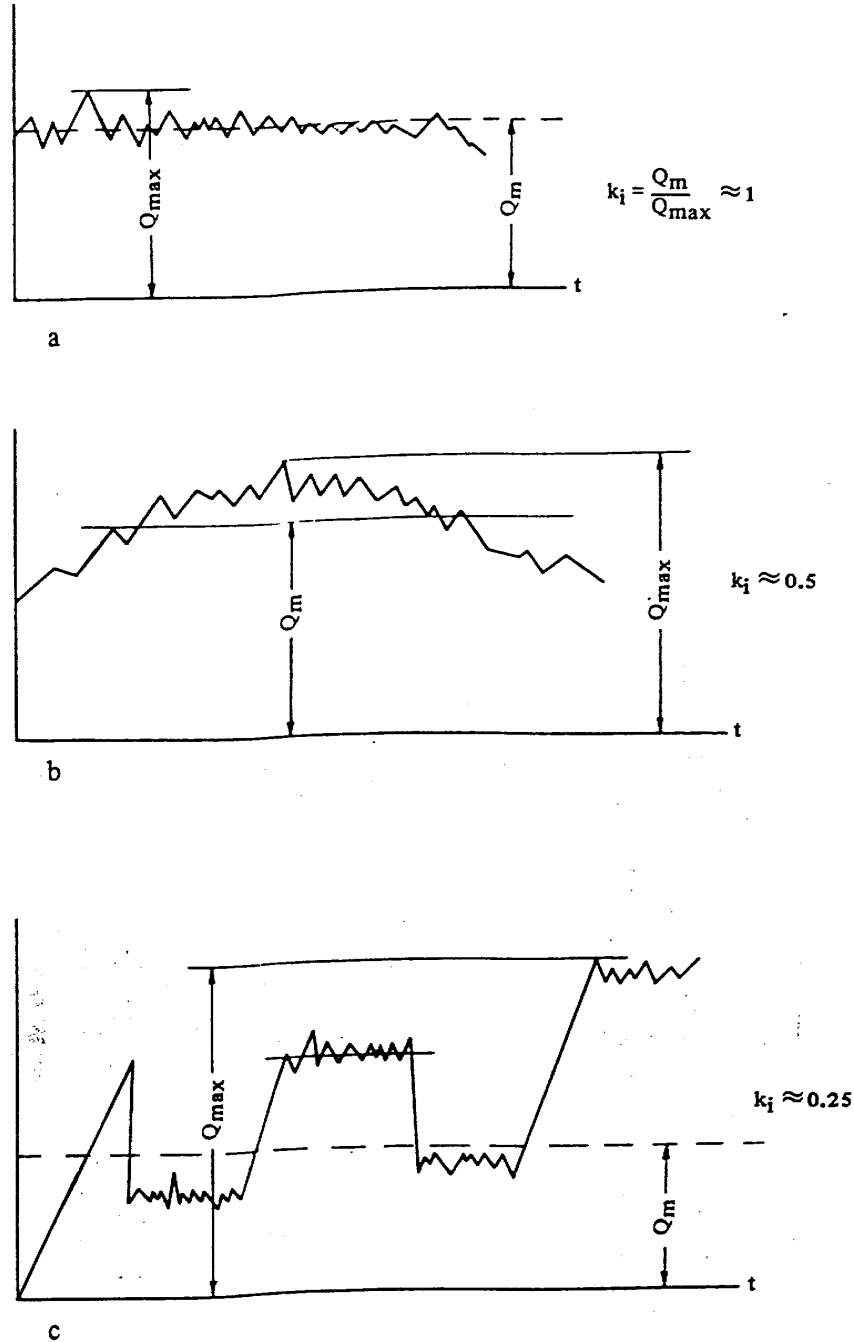
Grup no.	İşletmenin şekli	Yıllık ortalama işletme zamanı [saat]	Çalışma şartları	Örnekler
IV	Uzun süreli devamlı	6000	Tek bir yerde, tatil günü olmadan, 3 vardiyalı	Metalürjik santrallerdeki, Hidroteknik konstrüksiyon alanlarında çalışanlar
III	Devamlı	4500	1)Tek bir yerde, sezonluk kesintilerle, 3 vardiyalı 2)Hava şartlarına göre ve tatil günlerinde kesintili, 3 vardiyalı	1)Liman krenleri, büyük ölçekli imar konstrüksiyonlarında çalışanlar 2)Demiryolu istasyonlarında kereste yığmak amacıyla çalışan ayaklı köprülü krenler
II	Periyodik	2500	1)Sezonluk kesintilerle, 1 veya 2 vardiyalı 2)Yıl boyunca, 1 vardiyalı	1)Kereste alanında çalışanlar 2)Makina konstrüksiyon fabrikalarında çalışanlar
I	Kısa süreli	500	Günde 2 saatten fazla olmamak üzere 1 vardiyalı	Yardımcı işlemler için çalışanlar, makina odlarındaki köprülü krenler, hidroelektrik santrallerinde kapak yükseltenler



Şekil 5.2 Tablo 5.4 teki gruplara göre kren işletme süreleri. a) uzun süreli devamlı; b) devamlı; c) periyodik; d) kısa süreli

5.1.5. Teknolojik işlemin yoğunluğu sabit şekilde değişim gösterir. Ufak istisnaları saymazsak; tüm teknolojik süreçler aşağıdaki gruplara ayrılabilir:

1. Yoğunluğu neredeyse sabit olan değişmeyen (sabit) işlemler.
 2. Yoğunluğu periyodik olarak değişen işlemler. Bunlar, iş yoğunluğu ile artan ve gittikçe azalan iş yoğunluğuna uygun devam eden işlemlerdir.
 5. Yardımcı işlemler ve onarım için kullanılan krenler için yoğunluğu rasgele olan işlemler.
- Tipik yoğunluk eğrileri şekil 5.3 te görülmektedir.



Şekil 5.3 Teknolojik işlemlerin yoğunlukları. a) sabit işlemler; b) periyodik olarak değişen işlemler; c) rasgele değişim gösteren işlemler. Q_m : ortalama yoğunluk; Q_{max} : maksimum yoğunluk

kaldırma kapasitesinin birkaç değerini belirtmeyi gerektirir. Eğer kren geniş kaldırma yüksekliğine (200 m'den fazla) veya alçalma derinliğine sahipse, yükseklikteki hangi noktanın belirtilen kaldırma kapasitesi için bu noktayı tanımlamak gereklidir. Bunun nedeni en üst pozisyonda kaldırma halatlarının ağırlığı ihmal edilebilir, oysa alt pozisyonda bu ağırlık krene etkiyen yükün %10-15 arasında artmasına neden olabilir. Bundan dolayı krenin kaldırma kapasitesinin yukarıda belirtilen durum göz önüne alınarak azaltılması ihtiyaç duyulan güvenliği garantilemek için gereklidir.

Kullanılan (ele alınan) yükler ağırlığa göre değişim gösterdiği zaman, performans şu şekilde tanımlanır:

$$P = \sum_{i=1}^{i=n} Q_i \quad \text{t/s} \quad (5.8)$$

Burada; n, bir saatteki yük çevrim sayısı.

$$P = Qn \quad \text{t/s} \quad (5.9)$$

eğer operasyondaki her çevrim süresince transfer edilen yük aynı ağırlıkta ise; her çevrimin süresinden çevrimin sayısı bulunur:

$$T = t_t + t_d + t_p \quad \text{sn} \quad (5.10)$$

t_t , taşıma operasyonu için gerekli zaman; t_d , yükleme noktasında boş kavrama cihazını ve boşaltma noktasında yüklü kavrama cihazını sabitlemek ve onları boşlukta yönlendirmek için gerekli zaman; t_p , yükü kavrama ve yük boşaltma için gerekli zaman.

Taşıma operasyonlarının süresi; her çevrimde kren tarafından uygulanan ayrı operasyonların süresinin toplamıdır. Bu süre krenin bir istasyondan diğerine transfer edildiğinde uygulanması gereken yerleştirme operasyonlarını içermemektedir, halbuki bu operasyonlar ana kren mekanizmaları tarafından sık sık uygulanır.

Bazı yerleştirme operasyonları transfer operasyonu olabilir, veya bunun aksi, krenin çalışma şartları değiştirildiği zaman olur. Eğer kren dizaynı bazı değişikliklere izin verirse bu mümkündür. Bu nedenle, palet zinciri ile sağlanan kren hareketi genellikle yerleştirme operasyonudur. Fakat bazı durumlarda her çevrimde yapılabilir.

Devamlı çalışan krenin çalışma çevrimlerinin sayısı aşağıdaki şekilde tanımlanabilir:

$$\sum_{i=1}^{i=n} T_i = 3,600 \quad \text{sn} \quad (5.11)$$

farklı çevrimlerin süresi aynıysa;

$$n = \frac{3,600}{T} \quad (5.12)$$

5.1.8. Genel durumda her çevrimin süresi ve ele alınan yükün ağırlığının değişimi.

Performansı belirleyen şiddetin değişimi kararlaştırılmış veya değişken olabilir. Bu nedenle, eğer kren hızı ve ivmesi yüke bağlıysa (ayarlanabilir hidrolik ve elektrik işletme

mekanizması, vites kutusu), her bir çevrim boyunca taşıma operasyonu için gerekli zaman transfer edilen yükün ağırlığına bağlıdır.

Performansı belirleyen rastgele yük değişimleri her tip krende olur. Bunlar, yükün transfer olması gereken mesafedeki değişimlerden, yükün kaldırılması ve sabitlenmesi için gereken zaman değerlerinin dağılımından, iklim koşullarından (kar, sis, rüzgar..), kren sürücüsünün deneyimi gibi nedenlerden etkilenebilirler.

Performans çok geniş limitler içinde değişebilir. Krenin çalışma karakteristiği olarak kullanılabilen tekil maksimum performans değerine karar vermek çok zor olabilir. Verilen koşullar altında bir saatlik çalışma esnasında elde edilen ortalama performans değerini tanımlamak mümkündür. Bunları aşağıdaki şiddetlerle karakterize edebiliriz:

Ele alınan yükün ağırlığı, taşıma operasyonunun hızı ve yolu, yük kavrama cihazı ile yükün sabitlenmesi ve kaldırılması için gerekli zaman. Manuel kontrol olması halinde kren sürücüsünün vasıfları ve krenin çalıştığı iklim şartları dikkate alınmalıdır.

Performans teknik olarak ifade edilebilir. Çalışma koşullarındaki değişiklikler (taşıma mesafesi, ele alınan yüklerin ağırlığı...), performansın teknik performanstan farklı olmasına neden olur.

Tersanelerde, depolama çöplüklerinde veya ele alınan yükler sınırlandırılmışsa ve nakliye mesafeleri ve hızlar az değişmekte ise diğer objelerde kullanılan krenlerin çalışma yoğunluğunu değerlendirme için teknik performans çok uygun bir özelliktir.

Fakat, kren değişik ağırlıklarda ve boyutlarda yüke sahip olduğunda ve büyük objelerle çalıştığında (yüksek binaların yapımı, hidroteknik yapılar, büyük gemiler...), bir tek objenin yapılması esnasında ortalama performansı bilmek gerekecektir.

Krenin hızı ve sabitleme, ekleme, yükü sabit bırakmak için gereken zaman yükün ağırlığının fonksiyonları olsun. Ortalama değerlerin temeli üzerindeki yaklaşık tahmin sonradan büyük hataya neden olabilir.

Bazı durumlarda, bütün yükleri, ağırlıklarına ve karşılama hızlarına bağlı olarak gruplara ayırmak ve her grup için yükü serbest bırakmak ve sabitlemek için gereken ortalama zamanı belirlemek gerekir. Yüklü krenin üzerinde hareket etmesi gereken yollar her grup için kurulmalıdır.

Böylece transfer edilen her yük grubunun performansını ve her cisim için ortalamasını belirlemek mümkündür. Dikilen yapı aynı kat yüksekliğinde yerleştirilen aynı eleman serilerini içeriyorsa, genellikle ortalama performans, önce her kat için sonra bütün bir yapı (yapıyı bir bütün olarak) için belirlenir.

Tam çözüm olasılık teoremi kullanılarak elde edilebilir. Bundan sonra rastgele değişkenler kullanılarak çeşitli işlemlerin süresini ve yükün ağırlığını düşünürüz ve performansın olasılık yoğunluğunun dağıtım kuralını belirleriz. Bu kanun her farklı oluşum için kesikli kısmi kanunlardan meydana gelmiştir.

Kren elemanlarının çalışma şartlarını tahmin etmek için; performansın ortalama değerlerini ve verilen zaman aralığında bu performansı belirleyen faktörlerin şiddetini bilmek yeterlidir. Bu aralık, sürekli çalışma durumunda bir yıl, sezonluk çalışma durumunda gemicilik veya

sezonun süresi, değişen yoğunlukta çalışma durumunda ise, şiddetli çalışmanın periyodu olabilir.

Bu ortalama performans, çalışma çevriminin ortalama sürekliliği ve kullanılan yüklerin ortalama ağırlığı kadar olacak şekilde, düşünülen zaman aralığında kren çalışmasında meydana gelecek kesintilere izin vererek belirlenir.

Krenin çalışma şartlarını tahmin etmek için, ele alınan yükün ortalama ağırlığını ve yıllık yük kaldırma işlemlerinin ortalama sayısını kullanmak daha iyi olacaktır. Bu değerlerin ürünü açıkça yoğunluk faktörü k_i (Tablo 5.5) ile teknik performansı toplayarak belirlenen performansın yıllık ortalamasına eşit olacaktır.

Bütün krenler her bir yıldaki çevrimin sayısına göre dört gruba ayrılabilirler (Tablo 5.6).

Tablo 5.6

Kren Grubu	Yıllık çevrim sayısı (x1000)	Örnekler
A	20	Ev ve endüstriyel yapılar için kullanılan her tip kren
B	40	Limandaki kepçeli krenler,sezonluk iki vardiyalı kullanılır; hidroteknik yapılarda beton için kullanılan krenler.
C	100	Limandaki kepçeli krenler,yılda iki vardiyalı olarak kullanılır;
D	200	Kepçeli krenler ve metalurjik tesislerde kullanılan krenler yılda üç vardiyalı olarak çalıştırılır.

Yük ağırlığından dolayı kren üzerinde oluşan kuvvetleri tamamen belirlenmesi, ortalama ağırlık yanında, ortalama ağırlıkta meydana gelecek değişim hakkında da bilgi gerektirir. Ağırlık dağılımı hakkında istatistiksel parametreler Bölüm 5.4 'de bahsedilecek.

5.1.9. Krenin çalışma yoğunluğu ve çalışma çevrimi hakkında edinilen bilgi, düşünülen zaman aralığında çeşitli mekanizmaların çalışma süresini belirler. Bu süre çalışma şartlarının karakteristiklerinden biridir. Mekanizma üzerine etkiyen kuvvetler; ele alınan yükün ağırlığına, düşünülen mekanizma tarafından hareket ettirilen kren parçalarına ve bunun gibi birçok diğer faktöre bağlıdır.

Yerleştirme mekanizmasının çalışma şartları ayrıca düşünülmesi gereken transferlerin süresine ve koşullarına bağlıdır.

Yük kavrama, yönlendirme ve serbest bırakma operasyonlarının doğası ve süresi ; bu amaçlar için sağlanan mekanizmanın çalışma şartlarını belirler.

Mekanizmalar her iki tipteki çalışmayı da yürütürse; her çalışma grubunun verileri toplanır. Bu nedenle, kaldırma vinçleri ve kısaçlı kepçelerin çalışma şartları, taşıma operasyonları ve kürekleme ve kepçe açma çalışmaları ile belirlenir.

İtici mekanizmaların çalışma sürekliliği, taşıma ve yerleştirme operasyonlarının sürelerinin toplamıdır (kren hareketi bu ikisini de içerdiği zaman).

5.1.10. İki veya daha fazla kaldırma mekanizmasına sahip olan krenin performansı kaldırma mekanizmalarının performanslarının toplamına eşittir. Bundan sonra, kren dizaynı ve çalışma şartlarına bağlı olarak aşağıdaki durumlar düşünülmelidir:

1) kaldırma mekanizmaları, bağımsız ve paralel olarak çalışır;

- 2) kaldırma mekanizmaları, bağımsız sırada çalışır;
- 3) kaldırma mekanizmaları birlikte çalışır.

Aşağıdaki bölümler, çevrim elementleri ve kaldırılan yük ağırlıklarını belirlemek hakkında daha detaylı bilgi verir. Bunlar kren mekanizmalarının çalışma şartlarını belirlemek için temel bilgilerdir.

5.2. Makina İşlemleri ve Mekanizmaların Çalışma Zamanı

5.2.1. Mekanizmalar yardımıyla yürütülen işlemler (taşıma, yerleştirme, kaldırma, yük boşaltma v.s.), makine işlemleri olarak düşünülebilir.

Bu çalışmaların süresi, gidilen yola, hıza ve ivmeye bağlıdır.

Taşıma esnasında katedilen yol, yükün kaldırılması ve ulaştırılması gereken noktaların koordinatlarına ve çevrim başlangıcı ve sonunda krenin bulunduğu pozisyona bağlıdır.

Bu kesindir ki; kren ister yüklenmiş, ister boş olsun yük kavrama cihazını hareket ettirmek için en kısa yol tek seferde seçilmelidir. Yüklerin toplanması ve dağıtılması gereken noktaların koordinatlarını biliriz..

Bu problemin çözümü bazı durumlarda zordur, çünkü;

- 1) tek yönde katedilen mesafenin azalması, diğerinde katedilen mesafenin artmasına ya da tam manasıyla iki hareketi koordine etmeyi gerektirebilir ki; bu durum manuel kontrol halinde kren sürücüsü için oldukça zordur.
- 2) ivmelenme ve frenleme koşulları her hareket için farklı olabilir; mesafeyi koruma, ivmelenme ve frenlemeden dolayı oluşacak artış kayıpları da buna eşlik edebilir.
- 3) taşıma boyunca ani ivmelenme ve frenlemeler yük ve krenin sallanmasına neden olur. Bu da; yükü sabitlemeyi daha zor hale getirir ve yük kavrama cihazını dinlenme durumuna getirmek için gereken zamanı arttırır.

Optimum hızların ve yük hareketinin optimum yönü seçme problemi, ambarlara (antrepolar) hizmet eden otomatik forklift krenlerinin çalışmasının analizi boyuca düşünüldü /5.8/. Bu problemin düşünülmesi bu kitabın alanını aşacaktır.

5.2.2. Hızlanma ve frenleme şartları seçilen tahrik tipine bağlıdır. Bölüm1’de bahsedilen kuvvet nakilleri ile pratikte karşılaşılan şartlar Tablo 5.7 ye işlenmiştir.

Tablo 5.7 Frenleme ve ivmelenmenin karakteristikleri

H	S	S	İ
1	a	a	v
z	b	b	m
	i	i	e
d	t	t	-
e			z
ğ	o	o	a
i	l	l	m
ş	m	m	a
i	a	a	n

m

k
a
n
u
n
u

y
a
n

h
a
r
e
k
e
t
i
n

s
ü
r
e
s
i
n
i
n

t
a
f
o
n
k
s
i
y
o
n
u

o
l
a
r
a
k
h
i
z
i
n

V

y
a
n

h
a
r
e
k
e
t

s
ü
r
e
s
i

t
a
b
o
y
u
n
c
a

a
l
ı
n
a
n

y
o
l
u
n

t
a
n
ı
m
l
a

f
a
k
t
ö
r
ü
φ

	t	n	
	t	m	
	a	a	
	n	s	
	l	l	
	m		
	l		
	a		
	n		
	m		
	a		
	s		
	l		
L	(	0	1
i	v	.	
n	$\frac{t}{t_a}$	5	
e	)	vt_a	
e			
r			
S	$\left(v \sin \frac{\pi t}{2t_a} \right)$	$\frac{2}{\pi} vt_a$	1
i			.
n			7
ü			
s			
o			
i			
d			
a			
l			
P	$v \frac{2t}{t_a} \left(1 - \frac{t}{2t_c} \right)$	$\frac{2}{3} vt_a$	1
a			.
r			5
a			
b			
o			
l			
i			
k			
Ü	$v \left(1 - \exp \left \frac{-}{t} \right \right)$	0.684v	1
s			.
t			4
e			
l			
C	$v \left(\frac{1 - \cos(\pi}{2} \right)$	0.842v	1
o			.
s			2
i			

n
ü
s
o
i
d
a
l

Tablo 5.7' de belirtilen koşullar altında ivmelenme ve frenlemenin süresi;

$$t_a = \frac{v}{\gamma} \varphi \quad (5.13)$$

şeklindedir.

Burada; v sabit durumdaki hız; γ , max. ivmelenme; φ , Tablo 5.7'de verilen ivmelenme-süre faktörüdür.

Lineer ivmelenme, yükü kaldırma, seyahat etme ve kolun indirilip kaldırılması esnasında olur. Elektrik tahrikli, yüksek hızlı (1.5 rpm'den fazla) dönel krende ivmelenme ve frenleme sinüsoidal kanunu izleyebilir. Medvedik göstermiştir ki; üstel kanuna göre ivmelenme vakit kaybını arttırıyorken parabolik kanuna göre ivmelenme, sinüsoidal kanuna göre ivmelenmeye göre ikinci derecededir. Ayrıca Medvedik, cosinüsoidal kanuna göre ivmelenmenin umut verici olduğunu göstermiştir /5.33/.

5.2.5. Taşıma operasyonunun tamamlanma süresi (t_t); ivmelenmeyi, sabit hareketi ve frenlemeyi içermektedir,

$$t_t = t_a' + t_y + t_a'' \quad (5.14)$$

t_a' ; ivmelenme için gerekli zaman,

t_y ; sabit hareketin süresi,

t_a'' ; frenleme için gerekli zaman

mekanizmanın toplam çalışma süresi (t_t), sabitlemek için gereken zaman eklenerek bulunabilir, eğer krenin çalışma koşulları bunu gerektirirse, eğer mekanizma eşzamanlı olarak ikiden fazla çalışırsa.

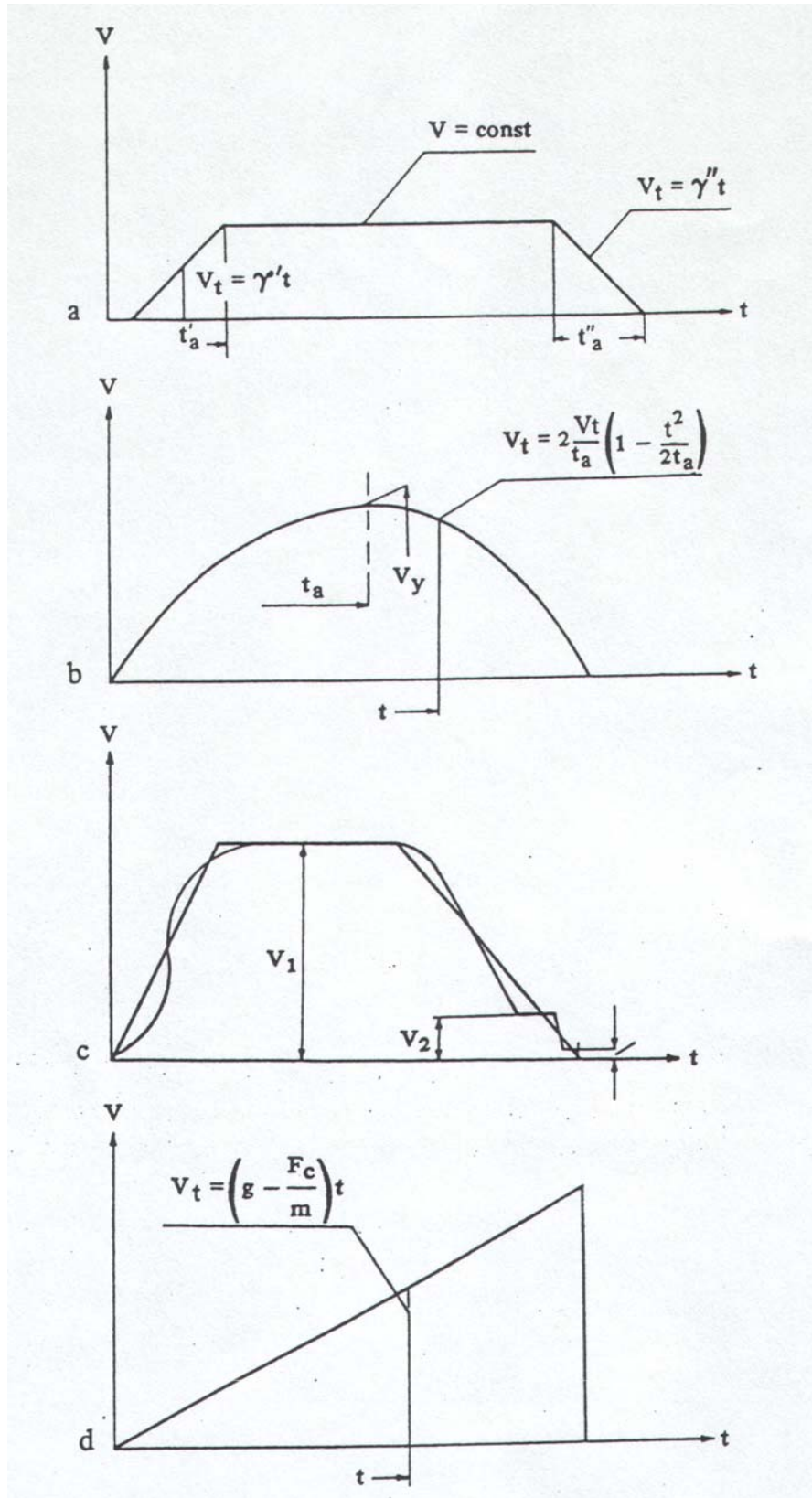
$$t_t = \frac{s}{v} + v \left(\frac{\varphi'}{\gamma'} + \frac{\varphi''}{\gamma''} \right) \quad (5.15)$$

burada; γ' ve γ'' ; sırasıyla, hızlanma ve fren sırasındaki en büyük ivmelenmedir; φ' ve φ'' , Tablo 5.7'den alınan ivmelenme-süre faktörüdür.

İvmelenme şartlarına bağlı olarak taşıma süresi %4'den daha fazla değişmez. Eğer; $t_a' + t_a'' < 0.1t_y$. Eğer; $t_a' + t_a'' < 0.05t_y$ ise nakliyenin süresinin kararlaştırılmasında genellikle ivmelenme ve frenleme süresince oluşan zaman kaybı ihmal edilebilir.

Fakat, yük hareketinin mesafesi kısa olduğunda, ivmelenme ve frenleme için gerekli zaman önemli olmaya başlar. $s < s_a' + s_a''$ (s_a' ivmelenme mesafesi, s_a'' frenleme mesafesi) olduğunda $t_y = 0$,dır. $t_y = 0$ olması için, daha büyük olan γ , daha küçük olan s 'nin değeri olur.

Kabul edilen ortalama ivmelenme ve yavaşlama değerleri ile, ortalama şartlar için operasyonun süresini yaklaşık olarak hesaplayabiliriz (Şekil 5.4.c de gösterilmiştir).



Şekil 5.4: İvmelenme ve frenleme durumlarındaki $V=f(t)$ eğrileri:

- a) sabit hareketin periyotları ile lineer ivmelenme ve frenleme; b) Parabolik kanuna göre ivmelenme ve frenleme, (sabit hareketin periyotları hariç); c) çatal kol kaldırıcılı krenin hareketi için gerçek ve basitleştirilmiş diyagramlar; d) yükün serbest düşüşü

Güç kullanmadan hareket etme olasılığı (güç ünitesinin şalteri kapandıktan sonra atalet ile hareket etmek, v.s.) bazen kullanılabilir. Silindir (drum), tahrikten eşzamanlı çalıştırılmadığı sürece sürtünme vinçli kepçeli krenlerin boş kısıkaçlı kepçeleri bazen düşürülebilir. Alçalan kısıkaçlı kepçenin kinetik enerjisi kazılacak malzemenin içine girmesini teşvik eder. Kısıkaçlı kepçenin iniş hızı sonradan sabit ivmeyle artar.

Bu operasyon için gerekli zaman;

$$t_m = \sqrt{\frac{s}{2\left(g - \frac{F}{m}\right)}} \quad (5.16)$$

burada; F, kepçe inerken kaldırma mekanizmasındaki sürtünme.

Şekil 5.4, tipik ivmelenme ve frenleme durumları için $v=f(t)$ eğrilerini gösterir. Katedilen mesafe kısa olduğunda ve ivmelenme (frenleme) sinüsoidal kanuna göre uygulandığında sabit hareket yer almaz.

Çevrim boyunca tüm makine operasyonlarının toplam süresi, ayrı çalışmaların süresinden genellikle azdır, çünkü deneyimli kren kullanıcıları onları daima aynı anda uygulamayı deneyeceklerdir. Bunun için tolerans, β faktörü ile hesaplarda yapılabilir.

Taşıma süresi;

$$t_t = \beta \sum_{i=1}^{i=k} t_{ti} \quad (5.17)$$

şeklinde bulunur. Burada k; her bir çevrimdeki operasyonların sayısı.

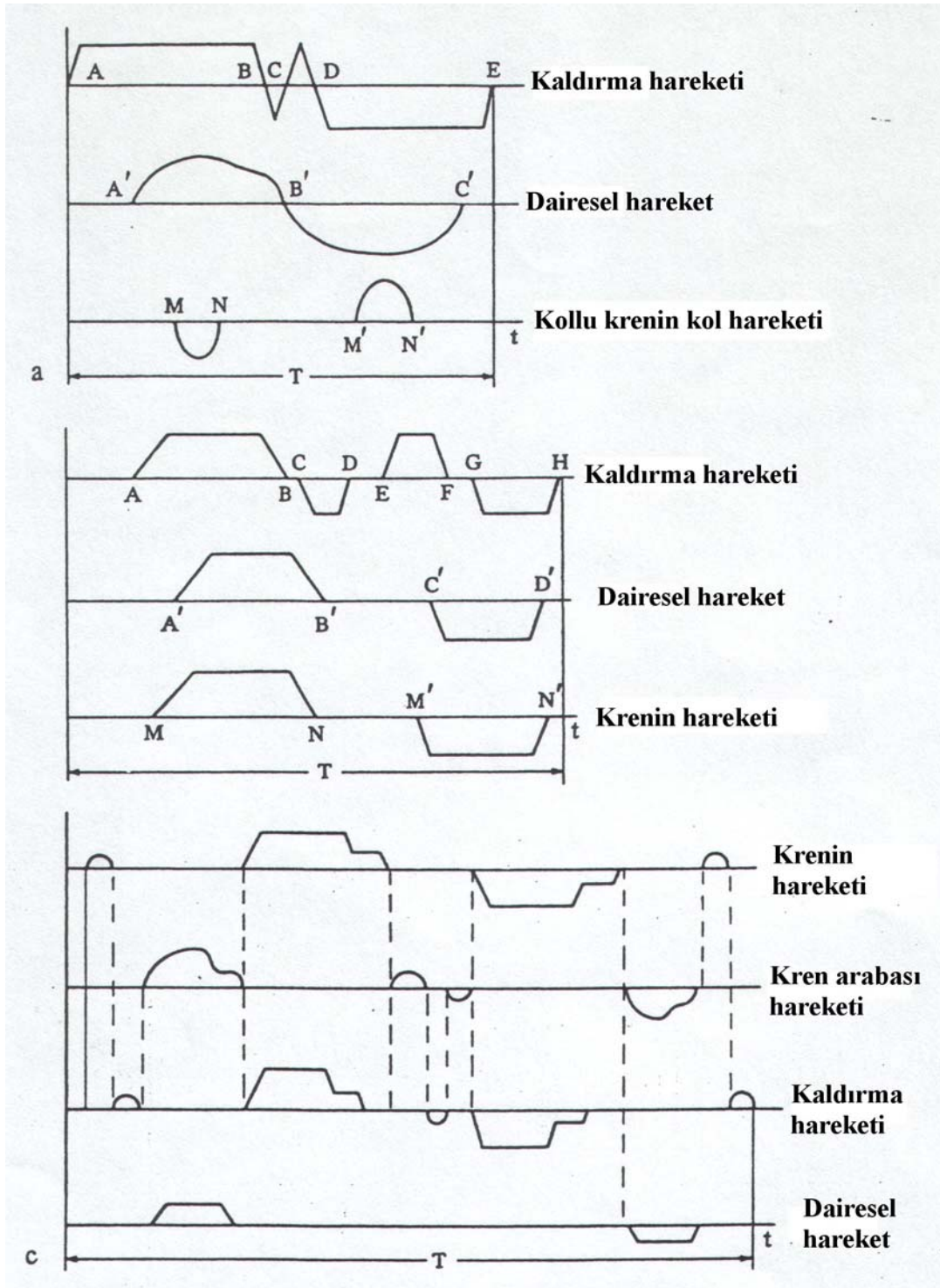
5.2.4. Şekil 5.5, çevrim boyunca uygulanan bütün operasyonlar için tipik $s=f(v)$ diyagramını gösterir (sislogram). Bunlar kaydedildi: a)yığın halindeki malzemeleri toplayan hareketli, meyilli vinç koluna sahip krenler için, b)tuğla fabrika binasının yapımı için kullanılan kule kren için, c)rijit kavrama cihazlı çatal kol kaldırıcılı kren için; bunlar, yüklerin yüksek hassasiyetli toplanması ve dağıtımı için karakterize edilmiştirler ve tam otomatik kontrole sahiptirler.

Şekil 5.5'teki sislogram, hacim içindeki kren kolu malzemelerinin karakteristiklerini gösterir. Kumu mavnadan çöplüğe taşıyan kepçeli kren için kaydedilmiştir.

Otomatikleştirilen yükü küreklenmesi ve bırakma sırasında manuel işlemler için bu koşullar altında gereken zaman sıfırdır.

Mavnadan yükün küreklenmesi ve çöpe boşaltılması kepçenin kesin pozisyonunda olmasını gerektirmez, bu yüzden sabitleme işlemleri bu durumda uygulanmaz ($t_d=0$).

Sislogram, sinüsoidal kanuna göre hareket eden (herheangi bir sabit hareket olmadan) krenin dairesel hareketini göz önünde bulundurarak karakterize edilmiştir. Kepçe, sabit ivme ve yavaşlama ile kaldırılıp indirildi.



Şekil 5.5: Krenin çalışma sislogramları:

a) mavnadan çöplüğe kum boşaltmak için kullanılan, tek halatta asılı kancalı 2 ton portatif kollu vinç; AB) kumun küreklmesi ve kepçenin mavnadan kaldırılması; BC) kepçenin hazne yüzeyine alçaltılması; CD) Kepçe kaldırılır ve açılır; DE) kepçe mavnaya doğru alçaltılır; A'B' ve B'C') sırasıyla hazneye ve mavnaya doğru kolun dairesel hareketi; MN ve M'N') Kolun sırasıyla, alçalması ve yükselmesi; b) Tuğla fabrikası binasının yapımında kullanılan kule kren; AB) kaldırılan yük; CD) Alçalan yük; EF) Yükselen kanca; GH) Alçalan kanca; A'B') Yüklü kolun dönme hareketi; C'D') Ters yönde boş kanca ile kolun dönme hareketi; MN) Yüklü krenin hareketi; M'N') Yüksüz krenin hareketi; c) Çatal kol kaldırıcılı kren için

17 saniye içerisinde iki operasyon ve 8 saniye içerisinde 3 eş zamanlı operasyonu yapabilen bir profesyonel sürücü tarafından vinç kullanıldığında siklogram uygun koşullar altında kayıt yapar. Devrinin toplam zamanının % 76'sı sırasında eş zamanlı işler ortaya çıkmaktadır. Sirotski /5.41/ ve Medvedik /5.33/ tarafından portal kollu vinçler için eş siklogram detaylandırılmış analizleri gösterilmektedir.

Yükü yerleştirmek ve bağlamak ve sökmek için elle operasyonları ise, kancanın esnekçe askıya alındığı montaj vinçlerinin durumları içerisinde devrin büyük bir parçasını almaktadır. Bu operasyonlar devrin toplam zamanının % 60 ila % 70'ni almaktadır. Taşıma zamanının bölümleri, zamanın % 20'sini geçmediği endüstriyel binaların inşası için kullanılan kollu vinçlerin çalışma devri içinde bile daha azdır /5.21/.

Dik kolları ile kule vinçlerin taşıma operasyonları yükü yukarı kaldırarak ve vincin gezdirme ve çevirme şeklinde istenilen yere yatay vaziyette hareket ettirmekten ibarettir. Bu tip vinçler, sondaj yükleri için donatılmıştır. Bununla birlikte, geniş ve değişik hızlanmalar nedeniyle yük ve vincin gergin sallanmasına neden olmasından dolayı vinç sürücüleri tarafından tercih edilmemektedir.

Yük tranvay vagonu hareket eden kirişli kollu vinçlere eş tipteki vinçler, bir yerde durur. Yük, kancanın döndürülmesi ve tranvay vagonunun hareket ettirilmesi ile transfer edilir. Bu daha verimli bir düzenlemedir.

Uzun kablolarla asılan yüklerin yatay hareketleri, durağan kuvvetler ve (açık havada) rüzgar nedeniyle döndürmeye neden olur. Yerleştirme operasyonuna, yükü durağan bir şekilde almak ve gereken noktaya taşımak dahildir.

Bu operasyonların detaylı analizleri aşağıda belirtilmiştir;

Daha önce sadece not edildiği gibi eğer gerekli hassasiyet ile yerleştirmeyi yapmak ve yükün salınımını azaltmak için hiç ölçüm almazsak taşıma hızı ve ivmesinin artması devir zamanını artırabilir.

Şekil 5.5.c'deki siklogram, rafdaki kutulara yüklerin taşınması ve geri alınması için çalışan istifci vinçlerin yüksek hassasiyetleri nedeniyle elle operasyonlarda hiç zaman kaybedilmez.

Otomatik kontroller, çeşitli operasyonların eş zamanlarının geniş kademe ve iki mekanizmanın eş zamanlı çalışmasını sağlar.

Kavrama ekipmanlarının rijid parçaları ve yatay hareketleri için kullanılan bütün mekanizmalar için yayılma hızlarının varlığı, yükü yerleştirmede kaybedilen zamanı engeller. Kavrama ekipmanları, gerekli hassasiyet ile istene noktaya yönlendirilmiştir.

5.2.5) Belirlenmiş tip vinçler için değişik operasyonların sürme zamanları ve sabit yüksekliği arasında belirli bir ilişki vardır. Araştırmalar TsNIIOMTP'de /5.22/, MBTK-80 tipi kule vinçlerinin (dik kolları ile, beş katlı prefabrik binaların inşasında kullanılmak için) çeşitli mekanizmalarının operasyonunun yüzde olarak süresi; yükseğe kaldırma % 47; vinç gezintisi % 26; döndürme % 21; dikleme % 6 olup bu durumda sonraki operasyon yönlendirme operasyonunun gerçek eylemidir.

Operasyon sırasında mesafeler alınırken dikkate değer çeşitlilikler tarafından karakterize edilen vinçlerin modelleri farklıdır.

Yük tranvayları küçük mesafeler boyunca hareket ettiğinde, zamanın bir bölümünü alan geniş açıklıklı kablo vinçlerinin kaldırma operasyonları yüksek değerlere erişebilir. Yük alındığı noktadan uzak mesafelere bırakıldığında bu oran keskin bir şekilde azalır.

Yüksek binaların inşasında kullanılan kule vinçlerinde de aynısı geçerlidir. Yükseğe kaldırmak için gerekli olan zaman oranı küçüktür. Fakat bina yükseldikçe artar; operasyon sırasında diğer vinç mekanizmalarının sürme zaman yüzdesi azalır.

5.2.6. Yönlendirme operasyonunun sürme zamanı, yardımcı mekanizmaları çalıştırmak için gerekli olan zamana bağlı iken her bir taşıma operasyonunun sürme zamanı vincin ana mekanizmalarını çalıştırmak için gerekli olan zamana bağlıdır.

Vincin bütün parçaları, t_1 zamanı boyunca işletmede değildir. Frenler ve elektrik motorları bunu göstermektedir. Frenlerin çalışmasının sürme zamanı, frenleme için gereken zamandan daha az olabilir. Elektrik motoru, kızaklama ve mekanik frenleme boyunca kapatılır. Mekanizma diferansiyel veya bir vites kutusu ile donatıldığında hesaplara izafi zaman boyunca çalışma içerisinde hangi mevcut vitesle takıldığı katılması gerekmektedir.

Bir çevrim boyunca düşünülen mekanizmanın çalışması süresince saat başına çevrimlerin sayısı ve düşünülen zaman aralığı vincin çalışma saati ile çarpılır. Daha sonra bu mekanizmanın çalışma sürecini elde ederiz.

Ayrıca hesaba, eğer vinç iki veya daha fazla vinç ile donatılmış ise her vincin çalışma çevrimlerinin izafi sayısı katılmalıdır.

Düşünülmüş zaman aralığı boyunca yönlendirme çalışmalarını yerine getiren mekanizmaların çalışmalarının sürme zamanı, bir hareket boyunca çalışmasının ortalama sürme zamanının düşürülmüş devir boyunca hareketlerin sayısı ile çarpılmasıyla belirlenir.

Bir mekanizmanın çalışma koşulları yıl boyuca çalışma saati esasına göre en iyi tayin edilir.

Elektrik motorunun ısınması kriter olarak alındığında düşünülmüş devir 10 dakika ve 1 saattir. Servis ömrü bir vincin döner veya sabit parçalarının durumu hesaba katılır.

5.2.7. Yukarıdan da anlaşılacağı gibi aynı tip ve büyüklükteki vinçler olduğu zaman bile mekanizmaların çalışmalarının sürme zamanı geniş limitlerde değişebilir.

Hesaplamalar genellikle mekanizmanın çalışmasının sürme zamanına bağlı olarak mekanizmayı gruplara bölerk yapılmaktadır.

Bir vinç seçilirken, kullanıcı, vinç mekanizmasının hangi gruba (çalışmanın sürme zamanı ile ilgili olan) ait olması gerektiğini, beklenen çalışma koşullarına dayanımını ve makina çalışma analizini belirlemelidir.

Bölüm 1 prensipleri, FEM (Federation Europeenne de la Manutention) tarafından yayınlanmıştır. /2.4/ Batı avrupanın bir çok ülkesinde elektrik donanımlarının dizaynı için kesin FEM prensiplerinde yapıldığı gibi uygulanmaktadır. (Bölüm 9) /2.5/

Her iki bölümde de mekanizmalar, çalışmaların sürme zamanına göre yedi sınıfa bölünmüştür.

Tablo 5.8. Mekanizmanın kullanımına göre sınıfları (FEM prensiplerine göre)

Sınıf	Çalışma günü boyunca mekanizmanın ortalama çalışma zamanı, saat	Servis zamanı boyunca mekanizmanın toplam teorik çalışma zamanı, saat
$V_{0.25}$	≤ 0.5	≤ 800
$V_{0.5}$	> 0.5 ve < 1	1,600
V_1	> 1 ve < 2	3,200
V_2	> 2 ve < 4	6,300
V_3	> 4 ve < 8	12,500
V_4	> 8 ve < 16	25,000
V_5	≥ 16	50,000

Bir çalışma gününde bir mekanizmanın ortalama çalışma zamanı, nominal hızdaki çalışma durumu için Tablo 5.8.'de verilmiştir.

V_1 'den V_5 'e kadar olan sınıflara günlük düzenli çalışma boyunca kullanılan mekanizmalar dahildir.

$V_{0.5}$ sınıfına yönlendirme hareketleri için mekanizmalar ana olarak dahildir. İş görülen nesnelerin geniş alana yayıldığı zamanda yönlendirme işlemlerini yerine getiren kendi kendine tahrik edilen lastik tekerlekli vinçlerin çalıştırma mekanizmaları günde dört saate kadar kullanılabilir. V_1 'den V_3 'e kadar sınıfların altında toplandığı durumlar vardır. Sınıf $V_{0.25}$ çok nadir hareketlerin yerine getirildiği mekanizmalara dahildir.

Kolon 3’de gösterilen kullanımın toplam süreci, belirleyici kriter olan servis ömrü için (bilyalı yatak, kesin dizayn presödürleri ile vites mekanizması) mekanizmaların parçalarının dizaynına temel olarak iş gören isteğe bağlı teorik büyüklük olarak düşünülmektedir. Çalışmanın indikatör süreci, garanti periyodu olarak hiç bir koşul altında düşünülmemektedir. VNIPTMASH ve ITT /5.55/ tarafından en son teori, Comecon birliği tarafından 1970’de kaul edilmiş olup kullanımının derecesine (Tablo 5.9) göre vinç mekanizmalarının sınıflandırılmasını içerir.

Tablo 5.10 da, gün başına çalışma süreci gösteren bir kolon eklenmiştir.

Tablo 5.9 daki sınıf A₁, FEM prensiplerinde V_{0.25} ve V_{0.5}’e karşılık geldiği görülmektedir. Sınıf A₂, V₁ ve V₂ sınıflarına; sınıf A₃, V₃ sınıfına ve sınıf A₄ de V₄ ve V₅ sınıflarına karşılık gelmektedir.

Tablo 5.9. Kullanım sınıfları

Sınıf	Mekanizmanın Çalışma Süreci, saat					
	Yıllık			Günlük (Yıllık 300 çalışma günü)		
A ₁	< 200			< 0.7		
A ₂	≥ 200	ve	< 800	> 0.7	ve	< 2.7
A ₃	≥ 800	ve	< 2,500	> 2.7	ve	< 8
A ₄	≥ 2,500			≥ 8		

FEM prensiplerinin V_{0.25} sınıfı çalışmanın uzun süreçlerine sahip mekanizmaların olduğu yerde açık olarak lüzumsuz olup VNIPTMASH teorilerinde A₄ sınıfına bağlı olarak iki gruba ayrılmaktadır. Sonraki analizler (Konu 9) grupların toplam sayısının üçe azaldığını göstermektedir.

Tablo 5.10, bu kitabın yazarı tarafından teklif edilen çalışmaların sürecine göre mekanizmaların sınıflandırılmasını içerir.

Tablo 5.10. Çalışma sürecine göre vinç mekanizmalarının teklif edilen sınıflandırılması

FEM Sınıfı	Mekanizmanın ortalama çalışma süreci veya her çalışma gününde dizayn edilen parça, saat			Yazar tarafından önerilen sınıflandırma
V _{0.5}		≤ 1		V _I
V ₁	> 1	ve	≤ 2	
V ₂	> 2	ve	≤ 4	V _{II}
V ₃	> 4	ve	≤ 8	
V ₄	> 8	ve	≤ 16	V _{III}
V ₅		> 16		

5.5. YERLEŞTİRME ÇALIŞMALARI VE AKIM KESMELERİN SAYISI

5.5.1. Yerleştirme çalışmaları, yükün alındığı ve tasarladığı yönlendirmeden önce titreşimin sönmükleştirilmesi kadar iyi noktalarda yük kavrama parçasının yönlendirmeyi kapsar.

Destekli ve destekli olmak üzere iki çeşit yerleştirme vardır. Sonraki konularda, yük kavrama düzeni veya yük boş kalmaktadır. Dikey hareketler destekli yapıldığında yatay yer değişimleri çoğunlukla destekli yapılır.

Desteksiz yerleştirme, teknolojik proseslerde de istendiği gibi hatasız yerleştirme olmalıdır. Destek kullanılan yerleştirme sistemleri ile birbirine çarpan parçaların gücüne bağlı olan desteğe karşılık vurmanın kuvveti sadece gerekli olduğu kadar sınırlandırılır.

Bir vincin çalışma çevrimi, bütün sayılabilen yerleştirme operasyonlarını daima kapsamaz; denemede de yerleştirmenin sık olması gerekli değildir.

Vincin yük kavrama düzeninin olduğu yerde bazı durumlarda yerleştirme için ihtiyaç oluşması gereken hasasiyet ile iş görülen alanların gereken noktalarında doğruca yerine yerine koyamamaktır. Taşıma prosesinin son noktalarının koordinatları içerisinde üç lineer

tolerans ve yük veya yük kavrama düzeninin aksisleri pozisyonları içerisinde üç dönme toleransı tarafından tayin edilir.

Bu toleranslar veya onun parçasının hassas yerleştirme gerektirdiği durumlar vinç sahibi tarafından belirtilmelidir.

5.3.2. Yükün veya yük kavrama düzeninin limitler içinde sapmalar ile alan içinde istenilen noktaya taşınma olasılığı, vinç hareketlerinin hassaslığına bağlı olan durma toleransları vasıyasıyla belirlenir. Sonrayükün durması için verilen ilk sinyal ile birlikte maksimum ve minimum yer değişimleri arasındaki fark değerlendirilebilir. Bu yer değişimleri beş kısımdan oluşmakta olup; tam hızdaki yük kavrama düzeninin verilen ilk durma emrinden fren mekanizmasının çalışmaya başlamasına kadar hareket; mekanizmanın kinematik zinciri içindeki boşluk doğrultusundaki yer değişimi; frenleme boyunca hareket; vincin metal yapısının elastik şekil değişimleri; frenlemenin sonundaki titreşim açıklığı.

Kabinden manuel kontrol durumda, yükü yerleştirme de önemi olan görüşün açık olmasıdır. Bu durum vinç operatörünün izafi konumuna, yüke (yük kavrama düzeni) ve düşünülen noktaya hattayüküm hareketi ve vinç operatörünün görüş alanının keskinliğinin doğrultusuna bağlıdır. Daha sonra uzaklık ve ölçü üzerinde nesnelerin gözü görmeye zorlayan en küçük görüş açısına bağlıdır.

Benzer hareketler boyunca hassalık açıkça değişik mekanizmalar tarafından icra edilen yer değişimleri içinde hataların toplamına bağlıdır.

Herbir parça ihtiyacı veya birçok gelişigüzel büyüklükleri (vinç operatörlerinin reaksiyonlarının hızlılığı veya otomatik kontrol durumunda kaldırmak için gereken zaman, fren tatbiki sırasında mekanizmaların uygun parçalarının pozisyonları ve boşlukları, mekanizmaların mukavemeti, yük sarkmalarının ağırlığı ve yüksekliği vb gibi) değiştirilebilir. Bütün kısmi yer değişimlerin en küçük ve en büyük değerleri dengelenmesinin toplamı gibi en küçük ve en büyük yer değişimler düşünülerek hareketlerin hassaslığını belirlemek yanlış olur.

Tamirler arası zaman aralığı boyunca yer değişimlerin değerlerinin hesaba katılması pratikte açıkça yeterlidir. Küçük ve orta kaldırma kapasiteli kule kreni 16,000 saat çalışma sonrasında 1000 tonluk bir kren için ise $16,000 \times 3 = 48,000$ saat çalışma ömrü sonunda elden geçirilir. Olasılığın $1/48,000$ 'den küçük olması durumunda yer değişimleri düşünülebilir.

Eğer her bir kısmın yer değişiminin olasılığı deneysel tespit edilir ise olasılıkların ürün gibi toplam yer değişimlerinin olasılıkları da bulunur. Ve sonra sabit sınırlama olasılığında yer alan toplam yer değişimi tespit edilir.

Yükün ve yük kavrama düzeninin sallanma açıklığı, hareketin düzgünlüğüne ve vincin şekil değişimine bağlıdır.

Bu düzgünlük, taşıma noktasına ulaştığı andaki yükün hızlanmasının büyüklüğü tarafından tanıtılır. Hızlanma, hareketin olasılığı ile ilişkili olup yükün durdurulması ve yer değişiminin tesir etme anında sallanmalarının açıklığını açıklar.

Kren hareketinin hassaslığı ve düzgünlüğü görevlendirilen makiniste ve onun özelliklerine bağlıdır. Yerleştirme, ayrıca dik düzlüklerde eğilme açılarının kanunları ile hesaplanan alan içerisinde yük ve yük kavrama düzeni ile yönlendirilmiş hassaslık tarafından etki edilir.

Yükü yönlendiren hassaslık, dizayn pozisyonlarından ağırlık merkezinin ve onun aksislerine sapmasına bağlıdır. Birincil olarak krenden yükün sallanma metoduna bağlıdır.

Yükün ağırlık merkezi, sonrasında rahat hareket eden kablolarla şekil verdiğinde her zaman asılma aksisinde yerleşir. Yükü kavramadaki hata, yükün dikey düzlemde eğildiği α ve β açıları tarafından gösterilir. (Şekil 5.6)

Şekil 5.6. Yükün lokasyonun kablolardan

a) Önden görünüş b) yandan görünüş

Yükün eğilme açıları aşağıdaki formüller de verilmiştir:

$$\tan \alpha = \frac{a}{H} \quad \tan \beta = \frac{b}{H}$$

a ve b, yükün ağırlık merkezinden doğru geçen dik akisden yük kavrama düzeni ortasının kendi yer değişimleridir; H, yükün ağırlık merkezi ve yük kavrama düzeninin asılma noktası arasındaki mesafedir (mesafe, yük kavrama düzeninin dizayn yüksekliğidir).

Yük kavrama düzeni, yük üzerinde sağlanan halkalara bağlanmış askı kayışlar kablosu ile yayılı kirişden meydana gelsin. a ve b büyüklükleri, dağıtıcı kirişin hataları (kol uzunlukları farklılıkları), yük üzerinde yerleştirilmiş halkaların hataları, askı kayışları kablosunun dağılım ve gerilmeleri doğrultusunda sonraki uzmasındaki farka bağlıdır.

Asılma ve yayılma kirişinin hataları bulabilmek için örnek hesaplamalar ortaya çıkarılmıştır. Askı kayışlarının uzunlukları büyük çalışmalar sonucunda 20-25 mm olarak bulunmuştur.

a büyüklüğü, ayrıca vincin desteklenen yapısına rijid olarak bağlanmış yük üzerinde utulmak üzere yerleştirilmiş kısılcacın hatalarına bağlıdır.

Kavrama hataları sadece yükseklik H küçük ise önemlidir. Bu büyüklük mümkün olduğu kadar büyük olmalıdır. Yük kavrama düzeninin dizayn yükeklığı H, sonrakinin gerçek yüksekliği H₁ ve kaldırılan yükün yüksekliğine bağlıdır. Yükseklik H₁, dar ve yüksek parçalı durumlardan düşük ve uzunlarında daha azdır.

Büyük yükseklik H, kavrama ayarını ayrıca vincin ortalama büyüklüğünü de artırır.

İstenilen ayar, kren yapısına rijid olarak bağlanmış ve hızları ayarlayın yük kavrama düzenini çalıştıran küçük yüksekliktir. Hız değişim diyagramı Şekil 5.4.c.'de gösterilen şekli elde ettirmektedir. (Sağdaki ince çizgi) Orta azlıktaki hız, yük sallanmalarını durdurmak için daha sonra hız, yükü yerine koymak için sünmeyi düşürmek için ilk kullanılır. Yeterince rijid bağlantı, asılma büyüklüğü ile bağlantılı olarak kullanıldığında ayrıca ortaya çıkar. (Şekil 5.7.) İstikamet ayarı, bu durumda sadece kısılcacın yerleştirilmesindeki hatalara ve üretimindeki kusurlara bağlıdır. Bu kusur, bu durumda sadece yükün eğikliği ile değil yanal yer değişimlerine de bağlıdır. Bu durumda ayar, asılmanın esnek olduğu zamandan daha çok yüksek olması bütün şartlarda kolayca görülmektedir. Bununla birlikte, kavrama düzeni ve krenin destekleme yapısı arasındaki rijid bağlantı, kavrama düzenin mecburi istikameti için üç boyutta düzenlerinin kullanımına izin verir; bu istenilen hassasiyet ile herhangi bir düşünülen pozisyonda yükün yerleştirilmesine izin verilir.

5.3.3. Yük yerleştirmenin gereken hassaslığı ve boş yük kavrama düzeni, kernin hatta yükün doğasında katıldığı teknolojik işleyişin önemli parçalarına bağlıdır. Çok yüksek hassasiyet, büyük ve karmaşık makina düzenlerinin kurulumunda gereklidir.

Tablo 5.11, metal ve betonarme yapıların montajı içerisindeki toleransları göstermektedir.

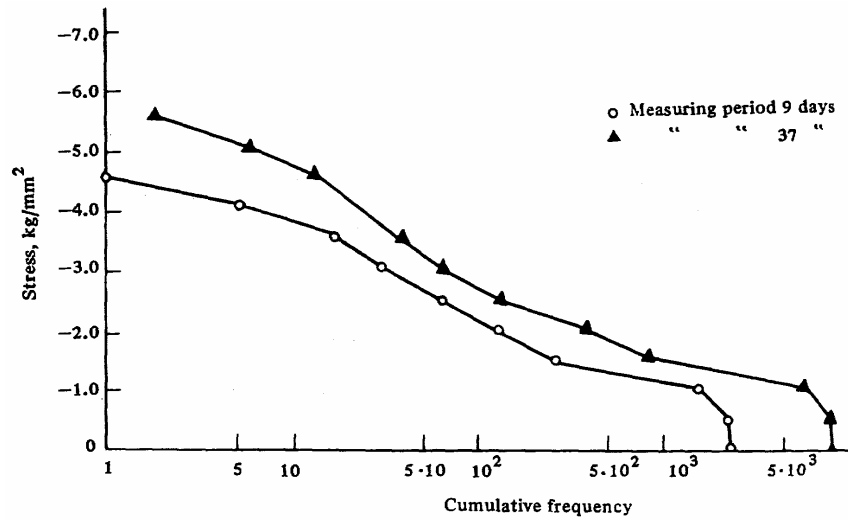
Tablo 5.11. Sivil mühendislik yapılarının kurulumunda gerekli hassasiyet, SniP III, V.5-62 ve V.3-62

Operasyon	Yatay yönde toleranslar (mm)
Metal ve Betonarme kolonları ve duvar panellerinin montajı	± 5
Kirişlerin montajı	± 15
Kren destekleme kirişlerinin montajı	
a) Aksis enince	± 15
b) Aksis boyunca	± 5
Depo kurma	20
Direk ve kule kurulumu	10
Hidrolik kapılar	± 5

Sivil mühendislikte kullanılan kollu ve kule kren, yerleştirme olmadan genellikle bu hassasiyet ile bir yapıyı kurmaz. Ölçüler çevirme ve yer değiştirme hareketleri doğrultusunda sade tip bir kule vinci olan MBTK-80 tarafından kavranan yüklerin eş zamanlı/ benzer yatay yer değişimleri, otomatik kontrol denemeleri boyunca 500-800 mm olduğu görülmüştür /5.44/.

İş bağlama düzeni kullanımı, yapıların montajını kolaylaştırır. Taşıma toleransları böylece yatay doğrultu içerisinde 100 ila 120 mm değerlerine yükselir. Bununla birlikte, bir çok durum içerisinde yerleştirmeyi önüne geçilmez bir işlem yapar.

Rusya'daki yer üzerinde dolaşan yığıcı krenler tarafından yatay hareketlerin hatalarının sınırlanan değerleri yük bir destekle konumlandırıldığında 350 ile 500 mm olarak bulunmuştur. İyi hız ayarlamalı zel işletimlerin kullanımı, bu büyüklüğü 5 ila 10 mm düşürmek mümkündür.



Şekil 5.17 Farklı ölçüm periyodları için gerilim ve artan frekans dağılımları arasındaki karşılaştırma.

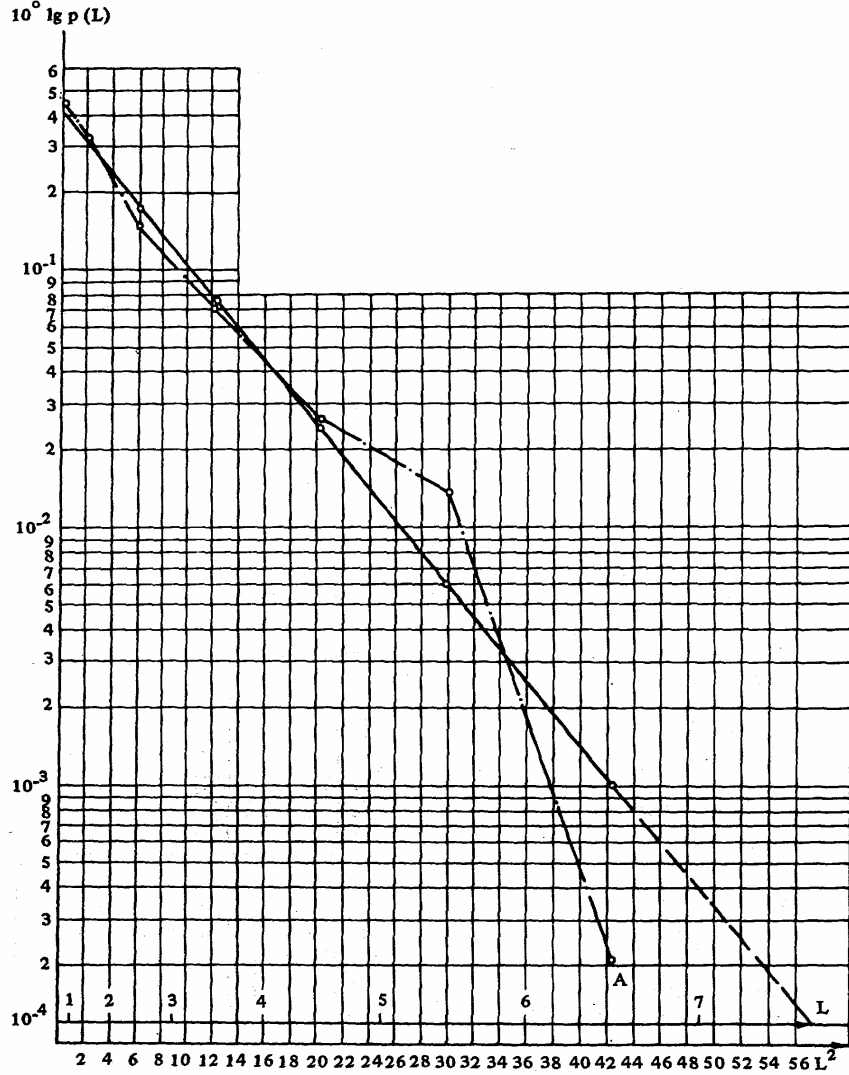
Schweer ve Swenson genellikle 4-6 hafta arasında kendi ölçümlerine ulaşırlar. Ölçümlerin tamamlanması, elde edilen dağılımların kararlılığından emin olmak için 6 ayı buldu. Bu krenlerin taşıma metalllerinde yapıldı. Bu kontroller prosesin kararlı durumda olduğu düşünülerek onaylandı. Goetzlinger'in ölçümleri 337 çalışma günü yani yaklaşık 6750 saate eşdeğer gelen bir sürede tamamlanmıştır.

Bu veriler, çeşitli koşullar altında çalışan farklı tipteki krenler tarafından taşınan yükün ağırlıklarının aritmetik ortalaması hakkında kesin olmayan fikirler verir. Uyuşmazlık ise bazı testler ile saptanabilir. Krenlerin tüm türleri için normal dağılımın geçerli olabileceği varsayılan alt değer $L = L_n (\psi=1)$.

3.4.5 Bir çok araştırmacının yeterli sayıda test yapmasına rağmen, bu testlerin sayısı L 'nin (aşırı yük aralığı $L > L_n$ içerisinde) sınır değerleri ile ilgili bir sonuç çıkarmak için yetersizdir.

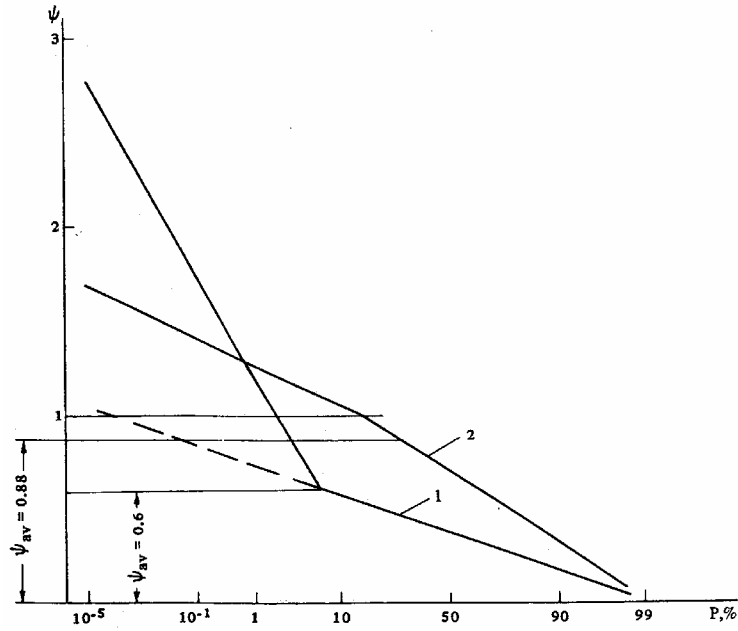
Kren arızaları ile ilgili verileri içeren, Eforeev ve Kogar tarafından bastırılan kitap gösterir ki aşırı yükleme sırasında kancadaki yük kaldırma kapasitesinin %300'ü kadar olabilmektedir.

Aslında, dağılım kuralının aşırı yük aralığında, normal yük aralığındaki değerlerinden farklı olacağı beklenebilir. Şekil 5.18 inşaat mühendisliğinde kullanılan kule krenlerindeki $\rho(L)$ dağılımını gösterir (şekil 5.13, eğri 1), $\lg \rho(L)$ ve L^2 ile çizilmiştir. Şu görünür ki, A noktası $L=6.5 > L_n=5t$ ile benzerdir, normal dağılım kuralında gösterilen düz çizginin altındadır.



Şekil 5.18 Kule krenlerinin kanca yükü dağılımı ($L=5t$ (şekil 5.13, eğri 1)) $\lg \rho(L)$ ve L^2 kordinatlarında çizilmiştir

Ancak, Schweer ve Swenson tarafından elde edilen veriler bunu onaylamıyor. Şekil 5.19 onlar tarafından elde edilmiştir ve kanca ile donatılan krenler ile taşınan yüklerin ağırlıklarının dağılımı fonksiyonunu gösterir.



Şekil 5.19 Aşırı yük altında tekrar tekrar yüklenen krenlere ilişkin integral yük ağırlığı ψ dağılımı: 1) $L_n=10t$; 2) $L_n=20t$

5.4.6. Şüphesiz, taşınan yüklerin ağırlıkları ile ilgili daha fazla istatistiksel araştırma gereklidir. Fakat, kaldırma kapasitelerinin değerlendirilmesine göre, mevcut veriler ile zaten krenler yeterli güvenilirlikte gruplara ayrılabilir. Taşınan yüklerin grup başına ortalama ağırlığı kanıtlanabilir, böylece performanslarındaki ilk kaba tahmin yapılabilir. Tablo 5.19 krenlerin önerilen sınıflandırılmasını içerir.

Tablo 5.19 Kaldırma kapasitelerinin değerlendirilmesine göre krenlerin sınıflandırılması

Kren Grubu	$\psi_{av} = \frac{L_{av}}{L_n}$	Örnekler
1	> 0.1	Meyilli vinç kollu krenler yardımcı kren ihtiyacı, acil durumlar ve tamir işleri için kullanılırlar.
2	$0.1 - 0.25$	Endüstriyel yapıların kurulması ve makina konstrüksiyonu yapan fabrikalar için kullanılan krenler
3	$0.25 - 0.5$	Oturmaya elverişli prefabrike binaların kurulmasında kullanılan krenler. Kanca techizatı ile birlikte bir çok mamülün taşıma işleminde kullanılır.
4	$0.5 - 0.75$	Tüm amaçlar için kullanılan kapma tipi krenler, kancaları ile birlikte, kereste taşıma işlerinde kullanılır.
5	$0.75 - 0.1$	Şarjlı, şeritli ve kepeçli krenler (yardımcı kullanımda değiller ise), döner millerin içerisinde elektromagnetlerle desteklenmiş köprülü asma vinç, kapma tipi krenler tek çeşit esas malzemenin maksimum seviyede alınması için özellikle kullanılır (damperlerden ve büyük gemilerden)

Dağılım eğrilerinin analizi taşınan yük ağırlıklarının aşağıdaki değerlere göre standart sapmalarını $\beta = \sigma/L_n$ kanıtlama imkanı verir. Bunlar görünüşe göre bir sonraki türe bağlıdır.

Yük örnekleri	Kepçelerdeki dökme çelik, kısaç tarafından kapılan çelik külçeleri	Kapmadaki esas malzemeler, elektromagnetler tarafından yükseltile silindirik metaller	Konstrüksiyon için tekil komponentler
β	0.05	0.1 – 0.2	0.3

5.4.7 ψ_{av} ve β bilgileri, bizim ψ_m model değerini ve tüm şartlar düşünüldüğünde* kabul edilebilir olan kanca yüklerinin olası yoğunluğunun normal dağılım eğrisindeki sınır değeri için c faktörünü belirlememize imkan tanır.

Olası yoğunluk, birimsiz büyüklükler ile verilir. $\Psi=L/L_n$, $\psi_m=L_m/L_n$, $\beta=\sigma/L_n$

$$p(\psi) = \frac{c}{\beta\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(\psi - \psi_m)^2}{2\beta^2}\right] \quad (5.22)$$

Açıkça, $L=L_n$ ile ilişkili olan eğri üzerindeki nokta $\psi=1$ dir. c ve ψ_m değerleri bulundu, sıraya göre, eşitliklerden

$$c = \frac{\beta\sqrt{2\pi}}{\int_0^{\infty} \exp\left[-\frac{(\psi - \psi_m)^2}{2\beta^2}\right] d\psi} \quad (5.23)$$

ve

$$\psi_{av} = \frac{c}{\beta\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} \psi \exp\left[-\frac{(\psi - \psi_m)^2}{2\beta^2}\right] d\psi \quad (5.24)$$

İstatistiksel veriler göz önüne tutulduğunda gösterir ki, kaldırma kapasitesinden biraz yararlanıldığında ağırlık değerlerinin dağılımı genellikle büyük olur. Böylece, sadece $\psi_{av} \leq 0.25$ olduğunda $\beta=0.3$ dür, ama ne zaman kapma krenlerinin karakteristiği $\psi_{av}=0.5 - 0.75$ arasında olursa $\beta \leq 0.2$ olur. Kepçeli krenlerde, $\psi_{av} \approx 1$ ve $\beta < 0.1$ dir. Tablo 5.20 ve 5.21 ile verilen ψ_m ve c değerleri, sırasına göre hesaplatılmıştır.

Tablo 5.20 ψ_m değerleri

β	ψ_{av}				
	0.1	0.25	0.5	0.75	1.0
0.3	0	0	0.25	-	-
0.2	-	-	0.4	0.67	-
0.1	-	-	-	0.75	1
0.05	-	-	-	0.75	1

Tablo 5.21 c değerleri

β	ψ_m				
	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8 - 1.0
0.3	1.7	1.33	1.11	-	-
0.2	-	-	1.03	1	-
0.1	-	-	1	1	1

0.05	-	-	-	1	1
------	---	---	---	---	---

Tablo 5.20 ve 5.21 'de sunulan veriler bize, dayanıklılığa göre gelecek herhangi bir yük olasılığını hesaplatma ve eşit yüklerdeki servis ömründe kullanma imkanı tanır. Bu veriler belki dizayndaki aşırı yük ve buna eşdeğer faktörleri kurma imkanı da verir. Bu Bölüm 9 da gösterilecektir.

5.5. VİNCİN BOŞ AĞIRLIĞI

5.5.1. Bir vincin ve onun parçalarının boş ağırlığının belirlenmesi tasarımın ilk evresini oluşturur, çünkü bu ağırlığın neden olduğu yükler vincin bütün çalışma koşullarında etkilidir. Ayrıca, bu ağırlık vincin ve operasyonunun maliyetini belirleyen faktörlerden birisidir.

Çeşitli kren parçaları ve bileşenlerinin optimum güvenirliliğini belirlemek için, 2. konuda anlatıldığı gibi, söz konusu bileşenlerin ve bu bileşenlerle temas halinde olan parçaların ağırlıklarının birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Böylece kren ağırlığı ile ilgili maliyetler hesaplanabilir.

Henüz, boş ağırlık ile kren parametreleri, kren üzerindeki diğer yükler ve çalışma koşulları arasındaki bağıntılar tamamıyla araştırılmamıştır. Araştırma iki yönlü olabilir: 1) mevcut tasarımlardan elde edilen verilerin istatistiksel bazda değerlendirilmesiyle yapılan tamamen deneysel araştırma; 2) kuvvet akışlarının hesaplanmasıyla belirlenen ve ağırlığın gerçek değeriyle teorik değeri üzerindeki kaçınılmaz sapmaları düzeltmeye izin veren teorik araştırma (konstrüksiyon ve tasarım faktörleri).

Deneysel yöntem, sınırlı tipte ve üzerinde büyük değişiklikler yapılmadan uzun periyotlarda üretilen krenler ve bileşenleri için uygundur. Teorik yöntem ise daha uygulanabilir bir yöntem olup, mevcut üretilen krenlerden farklı olarak yeni krenlerin ağırlıklarının tahmin edilmesinde öneri niteliğindedir.

Seri üretim yapılan krenlerde standart parçalar geniş çapta kullanılmaktadır. Bu nedenle analiz sadece ağırlıkları önceden hesaplanarak belirlenmiş bu tür parçaları içermelidir. Ağırlıkları önceden belirlenmemiş diğer parçalar göz önüne alınmamalıdır.

Vincin ve parçalarının ağırlığı, krenin başlıca parametrelerine (kaldırma kapasitesi, yükseklik, ayak açıklığı, performans vb) bağlı olduğu gibi çeşitli parçalarının ve çeşitli parçalarının boyutlarına da bağlıdır. Bu yüzden, bu büyük sayıdaki parametrelerle kren ağırlığı arasında bağıntı kurmak, bilgisayarlar kullanılsa bile, oldukça zordur. Yine de, araştırmalar sorunun basitleştirilmesinin mümkün olduğunu göstermiştir.

5.5.2. Seri üretim yapılan krenler üzerindeki araştırmalar, bu krenlerin başlıca parametrelerinin birbirleriyle bağıntılı olduğunu göstermiştir. Krenin kaldırma yüksekliği ve ayak açıklığını yük momentiyle paralel olarak genel bir yükseltme eğilimi vardır (Şekil 5.20). Bu durumun birçok sebebi vardır. İlk olarak, krenin yük kapasitesinin artırılması krenin boyutlarının büyütülmesini zorunlu kılar ve böylece krenin kaldırma yüksekliği ile ayak açıklığı yükseltilmiş olur. Yük ve ağırlık arasındaki bağıntı açık olarak doğrusal değildir, çünkü boyutlar ağırlıktan daha yavaş artar.

Bunun yanında, köprülü asma vinç ve gezer krenlerde olduğu gibi, yükseklik ile ayak açıklığı arasında bir bağıntı vardır, çünkü köprülerde olduğu gibi, ayak açıklığı yapısı ve destekler arasında optimum bir oran mevcuttur (köprülü asma vinçlerin alt kısmındaki kirişler).

Açık alanda kullanılan meyilli kaldırma kollu vinçler kullanımda olmadığı sırada (eğer vinç kolu iş bitirildikten sonra indirilmediyse) rüzgar yükleri de önem kazanır. Bir kendinden pervaneli meyilli kaldırma kollu vincin başlıca parametresi genellikle minimum ulaşma mesafesinde maksimum kaldırma kapasitesidir. Bu mesafe 6-1000 ton arası kaldırma kapasitesi aralığında 3 metreyle 7 metre arasında değişebilir. Kaldırma kapasitesi ve ulaşma mesafesi, meyilli vinç kolu uzatıldığında temel tasarımdaki vincin yük momenti tamamıyla değerlendirilecek şekilde seçilir.

Fakat, meyilli vinç kolu uzunluğunu seçerken, vinç çalışmadığı süreç içerisinde mevcut bulunan yüklerin de göz önünde bulundurulması gereklidir (meyilli vinç kolu boş ağırlığı nedeniyle çalıştırıldığında oluşan moment gibi)

5.5.3. Yük momenti ve kule krenlerinin yüksekliği arasında buna benzer bir bağıntı vardır, çünkü her zaman çalışır durumdayken, vincin gücüne ve stabilitesine bağlı olan kaldırma kapasitesi sonuna kadar kullanılmak istenilir.

Mevcut kule krenleri ile ilgili parametrelerinin değerlendirilmesi ile ortaya çıkan sonuçlar aşağıdadır:

Krenin Yük Momenti, M	10-15	15-30	30-40	40-80	80-120	120-250	250-350
Boş Duran Krenin Yüksekliği	25	30	35	40	50	60	70

Bu veriler analitik olarak aşağıdaki formülle ifade edilebilir

$$M=0.9 \cdot 10^{-3} H^3 \quad (5.25)$$

Yüksek krenlerin bu eğilimi köprülü asma, portatif kollu vinç ve gezer krenlerde, bu tür krenler kısa boylu cisimlere servis sağladığından dolayı, fazla telaffuz edilmemektedir. Halbuki bu gibi durumlarda da temel parametre kaldırma kapasitesidir. Büyük yüklerin boyutları da büyüktür. Bu durum köprülü asma vinçlerde kaldırma yüksekliği ve erişme mesafesinde artmaya neden olur.

Uygulamada kaldırma yüksekliği H ile erişme mesafesi l arasında belirli bağıntılar kurulmuştur. Bu duruma gemi inşasında kullanılan ve büyük bir kaldırma kapasitesi olan gezer krenler örnek gösterilebilir (Tablo 5.22). Tablodan da görüldüğü gibi kaldırma yüksekliğinin erişme mesafesine oranı $H/l = 1.3$ ile 0.5 arasındadır. Bu H/l oranının köprülü asma vinçleri için genel değeri 0.5 ile 1 arasındadır ve kaldırma kapasitesi ile doğru orantılıdır. (kule krenlerinde serbestçe durabilen bom)

Şekil 5.20’de gösterilen kaldırma yüksekliği ve yük momenti arasındaki bağıntı doğrusal değildir fakat bu bağıntı semi-logaritmik koordinatlarda düz çizgiler halinde gösterilebilir.

Bu bağıntılarda, üretimde değişik tasarım standartlarının uygulanması, operasyonun belirleyici nitelikleri ve farklı fabrikaların farklı üretim koşulları yüzünden, önemli sapmalar oluşabilmektedir. Bu tür sapmalar özel amaçlı krenler söz konusu olduğunda kaçınılmazdır. Fakat, genel amaçlı krenlerin ağırlıklarının tahmin edilmesinde bu bağıntılar işe yaramaktadır.

Eğer, temel kren tasarımı, yükseklik ve erişme mesafesi değiştirilmek suretiyle değiştirilirse krenin yük momenti değişir. Nevzorov bu konuda deneysel bir dönüştürme formülü geliştirmiştir. (tablo 5.23)

5.5.4. Böylece, kaldırma kapasitesini bildiğimiz, kaldırma yüksekliği ve erişme mesafesinin genel eğilime uygun olduğunu belirlediğimiz bir krenin ağırlığının yük momentinin bir fonksiyonu olduğunu belirledik. 1970 yılında üretilen kule krenlerinin ağırlık indexlerinin incelenmesi sonucunda aşağıdaki bağıntılara ulaştık:

a) Direkli vinçli ve çevresinde dönebilen kuleli krenler için ($M=6-1500 \text{ t}\cdot\text{m}$),
 $g_s = 0.2 + 10/M \text{ t/t}\cdot\text{m}$ (5.26)

b) Yük trolleylerini bomlarıyla taşıyan ve dönebilen krenler için,
 $g_s = 0.35 + 11.6/M \text{ t/t}\cdot\text{m}$ (5.27)

Şekil 5.21 de diğer kren tipleri için g_s ve yük momenti arasındaki bağıntılar gösterilmiştir.

Tablo 5.22 1959-1960/1.54 ve 1974 yıllarında üretilmiş ve gemi inşasında kullanılan gezer krenlerin özellikleri

M=L l / H,t.m	L,t	l,m	H,m	Ağırlık, t		H/l	G/M	G/G, %
				metal yapı	mekanizmanın toplam G/G oranı			
3200	300	42,5	40	586	851/265	0,95	0,28	31
1150	120	39	23	193	297/104	0,6	0,26	35
2100	150 0	54,8	42	565	774/219	0,77	0,37	28
8150	500	65	54	884	1176/192	0,83	0,145	25
4050	500	32,5	42	562	817/255	1,3	0,21	31
24500	750	130	60	2158	2522/364	0,46	0,103	15
16200	800	81	60	1318	1685/367	0,74	0,104	22
10500	300	140	66	1954	2261/307	0,47	0,215	13
14200	750	76	71	1330	1673/341	0,93	0,12	20
15800	750	84	71	1379	1720/341	0,84	0,11	20
29500	840	140	73	2659	3140/481	0,52	0,11	15
696000	160 0	174	114	7400		0,65	0,106	-

Tablo 5.23 Yük momentinin belli kren tiplerindeki değişikliklere göre değişimi

Bom Tipi	Modifikasyon sırasında parametrenin değişme miktarı	M için geliştirilen formül
Vinç dikmesi		

Kiriş	Bomun Δl kadar kısalması	$M_0(1+(2/3)(\Delta l / l_0))$
	Bomun Δl kadar uzaması	$M_0(1-(5/4)(\Delta l / l_0))$
	Bomun Δl kadar kısalması	$M_0(1+\Delta l / l_0)$
	Bomun Δl kadar uzaması	$M_0(1-(5/3)(\Delta l / l_0))$
Diğer	Kaldırma yüksekliğinin Δh kadar değiştirilmesi	$M_0(\frac{\pm}{H_0}) \quad 0.9(\Delta h$