

Tekniset tiedot

Yleisohjeita

Rittal-virtakiskojärjestelmien ja niiden komponenttien kehitystyössä Rittal soveltaa uusinta tekniikkaa ja noudattaa voimassa olevia standardeja sekä määräyksiä. Sovelluskohteet ovat maailmanlaajuisia. Rittalin jatkuvan omavalvonnan lisäksi SV-komponenttien laatua korostetaan koestuksilla ja hyväksynnöillä.

Koska tuotekehitys on jatkuva prosessi, varaamme oikeuden teknisen kehityksen edellyttämiin muutoksiin.

Käyttö

Henkilö- ja omaisuusvahinkojen välttämiseksi virtakiskojärjestelmiä saavat käyttää ja asentaa vain koulutetut ja ammatillisesti pätevät henkilöt. Voimassa olevien teknisten ohjeiden, standardien ja määräysten noudattaminen on ehdottomasti pakollista. Käyttäjä on velvollinen huomioimaan Rittalin antamat tiedot ja ohjeet sekä kertomaan ne eteenpäin myös seuraaville käyttäjille ja/tai asiakkaille. Erityisesti on noudatettava ilmoitettuja kiristysmomenteja, jotta saavutetaan optimaalinen kosketuspaine. Liitokset on tarkastettava kuljetuksen jälkeen ja tarvittaessa jälkikiristettävä.

NH-varokkeet on tarkoitettu sähköasentajien sekä teknisesti koulutettujen henkilöiden käyttöön.

NH-laitteita kytkettäessä on huomioitava seuraavat määräykset ja ohjeet:

- Noudata VDE 0105 – 100:n erittelyjä
- Ennen kytkentää on varmistettava kannen tarkka sopivuus runkoon
- Jos kansi ei aukea täysin, varokkeet saattavat syöttösuunnasta riippuen olla jännitteisiä
- Suorita kytkentä nopeasti

Tekniset tiedot sekä luettelotiedot ja käyttöolosuhteet

Virranjakelukomponentteja käytetään yhdessä monenlaisten kytkentälaitteiden, moduulien ja muiden virranjakelukomponenttien kanssa. Näitä moduuleja ja komponentteja käytetään hyvin erilaisissa käyttö- ja ympäristöolosuhteissa, joihin Rittal ei voi vaikuttaa, joten turvallisen toiminnan varmistaminen on järjestelmän valmistajan vastuulla.

Ellei muuta mainita, Rittalin virranjakelukomponenttien käytön perustana IEC-markkinoilla on standardi DIN EN 61 439-1/DIN EN 61 439-2 sekä siinä määritellyt ympäristöolosuhteet sisäasennuksia varten, likaisuusluokkaan 3 sekä ylijänniteluokitukseen IV asti. Kytkentäkaapin sisälämpötila > 35°C vaatii arvojen alentamista sovelluskohtaisesti.

Erityisesti standardin DIN EN 61 439-1 (taulukko 6) sallimien rajalämpötilojen osalta on huomioitava seuraavat kriittiset tekijät:

- Komponenttien sijoitus huomioiden termiset vaikutukset koko rakenteeseen
- Käytettävien tehokytkimien ja varokkeiden häviöteho
- Aktiivinen/passiivinen ilmanvaihto

- Tarvittavat johdinpoikkipinnat normi- ja valmistajan tietojen perusteella
- Järjestelmän käyttötapa (kytkentäjaksot jne.)
- Käyttö- ja ympäristöolosuhteiden huomioiminen
- Samanaikaisuustekijöiden huomioiminen
- Nimelliskuormakertoimen (RDF) huomioiminen
- Kuormakertoimen huomioiminen

Lisäksi on huomioitava, että virtakiskojärjestelmän normaali asennusasento on vaakasuuntainen asennus, jolloin asennettavat laitteet ovat pystysuorassa. Järjestelmän päädyissä on tarkastettava pienimmät pinta- ja ilmapurkausvälit DIN EN 60 664-1 mukaisesti.

Komponenttien kemiallista altistumista joko suorassa kosketuksessa kemikaaleihin tai kemiallisesti kuormittavan ympäristön takia kuljetuksen, varastoinnin tai käytön aikana on vältettävä, sillä se voi aiheuttaa koskettimien syöpymistä ja muita negatiivisia vaikutuksia.

Erityisesti UL-merkintä vaatii järjestelmän valmistajaa noudattamaan UL 508A -määräyksiä. Varsinkin käyttökohteessa tarvittavat pinta- ja ilmapurkausvälit on huomioitava.

Yleisimmät perus-/käyttäjämääräykset virtakiskojärjestelmille ja -komponenteille

- **DIN EN 60 269-1**
Pienjännitevarokkeet
Osa 1: Yleiset vaatimukset
- **DIN EN 61 439-1/IEC 61 439-1**
Matalajännitteiset kytkentälaitetekoonpanot
Osa 1: Yleiset määräykset
Korvaa standardin DIN EN 60 439-1
- **DIN EN 61 439-2/IEC 61 439-2**
Matalajännitteiset kytkentälaitetekoonpanot
Osa 2: Energia-kytkentälaitetekoonpanot
Korvaa standardin DIN EN 60 439-1
- **DIN EN 61 439-3/IEC 61 439-3**
Matalajännitteiset kytkentälaitetekoonpanot
Osa 3: Jakokaapit muiden kuin sähköalan ammattilaisten käyttöön
- **DIN EN 60 947-1/IEC 60 947-1**
Matalajännitteiset kytkentälaitteet
Osa 1: Yleiset määräykset
- **DIN EN 60 947-3/IEC 60 947-3**
Matalajännitteiset kytkentälaitteet
Osa 3: Kuormankytkimet, erottimet, kuormanerotitimet ja kytkin-
varokeyksiköt
- **DIN EN 60 664-1/IEC 60 664-1**
Eristyksen järjestäminen sähköenergialle pienjännitelaitteistoissa
Osa 1: Perusteet, vaatimukset ja koestukset
- **DIN EN 60 999-1/IEC 60 999-1**
Liitännämateriaali – sähköiset kuparijohteet – turvallisuusvaatimuk-
set ruuviliitoskohdille ja ruuvittomille liitoskohdille
Yleiset vaatimukset ja erityisvaatimukset liitoskohdille
0,2 mm² - 35 mm² johtimilla
- **DIN EN 60 999-2/IEC 60 999-2**
Liitännämateriaali – sähköiset kuparijohteet –
turvallisuusvaatimukset ruuviliitoskohdille ja ruuvittomille
liitoskohdille –
Osa 2: Erityiset vaatimukset liitoskohdille yli
35 mm² - 300 mm² johtimilla
- **DIN 43 671**
Kupariset virtakiskot, mitoitus jatkuvalle virralle
- **DIN 43 673-1**
Virtakiskojen poraukset ja kierrelitokset, poikkileikkaukseltaan
suorakulmaiset virtakiskot
- **DIN EN 60 715/IEC 60 715**
Matalajännitteisten kytkentälaitteiden mitat –
Normitetut kannatinkiskot sähkökojeiden mekaanista kiinnitystä
varten
- **DIN EN 13 601**
Kupari ja kupariseokset –
kupariset tangot ja langat yleiseen käyttöön sähkötekniikassa
- **UL 248**
Low-Voltage Fuses
- **UL 4248-1**
Fuseholders Part 1: General Requirements
- **UL 486 E**
Equipment Wiring Terminals for use with
Aluminium and/or Copper Conductors
- **UL 489**
Molded-Case Circuit breakers, Molded-Case Switch
and Circuit-Breaker Enclosures
- **UL 508**
Industrial Control Equipment
- **UL 508A**
Industrial Control Panels
- **UL 512**
Fuseholders
- **UL 845**
Motor Control Centers
- **UL 891**
Switchboards

Ri4Power matalajännitteiset kytkentälaitekokoonpanot suunnittelutodistuksineen

Ri4Power matalajännitteisten kytkentälaitekokoonpanojen kenttätyyppit täyttävät standardien DIN EN 61 439-1 ja DIN EN 61 439-2 rakennevaatimukset. Kun suunnittelu ja rakenne toteutetaan Ri4Power-järjestelmän spesifikaatioiden ja asennusohjeiden mukaisesti, matalajännitteisen kytkentälaitekokoonpanon kenttätyyppien yhdistelmä täyttää standardien DIN EN 61 439-1 ja DIN EN 61 439-2 rakennevaatimukset.

Ri4Power-järjestelmän koestukset on suoritettu seuraavien valmistajien laitteilla

- ABB
- Eaton
- Jean Müller
- Mitsubishi
- Schneider Electric
- Siemens
- Terasaki

sekä RiLine-komponenteilla Rittalin toimesta. Toisin kuin koestamattoman kytkentälaitekokoonpanon tapauksessa, komponenttien ja kytkentälaiteiden valintatiedot on sidottu koestettuihin tyyppeihin. Kuormankytkimien suunnittelussa on huomioitava alennuskertoimet käytettäessä niitä korkeammissa kytkentäkaapin lämpötiloissa.

Ennen koestettujen kytkentälaitekokoonpanojen suunnittelua ja toteutusta käyttäjän ja kytkentälaiteiston valmistajan on yhdessä sovittava koestettujen kytkentälaitekokoonpanon tekniset parametrit. Ri4Power-järjestelmän koestettua rakennetta varten suositellaan Rittal Power Engineering -ohjelman käyttöä. Ohjelmaan on integroitu kaikki tarvittavat tekniset parametrit ja se ohjaa käyttäjän toivottuun tulokseen.

Kytkenälaitekokoonpanon suunnittelutodistuksen avulla kytkentäkaapin, virtakiskojärjestelmän ja kytkentälaiteiden yhdistelmä osoitetaan toimivaksi kokonaisuudeksi, joka täyttää kaikki tekniset raja-arvot. Suunnittelutodistuksella varustettujen kytkentälaitekokoonpanon tekniset tiedot voivat poiketa yksittäisten komponenttien koestusarvoista, sillä nämä komponentit ovat usein muiden koestustodistuksen alaisia.

Myös virtakiskojärjestelmien tiedot saattavat poiketa DIN 43 671:n mukaisesti koestettujen kytkentälaitekokoonpanon puitteissa, koska koestuksessa huomioidaan kotelon ja virtakiskojärjestelmän lisäksi myös hukkathehoa tuottavat kytkentälaitteet. Sen takia myös suunnittelutodistuksella varustettujen kytkentälaitekokoonpanojen tekniset järjestelmätiedot sivuilla 166 – 171 ovat vain suuntaa-antavia.

Jos yhdistellään eri nimellistietojen mukaisia kenttätyyppejä, on huomioitava että päävirtakiskojärjestelmän ja kotelointiluokan alimmat arvot määräävät koko kytkentälaitekokoonpanon nimellisarvot.

Ri4Power matalajännitteiset kytkentälaitekokoonpanot ilman suunnittelutodistusta

Ri4Power-komponentteja voidaan käyttää myös muissa kuin suunnittelutodistuksella varustetuissa kytkentälaitekokoonpanoissa.

Tällöin on huomioitava tuotteen tekniset tiedot sekä virtakiskojärjestelmän oikosulkukestävyyssiedot ja nimellistiedot.

Määräysten mukainen suunnittelu ja projektointi

Yleensä matalajännitteiset kytkentälaiteistot ja jakokaapit on suunniteltava siten, että ne vastaavat lopullisen sijoituspaikkansa käyttöolosuhteita. Tätä varten laiteiston käyttäjän tulisi määrittellä valmistajan kanssa yhdessä käyttö- ja ympäristöolosuhteet. Sen lisäksi käyttäjä tai vastaava suunnittelutoimisto ilmoittaa yleensä valmistajalle kaikki verkon syöttöpuolen sekä avotelineen lähtöpuolen sähköiset tiedot. Vain näiden tietojen avulla voidaan suunnitella tai valmistaa ihanteellisesti sovellettu ja kustannustehokas laiteisto.

Tärkeitä perustiedot suunnitteluun ja projektointiin

- Sovellettavat määräykset ja säädökset, paikalliset tai kansainväliset
- Paikallisen sähköyhtiön tekniset liitännäsedellytykset
- Käyttäjakohtaiset määräykset
- Verkkokohtaiset suojatoimenpiteet/verkon muoto
- Nimellisjännite ja -taajuus
- Nimellisvirta johtimien määrän mukaisesti (syöttö ja virtakiskot)
- Nimelliseristysjännite
- Oikosulkuvirta asennuspaikalla
- Syöttökaapelin sijainti, ylhäältä vai alhaalta tuleva
- Syöttökaapelien ja osajohtimien määrä sekä tyyppi- ja poikkileikkaustiedot
- Lähtöjen lukumäärä käyttökuormitustietojen sekä tyyppi- ja poikkileikkaustiedot lähtökaapelista
- Käyttäjän ilmoittama samanaikainen ja nimellinen kuormituskerroin lähtöpuolta varten

Tärkeitä käyttö- ja ympäristöolosuhteet

- Nimellisjännite U_n
- Verkon taajuus f_n
- Nimelliseristysjännite U_i
- Nimellinen jännitepiikin kesto U_{Imp}
- Laiteyhdistelmän nimellisvirta I_{nA}
- Virtapiirin nimellisvirta I_{nc}
- Nimellinen kuormituskerroin RDF
- Vaadittu nimellinen oikosulkuvirta I_{cc}
- Virtakiskojen nimellisjännite I_{sas}
- Nimellinen virtapiikkien kestävyys I_{pk}
- Nimellinen lyhytaikainen virransieto I_{cw}
- Ympäristön lämpötilaeddelytys ϑ
- Ilmastovaatimukset suhteellisen ilmankosteuden ja lämpötilan ilmoitettujen tietojen mukaisesti
- Koko laiteiston kotelointiluokka IP . . .
- DIN EN 60 529:n mukaiset tiedot
- Suojausluokka

Kuormituskerroin RDF

Kytkenälaitekokoonpanon tai sen osan (esim. kentän) kuormituskerroin, joka käsittää useampia päävirtapiirejä, on kaikkien virtojen, joita on odotettavissa minä tahansa ajankohtana vastaavissa päävirtapiireissä, suurimman summan suhde kytkentälaitekokoonpanon tai kytkentälaitekokoonpanon osan kaikkien pääpiirien nimellisvirtojen summaan.

Päävirtapiirien määrä	Kuormituskerroin
2 ja 3	0,9
4 ja 5	0,8
6 ja 7	0,7
10 ja enemmän	0,6

Johtimien kytkentä/liitännät

Ellei Rittalin tuoteasiakirjoissa tai tuotteessa toisin mainita, kaikki johdinliitännät pätevät ainoastaan Cu-johtimen liitännään. Alumiinijohtimen kanssa liitännät vaativat johtimen erityisen valmistelun ja ne on huollettava säännöllisin välein.

Tuotteeseen tai dokumentaatioomme merkittyjä kiristysmomenteja on noudatettava. Voimassa olevan liitinoheen DIN EN 60 999-1 ja -2 mukaisesti liitännäkohtiin ei saa kohdistua lainkaan vetokuormitusta. Tästä syystä tarkoitetun mukainen asennus edellyttää asennuskohteeseen sopivan vedonpoiston käyttöä. Rittalin dokumentaatioissa ilmoitetut liitännäalat ovat aina pienimmän/suurimman käyttökelpoisen liitännäjohtimen absoluuttisia arvoja. Päätyhylsyjä käytettäessä ei ole erilaisten puristustapojen takia mahdollista antaa yleistä hyväksyntää, sillä liitännäalan poikkeamia tai sähkömekaanisesti puutteellisia liitännöjä saattaa esiintyä. Yleisesti on varmistettava, ettei liittimen voima löysty tai pyri irrottamaan päätehylsyä. Esimerkiksi litteästi puristavat liittimet soveltuvat siten nelikulma- tai suunnikasmuotoiseen puristukseen. Kehämäisesti puristavat liittimet sopivat pyöreään puristukseen. Erityisesti suurilla poikkipinta-aloilla voi esimerkiksi nelikulma- tai suunnikasmuotoon puristettujen johtimien käyttö kehämäisesti puristavassa liittimessä johtaa sähkömagneettisesti puutteelliseen liitokseen. Tähän on syynä itseirrottava vaikutus, jolloin liittimen kiristämisen yhteydessä päätyhylsyn kulmat muotoutuvat ensin kehämuodon suuntaan ja siten koko puristusvoima johtimen ja hylsyn välillä voi heikentyä. Liittimiä ei ole mekaanisesti suunniteltu uuteen puristusmuotoon muovattavaksi. Tällainen käyttö on klassinen esimerkki sallittua suuremmasta lämpenemisestä, joka epäsuotuisassa tapauksessa saattaa johtaa liitosta ympäröivän ilman ionisoitumisen takia valokaaren syttymiseen ja lopulta koko järjestelmän tuhoutumiseen.

Johtintyyppien selostukset DIN EN 60 228 mukaan:

re pyöröjohdin, yksisäikeinen
se sektorijohdin, yksisäikeinen
rm pyöröjohdin, monisäikeinen
sm sektorijohdin, monisäikeinen
f hienosäikeinen

UL:n mukaisiin liitinliitännöihin pätee UL 486E. Liitinliitännöissä erotetaan tehtaalla ja työmaalla tehtävät johdotukset. Kaikki Rittal RiLine60 kytkentä- ja laiteadapterin liitinliitännät koestetaan työmaalla tehtävien johdotusten korkeampien hyväksyntävaatimusten mukaisesti. UL 486E:n mukaan johdinliitännöissä ei saa tällä hetkellä käyttää päätehylsyjä. Osajohtimien käsittelytapa on työn alla UL:ssä.

Johtintyyppien nimitykset UL 486E:n mukaisesti:

s stranded (monisäikeinen)
sol solid (yksisäikeinen)

Seuraavassa taulukossa luetaan AWG:n ja MCM:n mukaiset johdinpoikkipinta-alat yksikössä mm²:

Johdinkoko	Absoluuttinen poikkipinta mm ²	Lähin standardipoikkipinta mm ²
AWG 16	1,31	1,5
AWG 14	2,08	2,5
AWG 12	3,31	4
AWG 10	5,26	6
AWG 8	8,37	10
AWG 6	13,3	16
AWG 4	21,2	25
AWG 2	33,6	35
AWG 0	53,4	50
AWG 2/0	67,5	70
AWG 3/0	85	95
MCM 250	127	120
MCM 300	152	150
MCM 350	178	185
MCM 500	254	240
MCM 600	304	300

AWG = American Wire Gauges

MCM = Circular Mils (1 MCM = 1000 Circ. Mils = 0,5067 mm²)

Liitäntäjohtimien kuormitettavuus

Kaapelien ja johtimien kuormitettavuus riippuu erilaisista tekijöistä. Varsinaisen eristuksen, ts. kaapelin vaipan rakenteen, lisäksi seuraavat tekijät:

- asennustapa
- niputus
- ympäristön lämpötilat

ovat määrääviä johtimen todellisen kuormitettavuuden kannalta.

Seuraavan taulukon perusteella on mahdollista määritellä johdinpoikkipinta-aloille 1,5 - 35 mm² kuormitettavuus mainitut tekijät huomioiden.

Kuormitettavuus, eristetyt PVC-johtimet ympäristölämpötilassa +40°C, kaapelointitapa E (DIN EN 60 204-1:1998-11)	
Nimellispoikkipinta mm ²	Kuormitettavuus A
1,5	16
2,5	22
4	30
6	37
10	52
16	70
25	88
35	114

Laskentakertoimet K ₂ johtimien kuormitettavuudelle (DIN EN 60 204-1:1998-11)	
Ympäristölämpötila °C	Kerroin
30	1,15
35	1,08
40	1,00
45	0,91
50	0,82
55	0,71
60	0,58

Alennuskerroin kaapeleita/johtimia niputettaessa K ₁				
Asennustapa	Kuormitettujen virtapiirien määrä			
E	2	4	6	9
	0,88	0,77	0,73	0,72

Tehtävänasettelu laskentaesimerkkiä varten:

On määriteltävä 16 mm² PVC-eristetyt H07-liitäntäjohtimen, jota käytetään D 02-E 18 varoke-elementin (SV 3418.000) liittämiseen, suurin sallittu virta seuraavilla reunaehdoilla:

Ympäristö- ja asennusolosuhteet

- Johtimen asennus kaapelikouruun, jossa 6 kuormitettua virtapiiriä
- Ympäristölämpötila kytkentäkaapissa 35°C
- Johtimen välitön ympäristölämpötila kaapelikourussa 50°C

$$\begin{aligned}
 I_{\text{mak}} &= I_{(40^\circ\text{C})} \cdot K_1 \cdot K_2 \\
 &= 70 \text{ A} \cdot 0,73 \cdot 0,82 \\
 &= 41,9 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Yhteenveto:

Edellä mainituissa ympäristöolosuhteissa varoke-elementin liitäntäjohtimen kuormittaminen on mahdollista enintään 41,9 A virralla. Asennuksen lisävaikutusten, kuten elementtien rivittämisen, epäsuotuisten lämmönjohtumisolosuhteiden jne. takia tämä arvo voi myös pienentyä.

Normimuuntajien nimellisvirrat ja oikosulkuvirrat

Nimellisjännite $U_N = 400 \text{ V}$	400 V		
Oikosulkujännite U_k		4 % ¹⁾	6 % ²⁾
Nimellisteho S_{NT} [kVA]	Nimellisvirta I_N [A]	Oikosulkuvirta I_k ³⁾ [kA]	
50	72	1,89	1,20
100	144	3,61	2,41
160	230	5,77	3,85
200	288	7,22	4,81
250	360	9,02	6,01
315	455	11,36	7,58
400	589	14,43	9,62
500	722	18,04	12,03
630	910	22,73	15,15
800	1156	28,86	19,24
1000	1444	36,08	24,05
1250	1805	45,09	30,06
1600	2312	57,72	38,48
2000	2882	72,15	48,10
2500	3613	90,32	60,21

¹⁾ $U_k = 4 \%$ normitettu DIN 42 503:n mukaan, $S_{NT} = 50 \dots 630 \text{ kVA}$

²⁾ $U_k = 6 \%$ normitettu DIN 42 511:n mukaan, $S_{NT} = 100 \dots 1600 \text{ kVA}$

³⁾ I_k = Muuntajan lyhytaikainen alkuvaihtovirta liitettäessä verkkoon rajoittamattomalla oikosulkuteholla

Tietoa ”Whiskereistä”

EU:n sähkö- ja elektroniikkaromudirektiivi (RoHS) kieltää lyijyn lisäämisen tinaan. Siksi tinatuissa virtakiskoissa on suuri vaara ”Whiskerien” muodostumiseen, mistä voi aiheutua vaarallisia oikosulkuja järjestelmän kahden vaiheen tai vaiheen ja maadoitettujen osien välille.

Whiskerit ovat hiusmaisia ja sähköä johtavia kiteitä, joita tietyissä olosuhteissa kasvaa tinattujen virtakiskojen tinakerroksesta. Niiden halkaisija on useimmiten $1 - 2 \mu\text{m}$ ja Whisker-hiukset voivat venyä $10 - 12 \text{ mm}$ pituisiksi. Whiskereitä kasvaa tinan molekyyliarakenteen mekaanisten jännitysten seurauksena, ts. yksittäisten molekyylien siirtyessä lankamaiseen järjestykseen. Kasvunopeus on noin $750 \mu\text{m}$ kuukaudessa ja kasvamisvauhti on edullisimmillaan 50°C lämpötilassa. Ympäröivä aine ei vaikuta Whiskerien kasvuun. Whiskereitä muodostuu yhtä hyvin tyhjiössä kuin erilaisissa ilmastoissa ja ilmankosteuksissa. Ohuissa tinakerroksissa on suurimmat sisäiset jännitykset, joten niiden kohdalla on varauduttava voimakkaampaan Whiskerien kasvuun.

Whiskerien muodostumisriski voidaan minimoida siten, että tinattu ulkopinta on mahdollisimman matta ja käytetään vähintään $10 - 20 \mu\text{m}$ kerrospaksuuksia. Nämä täyttyvät Rittalilta erikoistilauksesta saatavissa tinatuissa lattakiskoissa sekä PLS 800:n ja PLS 1600:n kohdalla. Lisäksi RiLine60:n kaukalopohja- ja adapteritekniikka, joka varmistaa tehokkaan kosketussuojauksen, on suunniteltu optimaaliseksi eri potentiaalien välisen eristyksen kannalta.