

PRAVILNIK
O SADRŽINI ELABORATA O ENERGETSKOJ EFIKASNOSTI
ENERGETSKOG OBJEKTA I TEHNO-EKONOMSKE ANALIZE U SLUČAJU
KOMBINOVANE PROIZVODNJE TOPLOTNE I ELEKTRIČNE ENERGIJE U
ENERGETSKOM OBJEKTU

(„Sl. glasnik RS”, br. 137/2022)

I UVODNA ODREDBA

Član 1

Ovim pravilnikom propisuje se sadržaj elaborata o energetskoj efikasnosti za energetske objekte za proizvodnju električne energije, toplotne energije, postrojenja za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije koja imaju snagu 1 MW i više, koja kao gorivo koriste fosilna goriva i/ili biomasu i koriste se za obavljanje energetske delatnosti ili u industriji, kao i sistema i delova sistema za prenos i distribuciju električne energije, odnosno za distribuciju toplotne energije, kao i sadržaj tehno-ekonomske analize u slučaju kombinovane proizvodnje toplotne i električne energije u energetskom objektu.

II PRIMENA

Član 2

Ovaj pravilnik se primenjuje na nove i rekonstruisane energetske objekte iz člana 1. ovog pravilnika, a u skladu sa zakonom kojim se uređuje energetska efikasnost i racionalna upotreba energije i uredbom kojom se uređuju minimalni zahtevi energetske efikasnosti energetskih objekata.

III ENERGETSKI OBJEKTI ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE I ZA KOMBINOVANU PROIZVODNJU ELEKTRIČNE I TOPLOTNE ENERGIJE

Član 3

Elaborat o energetskoj efikasnosti za energetski objekat za proizvodnju električne energije i energetski objekat za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije, sadrži podatke o novom ili rekonstruisanom energetskom objektu za proizvodnju električne energije, kao i objektu za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije, sagorevanjem fosilnih goriva i to:

- 1) osnovne podatke o energetskom objektu;
- 2) podatke o osnovnom/alternativnom gorivu;
- 3) tehničko-tehnološki opis novog ili rekonstruisanog energetskog objekta za proizvodnju električne energije ili energetskog objekta za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije, sa izračunatim stepenom korisnosti;
- 4) u slučaju postrojenja za proizvodnju električne energije, tehno-ekonomsku analizu efekata povećanja stepena korisnosti energetskog objekta koji bi se ostvarili primenom kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije, ukoliko postoji toplotni konzum;

- 5) zaključak;
- 6) grafičku dokumentaciju.

Član 4

Osnovni podaci o energetskom objektu sadrže:

- 1) opšte podatke o energetskom objektu i mestu (grad, opština, adresa, katastarska parcela, katastarska opština, orijentacija iskazana po državnom koordinatnom sistemu);
- 2) osnovne funkcionalne, tehnološke i tehničke karakteristike energetskog objekta (tip/namena, blizina centra potrošnje i podaci o priključku na elektroenergetsку mrežu, način povezivanja na distributivnu mrežu toplotne energije i uslovi eksploatacije);
- 3) osnovne pokazatelje o ispunjenosti glavnih kriterijuma za izbor lokacije postrojenja.

Član 5

Podaci o osnovnom, alternativnom i potpornom gorivu sadrže, odnosno iskazuju:

- 1) vrstu fosilnog goriva (opis fosilnog goriva, donja toplotna moć, mogućnost korišćenja alternativnog goriva, opis alternativnog i potpornog goriva);
- 2) način snabdevanja fosilnim gorivom, udaljenost od resursa fosilnog goriva do lokacije energetskog objekta (način transporta goriva, način skladištenja i sl.);
- 3) cenu fosilnog osnovnog, alternativnog i potpornog goriva na lokaciji energetskog objekta;
- 4) dugoročnu analizu sigurnosti snabdevanja osnovnim, alternativnim i potpornim fosilnim gorivom.

Član 6

Tehničko-tehnološki opis novog ili opis rekonstruisanog energetskog objekta za proizvodnju električne energije, kao i postrojenja za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije, treba da sadrži detaljan opis izabranog rešenja prikazan odgovarajućim generalnim projektom ili idejnim projektom, izrađenim u skladu sa zakonom kojim se uređuje planiranje i izgradnja objekata.

Tehničko-tehnološki opis sadrži podatke neophodne za analizu i proračun energetskih parametara postrojenja i to:

- 1) instalisani kapacitet novog energetskog objekta ili postojećeg energetskog objekta predviđenog za rekonstrukciju;
- 2) tehničko-tehnološke i funkcionalne karakteristike novog ili rekonstruisanog energetskog objekta za proizvodnju električne energije ili energetskog objekta za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije;
- 3) karakteristične toplotne šeme novog energetskog objekta ili rekonstruisanog energetskog objekta;
- 4) potrošnju osnovnog, alternativnog i potpornog goriva novog energetskog objekta ili rekonstruisanog energetskog objekta;
- 5) stepen korisnosti u proizvodnji električne energije novog energetskog objekta ili rekonstruisanog energetskog objekta.

U slučaju energetskog objekta za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije, tehničko-tehnološki opis sadrži i:

- 1) stepen korisnosti proizvodnje električne energije u kombinovanoj proizvodnji;
- 2) ukupni stepen korisnosti kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije.

Član 7

Tehno-ekonomска анализа ефекта повећања енергетског степена корисности енергетског објекта који би се остварили применом комбиноване производње електричне и топлотне енергије, израђује се само у случају енергетског објекта за производњу електричне енергије, уколико постоји и топлотни конзум.

Tехно-економска анализа из става 1. овог члана за оцену енергетских и финансијских параметара енергетског објекта спроводи се поредећи изабрано варijантно решење енергетског објекта за случај производње електричне енергије у одвојеној производњи и варijантно решење енергетског објекта за комбиновану производњу електричне и топлотне енергије.

Pри техно-економској анализи из става 2. овог члана, узима се у обзир потенцијално коришћење произведене топлотне енергије у најближим јединицама локалне самоправе, односно градовима, за даљинско грејање, као и у најближим индустријским постројенима за подмirenje потреба за технолошком паром, топлом водом и/или топлотном енергијом за грејање.

Tехно-економска анализа се спроводи на основу:

- 1) величине топлотног конзума у најближим јединицама локалне самоправе односно градовима који имају систем даљинског грејања; величине топлотног конзума (потрошња технолошке паре, топле воде и топлотне енергије за грејање) у најближим индустријским постројенима;
- 2) уједначености топлотног конзума и дужина траjanje потрошње топлотне енергије у току године (профил дневне и ноћне потрошње топлотне енергије у току радне недеље и викenda, кумулативни диграм траjanja pojedinih оптерећења, број сати рада на годишnjem нивоу);
- 3) удаљености топлотног конзума од локације енергетског објекта;
- 4) прорачуна додатних инвестиционих трошкова и додатних трошкова погона и одрžavanja;
- 5) прорачуна додатних прихода у случају увођења комбиноване производње.

Закључак, у погледу оправданости примење комбиноване производње, изводи се поређењем финансијских параметара енергетског објекта за одвојenu производњу електричне енергије и енергетског објекта за комбиновану производњу електричне и топлотне енергије.

Član 8

Закључак elaborata о енергетској ефикасности за енергетски објекат за производњу електричне енергије и енергетског објекта за комбиновану производњу електричне и топлотне енергије, израђује се на основу спроведене анализе и прорачуна за оцену енергетских и финансијских параметара новог или реконструкције енергетског објекта и на основу захтева из прописа којим се уређују минимални захтеви енергетске ефикасности, тако да садржи:

- 1) поређење вредности степена корисности добијене пројектом или гаранцијским испитивањима за оцену енергетских параметара новог енергетског објекта или реконструисаног енергетског објекта са вредношћу степена корисности који се одређује у складу са прописом којим се уређују минимални захтеви енергетске ефикасности за одговарајући тип/врсту енергетског објекта за производњу електричне енергије;

2) tabelarno prikazane rezultate, na osnovu prethodno sprovedene tehno-ekonomske analize i proračuna, sa nedvosmislenim zaključkom u pogledu opravdanosti primene potencijalnog rešenja kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije, u odnosu na odvojenu proizvodnju električne energije;

3) zaključnu rečenicu kojom se potvrđuje da će planirani stepen korisnosti energetskih objekta biti jednak ili veći od vrednosti propisane uredbom kojom se utvrđuju minimalni zahtevi energetske efikasnosti koje moraju da ispunjavaju novi i rekonstruisani energetski objekti.

IV SISTEM ZA PRENOS I DISTRIBUCIJU ELEKTRIČNE ENERGIJE

Član 9

Elaborat o energetskoj efikasnosti sistema ili delova sistema za prenos i distribuciju električne energije, izrađuje se na osnovu:

- 1) podataka o energetskom transformatoru (nominalni gubici u praznom hodu, gubici pri nominalnom opterećenju transformatora i podaci o naponu kratkog spoja transformatora);
- 2) podataka o opterećenju transformatora i očekivanim gubicima električne energije;
- 3) podataka o nadzemnim i podzemnim vodovima;
- 4) podataka o lokaciji energetskog objekta - situacioni plan energetskog objekta sa položajem objekata u neposrednom okruženju.

Član 10

Tehnički i drugi zahtevi za proračune energetskih svojstava sistema iz člana 9. ovog pravilnika, utvrđeni su srpskim standardima i sadržani u Prilogu 1. - Verifikacija energetskih performansi energetskog objekta, koji je odštampan uz ovaj pravilnik i čini njegov sastavni deo.

Član 11

Elaborat o energetskoj efikasnosti sistema ili delova sistema za prenos i distribuciju električne energije sadrži:

- 1) podatke iz člana 9. ovog pravilnika;
- 2) tehnički opis primenjenih tehničkih mera i rešenja u projektu usklađenih sa ovim pravilnikom i to:
 - (1) izbor parametara energetskih transformatora,
 - (2) izbor parametara dalekovoda,
 - (3) izbor parametara (elektro) energetskih kablova;
- 3) proračune sadržane u Prilogu 2. - Metodologija proračuna godišnjih gubitaka u energetskom transformatoru, koji je odštampan uz ovaj pravilnik i čini njegov sastavni deo, kojima se potvrđuje da projektovano postrojenje ispunjava zahteve iz propisa kojim se uređuju minimalni zahtevi energetske efikasnosti.

V ENERGETSKI OBJEKTI ZA PROIZVODNJU I DISTRIBUCIJU TOPLITNE ENERGIJE

Član 12

Elaborat o energetskoj efikasnosti novog energetskog objekta i rekonstruisanog energetskog objekta za proizvodnju i distribuciju toplotne energije sadrži:

- 1) podatke za određivanje energetske efikasnosti energetskog objekta za proizvodnju i distribuciju toplotne energije;
- 2) definisanje energetski efikasnih rešenja energetskog objekta za proizvodnju i/ili distribuciju toplotne energije, tako da energetska efikasnost energetskog objekta za proizvodnju toplotne energije i energetska efikasnost sistema za distribuciju toplotne energije zadovoljava zahteve iz propisa kojima se uređuje minimalni zahtevi energetske efikasnosti;
- 3) analizu koristi i troškova za energetski efikasna rešenja;
- 4) tehnno-ekonomsku analizu povećanja energetskog stepena korisnosti energetskog objekta koji bi se ostvario korišćenjem kombinovane proizvodnje toplotne i električne energije.

Član 13

Elaborat o energetskoj efikasnosti novog energetskog objekta i rekonstruisanog energetskog objekta za proizvodnju i distribuciju toplotne energije, pored podataka iz člana 12. ovog pravilnika, sadrži i sledeće elemente:

- 1) Prikaz konzuma toplotne energije, uključujući:
 - (1) vrstu kupaca (domaćinstva, javni objekti, industrija);
 - (2) prostorni položaj energetskog objekta za proizvodnju toplotne energije i kupaca;
 - (3) dijagram trajanja spoljnih temperatura vazduha tokom grejnog perioda;
 - (4) dijagram trajanja snage potrošnje toplotne energije (dati posebne dijagrame za toplotnu energiju za grejanje, toplotnu energiju za pripremu sanitarno tople vode i potrošnju tehnološke pare);
 - (5) dijagram zavisnosti temperature vode za grejanje od spoljne temperature na ulazu i izlazu toplotno-razmenjivačkih stanica kod kupaca, temperaturu vode za pripremu sanitarno tople vode, pritisak i temperaturu tehnološke pare koja se iz energetskog objekta za proizvodnju šalje kupcu i pritisak, temperaturu i protok kondenzata koji se od kupaca vraća u postrojenje za proizvodnju toplotne energije;
 - (6) časovne promene srednje i maksimalne snage potrošnje toplotne energije u toku nedelju dana.
- 2) Tehnički i tehnološki prikaz energetskog objekta i procesa za proizvodnju i distribuciju toplotne energije do kupaca, uključujući sledeće elemente ukoliko su primenjivi:
 - (1) karakteristike goriva (vrsta goriva, toplotna moć, sadržaj sumpora);
 - (2) tehnologiju pripreme goriva za sagorevanje, karakteristike gorionika i procesa sagorevanja;
 - (3) godišnje emisije praškastih materija, sumpornih i azotnih oksida i ugljen dioksida;

(4) topotnu šemu energetskog objekta za proizvodnju topotne energije sa projektnim parametrima procesa za rad na nominalnom i delimičnim opterećenjima;

(5) konfiguraciju topovodne mreže za distribuciju topotne energije sa sledećim podacima:

- dužine, unutrašnji i spoljni prečnici topovoda i karakteristike izolacije,

- mesta energetskog objekta, vrste topotno-razmenjivačkih stаница (indirektna ili direktna veza), vrste razmenjivača topotne energije (dobošasti sa cevnim snopom ili pločasti) i površine za razmenu topotne energije,

- mesta postrojenja, radne i hidrauličke karakteristike pumpnih stаница;

(6) regulacija distribucije topotne energije (kvalitativno temperaturom zagrejane vode, kvantitativno protokom zagrejane vode ili kombinacijom ova dva načina).

3) Energetske indikatore za period grejne sezone: energiju goriva na ulazu u postrojenje za proizvodnju topotne energije, količinu proizvedene topotne energije koja se predaje sistemu za distribuciju topotne energije, količinu topotne energije koja se u topotno-razmenjivačkim stanicama predaje kupcima u toku grejne sezone, energetsku efikasnost energetskog objekta za proizvodnju topotne energije i energetska efikasnost energetskog objekta za distribuciju topotne energije.

4) Pri gradnji novog energetskog objekta ili rekonstrukciji postojećeg energetskog objekta za proizvodnju topotne energije, treba prikazati i druga rešenja za obezbeđenje topotne energije i tehnološke pare koja su moguća na razmatranoj lokaciji energetskog objekta, kao što su: korišćenje otpadne topotne energije iz industrije, sagorljivog gradskog otpada ili obnovljivih izvora energije. Pri gradnji novog energetskog objekta za proizvodnju samo topotne energije, treba dostaviti analizu postrojenje za kombinovanu proizvodnju topotne i električne energije sa istim gorivom koje se koristi pri odvojenoj proizvodnji topotne energije.

5) Analizu troškova i koristi koju treba sprovesti za sva moguća efikasna rešenja proizvodnje i/ili distribucije topotne energije koristeći metod neto sadašnje vrednosti.

Analizu troškova i koristi koju treba sprovesti za period eksploatacije koji obuhvata sve troškove i koristi, tako što je očekivani period eksploatacije sistema za distribuciju topotne energije 30 godina, a za kotlovska postrojenja 20 godina.

Analizu troškova i koristi koja obuhvata:

(1) korist od proizvodnje topotne energije i korist od kombinovane proizvodnje topotne i električne energije ili druge oblike koristi koje je moguće vrednovati, na primer korist od zaštite životne sredine;

(2) troškove koji se odnose na:

- investicije u energetski objekat i opremu,
- investicije u pripadajuću energetska infrastrukturu,
- varijabilne i fiksne operativne troškove,
- troškove za energiju,
- troškove za zaštitu životne sredine.

U okviru analize troškova i koristi, treba sprovesti analize osetljivosti na cenu energije, diskontne stope, troškove investicija i druge parametre koji mogu imati uticaj na isplativost projekta.

Član 14

Pri gradnji novog sistema ili dela sistema, odnosno rekonstrukciji postojećeg sistema ili dela sistema za distribuciju toplotne energije, energetska efikasnost se određuje i dostavlja samo za deo sistema koji se gradi ili rekonstruiše.

VI ZAVRŠNA ODREDBA

Član 15

Ovaj pravilnik stupa na snagu osmog dana od dana objavljivanja u "Službenom glasniku Republike Srbije".

Prilog 1.

VERIFIKACIJA ENERGETSKIH PERFORMANSI ENERGETSKIH OBJEKATA

Tabela 1. Ključni standardi za izbor energetskog transformatora

Oznaka standarda	Opis standarda-primena
SRPS EN 60076-1:2012	Energetski transformatori - Deo 1: Opšte
SRPS EN 60076-11:2008 SRPS N.H1.018	Energetski transformatori - Deo 11: Sivi energetski transformatori
Serija standarda EN ili IEC 60076	Serija standarda za energetske transformatore
SRPS EN 50464-1	Trofazni distributivni transformatori 50 Hz potopljeni u ulje, od 50 kVA do 2 500 kVA, sa najvećim naponom opreme koji ne prelazi 36 kV - Deo 1: Opšti zahtev

Tabela 2. Ključni standardi za izbor energetskih kablova

SRPS N.C0.501	Proizvodnja i transport kablova, provodnika i žica. Termini, definicije i oznake mera
SRPS HD 603 S1:2009	Distributivni kablovi naznačenog napona 0,6/1 kV
SRPS IEC 60502-1:2013	Energetski kablovi sa ekstrudovanom izolacijom i priborom za naznačene napone od 1 kV ($Um = 1,2 \text{ kV}$) do 30 kV ($Um = 36 \text{ kV}$) - Deo 1: Kablovi za naznačene napone od 1 kV ($Um = 1,2 \text{ kV}$) do 3 kV ($Um = 3,6 \text{ kV}$)
SRPS IEC 60502-4:2013	Energetski kablovi sa ekstrudovanom izolacijom i priborom za naznačene napone od 1 kV ($Um = 1,2 \text{ kV}$) do 30 kV ($Um = 36 \text{ kV}$) - Deo 4: Zahtevi za ispitivanje pribora za kablove za naznačene napone od 6 kV ($Um = 7,2 \text{ kV}$) do 30 kV ($Um = 36 \text{ kV}$)
SRPS HD 620 S2:2011	Distributivni kablovi sa ekstrudovanom izolacijom za naznačeni napon od 3,6/6 (7,2) kV do i uključujući 20,8/36 (42) kV
SRPS IEC 60502:1998	Energetski kablovi sa ekstrudovanim punim dielektrikom za nazivne napone od 1 kV do 30 kV - (Identičan sa IEC 60502:1994)

SRPS IEC 60502-1:2013	Energetski kablovi sa ekstrudovanom izolacijom i priborom za naznačene napone od 1 kV ($Um = 1,2 \text{ kV}$) do 30 kV ($Um = 36 \text{ kV}$) - Deo 1: Kablovi za naznačene napone od 1 kV ($Um = 1,2 \text{ kV}$) do 3 kV ($Um = 3,6 \text{ kV}$)
SRPS IEC 60502-2:2014	Energetski kablovi sa ekstrudovanom izolacijom i priborom za naznačene napone od 1 kV ($Um = 1,2 \text{ kV}$) do 30 kV ($Um = 36 \text{ kV}$) - Deo 2: Kablovi za naznačene napone od 6 kV ($Um = 7,2 \text{ kV}$) do 30 kV ($Um = 36 \text{ kV}$)
SRPS IEC 60055-1:2013	Kablovi sa izolacijom od papira i metalnim plaštom, za naznačene napone do 18/30 kV (sa bakarnim i aluminijumskim provodnicima, isključujući kablove punjene gasom pod pritiskom i kablove punjene uljem) - Deo 1: Ispitivanje kablova i njihovih pribora;
SRPS IEC 60055-2:2013	Kablovi sa izolacijom od papira i metalnim plaštom, za naznačene napone do 18/30 kV (sa bakarnim i aluminijumskim provodnicima, isključujući kablove punjene gasom pod pritiskom i kablove punjene uljem) - Deo 2: Opšti zahtevi i zahtevi za konstrukciju
SRPS IEC 60055-1:2013	Kablovi sa izolacijom od papira i metalnim plaštom, za naznačene napone do 18/30 kV (sa bakarnim i aluminijumskim provodnicima, isključujući kablove punjene gasom pod pritiskom i kablove punjene uljem) - Deo 1: Ispitivanje kablova i njihovih pribora;
SRPS IEC 60840:2013	Energetski kablovi sa ekstrudovanom izolacijom i priborom za naznačene napone iznad 30 kV ($Um = 36 \text{ kV}$) do 150 kV ($Um = 170 \text{ kV}$) - Metode ispitivanja i zahtevi
SRPS IEC 62067:2020	Energetski kablovi sa ekstrudiranim izolacijom i njihov pribor naznačenih napona iznad 150 kV ($Um = 170 \text{ kV}$), pa do 500 kV ($Um = 550 \text{ kV}$) - Metode ispitivanja i zahtevi
SRPS IEC 60287-1-1:2013	Električni kablovi - Proračun strujnog opterećenja - Deo 1-1: Jednačine za strujno opterećenje (100 % faktor opterećenja) i proračun gubitaka - Opšte;
SRPS IEC 60287-1-2:2013	Električni kablovi - Proračun strujnog opterećenja - Deo 1: Jednačine za strujno opterećenje (100 % faktor opterećenja) i proračun gubitaka - Odeljak 2: Faktori gubitaka na plaštu usled vrtložne struje za dva strujna kola pri polaganju kablova u ravnini
SRPS IEC 60287-1-3:2013	Električni kablovi - Proračun strujnog opterećenja - Deo 1-3: Jednačine za strujno opterećenje (100 % faktor opterećenja) i proračun gubitaka - Raspodela struje između paralelnih jednožilnih kablova i proračun cirkulacionih gubitaka
SRPS IEC 60287-2-1:2013	Električni kablovi - Proračun strujnog opterećenja - Deo 2-1: Toplotna otpornost - Proračun topotopne otpornosti
SRPS IEC 60287-2-2:2013	Električni kablovi - Proračun strujnog opterećenja - Deo 2: Toplotna otpornost - Odeljak 2: Metoda za proračun redukcionog faktora za grupu kablova postavljenih slobodno u vazduhu, zaštićenih od sunčevog zračenja
SRPS IEC 60287-3-1:2013	Električni kablovi - Proračun strujnog opterećenja - Deo 3-1: Odeljci o radnim uslovima - Referentni radni uslovi i izbor tipa kabla
SRPS IEC 60287-3-2:2013	Električni kablovi - Proračun strujnog opterećenja - Deo 3-2: Odeljci o radnim uslovima - Optimizacija veličine energetskog kabla sa aspekta ekonomičnosti
SRPS IEC 60853-2:2013	Proračun vrednosti ciklične struje i struje preopterećenja u kablovima - Deo 2: Vrednost cikličnog faktora za kablove napona viših od 18/30 (36) kV, a u slučaju preopterećenja u kablovima za sve vrednosti napona
SRPS IEC/TR 62095:2020	Električni kablovi - Proračun strujnog opterećenja - Metoda konačnih elemenata
SRPS IEC 61443:2013	Temperaturne granice kratkog spoja za električne kablove naznačenih napona iznad 30 kV ($Um = 36 \text{ kV}$);

SRPS IEC 60183:2008	Uputstvo za izbor visokonaponskih kablova
SRPS IEC 61914:2016	Kabloske obujmice za električne instalacije

Tabela 3. Gubici i struje praznog hoda uljnih ETUn ≤ 24 kV klase C0Bk prema standardu SRPS EN 50464-1

Snaga (kVA)	P _o (W)	P _{cu} (W)	I _o (%)
50	125	875	1,5
100	210	1475	1,1
160	300	2000	1
250	425	2750	0,9
400	610	3850	0,8
630	860	5400	0,7
1000	1100	9500	0,5

Gubici praznog hoda P_o odnose se na naznačeni napon i naznačenu frekvenciju 50 Hz.

Gubici zbog opterećenja P_{cu} odnose se na glavni izvod (srednji položaj regulatora) i referentnu temperaturu 75°C.

Struja praznog hoda I_o odnosi se na naznačeni napon, naznačenu frekvenciju 50 Hz i glavni izvod.

Tabela 4. Gubici i struje praznog hoda suvih ET sa zalivenim aluminijumskim namotajima prema standardu EN HD 538

Snaga (kVA)	Un≤12kV			Un≤24kV 10/0,42kV		
	P _o (W)	P _{cu} (W)	I _o (%)	P _o (W)	P _{cu} (W)	I _o (%)
400	1150	4900	1,5	1200	5500	1,5
630	1370	7600	1,3	1650	7800	1,3
1000	2000	10 000	1,2	2300	11000	1,2

Gubici praznog hoda P_o odnose se na naznačeni napon i naznačenu frekvenciju 50 Hz.

Gubici zbog opterećenja PCu odnose se na glavni izvod i referentnu temperaturu 120 °C (SRPS EN 60076-11).

Struja praznog hoda I_o odnosi se na naznačeni napon, naznačenu frekvenciju 50 Hz i glavni izvod. Merenje struje praznog hoda vrši se posle završenih dielektričnih ispitivanja.

Tabela 5. Gubici i struje praznog hoda za transformatore čiji naznačeni napon primera iznosi 35 kVUn ≤ 36 kV klase C036Ck36 prema standardu SRPS EN 50464-1

Snaga (kVA)	P _o (W)	P _{cu} (W)
50	230	1450
100	380	2350
160	520	3350

250	780	4250
400	1120	6000
630	1450	8800
1000	2000	13000

Prilog 2.

METODOLOGIJA PRORAČUNA GODIŠNJIH GUBITAKA U ENERGETSKOM TRANSFORMATORU

Godišnja energija gubitaka u transformatoru usled praznog hoda računa se prema izrazu 2.1.

$$W_{ph} = P_0 \times 8760 \quad (2.1)$$

Godišnja energija gubitaka u transformatoru usled opterećenja računa se prema izrazima 2.2. i 2.3.

$$W_{ks} = P_k \times LLF \times 8760 \quad (2.2)$$

$$LLF = \frac{\sum_{i=1}^T P_i^2}{TP_{max}^2} \quad (2.3)$$

W_{ph} - godišnja energija gubitaka usled praznog hoda (kWh)

W_{ks} - godišnja energija gubitaka usled opterećenja (kWh)

W_{sp} - godišnja energija za sopstvenu potrošnju postrojenja (kWh)

P_0 - snaga gubitaka praznog hoda transformatora (kW)

P_k - snaga gubitaka usled opterećenja pri nominalnom opterećenju transformatora (kW)

LLF - faktor maksimalnih gubitaka

8760 - broj sati u godini

T - broj vremenskih intervala za koje postoje merenja u toku godine