

**Tentti 13.12. 2022**

EI KIRJALLISUUTTA. Vapaavalintaisen laskimen käyttö sallittu. Merkitse jokaiseen vastauspaperiin nimesi ja opiskelijanumerosi. Merkitse vastauspaperiin myös, jos olet tehnyt harjoitustyön jonakin aiempana lukuvuonna.

1. Sähköalan yliopisto-opiskelija haluaa tulevaisuudessa harjoittaa sähköurakointia. Hän työskentelee tulevassa yrityksessään aluksi yksin, eli tarvitsee itse valmiudet kaikkiin tarvittaviin tehtäviin. Kerro yksityiskohtaisesti millä edellytyksillä/tavoin hän saa ryhtyä harjoittamaan sähköurakointia.
2. Sähkölaite on kytketty pitkän ryhmäjohton päässä olevaan pistorasiaan. Laitteen johtava kuori (ja pistorasia) on suojamaadoitettu ja laitteen vikasuojaus on toteutettu ns. nopean poiskytkennän menetelmällä, B10A johdonsuojakytkimellä. Ryhmässä ei ole vikavirtasuojakytkintä. Laitteeseen tulee oikosulkuvika, jossa vaihejohto kytkeytyy laitteen kuoreen.  
Ryhmäjohto on tyyppiä MMJ 3\*1,5S (1,5mm<sup>2</sup> Cu) ja se on kytketty rakennuksen pääkeskukseen, jonka oikosulkuvirta on 250A. Laitteen liitosjohton vaikutus voidaan olettaa mitättömäksi ja vikaresistanssi nolllaksi.
  - a. Kuinka suuri kosketusjännite muodostuu laitteen kuoreen, kun ryhmäjohton pituus on 100 m ?
  - b. Kuinka suuri virta kulkee ihmisen läpi (max. virta noin 95%:lla ihmisistä) kun ihminen koskee paljain jaloin/käsin vian aikana laitetta? Kerro perustellen kuinka vaarallinen tällainen tilanne on ihmiselle?
  - c. Miten asennusten henkilöturvallisuutta voidaan parantaa edellä kuvatussa asennuksessa, jos syöttöjärjestelmä kaapeleineen ja suojalaitteineen säilyy muuttumattomana? Kerro miten kuvaamasi järjestelyt käytännössä toteutetaan tässä asennuksessa ja minkä vuoksi turvallisuus paranee.
3. Mainitse toimintatestien ja ns. kiertosuunnan mittaamisen lisäksi ainakin neljä eri mittausta (testausta), jotka pitää tehdä tavallisen omakotitalon sähköasennusten käyttöönottotarkastuksessa. Kuvaa myös lyhyesti miten kukin mittaustesti tehdään.
4. Sähkötyöturvallisuus
  - a. Millaisissa tapauksissa sähkötyökohteeseen pitää nimetä 'työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja'? Mitä tehtäviä hänelle kuuluu ja millainen pätevyys häneltä vaaditaan?
  - b. Milloin sulakkeen vaihtamiseen tarvitaan sähköalan ammattilainen tai ko. tehtävään opastettu henkilö?
5. Eräässä laitteessa tarvitaan max. 49 kW symmetrinen kolmivaiheteho ( $\cos\phi=1$ ). Laitetta syöttävä 40 m pitkä monijohdinkaapeli asennetaan 10 m matkalla kaapelitikkaille vierekkäin 3 muun kaapelin kanssa, kiinni toisiinsa. Muulla osuudella em. kaapelit ovat kaapelitikkailla 15 cm etäisyydellä toisistaan. Ympäristölämpötilan voidaan olettaa olevan max. 25°C. Oikosulkuvirta kaapelia syöttävässä keskuksessa on 5600 A.
  - a. Määritä em. kaapelin (Cu johtimet, PVC eriste) vähimmäispoikkipinta ja sen ylikuormitussuojaksi sopivat gG sulakkeet.
  - b. Tarkastele toteutuuko oikosulkusuojaus asennuksessa?

Taulukko B.52.2 Kuormitettavuus ampeereina taulukossa B.52.1 esitetyille asennustavoille -PVC-eristiset kupari- tai alumiinijohtimet/kaksi kuormitettua johdinta -johtimen lämpötila: 70 °C, ympäristön lämpötila: 30 °C ilmassa, 20 °C maassa

| Referenssi-asennustapa                                                            |                                                                 | Taulukko ja sarakke                |                                    |                               |                                    |                   |                                                     |          | Lämpötilan korjauskerroin                       | Ryhmästä johtuva korjauskerroin |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------|---------------------------------|
|                                                                                   |                                                                 | Yksittäisen piirin kuormitettavuus |                                    |                               |                                    |                   |                                                     |          |                                                 |                                 |
|                                                                                   |                                                                 | Termoplastinen eristys (PVC)       |                                    | Silloitettu eristys (PEX,EPR) |                                    | Mineraali-eristys |                                                     |          |                                                 |                                 |
|                                                                                   |                                                                 | Johtimien lukumäärä                |                                    |                               |                                    |                   |                                                     |          |                                                 |                                 |
|                                                                                   |                                                                 | 2                                  | 3                                  | 4                             | 5                                  | 6                 | 7                                                   |          |                                                 |                                 |
| 1                                                                                 | 2                                                               | 3                                  | 4                                  | 5                             | 6                                  | 7                 | 8                                                   | 9        |                                                 |                                 |
|   | Eristetyt johtimet lämpöeristettyyn seinään upotettuna putkessa | A1                                 | B.52.2 Sarake. 2                   | B.52.4 Sarake. 2              | B.52.3 Sarake. 2                   | B.52.5 Sarake. 2  | -                                                   | B.52.14  | B.52.17                                         |                                 |
|   | Monijohdin-kaapeli eristetty seinään upotettuna putkessa        | A2                                 | B.52.2 Sarake. 3                   | B.52.4 Sarake. 3              | B.52.3 Sarake. 3                   | B.52.5 Sarake. 3  | -                                                   | B.52.14  | B.52.17 paitsi D (Taulukko B.52.19 on voimassa) |                                 |
|   | Eristetyt johtimet (yksijohdin-kaapeli) puuseinän pinnalla      | B1                                 | B.52.2 Sarake. 4                   | B.52.4 Sarake. 4              | B.52.3 Sarake. 4                   | B.52.5 Sarake. 4  | -                                                   | B.52.14  | B.52.17                                         |                                 |
|   | Monijohdin-kaapeli puuseinän pinnalla                           | B2                                 | B.52.2 Sarake. 5                   | B.52.4 Sarake. 5              | B.52.3 Sarake. 5                   | B.52.5 Sarake. 5  | -                                                   | B.52.14  | B.52.17                                         |                                 |
|   | Yksi- tai monijohdin-kaapeli puuseinän pinnalla                 | C                                  | B.52.2 Sarake. 6                   | B.52.4 Sarake. 6              | B.52.3 Sarake. 6                   | B.52.5 Sarake. 5  | 70 °C vaipassa B.52.6<br>105 °C vaipassa B.52.7     | B.52.14  | B.52.17                                         |                                 |
|   | Monijohdin-kaapeli putkessa maassa                              | D                                  | B.52.2 Sarake. 7                   | B.52.4 Sarake. 7              | B.52.3 Sarake. 7                   | B.52.5 Sarake. 7  | -                                                   | B.52.15  | B.52.19                                         |                                 |
|   | Vaiipalliset yksijohdin- tai monijohdin-kaapeli suoraan maassa  | D2                                 | Sarake 8                           |                               | Sarake 8                           |                   | Sarake 8                                            | Sarake 8 | Sarake 8                                        |                                 |
|  | Monijohdin-kaapeli vapaasti ilmassa                             | E                                  | Kupari B.52.10<br>Alumiini B.52.11 |                               | Kupari B.52.12<br>Alumiini B.52.13 |                   | 70 °C<br>Vaiippa B.52.8<br>105 °C<br>Vaiippa B.52.9 | B.52.14  | B.52.20                                         |                                 |
| Etäisyys seinään vähintään 0,3 kertaa kaapelin halkaisija                         |                                                                 |                                    |                                    |                               |                                    |                   |                                                     |          |                                                 |                                 |

|                                                                                    |                                                                           |   | Termoplastinen eristys (PVC)                 |                                              | Silloitettu eristys (PEX, EPR) |                                                             | Mineraali-eristys | korjaus-<br>kerroin | korjaus-<br>kerroin |        |  |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|--------|--|
|                                                                                    |                                                                           |   | Johtimien lukumäärä                          |                                              |                                |                                                             |                   |                     |                     |        |  |
|                                                                                    |                                                                           |   | 2                                            |                                              | 3                              |                                                             | 3                 |                     |                     | 2 ja 3 |  |
|                                                                                    |                                                                           |   | 3                                            | 4                                            | 5                              | 6                                                           | 7                 |                     |                     |        |  |
| 1                                                                                  |                                                                           | 2 | 3                                            | 4                                            | 5                              | 6                                                           | 7                 | 8                   | 9                   |        |  |
|  | Yksijohdin-<br>kaapelit<br>koskettavat<br>toisiaan<br>vapaasti<br>ilmassa | F | Kupari<br>B.52.10<br><br>Alumiini<br>B.52.11 | Kupari<br>B.52.12<br><br>Alumiini<br>B.52.13 |                                | 70 °C<br>Vaippa<br>B.52.8<br><br>105 °C<br>Vaippa<br>B.52.9 | B.52.14           | B.52.21             |                     |        |  |
| Eristäisyys seinään<br>vähintään kaapelin<br>halkaisija r                          |                                                                           |   |                                              |                                              |                                |                                                             |                   |                     |                     |        |  |
|  | Yksijohdin-<br>kaapelit<br>vapaasti<br>ilmassa                            | G | Kupari<br>B.52.10<br><br>Alumiini<br>B.52.11 | Kupari<br>B.52.12<br><br>Alumiini<br>B.52.13 |                                | 70 °C<br>Vaippa<br>B.52.8<br><br>105 °C<br>Vaippa<br>B.52.9 | B.52.14           | -                   |                     |        |  |
| Eristäisyys vähintään<br>kaapelin halkaisija                                       |                                                                           |   |                                              |                                              |                                |                                                             |                   |                     |                     |        |  |

Taulukko B.52.10 Kuormitettavuus ampeereina Taulukon B.52.1 asennustavoilla E, F ja G -PVC-eristys, kuparijohtimet - johtimen lämpötila: 70 °C, ulkolämpötila: 30 °C

| Johtimien nimelliskäpkipinta |     | Taulukon B.52.1 mukaiset asennustavat |      |                             |     |                                                  |                           |                                 |
|------------------------------|-----|---------------------------------------|------|-----------------------------|-----|--------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
|                              |     | Yksijohdin-kaapeli                    |      |                             |     |                                                  | Lämpötilan korjauskerroin | Ryhmästä johtuva korjauskerroin |
|                              |     | Kaksi kuormitettua johdinta           |      | Kolme kuormitettua johdinta |     | Kolme kuormitettua johdinta koskettavat toisiaan |                           |                                 |
|                              |     | Tapa E                                |      | Tapa F                      |     | Tapa F                                           |                           |                                 |
| 1                            | 2   | 3                                     | 4    | 5                           | 6   | 7                                                | 8                         | 9                               |
| 1,5                          | 22  | 18,5                                  | -    | -                           | -   | -                                                | -                         | -                               |
| 2,5                          | 30  | 25                                    | -    | -                           | -   | -                                                | -                         | -                               |
| 4                            | 40  | 34                                    | -    | -                           | -   | -                                                | -                         | -                               |
| 6                            | 51  | 43                                    | -    | -                           | -   | -                                                | -                         | -                               |
| 10                           | 70  | 60                                    | -    | -                           | -   | -                                                | -                         | -                               |
| 16                           | 94  | 80                                    | -    | -                           | -   | -                                                | -                         | -                               |
| 25                           | 119 | 101                                   | 111  | 110                         | 114 | 146                                              | 130                       | -                               |
| 35                           | 148 | 126                                   | 162  | 137                         | 143 | 181                                              | 162                       | -                               |
| 50                           | 199 | 163                                   | 196  | 167                         | 174 | 219                                              | 197                       | -                               |
| 70                           | 232 | 196                                   | 251  | 216                         | 225 | 281                                              | 254                       | -                               |
| 95                           | 282 | 238                                   | 304  | 264                         | 275 | 341                                              | 311                       | -                               |
| 120                          | 328 | 276                                   | 352  | 308                         | 321 | 396                                              | 362                       | -                               |
| 150                          | 379 | 319                                   | 406  | 356                         | 372 | 456                                              | 419                       | -                               |
| 185                          | 434 | 364                                   | 463  | 409                         | 427 | 521                                              | 480                       | -                               |
| 240                          | 514 | 430                                   | 546  | 485                         | 507 | 615                                              | 569                       | -                               |
| 300                          | 593 | 497                                   | 629  | 561                         | 587 | 709                                              | 659                       | -                               |
| 400                          | -   | -                                     | 754  | 656                         | 689 | 852                                              | 795                       | -                               |
| 500                          | -   | -                                     | 868  | 749                         | 789 | 982                                              | 920                       | -                               |
| 630                          | -   | -                                     | 1065 | 855                         | 905 | 1138                                             | 1070                      | -                               |

HUOM. 1 Johtimien oletetaan olevan pyöreitä poikkipinta 16 mm² saakka. Suuremmilla poikkipinnoilla arvot viittaavat muun muotoisiin johtimiin ja niitä voi turvallisesti käyttää pyöreisiin johtimiin.

HUOM. 2 D<sub>0</sub> on kaapelin ulkohalkaisija.

| Johtimien nimelliskäpkipinta |  | Taulukon B.52.1 mukaiset asennustavat                                             |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                              |  | A1                                                                                | A2                                                                                 | B1                                                                                  | B2                                                                                  | C                                                                                   | D1                                                                                  | D2                                                                                  |
|                              |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                              |  | 1                                                                                 | 2                                                                                  | 3                                                                                   | 4                                                                                   | 5                                                                                   | 6                                                                                   | 7                                                                                   |
| Kupari                       |  | 1,5                                                                               | 14,5                                                                               | 14                                                                                  | 17,5                                                                                | 16,5                                                                                | 19,5                                                                                | 22                                                                                  |
|                              |  | 2,5                                                                               | 19,5                                                                               | 18,5                                                                                | 24                                                                                  | 23                                                                                  | 27                                                                                  | 29                                                                                  |
|                              |  | 4                                                                                 | 26                                                                                 | 25                                                                                  | 32                                                                                  | 30                                                                                  | 36                                                                                  | 38                                                                                  |
|                              |  | 6                                                                                 | 34                                                                                 | 32                                                                                  | 41                                                                                  | 38                                                                                  | 46                                                                                  | 48                                                                                  |
|                              |  | 10                                                                                | 46                                                                                 | 43                                                                                  | 57                                                                                  | 52                                                                                  | 63                                                                                  | 60                                                                                  |
|                              |  | 16                                                                                | 61                                                                                 | 57                                                                                  | 76                                                                                  | 69                                                                                  | 85                                                                                  | 78                                                                                  |
|                              |  | 25                                                                                | 80                                                                                 | 75                                                                                  | 101                                                                                 | 90                                                                                  | 112                                                                                 | 99                                                                                  |
|                              |  | 35                                                                                | 99                                                                                 | 92                                                                                  | 125                                                                                 | 111                                                                                 | 138                                                                                 | 119                                                                                 |
|                              |  | 50                                                                                | 119                                                                                | 110                                                                                 | 151                                                                                 | 133                                                                                 | 168                                                                                 | 140                                                                                 |
|                              |  | 70                                                                                | 151                                                                                | 139                                                                                 | 192                                                                                 | 168                                                                                 | 213                                                                                 | 173                                                                                 |
|                              |  | 95                                                                                | 182                                                                                | 167                                                                                 | 232                                                                                 | 201                                                                                 | 258                                                                                 | 204                                                                                 |
|                              |  | 120                                                                               | 210                                                                                | 192                                                                                 | 269                                                                                 | 232                                                                                 | 299                                                                                 | 231                                                                                 |
|                              |  | 150                                                                               | 240                                                                                | 219                                                                                 | 300                                                                                 | 258                                                                                 | 344                                                                                 | 261                                                                                 |
|                              |  | 185                                                                               | 273                                                                                | 248                                                                                 | 341                                                                                 | 294                                                                                 | 392                                                                                 | 292                                                                                 |
|                              |  | 240                                                                               | 321                                                                                | 291                                                                                 | 400                                                                                 | 344                                                                                 | 461                                                                                 | 336                                                                                 |
|                              |  | 300                                                                               | 367                                                                                | 334                                                                                 | 458                                                                                 | 394                                                                                 | 530                                                                                 | 379                                                                                 |
| Alumiini                     |  | 2,5                                                                               | 15                                                                                 | 14,5                                                                                | 18,5                                                                                | 17,5                                                                                | 21                                                                                  | 22                                                                                  |
|                              |  | 4                                                                                 | 20                                                                                 | 19,5                                                                                | 25                                                                                  | 24                                                                                  | 29                                                                                  | 29                                                                                  |
|                              |  | 6                                                                                 | 26                                                                                 | 25                                                                                  | 32                                                                                  | 30                                                                                  | 36                                                                                  | 36                                                                                  |
|                              |  | 10                                                                                | 36                                                                                 | 33                                                                                  | 44                                                                                  | 41                                                                                  | 49                                                                                  | 47                                                                                  |
|                              |  | 16                                                                                | 48                                                                                 | 44                                                                                  | 60                                                                                  | 54                                                                                  | 66                                                                                  | 61                                                                                  |
|                              |  | 25                                                                                | 63                                                                                 | 58                                                                                  | 76                                                                                  | 71                                                                                  | 83                                                                                  | 77                                                                                  |
|                              |  | 35                                                                                | 77                                                                                 | 71                                                                                  | 97                                                                                  | 86                                                                                  | 103                                                                                 | 93                                                                                  |
|                              |  | 50                                                                                | 93                                                                                 | 86                                                                                  | 118                                                                                 | 104                                                                                 | 125                                                                                 | 109                                                                                 |
|                              |  | 70                                                                                | 118                                                                                | 108                                                                                 | 150                                                                                 | 131                                                                                 | 160                                                                                 | 135                                                                                 |
|                              |  | 95                                                                                | 142                                                                                | 130                                                                                 | 181                                                                                 | 157                                                                                 | 195                                                                                 | 159                                                                                 |
|                              |  | 120                                                                               | 164                                                                                | 150                                                                                 | 210                                                                                 | 181                                                                                 | 226                                                                                 | 180                                                                                 |
|                              |  | 150                                                                               | 189                                                                                | 172                                                                                 | 234                                                                                 | 201                                                                                 | 261                                                                                 | 204                                                                                 |
|                              |  | 185                                                                               | 215                                                                                | 195                                                                                 | 266                                                                                 | 230                                                                                 | 298                                                                                 | 228                                                                                 |
|                              |  | 240                                                                               | 252                                                                                | 229                                                                                 | 312                                                                                 | 269                                                                                 | 352                                                                                 | 262                                                                                 |
|                              |  | 300                                                                               | 289                                                                                | 263                                                                                 | 358                                                                                 | 308                                                                                 | 406                                                                                 | 296                                                                                 |

HUOM. Sarakkeissa 3, 5, 6, 7 ja 8 oletetaan johtimien olevan pyöreitä poikkipinta 16 mm² saakka. Suuremmilla poikkipinnoilla arvot viittaavat muun muotoisiin johtimiin ja niitä voi turvallisesti käyttää pyöreisiin johtimiin.

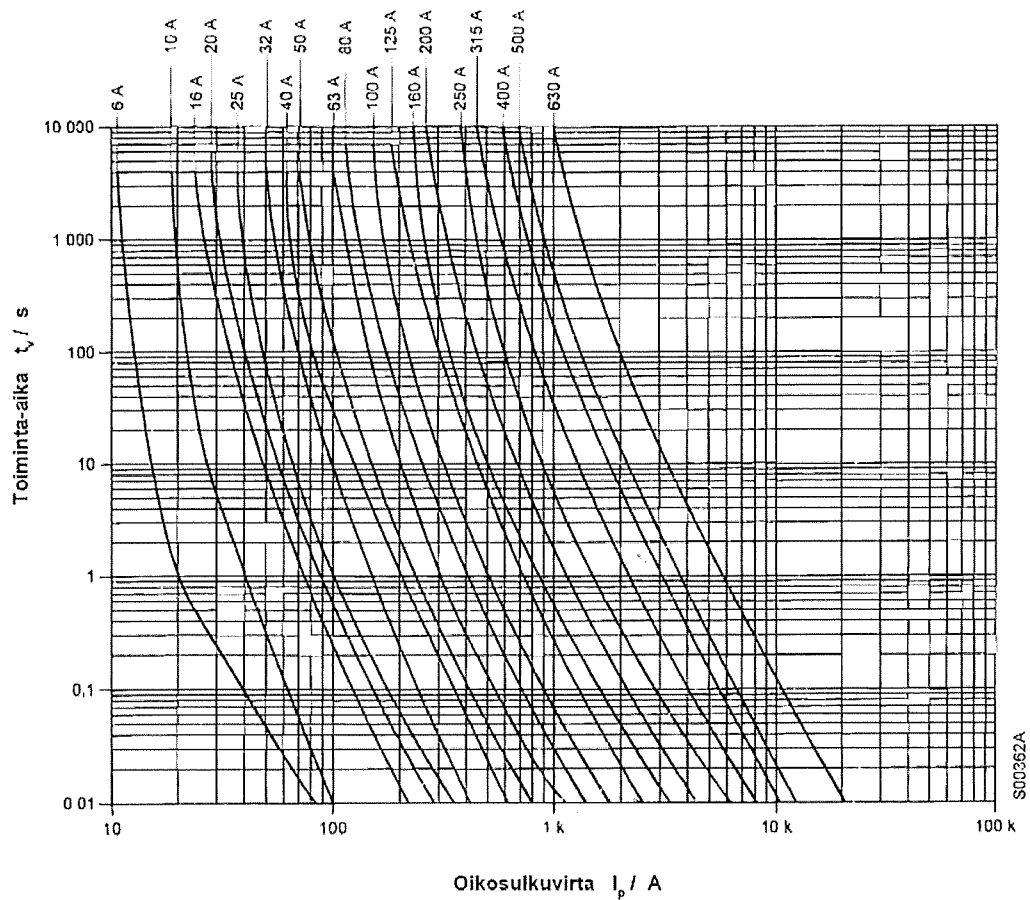
Taulukko B.52.4 Kuormitettavuus ampeereina taulukon B.52.1 mukaisilla asennustavoilla -PVC-eristiset kupari- tai alumiinijohtimet/kolme kuormitettua johdinta -johtimen lämpötila: 70 °C, ympäristön lämpötila: 30 °C ilmassa, 20 °C maassa

| Johtimien nimelliskäpkipinta |  | Taulukon B.52.1 mukaiset asennustavat                                               |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
|------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                              |  | A1                                                                                  | A2                                                                                  | B1                                                                                   | B2                                                                                    | C                                                                                     | D1                                                                                    | D2                                                                                    |
|                              |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                              |  | 1                                                                                   | 2                                                                                   | 3                                                                                    | 4                                                                                     | 5                                                                                     | 6                                                                                     | 7                                                                                     |
| Kupari                       |  | 1,5                                                                                 | 13,5                                                                                | 13                                                                                   | 15,5                                                                                  | 15                                                                                    | 17,5                                                                                  | 19                                                                                    |
|                              |  | 2,5                                                                                 | 18                                                                                  | 17,5                                                                                 | 21                                                                                    | 20                                                                                    | 24                                                                                    | 24                                                                                    |
|                              |  | 4                                                                                   | 24                                                                                  | 23                                                                                   | 28                                                                                    | 27                                                                                    | 32                                                                                    | 33                                                                                    |
|                              |  | 6                                                                                   | 31                                                                                  | 29                                                                                   | 36                                                                                    | 34                                                                                    | 41                                                                                    | 41                                                                                    |
|                              |  | 10                                                                                  | 42                                                                                  | 39                                                                                   | 50                                                                                    | 45                                                                                    | 57                                                                                    | 50                                                                                    |
|                              |  | 16                                                                                  | 56                                                                                  | 52                                                                                   | 68                                                                                    | 62                                                                                    | 76                                                                                    | 64                                                                                    |
|                              |  | 25                                                                                  | 73                                                                                  | 68                                                                                   | 89                                                                                    | 80                                                                                    | 96                                                                                    | 82                                                                                    |
|                              |  | 35                                                                                  | 89                                                                                  | 83                                                                                   | 110                                                                                   | 99                                                                                    | 119                                                                                   | 98                                                                                    |
|                              |  | 50                                                                                  | 108                                                                                 | 99                                                                                   | 134                                                                                   | 118                                                                                   | 144                                                                                   | 116                                                                                   |
|                              |  | 70                                                                                  | 136                                                                                 | 125                                                                                  | 171                                                                                   | 149                                                                                   | 184                                                                                   | 143                                                                                   |
|                              |  | 95                                                                                  | 164                                                                                 | 150                                                                                  | 207                                                                                   | 179                                                                                   | 223                                                                                   | 169                                                                                   |
|                              |  | 120                                                                                 | 188                                                                                 | 172                                                                                  | 239                                                                                   | 206                                                                                   | 259                                                                                   | 192                                                                                   |
|                              |  | 150                                                                                 | 216                                                                                 | 196                                                                                  | 262                                                                                   | 225                                                                                   | 299                                                                                   | 217                                                                                   |
|                              |  | 185                                                                                 | 245                                                                                 | 223                                                                                  | 296                                                                                   | 255                                                                                   | 341                                                                                   | 243                                                                                   |
|                              |  | 240                                                                                 | 286                                                                                 | 261                                                                                  | 346                                                                                   | 297                                                                                   | 402                                                                                   | 280                                                                                   |
|                              |  | 300                                                                                 | 328                                                                                 | 298                                                                                  | 394                                                                                   | 339                                                                                   | 464                                                                                   | 318                                                                                   |
| Alumiini                     |  | 2,5                                                                                 | 14                                                                                  | 13,5                                                                                 | 16,5                                                                                  | 15,5                                                                                  | 18,5                                                                                  | 19,5                                                                                  |
|                              |  | 4                                                                                   | 18,5                                                                                | 17,5                                                                                 | 22                                                                                    | 21                                                                                    | 25                                                                                    | 24                                                                                    |
|                              |  | 6                                                                                   | 24                                                                                  | 23                                                                                   | 28                                                                                    | 27                                                                                    | 32                                                                                    | 30                                                                                    |
|                              |  | 10                                                                                  | 32                                                                                  | 31                                                                                   | 39                                                                                    | 36                                                                                    | 44                                                                                    | 39                                                                                    |
|                              |  | 16                                                                                  | 43                                                                                  | 41                                                                                   | 53                                                                                    | 48                                                                                    | 59                                                                                    | 50                                                                                    |
|                              |  | 25                                                                                  | 57                                                                                  | 53                                                                                   | 70                                                                                    | 62                                                                                    | 73                                                                                    | 64                                                                                    |
|                              |  | 35                                                                                  | 70                                                                                  | 65                                                                                   | 86                                                                                    | 77                                                                                    | 90                                                                                    | 77                                                                                    |
|                              |  | 50                                                                                  | 84                                                                                  | 78                                                                                   | 104                                                                                   | 92                                                                                    | 110                                                                                   | 91                                                                                    |
|                              |  | 70                                                                                  | 107                                                                                 | 98                                                                                   | 133                                                                                   | 116                                                                                   | 140                                                                                   | 112                                                                                   |
|                              |  | 95                                                                                  | 129                                                                                 | 118                                                                                  | 161                                                                                   | 139                                                                                   | 170                                                                                   | 132                                                                                   |
|                              |  | 120                                                                                 | 149                                                                                 | 135                                                                                  | 186                                                                                   | 160                                                                                   | 197                                                                                   | 150                                                                                   |
|                              |  | 150                                                                                 | 170                                                                                 | 155                                                                                  | 224                                                                                   | 176                                                                                   | 227                                                                                   | 184                                                                                   |
|                              |  | 185                                                                                 | 194                                                                                 | 176                                                                                  | 230                                                                                   | 199                                                                                   | 259                                                                                   | 190                                                                                   |
|                              |  | 240                                                                                 | 227                                                                                 | 207                                                                                  | 269                                                                                   | 232                                                                                   | 305                                                                                   | 218                                                                                   |
|                              |  | 300                                                                                 | 261                                                                                 | 237                                                                                  | 306                                                                                   | 265                                                                                   | 351                                                                                   | 247                                                                                   |

HUOM. Sarakkeissa 3, 5, 6, 7 ja 8 oletetaan johtimien olevan pyöreitä poikkipinta 16 mm² saakka. Suuremmilla poikkipinnoilla arvot viittaavat muun muotoisiin johtimiin ja niitä voi turvallisesti käyttää pyöreisiin johtimiin.

## OFAA -sulakkeiden toiminta-ajat

Arvot pätevät myös teollisuussulakkeille OFAA\_H20.



**TAULUKKO 2.1.** Kehon kokonaisimpedanssi  $Z$ , 50/60 Hz vaihtovirralla ja suurilla kosketuspinoilla ( $\Omega$ ).

| Kosketusjärmitte<br>(V) | Kehon kokonaisimpedanssin arvot, jotka eivät ylitä<br>prosenttiosuudella väestöstä |       |       |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|
|                         | 5 %                                                                                | 50 %  | 95 %  |
| 25                      | 1 750                                                                              | 3 250 | 6 100 |
| 50                      | 1 450                                                                              | 2 625 | 4 375 |
| 75                      | 1 250                                                                              | 2 200 | 3 500 |
| 100                     | 1 200                                                                              | 1 875 | 3 200 |
| 125                     | 1 125                                                                              | 1 625 | 2 875 |
| 220                     | 1 000                                                                              | 1 350 | 2 125 |
| 700                     | 750                                                                                | 1 100 | 1 550 |
| 1 000                   | 700                                                                                | 1 050 | 1 500 |
| Asymptioottinen<br>arvo | 650                                                                                | 750   | 850   |

