



# **PISTORASIAKESKUSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU**

**Opinnäytetyö**

**Mikko Äimälä**

**Sähkötekniikan koulutusohjelma**  
Energiahuolto

Hyväksytty \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_ \_\_\_\_\_

**SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU TEKNIikka KUOPIO**

Koulutusohjelma

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Tekijä

Mikko Äimälä

Työn nimi

Pistorasiakeskusjärjestelmän suunnittelu

Työn laji

Opinnäytetyö

Päiväys

22.04.2010

Sivumäärä

46

Työn valvoja

Lehtori Heikki Laininen

Yrityksen yhdyshenkilö

Toimitusjohtaja Teemu Vepsäläinen

Yritys

Pielisen Oma-Keskus Oy

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön aiheena oli suunnitella ulkokäyttöön tuleva pistorasiakeskusjärjestelmä.

Työn toimeksiantajana on sähkökeskuksia ja sähköjakelujärjestelmiä valmistava Pielisen Oma-Keskus Oy, jonka vakiokeskusvalikoimaan pistorasiakeskusjärjestelmä suunnitellaan.

Opinnäytetyö pohjautuu sähkökeskuksiin liittyviin standardeihin ja määräyksiin sekä sähköurakointia harjoittavien yritysten kanssa käytyihin haastatteluihin.

Pistorasiakeskusjärjestelmään kuuluvien keskusten käytön tärkeimmät kriteerit ovat helppo käytettävyys sekä helppo ja nopea asennettavuus. Lisäksi yhtenä tärkeänä kriteerinä voidaan pitää ulkonäköseikkoja.

Yhteydenpito tavarantoimittajien ja muiden mahdollisten alihankkijoiden kanssa on olennaista jotta suunnitteluprojekti saadaan toteutettua onnistuneesti.

Avainsanat

pistorasiakeskus, lohkolämmitys, standardit

Luottamuksellisuus

salainen

# SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme

Electrical Engineering

Author

Mikko Äimälä

Title of Project

Planning of Socket-Outlet Unit System

Type of Project

Final Project

Date

April 22, 2010

Pages

46

Academic Supervisor

Mr Heikki Laininen, Lecturer

Company Supervisor

Mr Teemu Vepsäläinen, Managing Director

Company

Pielisen Oma-Keskus Ltd.

Abstract

The purpose of this thesis was to plan a socket-outlet unit system for outdoor use. All socket outlet-units related to the system were meant to be based on the same structure. The commissioner of this thesis was Pielisen Oma-Keskus Ltd., a manufacturer of electrical centers and power supply systems.

Because electrical centers are made and designed according to standards, the most important method in this project was to study and comply with standards and regulations related to electrical centers and power supply systems. Also the interviews with electrical installation work companies and possible subcontractors had an important role.

The result of this project was a feasible plan of a modern looking and user-friendly socket-outlet unit suitable for both warm and cold environments. The project was also a great opportunity to learn and observe work tasks and methods of engineers working in the product design area for electrical center manufacturers.

Keywords

socket-outlet unit, engine block heating, standards

Confidentiality

classified

## **ALKUSANAT**

Tämän työn tarkoituksena oli suunnitella Pielisen Oma-Keskus Oy:n vakiokeskusvalikoimiin ulkokäyttöön tuleva pistorasiakeskusjärjestelmä. Uuden keskuksen suunnittelemisesta ei minulla ollut kokemusta ennen toimeksiantoa. Opinnäytetyö antoi hyvän ja mielenkiintoisen mahdollisuuden perehtyä sähkökeskuksia valmistavan yrityksen tuotesuunnitteluprojektiin ja tehtäviin, joita sähköinsinööri tekee kyseisen tyyppisissä yrityksissä.

Työ oli mielenkiintoinen ja haastava. Pääsin tapaamaan alihankkijoiden edustajia ja muita yhteistyökumppaniyritysten henkilöitä. Kiitän Pielisen Oma-Keskus Oy:tä tästä opettavaisesta ja mielenkiintoisesta työtehtävästä.

Opinnäytetyön ohjaajana Savonia-ammattikorkeakoululta toimi lehtori Heikki Laininen.

## SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	4
2. PIELISEN OMA-KESKUS OY .....	5
3. STANDARDIT JA MÄÄRÄYKSET .....	6
3.1. Keskuksesta annettavat tiedot .....	6
3.2. Sähkölaitteiden kotelointiluokat .....	7
3.3. Sähkölaitteen koteloinnin mekaanisen iskunkestävyyden lujuusluokat (IK-koodi)...	9
3.4. Ulkotilat .....	10
3.5. Pistorasiakeskusjärjestelmän rakenne .....	10
3.6. Autonlämmityspistorasiakeskuksen laitteisto .....	11
3.6.1. Pistorasiat .....	11
3.6.2. Liittimet .....	11
3.6.2.1. Syöttökaapelin liitin .....	12
3.6.2.2. Pistoliitin sisäisessä johdotuksessa .....	13
3.6.3. Ylivirtasuoja .....	14
3.6.3.1. Johdonsuojakatkaisijat .....	15
3.6.3.2. Laukaisukäyrät .....	15
3.6.4. Vikavirtasuoja (lisäsuojaus) .....	16
3.6.5. Yhdistetty johdonsuojakatkaisijavikavirtasuoja .....	17
3.6.6. suojamaadoituspiiri .....	18
3.7. Leirintäalueen ja venesatamien pistorasiakeskukset .....	19
3.7.1. Leirintäalue .....	19
3.7.2. Venesatama .....	19
3.8. Oikosulun kestävyys .....	20
4. PISTORASIAGESKUSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU .....	22
4.1. Autonlämmityspistorasiakeskus .....	22
4.1.1. Lohkolämmityksen tarve .....	22
4.1.2. Johdonsuojakatkaisijat .....	23
4.1.3. Vikavirtasuojakytkin .....	27
4.1.4. Pistorasiat .....	27
4.1.5. Kello .....	28
4.1.6. Sisäinen johdotus .....	28
4.2. Leirintä- ja venesatama-alueen pistorasiakeskuksen komponentit .....	29
4.2.1. Pistorasiat .....	29
4.2.2. Ylivirta- ja vikavirtasuojat .....	29
4.2.3. Energiamittarit .....	30
4.2.4. Sisäinen johdotus .....	30
Johdotus ilman energiamittareita .....	30
4.3. Piharasian komponentit .....	31
4.3.1. Pistorasiat .....	32
4.3.2. Johdonsuojakatkaisija ja vikavirtasuojakytkin .....	32
4.3.3. Sisäinen johdotus .....	32
5. TESTAUSVAATIMUKSET .....	37
5.1. Lämpenemistesti .....	38
5.2. Jännitekestävyyden testaus .....	38
5.3. Oikosulun kestävyden testaus .....	39
5.4. Suojamaadoituspiirin jatkuvuuden tarkastus .....	39
5.5. Ilma- ja pintavälien määrittely .....	39
5.6. Mekaanisen toiminnan tarkastus .....	40

5.7. Kotelointiluokan testaus.....	40
5.8. Rakenteen ja merkintöjen tarkastus .....	40
5.9. Iskunkestävyydesti .....	40
5.10. Ruostesuojauksen ja kosteuden kestävyden testaus.....	41
5.11. Eristysaineiden lämmön-, tulen- ja kuumuuden kestävyden testaus .....	41
5.13. Koteloinnin kiinnityslaitteiden mekaanisen lujuuden testaus.....	42
6. JOHTOPÄÄTÖKSET.....	43
LÄHTEET.....	44

## 1. JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella Pielisen Oma-keskus Oy:n vakiokeskusvalikoimiin kilpailukykyinen ulkokäyttöön tuleva pistorasiakeskusjärjestelmä eli tuoteperhe.

Työ pohjautuu toimeksiantajan toiveisiin, urakoitsijayrityksissä tehtyihin haastatteluihin ja mielipidekyselyihin sekä keskuksista annettuihin standardeihin. Standardeihin ja määrittelmiin perehdytään tarkasti, koska ne määräävät keskuksen rakenteen ja ominaisuudet. Testausvaatimuksista selviää sähkökeskuksille tehtävät testit, jotka on tehtävä ennen sähkökeskuksen markkinoille tuomista. Lisäksi mukana on määrittelmiä hyvän keskuksen toteuttamiseksi.

Tuotteen suunnittelun lähtökohtana ovat helppo käytettävyys keskuksen loppukäyttäjien kannalta sekä keskuksen helppo ja selkeä asennettavuus ja huollettavuus urakoitsijan näkökulmasta. Tämä tarkoittaa komponenttien helppoa ja nopeaa vaihtamista sekä syötön helppoa liitettävyyttä. Työn tarkoituksena ei ole itse suunnitella mahdollisia keskuksiin tulevia elektronisia komponentteja, vaan kyseiset komponentit on tarkoitus teettää alihankkijalla tai hankkia alihankkijan valikoimista.

Koska ympäristöystävällisyys on nykyään tärkeä valintakriteeri, on se otettava tuotteen suunnittelussa huomioon.

## 2. PIELISEN OMA-KESKUS OY

Pielisen Oma-Keskus Oy eli POK on Juuassa sijaitseva vuonna 1979 perustettu sähkökeskuksia ja sähköjakelujärjestelmiä valmistava perheyritys. Yrityksessä on n. 35 työntekijää toimihenkilöt mukaan luettuna ja se toimii tiiviissä yhteistyössä osittain omistamansa, Kuopiossa sijaitsevan keskusvalmistajan Mega-Kojeisto Oy:n kanssa. Tällä yritys saavuttaa huomattavia synergiaetuja niin tuotteiden kuin toiminnan kannalta.

Vakiokeskusvalikoiman lisäksi yritys myy, markkinoi, suunnittelee sekä valmistaa ja testaa monipuolisia sähköjakelujärjestelmiä niin kiinteistö rakentamiseen kuin kone- ja laitesovelluksiinkin. Yrityksen tuotevalikoimiin kuuluvat

- vakiokeskukset
- kehikkokeskukset
- kotelokeskukset ja
- monimittarikeskukset.



### 3. STANDARDIT JA MÄÄRÄYKSET

Tässä luvussa käsitellään standardeja ja määräyksiä, jotka koskevat opinnäytetyön aiheena olevaa pistorasiakeskusjärjestelmää. Standardit määräävät keskuksen rakenteen ja turvallisuusseikat. Lisäksi esitetään hyvän keskuksen määritelmiä.

Keskusten yleiset vaatimukset sisältävän standardin SFS-EN 60439-1 soveltamisalan keskuksia ovat mm. käyttötarkoituksen mukaan nimetyt pää-, nousu-, ryhmä-, mittaus-, monimittari-, pistorasia-, ohjaus- ja säätökeskukset. Kuitenkin edellytetään, että tarvittaessa noudatetaan soveltuvia erityisvaatimuksia, esim. kiinteistökeskusten standardia SFS-EN 60439-3. Tätä standardia kutsutaan sähköalalla ammattitaidottomien henkilöiden käsiteltävissä olevien keskusten standardiksi [1].

Tämän opinnäytetyön pistorasiakeskukset määritellään sähköalalla ammattitaidottomien henkilöiden eli maallikoiden käsiteltävissä oleviksi keskuksiksi. Ne on tarkoitettu sijoitettaviksi ulkotiloihin.

#### 3.1. Keskuksesta annettavat tiedot

Keskukselta sen tilaajalle ja käyttäjälle annettaviin tietoihin kuuluvat ainakin arvokilvissä annetut tiedot, piirustukset ja asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet. Annettaviin tietoihin kuuluvat myös keskuksen virtapiireihin ja niiden suojalaitteisiin merkityt tunnistustiedot sekä kojeiden ja johtimien merkinnät. Lisäksi näihin tietoihin kuuluvat suoja- ja kytkinlaitteiden käyttötarkoitus- ja asennosoitusmerkinnät sekä mahdolliset varoituskilvet [1].

Keskus on varustettava yhdellä tai useammalla, luotettavalla tavalla tehdyllä merkinnällä varustetulla arvokilvellä. Arvokilven on oltava riittävän suuri ja helposti nähtävissä keskuksen asentamisen jälkeen. Sen saa asentaa oven tai irrotettavan kannen taakse. Maallikoiden käyttöön tarkoitettuun keskukseseen mahdollisesti tulevia arvokilpitietoja ovat:

- valmistajan nimi tai tavaramerkki (myös toisen valmistajan tekemistä osista kootun keskuksen kokoaja on valmistaja)
- keskuksen nimellisarvot eli nimellisvirta ja –jännite  $I_n$ ,  $U_e$

- keskuksen kotelointiluokka eli IP-koodi (kotelointiluokan ilmoittaminen sallitaan toimitusasiapapereissa keskuksen arvokilvessä ilmoittamisen sijaan)
- keskuksen koteloinnin mekaaninen lujuus eli IK-koodi
- sähköiskulta suojaus
- mallin merkintä tai muu tunnistetieto
- suojausluokan tunnus
- virtalaji
- oikosulun kestävyys (mikäli keskuksen nimellisvirta on yli 125 A)
- paino (ainakin silloin, kun keskuksen paino ylittää 30 kg)
- suomalainen standardi SFS-EN 60439-3 [1] [2] [3].

### 3.2. Sähkölaitteiden kotelointiluokat

Hyvässä keskuksessa on riittävästi oikein mitoitettuja ja luotettavasti kiinnitettyjä sisäisiä suojuksia, jotka estävät käyttäjää ja asentajaa tai huoltajaa joutumasta kosketuksiin paljaiden jännitteisten osien kanssa. Suojukset estävät näin ollen käyttäjää ja asentajaa aiheuttamasta oiko- tai maasulkua toiminnoissaan tarvittavilla apuvälineillä tai työkaluilla. Lämpö- tai mekaaninen rasitus ei muuta suojuksien tai koteloinnin osien muotoa niin, että kosketussuojaus tai kotelointiluokan säilyminen vaarantuisi [1].

Taulukossa 1 on esitetty standardissa SFS-EN 60529 määritellyt sähkölaitteiden kotelointiluokat (IP-koodi). Näillä kotelointiluokilla määritellään sähkölaitteen ulkokuoren tai vai-  
pan kyky

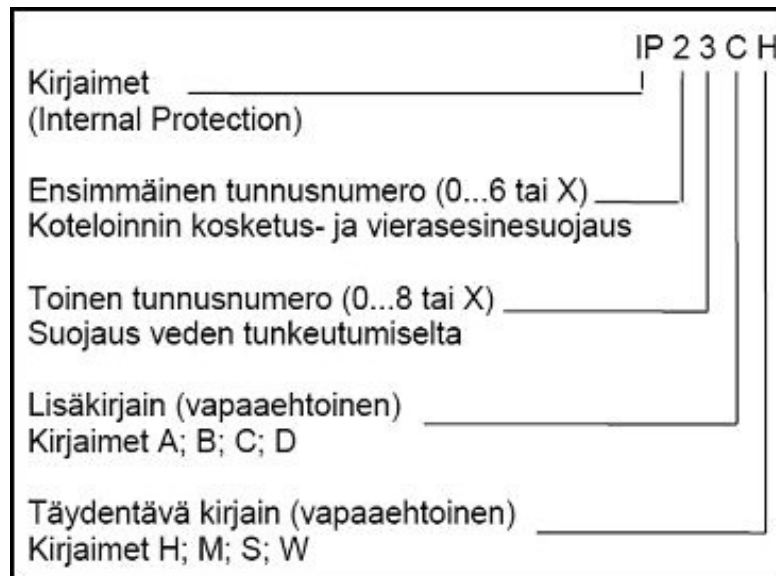
- estää henkilöitä koskettamasta sen sisällä olevia vaarallisia (jännitteisiä) osia
- estää vieraiden esineiden ja pölyn haitallinen tunkeutuminen koteloinnin suojaamiin käyttölaitteisiin
- estää veden haitallinen tunkeutuminen koteloinnin suojaamiin käyttölaitteisiin [4].

Taulukko 1. IP-koodin numerointi ja niiden merkitys.

IP-koodin osat	Numero tai kirjain	Merkitys laitesuojauksessa	Merkitys henkilösuojauksessa
Ensimmäinen tunnusnumero	0	Suojattu vieraiden esineiden ja pölyn sisäänkäysyltä: (suojaamaton)	Vaaralliset osat kosketussuojattu: (suojaamaton) nyrkiltä sormelta työkalulta langalta langalta langalta
	1	kun halkaisija $\geq$ 50mm	
	2	kun halkaisija $\geq$ 12,5mm	
	3	kun halkaisija $\geq$ 2,5mm	
	4	kun halkaisija $\geq$ 1mm	
	5	Pölysuojattu	
	6	Pölytiivis	
Toinen tunnusnumero	0	Suojattu veden sisäänkäsyn haitallisuudelta vaikutukselta: (suojaamaton)	
	1	Pystysuoraan tippuvalta vedeltä	
	2	tippuvalta vedeltä (laitt. kallistus 15 ast.)	
	3	satavalta vedeltä	
	4	roiskuvalta vedeltä	
	5	vesisuihkulta	
	6	voimakkaalta vesisuihkulta	
	7	lyhytaikaisesti upotettuna	
	8	jatkuvasti upotettuna	
Lisäkirjain (vapaiehtoinen)	A		Vaaralliset osat kosketussuojattu: nyrkiltä sormelta työkalulta langalta
	B		
	C		
	D		
Täydentävä kirjain (vapaiehtoinen)	H	Täydentävän tiedon merkitys: Suurjännite 1)	
	M	Vesisuojaus koestettu laitteen käydessä	
	S	Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa pysähdyksissä	
	W	Laite on koestettu erityisiin sääoloihin	

1)  $>1000$  V AC tai  $>1500$  V DC

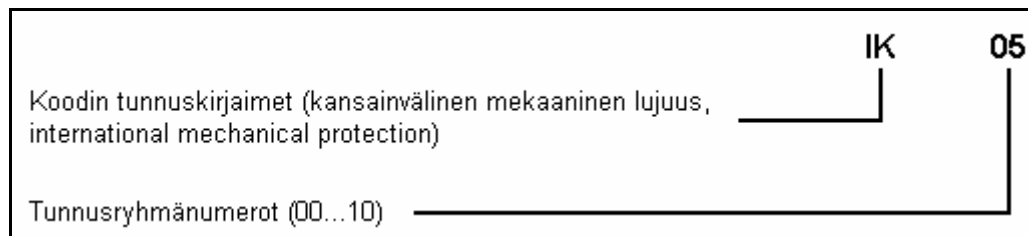
Kotelointiluokan tunnuksen ilmoittava IP-koodi muodostetaan taulukossa 1 olevilla numeroilla ja kirjaimilla. Kuvassa 1 havainnollistetaan, kuinka IP-koodia käytetään kotelointiluokan ilmoittamiseen [4].



Kuva 1. Kotelointiluokan IP-koodi.

### 3.3. Sähkölaitteen koteloinnin mekaanisen iskunkestävyyden lujuusluokat (IK-koodi)

Mekaanisten iskujen lujuusluokka on koteloinnin laitteelle antama suojauksen aste vahingollisia mekaanisia iskuja vastaan. IK-koodi on koodijärjestelmä, joka ilmaisee koteloinnin lujuusluokan. Koodi muodostetaan tunnuskirjaimilla ja tunnusryhmännumeroilla. Koodin muodostumista havainnollistetaan kuvassa 2 [5].



Kuva 2. IK-koodin muodostuminen [5].

IK-koodin tunnusryhmännumero ilmaisee iskuenergian. Taulukossa 2 esitetään kunkin tunnusryhmänumeron ja iskuenergian suhde [5].

Taulukko 2. IK-koodin ja iskuenergian suhde [5].

IK-koodi	IK 00	IK 01	IK 02	IK 03	IK 04	IK 05	IK 06	IK 07	IK 08	IK 09	IK 10
Iskuenergia jouleina [J]	x)	0,15	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20
x) ei suojattu standardin SFS-EN 50102 mukaan											

### 3.4. Ulkotilat

Sähköasennusten sijoitustiloja ovat kuivat tilat, kosteat tilat, märät tilat ja ulkotilat. Ulkotila on alue, jossa asennukset veden ja tuulen takia normaalisti joutuvat alttiiksi sateelle ja kosteudelle. Näihin tiloihin kuuluvat myös katokset, joissa ei ole seiniä, esim. autokatokset. Laitteen valinnassa on otettava huomioon sateen lisäksi tilanteet, joissa vesi voi roiskua alhaalta päin matalalle asennettuun sähkölaitteeseen. Taulukko 3 havainnollistaa sähkölaitteiden kotelointiluokkia eri tiloissa [6].

Taulukko 3. Sähkölaitteiden kotelointiluokat eri tiloissa [6].

Tila	Kotelointiluokka	Lisätietoja
Ulkotila	IPX3	Laite, joka on alttiina sateelle mutta joka on asennettu yli 0,5 m vaakatason tai kaltevan pinnan yläpuolelle (maanpinta, lattia, vesikatto).
	IPX4	Laite, joka on alttiina sateelle ja on asennettu enintään 0,5 m etäisyydelle vaakatasosta tai kaltevasta pinnasta (maanpinta, lattia, vesikatto).
	IPX1	Laite, joka on asennettu siten, että se on suojattu sateelta
Kuiva tila	IP2X	
Kosteaa tila	IPX1	
Märkä tila	IPX4	

### 3.5. Pistorasiakeskusjärjestelmän rakenne

Hyvä keskus kestää ympäristön mekaaniset, termiset ja muut rasitukset. Sen kotelointi suojaa sisällä olevia komponentteja näiltä rasituksilta. Jakokeskukset ovat yleensä standardin mukaan testattuja ns. tyyppitestattuja rakenteita [1] [6].

Maallikoiden käyttöön tarkoitettujen keskusten rakenteen pitää olla tyyppitestattu standardin SFS-EN 60439-3 mukaan. Näitä ovat esimerkiksi asuntojen ja niihin liittyvien tilojen keskukset sekä toimisto- ja vastaavien tilojen keskukset. Kaikkien kosketeltavien pintojen on oltava kotelointiluokaltaan vähintään IP2XC standardin IEC 60529 mukaan [1] [3] [6].

Maallikko voi ilman erillistä opastusta tehdä pienoisjännite- ja pienjännitelaitteistoissa sellaiset käyttötoimenpiteet, jotka voidaan tehdä laitteiston ollessa kosketussuojattu vähintään kotelointiluokan IPXXB mukaisesti. Tällaisia käyttötoimenpiteitä ovat mm. johdonsuojakatkaisijan ja vikavirtasuojakytkimen palauttaminen toimintakuntoon sekä vikavirtasuojakytkimen testaus käyttäen testipainiketta [6].

### 3.6. Autonlämmityspistorasiakeskuksen laitteisto

Hyvän keskuksen komponentit ovat omien standardiensa mukaisia. Hyvässä keskuksessa nämä komponentit ovat oikein valittuja ja ne on asennettu komponentin valmistajan tarkoittamalla tavalla. Niiden sähköiset arvot sekä mekaaninen, sähköinen ja termien kestävyys on riittävä niille tulevaan jakokeskuskäyttöön [1].

#### 3.6.1. Pistorasiat

Yleissääntönä kaikenikäisille ulkona oleville pistorasia-asennuksille voidaan pitää nykyisen standardin vaatimuksia, joiden mukaisesti pistorasia on

- 1) rakenteeltaan turvapistorasia eli lapsisuojuattu pistorasia, jossa on sulkulevyt reikien lisäsuojana
- 2) asennettuna vähintään 1,7 m korkeuteen
- 3) asennettuna lukittuun koteloon tms. tilaan [7].

Kotelot on yleensä pidettävä lukittuina, koska useimmat paikoitusalueiden autonlämmitystolpat eivät täytä kumpaakaan kahdesta ensin mainitusta vaatimuksesta [7].

Ulos asennettujen pistorasioiden täytyy olla suojakoskettimella varustettuja pistorasioita eli sukopistorasioita. Vuoden 1997 jälkeen asennettujen ulkopistorasioiden on oltava suojattuna ylivirtasuojan lisäksi herkkätoimisella lisäsuojalaitteella, vikavirtasuojakytkimellä. Vikavirtasuojakytkimen toimintakyky tulee tarkistaa määräajoin sen testipainikkeesta [7].

#### 3.6.2. Liittimet

Hyvän keskuksen asentaminen on ongelmaton ja siihen liitettävät kaapelit tai muut johdot voidaan liittää vaikeuksitta. Sisäiset liitokset, joissa voi tapahtua esimerkiksi löystymisen vuoksi yllälämpenemistä, on sijoitettu siten, että niitä voidaan lämpökuvata ja niiden ruuviliitoksia kiristää ilman, että keskuksen rakennetta jouduttaisiin merkittävästi purkamaan [1].

### 3.6.2.1. Syöttökaapelin liitin

Hyvässä keskuksessa ulkoisten johtojen liittimiin pääsee helposti käsiksi ja liittimet ovat sopivia niille johdinaineille ja – poikkipinnoille, joille ne on tarkoitettu. Jakokeskuksessa on oltava riittävästi kiinteästi asennettuja liittimiä ja tilaa siihen liitettäviä johtoja varten. Jos liittimeen liitetään useita johtimia, on sen oltava tarkoitettu tällaiseen käyttöön. Jokaisen tulevan ja lähtevän johdon suojajohtimella ja nollajohtimella on oltava oma erillinen liittimensä. [1] [6].

Jos keskus tai siihen liitetyt kaapelit voivat liikkua roudan vaikutuksesta, on tämä otettava huomioon johtimien asennustavassa tai liittimien rakenteessa. Erityisesti on huolehdittava siitä, ettei suojajohdin tai nollajohdin irtoa liittimestään [6].

Keskukseen varataan kullekin siihen liitettävän johdon johtimelle oma liitin tai omalla johtimen kiinnitysosalla varustettu johdintila. Äärijohtimien tapauksissa samaan johdintilaan voidaan tarvittaessa liittää esimerkiksi kaksi johdinta, jos liittimen valmistaja on suunnitellut liittimen tällaiseen käyttöön ja jos liittimen rakenne ja koko sen sallivat. Syötön ketjutuksessa voidaan käyttää kahdelle tai useammalle johtimelle sopivaa liitintä. Tällöinkin suositellaan jokaiselle liitettävälle johtimelle omaa kiinnitysruuvilla tms. varustettua johdintilaa [1].

Liittimien valinnassa huomioon otettavia seikkoja ovat johtimien

- kuormitus- ja oikosulkulämpötilat
- poikkipinta ja johdinaine
- laji, esimerkiksi yksi- tai muutamalankainen
- muoto, esimerkiksi pyöreä
- liittimeen tarvittavat työkalut [1].

Ulkoisten johtimien liitääntään tarkoitetuilla liitinruuveilla ja -muttereilla ei kiinnitetä muita osia. Riittävästi mitoitetuihin liittimiin voidaan kuitenkin sijoittaa sisäisiä johtimia. Ne eivät kuitenkaan saa irrota tai siirtyä paikaltaan ulkoisia johtimia liitettäessä. Lisäksi ulkoiset johtimet on voitava liittää ilman vaikeuksia [1].

Ruuviliittimiin on voitava kytkeä kaksi tai useampia nimellispoikkipinnoiltaan samankokoisia tai erikokoisia jäykkiä ja hienolankaisia esivalmistelemattomia johtimia. Liittimiin on voitava kytkeä luotettavasti ainakin kaksi nimellispoikkipintaa lähinnä olevaa pienempää johdinkokoa. Esimerkiksi liittimeen, jonka nimellinen kytkentämahdollisuus on 25 mm<sup>2</sup>, on voitava luotettavasti liittää jäykät johtimet, joiden poikkipinnat ovat 10 mm<sup>2</sup>, 16 mm<sup>2</sup> ja 25 mm<sup>2</sup> tai hienolankaiset johtimet, joiden poikkipinnat ovat 6 mm<sup>2</sup>, 10 mm<sup>2</sup> ja 16 mm<sup>2</sup> [8].

### 3.6.2.2. Pistoliitin sisäisessä johdotuksessa

Pistoliitin, joka koostuu toisiinsa kytkettävistä eristetyistä hylsy- eli naarasosasta ja tappi- eli urososasta, on pysyvään liitintään tarkoitettu tehdasvalmisteinen kytkentätarvike. Sillä liitetään erilaisia laitteita ja ryhmäjohton osia toisiinsa ilman työkalua ja sillä tehty liitos voidaan myös avata ilman työkalua. Yhteen kytkeminen ja toisistaan irrottaminen tehdään vain ensiasennuksen, huoltotoimenpiteiden tai asennusjärjestelmän muutostilanteen aikana [6] [9].

Pistoliittimien on toimittava normaalissa käytössä luotettavasti ja ne eivät saa aiheuttaa vaaraa käyttäjälle tai ympäristölle. Ne on kytkettävä ja avattava virrattomana ja mahdollisuuksien mukaan myös jännitteettömänä. Ne on yleensä kytkettävä niin, että kaikki navat tulevat kytketyiksi [6] [9].

Asennuspistoliittimien on oltava mitoitusjännitteeltään mieluiten taulukossa 4 olevien arvojen mukaisia. Mitoitusjännitemerkinnän on löydyttävä liittimestä [9].

Taulukko 4. Pistoliittimen jännitteet [9].

Syöttöjärjestelmän Nimellisjännite V	Mitoitusjännite V	Syöksyjännite kV
100	125	2,5
100/200	125/250	2,5
230	250	4
230/400	250/400	4
277/480	320/500	4



Mitoitusvirta on valittava arvoista 10A, 16A, 20A, 25A tai 32A ja merkittävä liittimeen seuraavasti: max. 10A, max. 16A, max. 20A, max. 25A tai max. 32A. Lisäksi pistoliittimeen on merkittävä mm.

- mitoitusjännite voltteina
- vaihtojohdoisiin pistoliittimiin nimellinen kytkentämahdollisuus neliömillimetreinä (mm<sup>2</sup>)
- IP-tunnus, jos kotelointiluokka on muu kuin IP20
- tyyppimerkintä
- valmistajan tai vastuullisen myyjän nimi, tavaramerkki tai tunnistusmerkintä [9].

Pistoliittimet ja niiden haaroituskappaleet on sijoitettava siten, että ne eivät ole tahattomasti kosketeltavissa [6].

Pistoliittimen kotelointiluokan on oltava vähintään IP2XC, kun vastakappaleet on kytketty toisiinsa. Rakenteen on oltava sellainen, ettei jännitteisiin osiin voida koskea, kun asennuspistoliittimen tappiosa ja hylsyosa ovat osittain tai täydellisesti yhteen kytkettynä. Hylsyosan jännitteiset osat eivät saa olla kosketeltavissa, kun se on kytketty tappiosasta irti. Tällöin hylsyosan kotelointiluokan on oltava vähintään IP2X. Suojamaadoituskosketin ja mikään siihen kytketty liittimen metalliosa ei saa olla kosketeltavissa pistoliittimen vastakappaleiden ollessa täysin toisiinsa kytkettynä [9].

### 3.6.3. Ylivirtasuoja

Standardien ja määräysten mukaan on käytettävä suojalaitteita, joilla katkaistaan virtapiirin johtimissa kulkeva ylivirta, ennen kuin se aiheuttaa lämpenemisestä tai mekaanisista vaikutuksista aiheutuvaa vaaraa tai vahinkoa eristykselle, liitoksille, päätteille tai johtimien ympäristölle. Kaikki vaihejohtimet on varustettava ylivirtasuojalla. Kun nollajohtimen poikkipinta on vähintään yhtä suuri kuin vaihejohtimien, nollajohtimen virtaa ei tarvitse valvoa eikä siinä tarvitse olla poiskytkentälaitetta [6].

### 3.6.3.1. Johdonsuojakatkaisijat

DIN-kiskoon asennettavia johdonsuojakatkaisijoita käytetään nykyään tulppasulakkeiden tilalla erilaisissa sähkökeskuksissa. Ne ovat automaattisesti toimivia katkaisijoita, jotka irrottavat kuorman, kun sallittu virta ylitetään. Lauennut johdonsuojakatkaisija voidaan kytkeä uudelleen kääntämällä sen kytkin takaisin käyttöasentoon [10].

Tärkeimmät johdonsuojakatkaisijan valinnassa huomioon otettavat arvot ovat

- katkaisukyky
- nimellisvirta ja – jännite sekä
- laukaisukäyrä.

Suosittelvat nimellisvirrat ovat 6, 8, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 ja 125 A [11].

Tavallisesti käytettävien johdonsuojakatkaisijoiden katkaisukyky on 400 V:n jännitteellä 6 kA. Katkaisukyky valitaan suuremmaksi kuin oikosulkuvirta. Johdonsuojakatkaisijoita käsittelevässä standardissa SFS-EN 60898 on esitetty seuraavat katkaisukyvyn standardimukaiset arvot: 3000 A, 4500 A, 6000 A, 10 000 A, 15 000 A, 20 000 A, 25 000 A. Oikosulkuvirran ylittäessä johdonsuojakatkaisijan katkaisukyvyn sen edessä on käytettävä lisäsuojana sulaketta tai kompaktikatkaisijaa [11].

### 3.6.3.2. Laukaisukäyrät

Johdonsuojakatkaisijoiden laukaisukäyrän valintaan vaikuttaa eniten kuormitustyyppi. B-tyypin johdonsuojakatkaisija soveltuu resistiivisille kuormille, joissa ei ole suuria käynnistysvirtoja. Tällaisia ovat esimerkiksi valaistus- ja lämmitysryhmät. B-tyyppi soveltuu myös pistorasiaryhmille, ellei pistorasiaan kytketä suuria käynnistysvirtoja ottavia laitteita [11].

C-tyypin johdonsuojakatkaisija soveltuu resistiivisille ja lievästi induktiivisille kuormille, kuten esim. lämmitys- ja pistorasiaryhmille. B-tyyppiä hitaampi C-tyyppi sietää paremmin käynnistysvirtoja, mutta se ei suojaa johtoja yhtä hyvin oikosulkuvirroilta kuin B-tyyppi [11].

D-tyypin johdonsuojakatkaisija soveltuu esim. moottorikäyttöjen suojaukseen [11].

#### 3.6.4. Vikavirtasuoja (lisäsuojaus)

Vikavirtasuojia käytetään perussuojauksen lisäsuojana sekä vikasuojauksessa syötön nopeaan poiskytkentään ja palosuojaukseen. Se on DIN-kiskoon asennettava mekaaninen kytkinlaite tai erillisten laitteiden yhdistelmä, joka on suunniteltu aikaansaamaan kontaktin aukeaminen, kun jäännösvirta saavuttaa annetun arvon tietyissä olosuhteissa [11].

Vikavirtasuojien on varmistettava kaikkien suojattujen johtimien poiskytkentä. Niillä toteutettavan lisäsuojauksen tarkoituksena on parantaa sähköiskulta suojausta pistorasiaan liitettyyn sähkölaitteen vikaantuessa käytön aikana tai silloin kun viallinen laite liitetään pistorasiaan [6].

Vikavirtasuojauksen käyttöä ei hyväksytä yksinomaisena suojausmenetelmänä: sitä on käytettävä yhdessä sopivien ylivirtasuojien kanssa, mikäli vikavirtasuojassa ei ole yhdistettyä ylivirtasuojalaitetta. Ylivirtasuojan mitoitusvirta ei saa olla suurempi kuin vikavirtasuojan valmistaja on määritellyt. Ylivirtasuojien ominaisuuksien pitää olla vikavirtasuojan ohjeissa määritellyn mukaisia [6].

Mitoitusvirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojan käyttöä pidetään vaihtojännitejärjestelmissä lisäsuojauksena, joka toimii perussuojauksen tai vikasuojauksen vioissa tai kun käyttäjä on varomaton. Sitä käytetään

- suojaamaan mitoitusvirraltaan enintään 20 A tavanomaisia maallikoiden käyttämiä pistorasioita
- suojaamaan ulkona käytettävää, mitoitusvirraltaan enintään 32 A pistorasiaa tai siirrettävää laitetta. Ulosasennettavat enintään 20 A pistorasiat ovat mm. autonlämmityspistorasioita, puistomuuntamoiden pistorasioita sekä toreilla ja muilla yleisillä paikoilla yleisessä käytössä olevia pistorasioita [6].

Autonlämmityspistorasioihin suositellaan tolppa- tai pistorasiakohtaista vikavirtasuojalaitetta [11].

Vikavirtasuojat on asennettava siten, että testipainikkeeseen päästään helposti käsiksi. Vikavirtasuojassa olevan merkinnän lisäksi on vikavirtasuojan lähellä olevassa kilvessä annettava käyttäjälle ohjeet käyttäjän kielellä testipainikkeen säännöllisestä käytöstä. Lisäksi suositellaan vikavirtasuojan lähelle asennettavaksi ohje toiminnasta vikavirtasuojan toimimisen jälkeen [6].

Vikavirtasuojan toiminnan on sovittava käytettyyn järjestelmän maadoitustapaan. Valmistaja antaa tietoja joko merkinnöillä tai käyttöohjeissa siitä, millaisissa maadoitustavoissa vikavirtasuojaa voi käyttää. Suojajohdinta ei saa normaalisti viedä vikavirtasuojan tuntoelimen läpi yhdessä vastaavien jännitteisten johtimien kanssa [6].

### Vikavirtasuojatyypit

Vikavirtasuojia on olemassa erilaisia, esim. AC-tyyppiä joka on herkkä vain vaihtovirralla, A-tyyppiä joka on herkkä vaihtovirralla ja pulssimaiselle tasavirralla ja B-tyyppiä, joka on herkkä puhtaalle tasavirralla, pulssimaiselle tasavirralla ja vaihtovirralla [6].

Lisäsuojaukseen voidaan käyttää A- tai B-tyypin vikavirtasuojia. Koska suuri osa sähkölaitteista sisältää elektroniikkaa, niiden vikavirta ei ole puhdasta vaihtovirtaa vaan usein pulssimaista tasavirtaa. Tämän takia pitää yleensä käyttää A-tyypin vikavirtasuojaa. Eri-tyistilanteissa voi olla tarpeen käyttää B-tyypin vikavirtasuojaa [6].

### 3.6.5. Yhdistetty johdonsuojakatkaisijavikavirtasuojia

Yhdistetyissä johdonsuojakatkaisijavikavirtasuojissa eli yhdistelmäsuojissa on sekä ylivirtasuojaus- että vikavirtasuojausominaisuudet. Ominaisuudet voivat olla samat kuin erillisissä suojalaitteissa: vikavirtasuojauksessa voi olla A-, AC- ja B-tyyppinen ominaisuus; ylivirtasuojalaitteen ominaiskäyrät vastaavat L-, U-, K-, B- tai C-tyyppisen johdonsuojakatkaisijan ominaisuuksia. Yhdistetty suojalaite soveltuu hyvin esim. autonlämmityspistorasioiden suojaukseen [11].

### 3.6.6. Suojamaadoituspiiri

Syöttöjohdon edelleenkytkentään eli ketjutukseen tarkoitetun keskuksen suojaliitin ja suojajohdin mitoitetaan syöttöjohdon mukaan, vaikka keskuksen nimellisvirran mukaan riittäisi pienempikin liitin. Muissa kuin ketjutussyötössä voidaan tyyppitestatuilla keskuksilla rungon suojajohtimen poikkipinta valita sisäisten pääpiirin johtimien perusteella [1].

Keskuksen suojamaadoituspiiri koostuu joko erillisistä suojajohtimista tai johtavista rakenteista taikka molemmista. Se suojaa keskuksessa ilmenevän vian vaikutuksilta ja keskuksen syöttämän ulkoisen piirin vian vaikutuksilta [2].

Keskus on rakennettava siten, että jännitteelle alttiit kosketeltavat osat keskenään sekä nämä osat ja verkon suojamaadoituspiiri ovat johtavassa yhteydessä toisiinsa [2].

Suojamaadoituspiirin jatkuvuus on varmistettava keskuksen osien välisillä luotettavilla liitoksilla tai erillisillä suojajohtimilla. Kun keskuksen osa irrotetaan kotelosta esimerkiksi huollon vuoksi, ei keskuksen muulle osalle menevä suojamaadoituspiiri saa katketa. Kansien, ovien, laippojen ja vastaavien osien normaaleja ruuvikiinnityksiä ja metallisaranoita pidetään riittävinä tekemään luotettava liitos edellyttäen, että osiin ei ole kiinnitetty mitään sähkölaitetta [2].

Kun liitos voidaan avata pistoliittimellä tai pistokytkimellä, saa suojamaadoituspiiri avautua vasta sen jälkeen, kun jännitteiset piirit ovat avautuneet. Suojamaadoituspiirin pitää sulkeutua ennen jännitteisiä piirejä. Keskuksen suojamaadoituspiiri ei saa sisältää kytkinlaitteita pistoliittintä tai pistokytkintä lukuun ottamatta. Suojajohtimien poikkipinta keskuksessa, johon ulkoiset johtimet on tarkoitus kytkeä, ei saa olla pienempi kuin taulukossa 5 esitetty asianomainen arvo [2].

Taulukko 5. Suojajohtimien (PE, PEN) poikkipinta [2].

<b>Vaihejohtimen poikkipinta</b>	<b>Vastaavan suojajohtimen (PE, PEN) vähimmäispoikkipinta</b>
<b>S</b> <i>mm</i> <sup>2</sup>	<b>S<sub>p</sub></b> <i>mm</i> <sup>2</sup>
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
35 < S ≤ 400	S/2
400 < S ≤ 800	200
800 < S	S/4

### 3.7. Leirintäalueen ja venesatamien pistorasiakeskukset

Leirintäalueen ja venesatama-alueen pistorasiakeskusten vaatimukset eroavat jonkin verran autonlämmitykseen tarkoitettujen pistorasiakeskusten vaatimuksista. Eroja on muun muassa pistorasioiden lisäsuojana käytettävien vikavirtasuojakytkimien määräyksissä.

#### 3.7.1. Leirintäalue

Leirintäalueen pistorasiakeskukseen suositellaan korkeintaan neljä pistorasiaa. Jokainen pistorasia on suojattava erikseen ylivirtasuojalla ja vikavirtasuojalla, jonka mitoitusoimintavirta on enintään 30 mA. Vikavirtasuojan on aina kytkettävä myös nollajohdin. Pistorasioiden mitoitusvirran on oltava vähintään 16 A [6].

1.7.1997 jälkeen tehtyjen matkailuajoneuvoalueiden sähköasennusten tulee olla sellaisia, että jokainen matkailuajoneuvo voidaan liittää kukin omaan teollisuusstandardin mukaiseen, nimellisvirraltaan 16 A CEE – tyyppiseen pistorasiaansa [12].

#### 3.7.2. Venesatama

Venesatama-alueen pistorasioiden on oltava mahdollisimman lähellä niitä venepaikkoja, joita ne syöttävät. Venettä syöttävät pistorasiat pitää asentaa jakokeskukseen tai erilliseen koteloon. Ulos asennettavien sähkölaitteiden kotelointiluokan on oltava vähintään IP44 [6].

Veneiden sähkönsyöttämiseen tarkoitettujen pistorasioiden on oltava standardien SFS-EN 60309-1 ja SFS-EN 60309-2 mukaisia teollisuuskäyttöön tarkoitettuja voimapistorasioita.

Yksivaiheisilla pistorasioilla on oltava seuraavat ominaisuudet:

- mitoitusjännite 200...250 V
- mitoitusvirta 16 A
- kellonaikatunnus 6 h
- napaluku 2 + suojajohdin [6].

Lisäksi voidaan käyttää yksivaiheisia, mitoitusvirraltaan 32 A:n pistorasioita sekä kolmi-vaiheisia, mitoitusvirroiltaan 16 A:n, 32 A:n ja 63 A:n pistorasioita, joiden kellonaikatun-nus on 6 h [6].

### 3.8. Oikosulun kestävyys

Jos keskuksen käyttäjä tai tilaaja ei ilmoita keskuksen käyttöpaikalla esiintyvää oikosulku-virtaa, valmistaja käyttää keskuksen mitoitusperiaatteena keskuksen tuoteselosteessa, esit-teessä tms. teknisessä dokumentissa keskukselle ilmoitettua oikosulunkestävyyttä. Keskus-ten tulisi kuitenkin kestää vähintään taulukossa 6 olevia syöttöliittimissä esiintyvän oi-kosulkuvirran arvoja [1].

Taulukko 6. Oikosulukestävyyden suositellut vähimmäisarvot 400V jännitteellä.

Keskuksen nimellisvirta $I_n$ A	Terminen nimelliskestovirta (oikosulkuvirran tehollisarvo) $I_{cw}$ kA	Dynaaminen nimelliskestovirta (huippuarvo) $I_{pk}$ kA
$\leq 125$	< 5	<7,5
$>125 \leq$	5,0	7,5
$>250 \leq$	6,3	10,7
$>400 \leq$	12,5	25,0
$>630 \leq$	16,0	32,0
$>800 \leq$	20,0	40,0
$>1000 \leq$	25,0	52,5
$>1600 \leq$	31,5	66,2
$>2000 \leq$	40,0	84,0
$>2500 \leq$	50,0	105
$\geq 3150$	valmistajan ja käyttäjän tai tilaajan sopimuksen mukaan	

Keskuksen pienehkö oikosulkulujuus voidaan ilmoittaa ”epämääräisenä”, esim.

$I_{cw} \leq 10 \text{ kA}$ , koska enintään 10 kA oikosulkukestävyyttä ei tarvitse standardin SFS-EN 60439-1 perusteella testata. Suositellaan, että merkintää  $I_{cw} \leq 10 \text{ kA}$  käytetään nimellisvirraltaan enintään 250A keskuksissa [1].



## 4. PISTORASIAKESKUSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

### 4.1. Autonlämmityspistorasiakeskus

Autonlämmityspistorasiakeskukset ovat keskuksia, joissa on sähkökomponentteja kahden auton esilämmitystä varten. Tämä tarkoittaa sitä, että yhdestä autonlämmityspistorasiakeskuksesta voi lämmittää kahta autoa toisistaan riippumatta. Keskuksallit ovat yleensä yksittäisiä pylvasasennusmalleja, seinäasennusmalleja ja pylvääseen asennettavia selät vastakkain-malleja. Pylvääseen asennettavassa selät vastakkain-mallissa on kaksi keskusta samassa pylväässä.

Jotta suunniteltava autonlämmityspistorasiakeskus toimisi halutulla tavalla, on siinä oltava seuraavat komponentit:

- kaksi suojamaadoitettua pistorasiaa, yksi kutakin autoa varten
- kummallekin pistorasian vaihejohtimelle ylivirtasuoja
- henkilösuojaukseen vikavirtasuojakytkin
- syöttökaapelin liitin
- ajastinkello.

#### 4.1.1. Lohkolämmityksen tarve

Autoon lisävarusteena saatava lohkolämmitin on auton moottoria esilämmittävä laite, joka saa virtansa sähköverkosta, yleensä pysäköintipaikan autonlämmityspistorasiasta tai muusta ulkokäyttöön tarkoitettusta pistorasiasta. Perinteinen auton sylinterilohkon kyljessä sijaitseva lohkolämmitin lämmittää moottorissa olevaa jäähdytysnestettä, kun taas öljypohjaan kiinnitettävä säteilylämmitin lämmittää moottoriöljyä [13].

Yksi kylmäkäynnistys voi kuluttaa moottoria yhtä paljon kuin 500 km ajoa lämpimällä moottorilla. Esilämmityksen etuja erityisesti pakkaskeleillä ovat muun muassa pienempi polttoaineen kulutus käynnistettäessä, moottorin käyttöiän piteneminen ja kylmäkäynnistuksen helpottuminen. Moottorin tuottamat hiilidioksidipäästöt ovat suorassa suhteessa sen kuluttamaan polttoainemäärään ja katalysaattorin toimintakuntoonsa lämpenemiseen kulu-

va aika puolestaan häkä-, hiilivety- ja typen oksidipäästöihin. Esilämmitetty moottori alkaa myös tuottaa lämmintä ilmaa ohjaamoon nopeammin. Moottorin polttoaineenkulutus on kylmäkäynnistyksessä noin 40 % normaalia suurempi, sekä esilämmittimen käyttö voi vähentää kylmän moottorin päästöjä jopa 60-80 % [14] [15] [16] [17].

#### 4.1.2. Johdonsuojakatkaisijat

Pistorasioiden johtojen ylivirtasuojaukseen valittiin johdonsuojakatkaisijat, joita käytetään nykyään tulppasulakkeiden tilalla erilaisissa keskuksissa johtojen liiallisen lämpenemisen estämiseksi. Kuvassa 3 on esimerkki yksinapaisesta johdonsuojakatkaisijasta.

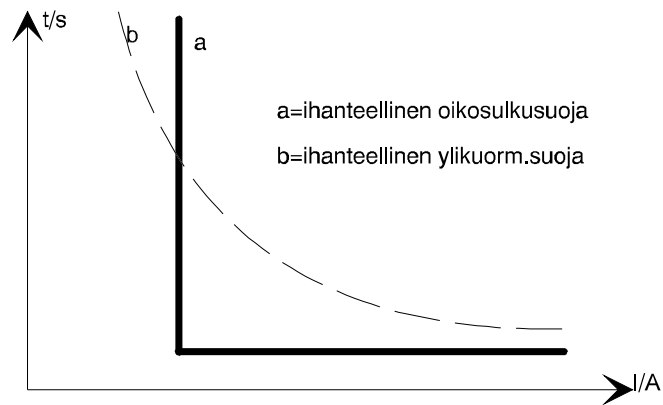


Kuva 3. Yksinapainen johdonsuojakatkaisija.

Johdonsuojakatkaisijat ovat ylivirtasuojia jotka suojaavat sekä *ylikuormitus-* että *oikosulkuvirroilta*. Johdonsuojakatkaisijat vievät keskuksessa vähemmän tilaa kuin tulppasulakkeet [18].

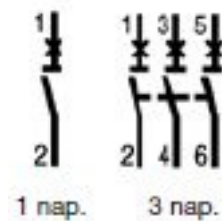
*Oikosulkusuoja* on tarkoitettu normaalia kuormitusvirtaa monin verroin suurempien oikosulkuvirtojen katkaisuun. Oikosulkuvirta tulee katkaista mahdollisimman nopeasti, koska se saa aikaan vahinkoja jo lyhyessäkin ajassa. Nopeuden lisäksi oikosulkusuojalla tulee olla suuri oikosulkuvirran katkaisukyky. Jos katkaisukyky on riittämätön, oikosulkuvirran katkaisu epäonnistuu ja oikosulkuvirta saa aikaan tuhoa. Normaalisti oikosulkusuoja toimii vasta niin suurella ylivirralla, ettei se suojaa johtoa ylikuormitukselta [18].

*Ylikuormitussuoja* suojaa johtoa jonkin verran normaalia kuormitusvirtaa suuremmilta ylikuormitusvirroilta. Hyvä ylikuormitussuoja katkaisee virran vasta, kun johdon lämpötila on ylittämässä sallitun arvon. Suoja mahdollistaa täten johdon täyden kuormitettavuuden. Kuvassa 4 on esitetty ihanteellisen oikosulkusuojan ja ihanteellisen ylivirtasuojan toimintakäyrät [18].



Kuva 4. Ihanteellisen oikosulkusuojan ja ylikuormitussuojan toimintakäyrät.

Yleisimmät johdonsuojakatkaisijat ovat yksi- ja kolmenapaisia, joista yksinapaisia käytetään yksivaiheisen piirin ja kolminapaista kolmivaihepiirin tapauksessa. Kuvassa 5 on esitetty yksi- ja kolmenapaisen johdonsuojakatkaisijan kytkentäkaaviot.



Kuva 5. Yksinapaisen ja kolmenapaisen johdonsuojakatkaisijan kytkentäkaaviot.

## Nimellisvirran valinta

Henkilöautojen lohkolämmittimet kuluttavat tehoa enimmillään n. 750 W. Usein on käytössä myös sisätilan lämmitin, jonka tehontarve vaihtelee sen mukaan minkä kokoisessa ja tyyppisessä autossa lämmitintä käytetään. Karkeasti arvioiden ihanteellisina sisätilan lämmittimien lämmitystehoina voidaan pitää seuraavia:

- pienet autot n. 1000 W
- keskikokoiset autot n. 1400 W
- Farmari- ja tila-autot n. 2000 W [19].

Farmari- ja tila-auton tapauksessa yhteinen tehon enimmäiskulutus tulisi olemaan 2000 W + 750 W eli yhteensä 2750 W.

Koska lohko- ja sisätilanlämmitin voidaan olettaa resistiiviseksi lämmityskuormaksi, ei loistehoa esiinny eli tehokerroin  $\cos \varphi \approx 1$ . Näin ollen piirin impedanssiksi saadaan

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \Rightarrow Z = \sqrt{R^2} = R. \quad (1)$$

Yksivaiheisen tehon tehollisarvo voidaan laskea pätötehona:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = U \cdot I. \quad (2)$$

Lämmittimien vaatimaksi virraksi saadaan kaavan 2 mukaan

$$I = \frac{P}{U} = \frac{2750W}{230A} \approx 12A. \quad (3)$$

Kansallisissa määräyksissä kerrotaan, mikä korkein mahdollinen nimellisvirta ja laukaisukäyrä suojeltavan johdon poikkipinnalle voidaan määrittää kulloisissakin asennusolosuhteissa. Tällöin on voimassa seuraava sääntö [20]:

$$I_b \leq I_n \leq I_z, \text{ jossa} \quad (4)$$

$I_b$  = kuormitusvirta

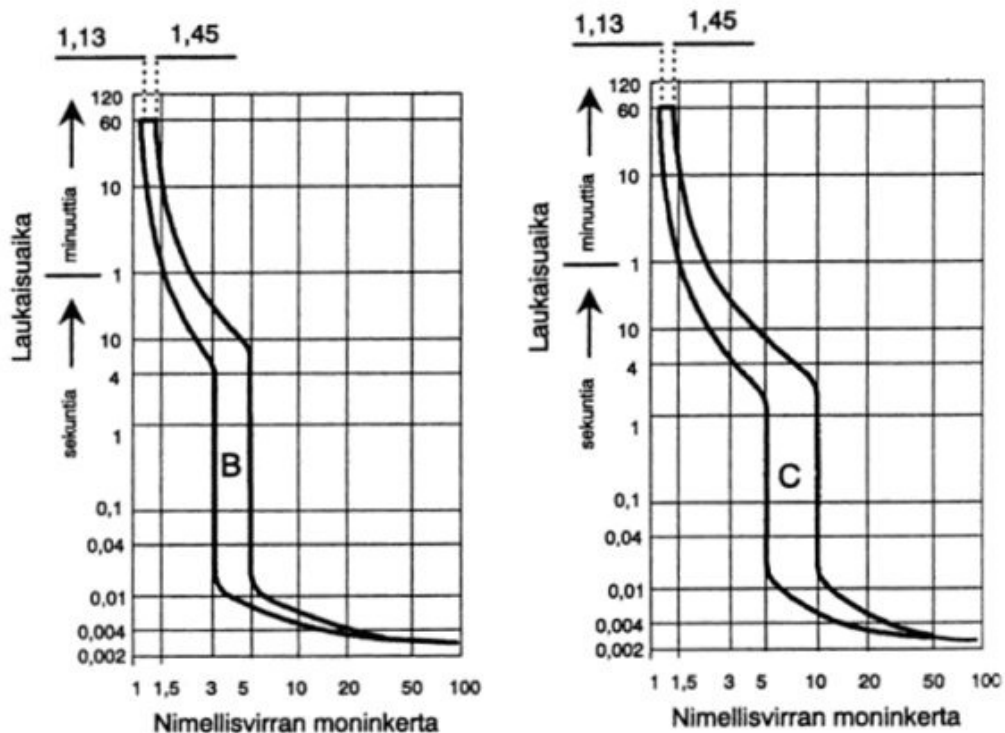
$I_n$  = johdonsuojakatkaisijan nimellisvirta laukaisukäyrillä B, C, K ja Z

$I_z$  = johtojen suurin sallittu kuormitettavuus kulloisissakin asennusolosuhteissa [20].

Kaavasta 4 huomataan, että johdonsuojakatkaisijan nimellisvirran on oltava vähintään yhtä suuri tai mielellään suurempi kuin kuormitusvirta. Suojatun johdon suurin sallittu kuormitettavuus ei saa olla johtoa suojaavan automaatin nimellisvirtaa pienempi. Koska johdon suojana olevan sulakkeen nimellisvirran tulee olla suurempi kuin sulakkeen takana olevan laitteen virta, valittiin perusmallin johdonsuojakatkaisijoiden nimellisvirraksi 16 A.

Tyypin valinta

Pistorasiakeskuksen ylivirtasuojaukseen valittiin resistiivisille ja lievästi induktiivisille kuormille, kuten lämmitys- ja pistorasiaryhmille soveltuvat C-tyypin johdonsuojautomaatit. C-tyypin automaatti on hitaampi kuin B-tyypin, eli se sietää B-tyyppiä paremmin käynnistysvirtoja. Kuvassa 6 on esitetty B- ja C-tyypin laukaisukäyrät.



Kuva 6. B- ja C- tyyppin laukaisukäyrät.

#### 4.1.3. Vikavirtasuojakytkin

Autonlämmityspistorasiakeskuksessa on oltava asennettuna vikavirtasuojakytkin, koska ulos asennettavien yksivaiheisten ja kolmivaiheisten 16 A pistorasioiden on oltava vikavirtasuojakytkimen takana. Henkilösuojauksessa käytetään yleensä 30 mA vikavirtasuojakytkimiä, jotka kykenevät kytkemään virran pois muutaman millisekunnin kuluessa virtarajan ylittymisestä. [11].

Vikavirtasuojakytkintä käytetään aina *sulakkeen kanssa toimivana lisäsuojana*, sillä vikavirtasuoja ei laukea nolla- ja vaihejohtimen välisessä oikosulussa eikä ylikuormitustilanteissa. Näissä tapauksissa summavirta eli menevä ja tuleva virta pysyvät samana.

Vikavirtasuojakytkimiä on sekä yksivaiheisiin että kolmivaiheisiin järjestelmiin sopivia. Yksivaiheisen järjestelmän vikavirtasuojakytkin on kaksinapainen (L, N) ja kolmivaiheisen järjestelmän nelinapainen (L1, L2, L3, N). Tähän autonlämmityspistorasiakeskukseen tulee yksivaiheinen eli kaksinapainen.

Autonlämmityspistorasiakeskuksissa on yleensä käytössä yhteinen vikavirtasuojakytkin kummallekin keskuksen pistorasialle ja joissain tapauksissa kummallekin pistorasialle omansa. Mikäli kummallakin pistorasiolla on oma vikavirtasuojakytkin, toteutetaan se esimerkiksi pistorasiakohtaisilla yhdistelmäsuojilla, joissa on samassa komponentissa sekä johdonsuoja-automaatti että vikavirtasuojakytkin. Keskuksen käyttäjien kannalta pistorasiakohtainen yhdistelmäsuoja on hyvä ratkaisu, koska vikatapauksessa virta katkeaa vain vian aiheuttavasta pistorasiasta. Kyseinen ratkaisu on kuitenkin kalliimpi kuin sellainen, jossa on pistorasioille omat johdonsuojat ja yhteinen vikavirtasuojakytkin. Kustannusten vuoksi perusmallissa päädyttiinkin käyttämään yhteistä vikavirtasuojakytkintä. Asiakas voisi kuitenkin halutessaan valita pistorasiakohtaiset yhdistelmäsuojat lisähintaan.

#### 4.1.4. Pistorasiat

Autonlämmityspistorasiakeskuksen pistorasioiden valinnassa tärkeimmät ominaisuudet olivat turvallisuus ja helppo huollettavuus. Tämän vuoksi keskuksen tulevien pistorasioiden tuli täyttää seuraavat vaatimukset:

- suojamaadoitettu turvapistorasia, jossa on sulkulevyt reikien lisäsuojana
- vaihdettavissa ilman että etupaneelia (pistorasiamoduulia) tarvitsee irrottaa
- 16 A mitoitusvirta, koska johdonsuojakatkaisijoiden mitoitusvirta on 16 A
- 250 V mitoitusjännite.

#### 4.1.5. Kello

Autonlämmityspistorasiakeskuksen käyttämisen on oltava vaivatonta ja energiaa säästävää, joten keskus päätettiin varustaa termostaattiohjatulla digitaalisella kellolla pistorasioille tulevan sähkön syöttöaikaa optimoimaan. Kelloon asetettaisiin lähtöaika ja pistorasiat syöttäisivät sähköä ulkolämpötilaan verrannollisen ajan, asetettuun lähtöaikaan saakka. Kello on tarkoitus valmistuttaa alihankkijalla.

#### 4.1.6. Sisäinen johdotus

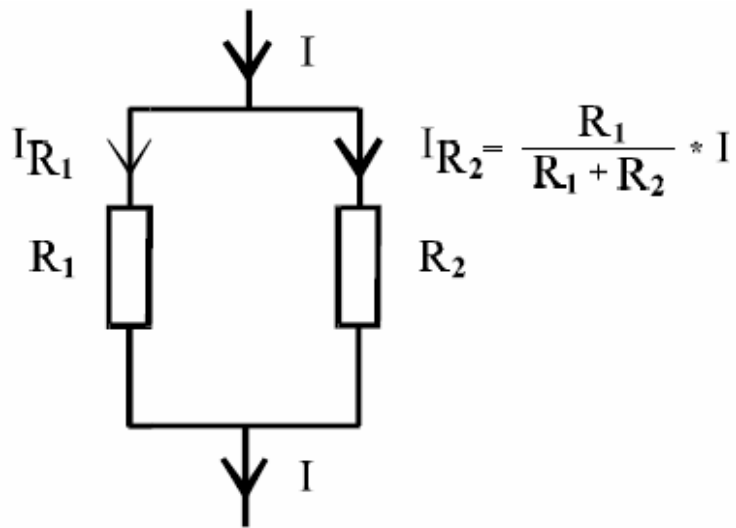
Sisäiset johdotukset piti valita johtoja suojaavien laitteiden nimellisvirtojen mukaan. Keskuksen sisäisten johtimien mitoituslähtökohtana voi pitää taulukon 7 arvoja [1].

Taulukko 7. Jakokeskusten sisäisten johtimien mitoitus [1].

Cu-johtimen poikki- pinta-ala/mm <sup>2</sup>	Kuormitettavuus/A 1 johdin	Kuormitettavuus/A 2 johdinta
1,5	14	
2,5	20	
4	26	
6	33	
10	62	
16	82	164
25	107	214
35	135	270
70	200	400
...	...	...

Koska sisäisen johdotuksen pistoliittimeksi valittiin viisina painainen, 2,5 mm<sup>2</sup> poikkipinnalle sopiva liitin, piti johdotus syötön liittimeltä vikavirtasuojalle suunnitella tämän mukaan. Keskuksen vikavirtasuojan takana on kaksi 16 A johdonsuojakatkaisijaa, joten vikavirtasuojan takana olevaksi nimelliskuormaksi saadaan yhteensä 32 A. Tämän suuruinen nimellisvirta olisi vaatinut taulukon 6 perusteella 6 mm<sup>2</sup> johtimen syötön liittimen ja vikavirtasuojan välille. Koska keskukseen tulevaan pistoliittimeen ei voi kiinnittää kuin enimmillään 2,5 mm<sup>2</sup> johtimen, piti vaihe jakaa kahden johtimen kesken. Virranjakoperiaatteen

mukaan virta jakautuu tasaisesti kahden samanpituisen ja samaa materiaalia olevan vaihejohdon kesken. Virranjakoperiaatetta havainnollistetaan kuvassa 7.



Kuva 7. Virranjakoperiaate.

#### 4.2. Leirintä- ja venesatama-alueen pistorasiakeskuksen komponentit

Leirintäalueen ja venesatama-alueen pistorasiakeskusten komponenttien vaatimukset eroavat jonkin verran autonlämmityspistorasiakeskusten vaatimuksista. Syöttökaapelin liitin ja sisäisen johdotuksen pistoliitin ovat samat kuin autonlämmityspistorasiakeskuksen, mutta määräysten ja standardien vuoksi muun muassa pistorasioiden pitää olla erilaiset.

##### 4.2.1. Pistorasiat

Vaatimuksena on, että leirintä- ja venesatama-alueiden uusissa pistorasiakeskusasennuksissa pitää olla teollisuuskäyttöön soveltuvat CEE-pistorasiat. Tämän vuoksi tällaiset valittiin leirintä- ja venesatama-alueiden keskuksiin. Osittain vielä nykyäänkin käytössä olevat vanhat sukopistorasialliset keskuksat vaihtuvat vähitellen uusien asennusten ja saneerausten myötä CEE-pistorasiallisiin keskuksiin.

##### 4.2.2. Ylivirta- ja vikavirtasuojat

Koska leirintä- ja venesatama-alueiden pistorasiakeskusten jokaisen pistorasian vaihejohdinten on oltava sekä ylivirta- että vikavirtasuojalla varustettuja, valittiin suojiksi tilaa sääs-



tävät kaksinapaiset yhdistelmäsuojat. Tämä ratkaisu säästää tilaa ja tulee edullisemmaksi kuin erilliset johdonsuojakatkaisijat ja vikavirtasuojakytkimet.

#### 4.2.3. Energiamittarit

Tarkoituksena on, että asiakas voi hankkia keskuksat myös pistorasiakohtaisilla energiamittareilla varustettuna, koska useilla leirintäalueilla on nykyään käytössä pistorasiakohtainen energianmittaus. DIN-kiskoon asennettava yhden moduulin eli 18 mm leveä kWh-mittari on kokonsa puolesta hyvä valinta pienikokoiseen keskukseseen. Esimerkki kyseisestä mittarista on kuvassa 8.

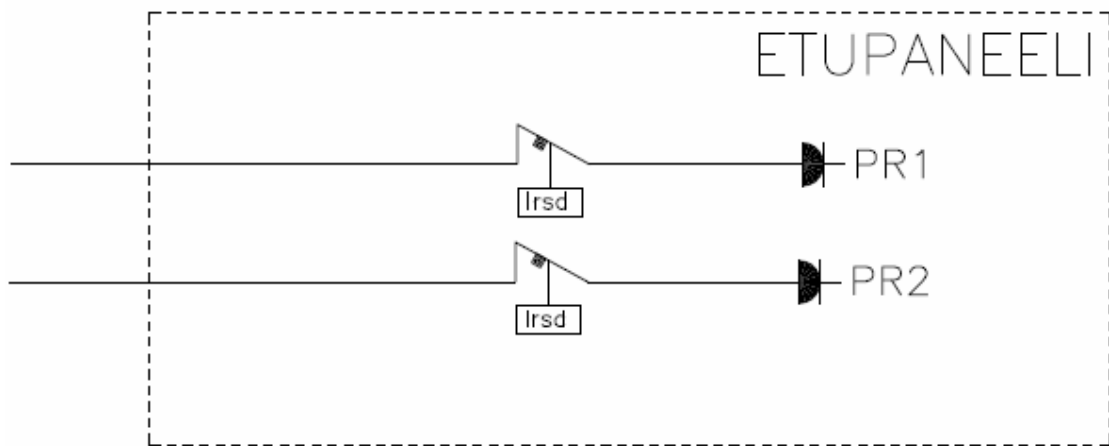


Kuva 8. 18 mm leveä kWh-mittari.

#### 4.2.4. Sisäinen johdotus

##### Johdotus ilman energiamittareita

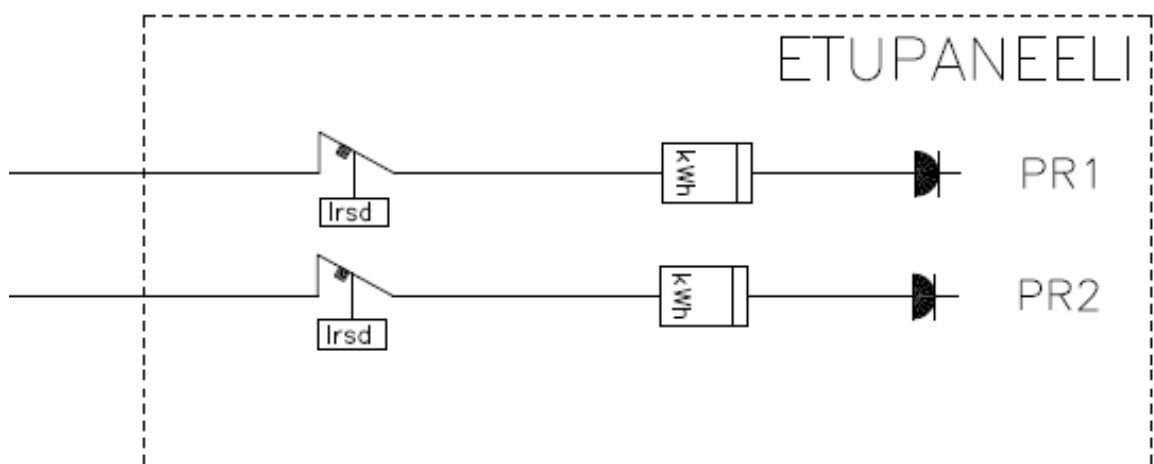
Leirintä- ja venesatama-alueiden pistorasiakeskusten johdotus vedetään pistoliittimen kautta samalla periaatteella kuin autonlämmityspistorasiakeskuksessa. Pistoliittimeltä vedetään vaihe- ja nollajohtimet yhdistelmäsuojiin, joista ne vedetään edelleen pistorasioiden vaihe- ja nollaliittimiin. Kuvassa 9 on sisäisen johdotuksen periaatekuva ilman energiamittareita.



Kuva 9. Johdotus ilman kWh-mittareita.

#### Johdotus energiamittareiden kanssa

Energiamittareilla varustetussa keskuksessa johdotus vedetään energiamittareiden kautta yhdistelmäsuojille. KytKentä on muuten samanlainen kuin ilman mittareita. Kuvassa 10 on sisäisen johdotuksen periaatekuva energiamittareiden kanssa.



Kuva 10. Johdotus kWh-mittauksella.

#### 4.3. Piharasian komponentit

Piharasian tarkoituksena on mahdollistaa tilapäisen kolmivaihesähkön käyttö mm. toreilla ja piha-alueilla.

#### 4.3.1. Pistorasiat

Jotta kolmivaihesähkön käyttö olisi mahdollista, pitää piharasiassa olla kolmivaiheinen voimapistorasia. Pistorasiaksi valittiin läpällinen, suojattu kolmivaihepistorasia, joka soveltuu hyvin sähkönsyöttöön silloinkin, kun keskuksen ovea ei suljeta sähkön käytön aikana.

Keskuksen toiseksi pistorasiaksi valittiin IP54-kotelointiluokan vaatimukset täyttävä yksivaiheinen 16A läpällinen sukopistorasia. Tämäkin pistorasia soveltuu hyvin suojauksensa ansiosta keskukseseen, jonka ovea pidetään auki sähkön käytön aikana. Kuvassa 11 on esimerkki läpällisestä IP54-kotelointiluokan sukopistorasiasta.



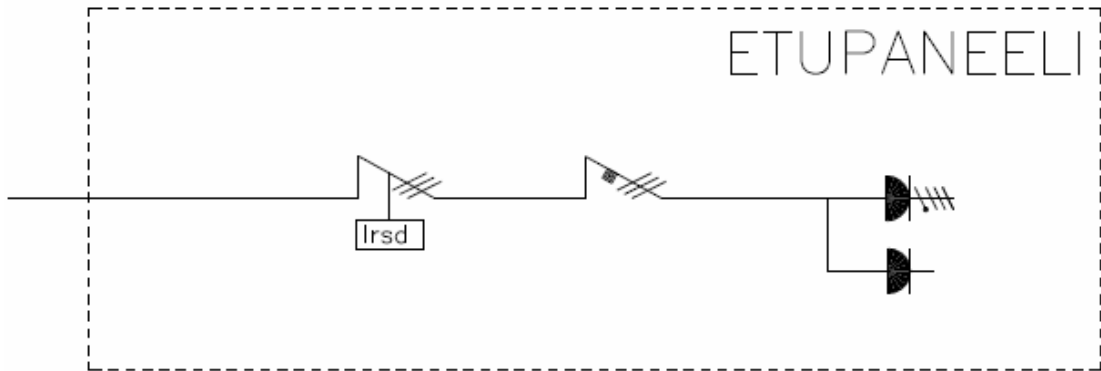
Kuva 11. 16 A IP54-kotelointiluokan sukopistorasia.

#### 4.3.2. Johdonsuojakatkaisija ja vikavirtasuojakytkin

Kolmivaiheisen voimapistorasian johdinten suojaukseen tarvittiin kolmivaiheinen eli nelinapainen vikavirtasuojakytkin ja kolminapainen eli kolmivaiheinen johdonsuoja-automaatti. Johdonsuoja-automaatiksi valittiin C-laukaisukäyrän 16 ampeerin johdonsuoja.

#### 4.3.3. Sisäinen johdotus

Syötöltä vedetään pistoliittimelle kolme vaihetta, nollajohdin ja suojamaadoitusjohdin (L1, L2, L3, N, PE). Vaiheet ja nollajohdin vedetään vikavirtasuojakytkimen tulopuolelle. Lähtöpuolelta vaiheet L1, L2 ja L3 vedetään kolminapaisen johdonsuoja-automaatin kautta voimapistorasialle. Nollajohdin vedetään vikavirtasuojan lähtöpuolelta suoraan pistorasiaan. Keskuksessa olevan yksivaiheisen pistorasian vaihejohdin, nollajohdin ja suojamaadoitusjohdin ketjutetaan kolmivaiheisestä pistorasiasta, eli pistorasiat kytketään rinnakkain. Kuvassa 12 on sisäisen johdotuksen periaatekuva.



Kuva 12. Piharasian johdotus.

#### 4.4. Markkinoilla toimivien yritysten tuotteita

Fibox Oy: piharasiatuoteperhe PIHA. Tuoteperheen keskukset on varustettu muovikotelolla. Kuvassa 13 on esimerkkinä tuoteperheen autonlämmityspistorasiakeskus PIHA 2A2J1A, jossa on ajastimella varustetut maadoitetut pistorasiat, kaksi johdonsuoja-automaattia ja yksi vikavirtasuojakytkin.



Kuva 13. Fibox Oy:n Autonlämmityspistorasiakeskus PIHA 2A2J1V.

SLO: Muovikoteloon rakennettu piharasia PIKE PRO 2T 2AV, jossa on ajastimella varustetut maadoitetut pistorasiat, kaksi johdonsuoja-automaattia ja yksi vikavirtasuojakytkin.



Kuva 14. SLO:n PIKE PRO 2T 2AV.

GE: Muovikoteloon rakennettu autonlämmityspistorasiakeskus GE KR, jossa on sukopistorasiat, sähkömekaaniset din-kiskoon asennettavat ajastinkellot, kaksi johdonsuoja-automaattia ja yksi vikavirtasuojakytkin.



Kuva 15. GE:n autonlämmityspistorasiakeskus GE KR.

Garo: Alumiini- ja muovikoteloon rakennettu pistorasiakeskustuoteperhe, josta on kuvassa 16 esimerkkinä lämpötilatermostaattilla ohjatulla kellolla varustettu AEL-autonlämmityspistorasiakeskus. Keskuksen muut komponentit ovat kaksi sukopistorasiaa, kaksi johdonsuojakatkaisijaa ja yksi vikavirtasuojakytkin.



Kuva 16. Garon AEL- autonlämmityspistorasiakeskus.

ABB: Alumiininen pistorasiakotelotuoteperhe, josta kuvassa 17 on esimerkkinä kotelo CWA1F1 ja pistorasiamoduuli (etupaneeli) CWB11F1. Pistorasiamoduulin varustuksena on sukopistorasiat, sähkömekaaniset ajastimet, kaksi johdonsuojakatkaisijaa ja yksi vikavirtasuojakytkin.



Kuva 17. ABB:n CWA1F1 – kotelo ja CWB11F1 – etupaneeli.

Satmatic Oy: 8MMO piharasiatuoteperhe, johon kuuluvat sekä muovisella että alumiinisella kotelolla varustetut keskkukset. Kuvassa 18 on esimerkkinä seuraavat mallit:

- 8MMO358:
  - o kaksi sukopistorasiaa
  - o kaksi DIN – kiskoon asennettavaa sähkömekaanista kellokytkintä
  - o kaksi johdonsuojakatkaisijaa
  - o yksi vikavirtasuojakytkin.
  
- 8MMO458:
  - o kaksi ajastimella varustettua sukopistorasiaa
  - o kaksi johdonsuojakatkaisijaa
  - o yksi vikavirtasuojakytkin.



Kuva 18. Satmatic Oy:n 8MMO358 ja 8MMO458.

Suomessa markkinajohtajat ovat samaan muovikoteloon perustuvat Fibox Oy:n ja GE:n pistorasiakotelot, jotka on esitelty edellä.

## 5. TESTAUSVAATIMUKSET

Tämä luku selvittää lyhyesti mitä testejä pistorasiakeskusjärjestelmälle suoritetaan, ennen kuin sen voi lanseerata markkinoille. Tyypit testit tehdään maallikoiden käyttöön tulevia keskuksia käsittelevän standardin SFS EN 60439-3 määräysten mukaan. Keskus on tarkoitus antaa testattavaksi silloin, kun sen ensimmäinen varsinainen prototyyppi on valmis.

Tyypit testillä tarkastetaan, että testattava keskustyyppi täyttää standardissa esitetyt vaatimukset. Tyypit testit tehdään keskuksen mallikappaleelle tai samaa rakennetta ja suunnittelua oleville keskuksen osille ja ne tehdään valmistajan aloitteesta.

Tyypitesteihin kuuluvat:

- a) lämpenemistesti
- b) jännitekestävyyden testaus
- c) oikosulun kestävyys testaus
- d) suojamaadoituspiirin jatkuvuuden testaus
- e) ilma- ja pintavälien määrittely
- f) mekaanisen toiminnan tarkastus
- g) koteloitu tiluokan testaus
- h) rakenteen ja merkintöjen testaus
- i) iskunkestävyyden testaus
- j) ruostesuojauksen ja kosteuden kestävyys testaus
- k) eristysaineiden lämmön-, tulen- ja kuumuudenkestävyyden testaus
- l) koteloinnin kiinnityslaitteiden mekaanisen lujuuden testaus.



### 5.1. Lämpenemistesti

Lämpenemistestillä tarkistetaan, ettei standardissa määriteltyjä keskuksen eri osien lämpenemisrajoja ylitetä. Keskusta kuormitetaan sen nimellisvirralla kojeiden ollessa asennettuna paikoilleen. Jos keskuksen piirien summavirta ei saavuta keskuksen nimellisvirtaa, yhtä piiriä kuormitetaan jäljelle jäävällä virralla, jotta kokonaisvirta saavutetaan. Testaukseen käytettävän jännitteen on oltava sellainen, että piirin läpi kulkee nimellisvirta.

### 5.2. Jännitekestävyyden testaus

Keskuksen on oltava valmiiksi asennettu omalle alustalleen tai normaalikäyttöä vastaavalle alustalle. Testijännite kytketään

- 1) keskuksen kaikkien jännitteisten osien ja yhteen kytkettyjen jännitteelle alttiiden kosketeltavien osien välille
- 2) jokaisen navan ja keskuksen yhteen kytkettyjen jännitteelle alttiisiin kosketeltaviin osiin yhdistettyjen kaikkien muiden napojen välille.

Testijännite saa olla enintään 50 % taulukossa x annetusta arvosta. Jännitettä suurennetaan tasaisesti muutamassa sekunnissa täyteen arvoonsa, joka on määritelty taulukossa 8. Jännite pidetään kytkettynä 5 sekunnin ajan. Testijännite on käytännössä sinimuotoista taajuuksien 45 Hz ja 62 Hz välissä. Testi on onnistunut jos läpi- tai ylilyöntiä ei tapahdu.

Taulukko 8. Testijännitteet.

Nimellinen eristysjännite $U_i$ (vaiheiden välillä) / V	Jännitetestin testijännite vaihtosähkö, tehollisarvo / V
$U_i \leq 60$	1000
$60 < U_i \leq 300$	2000
$300 < U_i \leq 690$	2500
$690 < U_i \leq 800$	3000
$800 < U_i \leq 1000$	3500
$1000 < U_i \leq 1500^*$ (* vain tasasähköllä)	3500

### 5.3. Oikosulun kestävyys testaus

Keskuksille, joiden terminen nimelliskestovirta tai ehdollinen nimellisoikosulkuvirta on enintään 10 kV, ei tarvitse suorittaa oikosulunkestävyyden määrittämistä. Tämän opinnäytetyön aiheena olevan pistorasiakeskusjärjestelmän keskuksat kuuluvat tällaiseen ryhmään.

### 5.4. Suojamaadoituspiirin jatkuvuuden tarkastus

On tarkastettava, että kaikki keskuksen jännitteelle alttiit osat on yhdistetty suojamaadoituspiiriin tehokkaasti. Resistanssi syöttöpiirin suojajohtimen ja kunkin jännitteelle alttiin osan välillä ei saa ylittää 0,1  $\Omega$ :a. Tarkastukseen käytetään resistanssin mittaussaitetta tai järjestelyä, joka pystyy syöttämään vähintään 10 A virran vaihto- tai tasasähköllä 0,1  $\Omega$ :n impedanssiin resistanssin mittauskohdan välissä.

Suojamaadoituspiirin jatkuvuus ei saa merkittävästi heikentyä riippumatta siitä, onko suojamaadoituspiirinä kojeiston runko vai erillinen suojajohdin. Silmämääräisen tarkastuksen ohella tämä voidaan varmistaa kuormittamalla suojamaadoituspiiriä vastaavan lähtöyksikön termisellä nimellisvirralla.

Ennen testiä ja testin jälkeen tehtyjen vastusmittausten tulosten vertailu antaa kuvan suojamaadoituspiirin kunnosta. Vastus mitataan tulevan suojajohtimen liittimen ja vastaavan lähtöyksikön suojajohdinliittimen väliltä.

### 5.5. Ilma- ja pintavälien määrittely

On tarkastettava, että keskuksessa olevissa laitteissa on niitä koskevien standardien vaatimat pinta- ja ilmapäälit. Näiden välien tulee säilyä riittävinä normaalissa käytössä ja ympäristöoloissa.

## 5.6. Mekaanisen toiminnan tarkastus

Tyyppitestauksen edellyttävien osien ja komponenttien mekaaninen toimivuus tarkastetaan sen jälkeen, kun ne on asennettu keskukseseen. Toimintakertoja on 50. Samalla suoritetaan näihin toimintoihin liittyvien mekaanisten lukitusten toiminta. Testi on läpäisty, jos kojeiden, lukitusten tms. toiminta ei ole huonontunut ja jos toimintaan tarvittava voima on käytännöllisesti katsoen sama kuin ennen testiä.

## 5.7. Kotelointiluokan testaus

Kohdan 3.2 mukainen kotelointiluokka tarkastetaan standardin IEC 60529 mukaan. Jos koteloinnin sisällä on välittömästi veden sisääntunkeutumistestin jälkeen havaittavissa merkkejä vedestä, sähköinen lujuus on todettava standardin määrittelemällä jännitetestillä (kohta 5.1.2.).

## 5.8. Rakenteen ja merkintöjen tarkastus

Rakenteen ja merkintöjen standardien vaatimuksien noudattaminen tarkastetaan silmämääräisesti. Nämä vaatimukset on eritelty standardin SFS-EN 60439-1 kohdissa 5, 7.1.3, 7.4, 7.6 ja 7.8.

## 5.9. Iskunkestävyydesti

Iskunkestävyydesti tehdään niille keskuksen osille, jotka voivat joutua alttiiksi mekaanisille iskuille keskuksen ollessa asennettu normaalia käyttöä vastaavasti. Testauksessa käytetään jotakin standardissa SFS-EN 50102 kuvatuista testauslaitteista (heiluri-, jousi- tai pudotusvasara). Testi tehdään, kun testattava kappale on ollut kahden tunnin ajan lämpötilassa  $-5^{\circ}\text{C} \pm 1 \text{ K}$ . Iskuenergia tämän opinnäytetyön keskusten tyyppisille keskuksille on 5 joulea [J] (IK 08). Keskuksen jokaiselle kosketeltavalle pinnalle ja mahdolliseen oveen kohdistetaan kolme iskua. Testin jälkeen testattavissa kappaleissa ei saa näkyä standardin tarkoittamia vaurioita. Erityisesti seuraavissa kohdissa ei saa näkyä näitä vaurioita:

- kannet, jotka rikkoutuneena voivat saattaa jännitteiset osat kosketeltaviksi tai huonontaa laitteen tulevaa käyttöä

- toimilaitteet
- eristysaineiset pinnoitteet, suojukset ja vastaavat.

#### 5.10. Ruostesuojauksen ja kosteuden kestävyys testaus

Ruostesuojauksen testauksessa teräksisen koteloinnin osista poistetaan rasva kemikaaleilla, minkä jälkeen ne upotetaan ammoniumkloridin 10 % vesiliuokseen. Tämän jälkeen kappaleet sijoitetaan kosteuskaappiin. Kosteuskaapin jälkeen kappaleet kuivataan lämpökaapissa, minkä jälkeen ne varastoidaan 24 tunnin ajaksi huonelämpötilaan. Testikappaleiden pinnoilla ei saa tämän jälkeen näkyä ruostumisen merkkejä. Terävissä särmissä olevia ruoste-jälkiä tai kellertäviä läikkiä, jotka voidaan poistaa pyyhkimällä, ei oteta huomioon.

Kosteuden kestävyys testi kestää neljä vuorokautta. Testissä kaapelien sisäänvientiaukot jätetään auki. Mikäli niissä on aihiot, yksi aihioista avataan. Osat, jotka voidaan poistaa ilman työkalua, poistetaan ja sijoitetaan kosteuskäsittelyyn pääosan kanssa. Jousilla sulkeutuvien läppäkansien on oltava avoimina kosteuskäsittelyn ajan. Ennen kuin testikappaleet sijoitetaan kosteuskaappiin, niitä pidetään huoneenlämmössä vähintään neljän tunnin ajan. Kosteuskäsittelyn jälkeen aikaisemmin irrotetut osat kiinnitetään uudelleen ja läppäkannet suljetaan. Tämän jälkeen tehdään yhden minuutin pituinen jännitetestti, joka tehdään yhden tunnin kuluessa siitä, kun testikappale on poistettu neljän vuorokauden kosteuskäsittelystä.

#### 5.11. Eristysaineiden lämmön-, tulen- ja kuumuudenkestävyyden testaus

Lämmönkestävyyden testit tehdään keskuksille, joissa keskuksen sisäiset komponentit on poistettu. Keskus sijoitetaan lämpökaappiin 168 tunnin ajaksi, minkä jälkeen keskuksen rakenneosat eivät saa muuttua niin, että muutos huonontaisi keskuksen suojausta. Keskuksen merkintöjen on oltava yhä helposti luettavissa.

Kuumuuden- ja tulenkestävyyden testi tehdään standardin IEC 60695-2-1 periaatteita noudattaen.

### 5.13. Koteloinnin kiinnityslaitteiden mekaanisen lujuuden testaus

Vain sellaiset kohteet testataan, jotka eivät ole omien tuotestandardiensa mukaisten komponenttien rakenteellisia osia. Ruuvit ja mutterit kiristetään kymmenen kertaa, kun kierre on eristysaineessa ja viisi kertaa muissa tapauksissa. Kiristys tehdään tasaisesti ilman nykäyksiä.

Testin aikana ruuviliitokset eivät saa löystyä eikä niihin saa ilmaantua vaurioita, kuten ruuvien murtumista tai niiden kantojen, kierteiden, aluslevyjen tms. vahingoittumista. Myöskään kotelointi ja kannet eivät saa vahingoittua niin, että laitteen myöhempi käyttö estyisi.

## 6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin hyvin, sillä keskusjärjestelmä saatiin suunniteltua komponentteja ja kotelointia myöten. Lisäksi saatiin valittua komponentit ja niiden toimittajat. Aikataulullisesti projektin olisi voinut viedä läpi nopeamminkin, mutta komponenttivalintoihin liittyvä tiedonhankinta ja potentiaalisten alihankkijoiden etsintä veivät aikaa. Tiedonhankintaan ja alihankkijoiden etsintään käytettiin paljon aikaa, koska oli tärkeää löytää edulliset komponentit jotka kuitenkin soveltuvat käyttötarkoitukseen. Lisäksi alihankkijoiden työkiireet ja kesäloma-aika viivästyttivät projektia jonkin verran.

Keskusjärjestelmään valitut komponentit saattavat hyvinkin vaihtua jossain vaiheessa tuotteen elinkaarta, koska todennäköisesti edullisempia käyttötarkoitukseen soveltuvia komponenttivalintoja ilmaantuu markkinoille. Tällä hetkellä tuotetta on kuitenkin tarkoitus valmistaa valituin komponentein.

Asentajien ja urakoitsijoiden mielestä autonlämmityspistorasiakeskuksien asennuksen ongelmia ovat tilan puute ja muutenkin hankala asennettavuus. Koska keskuksessa on mahdollisuudet muuttaa syöttökaapelin liittimen korkeutta ja asentoa ja keskuksen pistorasiamoduuli on helposti irtikytkettävissä huoltotöitä varten, ovat nämä ominaisuudet hyviä myyntivaltteja. Lisäksi myös keskuksen tyylikäs, markkinoilla olevista keskuksista poikkeava ulkonäkö on tehokas myyntivaltti.

## LÄHTEET

- 1 SFS-KÄSIKIRJA 154. Jakokeskukset. 2. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto, 2005. 373 s.
- 2 SFS-EN 60439-1 + A1. Jakokeskukset. Osa 1. 3. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto, 2005. 92 s.
- 3 SFS-EN 60439-3 + A1 + A2. Jakokeskukset. Osa 3. 2. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto, 2001. 22 s.
- 4 ABB Oy. TTT-käsikirja 2000-07 [verkkodokumentti]. Viitattu 14.07.2009. Saatavissa: <http://www.abb.fi>.
- 5 SFS-EN 50102. Sähkölaitteiden koteloinnin mekaanisen iskunkestävyyden lujuusluokat (IK koodi). 1. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto, 1997. 20 s.
- 6 SFS-KÄSIKIRJA 600. Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus. 1. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto, 2007. 664 s.
- 7 Turvatekniikan keskus. Usein kysytyt kysymykset [verkkodokumentti]. Viitattu 09.07.2009. Saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Usein-kysyttya-UUSI/Sahko-ja-hissit/Sahkoasennukset/#17441>.
- 8 SFS-EN 60998-2-1. Kotitalouksiin ja vastaaviin käyttöihin tarkoitettut kytkentätarvikkeet. Osa 2-1. 2. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto, 2005. 27 s.
- 9 SFS-EN 5905. Kiinteissä asennuksissa käytettävät asennuspistoliittimet. 1. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto, 2004. 46 s.

- 10           Ahoranta, Jukka: Sähköasennustekniikka. 3.painos. Helsinki: WSOYpro, 2007. 303 s.
- 11           D1-2006. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 13. painos. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2006. 365 s.
- 12           SF-caravan ry. Sähköturvallisuus [verkkodokumentti]. Viitattu 15.08.2009.Saatavissa: <http://www.karavaanarit.fi>.
- 13           Yhteishyvä. Moottori lämpimäksi ennen starttia [verkkodokumentti]. Viitattu 21.11.2009. Saatavissa: [http://www.yhteishyva.fi/menot\\_matkailu/liikenteessa/moottori\\_lampimaksi/fi\\_FI/moottori\\_lampimaksi\\_ennen\\_starttia/](http://www.yhteishyva.fi/menot_matkailu/liikenteessa/moottori_lampimaksi/fi_FI/moottori_lampimaksi_ennen_starttia/).
- 14           Continental ajoneuvo. Moottorin esilämmitys [verkkodokumentti]. Viitattu 21.11.2009. Saatavissa: [http://www.conti-online.com/generator/www/fi/fi/continental/ajoneuvo/teemat/pelit/esilammitys\\_fi.html](http://www.conti-online.com/generator/www/fi/fi/continental/ajoneuvo/teemat/pelit/esilammitys_fi.html).
- 15           Tekniikka & Talous. Mikko Piironen: Pakkanen iskee kukkaroosi startatessa [verkkodokumentti]. Viitattu 21.11.2009. Saatavissa: <http://www.tekniikkatalous.fi/energia/article47191.ece>.
- 16           Tiede. Autoilu vihertyy hitaasti [verkkodokumentti]. Viitattu 21.11.2009.Saatavissa: <http://www.tiede.fi/arkisto/print.php?id=298&vl=>.
- 17           Motiva Oy. Moottorin esilämmitys – autoilijan ja ympäristön etu [verkkodokumentti]. Viitattu 21.11.2009. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/ajankoh-taista/tiedotteet/2005/moottorin\\_esilammitys\\_-\\_autoilijan\\_ja\\_ympariston\\_etu.html](http://www.motiva.fi/ajankoh-taista/tiedotteet/2005/moottorin_esilammitys_-_autoilijan_ja_ympariston_etu.html).
- 18           Ruppa, Erkki: Johdon ja sen ylivirtasuojan mitoitus [verkkodokumentti]. Viitattu 05.08.2009. Saatavissa: [www.tp.spt.fi/~salabra/er/siirto/ylivsuoj.doc](http://www.tp.spt.fi/~salabra/er/siirto/ylivsuoj.doc).



- 19 Pääkaupunkiseudun autouutiset: Auton esilämmitys on ympäristöteko [verkkodokumentti]. Viitattu 15.09.2009. Saatavissa: <http://www.autouutiset.com/juttuarkisto/0807/0807Autonesilammitys.pdf>.
- 20 ABB Oy: Pienjännitekojeet [verkkodokumentti]. Viitattu 03.10.2009. Saatavissa: [www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/.../\\$File/s200\\_1fi05\\_01.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/.../$File/s200_1fi05_01.pdf).