

Starkströmsanläggningar med nominell spänning överstigande 1 kV AC

Power installations exceeding 1 kV AC

Som svensk standard för starkströmsanläggningar med nominell spänning överstigande 1 kV växelspanning gäller följande av CENELEC utarbetade harmoniseringsdokument:

HD 637 S1, Power installations exceeding 1 kV AC.

Denna svenska standard består av en översättning CENELECs harmoniseringsdokument HD 637 S1 inklusive bilagor t o m bilaga R och med de i bilagorna S och T angivna i Sverige gällande särskilda nationella förhållandena och nationella avvikelserna införda i texten och markerade med ram.

De i bilagorna S och T för andra länder angivna särskilda nationella förhållanden och nationella avvikelser ingår inte i den svenska standarden. Kopior av dessa bilagor kan vid behov beställas hos SEK.

Utgåva 2 är en uppdatering av utgåva 1 som innehåller ett antal redaktionella rättelser, tillägget T1 (två anmärkningar på sidan 40) samt tillbakadragande av några svenska avvikelser som inte längre är aktuella efter att nya starkströmsföreskrifter kommit ut.

Tidigare fastställd svensk standard SS 421 01 01, utgåva 1, 1999, gäller ej fr o m 2004-07-01.

Förord

Detta harmoniseringsdokument (HD) har utarbetats av CENELECs tekniska kommitté TC 99X, Starkströmsanläggningar med högre spänning än 1000 V AC (1500 V DC).

Underlaget till detta dokument har varit föremål för formell röstning och fastställdes av CENELEC 1999-01-10 som HD 637 S1.

Under arbetets gång har förslaget till standard tidigare betecknats prEN 50179 och med denna beteckning refererats till i ett antal europastandarder, bland annat EN 50110-1 (SS-EN 50110-1, utg 1, 1997).

Avsikten med detta harmoniseringsdokument är att, på ett praktiskt sätt, tillhandahålla allmänna fordringar för konstruktion och uppförande av elektriska starkströmsanläggningar för system med systemspänningar över 1 kV AC.

Som grund för denna standard ligger ett större antal nationella lagar och internationella regler inom området, vilka har utgjort utgångspunkten för detta arbete.

I denna standard och dess normativa och informativa bilagor beskrivs de anläggningsegenskaper som under givna förutsättningar motsvarar en för alla CENELEC-länder gemensam miniminivå. Dessa egenskaper säkerställer en godtagbar tillförlitlighet och säker drift.

Underlaget för denna standard, HD 637, innehåller även informativa bilagor med A-avvikelser samt normativa bilagor med särskilda nationella förhållanden och nationella föreskrifter (delar av nationella standarder, specifikationer eller tillämpningar). Dessa bilagor identifierar och beskriver, där så är nödvändigt, hur de i standarden givna fordringarna kräver justeringar för att ta hänsyn till nationell lagstiftning och/eller lokala miljöförhållanden. Bilagorna kan erhållas från SEK. Endast de svenska avvikelserna är införda i den svenska standardtexten.

Svenska avvikelser är införda i texten och markerade med en ram på samma sätt som detta stycke.

Det här föreliggande dokumentet är avsett att vara ett första avgörande steg mot en successiv sammansmältning i Europa av olika tillämpningar vid konstruktion och uppbyggnad av starkströmsanläggningar.

Bilagor betecknade ”normativ” är en del av standarden. Bilagor betecknade ”informativ” är endast avsedda som information. I denna standard är bilagorna A t o m G normativa och bilagorna H t o m R informativa. Bilaga S innehåller A-avvikelser, bilaga T speciella nationella förhållanden (SNC). De för Sverige gällande avvikelserna från bilagorna S och T är inarbetade i texten.

Innehåll

1	Omfattning och normativa hänvisningar.....	7
1.4	Normativa referenser	8
2	Definitioner	11
2.1	Allmänna definitioner	11
2.2	Anläggningar	11
2.3	Olika slag av anläggningar	12
2.4	Säkerhetsåtgärder mot elchock.....	12
2.5	Avstånd.....	13
2.6	Styrning och kontroll	13
2.7	Jordning.....	13
3	Grundläggande fordringar	21
3.1	Elektriska fordringar	21
3.2	Mekaniska fordringar	22
3.3	Klimatiska förhållanden och omgivningsförhållanden.....	23
3.4	Särskilda fordringar	25
4	Isolation.....	26
4.1	Val av isolationsnivå	26
4.2	Kontroll av hållspänningsvärden.....	27
4.3	Minimiavstånd för spänningsförande delar.....	27
4.4	Minimiavstånd mellan delar under speciella förhållanden.....	30
4.5	Provade anslutningszoner	30
5	Utrustning	31
5.1	Gemensamma regler	31
5.2	Särskilda fordringar	31
6	Anläggningar	36
6.1	Allmänna fordringar	36
6.2	Anläggningar av öppet utförande utomhus.....	38
6.3	Inomhusanläggningar av öppet utförande.....	40
6.4	Montage av fabriksstillverkade, typprovade kapslade ställverk	41
6.5	Fordringar för byggnader	42
6.6	Prefabricerade nätstationer för högspänning / lågspänning.....	45
6.7	Stolpanläggningar	45
7	Säkerhetsåtgärder.....	51
7.1	Skydd mot direkt beröring.....	51
7.2	Skydd mot indirekt beröring.....	53
7.3	Skydd vid arbete på elektriska anläggningar	53
7.4	Skydd mot faror på grund av ljusbågsfel	55

7.5	Skydd mot direkta blixtnedslag	55
7.6	Skydd mot brand	56
7.7	Skydd mot läckage av isolervätska och SF ₆	59
7.8	Identifiering och märkning	61
8	Hjälpssystem och kontrollanläggningar	66
8.1	Övervaknings- och styrsystem	66
8.2	Matningskretsar för likström och växelström	66
8.3	Tryckluftssystem	67
8.4	Anläggningar för hantering av SF ₆ -gas	68
8.5	Grundregler för elektromagnetisk kompatibilitet i kontrollanläggning	68
9	Jordningssystem	71
9.1	Ändamål	71
9.2	Dimensionering av jordningssystem vid kraftfrekvens	71
9.3	Utförande av jordningssystem	75
9.4	Gemensamt jordningssystem för hög- och lågspänningssystem	76
9.5	Jordningsåtgärder mot verkningar av åska	77
9.6	Mätningar för och på jordningssystem	77
9.7	Anläggningsbesiktning och dokumentation av jordningssystem	77
9.8	Allmänna regler för kontroll och övervakning av jordningssystem	78
10	Besiktning och provning före anläggningsövertagande	80
Bilaga A (normativ)	Materialval samt minsta dimensioner för jordelektrosmateriel med hänsyn till mekanisk hållfasthet och korrosionsresistens	81
Bilaga B (normativ)	Driftströmsberäkning för jordtagsledare och jordelektrod	82
Bilaga C (normativ)	Beröringsspänning samt ström genom kroppen	86
C.1	Ekvivalens mellan beröringsspänning och ström genom kroppen	86
C.2	Med hänsyn till tilläggsresistanser	88
Bilaga D (normativ)	Beskrivning av de fastlagda åtgärderna M	91
M 1	Fastlagda specificerade åtgärder för ytterväggar på byggnader med inomhusinstallationer	91
M 2	Fastlagda specificerade åtgärder för yttre inhägnader vid utomhusanläggningar	91
M 3	Fastlagda specificerade åtgärder i anläggningar inomhus	92
Bilaga E (normativ)	Åtgärder på jordningssystem för att minska verkningarna av högfrekventa störningar	93
Bilaga F (normativ)	Detaljerade åtgärder för jordning av utrustningar och anläggningar	94
F.1	Inhägnader omkring transformatorstationer	94
F.2	Rör	94
F.3	Järnvägsräls	94
F.4	Stolpmonterade transformator- och /eller kopplingsanläggningar	94
F.5	Mättransformatorers sekundärkretsar	95
Bilaga G (normativ)	Mätning av beröringsspänningar	96
Bilaga H (informativ)	Metoder för skydd mot direkta blixtnedslag	97

H.1	Blixtfångande linor	97
H.2	Åskledarspetsar	97
Bilaga J (informativ)	Reduktionsfaktorer relaterade till luftledningars jordledare och jordkablar metallmantlar	99
J.1	Allmänt	99
J.2	Karakteristiska värden för reduktionsfaktorer för luftledningar och kablar (50 Hz)	100
Bilaga K (informativ)	Grunder för utförande av jordningssystem	101
K.1	Markresistivitet	101
K.2	Resistans till jord	101
Bilaga L (informativ)	Installation av jordelektroder och jordtagsledare	105
L1	Installation av jordelektroder	105
L.2	Installation av jordtagsledare	105
Bilaga M (informativ)	Approximativa formler för enkla jordningssystem: Lämpliga avstånd för att undvika farliga spänningar	107
Bilaga N (informativ)	Mätningar för och på jordningssystem	108
N.1	Mätning av markresistiviteten	108
N.2	Mätning av resistanser och impedanser till jord	108
N.3	Bestämning av jordpotentialstegring	109
N.4	Eliminering av för jordningsmätningar påverkande eller störande spänningar	110
Bilaga P (informativ)	Anvisningar för besiktning och dokumentation av jordningssystem	112
Bilaga Q (informativ)	Exempel för kontroll av att anläggningens utförande är korrekt med avseende på tillåtna beröringsspänningar	113
Bilaga R (informativ)	Användning av stålarmring i betong för jordningsändamål	114

Figurer

Figur 2.1	Exempel på ytpotentialprofilen och för spänningarna i händelse av strömförande jordelektrod	17
Figur 2.2	Exempel på strömmar, spänningar och resistanser vid ett jordfel i en transformatorstation med lågimpedansjordad neutralpunkt	18
Figur 2.3	Grundläggande delkomponenter av jordfelsströmmar i högspänningssystem	20
Figur 6.1	Skydd mot direkt beröring genom skärmar/hinder inom inhägnade driftrum (mått i mm)	46
Figur 6.2	Gränsavstånd och minimihöjd för yttre inhägnaden (mått i mm)	47
Figur 6.3	Minimihöjder och säkerhetsavstånd inom inhägnat driftrum (mått i mm)	48
Figur 6.4	Närhet till byggnader inom inhägnade driftrum (mått i mm)	49
Figur 6.5	Minsta närhetsavstånd för transport (mått i mm)	50
Figur 7.1	Skiljeväggar mellan transformatorer	62
Figur 7.2	Brandskydd mellan transformator och byggnad	63
Figur 7.3	Oljegrop med integrerad uppsamlingstank	64
Figur 7.4	Oljegrop med separat uppsamlingstank	64
Figur 7.5	Oljegrop med integrerad gemensam uppsamlingstank	65
Figur 7.6	Exempel med liten transformator utan stenbädd eller uppsamlingstank	65
Figur 9.1	Tillåten beröringsspänning U_{TP} vid begränsad inkopplingstid	78

Figur 9.2	Uppbyggnad av jordningssystem, som ej är en del av ett utbrett jordsystem, (C1) med hänsyn till tillåten beröringsspänning U_{Tp} genom kontroll av jordpotentialstegring U_E eller beröringsspänningen U_T	79
Figur B.1	Strömtätheten vid kortslutning G för jordtagsledare och jordelektrod i förhållande till jordfelsströmens fränkopplingstid t_F	83
Figur B.2a	Kontinuerlig ström I_D för jordtagsledare med cirkulärt tvärsnitt (A)	84
Figur B.2b	Kontinuerlig ström I_D för jordtagsledare med kvadratisk rektangulärt tvärsnitt i förhållande till produkten av tvärsnitt och profilomkrets ($A*s$)	85
Figur C.1	Beröringskretsens schema	88
Figur C.2	Exempel på kurvor $U_{STp} = f(t)$ för olika tilläggsresistanser $R_a = R_{a1} + R_{a2}$	90
Figur H.1	Enkel blyxtfångande lina	97
Figur H.2	Två blyxtfångande linor	98
Figur H.3	Enkel åskledarspets	98
Figur H.4	Två åskledarspetsar	98
Figur K.1	Resistans till jord för horisontella jordelektroder (gjorda av band, runda profiler eller flertrådiga ledare) för räta eller ringformade utföranden i homogen mark	102
Figur K.2	Resistansen till jord för jordelektrodspekt, vertikalt neddrivet i homogen jord.....	103
Figur K.3	Typiska värden för resistansen till jord från kablar med en jordelektrodseffekt som beror på kabelns längd samt markresistiviteten	104
Figur N.1	Exempel på bestämningen av impedansen till jord genom starkströmsmetoden.....	111
Figur Q.1	Angreppssätt avseende felströmmens returströmbana i speciella fall	113

Tabeller

Tabell 1	Minimivstånd i luft i spänningsområde A ($1 \text{ kV} < U_m < 52 \text{ kV}$).....	28
Tabell 2	Minimivstånd i luft i spänningsområde B ($52 \text{ kV} \leq U_m < 300 \text{ kV}$).....	29
Tabell 3	Minimivstånd i luft i spänningsområde C ($U_m \geq 300 \text{ kV}$)	30
Tabell 4	Riktvärden för avstånd runt transformatorer	56
Tabell 5	Tillämpliga strömmar för dimensionering av jordningssystem	73
Tabell 6	Fordringar för gemensamma jordningssystem för matning av lågspänningsanläggningar utanför jordningssystem för högspänning.....	77
Tabell B.1	Materialkonstanter	82
Tabell B.2	Faktorer för omvandling av kontinuerlig ström från 300 °C sluttemperatur till annan sluttemperatur... 83	83
Tabell C.1	Tillåtet värde på en ström genom kroppen I_B beroende på strömmens varaktighet t_F	86
Tabell C.2	Total kroppsimpedans Z_B relaterad till beröringsspänningen U_T för en strömbana hand till hand eller hand till fot	87
Tabell C.3	Beräknade värden för tillåten beröringsspänning U_{Tp} som funktion av felets bortkopplingstid t_F	87
Tabell C.4	Antaganden för beräkningar med tilläggsresistanser	89
Tabell D.1	Förutsättningar för användningen av fastlagda specificerade åtgärder M för att säkerställa tillåtna beröringsspänning U_{Tp} (se figur 9.1).....	91
Tabell K.1	Markresistiviteter för växelström (storleksordningar uppmätta upprepade gånger).....	101

1 Omfattning och normativa hänvisningar

1.1 Denna standard innehåller fordringar för konstruktion och installation av elektriska starkströmsanläggningar i system med nominella spänningar överstigande 1 kV växelström, för att sörja för säkerhet och riktig funktion vid avsedd användning.

För denna standards tolkning anses följande vara elektrisk starkströmsanläggning:

a) Transformatorstation

Driftrum med ställverk och/eller transformatorer i överförings- eller distributionsnät. Även kopplingsutrustning och/eller transformator placerad utanför driftrum betraktas som anläggning.

b) Kraftstation

Anläggningen omfattar generatorer och transformatorer med tillhörande kopplingsutrustningar och elektriska kontrollsystem. Förbindningar mellan stationer på olika platser är undantagna.

c) Elektriskt system i fabrik, industrianläggning eller annat industriellt eller kommersiellt område inklusive jordbruk och offentlig byggnad.

Förbindelse mellan driftrum eller transformatorstationer anses vara del av anläggningen utom där sådan förbindelse utgör del av överförings- eller distributionsnät.

Starkströmsanläggning innefattar bl a följande utrustning:

- generatorer, motorer och andra roterande maskiner
- kopplingsutrustningar
- transformatorer
- strömriktare
- kablar
- kraftledning
- installationsledning
- batterier
- kondensatorer
- jordningssystem
- byggnader och inhägnader som är del av driftrum
- tillhörande kontrollutrustning.

1.2 Denna standard gäller inte för konstruktion och installation av:

- luftledning och jordkablar mellan skilda anläggningar
- elektriska järnvägar (utom transformatorstationen som matar systemet)
- utrustning och installationer i gruvor (utom dagbrott)
- anläggningar för urladdningslampor
- anläggningar på fartyg eller offshoreanläggningar
- elektrostatisk utrustning
- anläggningar på provplatser
- medicinsk utrustning, t ex röntgenapparater.

1.3 Denna standard gäller inte fabrikstillverkad, typprovd kopplingsutrustning för vilken det finns särskilda standarder från IEC eller CENELEC.

1.4 Normativa hänvisningar

Denna standard innehåller genom daterade eller odaterade hänvisningar uppgifter angivna i andra publikationer. Dessa normativa hänvisningar anges på tillämpliga ställen i texten och publikationerna anges nedan. I fråga om daterade hänvisningar gäller senare tillägg till eller omarbetningar av någon av dessa publikationer för denna standard endast när de införts i denna genom tillägg eller omarbetning. I fråga om icke daterade hänvisningar gäller den senaste utgåvan av publikationen ifråga.

SS 421 01 66	Mekanisk dimensionering av utomhusställverk (referens i svensk avvikelse)
SS 421 01 67	Dimensionering av utomhusställverk – Vind- och islaster (referens i svensk avvikelse)
SS 421 01 68 + IEC 60909	Kortslutningsström i trefas växelströmsnät – Beräkningsmetoder (HD 533) (IEC 60909, ändrad)
SS 421 05 01	Standardspänningar för överföring och distribution av elenergi (HD 472) (IEC 60038, ändrad)
SS 424 14 07	Kraftkablar - Egenskaper vid kortslutning
SS 424 14 75	Kablar - Provning av egenskaper vid brand: – Provning av brandegenskaper vid vertikal brandspridning för en ensam isolerad ledare eller kabel (EN 50265-serien) – Provning av brandegenskaper vid vertikal brandspridning för vertikalt förlagda grupper av isolerade ledare eller kablar (EN 50266-serien) – Provning av gaser från förbränning av material i kablar (EN 50267-serien) – Mätning av röktäthet (EN 59268-serien)
SS 436 40 00	Elinstallationer i byggnader - Utförande av elinstallationer för lågspänning
SS-EN 50014*	Explosionsskyddad elektrisk materiel – Allmänna fordringar
SS-EN 50015*	Explosionsskyddad elektrisk materiel – Utförande med olja 'o'
SS-EN 50016*	Explosionsskyddad elektrisk materiel – Utförande med övertrycksventilation 'p'
SS-EN 50017*	Explosionsskyddad elektrisk materiel – Utförande med sand 'q'
SS-EN 50018*	Explosionsskyddad elektrisk materiel – Utförande med explosionstät kapsling 'd'
SS-EN 50019*	Explosionsskyddad elektrisk materiel – Utförande med höjd säkerhet 'e'
SS-EN 50020*	Explosionsskyddad elektrisk materiel – Utförande med egensäkerhet 'i'
SS-EN 50028*	Explosionsskyddad elektrisk materiel – Utförande med ingjutning 'm'
SS-EN 50110-1	Skötsel av elektriska starkströmsanläggningar
SS-EN 50110-2	Skötsel av elektriska starkströmsanläggningar – Nationella bilagor
SS-EN 60060-2	Högspänningsprovning – Del 2: Mätssystem (IEC 60060-2)
SS-EN 60068 (flera delar)	Miljötålighetsprovning (IEC 60068-serien)

* Standarderna för explosionsskyddad elektrisk materiel ersätts successivt av standarder i serien SS-EN 60079.

SS-EN 60071-1	Isolationskoordination – Del 1: Definitioner, principer och koordineringsregler (IEC 60071-1)
SS-EN 60071-2	Isolationskoordination – Del 2: Tillämpningsanvisningar (IEC 60071-2)
SS-EN 60076-2	Krafttransformatorer – Del 2: Temperaturstegring (IEC 60076-2)
SS-EN 60255-6 + IEC 60255-6	Reläer – Del 6: Mätande reläer och skyddsutrustningar (IEC 60255-6, ändrad)
SS-EN 60298	Metallkaplade ställverk för växelström med märkspänning 1 kV t o m 52 kV (IEC 60298)
SS-EN 60517	Gasisolerade metallkaplade ställverk med märkspänning 72,5 kV eller högre (IEC 60517)
SS-EN 60622	Laddningsbara alkaliska batterier – Slutna, prismatiska nickel-kadmiumceller – Allmänna fordringar och provningsmetoder (IEC 60622)
SS-EN 60623	Laddningsbara alkaliska batterier – Öppna, prismatiska nickel-kadmiumceller – Allmänna fordringar och provningsmetoder (IEC 60623)
SS-EN 60694	Kopplingsapparater för spänning över 1 kV – Gemensamma avsnitt i standarder (IEC 60694)
SS-EN 60721-1	Miljöklassificering – Del 1: Miljöfaktorer och deras strängheter (IEC 60721-1)
SS-EN 60721-3 (flera delar)	Miljöklassificering – Del 3: Grupper av miljöfaktorer och deras strängheter (IEC 60721-3-serien)
SS-EN 60726	Krafttransformatorer – Torrisolerade krafttransformatorer
SS-EN 60865-1	Kortslutningsströmmar - Beräkning av verkningar – Del 1: Definitioner och beräkningsmetoder (IEC 60865-1)
SS-EN 60896-11	Blybatterier för stationär användning (flera delar) (IEC 60896-11)
SS-EN 61082-1	Dokumentation – Framställning av dokument för användning inom elektrotekniken – Del 1: Allmänt (IEC 61082-1)
SS-EN 61100	Isolervätskor – Klassindelning efter antändningstemperatur och undre värmevärde (IEC 61100)
SS-EN 61219	Utrustning för arbete under spänning – Lansjordningsutrustningar (IEC 61219)
SS-EN 61230	Utrustning för arbete under spänning – Bärbar utrustning för jordning och för jordning och kortslutning (IEC 61230, ändrad)
SS-EN 61243 (flera delar)	Utrustning för arbete under spänning – Spänningsprovare (IEC 61243 (series))
SS-EN 61330	Fabrikstillverkade nätstationer för högspänning och lågspänning (IEC 61330)
SS-EN 61346-1	Struktureringsprinciper och referensbeteckningar – Del 1: Allmänt (IEC 61346-1)

SS-EN 61346-2	Struktureringsprinciper och referensbeteckningar – Del 2: Klassificering av objekt och koder för klasser (IEC 61346-2)
SS-ISO 1996 (flera delar)	Akustik – Beskrivning och mätning av omgivningsbuller (ISO 1996, serie)
IEC CISPR 18 (flera delar)	Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment
IEC 60044-6	Instrument transformers – Part 6: Requirements for protective current transformers for transient performance (EN 60044-6)
IEC 60050 (flera delar)	International Electrotechnical Vocabulary (IEV)
IEC 60287-3-1	Electrical cables – Calculation of the current rating – Part 3-1: Sections on operating conditions - Reference operating conditions and selection of cable type
IEC 60331	Tests for electric cables under fire conditions – Circuit integrity
IEC 60466	A.C. insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 38 kV
IEC 60478 (flera delar)	Stabilized power supplies, dc output
IEC 60518	Dimensional standardization of terminals for high-voltage switchgear and controlgear
IEC 60617	Grafiska symboler för elscheman
IEC 60724	Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV) (Se även SS 424 14 07)
IEC 60826	Design criteria of overhead transmission lines
IEC 60949	Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects (Se även SS 424 14 07)
IEC 61024 (flera delar)	Protection of structures against lightning (skall ersättas av IEC 62305)
IEC/TR2 60479-1	Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects
IEC/TR 60815	Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions
IEC/TR2 61634	High-voltage switchgear and controlgear – Use and handling of sulphur hexafluoride (SF ₆) in high-voltage switchgear and controlgear
EGT nr C 62/23 28.2 1994	Interpretative document, Essential European Communities requirement No. 2, “Safety in case of fire“
Cigré 23-07 1972	Adaptation of substations to their environment both in urban and rural areas, including noise problems and oil pollution of subsoil
Se även	
AFS 1997:11	Varselmärkning och varselsignalering på arbetsplatser (Arbetskyddsstyrelsens författningssamling)
ELSÄK-FS 2004:1	Elsäkerhetsverkets föreskrifter om hur elektriska starkströmsanläggningar skall vara utförda samt allmänna råd om tillämpningen av dessa föreskrifter. (Starkströmsföreskrifterna)