

Strømfordeling

Generelle anvisninger

Udviklingen af Rittals skinner-systemer og tilhørende komponenter er baseret på gældende teknisk standard og de tilsvarende normer og standarder. De anvendes af specialvirksomheder overalt i verden. Ved siden af Rittals egne, permanente kvalitetskontrol understreges SV-komponenternes kvalitet af talrige afprøvninger og godkendelser.

Eftersom produktudvikling er en løbende proces, forbeholder vi os ret til tekniske forbedringer.

Anvendelse

For at undgå skader på personer og udstyr må anvendelse og montage af skinner-systemer udelukkende foretages af behørigt uddannet og autoriseret fagpersonale. Det forudsættes at alle gældende tekniske standarder, normer og bestemmelser overholdes i denne forbindelse. Brugeren er forpligtet til omhyggeligt at respektere de af Rittal udleverede informationer og anvisninger og evt. videregive dem til efterfølgende brugere eller kunder, idet der gøres opmærksom på deres særlige vigtighed. Især skal de angivne tilspændingsmomenter for elektriske klemsteder overholdes for altid at opnå det optimale kontaktryk. Efter enhver transport skal forbindelserne altid kontrolleres og om nødvendigt efterspændes.

NH-sikringer er grundlæggende beregnet til anvendelse af faglærte elektrikere eller elektroteknisk instruerede personer.

Ved kobling af NH-enheder skal følgende forskrifter eller anvisninger overholdes:

- Forskrifterne i VDE 0105 – 100 skal overholdes
- Før indkobling skal det kontrolleres, at låget er nøjagtigt placeret på chassiset
- Ved ikke fuldt åbnede låg kan sikringsindsatsene være spændingsførende afhængigt af forsyningsretning
- Indkobles hurtigt

Tekniske data eller katalogdata og driftsbetingelser

Strømfordelingskomponenter kan anvendes i kombination med en lang række forskellige koblingsenheder, moduler og komponenter til strømfordeling. Disse forskellige moduler og komponenter forudsætter forskellige drifts- og miljøforhold, som på den ene side ligger uden for Rittals kontrol, og som på den anden side skal opfyldes af anlægskonstruktøren for at opnå en sikker funktion.

Medmindre andet er angivet, er grundlaget for Rittals strømfordelingskomponenter på IEC-markedet DIN EN 61 439-1/DIN EN 61 439-2 og de deri fastlagte miljøforhold for indendørs opstillinger op til forureningsgrad 3 samt overspændingskategori IV. Ved skabstemperaturer $> 35^{\circ}\text{C}$ må der evt. regnes med en applikationsafhængig derating.

Specielt når det gælder de i DIN EN 61 439-1 (tabel 6) angivne øvre grænsetemperaturer skal følgende faktorer tages i kritisk betragtning af anlægskonstruktøren:

- Placering af komponenter under hensyntagen til de termisk gensidigt virkende effekter i hele anlægget
- Tabseffekt for de anvendte effektafbrydere og sikringer
- Aktive/passive ventilationsforholdsregler

- Nødvendige ledningsdiametre iht. standarder eller producentdata
- Anlæggets driftsform (koblingsfrekvens mv.)
- Overholdelse af drifts- og miljøforhold
- Overholdelse af dimensioneret samtidighedsfaktor (RDF)
- Overholdelse af belastningsfaktor

Endvidere skal man være opmærksom på, at for skinner-systemer er horizontal installation standard, og at installationsenheder dermed indbygges vertikalt. Ved den endelige opbygning af anlægget skal de mindste krybestrækninger og luftafstande efter DIN EN 60 664-1 kontrolleres.

Kemiske belastninger af komponenterne ved direkte kontakt med stoffer eller en kemisk belastet atmosfære over middel under transport, opbevaring eller drift bør undgås, da disse kan føre til kontaktkorrosion og andre markant negative indvirkninger.

Angivelser af tilspændingsmomenter er maksimalværdier med en tolerance på $\pm 10\%$.

Specielt til UL-markedet skal anlægskonstruktøren følge kravene i UL 508A. Især skal der tages hensyn til de nødvendige krybestrækninger og luftafstande afhængigt af anvendelsen.

Liste over hyppigt anvendte normer og retningslinjer for skinnedesystemer og komponenter

- **DIN EN 13 601**
Kobber og kobberlegeringer –
Stænger og tråd af kobber til generel anvendelse inden for elektroteknik
- **DIN EN 60 269-1**
Lavspændingssikringer
Del 1: Generelle krav
- **DIN EN 60 715/IEC 60 715**
Dimensioner for lavspændingstavler –
Normerede bæreskinner til mekanisk montage af elektrisk udstyr i tavleanlæg
- **DIN EN 61 439-1/IEC 61 439-1**
Lavspændingstavlekombinationer
Del 1: Generelle bestemmelser
Erstatter DIN EN 60 439-1
- **DIN EN 61 439-2/IEC 61 439-2**
Lavspændingstavlekombinationer
Del 2: Energิตavlekombinationer
Erstatter DIN EN 60 439-1
- **DIN EN 61 439-3/IEC 61 439-3**
Lavspændingstavlekombinationer
Del 3: Fordelingstavler til betjening af lægfolk
- **DIN EN 60 947-1/IEC 60 947-1**
Lavspændingstavler
Del 1: Generelle bestemmelser
- **DIN EN 60 947-3/IEC 60 947-3**
Lavspændingstavler
Del 3: Lastafbrydere, skilleafbrydere, lastadskillere og sikringsadskillere
- **DIN EN 60 664-1/IEC 60 664-1**
Isolationskoordinering for elektriske driftsmidler i lavspændingsanlæg
Del 1: Principper, krav og afprøvninger
- **DIN EN 60 999-1/IEC 60 999-1**
Tilslutningsmaterialer – elektriske kobberledere –
Sikkerhedskrav til klemkruesteder og skrueløse klemsteder
Generelle og specielle krav til klemsteder for ledere fra 0,2 mm² til og med 35 mm²
- **DIN EN 60 999-2/IEC 60 999-2**
Tilslutningsmaterialer – elektriske kobberledere –
Sikkerhedskrav til klemkruesteder og skrueløse klemsteder
Del 2: Særlige krav til klemsteder for ledere over 35 mm² til og med 300 mm²
- **DIN 43 671**
Strømskinner af kobber, dimensionering til stationær strøm
- **DIN 43 673-1**
Forskruning og hultagning i strømskinner, strømskinner med rektangulært tværsnit
- **2006/42/EF**
Maskindirektivet
- **2006/95/EF**
Lavspændingsdirektivet
- **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 lavspændingstavlekombinationer med designdokumentation

Felttyperne i Ri4Power lavspændingskoblingsudstyr opfylder designdokumentationen iht. DIN EN 61 439-1 og DIN EN 61 439-2. Hvis planlægning og udførelse gennemføres iht. specifikationer og montagevejledninger for Ri4Power-systemer, så svarer kombinationen af felttyper til en lavspændingstavlekombination med designdokumentation iht. DIN EN 61 439-1 og DIN EN 61 439-2.

Test af Ri4Power-systemer er gennemført med koblingsenheder af mærket

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

og med RiLine-komponenter fra Rittal. I modsætning til ikke-testede tavlekombinationer er forskrifterne for udvælgelse af komponenter og koblingsenheder bundet til de testede typer. Ved planlægning af effektafbrydere skal der eventuelt tages højde for reduktionsfaktorer for anvendelse ved forhøjede temperaturer i skabe.

Før planlægning og opbygning af en testet tavlekombination skal de tekniske parametre for en testet tavlekombination aftales mellem bruger og tavlekonstruktør. Til testet udførelse af et Ri4Power-anlæg anbefales programmet Rittal Power Engineering. Her er alle nødvendige tekniske parametre integreret, så brugeren føres til den ønskede løsning.

Via designdokumentation for en tavlekombination bekræftes kombinationen af skab, skinnesystem og koblingsenheder, og overholdelsen af samtlige tekniske grænseværdier dokumenteres.

I den forbindelse kan de tekniske data for en tavlekombination med designdokumentation afvige fra de testede værdier for enkeltkomponenter, eftersom disse komponenter ofte også er underlagt andre testforskrifter.

Også for skinnesystemerne kan data inden for en testet tavlekombination afvige fra angivelserne i DIN 43 671, eftersom der ved testen – ud over skab og skinnesystem – også tages højde for koblingsenheder med tabeffekter. Derfor er de tekniske systemdata bestemte for tavlekombinationer med designdokumentation – se kapitel 2-106, side 1 til 7. Hvis felttyper med forskellige dimensioneringsdata kombineres, skal man være opmærksom på, at de laveste data for hovedskinnesystemet og hele skabets kapslingsklasse er retningsgivende for mærkeværdierne for hele tavlekombinationen.

Ri4Power lavspændingstavlekombinationer uden designdokumentation

Ri4Power-komponenterne kan dog også anvendes uden for tavlekombinationer med designdokumentation. Her skal de tekniske

data for produkterne samt data for kortslutningsholdbarhed og mærkeværdier for skinnesystemer overholdes.

Forskriftsmæssig planlægning og projektering

Grundlæggende skal lavspændingstavleanlæg projekteres på en sådan måde, at de svarer til driftsbetingelserne på deres endelige opstillingssted. Til dette formål skal anlæggets ejer fastlægge driftsforhold og omgivende betingelser i samarbejde med producenten. Derudover informerer ejeren eller dennes rådgiver producenten om alle elektriske data for netforsynings siden og fordelingsudgangssiden. Kun under disse forudsætninger kan der projekteres og fremstilles et teknisk optimalt tilpasset og økonomisk tavleanlæg.

Vigtige grunddata for planlægning og projektering

- De regionale eller internationale standarder og bestemmelser, der skal anvendes
- Tekniske tilslutningsbetingelser fra elforsyningsselskabet
- Driftsspecifikke forskrifter
- Netafhængige beskyttelsesforholdsregler/netudformning
- Dimensioneret spænding og frekvens
- Dimensioneret strømstyrke under hensyntagen til antal faser (forsyning og skinner)
- Dimensioneret isolationsspænding
- Kortslutningsstrøm på indbygningsstedet
- Forsyningskabets position, om det kommer ovenfra eller nedefra
- Antal forsyningskabler og tråde med oplysning om type og diameter
- Antal udgange med angivelse af driftsbelastning samt oplysning om til rådighed stående afgangskabler med type og diameter
- Mht. afgangssiden, oplysninger om samtidigheds- og belastningsfaktor for de aktuelle forbrugere

Vigtige driftsforhold og omgivende betingelser

- Mærkespænding U_e
- Netfrekvens f_N
- Dimensioneret isolationsspænding U_i
- Stødspændingsholdbarhed U_{imp}
- Mærkestrøm for tavlekombination I_{NA}
- Mærkestrøm for strømkredse I_{nc}
- Dimensioneret samtidighedsfaktor RDF
- Samtidighedsfaktor
- Betinget kortslutningsstrøm I_{cc}
- Skinnemærkestrøm I_{sas}
- Mærkestødsstrøm I_{pk}
- Mærkekorttidsstrøm I_{cw}
- Omgivende temperaturbetingelser θ
- Atmosfæriske klimapåvirkninger med angivelse af relativ luftfugtighed og temperatur
- Kapslingsklasse for hele anlægget IP . . .
- Angivelse efter DIN IEC 60 529
- Beskyttelsesklasse

Samtidighedsfaktor

Efter DIN EN 61 439-2 tabel 101

Samtidighedsfaktoren for en tavlekombination eller en del heraf (f.eks. et felt), der omfatter flere hovedstrømkredse, er forholdet mellem den maksimale sum af alle strømme, som på ethvert tidspunkt kan forventes i de berørte hovedstrømkredse, og summen af dimensionerede strømme for alle hovedkredse i tavlekombinationen eller den berørte del af tavlekombinationen.

Antal hovedstrømkredse	Samtidighedsfaktor
2 og 3	0,9
4 og 5	0,8
6 og 9	0,7
10 og flere	0,6
Aktuator	0,2
Motorer ≤ 100 kW	0,8
Motorer ≥ 100 kW	1,0

Ledertilslutninger/ledersamlinger

Hvis intet andet udtrykkeligt fremgår af Rittals produktinformation eller produktet, gælder lederforbindelser udelukkende for tilslutning af Cu-ledere. Forbindelser med aluminiumledere kræver en speciel lederforberedelse og skal efterses med regelmæssige intervaller.

Det tilspændingsmoment, som er angivet på produktet eller i produktinformationen, skal overholdes. Iht. gældende klemmeforskrift i DIN EN 60 999-1 og -2 må klemsteder ikke udsættes for trækbelastning. Af samme grund skal der for at sikre en forskriftsmæssig installation anvendes en trækafastning, der egner sig til den aktuelle anvendelse. De angivne klemmeintervaller i Rittals produktinformation viser den aktuelle absolutte minimal-/maksimalværdi for anvendelige tilslutningsledere. Ved anvendelse af ledningstyler kan der på grund af forskellige presseformer ikke gives nogen generel godkendelse, eftersom der kan opstå afvigelse fra klemmeintervallet eller elektromekanisk ugunstige forbindelser. Generelt skal det sikres, at klemmens kraftvirkning ikke løsner eller direkte modvirker ledningstyllens naturlige presstype. F.eks. er en rektangulær eller trapezformet pressamling mere velegnet til fladt pressende klemmer. For cirkulært virkende klemmer er en rund pressamling derimod bedre egnet. Netop ved større diametre kan anvendelse af rektangulære eller trapezformede lederpresninger i klemmer med cirkulært virkende klemning forårsage en elektromekanisk utilstrækkelig forbindelse. Årsagen hertil er den selvløsnende effekt; når klemmen skrues sammen bliver ledningstyllens hjørner først formet tilbage til en cirkulær form, og dermed sættes den egentlige pressamling mellem leder og tyll ud af kraft. Klemmer er ikke mekanisk set konstrueret til at give ledere en ny presningsform. En sådan anvendelse ville være et klassisk eksempel på uacceptabel opvarmning, som ved ionisering af den umiddelbart omkringliggende luft i værste fald kan føre til lysbueantændelse og i sidste instans total ødelæggelse af anlægget.

Betegnelser på ledertyper efter DIN EN 60 228:

- re** Rundleder, enkelttrådet
- se** Sektorleder, enkelttrådet
- rm** Rundleder, flertrådet
- sm** Sektorleder, flertrådet
- f** Tyndtrådet

For klemmesamlinger iht. UL gælder UL 486E. Der skelnes mellem klemmesamlinger til field eller factory wiring. Alle klemmesamlinger til RiLine60 tilslutnings- og komponentadapters er testet for de højere godkendelseskrav til field wiring. Ifølge UL 486E må der i øjeblikket ikke anvendes ledningstyler til ledningsforberedelse. Udførelse med behandling af lederender er under udarbejdelse hos UL.

Betegnelser på ledertyper iht. UL 486E:

- s** stranded (flertrådet)
- sol** solid (enkelttrådet)

Følgende tabel viser forholdet mellem AWG og MCM-diametre og lederdiametre i mm²:

Lederstørrelse	Absolut diameter i mm ²	Næste standarddiameter 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 anvisninger

Maksimal strømbelastning af tilslutningsledninger

Den maksimale strømbelastning af kabler og ledninger afhænger af forskellige faktorer. Ud over den egentlige isolering, dvs. opbygningen af kabelkappen, er faktorerne

- Udlægningstype
- Akkumulation
- Omgivende temperaturer

retningsgivende for en leders faktiske maksimale strømbelastning.

På grundlag af nedenstående tabel er det muligt at beregne den maksimale strømbelastning for lederdiametre mellem 1,5 og 35 mm² under hensyntagen til ovennævnte faktorer.

Strømbelastning af isolerede PVC-ledninger ved en omgivende temperatur på +40°C, udlægningstype E (DIN EN 60 204-1:1998-11)	
Nominelt tværsnit mm ²	Strømværdi A
1,5	16
2,5	22
4	30
6	37
10	52
16	70
25	88
35	114

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

Reduktionsfaktor ved akkumulation af kabler/ledninger K ₁				
Udlægningstype	Antal belastede strømkredse			
E	2	4	6	9
	0,88	0,77	0,73	0,72

Beregningseksempel:

For en 16 mm² PVC-isoleret H07 tilslutningsledning for tilslutning af et D 02-E 18 sikringselement (SV 3418.010) skal den maksimalt tilladte lederstrøm beregnes under følgende betingelser:

Miljø- og udlægningsbetingelser

- Kabelføring i kabelkanal med 6 belastede strømkredse
- Omgivende temperatur i skab 35°C
- Direkte omgivende temperatur omkring ledning i kabelkanal 50°C

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

Facit:

Ved de foreliggende omgivende betingelser er der mulighed for at udnytte tilslutningsledningen til sikringselementet op til maks. 41,9 A. Ved yderligere påvirkninger som f.eks. sammenbygning af elementer, ugunstige konvektionsforhold i installationen mv. kan denne værdi blive yderligere reduceret.

Mærkestrøm og kortslutningsstrømme for standardtransformatorer

Mærkespænding $U_N = 400\text{ V}$	400 V		
Kortslutningsspænding U_k		4 % ¹⁾	6 % ²⁾
Nom. effekt S_{NT} [kVA]	Mærkestrøm 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⁾ $U_k = 4\%$ standardiseret efter DIN 42 503 for $S_{NT} = 50 \dots 630\text{ kVA}$

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

³⁾ $I_k^{(3)}$ = Transformatorens indledende kortvekselstrøm ved tilslutning til et net med ubegrænset kortslutningseffekt

Anvendelse af halvledersikringer i Rittal NH-adskillere/sikringslister og skinnemonterede sikringselementer

Overbelastnings- og kortslutningsbeskyttelse af halvlederkomponenter stiller meget høje krav til sikringsindsatsene. Eftersom halvlederkomponenter har lav varmekapacitet, skal udkoblingsintegralværdien (I^2t -værdi) for halvledersikringer af typen aR, gR eller gRL tilpasses efter grænseinTEGRALVÆRDIEN for den halvledercelle, der skal beskyttes. Heraf følger, at sikringernes udløsningskarakteristik skal være meget hurtig, og at overspændingen under frakoblingsprocessen (koblings- eller lysbuespænding) skal være så lille som mulig. I sammenligning med sikringer til beskyttelse af kabler og ledninger samt transformatorer fører halvledersikringernes særlige egenskaber til en forholdsmæssigt høj tabseffekt.

Den høje tabseffekt afgives til omgivelserne i form af varmeenergi. Eftersom enhver NH-koblingsenhed kun kan aflede varmeenergien til omgivelserne i begrænset omfang, angives den maksimale tabseffekt ($P_{V\text{ maks.}}/sikringsindsats$) i de tekniske data for NH-koblingsenheden. Såfremt den af producenten angivne tabseffekt overskrider denne værdi, skal man i henhold til nedenstående tabel enten sænke strømstyrken (vælg en større sikringsholder) eller øge tilslutningstværsnittet for at fremme varmeafledningen tilsvarende.

Disse tekniske egenskaber gælder ligeledes for halvledersikringer baseret på standarden DIN EN/IEC 60 269-3 og 60 269-4. Disse sikringer svarer til de almindelige neozed- og diazed-sikringer og kan indsættes fysisk i Rittals skinnemonterede sikringselementer.

I den forbindelse skal man være opmærksom på, at tabseffekten for en tilsvarende sikring med gL- eller gG-karakteristik ikke overskrides. I modsat fald skal der tages hensyn til reduktionsfaktorer.

Tabseffekt for sikringsindsatse i skinnemonterede sikringselementer

Maksimalværdierne for effektafgivelse per sikringsindsats for Rittal D 02/D II og D III sikringselementer kan findes i nedenstående tabel. Disse værdier stammer fra DIN VDE 0636-3 eller HD 60 269-3 »Lavspændingssikringer – Del 3: Yderligere krav ved anvendelse af lægfolk«, tabel 101. For tabseffekter, der afviger herfra, skal der beregnes applikationsafhængige reduktionsfaktorer for mærkestrømværdierne. Dette gælder hovedsageligt for applikationer, der involverer sikringer med karakteristikken aR eller gR (halvledersikringer), som afhængigt af deres konstruktion kan have markant højere tabseffekter.

Mærkestrøm I_N A	Maksimal effektafgivelse 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