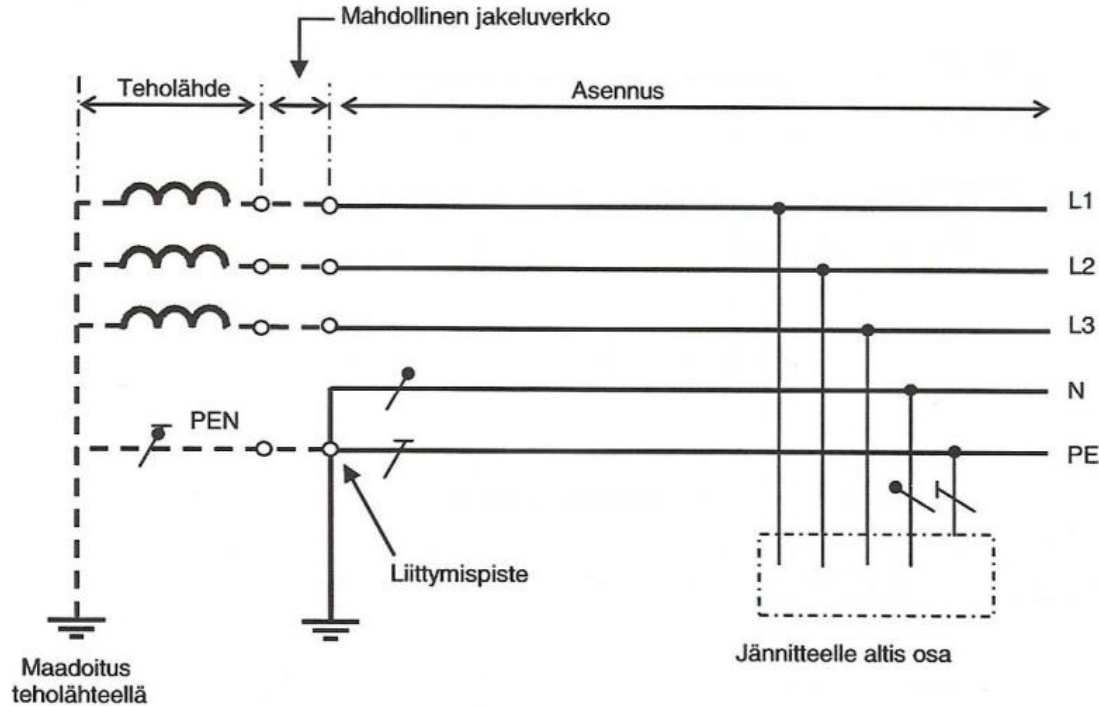


TN-C-S

Kuva 31B1 Kolmivaiheinen neljän jännitteisen johtimen TN-C-S-järjestelmä, jossa PEN on erotettu PE:ksi ja N:ksi muualla asennuksessa



IEC 2273/05

HUOM. Asennuksessa voidaan tehdä PE:n ja PEN:n lisämaadoituksia.

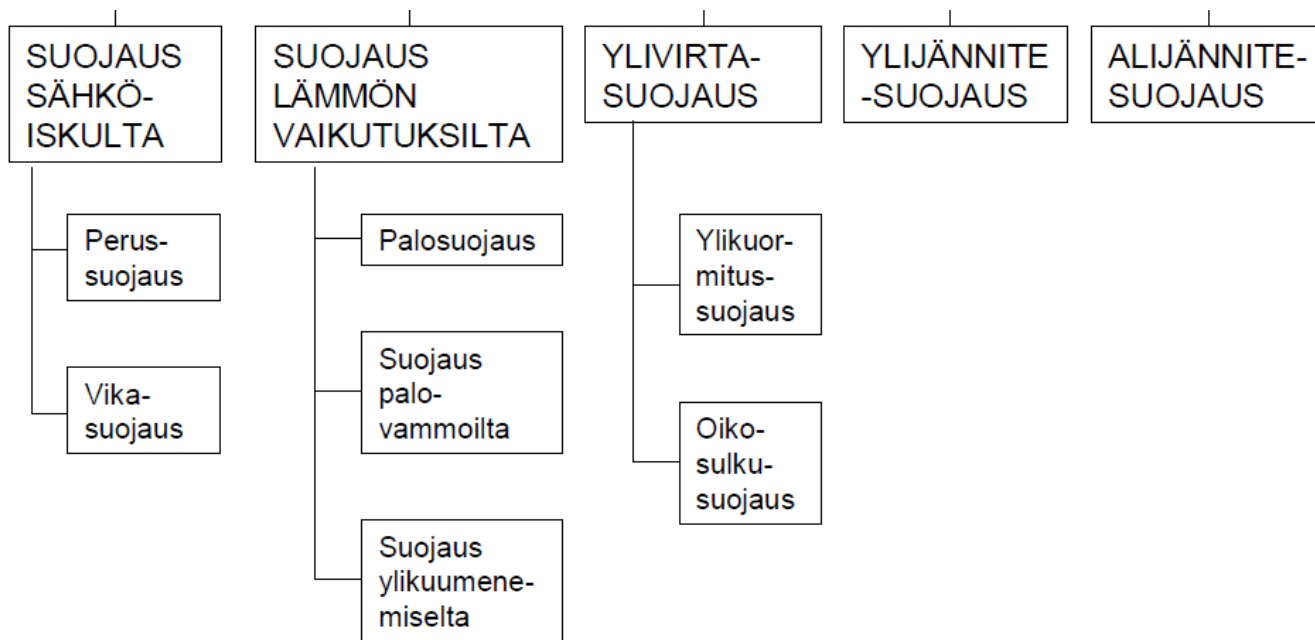
Kuva 31B2 Kolmivaiheinen neljän jännitteisen johtimen TN-C-S-järjestelmä, jossa PEN on erotettu PE:ksi ja N:ksi asennuksen liittymispisteessä

A?

Aalto University
School of Electrical
Engineering

Sähköasennusten suojaus

Suojauksen tarkoitus



Suojaus sähköiskulta



Suojaus sähköiskulta

- **Perussuojaus**

- Suojaus sähköiskulta tilanteessa ilman vikaa (aik. kosketussuojaus)

- **Vikasuojaus**

- Suojaus sähköiskulta yhden vian olosuhteissa (aik. kosketusjännitesuojaus)

- **Lisäuojaus**

- Perussuojauksen ja/tai vikasuojauksen lisäksi käytetty suojausmenetelmä

Sähköiskulta suojauksen perussääntö SFS-EN 61140

- Vaaralliset jännitteiset osat eivät saa olla kosketeltavissa ja kosketeltavat johtavat osat eivät saa olla vaarallisesti jännitteisiä
 - Normaaliolosuhteissa (aiotussa käytössä ja ilman vikaa, **perussuojaus**)
 - Yhden vian olosuhteissa (**vikasuojaus tai lisätty suojaus**)

Suojaus sähköiskulta

- Perussuojaus
 - Yleensä eristys tai kotelointi
- Vikasuojaus
 - Tärkein menetelmä on syötön automaattinen poiskytkentä
 - Suojamaadoitus ja suojaava potentiaalintasaus
 - Syötön automaattinen poiskytkentä suojalaitteilla
 - Luokan II laitteet
 - kaksoiseristys tai vahvistettu eristys
 - Ei maadoitusta
 - Pienoisjännite SELV tai PELV (yleensä ≤ 50 V a.c. tai 120 V d.c.)
- Lisäsuojaus vikavirtasuojalla

Suojaus kaikelta koskettamiselta

Yleisissä tiloissa olevia sähkölaitteiden jännitteiset osat on suojattava koskettamiselta joko eristämällä tai koteloimalla

Eriste on voitava poistaa vain rikkomalla

Pienin sallittu kotelointiluokka on IP2X

Jos on tarpeen avata kotelo

- Käytetään avainta tai työkalua
- Kotelo voidaan avata vasta kun syöttö on poistettu
- Kotelon kannen takana on vähintään IP2X välisuojaus

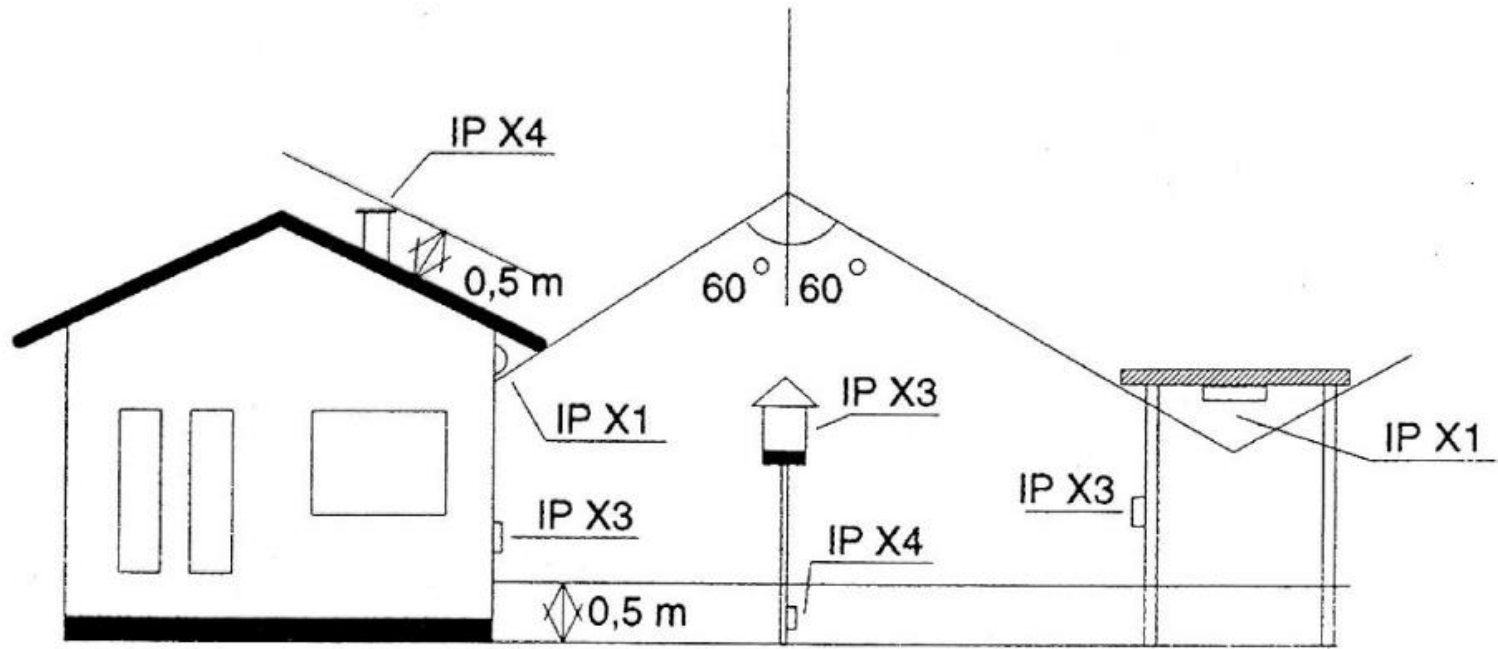
Kotelointiluokat

IP-luokka kertoo laitteet koteloinnin “hyvyyden”

Ensimmäinen numero kertoo suojauksen vieraita esineitä ja pölyä vastaan

Toinen kertoo suojauksen kosteutta vastaan

Osat	Numerot tai kirjaimet	Merkitys laitesuojauksessa	Merkitys henkilösuojauksessa
Kirjaimet	IP	-	-
Ensimmäinen tunnusnumero	0 1 2 3 4 5 6	Suojattu vieraiden esineiden ja pölyn sisäänkäynniltä 0 suojaamaton 1 kun halkaisija ≥ 50 mm 2 kun halkaisija $\geq 12,5$ mm 3 kun halkaisija $\geq 2,5$ mm 4 kun halkaisija $\geq 1,0$ 5 pölysuojatusti 6 pölytiiviisti	Vaaralliset osat kosketus-suojattu suojaamaton nyrkiltä sormelta työkalulta langalta langalta langalta
Toinen tunnusnumero	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Suojattu veden sisäänkäsyn haitallisilta vaikutuksilta 0 suojaamaton 1 pystysuoraan tippuvalta vedeltä 2 tippuvalta vedeltä (laitteen kallistus 15 astetta) 3 satavalta vedeltä 4 roiskuvilta vedeltä 5 vesisuihkulta 6 voimakkaalta vesisuihkulta 7 lyhytaikaisesti upotettuna 8 jatkuvasti upotettuna	-
Lisäkirjain (vapaaehtoinen)	A B C D	-	Vaaralliset osat kosketus-suojattu nyrkiltä sormelta työkalulta langalta
Täydentävä kirjain (vapaaehtoinen)	H M S W	Täydentävän tiedon merkitys: H Suurjännitelaitte M Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa käynnissä S Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa pysähdyksissä W Laitte on koestettu erityisiin sääolosuhteisiin.	



Kuva 804A Esimerkkejä ulos asennettavien sähkölaitteiden koteloinnista

Taulukko 40.1-3. Tavallisimmat kotelointiluokat ja niiden käyttöpaikat.

CEE:n mukainen nimitys		Lähinnä toisiaan vastaavat rakenteet				Kotelointiluokan pääominaisuus	Tavallisimmat käyttöpaikat
suomen-kielinen	englannin-kielinen	kuvatunnus (CEE)	SFS-EN 60529 ja IEC ¹⁾	vanha DIN 40050	vanha SEN 2121		
Tavallinen kosketus-suojainen	Ordinary	—	IP 20	P 20	S 20	Jännitteisten osien tarkoitukseton koskettaminen on vaikeutettu tai estetty	kuiva tila, jossa ei mainittavasti esiinny pölyä
Tippuvedenpitävä	Drip-proof		IP 21	P 21	S 21	Arat osat on suojattu käyttöasennossa ulkopuolelta pystysuoraan tippuvaa vettä vastaan	kosteaa tilaa, katoksen alla ulkona
Sateenpitävä	Rain-proof		IP 23	P 22	S 22	Arat osat on suojattu käyttöasennossa sateen tullessa 0...60° kulmassa pystytasoon nähden	Ulkona
Roiskevedenpitävä	Splash-proof		IP 34	P 33	S 33	Arat osat on suojattu ulkopuolelta kaikista suunnista roiskuvia vesipisaroita vastaan	Kosteaa tilaa, märkä tila, palovaarallinen tila
Suihkuvedenpitävä	Jet-proof		IP 55	P 44	S 44	Arat osat on suojattu ulkopuolelta kaikista suunnista suihkutettavaa vettä vastaan	Märkä tila
Vedenpitävä	Water-tight		IP 67	—	S 44	Arat osat on suojattu veden sisään tunkeutumista vastaan	Märkä tila, syövyttäviä aineita silätävä tila
Painevedenpitävä	—	 h... ²⁾	IP 68	P 55h... ²⁾	S 56	Arat osat on suojattu paineenalaisen veden sisään tunkeutumista vastaan	Veden alla
Pölysuojainen	Dust-proof		IP 54	P 43	S 43	Pölyn vahingollinen kerääntyminen laitteen sisäpuolelle on estetty	Pölyinen tila
Pölynpitävä	Dust-tight		IP 67	P 55	S 56	Pölyn sisään tunkeutuminen on estetty	Pölyinen, tavallisesti palovaarallinen tila

¹⁾ Nykyään voimassa olevat DIN- ja SEN-standardit vastaavat IEC:tä ja SFS-EN 60529:ää.

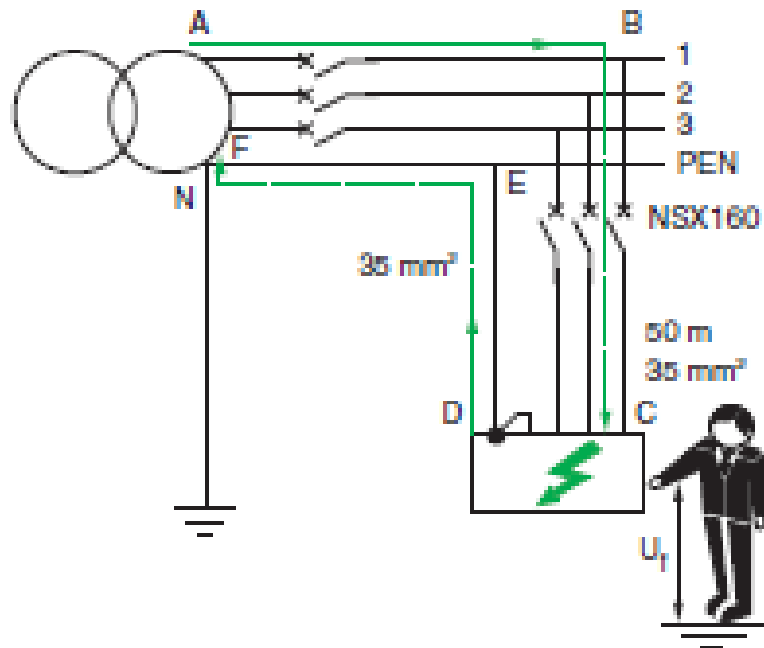
²⁾ Kirjaimen h jälkeen ilmoitetaan numeroin suurin sallittu vedenpaine metreinä. Esim. h3 tai vastaavasti P 55 h3 tarkoittaa rakennetta, johon ei tunkeudu vettä, kun se on upotettuna 3 m syvyydelle veteen.

Syötön automaattinen poiskytkentä

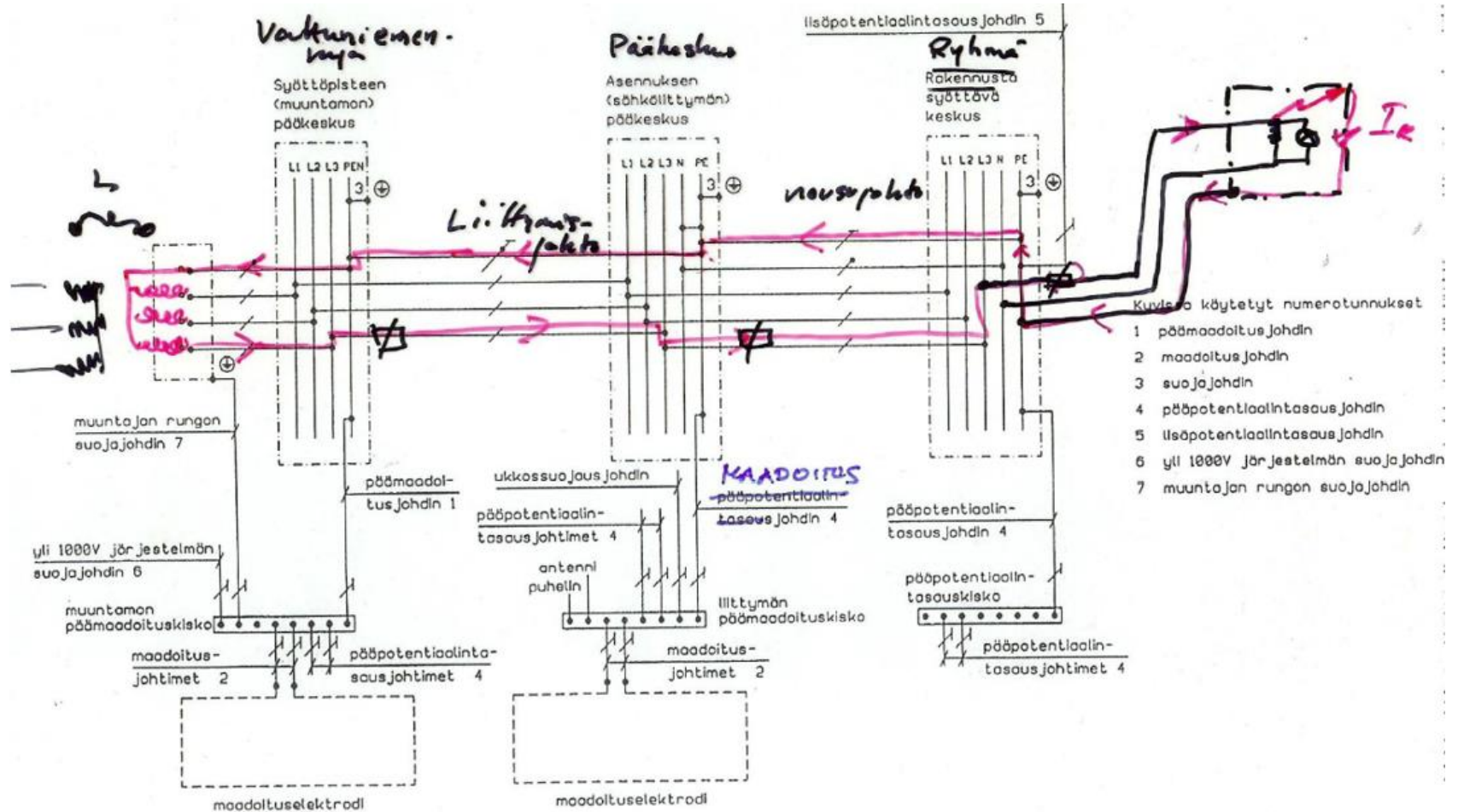
Kun sattuu vika jännitteisen osan ja kosketeltavan osan välillä (peruseristys pettää), sulake tai katkaisija kytkee syötön pois niin nopeasti, ettei siitä aiheudu vaaraa

230 V jännitteellä ryhmäjohdoilla aik on 0,4 s

Pääjohdoilla 5 s



Tyypillinen vikavirtapiiri



Syötön autoamaattisen poiskytkennän tarkistaminen laskemalla

- Lasketaan oikosulkuvirtapiirin impedanssit
 - syöttävän verkon impedanssi saadaan jakeluverkkoyhtiön ilmoittamasta oikosulkuvirrasta liittymispisteessä
 - kiinteistössä olevien johtojen impedanssit lasketaan, kun tiedetään johdinmateriaali, johtimien poikkipinta-alat ja pituudet
 - kokonaisimpedanssi saadaan impedanssien summana
- Lasketaan oikosulkuvirta
- Tarkistetaan, että suojalaite toimii riittävän nopeasti lasketulla virralla

Oikosulkuvirran laskeminen

$$I_k = \frac{c \times U}{Z \times \sqrt{3}} = \frac{c \times U_v}{Z}$$

I_k = vikavirtapiirin oikosulkuvirta

U = pääjännite (400 V).

U_v = vaihejännite (230 V)

Z = vikavirtapiirin impedanssi

$c = 0,95$ (kerroin, joka ottaa huomioon jännitteen aleneman liittimissä, sulakkeissa, yms)

Suojalaitteet

Sulake

Ylikuormitussuojaus ja vikavirta suojaus yhdistettynä



Johdonsuojakatkaisija

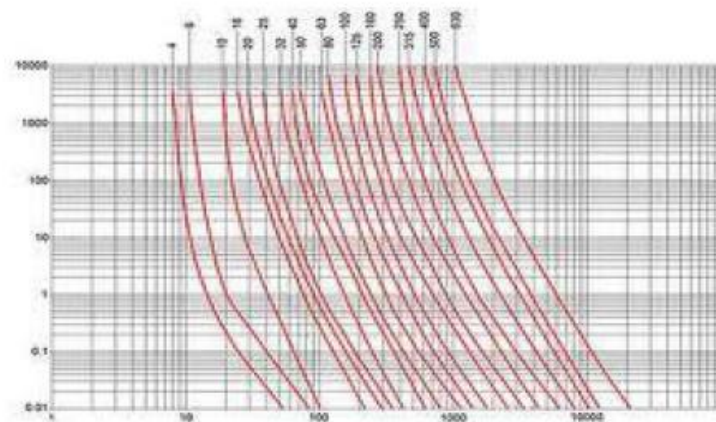
**Terminen suojaus ylikuormitukselle
Magneettinen suojaus vikaviralle**



Vikavirtasuoja

Sulakkeen ominaiskäyriä

- Sulake toimii, kun virta ylittää toimintakäyrän
- Kun virta kasvaa, sulakkeen toiminta-aika lyhenee
- Käyrän yläosalla sulake toimii ylikuormitussuojana ja alaosalla oikosulkusuojana



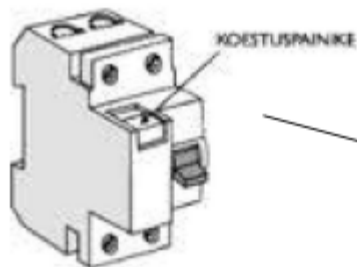
Sulakkeiden toimintavirtoja

Taulukko 41.4b. gG-sulakkeiden edellyttämät pienimmät oikosulkuvirrat

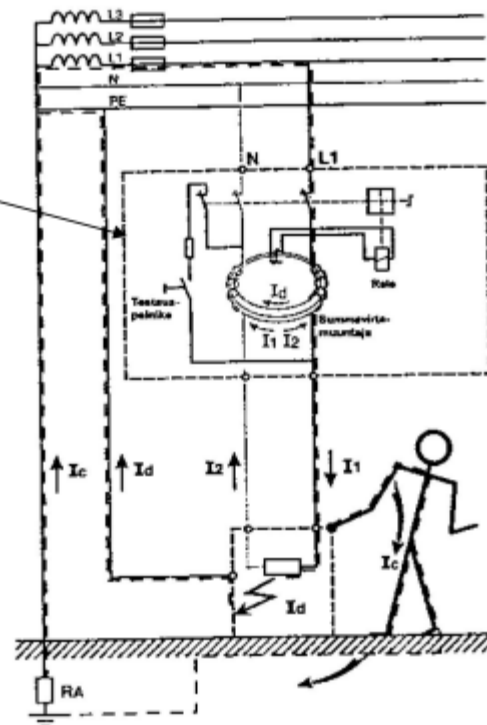
Pienimmät toimintavirrat gG-sulakkeille ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellis- virta A	gG-sulake 0,4 s A	Vaadittu mitattu arvo A	gG-sulake 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A
2	16	20	9	11,3
4	32	40	18	22,5
6	46,5	58,2	28	35
10	82	102,5	46,5	58,2
16	110	137,5	65	81,3
20	145	181,3	85	106,3
25	180	225	110	137,5
32	270	337,5	150	187,5
35			165	206,3
40	315	393,8	190	237,5
50	470	587,5	250	312,5
63	550	687,5	320	400
80	840	1050	425	531,3
100	1000	1250	580	725
125	1450	1812,5	715	893,8
160	1600	2000	950	1187,5
200	2100	2625	1250	1562,5
250	2800	3500	1650	2062,5
315	3700	4625	2200	2750
400	4800	6000	2840	3550
500	6400	8000	3800	4750
630	8500	10 625	5100	6375

Mitattu arvo on 25% suurempi, sillä todellisen oikosulun aikainen johtimien lämpötila on suurempi kuin mittauksen aikainen.

Vikavirtasuoja



- I_1 = tuleva virta
- I_2 = paluuvirta
- I_d = vuotovirta (vikavirta)
- I_c = kehon läpi kulkeva virta kosketettaessa jännitteisen kojeen runkoa
- R_A = maadoitusvastus



Toimiiko aina?



-> Tarvitaan vikavirtasuoja!

"Mies istui kylpyammeeseen
däng-däng-däng-däng-däng
Beibi kytki sähköt altaaseen
däng-däng...
Sähkö kulki miehen ruumiseen
däng-däng..."

Mies hetkui hetken ammeessa
däng-däng...
Suoni sykki reiden kupeessa
däng-däng...
Ylös matka alkoi samassa
däng-däng... "

Syötän automaattisen poiskytkennän tarkastaminen

- Sähkösuunnittelija tarkistaa laskemalla syötön automaattisen poiskytkennän toiminnan.
- Jos urakoitsija toteuttaa asennuksen suunnitelmien mukaisesti ja johtopituudet ja laskelmat ovat tiedossa, ei syötön automaattista poiskytkentää tarvitse välttämättä mitata. Urakoitsija mittaa kuitenkin liittymispisteen oikosulkuvirran, jotta voidaan varmistua, että laskelman lähtötiedot ovat oikein.
- Jos laskelmia ei ole, urakoitsija mittaa käyttöönottotarkastuksessa pisimpien ryhmäjohtojen loppupäistä oikosulkuvirrat kaikilla käytetyillä johdinpoikkipinnoilla ja –lajeilla sekä eri suojalaitetyypeillä.
- Lisäksi urakoitsija tarkistaa käyttöönottotarkastuksessa suojajohdipiirin jatkuvuuden mittaamalla, jolloin voidaan olla varmoja siitä, että suojaus toimii koko asennuksessa.
- Urakoitsija testaa myös vikavirtasuojat mittaamalla niiden laukaisuvirran nousevalla virralla sekä laukaisuajan.

Taulukkoja

TAULUKKO 41.7. Suurimmat johtopituudet käytettäessä vikasuojaukseen automaattista poiskytkentää, joka toteutetaan gG-tyyppin sulakkeilla vaaditun poiskytkentäajan ollessa korkeintaan 0,4 s.

Poikkipinta Cu A/mm ²	Nimellisvirta A	Pienin oikosulkuvirta A	Suurin johtopituus (m), kun impedanssi ennen suojalaitetta on seuraava (mΩ) (vastaava oikosulkuvirta A sulussa)								
			10	100	300	500	1000	1500	2000	3000	
			(22000)	(2200)	(730)	(440)	(220)	(146)	(110)	(73)	
1,5	6	46,5	161	157	151	144	127	110	92	58	
1,5	10	82	91	88	81	74	57	40	23	-	
1,5	16	110	67	64	57	51	34	16	-	-	
1,5	20	145	51	48	41	34	17	-	-	-	
2,5	10	82	151	146	135	124	95	67	38	-	
2,5	16	110	113	108	96	85	56	28	-	-	
2,5	20	145	85	80	69	57	29	-	-	-	
2,5	25	180	68	63	52	40	12	-	-	-	
4	16	110	181	172	154	136	90	45	-	-	
4	20	145	137	128	110	92	46	1	-	-	
4	25	180	110	102	83	65	19	-	-	-	
4	32	270	73	65	46	28	-	-	-	-	
6	16	110	271	258	231	204	135	67	-	-	
6	20	145	205	193	165	138	70	1	-	-	
6	25	180	165	152	125	98	29	-	-	-	
6	32	270	109	97	70	42	-	-	-	-	
6	50	470	62	50	22	-	-	-	-	-	
6	63	550	53	40	13	-	-	-	-	-	
10	25	180	269	249	204	160	48	-	-	-	
10	32	270	178	158	114	69	-	-	-	-	
10	50	470	101	81	37	-	-	-	-	-	
10	63	550	86	66	22	-	-	-	-	-	
10	80	840	55	35	-	-	-	-	-	-	
16	32	270	282	251	180	110	-	-	-	-	
16	50	470	161	129	58	-	-	-	-	-	
16	63	550	137	105	34	-	-	-	-	-	
16	80	840	88	56	-	-	-	-	-	-	
16	125	1450	49	18	-	-	-	-	-	-	

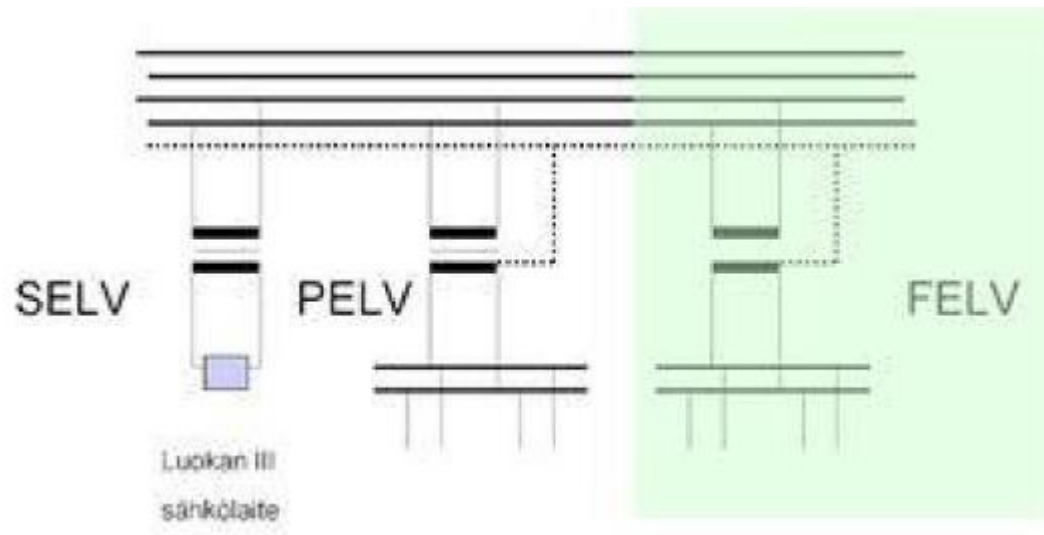
TAULUKKO 41.8. Suurimmat johtopituudet käytettäessä vikasuojaukseen automaattista poiskytkentää, joka toteutetaan gG-tyyppin sulakkeilla vaaditun poiskytkentäajan ollessa korkeintaan 5,0 s.

Poikkipinta Cu A/mm ²	Nimellisvirta A	Pienin oikosulkuvirta A	Suurin johtopituus (m), kun impedanssi ennen suojalaitetta on seuraava (mΩ) (vastaava oikosulkuvirta A sulussa)								
			10	100	300	500	1000	1500	2000	3000	
			(22000)	(2200)	(730)	(440)	(220)	(146)	(110)	(73)	
1,5	6	28	267	264	257	250	233	216	199	165	
1,5	10	46,5	161	157	151	144	127	110	92	58	
1,5	16	65	115	112	105	98	81	64	47	12	
1,5	20	85	87	84	78	71	54	36	19	-	
2,5	10	46,5	268	263	251	240	211	183	154	97	
2,5	16	65	191	186	175	163	135	106	78	21	
2,5	20	85	146	141	130	118	90	61	33	-	
2,5	25	110	113	108	96	85	56	28	-	-	
4	16	65	307	298	280	262	216	171	125	34	
4	20	85	234	226	208	189	144	98	53	-	
4	25	110	181	172	154	136	90	45	-	-	
4	35	165	132	124	106	87	42	-	-	-	
6	16	65	459	447	420	392	324	256	187	51	
6	20	85	351	338	311	284	215	147	79	-	
6	25	110	271	258	231	204	135	67	-	-	
6	35	165	198	186	158	131	63	-	-	-	
6	50	250	118	106	78	51	-	-	-	-	
6	63	320	92	80	52	25	-	-	-	-	
10	25	110	441	421	377	332	221	110	-	-	
10	35	165	323	303	258	214	102	-	-	-	
10	50	250	193	173	128	84	-	-	-	-	
10	63	320	150	130	85	41	-	-	-	-	
10	80	425	112	92	48	3	-	-	-	-	
16	35	165	512	480	409	339	163	-	-	-	
16	50	250	305	274	203	133	-	-	-	-	
16	63	320	238	206	135	65	-	-	-	-	
16	80	425	178	146	76	5	-	-	-	-	
16	125	715	104	72	2	-	-	-	-	-	

SELV ja PELV

Pienoisjännite <50V AC tai
<120V DC

ELV = Extra Low Voltage

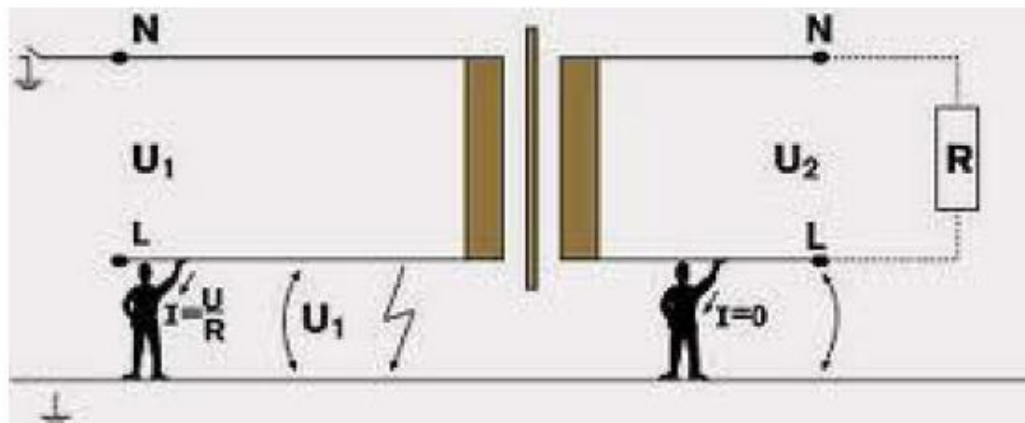


SELV valaistusjärjestelmät



Sähköinen erotus

- Erotusmuuntaja erottaa virtapiirin galvaanisesti syöttävästä verkosta, jolloin erotetun virtapiirin ja esimerkiksi maan välille ei synny potentiaaliero.
- Menetelmää käytetään vikasuojauksessa esimerkiksi sähkölaitekorjaamoissa, lääkintätiloissa ja veneiden maasähkölaitteissa.



Sähköasennusten suojaus ylikuormitukselta



Aalto University
School of Electrical
Engineering

Johdon suojauksen tehtävät

Kuumeneminen

-> eristeiden hapertuminen, jopa tulipalo

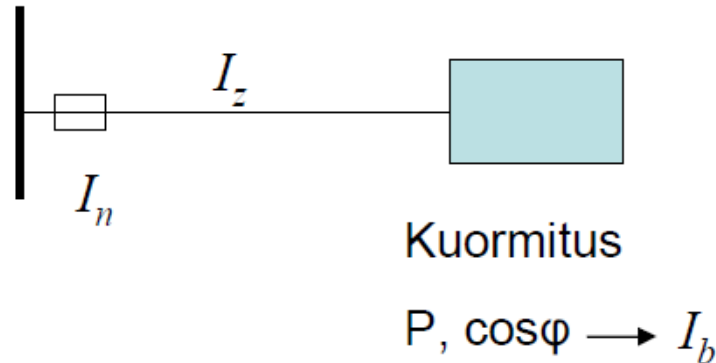
Ylikuormitussuojausten ehdot

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Johdon mitoitusvirta \leq suojalaitteen nimellisvirta \leq johdon kuormitettavuus

$$I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

Virta, jolla suojalaite toimii luotettavasti $\leq 1,45 \times$ johdon kuormitettavuus



Onneksi on taulukko...

gG tyyppisen sulakkeen nimellisvirta A	Johtimen kuormitettavuuden minimiarvo A
6	8
10	13,5
16	18
20	22
25	28
32	35
35	39
40	44
50	55
63	70
80	88
100	110
125	138
160	177
200	221
250	276
315	348
400	441
500	552
630	695
800	883

Laskentakaava:

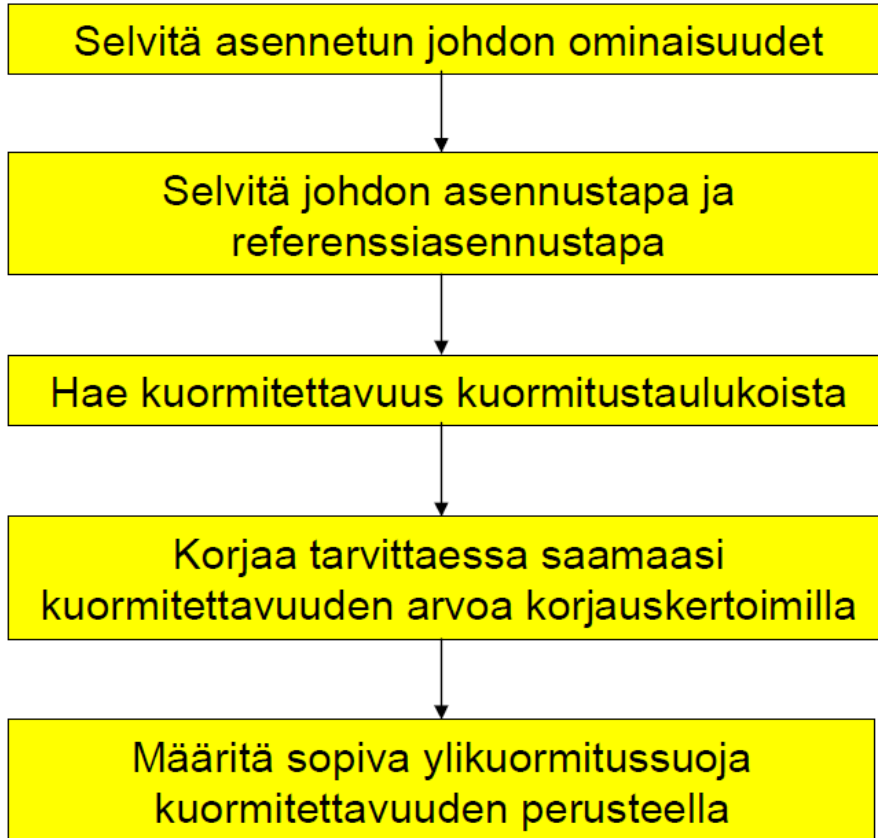
$$I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

$$I_2 = k \times I_n$$

$$k \times I_n \leq 1,45 \times I_z$$

$$I_z \geq \frac{k}{1,45} \times I_n$$

Johdon kuormitettavuuden määrittäminen (kun asennettu johto tunnetaan)



Materiaali, paksuus, eriste, johtimien määrä

Ilmassa, seinässä, putkessa...

Johdon ominaisuuksia

- Johdinlaji
 - Jos tyyppimerkinnän ensimmäinen kirjain on A, johdinlaji on alumiini ja muussa tapauksessa kupari
- Eristemateriaali
 - Jos merkinnässä on X-kirjain, eriste on PEX ja muussa tapauksessa PVC
- Poikkipinta-ala
 - Poikkipinta-ala näkyy suoraan neliömillimetreinä tyyppimerkinnästä. Äärijohtimen poikkipinta-ala määrää kuormitettavuuden.
- Kuormitettujen johtimien lukumäärä
 - Yksivaiheisessa johdossa kuormitettuja johtimia on kaksi ja kolmivaiheisessa kolme
- Monijohdinkaapeli vai erilliset johtimet?
 - Jos merkintä alkaa suoraan kirjaintunnuksella kyseessä on monijohdinkaapeli. Jos tunnus alkaa numerolla (=johtimien lukumäärä), kyseessä ovat joko yksijohdinkaapelit tai erilliset peruseristetyt johtimet.

Eristemateriaalien suurimman sallitut jatkuvat lämpötilat

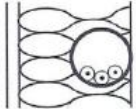
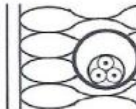
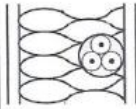
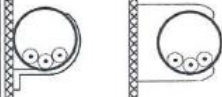
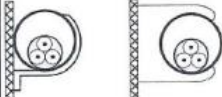
Eristyksen laji	Suurin sallittu lämpötila °C
Polyvinyylikloridi (PVC)	70 (johtimessa)
Silloitettu polyeteeni (PEX) ja eteenipropeenikumi (EPR)	90 (johtimessa)
Mineraali (PVC:llä päällystetty tai paljas ja kosketeltavissa)	70 (vaipassa)
Mineraali (paljas, ei kosketeltavissa, eikä kosketuksissa palaviin materiaaleihin)	105 (vaipassa)

Taulukko 2. Eristysaineiden suurimmat sallitut käyttölämpötilat.

Asennustapoja

Taulukko 52-3 (52H) Esimerkkejä asennustavoista

HUOM. Kuvien tarkoituksena ei ole esittää tiettyä tuotetta tai asennuskäytäntöä, vaan niiden tarkoitus on kuvata esiteltyä asennustapaa.

Kohta nro	Asennustapa	Kuvaus	Referensiasennustapa, jota käytetään kuormitettavuuden määrittämisessä
1	 Huone	Eristetyt johtimet lämpöeristettyyn seinään upotetussa putkessa ^a	A
2	 Huone	Kaapeli lämpöeristettyyn seinään upotetussa putkessa ^a	A
3	 Huone	Monijohdinkaapeli suoraan lämpöeristetyssä seinässä ^a	A
4		Eristetyt johtimet puu- tai kiviseinän pinnalle asennetussa putkessa alle 0.3 x kaapelin halkaisijan etäisyydellä seinästä	B
5		Kaapeli puu- tai kiviseinän pinnalle asennetussa putkessa alle 0.3 x kaapelin halkaisijan etäisyydellä seinästä	B

Kuormitustaulukko

Taulukko A.52-2 (52-C1) Kuormitettavuudet ampeereina asennustavoilla A, B, C ja D. PVC-eristeiset kupari- tai alumiinijohtimet, yleensä kolme kuormitettua johdinta, pienillä poikkipinoilla myös kaksi kuormitettua johdinta. Johtimen lämpötila: 70 °C. Ympäristön lämpötila: 25 °C ilmassa, 15 °C maassa

Johtimen nimellinen poikkipinta mm ²	Taulukon A.52-1 mukainen referenssiasennustapa						
	A		B		C		D
	Kolme kuormitettua johdinta	Kaksi kuormitettua johdinta	Kolme kuormitettua johdinta	Kaksi kuormitettua johdinta	Kolme kuormitettua johdinta	Kaksi kuormitettua johdinta	Kolme kuormitettua johdinta
1	2	3	4	5	6	7	8
Kupari							
1,5	14	15	16	17,5	18,5	20	26
2,5	19	20	21	24	25	29	35
4	24	27	29	32	34	38	46
6	31	34	36	40	43	49	57
10	41	46	49	55	60	67	77
16	55	60	66	73	80	90	100
25	72	79	85	95	102	119	130
35	88	97	105	118	126	146	160
50	105		125		153		190
70	133		158		195		240
95	159		190		236		285
120	182		218		274		325
150	208		–		317		370
185	236		–		361		420
240	278		–		427		480
300	316		–		492		550

Korjauskertoimet

Kuormitettavuustaulukot on laadittu yksittäisille johdoille määrättyissä oletusympäristöissä (ilman lämpötila +25 °C ja maan lämpötila +15°C. Jos tilanne poikkeaa oletetusta, kuormitettavuusarvoja on korjattava seuraavilla korjauskertoimilla:

- Lämpötilan korjauskertoimet: taulukot A.52-14 ja A.52-15
- Maalajin korjauskerroin: taulukko A.52-16 (oletuksena puolikuiva savi tai kostea sora, korjauskertoimet annettu lämpöresistiivisyyden perusteella; eri maalajien lämpöresistiivisyysarvoja julkaisun D1-2009 taulukossa 52.10)
- Ryhmäkorjauskertoimet (lähistöllä olevien muiden johtojen vaikutus): taulukot A.52-17 ... A.52-21

Ryhmäkorjauskertoimia

Taulukko A52-17 (52-E1) Korjauskertoimet ryhmille, joissa on useita piirejä tai useita kaapeleita. Korjauskertoimia käytetään taulukoiden A.52-2...A.52-8 mukaisten kuormitettavuuksien kanssa

Kohta	Sijointus (kaapelit koskettavat toisiaan)	Piirien tai monijohdinkaapelien lukumäärä												Käytetään kuormitettavuus-taulukon kanssa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Nipussa ilmassa, pinnalla, upotettuna tai kotelon sisällä	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	A.52-2...A.52-7 asennustavat A...F
2	Yhdessä kerroksessa seinällä, lattialla tai rei'ittämättömällä kaapelihyllyllä	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Ei korjauskertoimia useammalle kuin yhdeksälle piirille tai monijohdinkaapelille			A.52-2...A.52-3 asennustapa C
3	Yhdessä kerroksessa kiinnitettynä suoraan puukaton alapuolelle	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Yhdessä kerroksessa rei'itetyllä kaapelihyllyllä vaaka- tai pystysuunnassa	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	Ei korjauskertoimia useammalle kuin yhdeksälle piirille tai monijohdinkaapelille			A.52-4...A.52-7 asennustavat E ja F
5	Yhdessä kerroksessa tikkailla, tuilla tai kiinnikkeillä jne.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Maahan asennetun kaapelin korjauskertoimia

TAULUKKO 52.8. Korjauskertoimet ympäröivän maan lämpötilan mukaan.

Maan lämpötila °C	Korjauskerroin johtimen eristeen mukaan	
	PVC	PEX ja EPR
0	1,13	1,10
5	1,09	1,06
10	1,05	1,03
15	1,00	1,00
20	0,95	0,96
25	0,90	0,93
30	0,85	0,89

TAULUKKO 52.9. Korjauskertoimet maan lämpöresistiivisyyden mukaan

Lämpöresistiivisyys, K m/W	0,7	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
Korjauskerroin	1,1	1,0	0,92	0,85	0,75	0,69	0,63

TAULUKKO 52.10. Maan lämpöresistiivisyyden arvoja

Maalaji	Lämpöresistiivisyys, K m/W
Kuiva hiekka (kosteus 0 %)	3,0
Kuiva sora tai savi	1,5
Puolikuiva sora, suomuta ja hiekka (kosteus 10 %)	1,2
Puolikuiva savi ja kostea sora	1,0
Kostea savi ja hiekka (kosteus 25 %)	0,7

Johton ja ylikuormitussuojan määrittäminen (mitoitusvirta ja teho kunnetaan)

Määritä virtapiirin mitoitusvirta

Laitteen vaatima teho

Määritä sopiva ylikuormitussuoja mitoitusvirran perusteella

Selvitä ylikuormitussuojan edellyttämä kuormitettavuus johdolta

Valitse sopiva johtolaji

Selvitä johdon asennustapa ja referenssiasennustapa

Selvitä korjauskertoimet ja korjaa tarvittaessa laskemaasi kuormitettavuuden arvoa vastaamaan kuormitustaulukon oletuksia

Hae riittävä poikkipinta-ala kuormitettavuuden perusteella kuormitustaulukoista

Käytännön mitoitus sääntöjä

- 10 A ylivirtasuojalla (johdonsuojakatkaisija tai sulake) suojatun johdon ryhmäjohdon poikkipinta on $1,5 \text{ mm}^2$ kuparia. Samaan ryhmäjohtoon saa sijoittaa yleensä enintään 10 kulutus pistettä vaihetta kohden. Kulutus pisteellä tarkoitetaan kiinteää valopistettä tai korkeintaan kaksiosaista pistorasiaa. Kolmiosainen pistorasia lasketaan kahdeksi kulutus pisteeksi.
- 16 A ylivirtasuojalla suojatun johdon poikkipinta on yleensä $2,5 \text{ mm}^2$ kuparia. Kulutus pisteiden määrä saa olla korkeintaan 15 kpl. Silloin kun ryhmässä on pelkästään pistorasioita, käytetään 16 A ylivirtasuojaa.
- Pelkästään valaisimia sisältävissä ryhmissä, jolloin kuormituksen ottama teho tunnetaan, voidaan valopisteiden lukumäärä mitoittaa siten, että ryhmäjohdon kuormitus on korkeintaan 90 % ylivirtasuojan nimellisvirrasta. Mitoituksessa on kuitenkin otettava huomioon elektronisten liitännälaitteiden aiheuttama kytkentävirrasysäys, joka saattaa rajoittaa valaisimien lukumäärää.