

# Tuulivoimalan vahingontorjunta S940

290096f 01.18

## 1 Tarkoitus

Tämä suojeluohje antaa ohjeita, joita noudattamalla voidaan tuulivoimalassa ehkäistä omaisuus- ja keskeytysvahinkojen syntymistä ja pienentää vahinkomenoa. Suojeluohje koskee sähköverkkoon sähköä syöttäviä tuulivoimaloita, joiden nimellisteho on suurempi tai yhtä suuri kuin 1 MW.

Tuulivoimaloiden tekniset ratkaisut ovat valmistajakohtaisia. Tämä suojeluohje käsittelee tuulivoimalan vahingontorjuntaa yleisesti. Vakuutuksenottaja ja vakuutusyhtiö sopivat niistä suojeluohjeen mukaisista vahingontorjuntatoimenpiteistä, jotka ovat kyseessä olevalle tuulivoimalatyypille merkityksellisiä.

## 2 Velvoittavuus

Tämä suojeluohje on osa vakuutussopimusta. Vakuutuksenottajan ja vakuutetun on noudatettava tätä suojeluohjetta ja sen määräyksiä. Mikäli suojeluohjetta ei noudateta, voidaan korvausta vakuutussopimuslainsäädännön mukaan alentaa tai se voidaan evätä.

Vakuutuksenottaja on velvollinen huolehtimaan siitä, että suojeluohjeen sisältö on työsuorituksesta vastaavien henkilöiden tiedossa.

## 3 Käsitteet

### Ennakoiva kunnossapito

Ennakoivalla kunnossapidolla ylläpidetään tuulivoimalan käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai pienennetään vaurioitumisriskiä. Ennakoivaan kunnossapitoon kuuluvat osuhteiden valvonta, tuulivoimalan laitteistojen toiminnan jatkuva kunnonvalvonta, säännölliset tarkastukset sekä määrävälein tehtävät huollot.

### Kunnossapito-ohjelma

Kunnossapito-ohjelma on tuulivoimalan toimittajan laatima laitekohtainen dokumentaatio ennakoivaan kunnossapitoon liittyvistä tarpeellisista toiminnoista kuten kunnonvalvonnasta, tarkastuksista, testaamisesta, huollosta ja käynninvalvonnasta.

### Käyttö

Käyttö on tuulivoimalan tarkoituksenmukaista toimintaa tai toimintavalmiutta sähköenergian tuottamiseksi ja näiden toimintojen ylläpitoa.

### Tarkastus

Tarkastus on laitteen tai kohteen toimintakyvyn selvittämistä. Tarkastukseen kuuluu myös testaus, jolla varmistetaan laitteen tarkoituksenmukainen toiminta.

### Huolto

Huolto käsittää määrävälein tehtävät toimenpiteet, joilla laitteen tai kohteen toimintakykyä ylläpidetään tai vikaantumisen jälkeen korjataan vastaamaan alkuperäistä toimintakykyä.

## Kunnonvalvonta

Kunnonvalvonta on laitteen tai kohteen jatkuvaa tai määräajoin tapahtuvaa tarkkailua, jolla todetaan laitteen tai kohteen tarkoituksenmukainen toiminta. Kunnonvalvonnan tavoitteena on alkavan vikaantumisen havaitseminen ja vian korjaaminen ennen kuin se estää kohteen halutun toiminnon toteutumisen.

## Suojaus- ja valvontajärjestelmä

Järjestelmä, jonka tehtävänä on havaita tuulivoimalan omasta toiminnasta tai ulkoisesta olosuhteesta aiheutuva vahinkoriski ja estää sen toteutuminen.

## Tärinärasitus

Tärinärasitus on värähtelynopeuden tehollisarvo taajuusalueella 10 ... 1 000 Hz standardin ISO 10816-1; 1995 - Mechanical vibration - Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts - Part 1 General guidelines mukaisesti tai PSK (Prosessiteollisuuden Standardoimiskeskus ry) standardin 5704 Kunnonvalvonta. Värähtelymittaus. Vastaanottotarkastus ja tärinärasitusrajat. (2002) mukaisesti.

## 4 Yleistä

Tuulivoimalan toteutuksen on perustuttava International Electrotechnical Commission (IEC) standardiin 61400-1 Wind turbines - Part 1: Design requirements.

Rakenteiden ja instrumentoinnin suunnittelussa ja toteutuksessa on otettava huomioon standardisarjassa esitettyä laajemmin paikalliset ympäristöolosuhteet kuten lämpötila ja jään muodostuminen. Tuulivoimalan on sovellettava asennuspaikan tuuliolosuhteisiin. Tuuliolosuhteissa on otettava huomioon tuulen voimakkuus, puuskaisuus ja turbulenssi.

Tuulivoimalalla on oltava akkreditoitujen sertifiointilaitoksen myöntämä tyyppihyväksyntä standardin 61400-1 mukaisuudesta. Tyyppihyväksynnän on perustuttava asiakirjaan IEC WT 01; IEC Systems for Conformity Testing and Certification of Wind Turbines, Rules and procedures.

Tuulivoimalan kunnossapito on perustettava ennakoivaan kunnossapitoon. Ennakoivan kunnossapidon on sisällettävä asiantuntevan käyttö- ja huoltohenkilöstön toimesta suoritettavan käytön aikaisen valvonnan sekä määrävälein tehtävät tarkastukset ja huollot. Ennakoivat huollot tekevällä henkilöstöllä on oltava auktorisointi.

Ennakoivaa kunnossapitoa varten on oltava tuulivoimalan valmistajan laatima kirjallinen kunnossapito-ohjelma. Kunnossapito-ohjelmassa on esitettävä tuulivoimalan käytön aikaiseen valvontaan, määrävälein tehtäviin tarkastuksiin ja huoltoihin liittyvät toimenpiteet. Tehdyt tarkastukset ja huollot on dokumentoitava ja niiden on oltava saatavilla ja esitettävissä vakuutusyhtiölle aina vahinkojen ja riskienhallintaan liittyvien tapaamisten yhteydessä.

Mikäli tuulivoimalan käytön aikana, tarkastuksessa tai huollossa havaitaan tuulivoimalan toimintavarmuutta vaarantava asia, on tuulivoimalan käyttö keskeytettävä eikä sitä tule käynnistää ennen kuin vika on korjattu.

Tuulivoimala on pysäytettävä hallitusti, jos

- tuulennopeus ylittää valmistajan antaman suurimman sallitun arvon
- tuulivoimalan laitevalmistajan ilmoittama laitteen suurin sallittu tärinärasitus ylittyy
- tuulivoimalan laitevalmistajan ilmoittama laitteen suurin sallittu tärinärasituksen nousu aikayksikköä kohden ylittyy, vaikka tuulivoimalan tehon tuotannossa ei ole tapahtunut muutosta
- tuulivoimalan siivissä, päälaakerissa, vaihdelaatikossa, generaattorissa, sähköjärjestelmässä tai muussa tuulivoimalan käyttöön oleellisesti liittyvässä laitteessa havaitaan häiriö tai vikaantuminen
- tuulivoimalan jossain muussa järjestelmässä tai rakenneosassa on tapahtunut sellainen muutos, jonka johdosta
- tuulivoimala on pysäytettävä valmistajan ohjeistuksen mukaan
- tuulivoimalan paloilmalaitteisto antaa palo ilmoituksen
- tuulivoimalan sammutuslaitteisto laukeaa.

Tuulivoimalan pysäyttämiseksi on oltava vähintään kaksi toisistaan erillistä ja riippumatonta pysäytysjärjestelmää.

## 5 Kuljetus

Kuljetus on tehtävä tuulivoimalan valmistajan laatiman kuljetusohjeeseen perustuvan kuljetussuunnitelman mukaisesti. Kuljetussuunnitelmassa on esitettävä kuljetusreitille asetettava vaatimukset ja millä toimenpiteillä valittu kuljetusreitti soveltuu tuulivoimalan osien kuljetuksille. Kuljetettavat osat on suojattava mekaanisilta ja ilmastollisilta rasituksilta. Kuljetettavat osat on kiinnitettävä ja tuettava valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti. Asennuspaikalla osat on tarkistettava mahdollisten kuljetusvaurioiden havaitsemiseksi. Kuljetusvaurio on korjattava ennen osan käyttöönottoa valmistajan ohjeiden mukaisesti.

## 6 Asennus

Tuulivoimalan asennuksessa on noudatettava valmistajan laatimia asennusohjeita. Asennusta ei saa tehdä ilmasto-olosuhteessa, joka poikkeaa tuulivoimalalle tai sen asennuslaitteelle sallitusta arvosta. Tuulivoimalan asennuksen on tapahduttava tuulivoimalan valmistajan auktorisoiman henkilön johdolla. Asennuksesta on laadittava asennusdokumentaatio. Asennusdokumentaatiosta on käytävä ilmi tehdyt vastaanottotarkastukset, tiedot asennuksen toteutuksesta, turvajärjestelmien testauksesta ja lähtöarvomittausten arvoista.

## 7 Liitäntä sähköverkkoon

Tuulivoimala ja tuulivoimalapuisto on varustettava sähköverkon haltijan edellyttämällä suojauksilla. Suojausten toimivuus on tarkastettava ennen tuulivoimalan liittämistä sähköverkkoon ja käytön aikana kunnossapito-ohjelman mukaisesti.

## 8 Käytönaikainen turvallisuus

Tuulivoimalalla on oltava pelastussuunnitelma. Tuulivoimalassa on oltava nähtävillä ajan tasalla olevat turvallisuusohjeet ja turvallisuusopasteet. Huoltohenkilöstö on perehdytettävä pelastussuunnitelmaan ja turvallisuusohjeeseen. Turvallisuusohjeessa on esitettävä yksityiskohtainen ajo-ohje tuulivoimalalle tai tuulivoimalan GPS-koordinaatit hätäilmoitusta varten.

Tuulivoimalassa saavat liikkua vain valmistajan valtuuttamat henkilöt sekä tuulivoimalan haltijan nimeämät turvallisuus koulutuksen saaneet henkilöt. Tuulivoimalan haltijan nimeämät henkilöt, joilla ei ole turvallisuus koulutusta, saavat liikkua tuulivoimalassa vain nimetyt turvallisuudesta vastaavan henkilön valvonnan alaisina. Kaikkien tuulivoimalassa olevien henkilöiden on käytettävä asianmukaisia turvavarusteita. Tuulivoimalassa työskenteleviä henkilöitä varten on oltava hätäpoistumislaite.

Laitetilat on pidettävä hyvässä järjestyksessä ja siisteinä turvallisen työskentelyn varmistamiseksi ja vahinkojen välttämiseksi.

## 9 Suojaus- ja valvontajärjestelmät

Tuulivoimala on varustettava seuraavilla suojaus- ja valvontajärjestelmillä

- salamasuojauksella kohdan 9.1 mukaisesti
- sähkösuojauksilla kohdan 9.2 mukaisesti
- käytönaikaisella valvonnalla kohdan 10.1 mukaisesti
- paloilmalaitteistolla kohdan 11.4 mukaisesti
- automaattisella sammutuslaitteistolla kohdan 11.5 mukaisesti.

### 9.1 Salamasuojaus

Tuulivoimala on suojattava salamaiskuja vastaan IEC:n Technical Report 61400-24 Wind turbine generator systems - Part 24: Lightning protection mukaisesti.

### 9.2 Sähkösuojaukset

Tuulivoimala on suojattava seuraavilla sähkösuojauksilla:

- yli- ja alijännitesuojilla, joiden on toimittava niin, että jännite pysyy aina sallittavissa rajoissa
- yli- ja alataajuussuojilla, joiden on toimittava niin, että jännitteen taajuus pysyy aina sallittavissa rajoissa
- yksinsyötön estosuojalla, jonka on toimittava siten, että tuulivoimala ei jää yksin syöttämään verkkoa
- generaattori ylivirta- ja maasulkusuojilla sekä takatehosuojalla, jotka suojaavat generaattoria oikosululta, maasululta ja estävät generaattorin toimimisen moottorina
- generaattorin staattorin lämpötilavalvonnalla, joka pysäyttää generaattorin käytön lämpötilan noustessa yli sallittavan rajan.

## 10 Rikkoutumisvahinkojen torjunta

### 10.1 Käytönaikainen valvonta

#### 10.1.1 Olosuhteiden valvonta

Tuulen nopeutta on mitattava jatkuvasti. Mikäli tuulen nopeus nousee yli valmistajan ilmoittaman suurimman sallitun tuulennopeusarvon, tuulivoimalan roottorin lapojen pyöriminen on pysäytettävä automaattisesti. Tuulen nopeutta valvovia tuulimittareita on oltava vähintään kaksi ja niiden on oltava jäätymättömiä.

Konehuoneen lämpötilaa ja ilman kosteutta on valvottava. Konehuoneen lämpötilan ja ilman suhteellisen kosteuden on oltava valmistajan suunnitteluarvojen mukaiset.

#### 10.1.2 Kunnonvalvonta

Päälaakerin, vaihdelaatikon laakerien ja generaattorin laakerien tärinärasitusta ja lämpötilaa on valvottava jatkuvasti. Tärinärasitus ei saa ylittää arvoa 7,1 mm/s tai laitevalmistajan ilmoittamaa suurinta sallittua arvoa. Lämpötila ei saa ylittää laakerivalmistajan ilmoittamaa suurinta sallittua lämpötilaa.

Generaattorin staattorin lämpötilaa on valvottava jatkuvasti. Lämpötila ei saa ylittää generaattorivalmistajan ilmoittamaa suurinta sallittua arvoa.

Voiteluöljy- ja hydraulikkaöljyjärjestelmän öljyn määrää, painetta ja lämpötilaa on valvottava jatkuvasti. Arvojen on oltava valmistajan ilmoittamissa sallittavissa rajoissa.

Kunnonvalvontayhteyden tuulivoimaloiden valvontakeskukseen on oltava toteutettu standardisarjan IEC 61400-25 Communications for monitoring and control of wind power plants mukaisesti.

### 10.2 Tarkastus

Tuulivoimalan laitteiden tarkastus on tehtävä valmistajan kunnossapito-ohjelman mukaisesti. Tarkastus on tehtävä tuulivoimalan valmistajan toimesta tai muun pätevän huoltohenkilöstön toimesta. Tarkastustoimenpiteet ja havainnot on dokumentoitava. Tuulivoimalan tarkastukseen on kuuluttava aistinvarainen tarkastus öljy- tai jäähdytysnestevuotojen, epänormaalin toiminnan, värähtelyn tai epänormaalin äänen havaitsemiseksi. Mikäli aistinvaraisessa tarkastuksessa havaitaan poikkeama normaaliarvosta, tarkemmilla NDT-tarkastuksil-

la on selvitettävä poikkeaman syy ja tarvittavat huoltotoimenpiteet.

Tuulivoimalan kunnossapito-ohjelmassa on ohjeistettava seuraavat tarkastukset ja niiden määrävälit:

- siipien silmämääräinen tarkastus
- pääakselille ja päälaakerille tehtävät tarkastukset
- vaihdelaatikon tehtävät tarkastukset
- generaattorille tehtävät tarkastukset ja sähköiset mittaukset
- voitelu- ja hydraulikkaöljyjärjestelmälle tehtävät tarkastukset
- siipien pyörimisen jarru- ja pysäytyslaitteen tarkastukset
- muuntajan tarkastus
- tornin rakenteiden ja perustusten tarkastukset
- sähkösuojauksen tarkastukset ja testaukset
- salamasuojauksen tarkastus ja testaus
- kunnonvalvontalaitteiden tarkastukset ja testaukset
- alkusammutuskaluston tarkastus
- paloilmajärjestelmän tarkastus
- sammutuslaitteiston tarkastus.

Tarkastuksessa on erityisesti varmistettava, että seuraavat asiat ovat kunnossa:

#### 10.2.1 Siivet

- Siivissä ei ole silmämääräisesti havaittavissa säröjä, halkeamia tai kulumia.

#### 10.2.2 Pääakseli ja päälaakeri

- Pääakselin ja laakerin pinnoissa ei ole korroosiota.

#### 10.2.3 Vaihdelaatikko

- Hammaspyörien hampaiden pinnoissa ei ole säröytymiä tai voimakasta kulumista
- Hammaskosketusjälki on tasaista kaikissa hampaissa
- Laakereissa ei ole epäpuhtauksia ja pinnoissa ei ole korroosiota, laakerien välykset ovat sallittavissa rajoissa
- Voiteluöljyn määrä on oikea
- Öljyanalysilla on todettava, että öljyssä ei ole kulumahiukkasia, vettä eikä happamia yhdisteitä.

#### 10.2.4 Generaattori

- Generaattorin sisäosat ovat puhtaat ja korroosiota ei ole muodostunut
- Eristeet ja käämit ovat ehjät ja puhtaat
- Urakiilat on kiinnitetyt kunnolla
- Roottorikapassa ei ole säröytymiä
- Laakereissa ei ole epäpuhtauksia ja pinnoissa ei ole korroosiota, laakerien välykset ovat sallittavissa rajoissa
- Voiteluöljyn määrä on oikea
- Öljyanalysilla on todettava, että öljyssä ei ole kulumahiukkasia, vettä eikä happamia yhdisteitä
- Staattorin ja roottorin väly ja keskeisyys on valmistajan ilmoittamissa arvoissa
- Eristysvastusmittauksen ja impedanssimittauksen perusteella eristyksen ja käämityksen ovat kunnossa
- Generaattorin jäähdytysjärjestelmässä ei ole tapahtunut korroosiota.

#### 10.2.5 Voitelu- ja hydraulikkaöljyjärjestelmä

- Voitelu- ja hydraulikkaöljyjärjestelmään ei ole muodostunut korroosiota
- Voitelu- ja hydraulikkaöljyn määrä on oikea
- Öljyanalysilla on todettava, että öljyssä ei ole kulumahiukkasia, vettä eikä happamia yhdisteitä.

#### 10.2.6 Siipien pyörimisen jarru- ja pysäytyslaite

- Jarrulaite on puhdas
- Jarrulaitteen kuluissa osissa on riittävät kulumisvarat

- Säätolaitteet toimivat asianmukaisesti, mikäli tuulivoimala pysäytetään tapahtuu siipien kulmaa muuttamalla tai siipien kärkijarruilla.

#### 10.2.7 Tornin rakenteet ja perustukset

- Rakenteisiin ei ole muodostunut rakenteita heikentävää korroosiota
- Suunnittelijan/valmistajan määrittämien kriittisten pulttiliitosten ja hitsausseamujen NDT-tarkastukset
- Perustuksissa ei ole tapahtunut halkeamia tai liikkumista.

#### 10.2.8 Muuntaja

- Muuntajan visuaalinen tarkastus mahdollisen ylikuumentumisen tai eristeenesteen vuodon havaitsemiseksi
- Liittimien kiinnitysten tarkastus
- Muuntajan jäähdytyksen toimivuuden tarkastus.

#### 10.2.9 Sähkösuojaukset

- Sähkösuojauksen toiminta on testattava laitevalmistajan ohjeiden mukaan.

#### 10.2.10 Salamasuojaus

- Salamasuojaus on tarkastettava ja testattava siten, että sen toimivuus todetaan siivestä maahan.

#### 10.2.11 Kunnonvalvontalaitteet

- Tarkastus ja testaus on tehtävä laitevalmistajan ohjeiden mukaan.

#### 10.2.12 Alkusammutuskalusto

- Käsiammuttimien tarkastus on tehtävä turvatekniikan keskuksen luotteloiman käsiammutinliikkeen toimesta.

#### 10.2.13 Paloilmajärjestelmä

- Tarkastus ja testaus on tehtävä laitevalmistajan ohjeiden mukaan.

#### 10.2.14 Automaattinen sammutusjärjestelmä

- Tarkastus ja testaus on tehtävä laitevalmistajan ohjeiden mukaan. Tuulivoimalan sähköasennusten lämpökuvaus on tehtävä takuajan päättyessä. Tämän jälkeen lämpökuvaus on tehtävä vuosittain.

### 10.3 Huolto

Huolto on tehtävä tuulivoimalan valmistajan toimesta tai muun pätevän huoltohenkilöstön toimesta. Huoltotoimenpiteet on dokumentoitava.

Mikäli tarkastuksen yhteydessä havaitaan tuulivoimalan laitteessa toimintavarmuutta vaarantava asia, laite on huollettava kunnossapito-ohjelman mukaisesti. Huollon yhteydessä on kunnossapito-ohjelman mukaisesti vaihdettava ne tuulivoimalan laitteet ja komponentit, joiden käytölle asetettu suurin käyttötuntimäärä on täyttymässä.

## 11 Palovahinkojen torjunta

Paloturvallisuussyistä on koko tuulivoimalatiloissa noudatettava ehdotonta tupakointikieltoa.

### 11.1 Alkusammutuskalusto

Tuulivoimalan konehuone on varustettava huoltotöitä varten vähintään kahdella pakkasen kestäväällä 43 A 233 BC teholuokan nestekäsiammuttimella, jotka soveltuvat myös jännitteisen kohteen sammuttamiseen. Kontaminaation vuoksi tuuliturbiinissa ei tule hyödyntää jauhesammuttimia, mutta käsiammuttimia sinne on sijoitettava.

### 11.2 Tulityöt

Huoltotyössä on käytettävä työmenetelmiä, joista ei aiheudu palon vaaraa. Jos tulitöitä kuitenkin joudutaan tekemään, tulitöiden turvallisuusasiat on toteutettava standardin SFS 5900 Tulitöiden paloturvallisuus asennus-, huolto- ja korjaustöissä mukaisesti. Standardista poiketen tuulivoimalassa tehtävässä tulityössä alkusammutuskalustona voidaan käyttää huoltotöitä varten varattuja nestekäsiammuttimia.

Tulitöiden turvatoimiin on vähintään kuuluttava seuraavat toimenpiteet:

- tulityöpaikka on puhdistettava syttyvistä materiaaleista
- rakenteissa olevat raot ja aukot on tiivistettävä
- syttyvät materiaalit ja syttyvät pinnat on suojapeitettävä
- sähkökaapelit ja öljyletkut on suojapeitettävä
- kipinöiden ja roiskeiden kulkeutuminen sekä lämmön johtuminen ympäristöön on estettävä
- tulityöpaikalle on tuotava huoltotöitä varten varatut nestekäsisammuttimet
- työnaikainen palovartiointi on toteutettava koko työn ajan palovartijan toimesta
- tulityön jälkeen jälkivartiointi on toteutettava keskeytyksettä vähintään kahden tunnin ajan.

Tulityön tekijällä on oltava voimassa oleva tulityökortti, joka on todistus hyväksytyksi suoritetusta tulityön turvallisuustutkinnosta.

### 11.3 Syttyvien nesteiden käyttö

Mikäli huoltotoissa joudutaan käyttämään erittäin helposti tai helposti syttyviä nesteitä, tilaa on tuuletettava jatkuvasti. Nesteen roiskeet on puhdistettava pois välittömästi. Nesteitä käytettäessä on huolehdittava, että staattisen sähkön purkaus ei aiheuta syttymistä. Välittömästi huoltotyön jälkeen tuulivoimalasta on poistettava kaikki huoltotyön yhteydessä käytetyt ja syntyneet palamiskelpoiset materiaalit.

### 11.4 Paloilmalaitteisto

Tuulivoimalan konehuone on suojattava paloilmalaitteistolla, kun tuulivoimalan nimellisteho on 1 MW tai suurempi. Paloilmalaitteiston perustettava savun havaitsemiseen. Paloilmalaitteistossa on käytettävä kaksoisilmalaitteistoa, jolloin ensimmäinen ilmaisin (tai näytteenottojärjestelmän varoitusrajan ylittyminen) antaa ilmoituksen tuulivoimalan valvomoon ja toinen ilmaisin (tai näytteenottojärjestelmän hälytysrajan ylittyminen) antaa palohälytyksen valvomoon ja pysäyttää tuulivoimalan käytön. Paloilmalaitteistosta ei siirretä hätäkeskukseen. Paloilmalaitteiston antamasta palohälytyksestä on välittömästi ilmoitettava hätäkeskukseen, joka hälyttää pelastuslaitoksen.

Paloilmalaitteisto on suunniteltava ja asennettava noudattaen soveltuvin osin seuraavia julkaisuja:

- Paloilmalaitteistot suunnittelu ja asentaminen, FK-CEA 4040: 2009 - 01 (fi)
- CEN/TS 54-14:fi, Paloilmalaitteistot. Osa 14: suunnittelu-, asennus-, käyttöönotto-, käyttö- ja huolto-ohjeet tai
- Sähkötieto Oy, Paloilmalaitteistot suunnittelu- ja asennusohje 2009

Paloilmalaitteiston ilmaisimet on sijoitettava siten, että paloilmalaitteisto saadaan palon syttyessä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Ilmaisimia on sijoitettava kattavasti konehuoneen ja tornin kaikkiin osiin, joiden väliset rakenteet voivat hidastaa savukaasujen leviämistä. Ilmaisimia on sijoitettava myös sähkölaitekaappien sisälle. Ilmaisimien sijoittelussa on otettava huomioon konehuoneen ilmanvaihto. Paloilmalaitteiston komponenttien on oltava standardisarjan SFS EN 54 mukaisia.

### 11.5 Automaattinen sammutuslaitteisto

Tuulivoimalan konehuone on lisäksi suojattava automaattisella sammutuslaitteistolla aina, kun tuulivoimalan nimellisteho on 2 MW tai suurempi. Automaattinen sammutuslaitteisto voi olla kohde- tai tilasuojausjärjestelmä. Sammutteena on käytettävä vesisumua tai kaasua. Tällöin on vältettävä henkilöriskiä. Suunnittelu- ja asennustandardista tai -ohjeesta poiketen sammutusajan on oltava vähintään 10 minuuttia ja sammutuslaitteiston hälytysyhteys liitetään vain tuulivoimalan valvomoon. Sammutuslaitteiston laukeamisesta on aina välittömästi ilmoitettava hätäkeskukseen, joka hälyttää pelastuslaitoksen. Sammutuslaitteisto on suunniteltava ja asennettava noudattaen

soveltuvin osin automaattisen sammutuslaitteiston suunnitteluja asennustandardia tai -ohjetta, jonka on julkaissut

- European Committee for Standardization (CEN)
- Suomen Standardisoimisliitto (SFS)
- Comité Européen des Assurances (CEA)
- VdS Schadenverhütung (VdS)
- National Fire Protection Association (NFPA)
- Factory Mutual (FM) tai
- International Organisation for Standardization (ISO).

### 11.6 Paloturvallisuuden vaikuttavia muita asioita

Tuulivoimalan paloturvallisuutta parantavia asioita ovat:

- konehuoneen rakenteet (ulko- ja sisäpinnat sekä eristeet) ovat tehty palamattomista materiaaleista
- voitelu- ja hydraulikkaöljyt ovat palamattomia tai niiden leimahduspiste on korkea
- sähkökaapelien eristyksessä ja tornissa ovat materiaalia, joka on vaikeasti syttyvää eikä siitä korkeissa lämpötiloissa muodostu savukaasuja ja korroosiovia kaasuja
- kohdissa, joissa voi esiintyä öljy- tai muita nestevuotoja, on keräilyaltaat, jotka estävät vuodon leviämisen konehuoneeseen
- konehuoneessa ei säilytetä mitään ylimääräistä syttyvää materiaalia
- konehuone ja tornin yläosa on palo-osastoitu toisistaan EI 60 rakennusosin
- tornin runkotiilaan sijoitetut kojeistotilat on palo-osastoitu EI 60 rakennusosin ja varustettu konehuoneen vaatimin turvajärjestelyin.

## 12 Ikkivallan torjunta

### 12.1 Ovet

Sijaintipaikkaa rajaavan oven on oltava sellainen, että kohteeseen tunkeutuminen ei ole mahdollista ilman työkaluilla tapahtuvaa oven rakenteiden rikkomista. Oven karmin on oltava tuettu seinärakenteeseen lukon ja saranan kohdalta. Oven saranapuolella on oltava vähintään kolme karmiin tai ovilevyyn kiinnitettyä murtosuojatappia, mikäli saranat voidaan purkaa oven ulkopuolelta. Kun ovi on lukittu, oven lukon puoleisen sivun ja karmin väli ei saa olla suurempi kuin 5 mm. Huultamattoman oven käyttöluukko on oltava suojattu rakoraudalla.

### 12.2 Lukitus

Tuulivoimalaan johtava yksilehtinen ulko-ovi on lukittava käyttö- ja varmuuslukolla. Lukon on oltava takalukossa, kun tuulivoimala on miehittämätön. Varmuuslukko voidaan korvata 4. lk:n riippulukolla, riippulukolla lukittaessa on käytettävä riippulukon mukaisia hyväksytyjä kiinnikkeitä. Lukituksessa käytettävän lukon on oltava hyväksymä. Ovet on lukittava standardi SFS-EN 12209 tai SFS 7020 testatulla lukolla. Tuulivoimalaan johtava kaksilehtinen ovi eli pariovi on lukittava siten, että parioven käyntipuolen ovilehti lukitaan kiintopuolen ovilehteen kuten yksilehtinen ovi. Lisäksi kiintopuolen ovilehden avautuminen on estettävä oven sisäpuolelle asennettulla pikasalvalla.

### 12.3 Ikkunat ja aukot

Ikkunan lasiruutu, joka sijaitsee alle neljän metrin korkeudella maanpinnasta, on oltava kiinnitetty ja ikkuna suljettu siten, että lasiruutua tai ikkunaa tai sen suojausta ei voi ulkopuolelta rikkomatta irrottaa tai avata. Ikkunan lasiruutu on oltava luokan P4A iskunkestävää lasia tai ikkuna-aukko on oltava suojattu kiinteällä tai lukitulla teräsristikolla tai teräsverkolla.

Yhdessä hyvä tulee.

