



Neue Anforderungen an Transformatoren in der EU (Ökodesign)

Gesetzgebung und die Ziele der Anwendung

Am 11. Juni 2014 ist in allen 28 EU-Mitgliedstaaten die Verordnung (EU) Nr. 548/2014 der Kommission zur Umsetzung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die umweltgerechte Gestaltung von Produkten hinsichtlich Kleinleistungs-, Mittelleistungs- und Großleistungstransformatoren in Kraft getreten.

Die neue Verordnung sieht eine maximale Höhe der Verluste, beziehungsweise die Mindesteffizienz für Transformatoren vor, die nach dem 11. Juni 2014 gekauft wurden und nach dem 1. Juli 2015 innerhalb der EU auf den Markt gebracht und in Betrieb genommen werden.

Nach dem 11. Juni 2014 sollten die Hersteller und Kunden keine neuen Rahmenverträge für Transformatoren unterzeichnen, die in der Verordnung vorgegebenen Mindestanforderungen nicht erfüllen.

Rahmenverträge, die vor dem 11. Juni 2014 unterzeichnet wurden, können bis zum Ende ihrer Lauffrist angewendet werden, auch wenn Lieferungen nach dem 1. Juli 2015 realisiert werden.

Die Ziele der umweltfreundlichen Gestaltung schließen die Verbesserung der Energieeffizienz und die allgemeine Übereinstimmung mit den Anforderungen zum Umweltschutz ein, unter gleichzeitiger Verringerung der CO2-Emissionen. Die Verordnung stellt die Reduzierung der elektrischen Transformatorverluste in den Fokus (in zwei Schritten – die erste Reduktionsphase ist für das Jahr 2015 und die zweite für das Jahr 2021 angesetzt), sowie eine klarere und deutlichere Kennzeichnung der technischen Eigenschaften der Transformatoren.

Die Auswirkungen auf die Gestaltung von Transformatoren

Die neue Verordnung schreibt die maximale Höhe der Verluste für Verteilungstransformatoren in der EU vor, sowie zum ersten Mal auch die Mindesteffizienz für Leistungstransformatoren mit einer Leistung größer als 3,15 MVA.

Die Toleranzen auf garantierte Verluste, die im Standard IEC 60076-1 vorgesehen sind, dürfen nicht weiter angewendet werden.

Die Verordnung legt die Anforderungen an das Ökodesign der Leistungstransformatoren mit einer minimalen Leistung von 1 kVA fest, die in elektrischen Übertragungs- und Verteilungsnetzen mit einer Frequenz von 50 Hz eingesetzt werden. In der Verordnung wurden ferner auch einige neue Definitionen für Transformatoren angegeben, wie in der Tabelle 1 dargestellt ist.

Tabelle 1: Anwendung des Ökodesigns bei Transformatoren

Definition des Transformators gemäß Verordnung	Höchstspannung der Ausstattung (Um)	Nennleistung (Sr)
'Kleinleistungstransformatoren'	$Um \leq 1,1 \text{ kV}$	unbestimmt
'Mittelleistungstransformatoren'	$1,1 \text{ kV} < Um \leq 36 \text{ kV}$	$5 \text{ kVA} \leq Sr < 40 \text{ MVA}$
'Großleistungstransformatoren'	$Um > 36 \text{ kV}$	$Sr \geq 5 \text{ kVA}$
	unbestimmt	$Sr \geq 40 \text{ MVA}$

Die Verordnung gilt nicht für Transformatoren mit folgenden Anwendungen:

- Messwandler,
- Gleichrichter-Transformatoren,
- Ofentransformatoren,
- „Offshore“-Transformatoren,
- Transformatoren für Notfallinstallationen,
- Transformatoren und Starttransformatoren für die Stromversorgung von Eisenbahnen,
- Erdungstransformatoren,
- Auf Schienenfahrzeugen montierte Transformatoren,
- Anfahrtstransformatoren, die für das Einschalten von Drehstrommotoren ausgelegt sind,
- Prüftransformatoren,
- Schweißtransformatoren,
- Transformatoren mit Ex-Schutz für die Anwendung im Untertagebergbau,
- Transformatoren für Tiefwasser-Anwendungen (unter Wasser),
- Mittelspannungs-/Mittelspannungs-Transformatoren bis zu 5 MVA,
- Großleistungstransformatoren, wenn nachgewiesen wird, dass für eine bestimmte Anwendung keine technisch realisierbaren Alternativen verfügbar sind, die in der Verordnung vorgeschriebenen Mindestenergieeffizienzanforderungen erfüllen
- Großleistungstransformatoren, die als gleichwertiger Ersatz für bestehende Großleistungstransformatoren am gleichen physischen Standort/in der gleichen Anlage angewendet werden, wenn der Ersatz nicht ohne unverhältnismäßige Kosten in Bezug auf den Transport und/oder die Montage realisiert werden kann

Die Stufen der Verluste entsprechend den Anforderungen des Ökodesigns

Verteilungstransformatoren (Mittelleistungstransformatoren ≤ 3150 kVA)

In der Verordnung sind die Stufen der Verluste nach den bestehenden Normen vorgegeben: EN 50464-1/A1 (Dreiphasenölverteilungstransformatoren 50 Hz, von 50 kVA bis 2500 kVA mit einer Höchstspannung für Ausstattungsmittel bis 36 kV) und EN 50541-1 (Dreiphasen-Trockenverteilungstransformatoren 50 Hz, von 100 kVA bis 3150 kVA mit einer Höchstspannung für Ausstattungsmittel, die den Wert von 36 kV nicht übersteigt).

Tabelle 2. Maximalverluste (mittlere Spannung ≤ 24 kV und niedrige Spannung $\leq 1,1$ kV).

Typ des Transformators	Nennleistung (kVA)	Stufe 1 (1.7.2015)		Stufe 2 (1.7.2021)	
		Leerlaufverluste	Kurzschlussverluste	Leerlaufverluste	Kurzschlussverluste
Flüssigkeitsgefüllte Masttransformatoren	25, 50, 100	A0	Ck	A0	Bk
	160	C0	Ck + 32%	C0-10%	Ck + 32%
	200, 250, 315	C0	Ck	B0	Bk
Andere Flüssigkeitsgefüllte Transformatoren	≤ 1000	A0	Ck	A0-10%	Ak
	> 1000	A0	Bk	A0-10%	Ak
Trockentransformatoren	≤ 630	A0	Bk	A0-10%	Ak
	> 630	A0	Ak	A0-10%	Ak

Die höchsten Verluste bei der Nennleistung in kVA, die zwischen den in der Tabelle 2 aufgeführten Leistungswerten liegen, werden durch lineare Interpolation errechnet.

Tabelle 3. Korrektur der Kurzschlussverluste und Verluste im Leerlauf im Falle von anderen Kombinationen von Wicklungsspannung oder Doppelspannung in einer oder beiden Wicklungen (Nennleistung ≤ 3150 kVA)

Anforderung	Leerlaufverlauste	Kurzschlussverluste
Mittelspannungswicklung $U_m \leq 24$ kV Unterspannungswicklung $U_m > 1,1$ kV	+ 10%	+ 10%
Mittelspannungswicklung $U_m = 36$ kV Unterspannungswicklung $U_m \leq 1,1$ kV	+ 15%	+ 10%
Mittelspannungswicklung $U_m = 36$ kV Unterspannungswicklung $U_m > 1,1$ kV	+ 20%	+ 15%
Doppelspannung auf Unterspannungswicklung	Keine Korrektur der Verluste, aber die Höchstleistung auf der niedrigeren Spannung der Unterspannungswicklung ist auf 85% der Nennleistung der Unterspannungswicklung begrenzt	
Doppelspannung auf Mittelspannungswicklung	Keine Korrektur der Verluste, aber die Höchstleistung auf der niedrigeren Spannung der Mittelspannungswicklung ist auf 85% der Nennleistung der Mittelspannungswicklung begrenzt	
Doppelspannung auf einer Wicklung (bei Volleleistung aller Spannungen)	+ 15%	+ 10%
Doppelspannung in beiden Wicklungen	+ 20%	+ 20%
Transformatoren mit Abspaltungen für die Arbeit unter Spannung oder mit Fracht (z. B. regulative Verteilungstransformatoren)	+ 20% (Stufe 1, 1.7.2015.) + 10% (Stufe 2, 1.7.2021.)	+ 5%



Leistungstransformatoren (Mittelleistungstransformatoren > 3150kVA und Großleistungstransformatoren)

Die Verordnung schreibt für Mittelleistungstransformatoren der Nennleistung von mehr als 3.150 kVA und weniger als oder gleich 40 MVA, sowie für Großleistungstransformatoren die maximalen Verluste nicht vor, sondern legt den Index des niedrigsten Spitzenwirkungsgrads (Effizienzindex) fest (Eng. Peak Efficiency Index – PEI), in (%):

$$PEI = 1 - \frac{2 (P_o + P_{co})}{S_r \sqrt{\frac{P_o + P_{co}}{P_k}}}$$

wobei: P_0 = Leerlaufverluste bei Bemessungsspannung und Bemessungsfrequenz
an der gemessenen Anzapfung

P_{c0} = elektrische Leistung des Kühlsystems bei Leerlauf

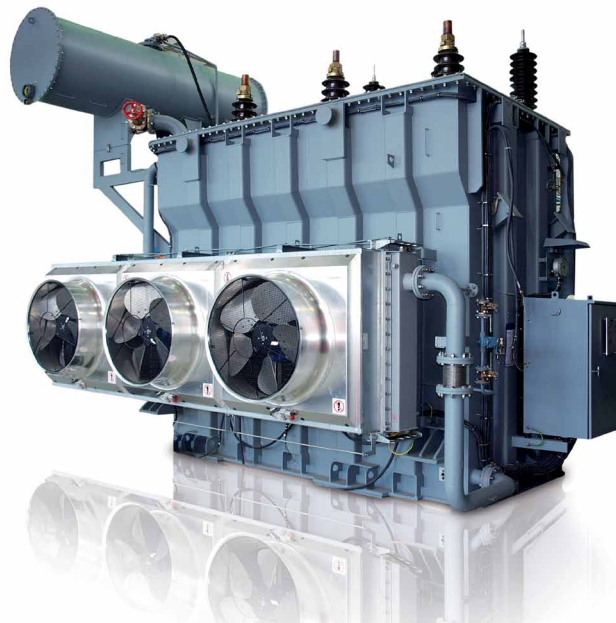
P_k = gemessene Verluste bei Bemessungs-Strom und -Frequenz an
der gemessenen Anzapfung korrigiert nach Referenztemperatur nach EN 60076-1

S_r = Bemessungsleistung des Transformators, auf der P_k basiert

Tabelle 4: Niedrigster PEI (%) für flüssigkeitsgefüllte Leistungstransformatoren.

Nennleistung (MVA)	Stufe 1	Stufe 2
≤ 4	99,465	99,532
5	99,483	99,548
6,3	99,510	99,571
8	99,535	99,593
10	99,560	99,615
12,5	99,588	99,640
16	99,615	99,663
20	99,639	99,684
25	99,657	99,700
31,5	99,671	99,712
40	99,684	99,724
50	99,696	99,734
63	99,709	99,745
80	99,723	99,758
≥ 100	99,737	99,770

Die niedrigsten Werte von PEI für die Nennleistung in kVA, die zwischen den in der Tabelle 4 aufgelisteten Leistungswerten liegen, werden durch lineare Interpolation errechnet.



Die niedrigsten zulässigen Werte des PEI-Index sind in der Verordnung auch für Trockentransformatoren vorgeschrieben, was aber an dieser Stelle nicht erwähnt wurde.

Informationen zum Produkt und zur CE-Kennzeichnung

Die Nennleistung, die Kurzschluss- und die Leerlaufverluste, sowie der Leistungswert des Stroms des Kühlsystems im Leerlauf müssen in der gesamten Produktdokumentation und auf dem Typenschild angegeben sein. Dort, wo dies anwendbar ist, müssen auch die Angaben zum Wert des PEI-Index und zur Leistung, für die dieser Wert erreicht wird, in der Dokumentation angegeben werden, sowie auch Informationen über die Masse aller Hauptbestandteile des Transformators. Bei Transformatoren mit Doppelspannung ist die höchste Leistung der Unterspannungswicklung hervorzuheben.

Seit dem 1. Juli 2015 müssen alle Transformatoren, die in Übereinstimmung mit den Anforderungen des Ökodesigns sind, eine klar hervorgehobene CE-Kennzeichnung als Konformitäts-Nachweis haben. Außerdem muss eine Konformitätserklärung über die Übereinstimmung mit den Anforderungen des Ökodesigns erteilt werden.

Končar - D&ST and Ecodesign

Den Entwicklungstrends auf dem Markt folgend und die Anforderungen der Kunden aus den vergangenen Jahren erfüllend, hat KONČAR - D&ST viel Arbeit in die Gestaltung und Entwicklung von Transformatoren mit erhöhter Effizienz investiert. Durch kontinuierliche Produktentwicklung sowie den Einsatz neuer Materialien und Technologien schafften wir es, alle Anforderungen des Ökodesign zu erfüllen. Schon jetzt erzeugen und liefern wir Transformatoren der ersten Stufe in Bezug auf das Ökodesign. In den vergangenen Jahren konnten wir erhebliche Mengen an Transformatoren für verschiedene Kunden in der EU liefern, die Verluste in Übereinstimmung mit dem Ökodesign und auch unter diesem Niveau gezeigt haben. Derzeit können wir auch Transformatoren mit einer höheren Effizienz (Stufe 2) entwerfen und produzieren, und auch in der Zukunft werden wir unseren Fokus auf die weitere Verringerung der Verluste legen.

Weitere Informationen über die Verordnung finden Sie unter: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32014R0548>

Končar – Verteil- und Spezialtransformatoren AG

Josipa Mokrovića 8
Postfach 100
10090 Zagreb
Kroatien
www.koncar-dst.hr



Gedruckt auf 100%-Recyclingpapier.

PC Medium Power Transformers
Phone: (+385 1) 371 3803
Fax: (+385 1) 379 4050
E-mail: sales.set@koncar-dst.hr

PC Distribution Transformers
Phone: (+385 1) 378 3722
Fax: (+385 1) 371 3858
E-mail: sales.dt@koncar-dst.hr

