

# Kaukolämpöverkon vauriotilasto 2016



**Energiateollisuus**

**Kaukolämpö**



## **Kaukolämpöverkon vaurioutilasto 2016**



## Kaukolämpöverkon vaurioutilasto 2016

### Sisältö

<b>Teksti</b>	1	Yleistä
	2	Johtotyypit ja niiden nimilyhenteet
	3	Vaurioiden lukumäärät ja uusitut johtopituudet
	4	Vaurioiden esiintymistiheys ikäluokittain
	5	Vaurioituneet johto-osat
	6	Vauriosyyt
	7	Vaurioiden laatu
	8	Vaurioiden havaitseminen ja paikantaminen
	9	Kiinnivaahdotettujen johtojen vaurioiden tarkastelua
	10	Korjauskustannukset
	11	Käyttökeskeytykset
	12	Yhteenvedo
<b>Taulukot</b>	1	Vastanneiden jäsenlaitosten yhteenlasketut johtopituudet, uusitut johtopituudet ja vauriotapausten määrä johtotyypeittäin 2016
	2	Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän mukaan 2016, kpl/km
	3	Vauriomäärä ja -tiheys johdon kokoluokittain yleisimmille johtotyypeille 2016
	4	Vauriot vaurioituneen johto-osan mukaan jaoteltuina 2016, kpl
	5	Vauriosyiden jakautuma 2016, %
	6	Vauriot havaitsemistavan mukaan jaoteltuina 2016, kpl
	7	Vauriot paikantamistavan ja -tarkkuuden mukaan jaoteltuina 2016, kpl
	8	Mpuk/2Mpuk-johtojen vauriojaotteluja 2016, kpl
	9	Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset 2016, €/vaurio
<b>Kuvat</b>	1	Kaukolämpöjohtojen vikaantuvuus 1982-2016
	2	Vuosittain uusittu kokonaisjohtopituus 1982-2016
	3	Vauriota kohti uusittu johtopituus 1982-2016
	4	Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän suhteen 2016
	5	Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän suhteen keskimäärin vuosina 1987-2016
	6	Vauriosyiden prosentuaalinen jakautuma 2016
	7	2Mpuk-rakenteen vauriosyiden kehitys 1986-2016
	8	Mpul-rakenteen vauriosyiden kehitys 1986-2016
	9	Betonisten kokoelementtikanavarakenteiden (E) vauriosyiden kehitys 1986-2016
	10	Vaurioiden havaitsemistavan prosentuaalinen jakautuma 2016
	11	Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset eri johtotyypeille 2005-2016
	12	Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset eri johtotyypeillä kokoluokittain 2016
	13	Vauriokyselyyn vastanneiden jäsenlaitosten yhteenlasketut johtopituudet ja vaurioiden vuosittaiset lukumäärät 1970-2016
<b>Liitteet</b>	1	Johtotyypit ja niiden nimilyhenteet



## **Kaukolämpöverkon vaurioutilasto 2016**

### **1 Yleistä**

Kaukolämpöverkoissa esiintyneistä vaurioista on aiemmin tehty 27 raporttia. Nämä ovat vuosilta 1967 - 77, 1978 - 79, 1980 - 81, 1982 - 83, 1984 - 86 sekä vuosittain vuosilta 1987 - 2015.

Vuoden 2016 vaurioita koskevaan kyselyyn saatiin vastaukset 42 jäsenyrityksestä vastaten 43 % kaukolämmön vähittäismyyntiä harjoittavista jäsenyrityksistä. Vastanneiden laitosten kokonaisjohtopituus oli 8454 km vastaten noin 57 % koko jäsenistön johtopituudesta.

Vastanneista yrityksistä 11:llä ei vaurioita vuoden 2016 aikana ollut lainkaan.

Valtaosa suurista ja keskisuurista jäsenyrityksistä on viime vuosina raportoinut vauriotietonsa. Vastanneiden yritysten osuus maan kokonaisjohtopituudesta on täten noussut niin suureksi, että tilaston voidaan katsoa antavan suhteellisen edustavan kuvan Suomen vauriutilanteesta. Tosin eräät, systemaattisesti tietyllä johto-osuudella tehdyistä rakennusvirheistä johtuneet toistuvat, usein liitoksiin kohdistuvat vauriot eivät tilastossa näy.

**HUOM! Kaikki raportissa esitetyt ominaisluvut (esim. uusittu johtopituus vauriota kohti m/kpl) on laskettu vain niiden vaurioiden perusteella, joista ko. tieto (esim. uusittu johtopituus) oli vauriokaavakkeessa annettu.**

### **2 Johtotyypit ja niiden nimilyhenteet**

Vaurioita on tässä raportissa tarkasteltu nykyisin rakennettavien sekä yleisimpien johtorakenteiden osalta. Vanhat ja harvinaisemmat rakenteet, joita ei enää rakenneta, tai joita on tai rakennetaan merkityksettömän vähän, on esitetty yhtenä johtotyyppiryhmänä "muut rakenteet." Lisäksi kaivot muodostavat oman "johtotyyppinsä".

Johtotyypit on näin jaoteltu seitsemään ryhmään, jotka ovat:

- 1 Kiinnivaahdotetut muovisuojakuorijohdot, kaksiputkielementit, (Mpuk)
- 2 Kiinnivaahdotetut muovisuojakuorijohdot, yksiputkielementit, (2Mpuk)
- 3 Irrallisilla virtausputkilla varustetut muovisuojakuorijohdot, ns. "reikäputkielementit", (Mpul, 2Mpul)
- 4 Betoniset kokoelementtikanaavajohdot, (Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wmv)
- 5 Erilaiset taipuisat johtorakenteet (mm. muovi- ja kuparivirtausputkilla varustetut johdot)
- 6 Kaivot
- 7 Muut johtorakenteet, kuten sisäjohdot, asbestisementtisuojaputkijohdot sekä ns. "vanhat" betonikanavajohdot.

Johtotyypit on kuvattu ja niiden nimilyhenteet selostettu liitteessä 1.

### 3 Vaurioiden lukumäärät ja uusitut johtopituudet

Taulukkoon 1 on koottu johtotyyppikohtaisesti vastanneiden yritysten yhteenlasketut johtopituudet, uusitut johtopituudet sekä vaurioiden lukumäärät.

Vauriotapausten lukumäärä vuonna 2016 oli 628 kpl. Määrä on 1980- ja 1990-lukujen vaihteesta lähtien ollut trendinomaisesti hienoisessa laskussa huolimatta johtopituuden kasvusta ja verkkojen ikääntymisestä. Nyt vauriomäärä on edellisestä vuodesta kuitenkin noussut yli 100:lla.

Uusittu johtopituus yhteensä, 8,9 km (tieto saatu 501 vauriosta) v. 2016 oli lähes sama kuin edellisvuonna. Uusittu johtopituus on 1990-luvun alun jälkeen koko ajan pysytellyt tasolla n. 8...12 km/vuosi.

Keskimääräinen vauriota kohti uusittu johtopituus oli 14,2 m, mikä on kolme metriä lyhempi kuin vuonna 2015 ja suunnilleen sama kuin 2010.

Uusittu johtopituus on sekä absoluuttisesti että suhteessa ko. johtotyyppin kokonaispituuteen omassa luokassaan johtotyyppiryhmässä Mpul, 2Mpul. Tässä on kuitenkin huomattava, että osa ko. johtotyyppin (samoin kuin johtotyyppien E ja "muut rakenteet") uusitusta johtopituudesta on vaurion korjaustyön yhteydessä tehtyä perusparannusta, toisin sanoen uusittu johtopituus on pitempi kuin pelkästään vaurion edellyttämä korjauspituus. Joka tapauksessa näiden johtotyyppien korjauspituus vauriota kohti on kertaluokkaa suurempi kuin kiinnivaahdotetuilla muovisuojakuorijohdoilla. Vuosittain uusitun kokonaisjohtopituuden kehitys johtotyypeittäin vuodesta 1982 lähtien on esitetty kuvassa 2 ja vauriota kohti uusitun johtopituuden kehitys vastaavasti kuvassa 3.

Uusitun johtopituuden lisäksi oli useissa tapauksissa eristystä uusittu pitemmältä matkalta. Kiinnivaahdotetuilla muovisuojakuorijohdoilla vuototapauksissa eriste kastuu yleensä korkeintaan parin kolmen metrin matkalta.

Ryhmässä "muut rakenteet" oli 2 vauriota asbestisementtisuoja-putkijohdoissa, 10 kpl kellari-/sisäjohtoissa, 8 kpl kiertojohdossa, 3 kpl ilma/siltajohdossa, 3 kpl tunnelijohdossa, 3 kpl kahden eri johtotyyppin haaroituksessa, 14 erilaisissa vanhoissa betonikanavarakenteissa (valtaosin kevytbetonieristeisiä P-kanavia) sekä 2 erilaisissa muissa johtorakenteissa.

### 4 Vaurioiden esiintymistiheys ikäluokittain

Keskimääräinen vauriotiheys 2016 oli hieman korkeampi kuin 2015 eli 0,07 kpl/km. Johtotyypeittäin vauriotiheydessä ei ole tapahtunut oleellisia muutoksia (kuva 1). Huomionarvoista on, että kiinnivaahdotetulla kaksiputkirakenteella Mpuk vauriotiheys oli edelleen vain 0,03 kpl/km.

Vaurioiden esiintymistiheys (vikaantuvuus) käyttöikävuosittain, toisin sanoen vauriomäärä / ko. asennusvuotena rakennettu johtopituus johtotyypeittäin on esitetty taulukoissa 2 ja 3 sekä kuvassa 4.

Mpul-rakenteella vauriotiheys on tasaisen korkea läpi koko ko. johtojen laajemman rakentamisen kauden. Tosin vanhimmilla johdoilla vauriotiheys on jo laskenut ilmeisesti siksi, että huonot ja huonoissa maaperäolosuhteissa sijainneet johdot lienee jo isoksi osaksi saneerattu kiinnivaahdotetuksi rakenteeksi. Sama koskee osin myös betonikanavarakenteita.

2Mpuk-rakenteella vauriotiheys on alle 20 vuotta vanhoilla johdoilla varsin pieni ja nousee sitten vähän korkeammalle tasolle. Vanhemmilla 2Mpuk-johdoilla vauriotiheys on noussut tasolle 0,05...0,10 kpl/km. Kiinnivaahdotetun johtorakenteen ensimmäisinä käyttövuosina 1970-luvun lopulla rakennetuissakin johdoissa vauriotiheys on vielä alle 0,1 kpl/km. Tämä vanhimpien johtojenkin korkeampi, mutta sinänsä edelleen varsin



alhainen vaurioitiheys lienee pääosin laskettavissa ko. rakenteen käytön ensimmäisten vuosien lastentautien tiliin (lähinnä liitostekniikan kehittymättömyys sekä huolimaton asennustyö ja valvonta).

Betonisilla kokoelementtikanaavajohdoilla vaurioitiheys on edelleen suhteellisen alhainen. Vanhimmillakin johdoilla vaurioitiheys pysyy suuruusluokassa 0,10 kpl/km. Vaurioista, joissa eriste oli ilmoitettu, 77 % kohdistui mineraalivillaeristeisiin johtoihin, 19 % PUR-kouruilla eristettyyn rakenteeseen ja 4 % kevytbetonieristeisiin johtoihin.

Johdon ikää (rakentamisvuotta) ei aina (n. 15 % vaurioista) ollut ilmoitettu, jolloin näitä vaurioita ei esiintymistiheyttä käyttöikävuosittain laskettaessa voitu ottaa mukaan. Tästä syystä taulukon 2 mukaiset vaurioitiheydet ovat etenkin vanhimmilla johdoilla, joista ikätieto useimmin puuttui, jonkin verran epävarmoja (eli todellisuutta pienempiä).

Kuvassa 5 on esitetty eri johtotyyppien keskimääräinen vikaantuvuus johdon käyttöiän funktiona vuosien 1987-2016 koko vauriotietoaineiston pohjalta.

## 5 Vaurioituneet johto-osat

Vaurioiden kohdistuminen eri johto-osiin ilmenee taulukosta 4. Sama vaurio voi kohdistua useaan johto-osaan, näin taulukon summat eivät vastaa vaurioiden kokonaismäärää.

Kaivossa tapahtuneita vaurioita lukuun ottamatta valtaosa, 60...80 % vaurioista kohdistuu ainakin varsinaiseen virtausputkeen. Muista johto-osista vaurio kohdistuu useimmin erilaisiin venttiileihin, sekä muovisuojakuorijohtojen suojakuoreen ja eristeeseen.

Vaurioista kohdistui sekä meno- että paluuputkeen 21 %, pelkästään menoputkeen 60 % ja paluuputkeen 19 %. Jakauma vastaa pitkälti edellisiä vuosia.

## 6 Vauriosyyt

Vaurioiden syyjakauma on esitetty taulukossa 5 ja kuvassa 6.

Vauriosyistä selvästi yleisin on "epätiivis suojakuoriliitos" kaikki johdot huomioiden.

Mpul-rakenteella merkittäviä vaurion aiheuttajia ovat epätiivis suojakuoriliitos, maanpainuma/virheellinen kaltevuus sekä epätiivis betonivalu, betonikanavarakenteilla epätiivis betonielementtisauma ja epätiivis betonivalu sekä maanpainuma.

Rakenteella 2Mpuk yleisimmät vauriosyyt ovat epätiivis suojakuoriliitos tai puutteellinen liitoseristys, joiden yhteiseksi osuudeksi on viime vuosina vakiintunut n. 50 % (nyt 59 %) sekä ulkopuolinen väkivalta, jonka osuus näyttää ko. vahinkojen välttämisedellytysten kehittymisestä huolimatta vakiintuneen n. 15...25 %:n tasolle (nyt kuitenkin pudonnut 10 %:iin, lisäksi osa muihin syihin sisältyvistä suoja-putken halkeamista lienee ulkopuolisen väkivallan aiheuttamia). Teräsputken hitsausvirhe aiheutti 11 % vaurioista tällä rakenteella, mikä on suunnilleen 2000-luvun keskimääräistä tasoa.

Mpuk-rakenteella teräsputkien hitsaus vaatii enemmän tarkkuutta. Viime vuosina hitsausvirheiden osuus on ollut 25...50 %, nyt 28 %. Absoluuttisesti määrä oli kuitenkin suhteellisen vähäinen eli 17 kpl.

Eräiden vauriosyiden osuuden kehitys eri johtotyypeillä on esitetty kuvissa 8, 9 ja 10.

Useat vauriot ovat syntyneet kahden tai useamman syyn yhteisvaikutuksesta. Tällaisia syy-yhdistelmiä ovat esim. "virheellinen ympäristäytty/maanpainuma/johdon virheellinen kaltevuus" tai "kondenssivesi/puutteellinen tuuletus". Usein ensin mainitun kaltainen syy-yhdistelmä johtaa lopulta suojakuoriliitosten vaurioitumiseen, jolloin

johtovaurion alkuperäinen syy ei ole epätiivis suojakuoriliitos vaan esim. maanpainuma.

Teräsputken hitsausvirheistä (yleensä huokonen) selkeä valtaosa oli tavanomaisissa liitoshitsauksissa (työmaahitsissä).

90 % kiinnivaahdotetun johdon epätiivistä suojakuoriliitoksista oli kutisteliitoksia, 10 % kohdistui hitsaus- tai mekaanisiin liitoksiin.

Huomattavan osan kutisteliitoksissa esiintyvistä vaurioista ovat aiheuttaneet erilaiset työvirheet, kuten vajaa tai muuten huono eristys, vaahdotusreikien puutteellinen tulppaus, epäkeskeinen kutiste ja huonosti asennettu holkkiliitos. Todennäköisesti puutteellinen/vajaa/huono liitoseristys on varsinainen aiheuttaja myös moniin kutisteliitosten epätiiviyksiin.

Valtaosa, 66 % vauriotapauksista kohdistui johtoon, joka ei ollut salaojitettu.

Pohjaveden pinta oli vain 16 % tapauksista ainakin ajoittain johdon yläpuolella.

Kohdassa "muut" useimmissa tapauksissa raportoitiin, että vaurion syytä ei selvitetty tai ei tiedetä. Muita tähän kohtaan luokiteltuja vauriosyitä olivat lähinnä paljetasain- ja venttiiliviati ja venttiilien tiivistevuodot.

## 7 Vaurioiden laatu

Raportoiduista vaurioista valtaosa, n. 79 % on läpisyöpymiä. Murtumia/repeämiä oli n. 6 %. Loput vaurioista on muita, lähinnä suojakuoren/eristeen vioittumisia. Näitä tapahtuu varmasti todellisuudessa tässä esitettyä enemmän, mutta näitä "kaivurivaurioita" eivät kaikki raportoi. Syöpymät olivat käytännössä kaikki ulkopuolisen veden aiheuttamia.

## 8 Vaurioiden havaitseminen ja paikantaminen

Vaurioiden pääasiallisin havaitsemistapa betonikanavajohdoilla ja Mpul-rakenteella on vettä kaivossa/kellarissa/lj-huoneessa, kun taas 2Mpuk-rakenteella vauriot havaitaan yleensä lämpimänä/sulana/kuivana alueena maassa.

Muut tavat ovat lähinnä ulkopuolisia ilmoituksia, "selviä tapauksia" (mm. vesisuihku) tai kaivokierroksen yhteydessä tehtyjä havaintoja. Havaitsemistavat on esitetty taulukossa 6 ja kuvassa 10.

Taulukosta 7 käy ilmi vaurioiden paikantamistapa ja -tarkkuus. Kaikista vaurioista, joista paikantamistapa ja -tarkkuus oli ilmoitettu, 72 % oli onnistuttu paikantamaan ensi yrittämällä tarkasti (alle 1 metri).

Mikäli vuotopaikka ei ole selvä, käytetään paikannukseen lämpökamerakuvausta ja pintalämpötilamittaria, jotka vaikuttavat suhteellisen tarkoilta, sekä koekaivamista päättelyn perusteella, mikä useimmissa tapauksissa johtaa ainakin kahden kuopan kaivamiseen. Lämpökameralla tai pintalämpötilamittarilla paikannetuista 78 vuodosta 74 osui alueelle 0 - 5 m. Hälytysjärjestelmällä (Mpuk/2Mpuk), joita Suomessa tähän asti ei yleisesti ole käytetty, ei yhtään vauriota raportoitu löydetyn.

## 9 Kiinnivaahdotettujen johtojen vaurioiden tarkastelua

Selvä enemmistö kiinnivaahdotettujen johtojen vaurioista (yhteensä 341 kpl) kohdistuu johtorakenteelle 2Mpuk, kaksiputkielementtirakenteelle (Mpuk) ilmoitettiin ainoastaan 59 vauriota. Koska Mpuk-rakennetta on käytetty jo n. 35 vuotta, voidaan jo perustellusti todeta, että kyseessä on hyvin luotettava johtorakenne.

Taulukosta 2 ja kuvasta 4 ilmenee, että tämän nykyisin lähes yksinomaan rakennettavan johtotyyppin vauriot keskittyvät voimakkaasti yli 20 vuoden ikäisiin johtoihin. Asiaa selvittänee pitkälti se, että rakenteen laajempi rakentaminen alkoi 1977, ja alkuvuosien vauriot voitaneen osittain panna lastentautien tiliin.

Joissain tapauksissa yhdeksi vaurioksi ilmoitettu tapaus ilmeisesti sisältää useamman liitoksen korjauksen, joten todellinen liitosvaurioiden lukumäärä lienee jonkin verran tässä esitettyä suurempi.

Taulukkoon 8 on koottu erityisesti liitosvaurioiden osalta tietoja kiinnivaahdotetuista johdoista ko. vauriotapauksissa. Selvä valtaosa liitosvaurioista kohdistui kutisteliitoksiin.

Johtopäätösten tekemistä näistä tiedoista haittaa se, että olemassa olevien johtojen osalta ei ole tietoa eri asennus- ja työmenetelmien eikä liitostyyppien osuuksista. Myöskään vaurioituneiden johtojen ja liitosten kaupanimikkeitä ei ilmoiteta siinä määrin, että niiden tilastointi olisi mahdollista.

Kuitenkin 1980-luvun loppupuolelta lähtien on kitkakiinnitetty (no comp) asennustapa, peltiliitos leveällä kutisteella sekä konevaahdotus ollut selkeästi yleisin käytäntö. Tätä ennen käytettiin vielä myös betonikanava-/Mpul-rakentamisesta periytyntä kompensoitua asennustapaa (tasaimet/paisuntakulmat), jossa PEH-holkki kapein kutistein oli yleisin liitostapa ja PUR-vaahdon käsinsekoitusta samoin kuin PUR-kouruja käytettiin nykyistä enemmän. Joka tapauksessa suhteellisesti tarkastellen vaurioita sattuu paljon liitostyypille "PEH-holkki + kapeat kutisteet", eristystavan ollessa käsinsekoitus.

Merkillepantavaa on, että kaikkiaan 160 liitosvauriosta, joista johdon ikä ilmoitettiin, 16 kohdistui 10 v. nuorempiin liitoksiin, 19 10-20 vuotta vanhoihin liitoksiin ja kaikki muut yli 20 v. ikäisiin liitoksiin, josta voi päätellä liitosrakenteiden selkeästi kehittyneen ja liitustyön laadun nousseen 1970- ja 1980-lukujen tilanteesta.

## 10 Korjauskustannukset

Vaurioiden korjauskustannuksista saatiin 2016 kyselyssä tiedot vain 145 vauriosta. Vähäinen määrä ja etenkin isompien yritysten tietojen puuttuminen haittaa keskiarvojen luotettavuutta ja vertailukelpoisuutta aiempiin vuosiin. Todelliset korjauskustannukset 2016 lienevät keskimäärin selvästi taulukossa 9 ja kuvissa 11 ja 12 esitettyjä suuremmat, ehkä noin puolitoista-kaksinkertaiset.

2016 keskimääräinen korjauskustannus/vaurio oli n. 9 700 €. Mikäli oletetaan keskimääräiset vauriokohtaiset korjauskustannukset vuoden 2005 mukaisiksi (n. 14 000 €), olisi v. 2016 raportoidun 628 vaurion kokonaiskorjauskustannus 8,8 M€. Jos vastausprosentti vauriokyselyyn olisi 100, päädyttäisiin koko Suomessa laskennallisesti tasoon 15,4 M€: (12,3 M€ v. 2015, 11,4 M€ v. 2005, 3,5 M€ v. 1995).

## 11 Käyttökeskeytysajat

Lämmöntoimituksen käyttökeskeytyksistä on nykyisin oma erillinen vuosittain julkaistava tilasto, joten tässä tilastossa ei käyttökeskeytyksiä ja niiden vaikutuksia enää tarkastella.

## 12 Yhteenveto

Vauriotapausten lukumäärä vuonna 2016 oli 628 kpl, keskimääräinen vauriotiheys 0,07 kpl/km ja uusittu johtopituus 8,9 km.

Kiinnivaahdotetuilla muovisuojakuorijohdoilla vauriotiheys oli 0,07 kpl/km (2Mpuk) ja 0,03 kpl/km (Mpuk), johtorakenteella Mpul/2Mpul 0,17 kpl/km ja betonikanavarakenteella 0,12 kpl/km.

Uusittu johtopituus/vaurio oli kiinnivaahdotetulla rakenteella n. 4 m, Mpul-rakenteella yli kymmenkertainen ja betonisilla kokoelementtikanaavilla n. kuusinkertainen kiinnivaahdotettuun rakenteeseen nähden.

Yleisimmin vauriot betonikanavajohdoissa aiheutuvat epätiiviestä betonielementtisaumoista tai epätiiviestä betonivalusta. Rakenteella Mpul yleisin vauriosyy on epätiivis suojakuoriliitos sekä maanpainuma/virheellinen kaltevuus. Kiinnivaahdotetulla muovisuojakuorijohdolla merkittävimmät vauriosyyt ovat epätiivis suojakuoriliitos/puutteellinen liitoseristys, teräsputken hitsausvirhe sekä ulkopuolinen väkivalta.

Vauriokyselyyn vastanneiden jäsenlaitosten kokonaisjohtopituuden ja vaurioiden vuosittaisen lukumäärän kehitys vuodesta 1970 lähtien on esitetty kuvassa 13.

Taulukko 1 Vastanneiden jäsenlaitosten yhteenlasketut johtopituudet, uusitut johtopituudet ja vauriotapausten määrä johtotyypeittäin 2016

	Johtotyyppi										Yhteensä
	Mpuk	2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ek, Emv, Epu, Epuk, Wmv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet				
JOHTOPITUUS / km	2 125	4 300	628	648	132		622				8 454
- osuus kokonaisjohtopituudesta / %	25	51	7	8	2		7				100
UUSITTU JOHTOPITUUS / M 1)	104	1 133	4 710	1 788	61	164	928				8 888
- osuus kaikista uusituista johdoista / %	1	13	53	20	1	2	10				100
- vauriota kohti / m	1,8	4,0	44,0	23,8	6,8	3,3	20,2				14,2
VAURIOTAPAUSTEN LUKUMÄÄRÄ / kpl	59	282	107	75	9	50	46				628
- osuus kaikista vaurioista / %	9	45	17	12	1	8	7				100
- vaurioiden esiintymistiheys / kpl/km	0,03	0,07	0,17	0,12	0,07		0,07				0,07

1) Perustuu yhteensä 501 vaurioon, josta uusittu johtopituus ilmoitettiin

Taulukko 2 Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän mukaan 2016, kpl/km 1)

Käyttöikä vuotta	Johtotyyppi												Rakenne "Muut"		Yhteensä	
	Mpuk, 2Mpuk		Mpul, 2Mpul		Ekb, Emv, Epu, EpuK, W/mv		Taipuisat johtorakenteet		Vaurio kaivossa		Rakenne		Yhteensä			
	kpl	kpl/km	kpl	kpl/km	kpl	kpl/km	kpl	kpl/km	kpl	kpl/km	kpl	kpl/km	kpl	kpl/km		
0	2	0,01	-	-	-	-	1	0,10	-	-	1	0,25	4	0,02		
1	5	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	0,02		
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
3	4	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,33	5	0,02		
4	3	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,20	4	0,02		
5	7	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	0,03		
6	5	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,20	6	0,03		
7	9	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	0,04		
8	4	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,20	5	0,02		
9	5	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,20	6	0,02		
10	7	0,03	-	-	-	-	1	1,00	-	-	-	-	8	0,04		
11	3	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,01		
12	4	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,02		
13	2	0,01	-	-	-	-	1	2,00	-	-	-	-	3	0,01		
14	3	0,02	-	-	-	-	-	-	1	-	1	0,20	5	0,02		
15	4	0,02	-	-	3	30,00	-	-	-	-	-	-	7	0,03		
16-20	25	0,04	1	1,00	-	-	2	0,80	1	-	4	0,20	33	0,05		
21-25	24	0,06	-	-	-	-	-	-	1	-	4	0,27	29	0,07		
26-30	39	0,05	3	0,12	1	0,04	1	-	5	-	1	0,04	50	0,05		
31- tuntematon	111	0,09	97	0,16	67	0,11	4	-	34	-	28	0,06	341	0,12		
tuntematon	66		8		5		-		9		3		91			

1) Perustuu yhteensä 535 vaurioon, joista vaurioituneen johdon rakennusvuosi ilmoitettiin

Taulukko 3 Vauriomäärä ja tiheys johdon kokoluokittain yleisimmille johtotyypeille 2016

Johtokoko	Johtotyyppi				Yhteensä
	Mpuk, 2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wmv		
DN 20-80					
- lukumäärä kpl	257	110	37	404	
- tiheys kpl/km	0,064	0,244	0,513	0,090	
DN 100-200					
- lukumäärä kpl	117	66	59	242	
- tiheys kpl/km	0,068	0,377	0,288	0,115	
DN 250-					
- lukumäärä kpl	62	35	84	181	
- tiheys kpl/km	0,077	13,152	0,226	0,154	

Taulukko 4 Vauriot vaurioituneen johto-osan mukaan jaoteltuina 2016, kpl

Vaurioitunut johto-osa	Johtotyyppi								Yhteensä
	Mpuk	2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, Epuk, W/mv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet		
Virtausputki	47	217	97	62	8	18	39	488	
Ilmanpoisto, maa-asennus	1	5	-	-	-	-	-	6	
Ilmanpoisto kaivossa	-	-	-	-	-	6	-	6	
Tyhjennys, maa-asennus	-	6	-	-	-	-	-	6	
Tyhjennys, kaivossa	-	4	1	2	-	12	1	20	
Sulkuventtiili, maa-asennus	3	10	-	-	-	2	1	16	
Sulkuventtiili, kaivossa	-	5	1	2	-	9	1	18	
Haaroitus, porausliitos	2	4	-	-	-	1	-	7	
Haaroitus, muu	2	21	6	1	1	3	1	35	
Tasain	-	2	3	8	-	1	-	14	
PE-suojakuori	3	9	3	-	2	1	1	19	
Eristys	1	30	1	-	1	1	-	34	
Kiintopiste	3	9	5	7	-	3	3	30	
Läpivienti	-	1	1	2	-	1	1	6	
Muu	-	3	3	-	-	-	2	8	



Taulukko 5 Vauriosyiden jakautuma 2016, %

Vauriosyy	Johtotyyppi							Yhteensä
	Mpuk	2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wmv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet	
Puutteellinen lämpöliikevara	-	1	1	9		-	2	2
Maan painuminen	2	2	9	3		-	4	4
Virheelinen ympäristäyttö	-	0	-	-		-	-	0
Virheelinen kaltevuus	-	0	6	3		-	-	1
Epätiivis kaivonkansi	-	3	7	11		41	4	7
Kondenssivesi	-	-	-	1		7	2	1
Epätiivis läpivienti	-	1	2	3		-	4	1
Epätiivis betonivalu	4	1	7	12		7	7	5
Epätiivis betonielementtisauma	-	-	1	45		-	13	7
Epätiivis suojakuoriliitos	45	57	38	1		7	7	38
Puutteellinen liitoseristys	2	2	7	-		-	2	3
Virtausputken hitsausvirhe	27	11	-	3		24	11	10
Suojakuoren halkeama tms.	-	3	5	-		2	-	2
Epätiivis PE-putken hitsi	-	1	-	-		-	-	0
Epätiivis liukutasain	-	-	-	1		-	-	0
Ulkopuolinen väkivalta	14	10	5	1		2	9	8
Muut	7	6	14	7		11	33	10

Taulukko 6 Vauriot havaitsemistavan mukaan jaoteltuina 2016, kpl

Vauriosyy	Johtotyyppi										Yhteensä
	Mpuk	2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, Epuk, W/mv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet	Yhteensä			
Vettä kaivossa/kellarissa/ji-huoneessa	7	35	70	37	-	25	13	187			
Höyryä tuuletusputkesta	-	6	7	15	1	4	2	35			
Sula/lämmi/kuiva alue maassa	40	169	13	4	3	8	11	248			
Poikkeava lisäveden kulutus	-	2	2	4	-	1	2	11			
Häilytys kosteudenvilvontajärjestelmästä (Mpuk, 2Mpuk)	-	-	-	-	-	-	-	-			
Verkon lämpökamerakuvaus	-	5	-	2	1	-	-	8			
Kaukolämpöveden väriaine	2	3	-	1	-	1	-	7			
Ulkopuolinen ilmoitus	5	45	8	5	2	1	13	79			
Muut	3	13	2	8	2	7	5	40			
<b>Yhteensä</b>	<b>57</b>	<b>278</b>	<b>102</b>	<b>76</b>	<b>9</b>	<b>47</b>	<b>46</b>	<b>615</b>			

Taulukko 7 Vauriot paikantamistavan ja -tarkkuuden mukaan jaoteltuina 2016, kpl

Paikantamistapa	Paikantamistarkkuus					Yhteensä
	0 -1 m	2 - 5 m	6 - 20 m	yli 20 m		
Korrelaatiomenetelmä	1	-	1	-	2	
Lämpökamerakuvaus	15	2	1	2	20	
Häilytysjärjestelmä (Mpuk, 2Mpuk)	-	-	-	-	-	
Koekaivaminen	38	18	15	8	79	
Sula/lämmi/kuiva alue maassa	80	24	1	-	105	
Pintalämpötilamittari	38	19	1	-	58	
Ulkopuolinen ilmoitus	32	5	2	1	40	
Muu	73	4	1	3	81	
<b>Yhteensä</b>	<b>277</b>	<b>72</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>385</b>	

Taulukko 8 Mpuk/2Mpuk-johtojen vauriojaotteluja 2016, kpl

Asennusmenetelmä			
Kompensoitu (fasaimet/luonnollinen kompensointi)	Kitkakiinnitetty, esilämmitetty	Kitkakiinnitetty, ei esilämmitystä (ns. kylmäasennus)	Jäykkä asennus kiintopistein
4	79	-	2

Liitosvauriot eristystavan mukaan		
Konevaahdotus	Käsinsekoitus	Erityskourut
8	40	2

Liitosvauriot liitostyyppiin mukaan			
Pelti+leveä kufiste	PE-holkki + kapeat kufisteet	Hitsausliitos	Muu
22	94	3	11

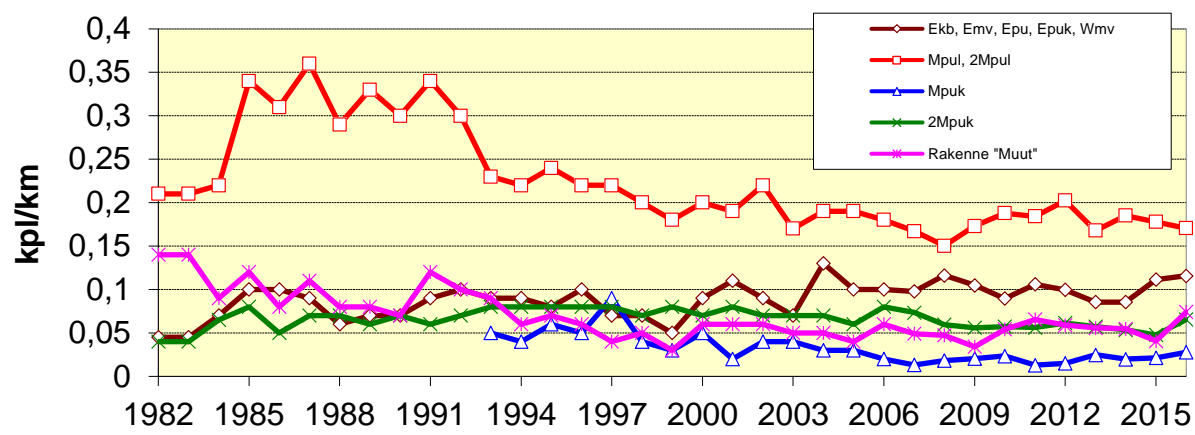
Vaurioituneen liitoksen sijainti			
Suuralla osuudella kitkapituudella	Suuralla osuudella kitkapituuden ulkopuolella	Kulmassa	T-haarassa
19	9	11	5

Kulman/T-haaran paisuntajärjestelyt		
Paisuntatyyny	Vapaa liiketila	Ei kumpaakaan
-	3	27

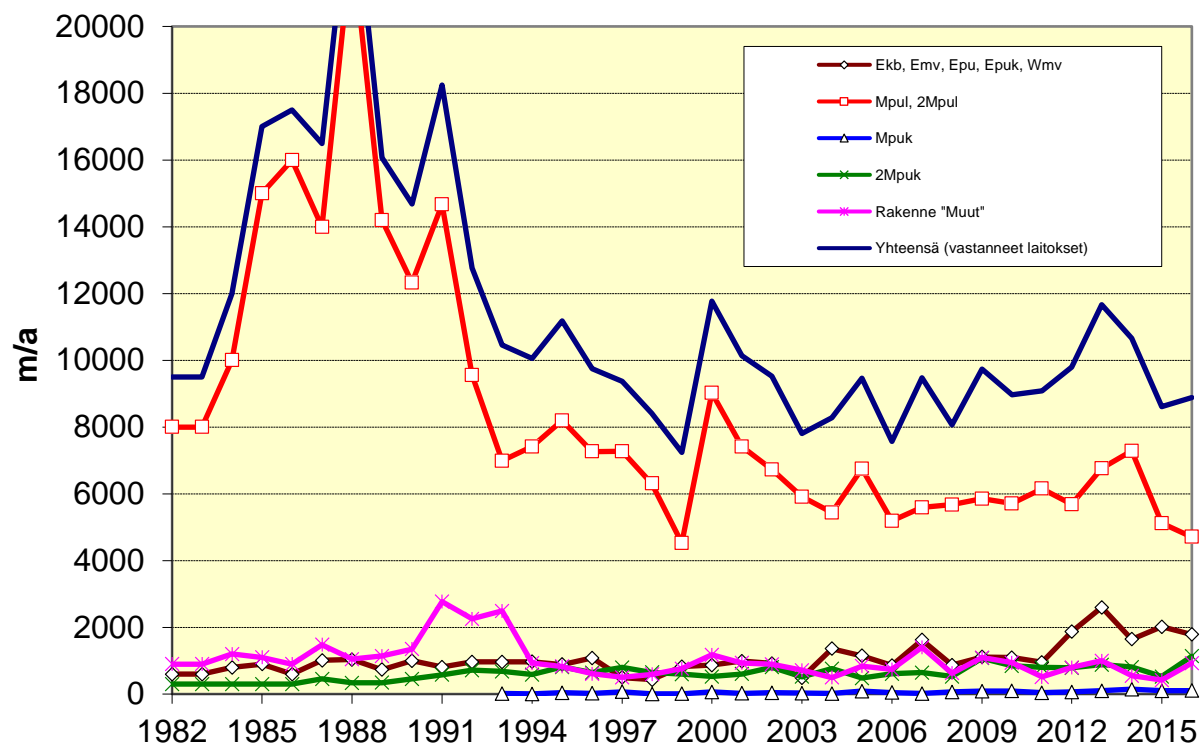
Taulukko 9 Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset 2016, €/vaurio

Vauriosyy	Johtotyyppi										Yhteensä
	Mpuk	2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, Epuk, W/mv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet				
DN 20-80	4 680	5 412	11 311		12 000	15 515	687				7 382
DN 100-200	2 494	4 812	10 296	5 916	26 903	7 287	8 588				6 527
DN 250-	800	6 708		35 656		19 032	3 769				20 027
Yhteensä	4 205	5 389	10 917	31 690		14 887	3 683				9 663

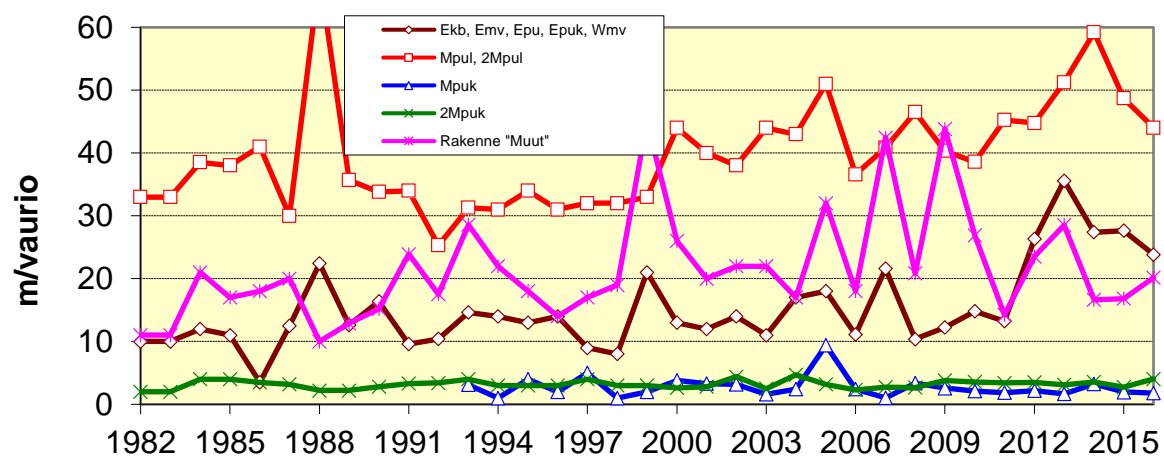
Huom! Yksittäisissä luokissa luku voi perustua hyvin pieneen vauriomäärään. Yhteensä -rivin luvut ovat tilastollisesti luotettavimpia.



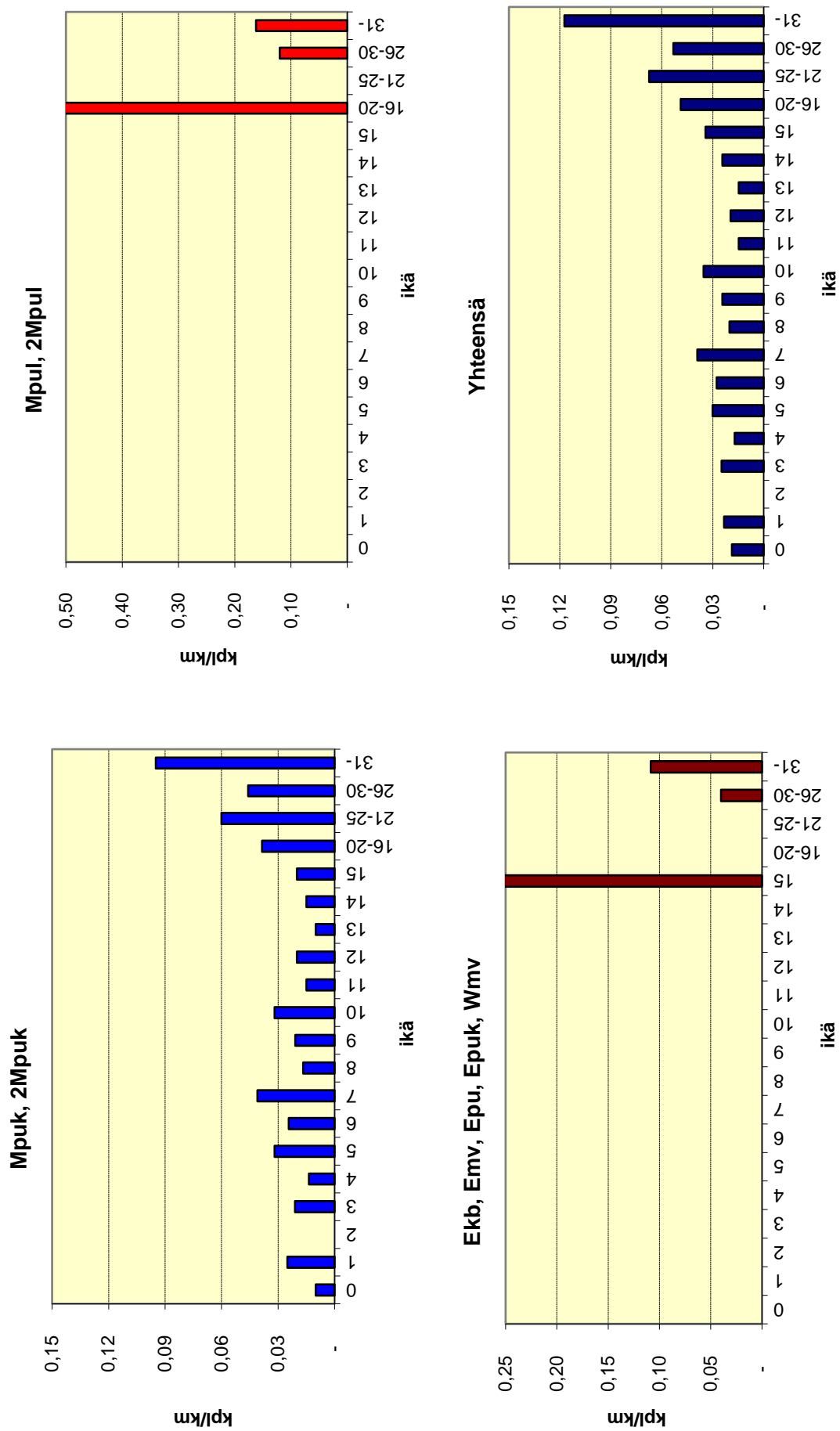
Kuva 1. Kaukolämpöjohtojen vikaantuvuus 1982-2016



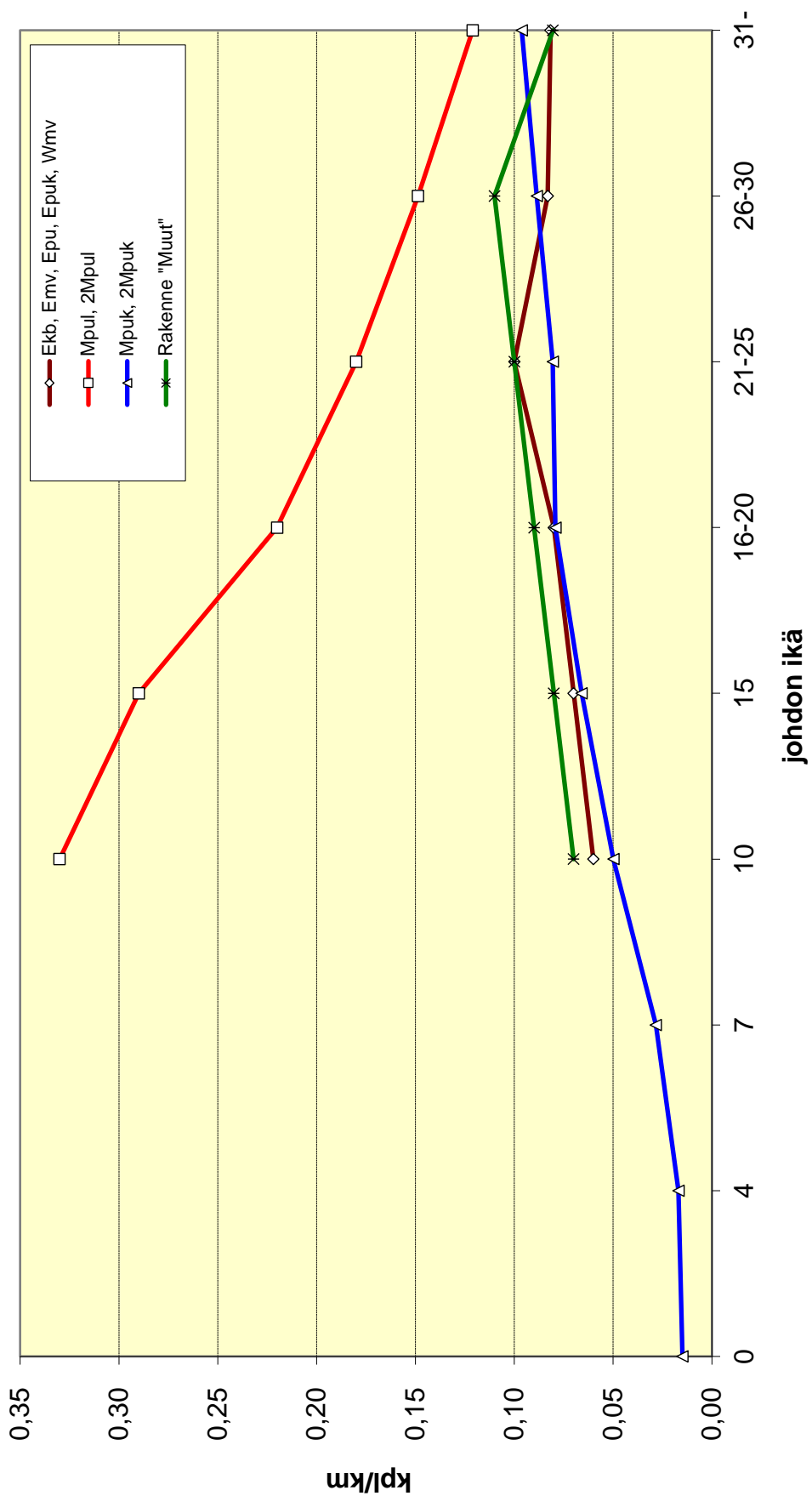
Kuva 2. Vuosittain uusittu kokonaisjohtopituus 1982-2016



Kuva 3. Vauriota kohti uusittu johtopituus 1982-2016

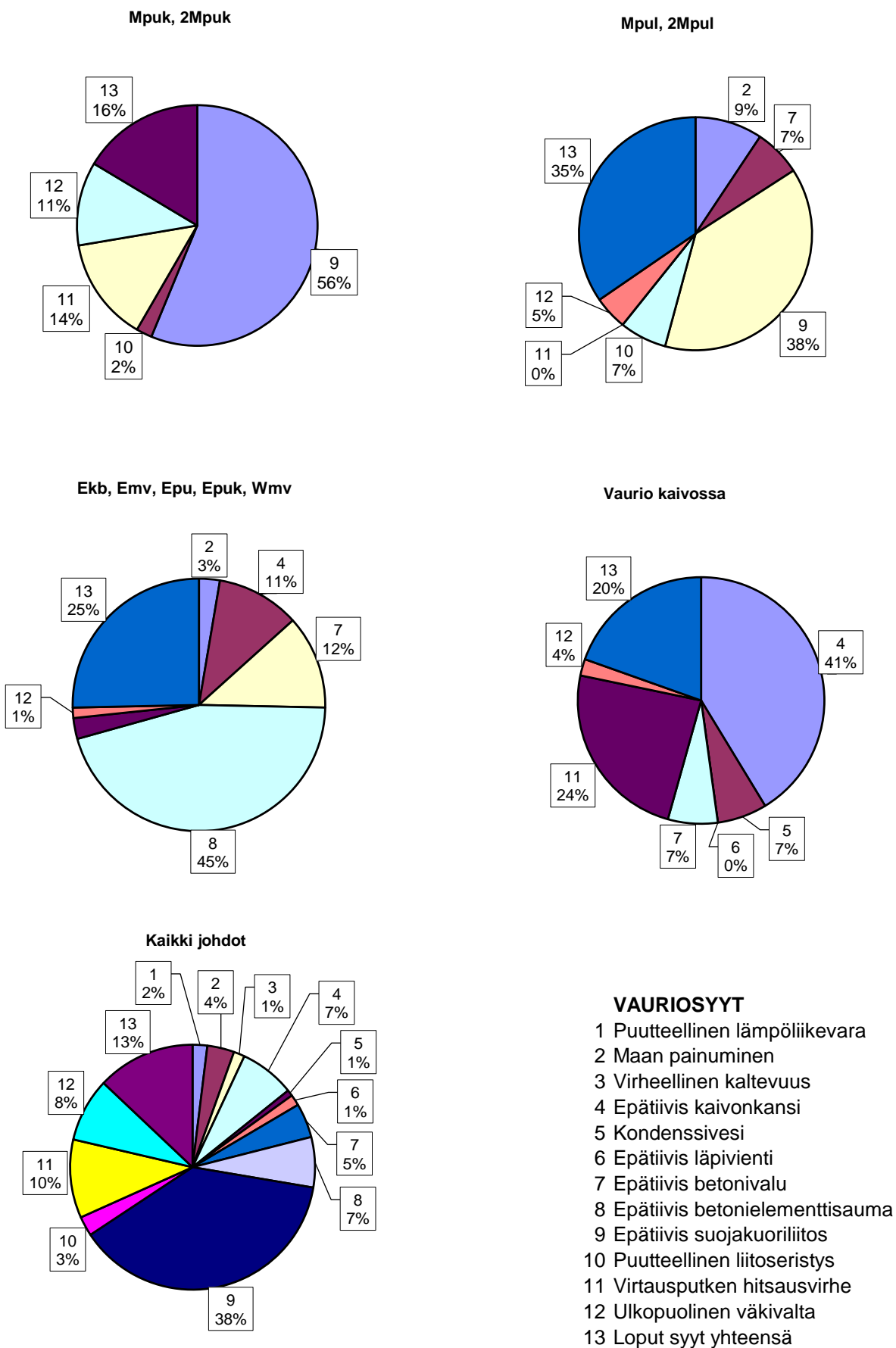


Kuva 4. Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän suhteen 2016

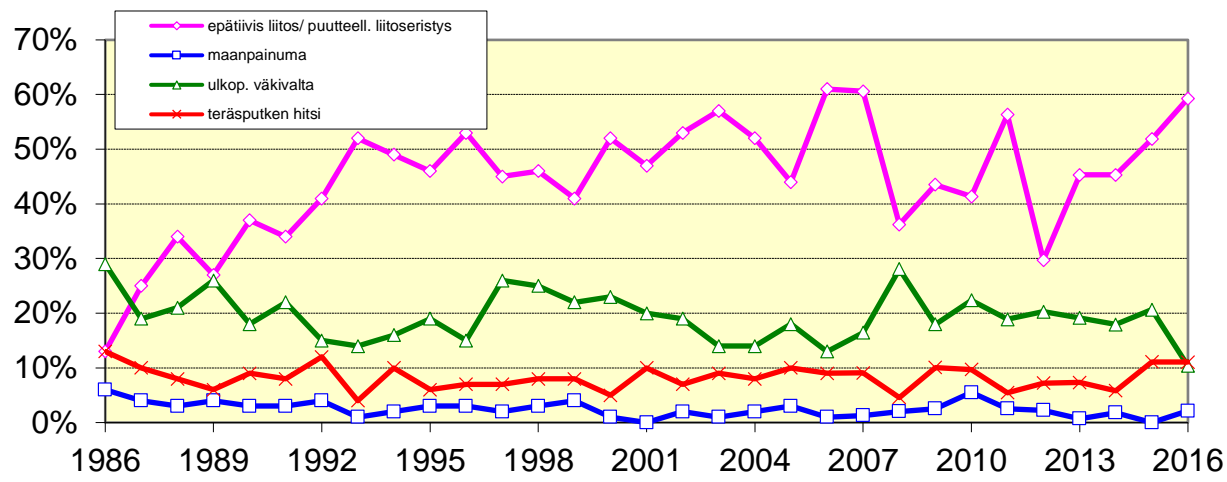


Kuva 5. Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän suhteen keskimäärin vuosina 1987-2016

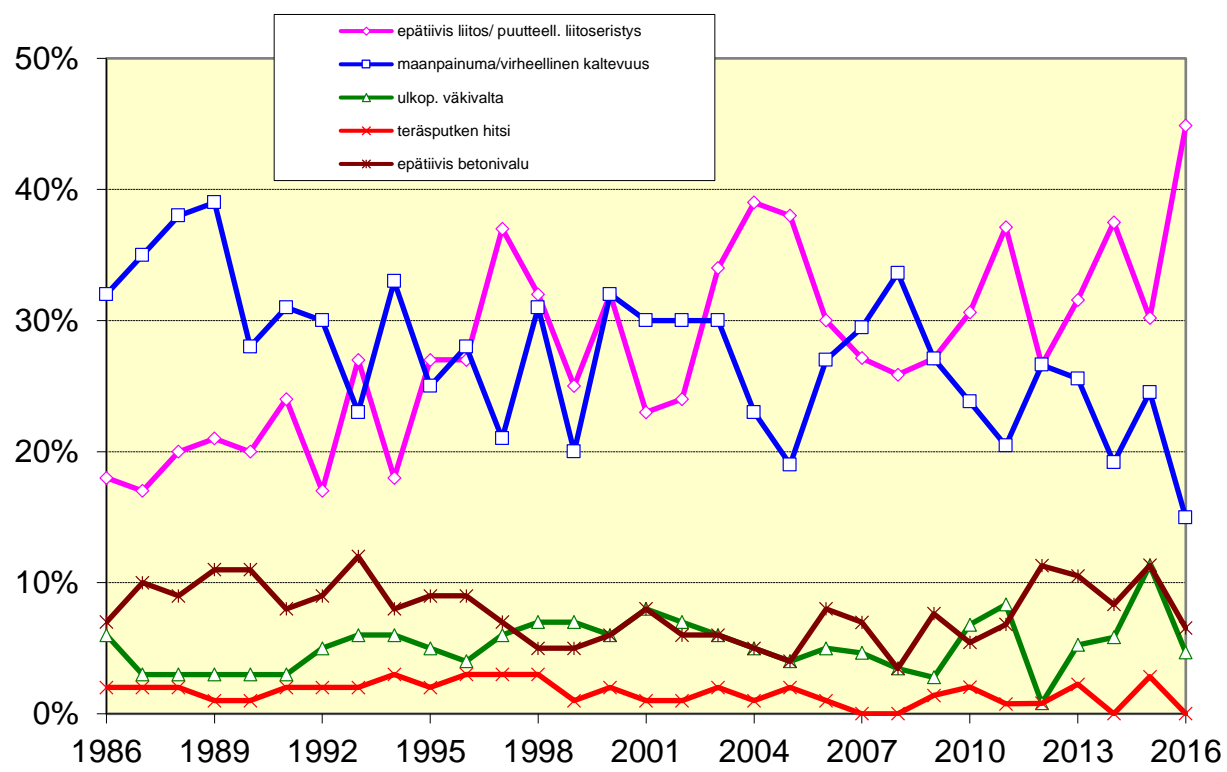




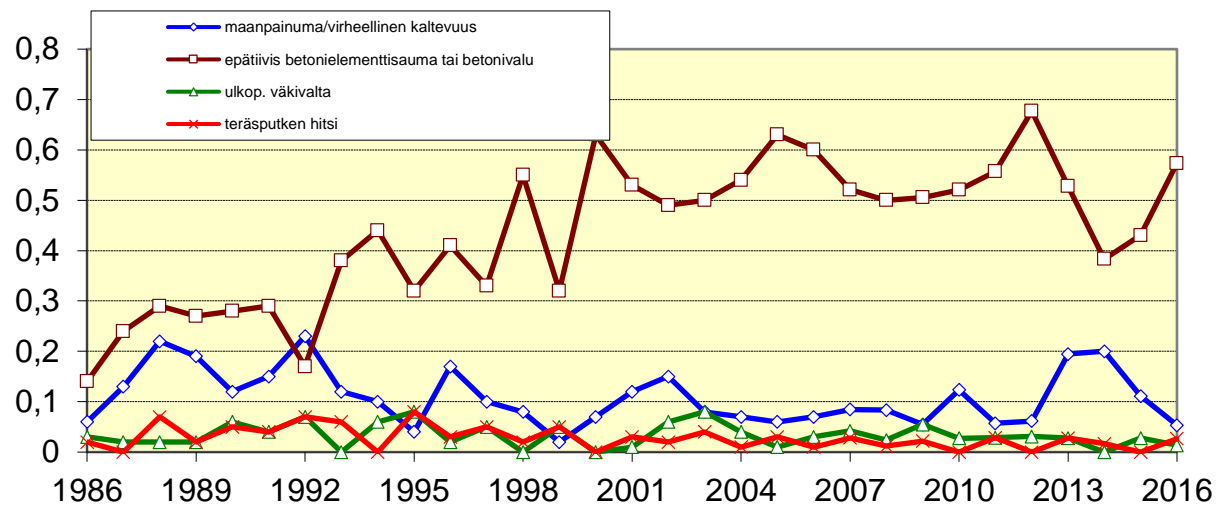
Kuva 6. Vauriosyiden prosentuaalinen jakauma 2016



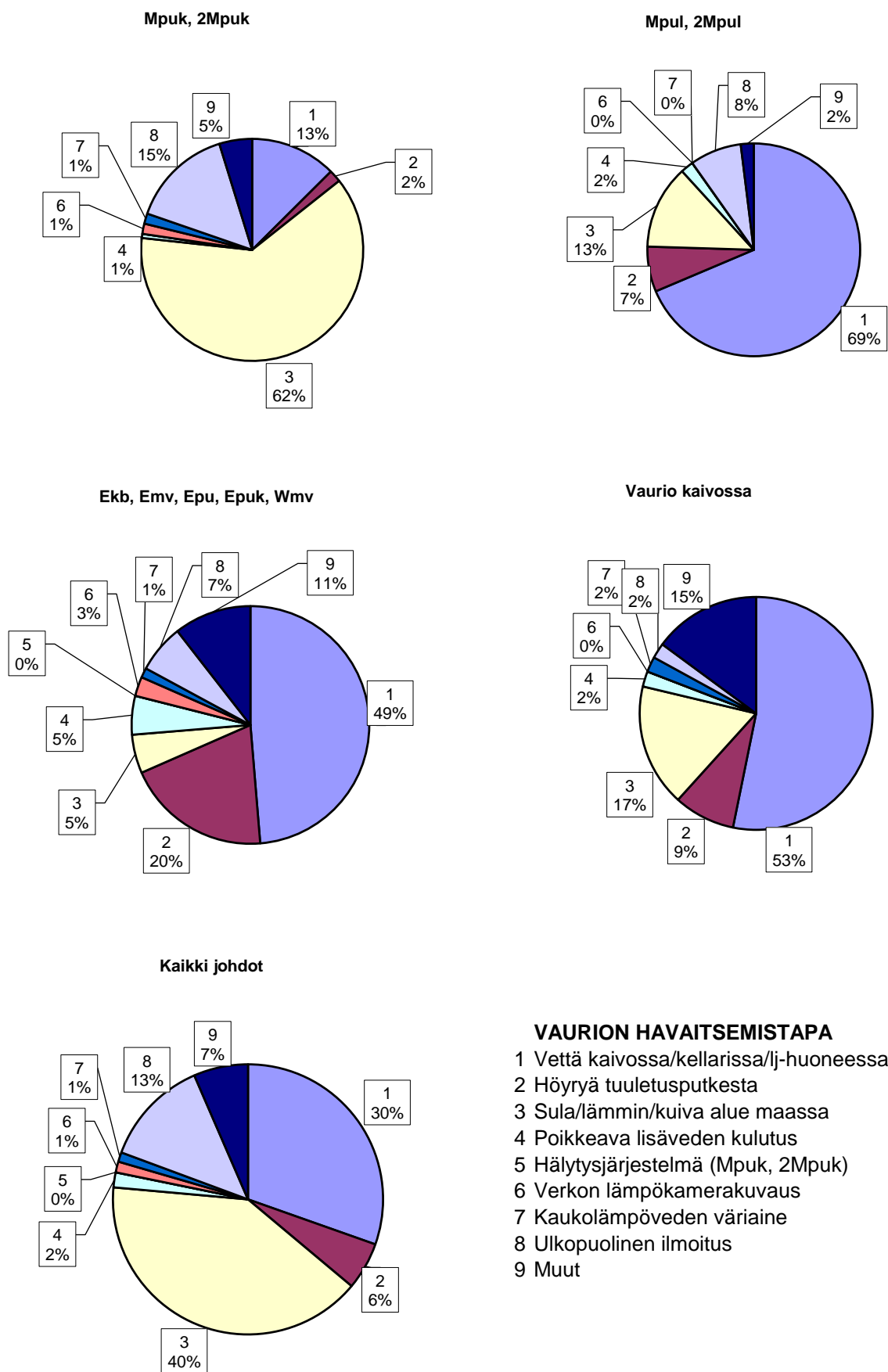
Kuva 7. 2Mpuk-rakenteen vauriosyiden kehitys



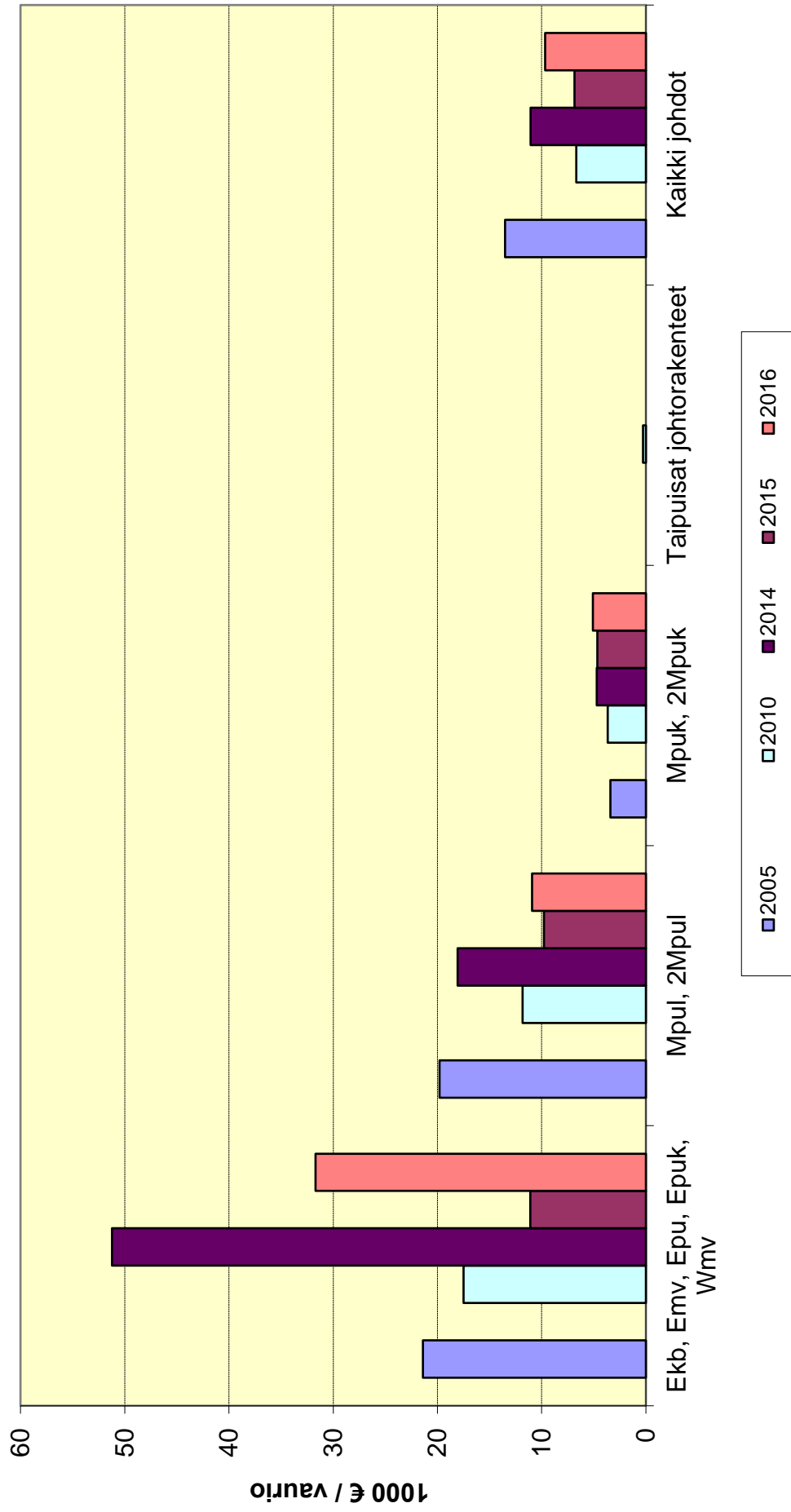
Kuva 8. Mpul-rakenteen vauriosyiden kehitys



Kuva 9. Kokoelementtikanaavien (E) vauriosyiden kehitys

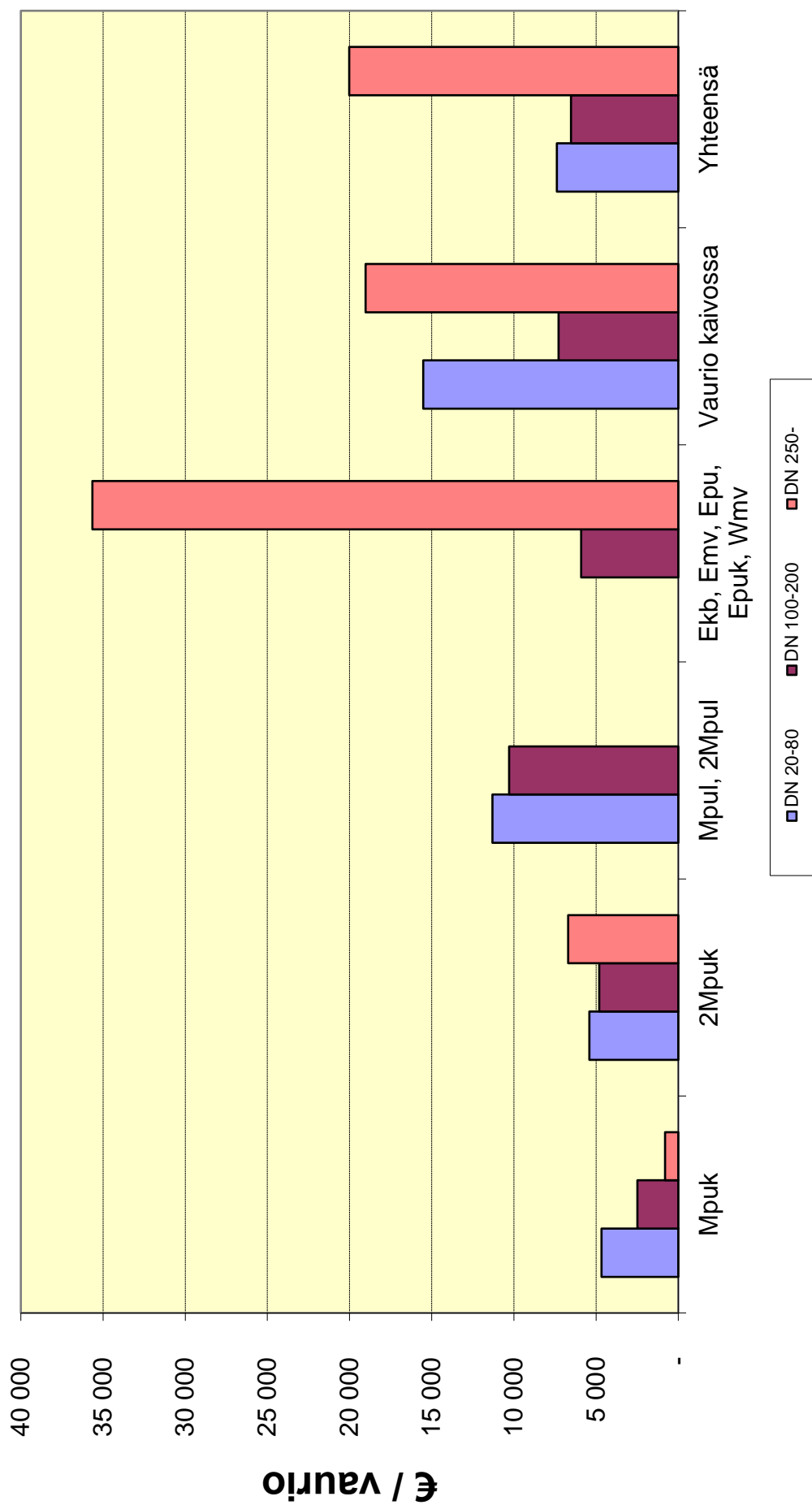


Kuva 10. Vaurioiden havaitsemistavan prosentuaalinen jakauma

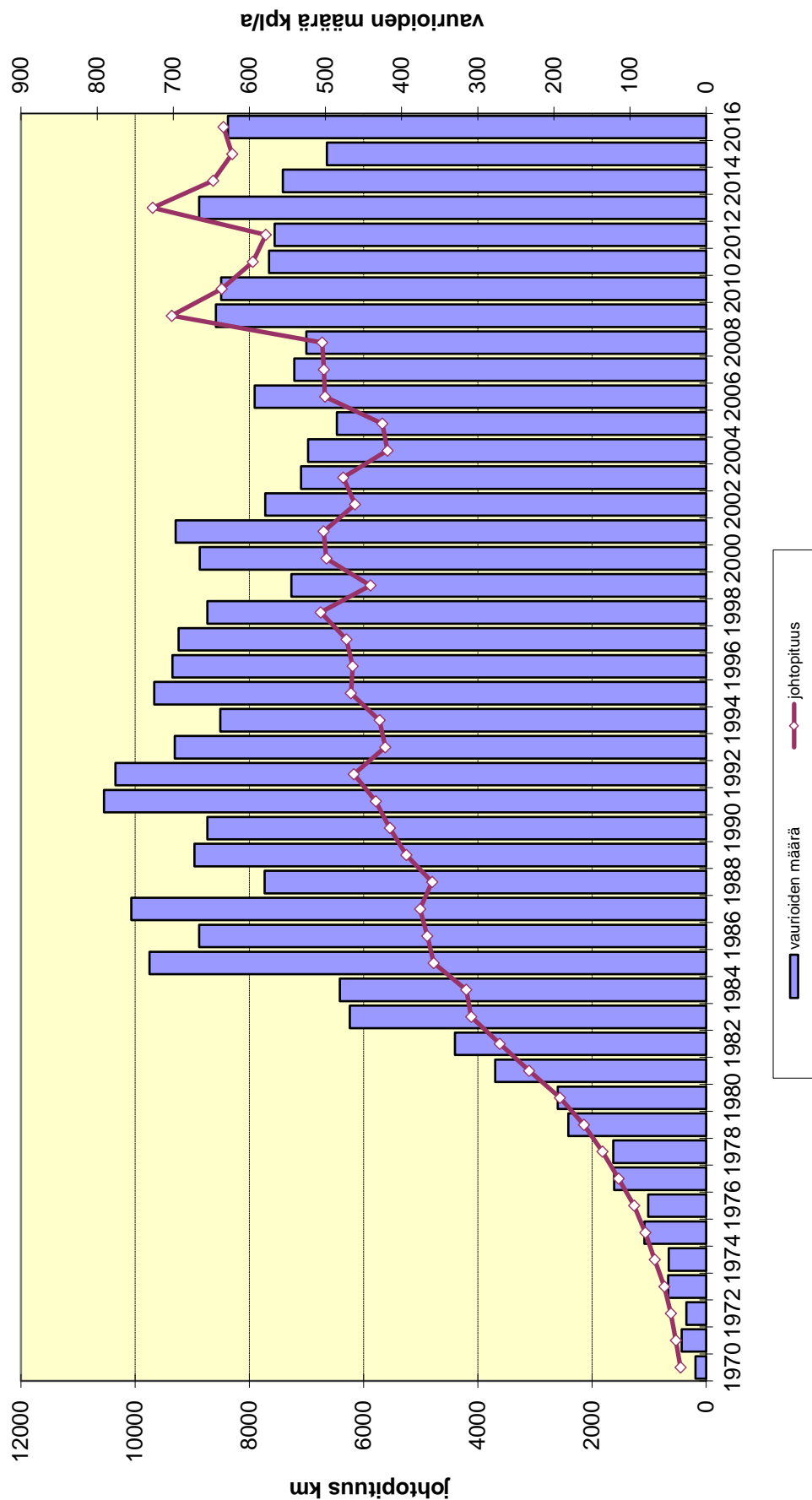


**HUOM!** 2008 - 2016 puuttuu isojen kaupunkien kustannustiedot valtaosin

Kuva 11. Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset eri johtotyypeillä 2005-2016

**HUOM!****Perustuu hyvin pieneen vauriomäärään (145 kpl)**

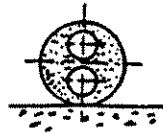
Kuva 12. Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset eri johtotyypeillä kokoluokittain 2016



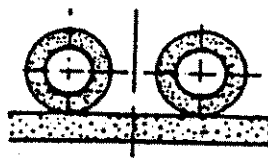
Kuva 13. Vauriokyselyyn vastanneiden jäsenlaitosten yhteenlasketut johtopituudet ja vaurioiden vuosittaiset lukumäärät 1970-2016

## JOHTOTYYPIT JA NIIDEN NIMILYHENTEET

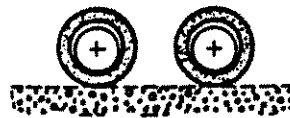
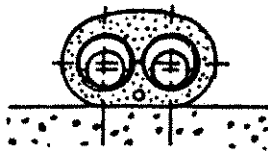
1. Kiinnivaahdotetut muovisuojakuorijohdot, kaksiputkielementit, Mpuk



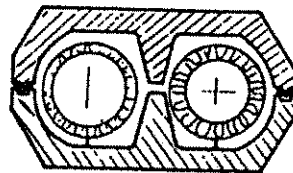
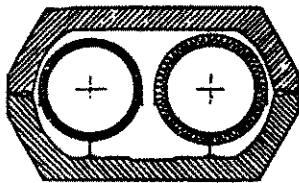
2. Kiinnivaahdotetut muovisuojakuorijohdot, yksiputkielementit, 2Mpuk



3. Irrallisilla virtausputkilla varustetut muovisuojakuorijohdot, ns. "reikäputkielementit", Mpul, 2 Mpul



4. Betoniset kokoelementtikanavajohdot, Emv, Epu, Epuk, Wmv



5. Erilaiset muovi- ja kuparivirtausputkilla varustetut johdot

6. Kaivot

7. Muut johtorakenteet, kuten sisäjohdot, silta- ja tunnelijohdot, asbestisementtisuojaputkijohdot sekä ns. "vanhat" betonikanavajohdot

suojarakenne

E = betoninen kokoelementtikanava  
 W = kolmitukinen betoninen kokoelementtikanava  
 M = polyeteeninen muovisuojaputki tai -kuori

lämpöeristeet

mv = mineraalivilla  
 pu = polyuretaanivaahdot

rakenne

l = putket liikkuvat  
 k = putket kiinni eristeessä





## **Energiateollisuus ry:n kaukolämmön tilastojulkaisut**

Kaukolämpötilasto 1965...2016

District Heating Statistics 1982...2016

Kaukolämpöjohtotilasto 1964, 1971...2002

Kaukolämpöverkon vauriotilasto 1984...2016

Kaukolämmön käyttötaloudelliset tunnusluvut 1984...2016

Maanalaisten kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen rakentamiskustannukset 1988...2016

Kaukolämmön keskeytystilasto 2007...2016







**Energiateollisuus ry**  
**Fredrikinkatu 51-53 B, 00100 Helsinki**  
**Puhelin: (09) 530 520, faksi: (09) 5305 2900**  
**[www.energia.fi](http://www.energia.fi)**