



# **FIREX**

# **SÄHKÖ-**

# **RÄJÄYTYSNALLI**

**Tuotetieto 6.2.2008**

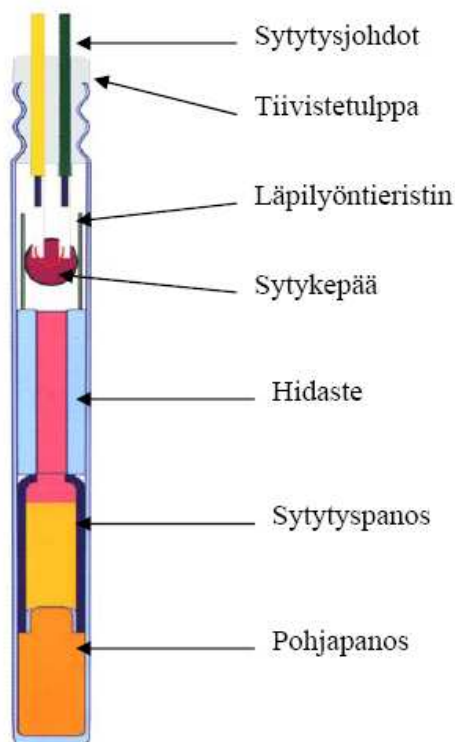
## 1. Sähköräjäytysnalli

Sähköräjäytysnallien toimintaperiaate on seuraavanlainen. Kun johtimiin johdetaan tarpeeksi suuri sytytysvirta, vastuslanka kuumenee sytykepään sisällä, josta johtuen sen pyrotekninen massa deflagroi ja sytyttää hidaste-elementin, joka vuorostaan sytyttää nallin pohjalla olevan räjähdysaineen, sytytys- ja pohjapanoksen, ennalta määrätyn ajan kuluttua.

Pyrotekninen hidaste-elementti hidastaa räjähdystapahtuman alkua ennalta määrätyn ajan, kun sytytysimpulssi on saavuttanut räjäytysnallin. Hidasteajat vaihtelevat 25 ms (0,025 sek) ja 5000 ms (5 sek) välillä. Sytykepään päällä on suojuus, joka pienentää staattisen sähkön aiheuttaman tahattoman syttymisen vaaraa.

FIREX-sähkönallit eivät sisällä aloiteräjähdysainetta. Se on korvattu teräksisen vahvikkeen sisään puristetulla pentriitillä. Näin kapseloidussa pentriitissä palaminen kiihtyy hyvin nopeasti detonaatioksi, joka sytyttää pohjapanoksen. Tämän tyyppiset, aloiteräjähteettömät, nallit eivät syty iskusta niin helposti kuin nallit joissa käytetään erittäin räjähdysherkkää aloiteräjähdysainetta.

OY FORCIT AB:n valmistamien Firex-sähkönallien pohjapanos on heksogeenia ja nallin vahvuus on 8 (Prior-testin mukaan 10), joten se sytyttää varmuudella nalliherkät räjähdysaineet ja räjäyttimet. FIREX-räjäytysnallin kokonais-räjähdysainemäärä on noin 1g.



## 2. Nallityypit

OY FORCIT AB:n valmistamat sähkönallit jaetaan kahteen luokkaan sähköisten ominaisuuksiensa perusteella. Uudessa Eurooppalaisessa standardissa (EN 13763-1) ”ryhmä”-nimityksestä käytetään nimitystä ”luokka”.

Suomalainen luokitus	Nimitys Suomessa	Eurooppalainen luokitus	Nimitys Ruotsissa ja Norjassa	Suomalainen luokitus
ryhmä B	UR-nalli	Luokka 2	ryhmä 1a	ryhmä B
ryhmä C	VA-nalli	Luokka 3	ryhmä 2	ryhmä C

Sähkönallien sähköiset arvot:

Ominaisuus	Ryhmä B	Ryhmä C
Nallin kokonaisvastus [ $\Omega$ ]	katso taulukko alla	$3,6 \pm 0,3$
syttymisvirta, alaraja 0,01% [A]	$\leq 0,45$	$\leq 1,2$
syttymisvirta, yläraja 99,99 % [A]	1,0	2,2
Sarjasyttymisvirta [A]	$> 1,5$	$> 3,5$
Syöttämisenenergia [mJ/ $\Omega$ ]	8 – 16	80 – 140

Nallin kokonaisvastus, ryhmä B:

Johdinpituus [m]	2	3	4	6	10	17	20	25	30
Vastus [ $\Omega$ ]	0,99 $\pm 0,31$	1,16 $\pm 0,32$	1,33 $\pm 0,33$	1,66 $\pm 0,36$	2,34 $\pm 0,40$	3,52 $\pm 0,49$	4,03 $\pm 0,52$	4,88 $\pm 0,58$	5,72 $\pm 0,63$

ERI RYHMIEN/LUOKKIEN SÄHKÖNALLEJA EI SAA KÄYTTÄÄ SAMASSA KYTKENNÄSSÄ!

ÄLÄ MYÖSKÄÄN KÄYTÄ ERI VALMISTAJIEN SÄHKÖNALLEJA SAMASSA KYTKENNÄSSÄ!

Älä katkaise ryhmän C sähkönallien johtimia. Mikäli johtimet ovat jostakin syystä katkenneet, niin oikosulje nalli kytkemällä johtimet yhteen ja hävitä nalli jäljempänä kuvatulla tavalla.

### 3. Sähkörajäytysnallien paloajat

FIREX-sähkönalleja valmistetaan hidasteajaltaan kahta sarjaa, millisekuntinalleja (MS) ja tunnelisarjanalleja (T). MS-nalleissa hidasteaikojen porrastus on 25 ms. MS-sarjan nalleja käytetään maanpäällisissä louhinnoissa. MS-nalleja valmistetaan luokissa B ja C.

Maanalaisiin louhintoihin tarkoitettu tunnelisarja (T) on valmistettu yhdistämällä MS-sarjan nalleja ja suuremman paloaikaporrastuksen, aina 500 ms saakka, omaavia nalleja. Tunnelilouhinnassa tarvitaan pidempiä hidasteaikoja, jotta kalliolla on aikaa irrota ja purkautua tunnelin perästä. T-sarjan nallien käyttö on kielletty maanpäällisissä louhinnoissa, koska hidasteajat ovat liian pitkiä ja voivat siksi aiheuttaa ei-toivottua kiven heittoa. Tunnelisarjan nalleja valmistetaan ainoastaan luokassa C.

Hidasteiden paloajat:

MS-sarja:

Järjestysnumero	paloaika ms		järjestysnumero	paloaika ms
1	25		11	275
2	50		12	300
3	75		13	325
4	100		14	350
5	125		15	375
6	150		16	400
7	175		17	425
8	200		18	450
9	225		19	475
10	250		20	500

T-sarja

Järjestys- numero	paloaika ms	porrastus ms		järjestys- numero	paloaika ms	porrastus ms
1	25	25		11	900	200
2	75	50		12	1200	300
3	125	50		13	1600	400
4	175	50		14	2000	400
5	225	50		15	2500	500
6	275	50		16	3000	500
7	350	75		17	3500	500
8	425	75		18	4000	500
9	500	75		19	4500	500
10	700	200		20	5000	500

#### 4. Varasto- ja säänkestävyys

FIREX-sähköräjäytysnallien suositeltu käyttölämpötila on välillä  $-25...+50^{\circ}\text{C}$ . Tätä kylmemmissä olosuhteissa sähkönallin johtimien eriste voi murtua. Samoin on huomioitava, että eräät räjähdysaineet vaativat normaalia nallia voimakkaamman sytytystavan kovassa pakkasessa. Varastointi ja kuljetus suositellaan tapahtuvaksi viileässä tai normaalissa huoneenlämpötilassa.

Varastointikestävyys on vähintään 1,5 vuotta valmistuspäivämäärästä lukien, edellyttäen että tuotteet varastoidaan valmistajan suosittelemissa olosuhteissa. Varastoinnissa on noudatettava voimassa olevaa lainsäädäntöä.

Räjäytysnallien vedenkestävyys on erinomainen. Räjäytysnallit yhtenäisillä johtimilla, ts. veden alla olevan johtimen eriste ehjä koko matkalta, kestävät vesipainetta vähintään 3 bar, joka vastaa 30 m:n syvyyttä veden alla. Nallin vetokestävyys on vähintään 4kg 2min ajan molemmista johtimista vetäen.

## 5. Sähkönallien pakkaukset ja merkinnät

Firex-sähkörajäytysnallien johdinpituuudet, sarjoitukset ja pakkauskoot

Nimi	Johdin-pituus (m)	Numerot (sarjat)	Kpl/ sisä-pakkaus	Kpl/ kuljetus-pakkaus
Firex-UR MS-3,0	3,0	1-10, 11-20 *	50	400
Firex-UR MS-4,0	4,0	1-10, 11-20 *	50	300
Firex-UR MS-6,0	6,0	1-10, 11-20 *	25	200
Firex-UR MS-10,0	10,0	1-10, 11-20 **	10	100
Firex-UR MS-17,0	17,0	1-10, 11-20 **	10	100
Firex-UR MS-20,0	20,0	1-10, 11-20 **	10	100
Firex-UR MS-25,0	25,0	1-10, 11-20 **	5	50
Firex-UR MS-30,0	30,0	1-10, 11-20 **	5	50
Firex-VA MS-3,0	3,0	1-10, 11-20 *	50	400
Firex-VA MS-4,0	4,0	1-10, 11-20 *	50	300
Firex-VA MS-6,0	6,0	1-10, 11-20 *	25	200
Firex-VA MS-10,0	10,0	1-10, 11-20 **	10	100
Firex-VA MS-17,0	17,0	1-10, 11-20 **	10	100
Firex-VA MS-20,0	20,0	1-10, 11-20 **	10	100
Firex-VA MS-25,0	25,0	1-10, 11-20 **	5	50
Firex-VA MS-30,0	30,0	1-10, 11-20 **	5	50
Firex-VA T-7,0	7,0	1-20***	10	200

\* sarjapakkaus

\*\* numeropakkaus

\*\*\* laatikkopakkaus

### Ulkopakkaus

Firex-sähköräjäytysnallien laatikot on merkattu tarraetiketeillä, joihin on merkattuna mm.

- nallilaji
- nallityyppi
- johtimien pituus
- hidastenumerot
- nallien lukumäärä
- valmistuspäivämäärä
- nalleissa olevan räjähdysaineen kokonaismäärä grammoina
- valmistaja ja CE-merkki.

<b>CE</b> <b>0402</b>	<b>OY FORCIT AB</b>	
	LYHYTHIDASTESÄHKÖNALLI MILLISEKUNDSPRÄNGKAPSEL	
Ryhmä / Grupp  <b>C /</b> <b>2</b>	Johdinpituus / Ledarlängd <b>3m</b>	Hidaste nro. / Intervall nr. <b>11</b>
Vaarallisuus lk. Yht.sop. ryhmä  Farlighets kl. Samhant. gr  <b>1.1B</b>	Määrä kpl / Antal st <b>400</b>	Valmistuspäivä / Tillverkningsdatum <b>04.01.99</b>
	Räjähdysainetta netto / Sprängämne netto <b>400g</b>	

### Sisäpakkaus

Sisäpakkauksena toimivaan muovipussiin on laitettu paperille kirjoitettuna seuraavat tiedot:

- nallityyppi
- hidastenumero(t)
- johdinpituus
- nallien lukumäärä sisäpakkauksessa
- nallin sähköiset ominaisuudet: Vastus, sarjasyttymisvirta, syttymisvirta ja sytyttämispulssi.

Hidaste nro. Intervall <b>VA-MS 11</b>	Johdinpit. Ledarlängd <b>3m</b>	Määrä Antal <b>50</b>	<b>CE 0402</b>	<b>OY FORCIT AB</b>
Vastus - Resistans: 3,3 - 3,8Ω		Sarjasyttymisvirta Serieständström: = 3,50A		
Ryhmä Grupp <b>C/2</b>	Ei syty Ecker-upptändning  Vastus syttymiseen: Säker upptändning	Syttymisvirta Tändström 1,2A	Syttymisimpulssi Tändpulsi 80mJ/Ω  140mJ/Ω	

### Paperipanta vyyhdessä

OY FORCIT AB:n valmistamien nallien johdinvyhyti on niputettu paperipannalla, jossa lukee:

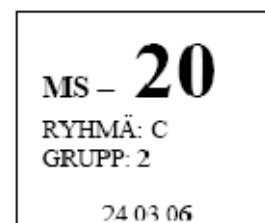
- Valmistaja
- CE-merkki



### Merkintä nallin kytkinholkissa

Nallin kytkinholkin ympärille on kiinnitetty tarra jossa on merkattuna:

- Nallin tyyppi ja hidastenumero
- Ryhmä
- Valmistuspäivämäärä (pp.kk.vv)



### Nallikuoren merkintä

OY FORCIT AB:n räjäytysnallien hylsyyn on kirjoitettu seuraavat tekstit: "DETONATOR xxMS", "DANGER G" ja "EXPLOSIVE". xx = hidasteen paloaika, näin voidaan nallin järjestysnumero tunnistaa vaikka johtimen numerolappu olisi kadonnut panostustyön aikana. Esimerkiksi, jos nallissa on merkintä 500 ms ja johtimien värit ovat vihreä ja keltainen kyseessä on VA-MS-nalli numero 20.

### Sähkönallien värikoodit

Suomessa sähkörajäytysnallit on värikoodattu siten, että ryhmän B nallien toinen johdin on sininen ja ryhmän C vihreä. Toinen johdin on keltainen (MS) tai punainen (T) riippuen paloaikeojen porrastuksesta. Muissa maissa voidaan noudattaa toisenlaisia värikoodeja.

#### Ryhmä B

UR-MS- nallit, sininen/keltainen



#### Ryhmä C

VA-MS-nallit, vihreä/keltainen



#### Ryhmä C

VA-T-nallit, vihreä/punainen



## 6. Kytkinholkin käyttö

Firex-sähkörajäytysnallit on varustettu kytkinholkilla, joka helpottaa johtimien kytkemistä toisiinsa ja antaa lisäsuojaa liitokselle. Kytkinholkkia käytetään seuraavasti: Ota hylsyyn kiinnittämätön johdin kytkinhylsyn sisältä ja liitä se seuraavan kytkettävän nallin kytkinhylsyyn ja kierrä hylsyä 5-6 kierrosta. Varmista vetämällä johtimista kevyesti, että liitos onnistui.



Erityisen märkiin olosuhteisiin on saatavilla erillisiä rasvatäytteisiä kytkinhylsyjä, joita käytetään avoimen kytkinhylsyn sijaan. Rasvatäytteisiä kytkinhylsyjä käytettäessä alkuperäinen kytkinhylsy irrotetaan johtimesta ja kytkentä suoritetaan kuten nalleilla, joissa ei ole kytkinhylsyä. Kytkentä pujotetaan rasvatäytteiseen kytkinhylsyyn. Hylsy taitetaan, jotta johtimet eivät luista hylsystä ulos.



## 7. Sähkörajäytyskentän virtapiirin tarkistaminen ennen kentän laukaisua

Käytettäessä ryhmän B nalleja, on tarkastusmittaukset suoritettava vaarallisen alueen ulkopuolella, esimerkiksi suunnitellulta laukaisupaikalta. Jos nallit kytketään rinnakkaisarjoihin, on myös kunkin sarjan mittaus suoritettava vaarallisen alueen ulkopuolelta.

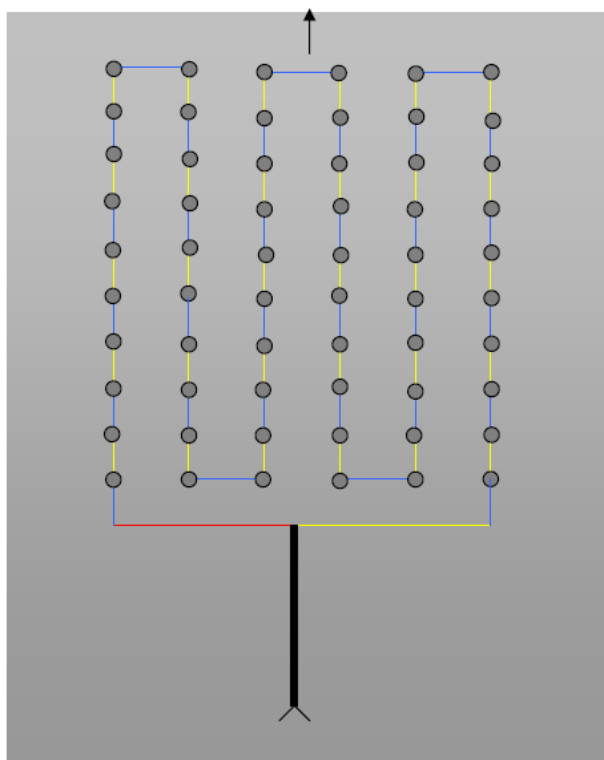
Käytettäessä raskaita täkkäysmattoja on tärkeitä mitata kentän vastus jokaisen maton paikalleen asettamisen jälkeen, jotta mahdollinen virtapiirin katkeaminen tai muutos kentän kokonaisvastuksessa voidaan havaita välittömästi.

### Sarjaankytkentä

Sarjaan kytketyn kentän tarkastaminen tapahtuu siten, että yhden nallin nimellisvastus kerrotaan nallien lukumäärällä. Tämän jälkeen kentän vastus mitataan tähän tarkoitukseen hyväksytyllä vastusmittarilla. Saadun tuloksen täytyy olla sama kuin laskettu vastus. Vastus voi vaihdella hiukan, jos mitattaessa tai kytkennässä käytetään jatkojohtoa.

Esimerkki sarjaan kytketyn kentän vastuksen laskemisesta ennen mittausta:

Virtapiirissä on kytketty sarjaan 60 UR-nallia (ryhmä B), joiden nallipakkauksiin merkitty vastus on 1,66 ohmia ( $\Omega$ ). Jatkojohtoa (kuvassa pitkä punainen ja keltainen) on kytketty yhteensä 100m. Jatkojohdon vastus  $6,0\Omega/\text{johdin}/100\text{m}$ . Runkojohdon mitattu vastus on  $3,8\Omega$ .



Nallien vastus  $60 \times 1,66\Omega = 99,6\Omega$

Jatkojohdon vastus  $1 \times 6,0\Omega = 6,0\Omega$

Runkojohdon vastus  $3,8\Omega$

Virtapiirin kokonaisvastus =  $99,6\Omega + 6,0\Omega + 3,8\Omega = 109,4\Omega$

### Ryhmäkytkentä (kytkentä rinnakkaissarjoihin)

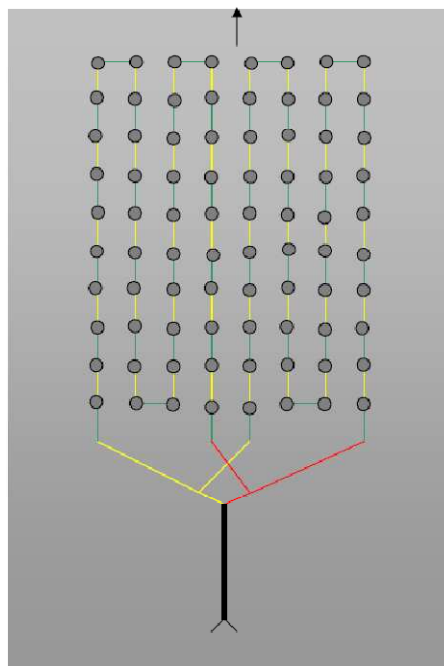
Tällöin tarkistetaan ensin, että sarjojen vastukset ovat yhtä suuret. Sarjojen välinen suurin sallittu vastus poikkeama on 5%. Tämän jälkeen sarjat kytketään rinnakkain yhteen ja mitataan koko kentän vastus. Hyvänä lähtökohtana rinnankytkennän onnistumiselle on, että kussakin sarjassa on yhtä monta nallia.

Esimerkki ryhmäkytketyn kentän vastuksen laskemisesta:

Virtapiirissä on 80 VA-nallia (ryhmä C), jotka on kytketty 2 sarjaan, joissa kummassakin on 40 nallia.

Nallien vastus on  $3,6\Omega$ . Jokaisessa sarjassa 80m jatkojohtoa (pitkät punaiset ja keltaiset).

Jatkojohdon vastus on  $6,0\Omega$  /johdin/100m. Runkojohdon vastus on  $3,8\Omega$



$$\text{Rinnan kytkettyjen sarjojen kokonaisvastus} = \frac{\text{yhden sarjan vastus}}{\text{sarjojen lukumäärä}}$$

$$\text{Kunkin sarjan nallien vastus} = 40 \times 3,6\Omega = 144\Omega$$

$$\text{Kunkin sarjan jatkojohtojen vastus} = (80/100) \times 6\Omega = 4,8\Omega$$

$$\text{Kunkin sarjan kokonaisvastus} = 144\Omega + 4,8\Omega = 148,8\Omega$$

$$\text{Kahden rinnakkain kytketyn sarjan vastus} = 148,8\Omega / 2 = 74,4\Omega$$

$$\text{Virtapiirin kokonaisvastus} = 74,4\Omega + 3,8\Omega = 78,2\Omega$$

### Vian etsiminen

Kytkenän vastus tarkastetaan vielä ennen laukaisua. Yleensä vastus liian alhainen (nalleja kytkemättä) tai ääretön,  $\infty$  (virtapiiri poikki). Virheen paikallistamiseksi virtapiiri jaetaan kahteen osaan. Mitataan molemmat osat ja virheellinen osa jaetaan edelleen, näin jatketaan, kunnes virhekohta löydetään.

**Maavuoto**

Maavuoto on vuotovirta, joka johtuu maahan ja aiheuttaa sen, että osa virtapiiriä jää ilman sytytysvirtaa. Maavuoto voi tapahtua räjäytysnallin johtimien eristämättömän osan koskettaessa maata, vettä tai esim. täkkäysmaton vaijereita. Johtimen päällyste voi vioittua panostustyön aikana tai eristämättömät johtimien kytkennät voivat koskettaa johtavaa kallion pintaa tai ovat vedessä.

Käytettäessä raskaita täkkäysmattoja on maavuotoa seurattava erityisellä ns. maavuotovastusmittarilla jokaisen paikalleen asetetun maton jälkeen.

Vedenalaisessa louhinnassa tai muussa louhinnassa, jossa on maavuodon vaara, tarkastusmittaukset on suoritettava maavuotovastusmittarilla. Mikäli kentässä havaitaan maavuoto, virhekohdan etsiminen suoritetaan kuten vastusmittauksessakin.

## 8. Kentän laukaiseminen

---

Sähköräjäytysnallien sytyttäminen saadaan suorittaa vain viranomaisen tähän tarkoitukseen Suomessa käytettäväksi hyväksymällä laukaisulaitteella. Vastaavasti muissa maissa saadaan käyttää vain kunkin maan vaatimukset täyttävää laukaisulaitetta.

Tarkista laukaisulaitteen tyyppikilvestä, ettei kentän räjäytysnallimäärä eikä kokonaisvastus ylitä laukaisulaitteelle sallittuja arvoja.

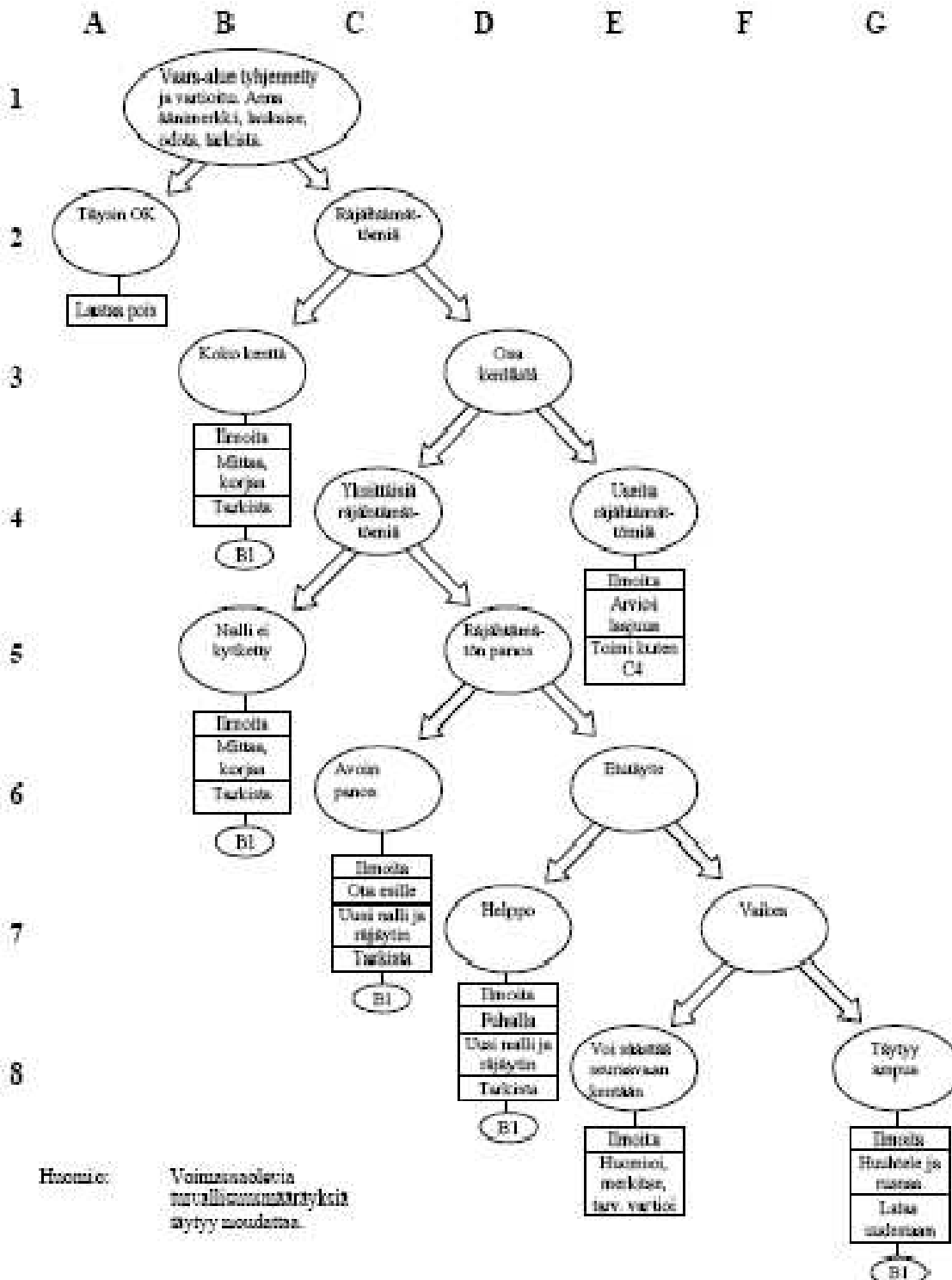
Noudata laukaisulaitteen tyyppikilven käyttöohjetta.

Toimenpiteet kenttää laukaistaessa:

- tyhjennä räjäytyspaikka
- kytke runkojohto napanuuveihin ja aseta generaattorin kampi paikoilleen
- anna tarvittava varoitusääni
- paina painiketta LATAUS
- kierrä kampea saavuttaaksesi tarvittava laukaisutaso
- laukaise kenttä painamalla painiketta SYTYTYS
- irrota generaattorin kampi sekä runkojohto.

**Räjähämättömiä käsittely**

Jos räjäytyksen jälkeen kentästä löytyy räjähtämättömiä reikiä toimi seuraavan kaavion mukaisesti.



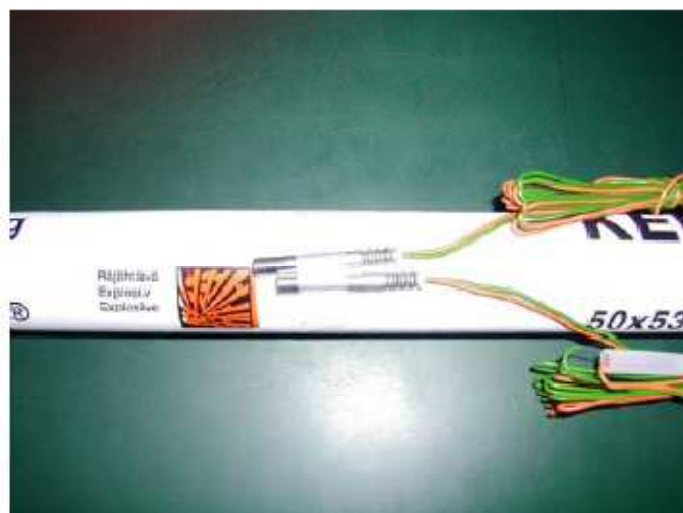
## 9. Räjätysnallien hävittäminen

---

Vialliseksi epäiltyjä tai liian vanhoja (parasta ennen päiväys) räjäytysnalleja ei saa käyttää vaan ne on hävitettävä. Hävittämisen saa suorittaa vain henkilö, jolla on panostajan pätevyys, tai poliisipiirin päällikön määräämä, Turvatekniikan keskuksen hyväksymä, tehtävään pätevä henkilö

Yksittäisiä viallisia, vialliseksi epäiltyjä tai vanhoja räjäytysnalleja voidaan hävittää räjäyttämällä ne porareiässä yhdessä räjähdysaineen kanssa.

Räjätysnallit voidaan hävittää myös teippaamalla ne räjähdysainepatruunaan ja räjäyttämällä räjähdysainepatruuna. Mikäli räjähdysainepatruuna räjäytetään avotilassa on huomioitava räjähdysten aiheuttama ilmanpaine- ja sirpalevaikutus.



Mikäli kysymyksessä on suurempien nallimäärien hävittämisestä ota yhteys OY FORCIT AB:n teknilliseen palveluun tai räjähdysainekauppiaseesi.

## 10. Sähköisen tahattoman syttymisen vaara

---

### Staattinen sähkö

Staattista sähköä syntyy lähinnä sähköä johtamattomien kappaleiden hankauksessa, esim. ANFO:n paineilmapanostuksessa, suojapeitteiden asettelussa kuivissa olosuhteissa, lumi- tai hiekkamyrskyssä. Staattinen sähkö varautuu kappaleisiin ja voi purkautua nallin sytykepään

johtimien tai nallikuoren kautta sytyttäen sen. Ihmisen teoreettinen varautumiskyky on 34mJ, joka on riittävän suuri sytyttämään UR-nallin.

### Ukkonen

”Ukkosturvallisia” sähkörajäytysnalleja ei ole olemassa vaikkakin ryhmän C nallit ovat jonkin verran turvallisempia kuin ryhmän B nallit. Panostustyö on aina keskeytettävä ukkosen lähestyessä.

Suurjännitejohdot, radio-, TV- ja tutkalähettimet ovat riskitekijöitä sähkönalleja käytettäessä. Näiden riskien suhteen sovelletaan joka maassa omaa lainsäädäntöä ja säännöstöä. Suomessa turvaetäisyydet on määritellyt työministeriö päätöksellään 495/93:

### Suurjännitejohdot

Suurjännitejohdon jännite (kV)/vaakasuora vähimmäisetäisyys (m) lähimmästä suurjännitejohdosta

Jännite kV	3	6	10	20	30	45	110	220	400
Ryhmä B (UR)	10	10	30	50	50	50	100	100	100
Ryhmä C (VA)	0	0	0	0	0	0	15	15	15

### Radio- ja TV-lähettimet

Radio- tai TV-lähettimen teho (kW)/vaakasuora vähimmäisetäisyys antennista (m)

Teho kW	0,025	0,05	0,1	1	4	10	40	100	200	400	2000
Ryhmä B (UR)	15	20	25	80	160	250	500	800	1200	1600	3600
Ryhmä C (VA)	0	0	0	30	60	100	200	300	450	600	1400

### Tutkalähttimet

Vaakasuora vähimmäisetäisyys (m) tutkalähttimen antennista

Ryhmä C (VA)	50
Ryhmä B (UR)	300

### Työmaalla käytettävät sähkölaitteet

Sähkönallien käsittelyssä on huomioitava, että sähkötoimiset työkonet ja laitteet voivat aiheuttaa vuotovirtoja ja lisäävät tahattoman syttymisen vaaraa.

## 11. Käytön rajoitukset

---

Aikaisemmin mainittujen rajoitusten lisäksi on huomioitava seuraavat:

FIREX-sähkөрäjäytysnalleja ei ole tarkoitettu käytettäväksi olosuhteissa, joissa on kaasu- tai pölyräjähdysten vaara, esim. hiilikaivoksissa.

FIREX-sähkөрäjäytysnalleista aiheutuu sirpalevaara jos niitä käytetään porareiän ulkopuolella. FIREX-sähkөрäjäytysnalleja voidaan käyttää porareiän ulkopuolella sähköttömien räjäytysnallien, räjähtävien tulilankojen ja pintapanosten sytyttämiseen. Tällöin on huolehdittava tilanteeseen soveltuvasta suojauksesta. Muu ohjeiden vastainen käyttö on kielletty.