

Tasarımdan İşletmeye İnvertörlü Santrallerde Reaktif Güç Kapasitesi Sınırları ve Şebeke Yönetmeliklerinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Kasım Kaan Yılmaz

Bildiri ID Numarası: 0174

İçerik

- ❑ Problem Tanımı
- ❑ Yöntem
- ❑ Santral Modeli
- ❑ Bulgular
 - ❑ Santral Reaktif Rezervi & Şebeke İsterleri Karşılaştırması
 - ❑ Aktif Güçten Kısma
- ❑ Analiz Sonuçları
- ❑ Sonuç ve Öneriler

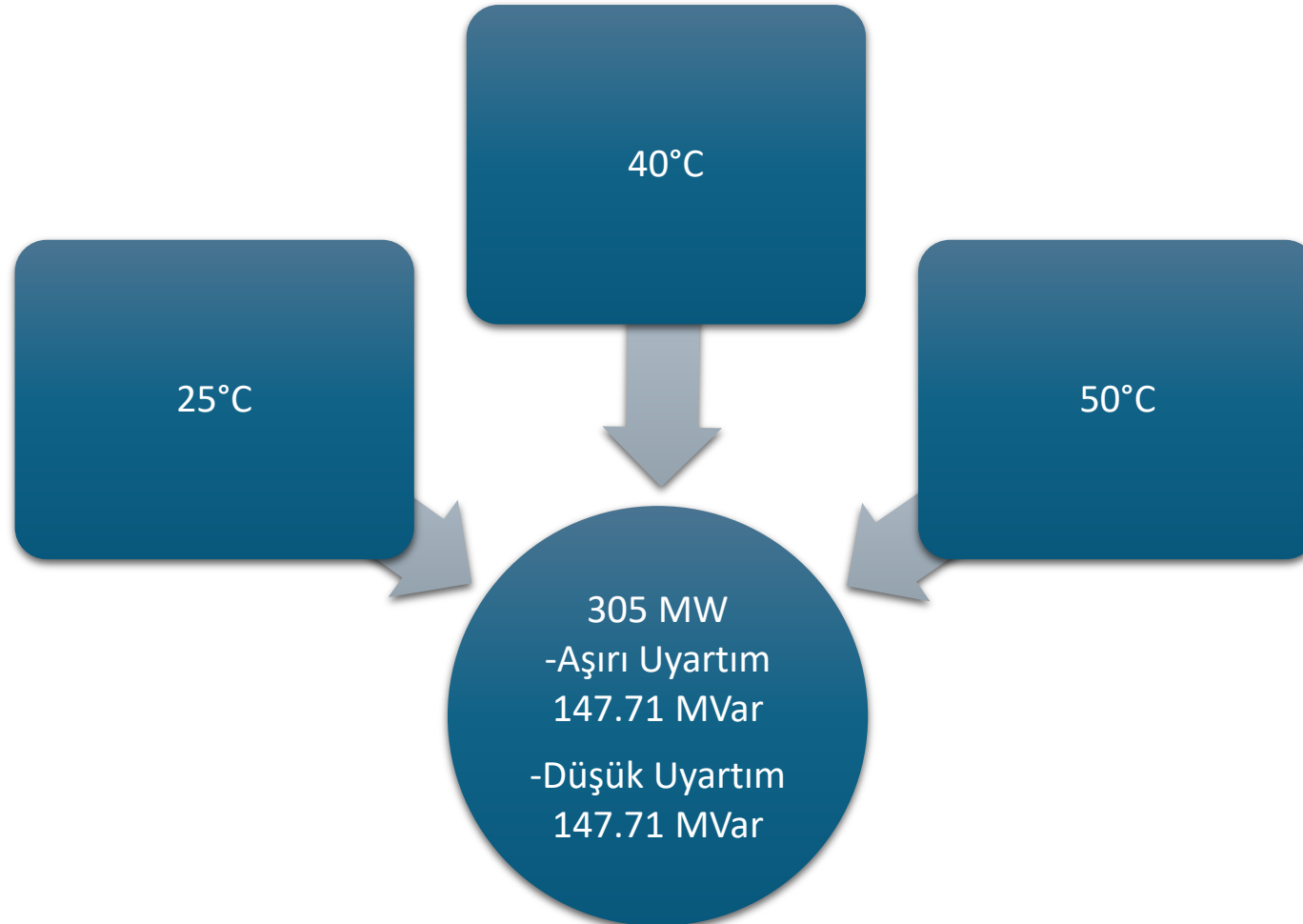
Problem Tanımı

Yenilenebilir enerji santrallerinde invertör tabanlı üretim teknolojilerinin yaygınlaşması, reaktif güç desteğinin sürekliliğini ve sistem kararlılığını kritik hale getirmiştir.

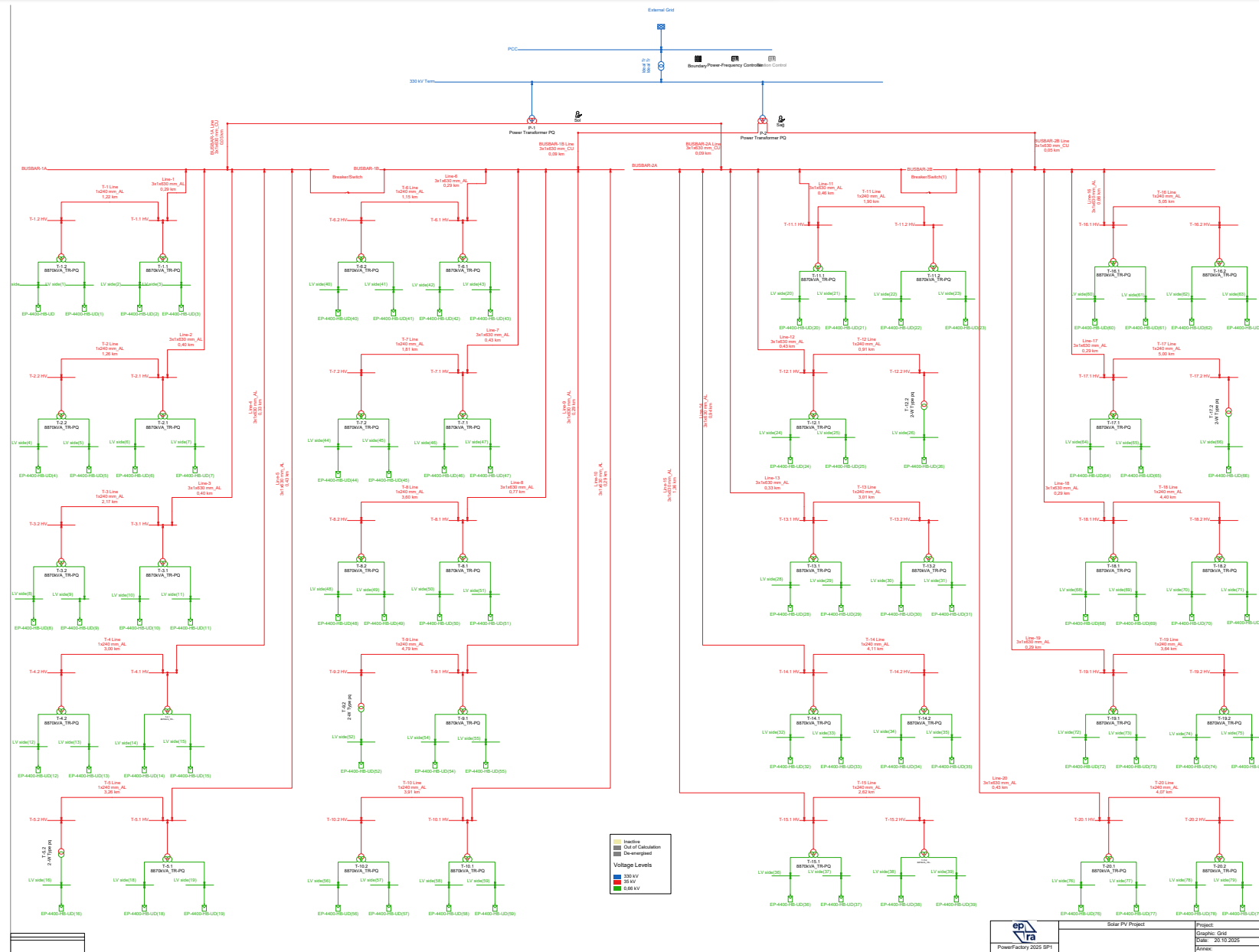
- ❑ Invertörlerin reaktif güç kapasitesi **ortam sıcaklığına** bağlı olarak değişir.
- ❑ Yüksek sıcaklıklarda **invertör görünür gücü azalır**, reaktif rezerv düşer.
- ❑ Bu durumda henüz ihtiyaç doğmadan önce **aktif güçten ne kadar kısılması gerektiği** hesaplanmalıdır. Aksi halde bu durum **şebeke güvenliğini** riske atabilir.

Yöntem

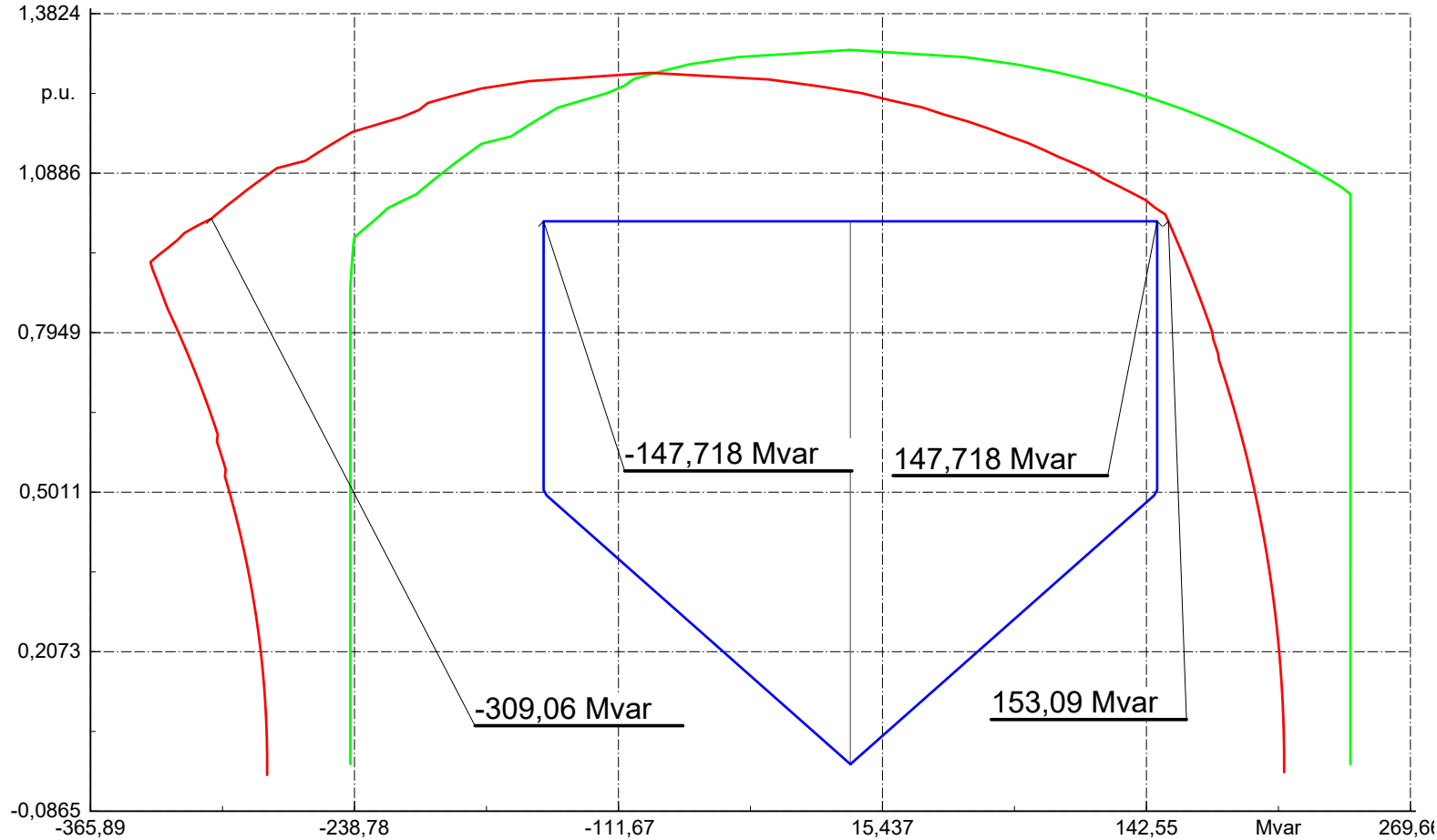
- ❑ 305 MW'lık bir güneş enerji santrali, DIgSILENT PowerFactory yazılımında modellendi.
- ❑ Üç sıcaklık koşulu analiz edildi: 25 °C, 40 °C, 50 °C.
- ❑ Şebeke Yönetmeliği Ek-18'de belirtilen ± 0.90 güç faktörü gereksinimi esas alındı.



Santral Modeli



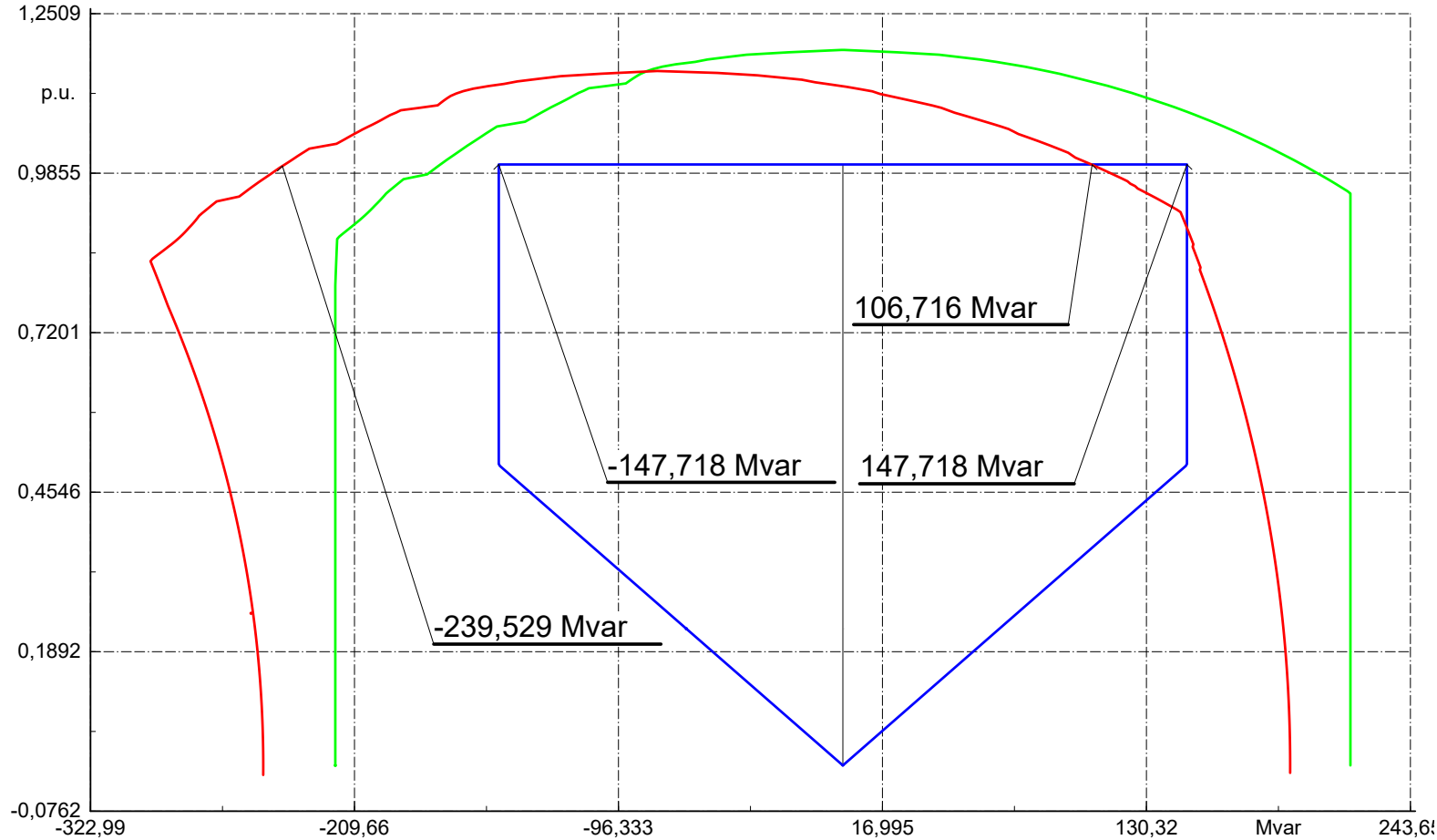
Santral Reaktif Rezervi & Şebeke İsterleri | 25 °C



- ☐ Koşul: 25 °C,
- ☐ PCC : 1.0 p.u.
- ☐ Aktif güç: 305 MW
- ☐ Aşırı uyartım: +153 MVar ✓
- ☐ Düşük uyartım: -309 MVar ✓

Reaktif rezerv yeterli,
yönetmelikte belirtilen
gereksinimler sağlanıyor.

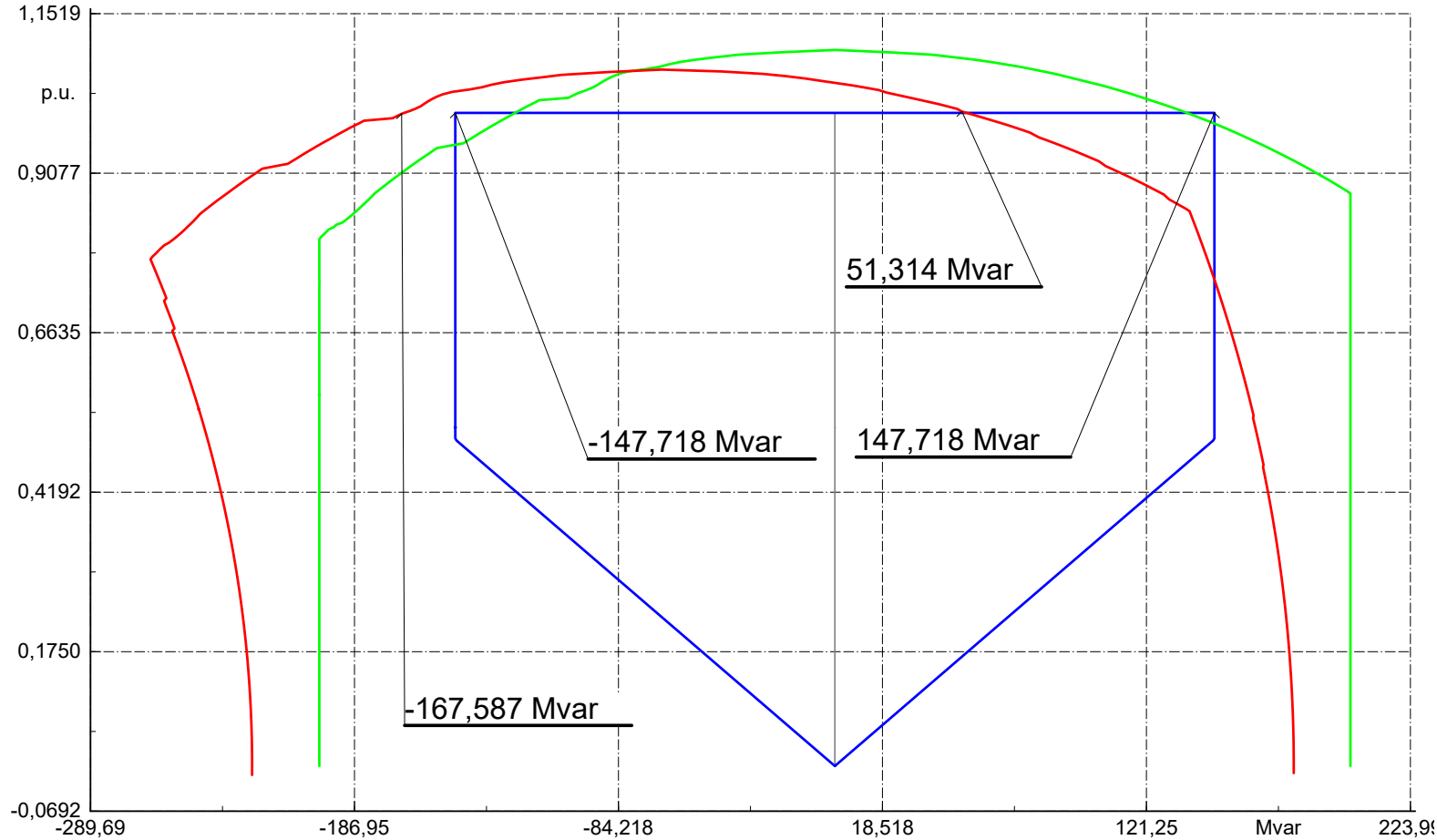
Santral Reaktif Rezervi & Şebeke İsterleri | 40 °C



- ☐ Koşul: 40 °C,
- ☐ PCC: 1.0 p.u.
- ☐ Aktif güç: 305 MW
- ☐ Aşırı uyartım: +106 MVar ✗
- ☐ Düşük uyartım: -239 MVar ✓

Aşırı uyartım yönünde reaktif rezerv yetersiz, aktif güçten kısma gerekli.

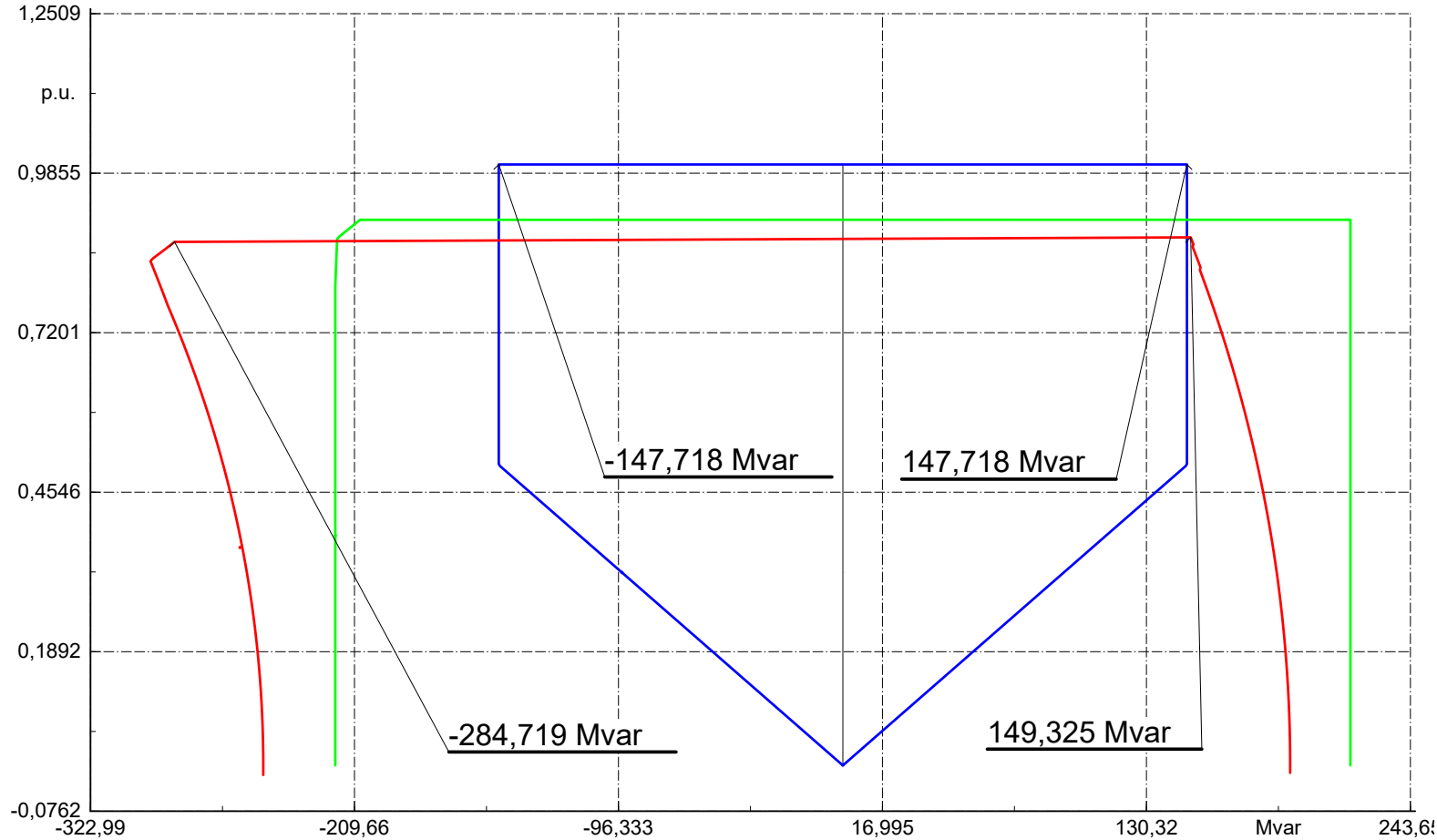
Santral Reaktif Rezervi & Şebeke İsterleri | 50 °C



- ☐ Koşul: 50 °C,
- ☐ PCC: 1.0 p.u.
- ☐ Aktif güç: 305 MW
- ☐ Aşırı uyartım: +51 MVar ✗
- ☒ Düşük uyartım: -167 MVar ✓

Aşırı uyartım yönünde reaktif rezerv yetersiz, aktif güçten kısma gerekli.

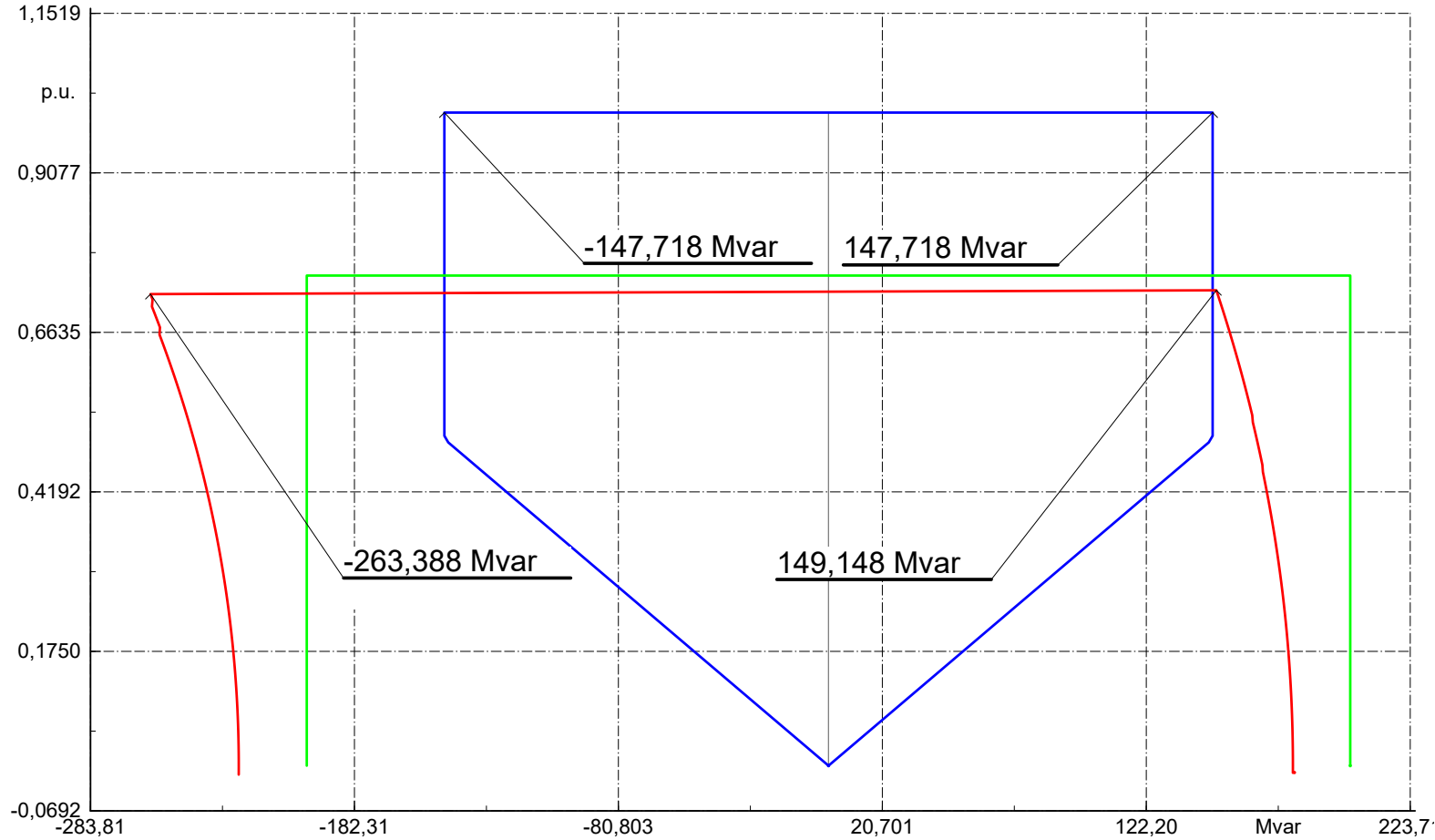
Aktif Güçten Kısma | 40 °C



- ☐ Koşul: 40 °C,
- ☐ PCC: 1.0 p.u.
- ☐ Aktif güç: **268 MW** (%12 azaltım)
- ☐ Aşırı uyartım: +149 MVar ☒
- ☐ Düşük uyartım: -284 MVar ☒

Aktif güç kısıntısı sonrası reaktif rezerv yeterli, yönetmelikte belirtilen gereksinimler sağlanıyor.

Aktif Güçten Kısma | 50 °C



- ☐ Koşul: 50 °C,
- ☐ PCC: 1.0 p.u.
- ☐ Aktif güç: **222 MW** (%27 azaltım)
- ☐ Aşırı uyartım: +149 MVar ✓
- ☐ Düşük uyartım: -263 MVar ✓

Aktif güç kısıntısı sonrası reaktif rezerv yeterli, yönetmelikte belirtilen gereksinimler sağlanıyor.

Analiz Sonuçları

Çalışma Koşulu	Aktif Güç (MW)	Reaktif Güç (MVar) (AU)	Reaktif Güç (MVar) (DU)
25° C	305	153.09	-309.06
40° C	305	106.71	-239.52
40° C	268	149.32	-284.71
50° C	305	51.31	-167.59
50° C	222	149.14	-263.38

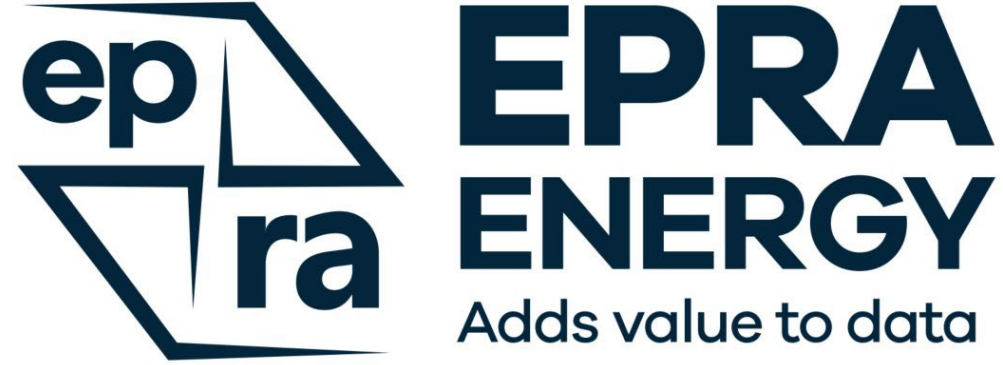
40 °C’de yeterli reaktif rezerv sağlamak için aktif güç %12 (37 MW) azaltılmalı.

50 °C’de yeterli reaktif rezerv için aktif güç %27 (83 MW) azaltılmalı.

Sonuç ve Öneriler

Yüksek sıcaklık koşullarında aktif güç kısıtlaması, şebeke gerilim kararlılığı ve piyasa arz güvenliği açısından kritik hale gelir. Bu nedenle, tasarım sıcaklığının standardizasyonu, hem şebeke işletmecisi hem de üretici açısından oldukça önemlidir.

- ❑ Tasarım sıcaklığı şebeke yönetmeliğinde ve bağlantı anlaşmasında açıkça belirtilmelidir.
- ❑ Santralin PQ performans eğrileri farklı sıcaklıklar için raporlanmalıdır. Bu eğriler bağlantı anlaşmalarında yer almalıdır.
- ❑ Sıcaklığa bağlı güç azaltımı raporlanmalı ve bağlantı anlaşmasında yer almalıdır.
- ❑ Santral sıcaklığa bağlı güç azaltımı eğrisine göre aktif güç üretimi yapılmalıdır. Sıcak günlerde reaktif rezervi azalıyorsa, aktif güç üretimini kısmalıdır.



EPRA – Electric Power Research Analysis
Hacettepe Teknokent Safir Bloklar F Blok No: 9
06800, Hacettepe, Beytepe / Ankara / Turkey

T:+90-312-299 2527

F:+90-312-299 2528

www.epra.com.tr

Kasım Kaan Yılmaz

kaan.yilmaz@epra.com.tr