

Strømfordeling

Generelle henvisninger

Ved utviklingen av Rittal samleskinnesystemer og komponentene til disse støtter Rittal seg på dagens teknikk og tilhørende gjeldende normer og forskrifter. Anvendelsene er i bruk i fagbedrifter over hele verden. I tillegg til permanente kontroller utført av Rittal blir kvaliteten på SV-komponentene understreket gjennom mange kontroller og godkjenninger.

Da produktutviklingen er en vedvarende prosess, tar vi forbehold om endringer på grunn av tekniske fremskritt.

Bruk

For å unngå personskader og materiale skader må bruk hhv. montasje av samleskinnesystemer kun utføres av utdannet personell som har fått faglig opplæring. Det forutsettes at gjeldende tekniske forskrifter, normer og bestemmelser blir overholdt.

Brukeren er forpliktet til å følge nøye informasjon og instruksjoner som Rittal har gitt og evt. gi spesielle instruksjoner videre til senere brukere eller kunder. Spesielt må de angitte tiltrekkingsmomentene for elektriske klemmer følges for å oppnå gjeldende optimalt kontaktrykk. Etter transport må forbindelsene kontrolleres og eventuelt strammes.

NH-sikringer er i prinsippet beregnet for bruk for elektrikere og teknisk utdannet personell.

For kobling av NH-apparater må følgende forskrifter hhv. henvisninger følges:

- Følg anvisninger iht. VDE 0105 – 100
- Før innkobling må man påse at dekslet er nøyaktig lagret i chassiset
- Hvis dekslet ikke er helt åpent, kan sikringsinnsatsene være spenningsførende, dette avhenger av innmatingsretningen
- Hurtig kobling

Tekniske angivelser eller katalogangivelser og driftsbetingelser

Strømfordelingskomponenter brukes i kombinasjon med et utall forskjellige koblingsapparater, enheter og komponenter for strømfordeling. Disse forskjellige enhetene og komponentene krever forskjellige drifts- og omgivelsesbetingelser som på den ene siden ligger utenfor Rittals innflytelse, på den annen side må sikres for sikker funksjon fra anleggsprodusentens side.

Når ikke annet er angitt, gjelder som grunnlag for strømfordelingskomponentene fra Rittal i IEC-markedet DIN EN 61 439-1/DIN EN 61 439-2 og miljøbetingelsene for plassering i rom med smussklasse opptil 3 og overspenningskategori IV. Ved innvendige temperaturer i apparatskapet på > 35 °C må man evt. sørge for en applikasjonsrelevant neklasifisering.

Spesielt når det gjelder grenseovertemperaturene som er angitt i DIN EN 61 439-1 (tabell 6) må anleggsprodusenten se kritisk på følgende faktorer:

- Fordeling av komponentene med tanke på termisk gjensidig virkende påvirkninger i den totale oppbyggingen
- Tapseffekt til de anvendte effektbryterne og sikringene
- Aktive/passive ventilasjonstiltak

- Nødvendige ledningstverrsnitt iht. norm hhv. produsentangivelser
- Anleggets driftsmåte (koblingssykluser etc.)
- Overholdelse av drifts- og omgivelsesbetingelsene
- Overholdelse av merkebelastningsfaktoren (RDF)
- Overholdelse av belastningsfaktoren

Videre må man være oppmerksom på at som standard innbyggingsposisjon for samleskinnesystemet gjelder den horisontale monteringsposisjonen og dermed brukes den loddrette monteringsposisjonen for påbyggingsapparater. Ved sluttoppbygging av anlegget må de minste krype- og luftstrekke iht. DIN EN 60 664-1 kontrolleres.

For komponentene må man unngå kjemiske belastninger på grunn av direkte kontakt med stoffer eller overgjennomsnittlig kjemisk belastet atmosfære under transport, lagring og drift, da dette kan føre til kontaktkorrosjon og videre vedvarende negative påvirkninger.

Informasjon om dreiemomenter er maksimumsverdier med en toleranse på ±10 %.

Spesielt for UL-markedet gjelder kravene iht. UL 508A for de som konstruerer anlegg. Spesielt må det alt etter bruk tas hensyn til nødvendige krype- og luftstrekke.

Ordliste med ofte brukte normer og retningslinjer for samleskinnesystemer og komponenter

- **DIN EN 13 601**
Kobber og kobberlegeringer –
Stenger og tråder i kobber for generell bruk i elektroteknikk
- **DIN EN 60 269-1**
Lavspenningsikringer
del 1: Generelle krav
- **DIN EN 60 715/IEC 60 715**
Dimensjoner til lavspenningsanleggs-apparater –
Normerte bæreskinner for mekanisk feste
av elektriske apparater i koblingsanlegg
- **DIN EN 61 439-1/IEC 61 439-1**
Lavspenningsanleggs-apparatkombinasjoner
del 1: Generelle bestemmelser
Erstatter DIN EN 60 439-1
- **DIN EN 61 439-2/IEC 61 439-2**
Lavspenningsanleggs-apparatkombinasjoner
del 2: Energi-koblingsapparatkombinasjoner
Erstatter DIN EN 60 439-1
- **DIN EN 61 439-3/IEC 61 439-3**
Lavspenningsanleggs-apparatkombinasjoner
del 3: Installasjonsfordeler for betjening av lekfolk
- **DIN EN 60 947-1/IEC 60 947-1**
Lavspenningsanleggs-apparater
del 1: Generelle bestemmelser
- **DIN EN 60 947-3/IEC 60 947-3**
Lavspenningsanleggs-apparater
del 3: Lastbryter, skillebryter, lastskillebryter og brytersikringsenheter
- **DIN EN 60 664-1/IEC 60 664-1**
Isolasjonskoordinering for elektriske driftsmidler
i lavspenningsanlegg
del 1: Filosofier, krav og kontroller
- **DIN EN 60 999-1/IEC 60 999-1**
Sammenkoblingsmateriale – Elektriske kobberledere –
Sikkerhetskrav for skruesklemmer og skrueløse klemmer
Generelle krav og spesielle krav for klemmer for leder
på 0,2 mm² t.o.m. 35 mm²
- **DIN EN 60 999-2/IEC 60 999-2**
Sammenkoblingsmateriale – Elektriske kobberledere –
Sikkerhetskrav for skruesklemmer og skrueløse klemmer
del 2: Spesielle krav for klemmer for ledere
over 35 mm² t.o.m. 300 mm²
- **DIN 43 671**
strømskinner i kobber, mål for kontinuerlig strøm
- **DIN 43 673-1**
Strømskinne-boringer og -nipler,
strømskinner med rettvinklet tverrsnitt
- **2006/42/EF**
Maskindirektiv
- **2006/95/EF**
Lavspenningsdirektiv
- **UL 248**
Lavspennings sikringer
- **UL 4248-1**
Sikringsholder del 1: Generelle krav
- **UL 486 E**
Utstyr kabelklemmer for bruk med
ledere i aluminium og/eller kobber
- **UL 489**
Skillebrytere med støpt kapsling, bryter med støpt kapsling
og skillebryter-kapslinger
- **UL 508**
Industrielt styreutstyr
- **UL 508A**
Industrielle betjeningspaneler
- **UL 512**
Sikringsholdere
- **UL 845**
Motorstyringssentre
- **UL 891**
Switchboards

Ri4Power lavspennings koblingsapparatkombinasjoner med typetester

Felttypene til Ri4Power lavspennings-koblingsapparatkombinasjonene oppfyller typegodkjenningen iht. DIN EN 61 439-1 og DIN EN 61 439-2. Hvis planlegging og utførelse skjer iht. spesifikasjonene og montasjeveiledningene til Ri4Power-systemene, tilsvarer kombinasjonen av felttypene i en lavspennings-koblingsapparatkombinasjon med typegodkjenning iht. DIN EN 61 439-1 og DIN EN 61 439-2.

Kontrollene av Ri4Power-systemene ble utført med koblingsapparatene til fabrikkene

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

og med RiLine-komponentene fra Rittal. I motsetning til en ikke kontrollert koblingsapparatkombinasjon er anvisningene for valg av komponentene og koblingsapparatene bundet til de kontrollerte typene. Ved planleggingen av effektbrytere må det eventuelt tas hensyn til reduksjonsfaktorer for bruk ved økte temperaturer inne i apparatskapet.

Før planlegging og oppbygging av en kontrollert koblingsapparatkombinasjon, skal mellom bruker og koblingsanleggprodusent de tekniske parametrene til en kontrollert koblingsapparatkombinasjon koordineres. For kontrollert utførelse av Ri4Power-anlegget anbefales programmet Rittal Power Engineering. Der er alle nødvendige tekniske parametre integrert og fører brukeren til ønsket løsning.

Ved hjelp av typetest til en koblingsapparatkombinasjon blir kombinasjonen av apparat-skap, samleskinnesystem og koblingsapparat bekreftet som fungerende enhet, og overholdelse av alle tekniske grenseverdier dokumentert.

De tekniske dataene til en koblingsapparatkombinasjon med typetester kan avvike fra de kontrollerte verdiene til de enkelte komponentene, da disse komponentene ofte også er underlagt andre kontrollforskrifter.

Også for samleskinnesystemene kan angivel-sene innenfor en kontrollert koblingsapparat-kombinasjon avvike fra angivelsene iht.

DIN 43 671, da det ved kontrollen i tillegg til kapsling og samleskinnesystem også må tas hensyn til tapseffektbeheftede koblingsapparat-ter. For koblingsapparatkombinasjonene med typetester er derfor de tekniske systemdata-ene – se kapittel 2-106, side 1 til 7 retnings-givende.

Hvis felttyper med forskjellige måledata kombi-neres, må man passe på at de laveste angivel-sene for hovedsamleskinnesystemet og også den totale kapslingsbeskyttelsesmåten benyt-tes for måleverdiene for hele koblingsapparat-kombinasjonen.

Ri4Power lavspennings koblingsapparatkombinasjoner uten typetester

Ri4Power-komponentene kan likevel brukes med typetester utenfor koblingsapparatkombi-nasjoner. De tekniske angivelsene til produk-tene og angivelsene om kortslutningsfasthet

og måledata til samleskinnesystemene må følges.

Forskriftsmessig planlegging og prosjektering

Prinsipielt må lavspenningsanlegg og fordelere prosjekteres slik at driftsbetingelsene blir riktige på det endelige oppstillingsstedet. For å oppnå dette bør operatøren av anlegget sammen med produsenten bestemme drifts- og omgivelsesbetingelsene. I tillegg nevner som regel operatøren hhv. det tilsvarende planleggingskontoret produsenten alle elek-triske data på nettinngangssiden og forde-leravgangssiden. Bare på den måten kan man et teknisk optimalt tilpasset og kostnadsgun-stig anlegg blir prosjektert hhv. produsert.

Viktige grunnleggende data for planlegging og prosjektering

- Forskrifter hhv. bestemmelser regionale eller internasjonale som må følges
- Tekniske tilkoblingsbetingelser (TAB) til gjeldende EVU
- Bruksspesifikke forskrifter
- Nettavhengig sikkerhetskrav/nettform
- Driftsspenning og frekvens
- Driftsspenning og antall ledere (innmating og samleskinner)
- Merkeisolasjonsspenning
- Kortslutningsstrøm på montasjestedet
- Posisjon til innmatingskabelen, kommer ovenfra eller nedenfra
- Antall innmatingskabler og ledere med angivelse av type og tverrsnitt
- Antall avganger med angivelse av driftsbe-lastning og angivelse av kabelen med type og tverrsnitt
- For avgangssiden angivelse av samtidig-hets- og driftsbelastningsfaktoren til lasten

Viktige drifts- og omgivelsesbetingelser

- Driftsspenning U_e
- Nettfrekvens f_n
- Merkeisolasjonsspenning U_i
- Merkestøtspenning U_{imp}
- Merkestrøm til koblingsapparat-kombinasjon I_{NA}
- Merkestrøm til strømkretsene I_{NC}
- Merkestrømbelastningsfaktor RDF
- Belastningsfaktor
- Betinget merke kortslutningsstrøm I_{cc}
- Samleskinne merkestrøm I_{sas}
- Driftsstøtstrømfasthet I_{pk}
- Kortslutningsfasthet I_{cw}
- Omgivelsestemperaturbetingelse θ
- Atmosfærisk klimapåvirkning ved angivelse av den relative luftfuktigheten og temperaturen
- Kapslingsgrad til hele anlegget IP . . . Angivelse iht. DIN EN 60 529
- Kapslingsgrad

Belastningsfaktor

iht. DIN EN 61 439-2 tabell 101

Belastningsfaktoren til en apparatkombinasjon eller en del av den (f.eks. et felt) som omfatter flere hovedstrømkretser, er forholdet til de største summene til alle strømmen, som forventes på et vilkårlig tidspunkt i den aktuelle hovedstrømkretsen, til summen av merkestrømmene til alle hovedkretser til koblingsapparatkombinasjonen eller den betraktede delen til koblingsapparatkombinasjonen.

Antall hovedkretser	Belastningsfaktor
2 og 3	0,9
4 og 5	0,8
6 og 9	0,7
10 og flere	0,6
Forstillingsorgan	0,2
Motorer ≤ 100 kW	0,8
Motorer ≥ 100 kW	1,0

Kabeltilkoblings/-forbindelser

Hvis det ikke er henvisning til dette separat i Rittals produktunderlag eller på produktet, gjelder kabelforbindelsene for tilkobling av kobberleder. Forbindelser med aluminiumsleder er underlagt en spesiell ledningsklar-gjøring, og må vedlikeholdes med jevne mellomrom.

Dreiemomentet som er angitt på produktet eller i våre underlag må overholdes. Ifølge gjeldende klemmeforskrift DIN EN 60 999-1 og -2 må klemsteder ikke belastes med strekkbelastning. Derfor må det for forskriftsmessig installasjon brukes en strekkavlastning som er tilpasset bruksområdet. Klemmeområdene som er angitt i underlagene fra Rittal viser den aktuelle absoluttverdien til den minimalt/maksimalt anvendelige tilkoblingskabelen. Ved bruk av endehylser finnes på grunn av de forskjellige pressformene ingen generell godkjenning, da det kan oppstå avvik for klemmeområdet hhv. elektromekanisk ugunstige forbindelser. Generelt må man påse at kraftvirkningen på klemmen ikke løsner den naturlige pressmåten til endehylsen. For eksempel egner den firkantede eller trapesformede pressingen seg for flatpressende klemmer. Rundpressingen egner seg følgelig for sirkelformet virkende klemmer. Allerede ved større tverrsnitt kan f.eks. bruk av firkant- eller trapesformede pressede kabler i klemmer med sirkelformet virkende klemme opprette en elektromekanisk utilstrekkelig forbindelse. Grunnen til dette er den selvuløsende virkningen, da det ved sammenskruing av klemmen først hjørnene til endehylsen blir tilbakeformet i retning av sirkelformen og dermed den egentlige pressingen mellom kabel og hylse kan bli uvirksom. Klemmene er konstruert mekanisk for å gi lederen en ny pressform. En slik bruk ville være et klassisk eksempel på en ulovlig oppvarming som i det mest ugunstigste tilfellet på grunn av ionisering av den umiddelbare omgivelsesluften kan føre til lysbueantennning og til slutt til at anlegget blir helt ødelagt.

Betegnelser av kabeltyper iht. DIN EN 60 228:

- re** Rundkabel entrådet
- se** Sektorkabel entrådet
- rm** Rundkabel flertrådet
- sm** Sektorkabel flertrådet
- f** finkablet

For klemmeforbindelser iht. UL gjelder UL 486E. Mellom klemmeforbindelser skiller man mellom felt- og fabrikkkabling. Alle klemmeforbindelser til Rittal RiLine60 tilkoblings- og apparatadaptere ble testet for de høyere tillatelsesfaktorene for feltkabling. Ifølge UL 486E må det ikke for tiden brukes noen endehylser for forberedelse av kabel. Utførelsen med lederterminering er under omarbeidelse hos UL.

Betegnelser på kabeltyper iht. UL 486E:

- s** kordeller (flertrådet)
- sol** solid (éntrådet)

Følgende tabell viser Fordelingen av AWG og MCM tverrsnitt til ledningstverrsnitt i mm²:

Kabelstørrelse	Absolutt tverrsnitt i mm ²	Neste normtverrsnitt i 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)

Strømfordeling

Generelle henvisninger

Tilkoblingsledningenes strømbelastning

Strømbelastning av kabler og ledninger er avhengig av forskjellige faktorer. I tillegg til den egentlige isoleringen, d. v.s. konstruksjonen av kabelmantelen er faktorene

- leggemåte
- oppsamling
- omgivelsestemperaturer

retningsgivende for den virkelige strømbelastningen til en kabel.

Ved hjelp av følgende tabeller er det mulig for ledertverrsnitt mellom 1,5 og 35 mm² å registrere strømbelastningen når det tas hensyn til de nevnte faktorene.

Strømbelastning	
av isolerte PVC-ledninger ved en omgivelsestemperatur på +40 °C, leggemåte E (DIN EN 60 204-1:1998-11)	
Nominelt tverrsnitt mm ²	Belastning A
1,5	16
2,5	22
4	30
6	37
10	52
16	70
25	88
35	114

Omregningsfaktorer K ₂	
for belastning av ledninger (DIN EN 60 204-1:1998-11)	
Omgivelsestemperatur °C	Faktor
30	1,15
35	1,08
40	1,00
45	0,91
50	0,82
55	0,71
60	0,58

Reduksjonsfaktor ved oppsamling av kabler/ledninger K ₁				
leggemåte	Antall belastede strømkurser			
E	2	4	6	9
	0,88	0,77	0,73	0,72

Oppgaveløsning beregningseksempel:

Det skal for en 16 mm² PVC-isolert H07 tilkoblingsledning for tilkobling til et D 02-E 18 sikringselement (SV 3418.010) ha maks. tillatt kabelstrøm med følgende betingelser:

Omgivelses- og leggebetingelser

- Kabellegging i kabelkanalen med 6 belastede strømkurser
- Omgivelsestemperatur i apparatskapet 35 °C
- Direkte omgivelsestemperatur til kabelen i kabelkanalen 50 °C

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

Fasit:

Ved de aktuelle omgivelsesbetingelsene er en kapasitetsutnyttelse av tilkoblingsledningen til sikringselementet kun mulig opptil maks. 41,9 A. På grunn av ekstra påvirkninger som rekkemontering av elementene, ugunstige konveksjonsbetingelser i oppbyggingen etc. kan denne verdien eventuelt reduseres ytterligere.

Merkestrøm og kortslutningsstrømmer fra normtransformatorer

Målespenning $U_N = 400\text{ V}$	400 V		
Kortslutningsspenning U_k		4 % ¹⁾	6 % ²⁾
Merkeeffekt S_{NT} [kVA]	Merkestrøm I_N [A]	Kortslutningsstrøm $I_k^{(3)}$ [kA]	
50	72	1,89	–
63	91	2,48	1,65
100	144	3,93	2,62
125	180	4,92	3,28
160	231	6,29	4,20
200	289	7,87	5,24
250	361	9,83	6,56
315	455	12,39	8,26
400	577	15,73	10,49
500	722	19,67	13,11
630	909	24,78	16,52
800	1155	–	20,98
1000	1443	–	26,22
1250	1804	–	32,78
1600	2309	–	41,95
2000	2887	–	52,44
2500	3608	–	65,55

¹⁾ $U_k = 4\%$ normert iht. DIN 42 503 for $S_{NT} = 50 \dots 630\text{ kVA}$

²⁾ $U_k = 6\%$ normert iht. DIN 42 511 for $S_{NT} = 100 \dots 1600\text{ kVA}$

³⁾ $I_k^{(3)}$ = Transformator-startkortvekselstrøm ved tilkobling til et nett med ubegrenset kortslutningseffekt

Bruk av halvledersikringer i RiLine NH-skillere/-lastskillelister og skrusikringselementer

Overlast- og kortslutningsbeskyttelse av halvleder-komponenter stiller svært høye krav til sikringsinnsatsene. Da NH-elementene har en lav varmekapasitet, må utkoblingsintegralverdien (I^2t -verdien) for NH-sikringsinnsatsene av typen aR, gR eller gRL være tilpasset grenseintegralverdien for halvledercellene som skal beskyttes. Det betyr at utløserkarakteristikken for sikringsinnsatsene må være meget raske og overspenningen ved koblingen (bryter- hhv. lysbuespenning) må bli så lav som mulig. Sammenlignet med sikringsinnsatsen for kabel- og ledningsbeskyttelse samt transformatorbeskyttelse fører NH-sikringenes spesielle egenskaper til en forholdsmessig høy tapseffekt.

Den høye tapseffekten avgis til miljøet i form av varmeenergi. Da alle NH-koblingsapparater bare delvis er i stand til å føre varmeenergi ut til miljøet, blir den maksimale tapseffekten ($P_{v\text{ maks}}$ /smelteinnsats) oppført i de tekniske dataene for NH-koblingsapparater. I tilfelle verdiene for tapseffekt som er oppgitt fra produsenten overskrides, må driftsspenningen senkes hhv. minimums-tilkoblingstverrsnittet for økning av varmeavledningen, økes tilsvarende iht. tabellen til høyre.

Disse tekniske egenskapene gjelder også for halvledersikringer, basert på standarden DIN EN/IEC 60 269-3 og 60 269-4. Disse sikringene tilsvarende de vanlige neozed- og diazed-sikringene på markedet, og kan brukes fysisk i Rittal skrusikringselementene.

Man må påse at tapseffekten til den sammenlignbare sikring med gL- hhv. gG-karakteristikk ikke blir overskredet. Eventuelt må det tas hensyn til reduksjonsfaktorer.

Tapseffekt sikringsinnsatser for skrusikringselementer

Maksimumsverdiene til utgangseffekten per smelteinnsats for Rittal D 02/D II og D III sikringselementer finnes i følgende tabell. Disse verdiene beror på DIN VDE 0636-3 hhv. HD 60 269-3 «Lavspenningssikringer del 3: Ekstra krav til bruk av lekfolk», tabell 101. Tapseffekter som avviker fra dette må registreres som applikasjonsavhengige reduksjonsfaktorer for merkestrømmen. Dette gjelder overveiende for anvendelser med sikringer med karakteristikk aR hhv. gR (halvledersikringer), som konstruksjonsbetinget kan fremvise betydelig høyere tapseffekter.

Merkestrøm I_N A	Høyeste utgangseffekt W	
	D 01/D 02	D II/D III
2	2,5	3,3
4	1,8	2,3
6	1,8	2,3
10	2,0	2,6
13	2,2	2,8
16	2,5	3,2
20	3,0	3,5
25	3,5	4,5
35	4,0	5,2
50	5,0	6,5
63	5,5	7,0