

Polonya enerji şebekesinin bugünü ve gelişmesindeki eğilimler

y.müh. tvojciech tveiss

UDK: 621.311.1 (438)

ÖZET

Polonya'daki enerji şebekesi genel hatlarıyla tanıtılmakta ve şebekedeki 220 kV ve 400 kV'luk iletim ve 110 kV'luk dağıtım sistemlerine ilişkin bilgiler verilmektedir. Değinilen önemli bir konu da Polonya enerji sisteminde kullanılan aygıtların tek tipe indirilmesi sorunudur.

SUMMARY

General information on the Polish power network is given. Quantitative knowledge on the 220 kV and the 400 kV transmission system and the 110 kV distribution system is provided. An important point which is also discussed is the problem of standardization of the parts used in the power network.

Polonya'daki enerji şebekesi diğer ülkelerde olduğu gibi iletim ve dağıtım sistemleri olarak ayrılır. Polonya 220 kV ve 400 kV'luk enerji şebekelerine sahiptir. 400 kV'luk hatların uzunluğunun 1990 yılına kadar 220 kV'luk hatların uzunluğunu geçeceği ve kararlaştırılan yönde artacağı hedefleniyor.

110 kV'luk sistem ise artık dağıtım şebekesinde kullanılıyor. Polonya'da dağıtım sisteminin iletim sistemine bağlanmasının genel ilkeleri Şekil 1'de görülebilir.

ÇOK YÜKSEK GERİLİM MERKEZLERİ

400/100 kV ve 220/110 kV'luk trafo merkezleri iletim ve dağıtım sistemlerinin düğüm noktasını oluşturur.

400/100 kV'luk salt sahalarında bay pas (*by pass*) yada değişik ikili kesici sistemine dayalı çift bara yöntemi kullanılır. Eğer böyle bir *düğüm* noktasının bir güç santrali ile bağlantısı yapılırsa birbuçuk devre kesicisi modeli uygulanır.

400 kV'luk salt sahasına ait şekiller Şekil 2'de görülebilir. 400 kV genellikle iki transformatörle 110 kV'a dönüştürülüyor. Endüstriyel yükün yoğun olduğu durumlarda üç transformatör kullanılıyor. İki transformatörlü bir uygulamada en yüksek transformatör kapasitesi 400-650 MA üç transformatörlü uygulamada ise 1000 MVA'dır.

220/110 kV'luk bir merkezde kapasite 250-400 MA'yı geçmez. 220 kV'luk salt merkezleri ya H modeli yada çift bara sistemine göre tasarımılanır.

400/110 kV yada 220/110 kV'luk trafo merkezlerinin 110 kV'luk salt sahaları Şekil 1'de basitleştirilmiş biçimde görülüyor.

400 kV'luk salt merkezlerinde arıza düzeyi 20-25 GA dolayındadır ve bunun 35 GVA'e yükseleceği bekleniyor. 110 kV için ise arıza düzeyi 3,5-7,5 GA dolayındadır.

400/110 kV ve 220/110 kV trafo merkezleri harici tip olarak kuruluyor.

Düğüm noktalarında yer alan 110 kV'luk salt merkezleri ortalama 8 ile 12 arasında değişen hat fiderlerine bağlanırlar.

ÇOK YÜKSEK GERİLİM (Ç.Y.G.) HATLARI

110 kV'tan 400 kV'a değişen enerji nakil hatlarında kafes (*lattice*) tipi çelik direkler kullanılıyor. 400 kV'luk hatlar önce tek iletkenli olarak oluşturulur sonradan tevsiat için 2 bundle (3x2x525 sq mms ACSR) iletken kullanılır. Her faz için üç eretken bundels (3x2x525 sq mms ACSR) kullanılması da düşünülüyor.

Çok yüksek gerilimli hatlarda bir yada iki devre ile enerji iletilebilmekte.

220 kV'luk enerji nakil hatlarında kesit alanı 525 mm² olan ACSR tipi tek iletken kullanılmakta. Hatlarda bir yada iki devre bulunabilmekte.

110 kV'luk hatlarda ise kesit alanı 525 mm² yada 240 mm² olan iletkenler kullanılıyor. Bunlarda ilkinin taşıma kapasitesi 196 MA ikincisinin ise 123 MVA'dır. Tüm gerilimler için coğrafi durumu kötü bölgelerde genişliği düşürülmüş direk tipleri tasarlanır. Ayrıca ormanlık bölgelerden geçişlerde ağaçların en az sayıda kesilmelerini sağlayacak özel tasarımlarla yapılan direkler kullanılır. Hat tipine bağlı olarak bir yada iki toprak iletkeni de kullanılır.

Bazı direk tipleri Şekil 3'de verilmekte.

110 kV ORTA GERİLİMLİ (OG) TRAFO MERKEZLERİ

Şekil 1'de yer alan örnekte görüleceği gibi sistem *düğüm* noktaları ayrıca, 110 kV'luk trafo merkezleri üzerinden 110 kV'luk hatlara bağlanmakta. İki sistem *düğüm* noktası arasında 3 yada 4 sayıdan fazla olmamak üzere 110 kV/OG'li trafo merkezleri bulunur.

Bu tür trafo merkezlerinin 110 kV tarafı H tipidir. İki'den fazla 110 kV'luk hatta gereksinme duyulduğu durumlarda dört hat fiderinden oluşan tek bara sistemli salt merkezleri tasarımılanır.

Özgül durumlarda özel önemi olan müşteriler için çifte bara sistemli salt merkezleri de kurulabilmekte.

110 kV'luk H tipi salt merkezlerine ilişkin tek hat şeması Şekil 4'te görülmekte. Şekilde görülen 3 devre kesicisinden ikisi hat fiderlerine ve üçüncüsü kuplaj fiderine yerleştirilmekte. Bu tür bir düzenleme hem basittir hem de güvenilirlik açısından üstündür. İki tane güç transformatörü kullanılmakta. Genellikle her biri ya 16 MA yada 25 MVA'dır. 40 yada 63 MVA'lık tevsiatlara uygun olarak tasarımılanır. H tipi salt merkezleri Şekil 5'de görüldüğü gibi üç aşamada tevsi edilebilmekte.

H tipi 110 kV/OG'li trafo merkezlerinin genel yerleştirmesine ilişkin şema Şekil 6'da görülüyor.

Anılan salt merkezleri, kırsal ve kentsel orta gerilim şebekesini beslemek üzere kent çevresinde harici tip olarak tasarımılanır.

400, 220 ve 110 kV'luk salt merkezlerinin destek yapılarında çelik kullanılır. Bu arada salt aygıtları tüm gerilimlerde tek tipleştirilmiş çelik beton üzerine yerleştirilir.

Kentsel-endüstri bölgelerinde km² başına düşen yükün önemli ölçüde artması 110 kV'luk gerilimin kent merkezine taşınmasını gündeme getirdi. 110 kV/OG'li kent tipi trafo merkezleri genel olarak dahili H tipi veya tek bara sistemi olarak inşa edilir. Şekil 7a,b de kent tipi trafo merkezlerinin iki örneği veriliyor. Bu merkezlerde her biri 40 MA veya 63 MA olan transformatörler kullanılmakta.

Yükün (*single loads*) oldukça yüksek oranda yoğunlaştığı durumlar için 110 kV/OG'li trafo merkezlerinden uzak olmamak üzere OG'li salt aygıtları ve bir 110 kV/OG transformatör blokundan oluşan bir bölüm inşa edilir. Blok için gerekli 110 kV'lık cihazlar ise 110 kV'luk ana merkezde yer alır.

110 kV/OG'li trafo merkezlerinin inşasında en küçük alanı kapsayacak çevre koşullarını da değerlendiren bir tasarım biçimi seçilir. Bu arada trafo merkezinin doğuracağı gürültünün en düşük düzeye indirilmesi, çeşitli biçimlerdeki titreşimlerin bastırılması, çevrede yaşayanların emniyetinin sağlanması ve çevre güzelliğinin bozulmaması vb. sorunlar gözönüne alınır.

110 kV/OG'li kentsel trafo merkezleri harici tip olarak kullanılmamakta. Bu tür trafo merkezleri için uzaktan kumanda uygulanır.

110 kV/OG'li TRAFO MERKEZLERİ İÇİN ORTA GERİLİM (OG) SALT MERKEZLERİ

Orta gerilim salt merkezleri genel olarak dahili tek bara tipidir. Ender durumlarda çift bara tipi de kullanılabilirmekte. Şekil 6'da görüldüğü gibi her bir transformatör ayrı bara bölmesini besler. Salt merkezleri tüm panolar (yada hücreler), çeşitli boyutlardaki malzeme ve binalar için standartlaştırılmıştır.

Şekil 8'de bir orta gerilim salt fiderinden verilen kesit görülüyor. Bunlar yapı ve malzeme bakımından tiplendirilmiş tek kat tipindedir.

Hem birincil ve hem de ikincil (kontrol ve koruma) aygıtları bir standart katalogunda liste olarak verilir. Tasarımcı bu aygıtları yerel gereksinimlere göre seçer.

Şekil 9'da görüldüğü gibi ikincil devreler uygun bir panoya ayrı bir bölme olarak yerleştirilir.

Fider korumalarının özel çeşitlerine ilişkin elektronik ünitelerin büyük çapta üretimine geçilme hazırlıkları vardır.

Şekil 10'da 155 kV'lık bir salt aygıtının iç kısmı görülüyor. OG salt aygıtları daha önce de belirtildiği gibi çoğunlukla 110 kV H tipi salt sahalarında kullanılıyor. Fider sayısı bakımından tek tiplendirilmiştir ve hava hattı ve toprakaltı kablo hattı çıkışları yer alır.

Yalnızca OG salt merkezlerinin uzunluğu farklı olan 24, 32 ve 42 sayıda fiderler için tiplendirilmiş binalar mevcuttur (Şekil 11). Şekilde de görüldüğü gibi binanın yedek bölümü ayırdır ve salt merkezinin büyüklüğüne bağlı değildir. Bina da 110 kV'lık salt merkezi için kumanda odası, uziletişim ve batarya odası bulunur.

Bina prefabrike büyük plaka tipi elemanların montajı ile inşa edilir (Şekil 12). 110 kV/OG'li trafo merkezinin inşasında rol alan inşaat uzmanına burada gerek yoktur. Ayrıca sandviç tipi plakalarla örtülen çelik yapılardan oluşan bina biçimleri de vardır (Şekil 13).

Son zamanlarda klasik tiptekilerin yerine çekmece tipi panolar da geliştirildi (Şekil 14).

Önceden değinildiği gibi önemli durumlarda iki katlı çift bara tipi OG salt merkezleri de kullanılıyor.

Dahili tip 110 kV/OG'li trafo merkezleri için OG salt merkezi tasarımı kent merkezlerinde kurulmak üzere gerçekleştiriliyor. Bu durumlarda inşa edilen binalar aynı biçimde ve Şekil 7'de görüldüğü gibidir.

110 kV/OG'li TRAF0 MERKEZLERİNİN HIZLI İNŞASI

Trafo merkezlerinin kısa sürede inşa edilmesi konusunda özel tasarımlar kullanılıyor. Acil durumlarda normal merkezin inşasından önce tüketicinin gereksinmelerini karşılamak için büyük kompleks elemanlarının alana taşınarak bir iki günde montajı ile geçici merkezler kurmak mümkün olabiliyor.

KENTSEL ve KIRSAL OG-SİSTEMLERİ

Kentsel OG-Sistemleri

Kentlerde OG sistemleri kural olarak toprak altı kabloları ile gerçekleştiriliyor. Hava hatları yalnızca kent çevrelerinde kullanılır. Sistem konfigürasyonu orta yerde yalıtılmış döngü örüntüsü biçimindedir. Radyal hatlar güvenilir olmaması nedeniyle tercih edilmez. Kablo döngüsünün (loop) uçları aynı 110 kV/OG'li trafo merkezinin

ayrı bölümleri ile beslenir. Bu düzenleme transformatörlerden birinin arıza durumunda tam bir yedekleme sağlar. Tek trafo merkezi için OG dağıtım kabloları, OG şebeke kapasitesi tarafından yedeklenir. Yada hatlar ortadan kesilerek her iki uç farklı 110 kV/OG merkezlerce beslenir.

Böylece bir transformatörün devrede çıkması durumunda hat, diğer trafo merkezinden beslenir.

Döngünün bir yarısından beslenen OG/AG trafo merkezlerinin sayısı; OG/AG transformatörünün kapasitesine bağlıdır ve St=160 dan 400 kVA'ya kadar olan transformatörler için bu sayı 12 ile 6 arasında değişir. Güvenilirliğin artırılması için merkez sayısı her döngünün yarısı için 8 ile 4 arasında bir sayıya düşürülebilir.

Bu merkezler seri olarak beslenirler. Böylece arızaya uğramış kablo bölümünün dışarıda bırakılması olasılığı ile devreden çıkma süresi azaltılabilir.

Diğer şebeke konfigürasyonlarının uygulamaya dönüştürülmesi etüd halindedir. Bir bölgede grup halinde bulunan, büyük endüstriyel tüketiciler kural olarak ayrı OG fiderlerine sahiptirler.

Kentsel (Alçak Gerilim) AG-Sistemleri

Bu tür sistemler genel olarak bir transformatörün arıza durumunda diğer trafo merkezleri tarafından beslemeyi sağlayacak biçimde yalıtılmış grid tipinde toprak altı şebekelerinden oluşur. Radyal tipli hava hatları ender olarak ve yalnızca kent dolaylarında kullanılır.

Yeni yerleşme bölgelerindeki uzun ve yüksek binalar büyük çapta enerjiye gereksinme duyuyor. Bu nedenle klasik tipte şebekeler yetersiz kalıyor. Büyük enerji talebi her binada bir trafo merkezini gerekli kılıyor. Bu arada bina içi kablağı AG dağıtım şebekesinin bir parçasını oluşturuyor. Bazı AG hatları ise yedek olarak bulundurulmakta. Yeni yerleşme alanlarının beslenme sistemlerinin hem ekonomik ve hem de teknik bakımından optimal tasarımı elde etmek üzere etüdü yapıyor.

Kentsel Trafo Merkezleri

Tüm enerji sistemi içinde en çok sayıyı oluşturan grup kent trafo merkezleridir. Bunlar mümkün olan en kısa sürede inşa edilmelidir. Göreceli olarak küçük boyutlarda olmaları endüstriyel olarak çabuk kurulmalarını sağlar.

Başlıca iki çeşit dahili tip kentsel OG-AG trafo merkezleri kullanılır:

- Şekil 16'da görülen tek 630 kVA transformatörlü olanı
- Şekil 17'de görülen iki adet 630 kVA transformatörlü olanı.

Binalar büyük plaka tipi beton elemanlar üzerine inşa edilir. Kent tipi trafo merkezlerinden bazıları büyük konutlara da yerleştirilebiliyor. Ancak kullanılan model ve malzeme diğer merkezlerde olduğu gibi tiplendirilmiştir.

Kırsal OG-Sistemleri

Kırsal şebekeler kent sisteminin tersine hava hatlarından oluşur. Burada da temel eğilim mümkün

olan en yüksek güvenilirliği garanti etmek ve normal olarak açık döngüler olan diğer uçtan beslenmeyi sağlamaktır. Bir döngüdeki hava hatlarının önemli ölçüde uzun olması nedeniyle geniş kesitlerle ve çapraz bağlantı yöntemleri kullanılarak arıza durumunda izole olmuş merkezlerin sayısının azaltılması sağlanır.

Transformatör büyüklükleri köy ve kasabaların oranlarına, yerleşik yada tarımsal güç talebine bağlı olarak çok farklılıklar gösterir.

Kırsal AG-Sistemleri

Kırsal AG hatları kural olarak yalnızca bir taraftan beslenen radyal hava hatlarından oluşur. Yol boyunca uzun yerleşmeler yada yalnızca bir trafo merkezince karşılanan düşük enerji talebi sonucu ortaya çıkarlar. Eğer bir kırsal yerleşme bölgesi iki yada daha fazla trafo merkezine sahipse acil yedek hatları da öngörülür.

Kırsal (OG/AG) Trafo Merkezleri

Kırsal trafo merkezleri kentsel trafo merkezlerinden farklı olarak önemli oranda çeşitlilik gösterirler. Nedeni de kırsal trafo merkezlerine duyulan gereksinimin birbirinden farklı pek çok nedene dayanmasıdır. Örneğin köy yada kasabanın büyüklüğü, tarımcılığın etkisine bağlı olarak değişen makinalaşmanın düzeyi gibi etkenler gözönüne alınmak durumundadır.

Tipleştirilmiş direk üstü tipi OG/AG merkezlerin tasnifi 250 kVA'ya kadar ulaşmakta. Şekil 18'de beton direkler üzerine kurulan bir trafo merkezi Şekil 19'da ise kafes tipi çelik direk üzerine kurulanı gösteriliyor. Şekil 20'de ise kapasitesi 630 kVA'ya kadar değişebilen bir trafo merkezi örneği yer almakta.

Her biri 630 kVA'lık transformatorlerin yer aldığı direk tipi trafo merkezleri özel olarak tarım endüstrisinde kullanılıyor.

Orta Gerilim (OG)-Hatları

Enerji nakil hatları beton direkler üzerinde taşınır. İletken kesitleri 35, 70 ve 120 mm karelik değerlerde standartlaştırılmıştır. Ayırıcı, kablo ucu kofrasını da kapsayan özel tip direkler de bunların arasındadır. Destekli bir direğe örnek Şekil 22'de yer almakta.

Alçak Gerilim (AG)-Hatları

Enerji nakil hatlarının arasında AG'li hatlar da yer alır. Toprak altı PVC izolasyonlu kablolar üzerinde bazı araştırmalar yapılıyor. Bu tip hatlar daha fazla güvenilirdir. Betonarme direkler üzerinde taşınan kablolu hava hatlarından iyi sonuçlar elde edileceği sanılıyor. AG hatları da standartlaştırılmıştır.

ENERJİ ŞEBEKELERİNİN STANDARTLAŞTIRILMASI ve GELİŞMESİ

Şebekenin özel birimlerinin tanımlaması yapılabilecek standartlaşma gelişiminin vazgeçilmez bir unsuru olarak belirtilmişti. Standartlaşma alçak ge-

rilimden çok yüksek gerilime kadar tüm gerilimlere kapsadığı için ülke çapında geçerlidir.

Bazı alanlarda standartlaşma % 100 uygulanma durumundadır. İzolasyon, topraklama temelleri gibi tüm ayrıntıların tek tipe indirildiği hava hatları örnek olarak gösterilebilir. Tasarımcının buradaki görevi hattın izleyeceği yolu seçmesi, arazi üzerinde çeşitli ölçmelerin yapılmasını sağlaması ve uygun malzemenin kullanılmasına karar vermesidir.

Standartlaşma tek tek kullanılan aygıtlardan da öteye trafo merkezlerinin tümü içinde geçerli olabilmekte. Yalnızca küçük OG/AG trafo merkezleri değil, ayrıca 110 kV/OG'li trafo merkezleri de standartlaştırılır. Önem taşıyan bir konu da, özgül yerel koşullar ve değişken çözümlerin ortaya çıkması nedeniyle ikincil devrelerin standartlaştırılmasında karşılaşılan zorluklardır.

Standartlaştırma uzmanlaşmış tasarım bürolarının montajcı ve işletmecilerle birlikte yürüttüğü çalışmaların ürünü olarak ortaya çıkar. Standart çözümler daha sonra prototip olarak uygulamaya sokularak elde edilen bilgiler değerlendirilerek son çözüme gidilir.

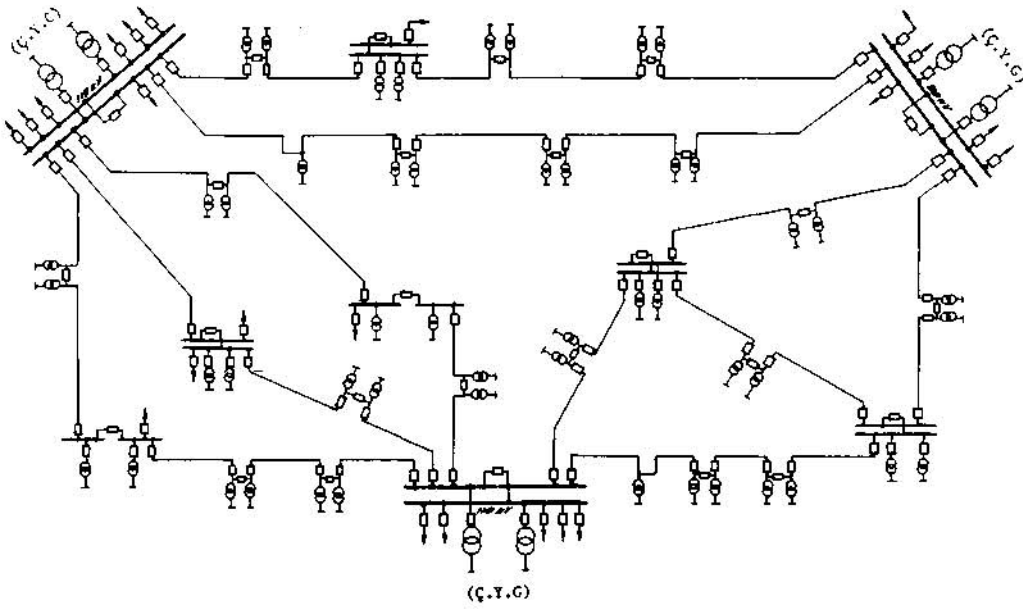
Ortaya çıkan çözümün yaygın biçimde uygulanması gelişmelerin sınırlandırılması anlamına gelmez. Sürekli gözlemler ve teknolojiye yeni gelişmeler gözönüne alınarak ve bunun sonucu olarak bazı değişiklikler yapılarak standart çözümün nitelik bakımından ileri bir aşamaya getirilmesi önemli bir sorundur. Standartlaşma, enerji sisteminde kullanılan aygıtların endüstriyel gelişmeden etkilenmeden tek tipe indirgenerek ele alınması biçiminde düşünülmemeli. En az zaman ve çaba harcanarak enerji sistemlerinin kurulmasında önemli bir etken olan alt yapısal öğelerin standartlaştırılması ve buna bağlı olarak da sistemi tamamlayan birimlerin ve ekipmanların bu standart yapının üzerinde en kolay ve ekonomik biçimde yerleştirilmesi temel sorundur.

Örneğin trafo merkezlerinde kullanılan binaların yada hava hatlarında temel ve taşıyıcıların fabrika yapısı standart öğelerden oluşması diğer aygıtların da kolayca bu temel yapıya montajı ile sistem kolayca tamamlanır.

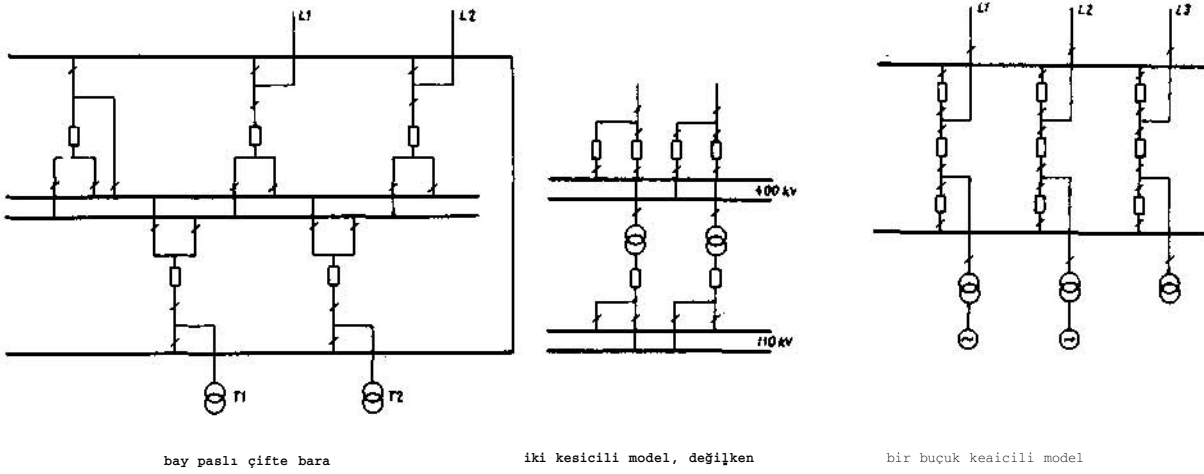
Çağdaş teknoloji düzeyine göre hazırlanan işletme tasarımları ise güvenilirliğin artması ve ayrıca işletme ve bakımın kolaylaştırılmasını sağlar.

Burada çalışan personelin emniyetine özel bir önem verilir. Standartlaşma, çalışan ekiplerin eğitilmesi ve yaygın olarak uygulanan standart çözümlerin kavratılması konusuna kolaylık getirir. Arızalı parçaların değiştirilmesi ve ayrıca malzeme stoku gibi konularda tip farklılığının olmaması nedeniyle büyük kolaylıklar sağlamak mümkündür.

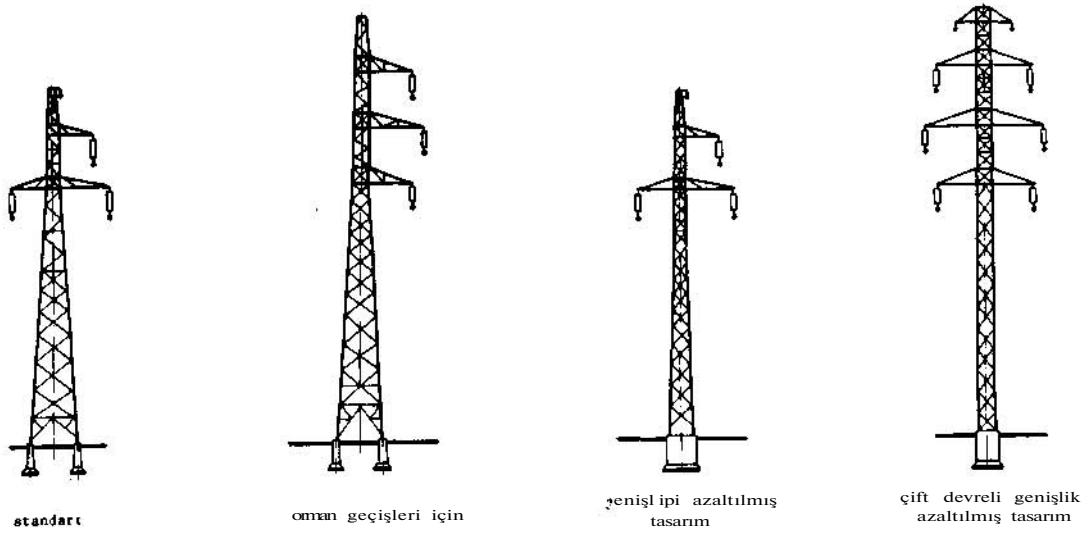
Ülkemizde tarım sektörünün kalkındırılması ve endüstrileştirilmesi için önemli çaba harcanıyor. Bu enerji şebekesi açısından güvenilirlik ve üretkenliğin artırılması ve sistemin geliştirilmesi ni gerektirir. Polonya enerji ekonomisi giderek gelişen örgütsel üretkenliği ile enerji sektörünü geliştirmekte ve bu konuda modern teknolojik çözümlere gitmekte.



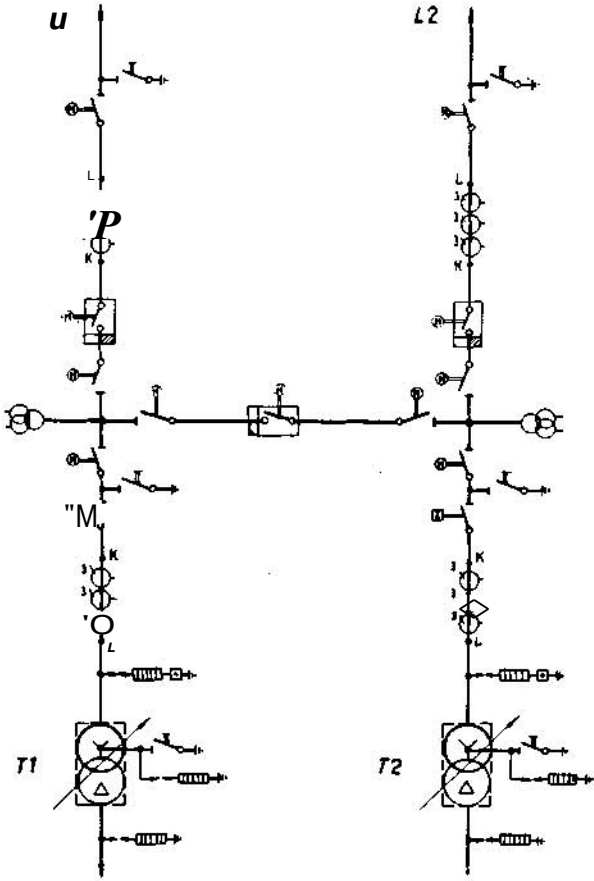
Şekil 1.
110 kV'luk dağıtım sisteminin iletim sistemi ile bağlantıları.



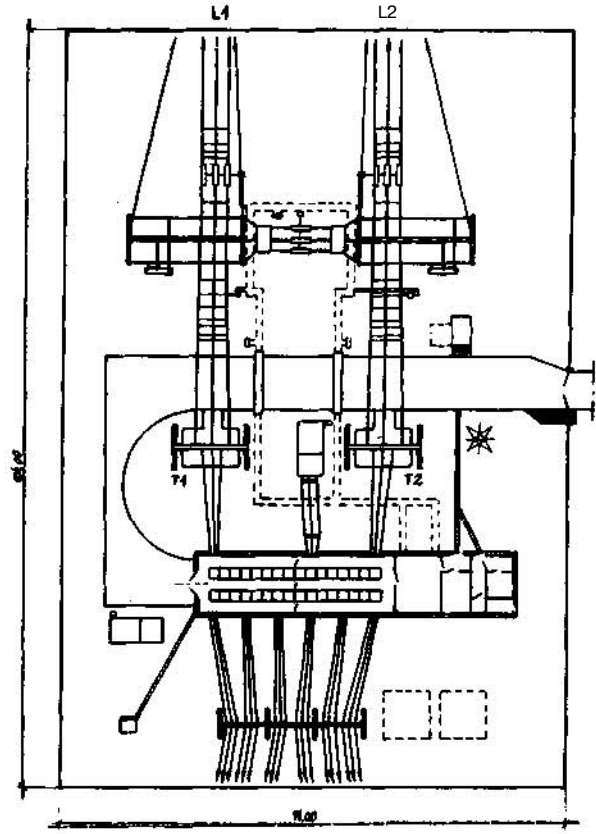
Şekil 2. 400 kV salt sahalarının anahtar şemaları.



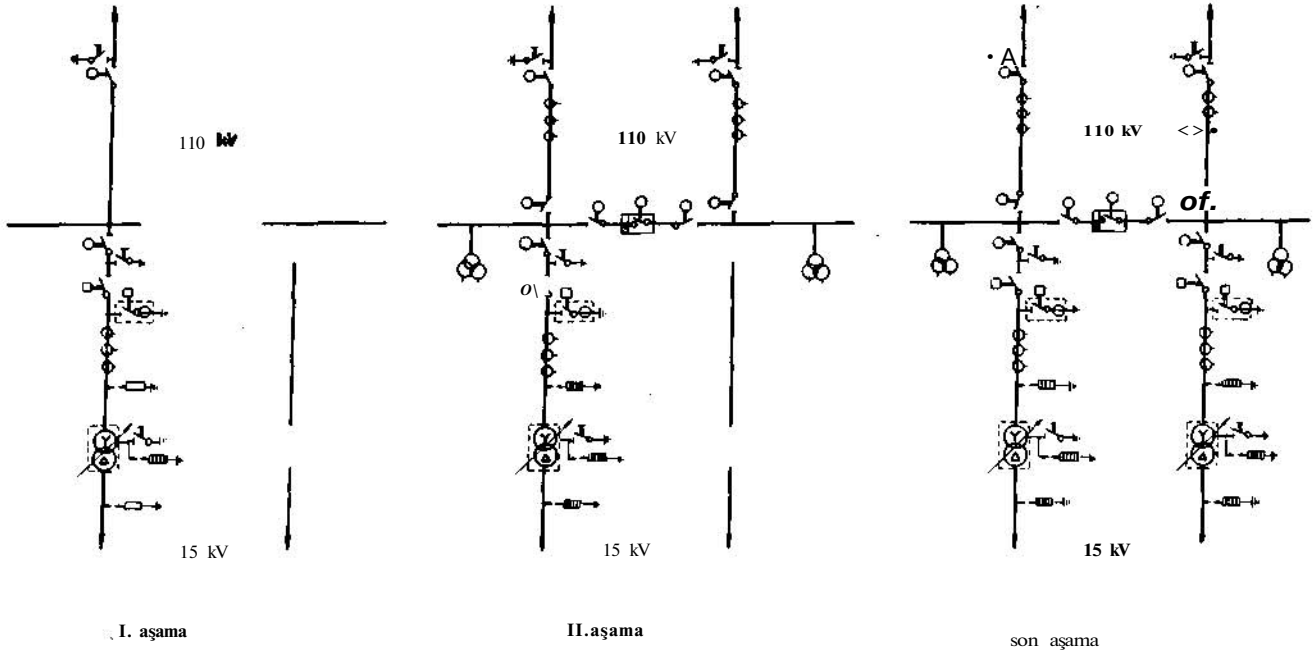
Şekil 3. 110 kV hava hatları için çelik kafes direk tipleri.



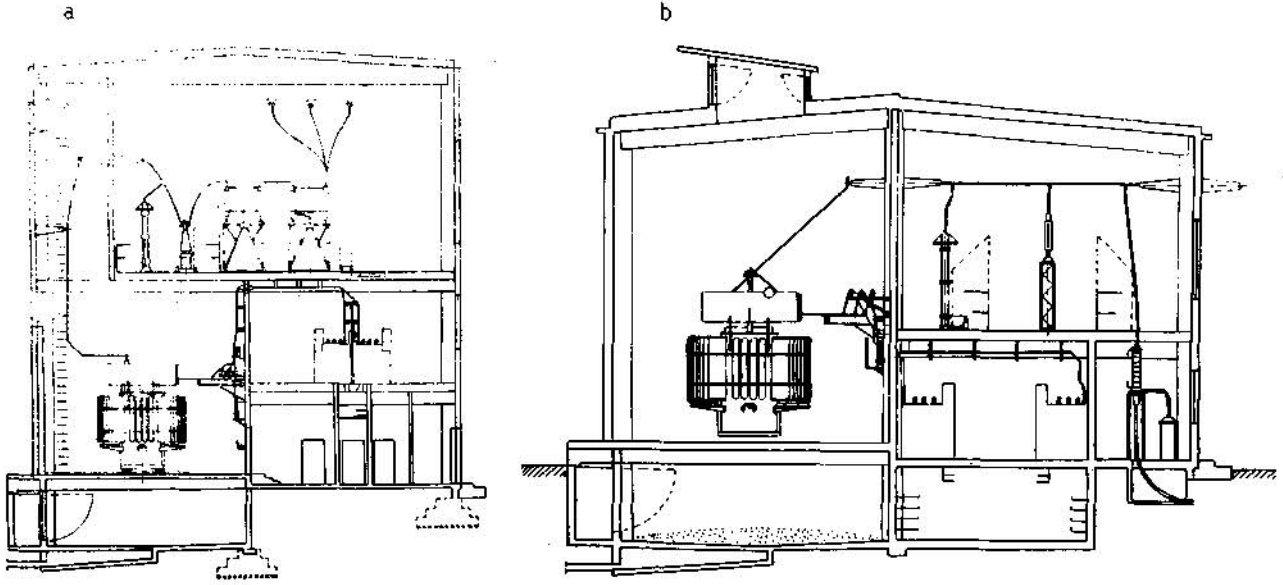
Şekil 4. 110/15 kV H-tipi trafo merkezi.



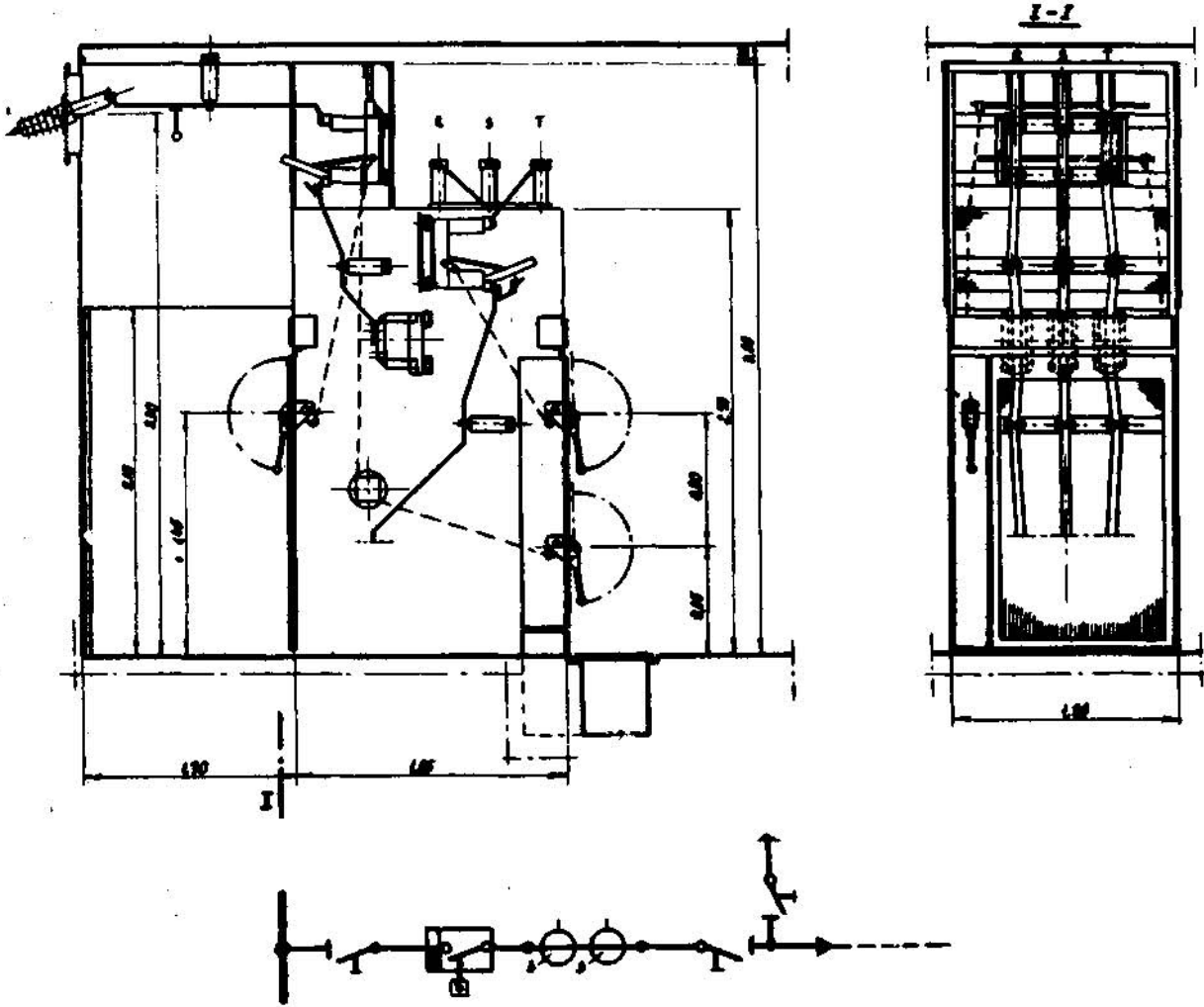
Şekil 6. 110/15 kV H-tipi trafo merkezinin genel yerleşirmesi.



şekil 5. 110 kV H-tipi salt sahasının tevsiat aşamaları.

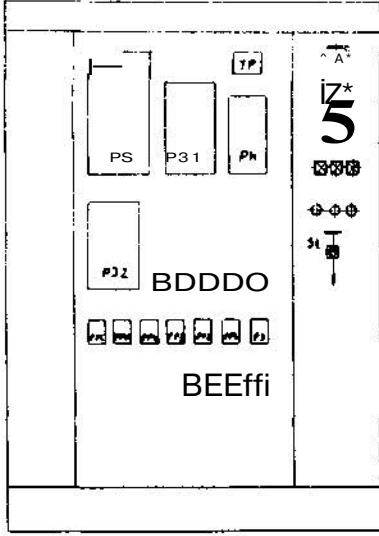


Şekil 7. a) 110 kV/OG'li H3 kent dahili tipte trafo merkezi.
b) B2 tipi 110 kM/OG'li kantisel dahili trafo merkezi.

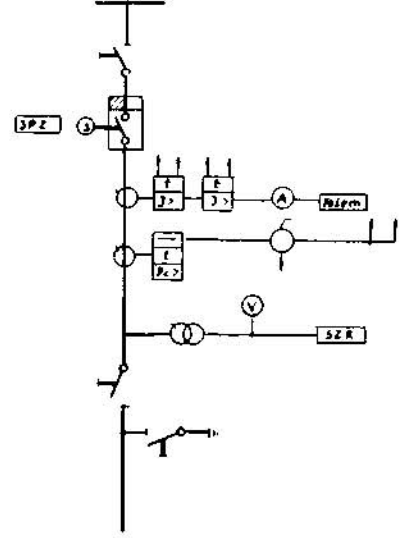
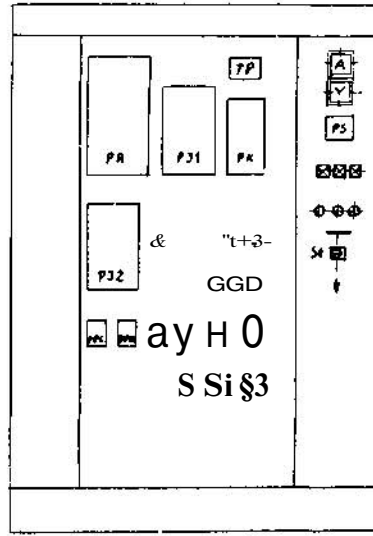


Şekil 8. WRS tipi OG salt sahast fider kesit şeması.

tekrar kapalı fiderin görünüşü



tekrar kapamasız fider görünüşü



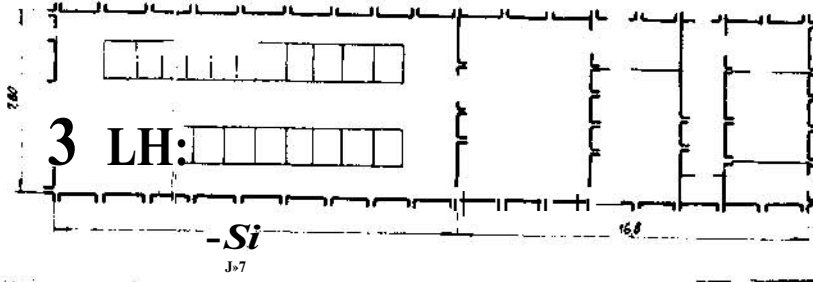
Şekil 9. İkincil devre panosu, görünüş ve işletme şeması.



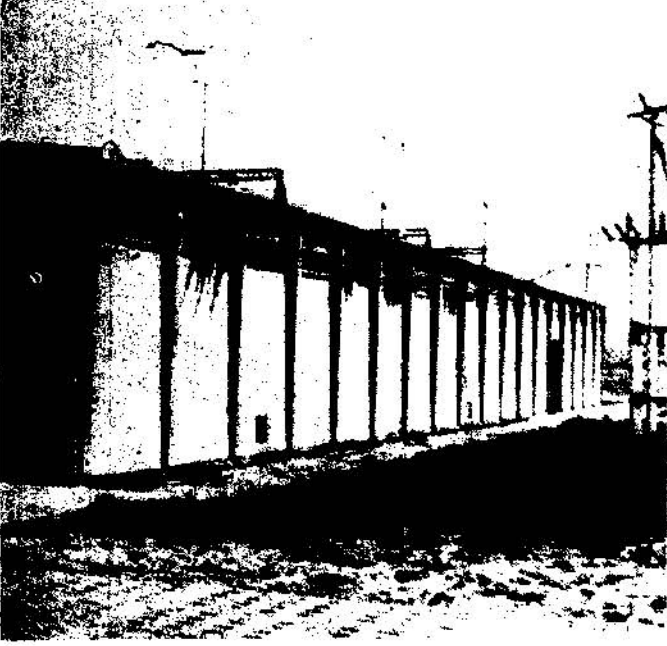
Şekil 10. WRS salt merkezinin içi.

OG salt sahasına ait
24, 32 yada 42 fider

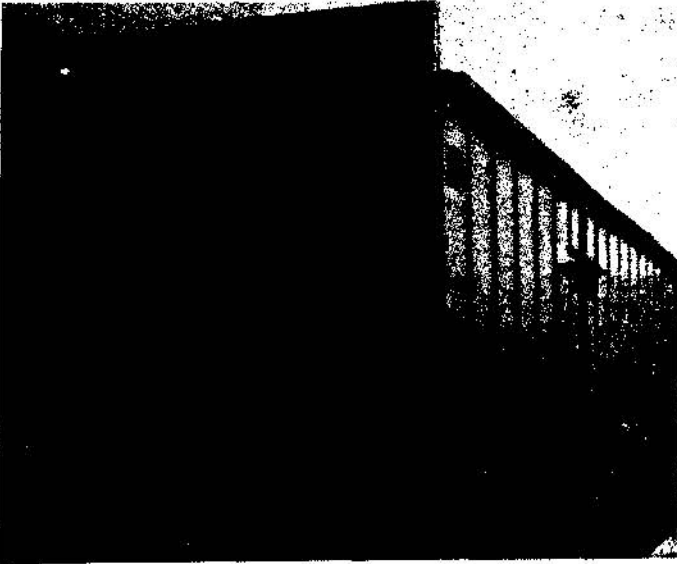
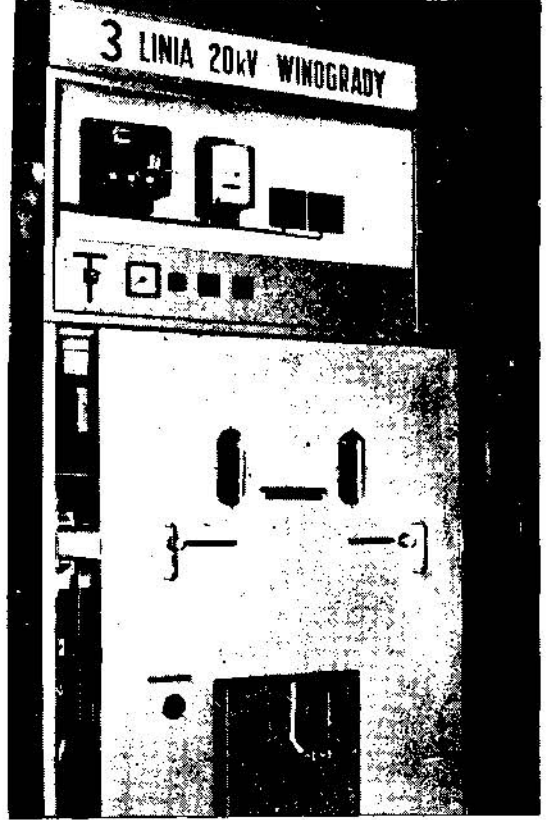
yedek odası



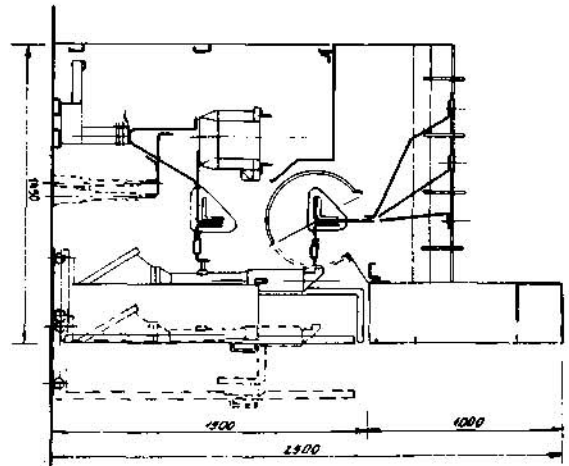
Şekil 11. WRS salt sahası için standart binanın zemin kat planı.



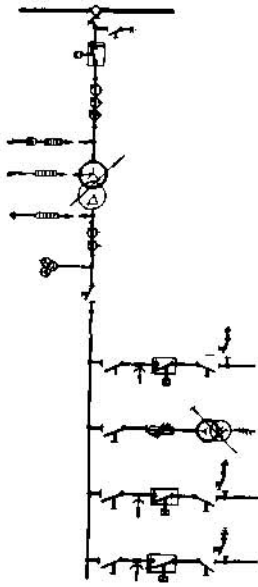
Şekil 12. Büyük plaka tipi öğelerden yapılan standart binanın görünüşü.



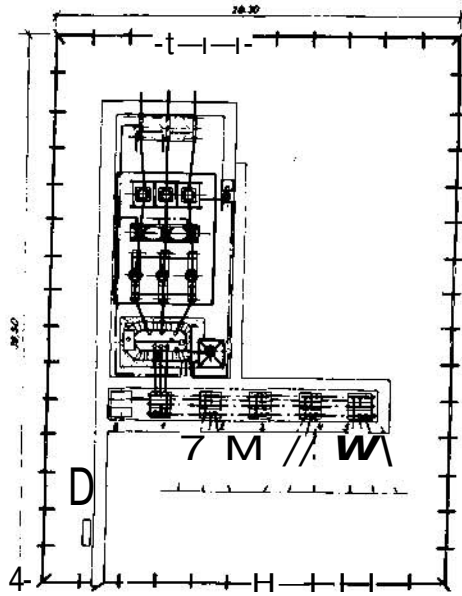
Şekil 13. Sandviç tipi plakalardan yapılan standart binanın görünüşü.



Şekil 14. Çekmece tipi pano.

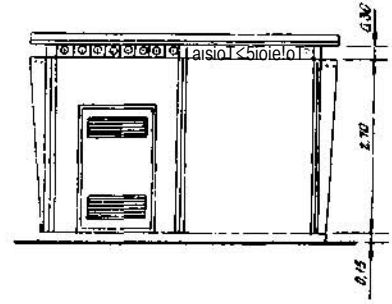
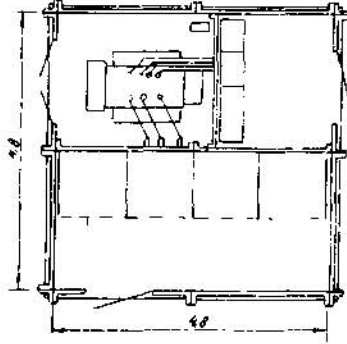
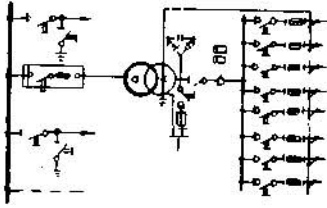


anahtar şema



yerleştirme

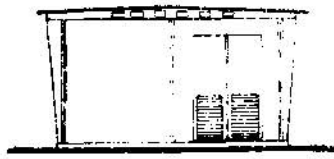
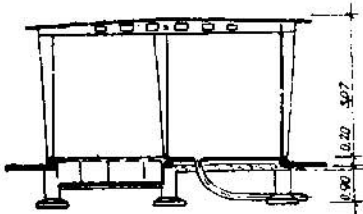
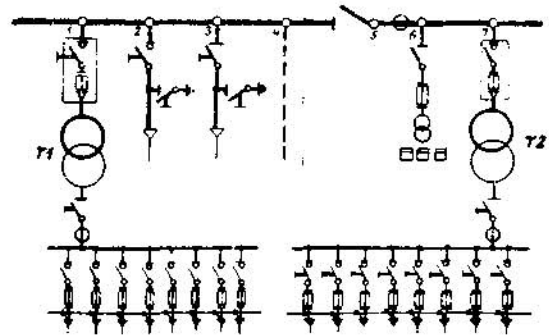
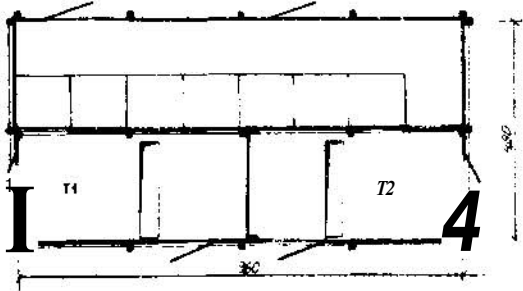
Şekil 15.
110/15 kV, 6,3 MVA
trafo merkezinin hızlı
inşası.



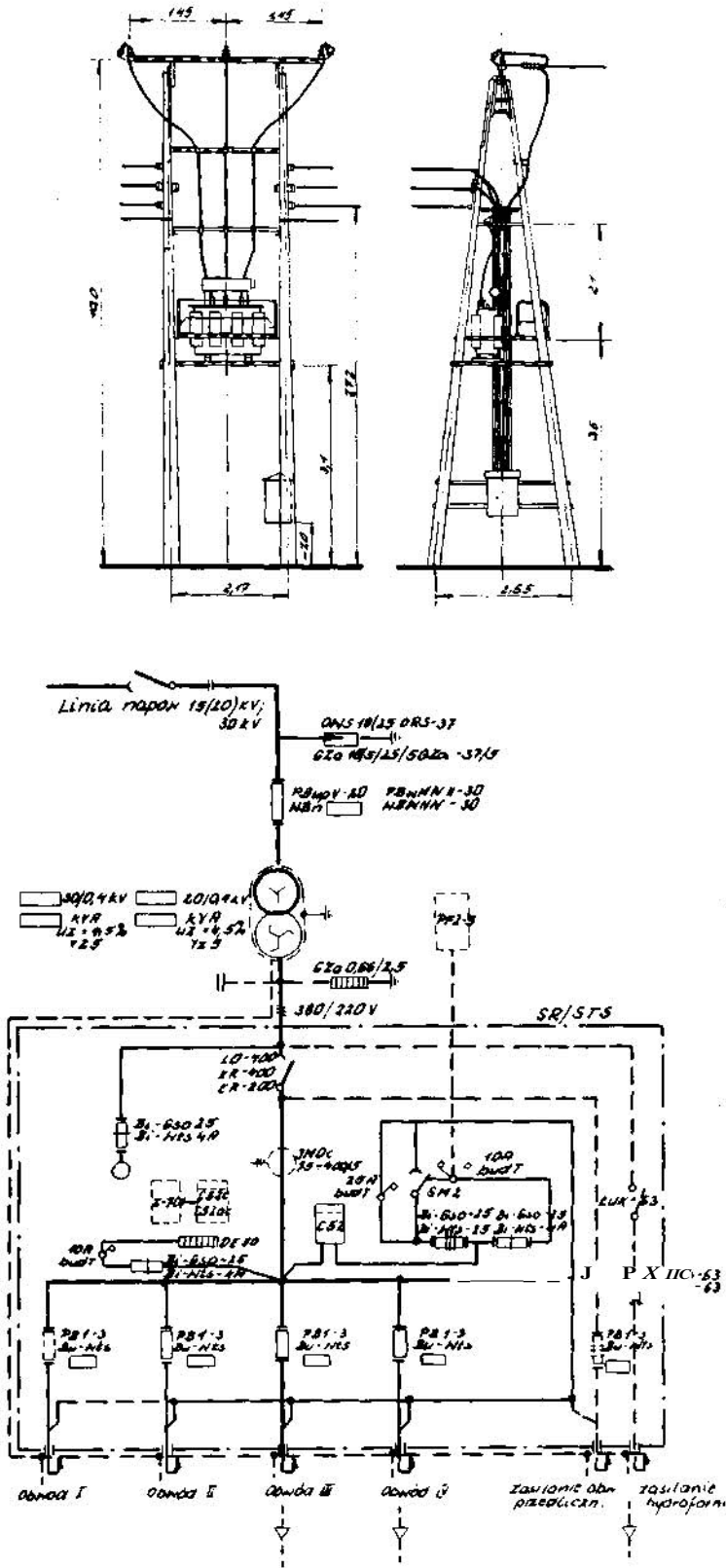
Şekil 16. Kent trafo merkezi (tip MST 10-20 kV/630 kVA) .

prefabrika ökelerden yapılan bina

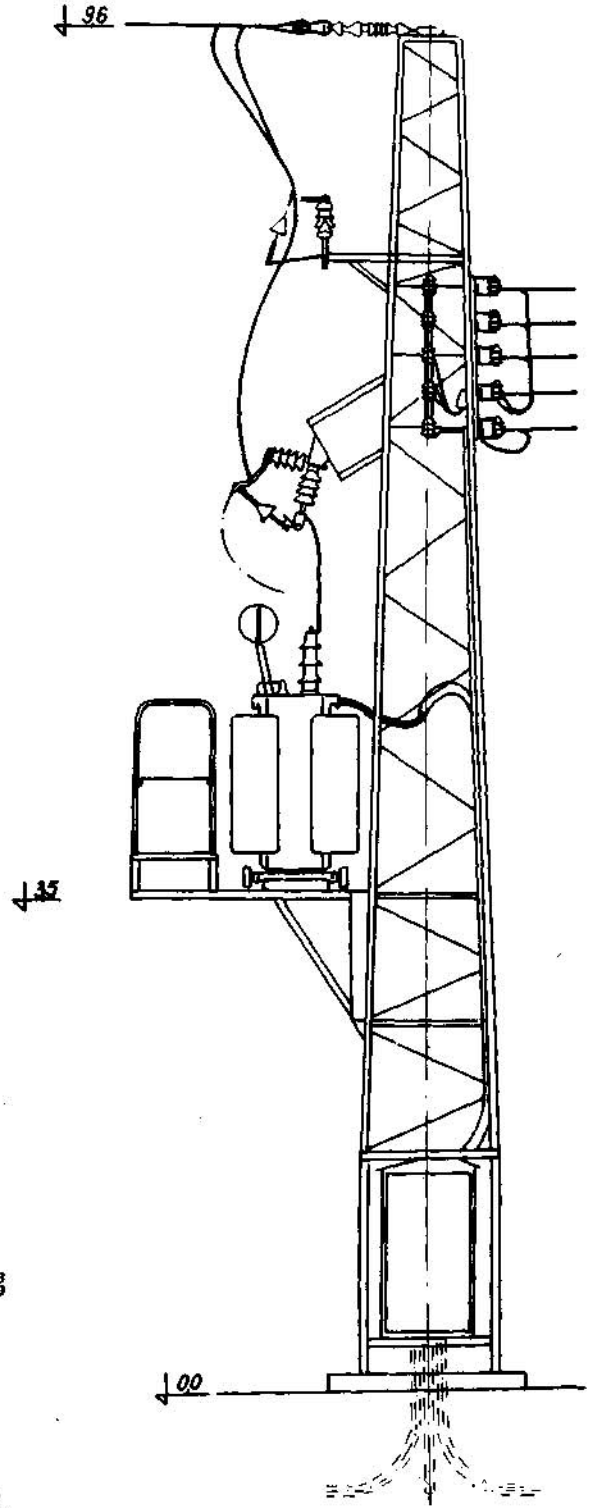
endüstriyel ve konut tüketicileri için noje1



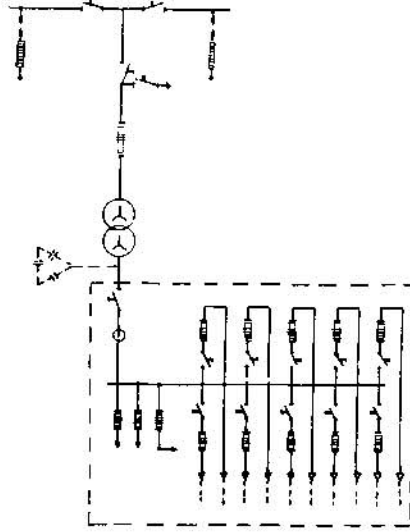
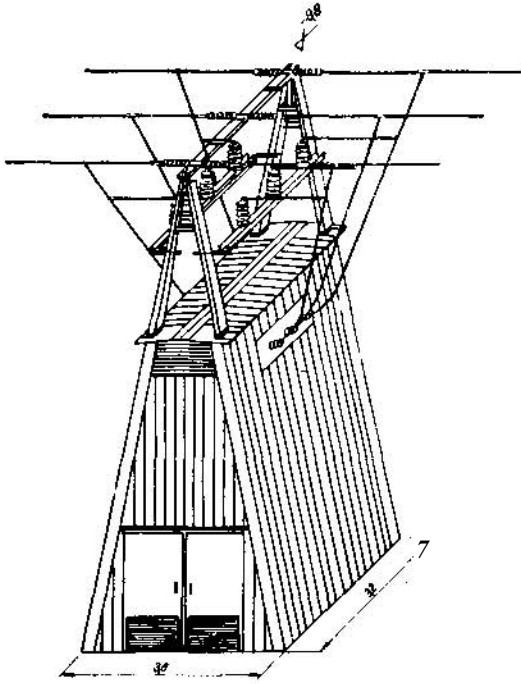
Şekil 17. WSr, 10-20 \sim 7/2 x 630 kVA tipi
endüstriyel-kent trafo merkezi.



Şekil 18. Direk üstü tipi trafo merkezi (STSa-20/250, 30/250).

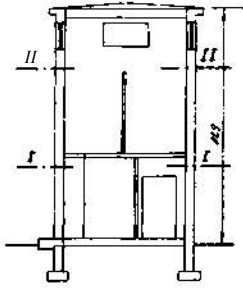


Şekil 19. STS_k 20 kafes direk üstü trafo merkezi.



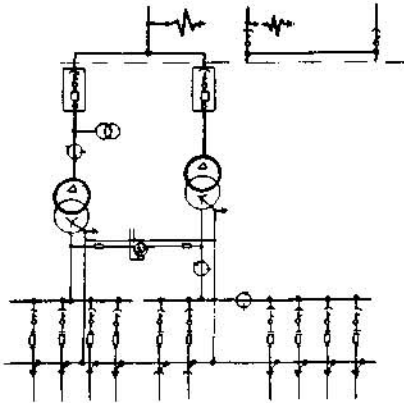
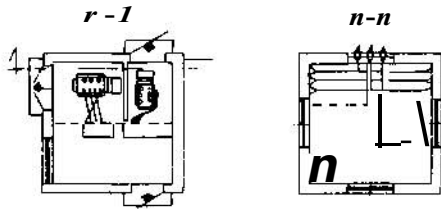
Şekil 20.

STSO-P 20/630 tipi
20 kv 0.30 kVA'ya ka-
dar kapalı direk
tipi trafo merkezi.



Şekil 21.

Direk (kule) tipi
trafo merkezi
(15-30 kV, 2x630 kVA).



Şekil 22. OG hava hatları için rigid destek direği.