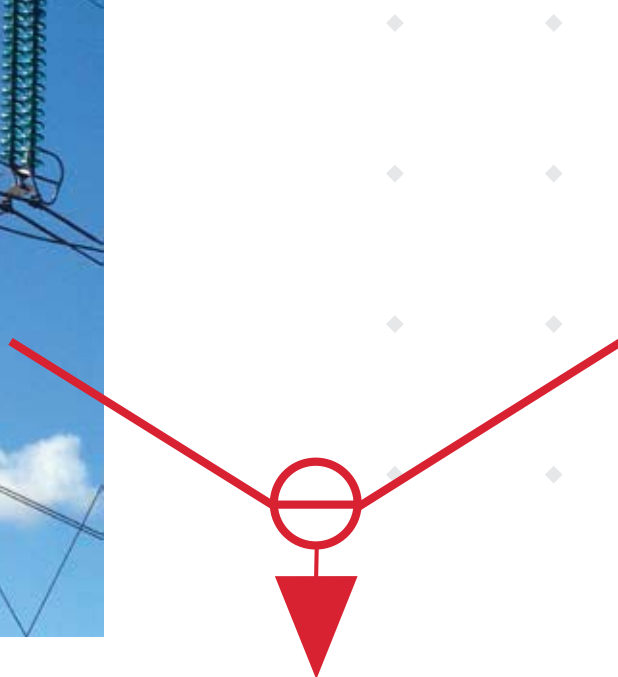


NEK 445:2016

Luftledninger over 1 kV

Norwegian electrotechnical standard
Overhead electrical lines exceeding AC 1 kV

Norsk elektroteknisk norm



NEK

NORSK ELEKTROTEKNISK KOMITE

NEK 445:2016

Luftledninger over 1 kV

Norsk elektroteknisk norm

Overhead electrical lines exceeding AC 1 kV

Norwegian electrotechnical standard



© NEK har opphavsrett til denne publikasjonen.
Ingen del av materialet må reproduseres på noen form for medium.
For oppevelse av NEKs enerett til kopiering kreves i hvert enkelt tilfelle skriftlig avtale med NEK.

Nasjonalt forord

Generelt

For elektriske luftledninger med spenning over 1 kV gjelder normsamlingen NEK 445:2016 som norsk elektroteknisk norm. Normsamlingen inneholder følgende enkeltnormer:

- NEK EN 50341-1:2012 – Luftledninger med spenning over 1 kV AC – Del 1: Generelle krav – Fellesspesifikasjoner
- NEK EN 50341-2-16:2016 – Luftledninger med spenning over 1 kV AC – Felles Nasjonale Normative Forhold (NNA) for Norge

Denne språkversjonen har samme status som de offisielle engelske, franske og tyske versjonene.

Denne norskspråklige utgaven er utarbeidet av normkomite NK/NK11. Dersom det oppstår tvil om forståelsen av den norske oversettelsen henvises det til den offisielle engelske utgaven. For eventuelle korleksjoner/rettelser/tolkninger vises til www.nek.no og hjemmesiden til NEK/NK11. Det påhviler intet ansvar for NEK for eventuell skade eller kostnad som følge av bruken av denne normsamlingen.

Normen består av to deler:

Del 1: Generelle krav – Felles regler (NEK EN 50341-1)

Del 1 omfatter generelle krav og felles regler gjeldende i alle CENELECs medlemsland.

Del 2: Nasjonale Normative Forhold (NEK EN-2-16)

De Normative Nasjonale Forhold (NNA) gjenspeiler nasjonal praksis. De inneholder A-avvik, spesielle nasjonale forhold (snc) og nasjonale tilføyelser (NCPTs). Nasjonale Normative Forhold (NNAs) er publisert på engelsk og på det aktuelle landets språk.

I denne normsamlingen (NEK 445) er det kun tatt inn norske NNA (på norsk).

Nasjonale Normative Forhold (NNAs) nummereres som følger:

EN 50341-2-1	Østerrike (Austria) AT
EN 50341-2-2	Belgia (Belgium) BE
EN 50341-2-3	Sveits (Switzerland) CH
EN 50341-2-4	Tyskland (Germany) DE
EN 50341-2-5	Danmark (Denmark) DK
EN 50341-2-6	Spania (Spain) ES
EN 50341-2-7	Finland (Finland) FI
EN 50341-2-8	Frankrike (France) FR
EN 50341-2-9	Storbritannia (Great Britain) GB
EN 50341-2-10	Hellas (Greece) GR
EN 50341-2-11	Irland (Ireland) IE
EN 50341-2-12	Island (Iceland) IS
EN 50341-2-13	Italia (Italy) IT
EN 50341-2-14	Luxemburg (Luxembourg) LU
EN 50341-2-15	Nederland (Netherlands) NL
EN 50341-2-16	Norge (Norway) NO
EN 50341-2-17	Portugal (Portugal) PT
EN 50341-2-18	Sverige (Sweden) SE
EN 50341-2-19	Tsjekkia (Czech Republic) CZ
EN 50341-2-20	Estland (Estonia) EE
EN 50341-2-21	Slovenia (Slovenia) SI
EN 50341-2-22	Polen (Poland) PL

A-avvik:

A-avvik er krav nedfelt i nasjonale lover eller forskrifter, som ikke kan ventes å bli endret under utarbeidelsen av normen.

Det vises til CENELECs "Internal Regulations" Del 2, avsnitt 3.1.9.

Spesielle nasjonale forhold (snc):

Spesielle nasjonale forhold er nasjonale karaktertrekk eller praksis som ikke kan endres, selv i løpet av en lengre tidsperiode, som f.eks. klimatiske forhold, jordingsforhold, systemjording etc.

Nasjonale tilføyelser (NCPTs):

Nasjonale tilføyelser gjenspeiler nasjonal praksis som hverken er A-avvik, eller spesielle nasjonale forhold. Det er vedtatt i CLC/TC11 at nasjonale tilføyelser gradvis skal innarbeides i hovednormen slik at man ender opp med en oppbygning som er normalt for en EN-norm med en hovednorm, A-avvik og spesielle nasjonale forhold.

NEK – september 2016

EUROPEAN STANDARD

EN 50341-1

NORME EUROPÉENNE

EUROPÄISCHE NORM

December 2012

ICS 29.240.20

Supersedes EN 50341-1:2001 + A1:2009, EN 50423-1:2005

English version

**Overhead electrical lines exceeding AC 1 kV -
Part 1: General requirements -
Common specifications**

Lignes électriques aériennes dépassant
AC 1 kV -
Partie 1: Règles générales -
Spécifications communes

Freileitungen über AC 1 kV -
Teil 1: Allgemeine Anforderungen -
Gemeinsame Festlegungen

This European Standard was approved by CENELEC on 2012-11-19. CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CENELEC member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CENELEC member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, the Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and the United Kingdom.

CENELEC

European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

Management Centre: Avenue Marnix 17, B - 1000 Brussels

Forord – CENELEC

Dette dokumentet (EN 50341-1:2012) er utarbeidet av CLC/TC11, "Overhead electrical lines exceeding 1 kV a.c. (1,5 kV d.c.)".

De følgende datoer er fastsatt:

- seneste dato for implementeringen av Europanormen (EN) nasjonalt ved publisering av en identisk nasjonal norm eller ved godkjenning (dop) 2013-11-19
- seneste dato for tilbaketrekking av nasjonale normer som strider mot Europanormen (EN) (dow) 2016-11-19

Dette dokumentet erstatter EN 50341-1:2001 + A1:2009 og EN 50423-1:2005.

Den største tekniske forandringen som er gjort er:

- EN 50341-1 tar med både distribusjons- og overføringsledninger ved å slå sammen EN 50341-1:2001 + A1:2009 og EN 50423-1;
- EN er i samsvar med nye utgaver av Eurocodene;
- en unik metode er beskrevet vedrørende bestemmelsen av laster på ledninger;
- nye metoder for dimensjonering og nyutviklinger er inkludert.

EN 50341 er delt i følgende deler:

- EN 50341-1, Luftledninger med spenning over 1 kV AC – Del 1: Generelle krav – Fellesspesifikasjoner
- EN 50341-2, Luftledninger med spenning over 1 kV AC – Del 2: Nasjonale Normative Forhold (NNA)

Det gjøres oppmerksom på muligheten for at noen deler av dette dokumentet kan være gjenstand for patentrettigheter. CENELEC [og/eller CEN] skal ikke holdes ansvarlig for å identifisere noen eller alle slike patentrettigheter.

Innledning

Denne normen består av to deler, nummerert Del 1 og Del 2.

Del 1: Generelle krav – Felles spesifikasjoner

Denne delen, også referert til som hoveddokumentet, inkluderer kapitler som er felles for alle land. Disse kapitlene er utarbeidet av arbeidsgrupper og godkjent av CLC/TC 11.

Hoveddokumentet er tilgjengelig på engelsk, fransk og tysk.

Del 2: Nasjonale normative forhold

Innholdsfortegnelsen gjengir eksisterende Nasjonale Normative Forhold (NNA) for de forskjellige land. NNA for et land er normativ for dette landet og informativ for andre land.

De nasjonale normative forholdene gjenspeiler nasjonal praksis. Generelt inneholder de A-avvik (A-deviations) spesielle nasjonale forhold og nasjonale tillegg.

A-avvik

A-avvik skyldes krav i eksisterende lover eller reguleringer som ikke kunne endres da normen ble utarbeidet.

Det vises til CENELEC Internal Regulations Part 2, definition 2.17.

Spesielle nasjonale forhold

Spesielle nasjonale forhold er nasjonale særpreg eller praksis som ikke kan endres over lang tid, dvs klimatiske forhold, jordresistans osv.

Det vises til CENELEC Internal Regulations Part 2, definition 2.15.

Nasjonale tillegg

Nasjonale tillegg gjenspeiler nasjonal praksis som hverken er A-avvik eller spesielle nasjonale forhold. I CLC/TC 11 er det enighet om at nasjonale tillegg gradvis skal tilpasses hoveddokumentet slik at det oppnås en vanlig EN normstruktur som kun inneholder ett hoveddokument, A-avvik og spesielle nasjonale forhold.

Språk

De nasjonale normative forhold skal publiseres på engelsk og kan i tillegg publiseres på språket for nasjonen de gjelder for.

Innhold

1	Omfang	17
1.1	Generelt	17
1.2	Anvendelsesområde	17
1.3	Struktur for Europanormen EN 50341-1	17
2	Normative referanser, definisjoner og symboler	18
2.1	Referanser	18
2.2	Definisjoner	22
2.3	Symboler	34
3	Dimensjoneringsgrunnlag	42
3.1	Generelt	42
3.2	Krav til luftledninger	43
3.2.1	Grunnleggende krav	43
3.2.2	Krav til pålitelighet	44
3.2.3	Krav til konstruksjonssikkerhet	45
3.2.4	Krav til personsikkerhet	46
3.2.5	Styrkekoordinering	46
3.2.6	Andre hensyn	46
3.2.7	Dimensjonerende brukstid	46
3.2.8	Holdbarhet	46
3.2.9	Kvalitetssikring	46
3.3	Grensetilstander	46
3.3.1	Generelt	46
3.3.2	Bruddgrensetilstander	46
3.3.3	Bruksgrensetilstander	47
3.4	Laster	47
3.4.1	Prinsipiell klassifisering	47
3.4.2	Klassifisering av laster ved deres variasjon med tiden	47
3.4.3	Klassifisering av laster ved deres egenskap og/eller dynamiske respons	48
3.5	Karakteristiske verdier	48
3.5.1	Karakteristisk verdi for en last	48
3.5.2	Karakteristisk verdi av en materialelegenskap	48
3.6	Dimensjonerende verdier	48
3.6.1	Generelt	48
3.6.2	Dimensjonerende verdi av en last	48
3.6.3	Dimensjonerende verdi av en materialelegenskap	49
3.6.4	Kombinasjonsverdier av variable laster	49
3.7	Metode med partiell faktor og dimensjoneringsligning	49
3.7.1	Metode med partiell faktor	49
3.7.2	Grunnleggende dimensjoneringsligning	50
3.7.3	Summerte dimensjonerende virkninger av kombinerte laster	50
3.7.4	Dimensjonerende kapasitet	51
4	Laster	52
4.1	Innledning	52
4.2	Permanente laster	54
4.3	Vindlaster	54
4.3.1	Bruksområde	54
4.3.2	Middelvindhastighet	54

4.3.3	Middelvindtrykk	55
4.3.4	Turbulensintensitet og kastvindtrykk	56
4.3.5	Vindkrefter på en vilkårlig komponent i luftledningen	56
4.4	Vindkrefter på kraftledningskomponenter	57
4.4.1	Vindkrefter på liner	57
4.4.2	Vindkrefter på isolatorsett	62
4.4.3	Vindkrefter på fagverksmaster	63
4.4.4	Vindkrefter på stolper	66
4.5	Islaster	67
4.5.1	Generelt	67
4.5.2	Iskrefter på liner	68
4.6	Kombinerte vind- og islaster	68
4.6.1	Kombinerte sannsynligheter	68
4.6.2	Formfaktorer og istettheter	70
4.6.3	Middelvindtrykk og vindkasttrykk	71
4.6.4	Ekvivalentdiameter D for en isbelagt line	71
4.6.5	Vindkrefter på master med isbelagte liner	71
4.6.6	Kombinasjon av vindhastigheter og islaster	72
4.7	Temperatureffekter	73
4.8	Laster for avgrensning av svikt	73
4.8.1	Generelt	73
4.8.2	Vridende laster	73
4.8.3	Longitudinale laster	74
4.8.4	Mekaniske vilkår for bruk	74
4.9	Sikkerhetslaster	74
4.9.1	Konstruksjons- og vedlikeholdslaster	74
4.9.2	Laster som skyldes vekt av montører	75
4.10	Krefter som skyldes kortslutningsstrømmer	75
4.11	Andre spesielle krefter	75
4.11.1	Skred, snøsig	75
4.11.2	Jordskjelv	75
4.12	Lasttilfeller	75
4.12.1	Generelt	75
4.12.2	Standard lasttilfeller	76
4.13	Partialfaktorer for laster	79
5	Elektriske krav	80
5.1	Innledning	80
5.2	Strømmer	81
5.2.1	Normal strøm	81
5.2.2	Kortslutningsstrømmer	81
5.3	Isolasjonskoordinering	82
5.4	Klassifisering av spenninger og overspenninger	82
5.4.1	Generelt	82
5.4.2	Representative driftsfrekvente spenninger	82
5.4.3	Representative temporære overspenninger	83
5.4.4	Representative langsomt stigende overspenninger	83
5.4.5	Representative hurtig stigende overspenninger	84
5.5	Minsteavstand i luft for å unngå overslag	84
5.5.1	Generelt	84

5.5.2	Anvendelse av teoretisk metode i tillegg E	85
5.5.3	Empirisk metode basert på europeiske erfaringer	88
5.6	Lasttilfeller for beregning av minsteavstander	89
5.6.1	Lasttilfeller	89
5.6.2	Maksimal ledertemperatur	89
5.6.3	Vindlaster for bestemmelse av elektriske avstander	90
5.6.4	Islaster for bestemmelse av minsteavstander	90
5.6.5	Kombinerte vind- og islaster	90
5.7	Koordinering av lederposisjon og elektriske påkjenninger	91
5.8	Interne minsteavstander i spennet og i toppen av masten	91
5.9	Eksterne minsteavstander	95
5.9.1	Generelt	95
5.9.2	Eksterne minsteavstander til jord i områder fjernt fra bygninger, veier osv.	96
5.9.3	Eksterne minsteavstander i boliger og andre bygninger	97
5.9.4	Eksterne minsteavstander til kryssende transportveier	98
5.9.5	Eksterne minsteavstander til nærliggende transportveier	99
5.9.6	Eksterne minsteavstander til andre luftledninger eller telekommunikasjonsledninger	100
5.9.7	Eksterne minsteavstander til fritidsområder (lekeplasser, idrettsanlegg osv.)	101
5.10	Koronaeffekter	102
5.10.1	Radiostøy	102
5.10.2	Hørbar støy	102
5.10.3	Korona tap	103
5.11	Elektriske og magnetiske felter	103
5.11.1	Elektriske og magnetiske felter under en line	103
5.11.2	Induksjon pga. elektriske og magnetiske felter	104
5.11.3	Interferens med telekommunikasjonskretser	104
6	Jordingssystemer	105
6.1	Innledning	105
6.1.1	Formål	105
6.1.2	Krav til dimensjonering av jordingssystemer	105
6.1.3	Jordingstiltak for lynnedslag	106
6.1.4	Overførte spenninger	106
6.2	Dimensjonering med hensyn til korrosjon og mekanisk styrke	106
6.2.1	Jordelektroder	106
6.2.2	Jordings- og utjevningssledere	106
6.3	Termisk dimensjonering	106
6.3.1	Generelt	106
6.3.2	Beregning av tverrsnitt	107
6.4	Dimensjonering med hensyn på personsikkerhet	107
6.4.1	Grenseverdier for berøringsspenninger	107
6.4.2	Tillatte berøringsspenning for ulike steder	107
6.4.3	Utforming av jordingssystemer for å oppnå tilfredsstillende berøringsspenninger	109
6.4.4	Målinger i systemer med isolert nøytralt punkt eller resonansjording	110
6.5	Inspeksjon av område og dokumentasjon av jordingssystemer	110
7	Master	111
7.1	Innledende betraktninger om dimensjonering	111
7.1.1	Innledning	111

7.1.2	Dimensjonerende kapasitet for en stolpe	111
7.1.3	Kapasitet mot knekning	111
7.2	Materialer	111
7.2.1	Stålmateriell, skruer, mutre og skiver, sveiseelektroder	111
7.2.2	Kaldformet stål	111
7.2.3	Krav til stålkvaliteter som skal varmforsinkes	111
7.2.4	Fotbolter	111
7.2.5	Betong og armering	111
7.2.6	Trestolper	112
7.2.7	Barduner	112
7.2.8	Andre materialer	112
7.3	Fagverksmaster av stål	112
7.3.1	Generelt	112
7.3.2	Dimensjoneringsgrunnlag	112
7.3.3	Materialer	112
7.3.4	Varighet	112
7.3.5	Analyse av konstruksjonen	112
7.3.6	Bruddgrensetilstander	113
7.3.7	Bruksgrensetilstander	115
7.3.8	Kapasitet til forbindelser	115
7.3.9	Dimensjonering ved hjelp av testing	115
7.3.10	Utmatting	115
7.4	Stålstolper	116
7.4.1	Generelt	116
7.4.2	Dimensjoneringsgrunnlag (EN 1993-1-1:2005 - Kapittel 2)	116
7.4.3	Materialer (EN 1993-1-1:2005 - Kapittel 3)	116
7.4.4	Varighet (EN 1993-1-1:2005 - Kapittel 4)	116
7.4.5	Analyse av struktur (EN 1993-1-1:2005 - Kapittel 5)	116
7.4.6	Bruddgrensetilstander (EN 1993-1-1:2005 - Kapittel 6)	116
7.4.7	Bruksgrensetilstander (EN 1993-1-1:2005 - Kapittel 7)	117
7.4.8	Kapasitet til forbindelser	117
7.4.9	Dimensjonering ved hjelp av testing	118
7.5	Trestolper	119
7.5.1	Generelt	119
7.5.2	Dimensjoneringsgrunnlag	119
7.5.3	Materialer	119
7.5.4	Varighet	119
7.5.5	Bruddgrensetilstander	119
7.5.6	Bruksgrensetilstander	120
7.5.7	Kapasitet for forbindelser	121
7.5.8	Dimensjonering ved hjelp av testing	121
7.6	Betongstolper	121
7.6.1	Generelt	121
7.6.2	Dimensjoneringsgrunnlag	121
7.6.3	Materialer	122
7.6.4	Bruddgrensetilstander	122
7.6.5	Bruksgrensetilstander	122
7.6.6	Dimensjonering ved hjelp av testing	122
7.7	Bardunerte konstruksjoner	123
7.7.1	Generelt	123

7.7.2	Dimensjoneringsgrunnlag	123
7.7.3	Materialer	123
7.7.4	Bruddgrensetilstander	123
7.7.5	Bruksgrensetilstander	125
7.7.6	Utformingsdetaljer for barduner	125
7.8	Andre konstruksjoner	126
7.9	Korrosjonsbeskyttelse og overflatebehandling	126
7.9.1	Generelt	126
7.9.2	Varmforsinking	127
7.9.3	Sprøyting med metall	127
7.9.4	Maling av sinkbelegg på fabrikk (Duplex-system)	127
7.9.5	Fargemerking	127
7.9.6	Bruk av værbestandig stål	128
7.9.7	Beskyttelse av trestolper	128
7.10	Innretninger for vedlikehold	128
7.10.1	Klatring	128
7.10.2	Vedlikeholdshensyn	128
7.10.3	Krav til sikkerhet	128
7.11	Lastforsøk	128
7.12	Sammenstilling og montasje	128
8	Fundamenter	129
8.1	Innledning	129
8.2	Grunnleggende geoteknisk dimensjonering (EN 1997-1:2004 – Kapittel 2)	129
8.2.1	Generelle krav	129
8.2.2	Geoteknisk dimensjonering ved beregning	129
8.2.3	Dimensjonering ved foreskrevne tiltak	131
8.2.4	Lasttester og tester på eksperimentelle modeller	131
8.3	Jordundersøkelse og geotekniske data (EN 1997-1:2004 – Kapittel 3)	131
8.4	Byggekontroll, overvåking og vedlikehold (EN 1997-1:2004 – Kapittel 4)	131
8.5	Tilbakefyll, drenering, grunnforbedring og forsterkning (EN 1997-1:2004– Kapittel 5)	131
8.6	Interaksjon mellom fundament og jord	132
9	Faseledere og jordliner	133
9.1	Innledning	133
9.2	Aluminiumsbaserte ledere	133
9.2.1	Egenskaper og dimensjoner	133
9.2.2	Elektriske krav	133
9.2.3	Driftstemperaturer på ledere og innfettingsegenskaper	134
9.2.4	Mekaniske krav	134
9.2.5	Korrosjonsbeskyttelse	134
9.2.6	Krav til prøving	134
9.3	Stålbaserte ledere	135
9.3.1	Egenskaper og dimensjoner	135
9.3.2	Elektriske krav	135
9.3.3	Driftstemperaturer på ledere og innfettingsegenskaper	135
9.3.4	Mekaniske krav	135
9.3.5	Korrosjonsbeskyttelse	135
9.3.6	Krav til prøving	135
9.4	Kopperbaserte ledere	135

9.5	Ledere og jordliner med optiske fibre for telekommunikasjon	136
9.5.1	Egenskaper og dimensjoner	136
9.5.2	Elektriske krav	136
9.5.3	Driftstemperaturer på ledere	136
9.5.4	Mekaniske krav	136
9.5.5	Korrosjonsbeskyttelse	136
9.5.6	Krav til prøving	136
9.6	Generelle krav	136
9.6.1	Beskyttelse mot skade	136
9.6.2	Materialfaktor for liner	137
9.6.3	Minste tverrsnitt	137
9.6.4	Beregning av pilhøyde – strekkspenning	137
9.7	Prøverapporter og sertifikater	137
9.8	Utvelgelse, levering og installasjon av ledere	137
10	Isolatorer	138
10.1	Generelt	138
10.2	Generelle elektriske krav	138
10.3	Krav til radiostøy og koronaslukkespenning	138
10.4	Forurensningskrav til isolatorer	138
10.5	Lysbuekrav	139
10.6	Krav til hørbar støy	139
10.7	Mekaniske krav	139
10.8	Holdbarhetskrav	139
10.8.1	Generelle krav for isolatorers holdbarhet	139
10.8.2	Beskyttelse mot hærverk	139
10.8.3	Beskyttelse av ferromaterialer	139
10.8.4	Ekstra korrosjonsbeskyttelse	139
10.9	Materialvalg og spesifikasjon	140
10.10	Egenskaper og dimensjoner for isolatorer	140
10.11	Krav til typeprøver	140
10.11.1	Normerte typeprøver	140
10.11.2	Valgfrie typeprøver	140
10.12	Krav til stikkprøver	141
10.13	Krav til rutineprøver	141
10.14	Oppsummering av prøvekravene	141
10.15	Prøverapporter og sertifikater	141
10.16	Valg, levering og montasje av isolatorer	141
11	Luftledningsmateriell - Armatur	142
11.1	Generelt	142
11.2	Elektriske krav	142
11.2.1	Krav som er anvendelig for all armatur	142
11.2.2	Krav til armatur som skal føre strøm	142
11.3	Krav til radiostøy og spenning som ikke gir koronautladninger	142
11.4	Magnetiske egenskaper	142
11.5	Kortslutningsstrøm og lysbuekrav	142
11.6	Mekaniske krav	143
11.7	Krav til varighet	143
11.8	Materialvalg og spesifisering	143
11.9	Egenskaper og dimensjoner for armatur	143

11.10	Krav til typeprøve.....	144
11.10.1	Normerte typeprøver.....	144
11.10.2	Valgfrie typeprøver.....	144
11.11	Krav til stikkprøver.....	144
11.12	Krav til rutineprøver.....	144
11.13	Prøverapporter og sertifikater.....	144
11.14	Valg, leveranse og montasje av armatur.....	144
12	Kvalitetssikring, kontroller og overtagelse.....	145
12.1	Kvalitetssikring.....	145
12.2	Kontroll og overtagelse.....	145
Tillegg A (informativt)	Styrkekoordinering.....	146
A.1	Anbefalte dimensjoneringskriterier.....	146
A.2	Forslag til styrkekoordinering.....	146
Tillegg B (informativt)	Omregning av vindhastigheter og islaster.....	148
B.1	Definisjoner av symboler brukt i Tillegg B.....	148
B.2	Vurdering av ekstreme data for vindhastighet.....	148
B.3	Vurdering av ekstreme data for islast.....	149
B.4	Statistiske isparametre.....	150
B.4.1	Basis islast, I_B	150
B.4.2	Årlig maksimum islast, I_m	150
B.4.3	Maksimum islast over flere år, I_{max}	150
B.4.4	Middelerverdi, I_{mm} av årlig maksimum for islast.....	150
B.4.5	Variasjonskoeffisienten, v_i for årlig maksimal islast.....	150
B.5	Ekstrem islast vurdering basert på forskjellige datakilder.....	150
B.5.1	Datakilder for statistiske vurderinger.....	150
B.5.2	Årlig maksimum islast, I_m i løpet av minst 10 år er tilgjengelig.....	151
B.5.3	Maksimum islast, I_{max} er kjent for bare et begrenset antall år.....	151
B.5.4	Årlig maksimum islast, I_m , basert på meteorologiske analyser.....	151
Tillegg C (informativt)	Regneeksempler for vindlast – Spesielle krefter.....	152
C.1	Regneeksempler for vindlast som definert i 4.3 og 4.4.....	152
C.1.1	Eksempel 1: Typisk 24 kV trestolpe bæremast.....	152
C.1.2	Eksempel 2 : Typisk 225 kV bæremast med fagverk av stål.....	153
C.2	Spesielle krefter.....	155
C.2.1	Definisjoner av symboler brukt i dette tillegget.....	155
C.2.2	Krefter som skyldes kortslutningsstrømmer.....	155
C.2.3	Skred, snøsig.....	156
C.2.4	Jordskjelv.....	156
Tillegg D (informativt)	Statistiske data for Gumbels fordeling av ekstremere.....	157
D.1	Definisjoner av symboler som er brukt i dette vedlegget.....	157
D.2	Gumbelfordelingen.....	157
Tillegg E (normativt)	Teoretisk metode for beregning av elektriske minsteavstander.....	166
E.1	Definisjon av symboler som benyttes i dette tillegget.....	166
E.2	Isolasjonskoordinering.....	167
E.2.1	Utvikling av teoretiske formler for beregning av elektrisk minsteavstand.....	167
E.2.2	Representative spenninger og overspenninger U_{rp}	168
E.2.3	Koordinert holdespenning U_{cw}	170
E.2.4	Påkrevet holdespenning for luftgapet U_{rw}	170
E.2.5	Sammenheng mellom minsteavstand og luftgapet.....	171
E.3	Beregningsformler for minsteavstander.....	174

E.4	Eksempler på beregning av D_{eI} , D_{pp} og D_{50Hz} ved forskjellige system-spenninger (informativt)	176
E.4.1	Område I: 90 kV system utstyrt med isolasjonskjede med 6 enheter	176
E.4.2	Område I: 90 kV system utstyrt med isolatorkjeder med 9 enheter	177
E.4.3	Område II : 400 kV system	178
Tillegg F (informativt)	Empirisk metode for å kalkulere minsteavstander midt i spennet	180
F.1	Empirisk metode for å bestemme minsteavstander i spennet	180
F.2	Tilnærmet metode for ledere med forskjellige tverrsnitt, materiale og pilhøyder ..	181
F.3	Bidrag fra isolatorkjede ved bestemmelse av minsteavstander i master	181
Tillegg G (normativt)	Beregningsmetoder for jordingssystemer	182
G.1	Definisjoner av symboler som er benyttet i dette tillegget	182
G.2	Minimale dimensjoner for jordelektroder	183
G.3	Beregning av strøm.....	183
G.4	Berøringsspenning og strøm gjennom kroppen.....	187
G.4.1	Sammenhengen mellom berøringsspenning og strøm gjennom kroppen.....	187
G.4.2	Beregning når det tas hensyn til tilleggsmodstander.....	188
Tillegg H (informativt)	Installasjon og måling av jordingssystemer	190
H.1	Definisjon av symboler som er benyttet i dette tillegget	190
H.2	Grunnlag for verifikasjon	190
H.2.1	Resistivitet i jordsmonn.....	190
H.2.2	Resistans til jord.....	191
H.3	Installering av jordelektroder og jordledere	193
H.3.1	Installering av jordelektroder	193
H.3.2	Montasje av jordingsledere	194
H.4	Målinger for og i jordingssystemer	194
H.4.1	Måling av resistivitet i jordsmonnet	194
H.4.2	Måling av berøringsspenninger	195
H.4.3	Måling av resistanser og impedanser mot jord.....	195
H.4.4	Bestemmelse av jordpotensialøkningen.....	196
H.4.5	Reduksjonsfaktor ved bruk av gjennomgående jordliner i luftledninger.....	197
Tillegg J (normativt)	Fagverksmaster av vinkelstål	198
J.1	Definisjon av symboler brukt i dette tillegget	198
J.2	Generelt	199
J.3	Strekkapasitet for vinkler festet i en fjær (se 7.3.6.2)	199
J.4	Knekningskapasitet for vinkler med trykkspenning (se 7.3.6.4)	200
J.4.1	Kapasitet mot bøyingsknekning	200
J.4.2	Effektiv dimensjonsløs slankhet for bøyingsknekning	201
J.4.3	Stavers slankhet	205
J.4.4	Nullstaver	209
J.5	Dimensjonerende kapasitet av skrueforbindelser (se 7.3.8)	209
J.5.1	Generelt	209
J.5.2	Kapasitet mot blokkutrivning for skrudde forbindelser	210
Tillegg K (normativt)	Stålstolper	212
K.1	Definisjon av symboler som er brukt i dette tillegg.....	212
K.2	Klassifisering av tverrsnitt (EN 1993-1-1:2005 – 5.5).....	212
K.3	Klasse 4 tverrsnitt (EN 1993-1-1:2005–Kapitel 6.2.2.5 og EN 1993-1-5:2006-4)	213
K.4	Kapasitet til sirkulære tverrsnitt	214
K.5	Kapasitet til polygone tverrsnitt	215

K.5.1	Klasse 3 tverrsnitt (EN 1993-1-1:2005-Avsnitt 6.2.9.2)	215
K.5.2	Klasse 4 tverrsnitt (EN 1993-1-1:2005 – 6.2.9.3)	215
K.6	Dimensjonering av fotbolter	216
Tillegg L (informativt)	Krav til utforming og dimensjonering av fundamenter	219
L.1	Krav til konstruksjonene	219
L.2	Krav til konfigurasjon: mastetyper og anvendelser	219
L.3	Innfesting av jord- og strømførende liner	221
L.4	Stålarbeid ved fundamentering	221
L.5	Innretninger for mastereising/vedlikehold	221
L.6	Restriksjoner for masse/lengde	221
Tillegg M (informativt)	Geoteknisk og dimensjonering av fundamenter	222
M.1	Typiske verdier av geotekniske parametere for jord og stein	222
M.1.1	Generelt	222
M.1.2	Definisjoner	222
M.1.3	Enheter	222
M.2	Eksempler på analytiske modeller for beregning av motstand mot oppløft	225
M.2.1	Generelt	225
M.2.2	Beregning av R_w	226
M.2.3	Beregning av R_s	226
M.2.4	Analytisk beregning av R_d	229
M.3	Erfaringsbaserte modeller for evaluering av kapasitet	230
M.3.1	Geoteknisk utforming ved beregning	230
M.3.2	Utforming av betongfundamenter	237
Tillegg N (informativt)	Ledere og jordliner	239
N.1	Spesifikasjon av ledere og jordliner	239
N.1.1	Faktorer som påvirker valg av ledere og jordliner	239
N.1.2	Driftsforhold	239
N.1.3	Vedlikeholdskrav	239
N.1.4	Ytre påvirkninger	239
N.2	Valg av faseledere og jordliner	239
N.3	Emballering og levering av ledere og jordliner	240
N.4	Tiltak under installasjon av ledere og jordliner	240
Tillegg P (informativt)	Prøving av isolatorer og isolatorsett	241
Tillegg Q (informativt)	Isolatorer	243
Q.1	Spesifikasjoner for isolatorer	243
Q.1.1	Faktorer som influerer på spesifikasjoner for isolatorer	243
Q.1.2	Driftsforhold	243
Q.1.3	Krav til vedlikehold	243
Q.1.4	Ytre påvirkninger	243
Q.2	Valg av isolatorer	244
Q.3	Pakking og levering av isolatorer	244
Q.4	Forholdsregler ved montasje av isolatorer	244
Tillegg R (informativt)	Utstyr	245
R.1	Spesifikasjon og valg av armatur	245
R.1.1	Faktorer som innvirker på spesifikasjon og valg	245
R.1.2	Driftsforhold	245
R.1.3	Vedlikehold	245
R.1.4	Forhold vedrørende miljø og omgivelser	245
R.2	Pakking og levering av armatur	246

R.3	Forholdsregler ved montering.....	246
Innhold NNA	248

1 Omfang

1.1 Generelt

Denne Europeanormen gjelder for nye elektriske luftledninger med merkespenning over 1 kV AC og med merkefrekvens under 100 Hz.

I hvilken grad denne normen får anvendelse for *eksisterende* luftledninger vil være gjenstand for behandling under Nasjonale Normative Forhold (NNA) for det aktuelle landet.

Definisjon av omfang og betydning av «ny luftledning» kan spesifiseres av de nasjonale komiteer (NC) i deres NNA. Minstekravet er en totalt ny linje mellom punkt A og B.

1.2 Anvendelsesområde

Denne Europeanormen gjelder også for luftledninger med belagte liner og hengekabelsystemer med nominell spenning fra 1 kV opp til og med 45 kV AC med merkefrekvens under 100 Hz. Spesifiserte tilleggskrav og forenklinger gjelder kun for dette spenningsområdet.

Utforming og konstruksjon av luftledninger med isolerte ledere hvor interne og eksterne klaringer for luftledninger med spenning over 45 kV kan være mindre enn spesifisert i denne normen, er ikke inkludert. Andre krav i normen kan være anvendbare og hvis det er nødvendig bør innhold i NNA sjekkes.

Denne Europeanormen gjelder også for jordledere med integrert optisk fiber (OPGW) og faseleder med integrert optisk fiber (OPCON). Normen er imidlertid ikke anvendbar for telekommunikasjonssystemer som benyttes på luftledninger enten festet til leder eller jordline (snodd rundt) eller som separate kabler festet til mastkonstruksjoner som for eksempel er heldielektriske (isolerende) og selvbærende eller for telekommunikasjonsutstyr som er montert i en mast. Når det er nødvendig kan krav spesifiseres i NNA.

Denne Europeanormen gjelder ikke for:

elektriske luftledninger innenfor inngjerdede elektriske områder som definert i EN 61936-1, kjedesystemer for elektrisk jernbanedrift hvis ikke dette er eksplisitt krevet av en annen norm.

1.3 Struktur for Europeanormen EN 50341-1

Normative referanser, definisjoner og symboler med deres viktighet er listet opp i kapittel 2 nedenfor.

I kapittel 3 er dimensjoneringsgrunnlaget i denne normen gjengitt.

Kapitlene 4 – 6 gjengir generelle konstruksjonsmessige og elektriske krav som må tilfredsstilles ved utforming av luftledninger for å sikre at de er formålstjenlige med tilfredsstillende hensyn til allmenheten, bygging, drift, vedlikehold og miljømessige forhold.

Kapitlene 7 – 11 omfatter strukturelle og elektriske krav som må tilfredsstilles for utforming, installasjon og testing av luftledningskomponenter inklusive master, fundament ledere, isolatorkjeder og linjeutstyr som er bestemt av luftledningens dimensjoneringsparametere.

I kappittel 12 vurderes kvalitetssikringskrav under design, produksjon og konstruksjon.

Figur 1.1 viser et flytskjema som oppsummerer strukturen i Europeanormen EN 50341-1 med kapitlene 1 – 12 og dens tillegg A – R.