

# Kaukolämpöverkon vauriotilasto 2017



**Energiateollisuus**

**Kaukolämpö**



## **Kaukolämpöverkon vaurioutilasto 2017**



## Kaukolämpöverkon vaurioutilasto 2017

### 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 2017
	2	Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän mukaan 2017, kpl/km
	3	Vauriomäärä ja -tiheys johdon kokoluokittain yleisimmille johtotyypeille 2017
	4	Vauriot vaurioituneen johto-osan mukaan jaoteltuina 2017, kpl
	5	Vauriosyiden jakautuma 2017, %
	6	Vauriot havaitsemistavan mukaan jaoteltuina 2017, kpl
	7	Vauriot paikantamistavan ja -tarkkuuden mukaan jaoteltuina 2017, kpl
	8	Mpuk/2Mpuk-johtojen vauriojaotteluja 2017, kpl
	9	Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset 2017, €/vaurio
<b>Kuvat</b>	1	Kaukolämpöjohtojen vikaantuvuus 1982-2017
	2	Vuosittain uusittu kokonaisjohtopituus 1982-2017
	3	Vauriota kohti uusittu johtopituus 1982-2017
	4	Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän suhteen 2017
	5	Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän suhteen keskimäärin vuosina 1987-2017
	6	Vauriosyiden prosentuaalinen jakautuma 2017
	7	2Mpuk-rakenteen vauriosyiden kehitys 1986-2017
	8	Mpul-rakenteen vauriosyiden kehitys 1986-2017
	9	Betonisten kokoelementtikanavarakenteiden (E) vauriosyiden kehitys 1986-2017
	10	Vaurioiden havaitsemistavan prosentuaalinen jakautuma 2017
	11	Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset eri johtotyypeille 2005-2017
	12	Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset eri johtotyypeillä kokoluokittain 2017
	13	Vauriokyselyyn vastanneiden jäsenlaitosten yhteenlasketut johtopituudet ja vaurioiden vuosittaiset lukumäärät 1970-2017
<b>Liitteet</b>	1	Johtotyypit ja niiden nimilyhenteet



## **Kaukolämpöverkon vaurioutilasto 2017**

### **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 - 2016.

Vuoden 2017 vaurioita koskevaan kyselyyn saatiin vastaukset 40 jäsenyrityksestä vastaten 40 % kaukolämmön vähittäismyyntiä harjoittavista jäsenyrityksistä. Vastanneiden laitosten kokonaisjohtopituus oli 8400 km vastaten noin 57 % koko jäsenistön johtopituudesta.

Vastanneista yrityksistä 9: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, asbestisementtisuoja-putkijohdot 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 2017 oli 513 kpl. Määrä on 1980- ja 1990-lukujen vaihteesta lähtien ollut trendinomaisesti hienoisessa laskussa huolimatta johtopituuden kasvusta ja verkkojen ikääntymisestä. Edellisestä vuodesta vauriomäärä laski yli 100:lla.

Uusittu johtopituus yhteensä, 9,2 km (tieto saatu 417 vauriosta) v. 2017 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 17,9 m, mikä on kolme metriä pitempi kuin vuonna 2016 ja suunnilleen sama kuin 2015.

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 4 vauriota asbestisementtisuojaputkijohdoissa, 6 kpl kellari-/sisäjohtoissa, 3 kpl kiertojohdossa, 3 kpl tunnelijohdossa, 4 kpl muunnoskappaleessa Mpul-(2)Mpuk, 10 erilaisissa vanhoissa betonikanavarakenteissa (valtaosin kevytbetonieristeisiä P-kanavia) sekä 1 väliaikaisessa johdossa.

### 4 Vaurioiden esiintymistiheys ikäluokittain

Keskimääräinen vauriotiheys 2017 oli hieman alhaisempi kuin 2016 eli 0,06 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 vauriotiheys 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, 58 % kohdistui mineraalivillaeristeisiin johtoihin, 30 % PUR-kouruilla eristettyyn rakenteeseen, 6 % kiinnivaahdotettuun johtoon betonikanavassa ja 6 % kevytbetonieristeisiin johtoihin.

Johdon ikää (rakentamisvuotta) ei aina (n. 11 % 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 1987-2017 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 14 %, pelkästään menoputkeen 71 % ja paluuputkeen 15 %. 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.

Rakenteella 2Mpuk yleisimmät vauriosyyt ovat epätiivis suojakuoriliitos tai puutteellinen liitoseristys, joiden yhteiseksi osuudeksi on viime vuosina vakiintunut n. 50 % (nyt 55 %) sekä ulkopuolinen väkivalta, jonka osuus näyttää ko. vahinkojen välttämisedellytysten kehittymisestä huolimatta vakiintuneen n. 15...25 %:n tasolle (nyt 16 %, lisäksi osa muihin syihin sisältyvistä suojaputken halkeamista lienee ulkopuolisen väkivallan aiheuttamia). Teräsputken hitsausvirhe aiheutti 10 % 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 26 %. Absoluuttisesti määrä oli kuitenkin suhteellisen vähäinen eli 14 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 ympäristäyttö/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).

Kaikki kiinnivaahdotetun johdon epätiivit suojakuoriliitokset olivat kutisteliitoksissa, hitsausliitoksissa ei vaurioita raportoitu.

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, 73 % 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 venttiiliviivat ja venttiilien tiivistevuodot.

## 7 Vaurioiden laatu

Raportoiduista vaurioista valtaosa, n. 76 % 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 raportoitu. Syöpymät olivat käytännössä kaikki ulkopuolisen veden aiheuttamia.

## 8 Vaurioiden havaitseminen ja paikantaminen

Vaurioiden pääasiallisin havaitsemistapa betonikanavajohdoilla ja Mpuk-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 45 vuodosta 39 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 275 kpl) kohdistuu johtorakenteelle 2Mpuk, kaksiputkielementtirakenteelle (Mpuk) ilmoitettiin ainoastaan 54 vauriota. Koska Mpuk-rakennetta on käytetty jo yli 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. Kaikki liitosvauriot kohdistuivat 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 kauppanimikkeitä 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 periytynyttä 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 119 liitosvauriosta, joista johdon ikä ilmoitettiin, vain 3 kohdistui 10 v. nuorempiin liitoksiin, 9 kpl 10-20 vuotta vanhoihin liitoksiin ja kaikki muut yli 20 v. ikäisiin liitoksiin, josta voi päätellä liitosrakenteiden selkeästi kehittyneen ja liitostyön laadun nousseen 1970- ja 1980-lukujen tilanteesta.

## 10 Korjauskustannukset

Vaurioiden korjauskustannuksista saatiin 2017 kyselyssä tiedot vain 76 vauriosta. Vähäinen määrä ja etenkin isompien yritysten tietojen puuttuminen haittaa keskiarvojen luotettavuutta ja vertailukelpoisuutta aiempiin vuosiin. Todelliset korjauskustannukset 2017 lienevät keskimäärin selvästi taulukossa 9 ja kuvissa 11 ja 12 esitettyjä suuremmat, ehkä noin puolitoista-kaksinkertaiset.

2017 keskimääräinen korjauskustannus/vaurio oli n. 6 400 €. Mikäli oletetaan keskimääräiset vauriokohtaiset korjauskustannukset vuoden 2005 mukaisiksi (n. 14 000 €), olisi v. 2016 raportoidun 513 vaurion kokonaiskorjauskustannus 7,2 M€. Jos vastausprosentti vauriokyselyyn olisi 100, päädyttäisiin koko Suomessa laskennallisesti tasoon 12,6 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 2017 oli 513 kpl, keskimääräinen vauriotiheys 0,06 kpl/km ja uusittu johtopituus 9,2 km.

Kiinnivaahdotetuilla muovisuojakuorijohdoilla vauriotiheys oli 0,05 kpl/km (2Mpuk) ja 0,03 kpl/km (Mpuk), johtorakenteella Mpul/2Mpul 0,15 kpl/km ja betonikanavarakenteella 0,09 kpl/km.

Uusittu johtopituus/vaurio oli kiinnivaahdotetulla rakenteella n. 4,5 m, Mpul-rakenteella yli kymmenkertainen ja betonisilla kokoelementtikanaavilla n. viisinkertainen 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 2017

	Johtotyyppi										Yhteensä
	Mpuk	2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, Epuk, W/mv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet				
JOHTOPITUUS / km	2 144	4 458	624	629	117		626				8 598
- osuus kokonaisjohtopituudesta / %	25	52	7	7	1	-	7				100
UUSITTU JOHTOPITUUS / M 1)	233	977	4 638	1 282	47	292	1 735				9 204
- osuus kaikista uusituista johdoista / %	3	11	50	14	1	3	19				100
- vauriota kohti / m	4,3	4,4	49,3	22,9	5,8	6,0	56,0				17,9
VAURIOTAPAUSTEN LUKUMÄÄRÄ / kpl	54	221	94	56	8	49	31				513
- osuus kaikista vaurioista / %	11	43	18	11	2	10	6				100
- vaurioiden esiintymistiheys / kpl/km	0,03	0,05	0,15	0,09	0,07		0,05				0,06

1) Perustuu yhteensä 417 vaurioon, josta uusittu johtopituus ilmoitettiin

Taulukko 2 Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän mukaan 2017, kpl/km 1)

Käyttöikä vuotta	Johtotyyppi														Yhteensä	
	Mpuk, 2Mpuk		Mpul, 2Mpul		Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wmv		Taipuisat johtorakenteet		Vaurio kaivossa		Rakenne "Muut"		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	0,25	1	0,02	4	0,02	
1	3	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,01	
2	1	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,00	
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	3	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,01	
5	5	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	0,02	
6	2	0,01	-	-	-	-	-	-	-	1	0,20	1	0,01	3	0,01	
7	1	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,00	
8	8	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	0,04	
9	4	0,02	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	6	0,02	
10	8	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20	1	0,04	9	0,04	
11	4	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,02	
12	5	0,02	-	-	-	-	1	1,00	-	-	-	-	-	6	0,03	
13	4	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,02	
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15	3	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,01	
16-20	19	0,03	2	1,40	1	0,40	1	0,40	5	2	0,13	2	0,04	30	0,04	
21-25	30	0,06	1	0,05	-	-	-	0,40	3	1	0,07	1	0,07	35	0,07	
26-30	48	0,06	1	0,05	5	0,33	-	0,40	2	2	0,08	2	0,07	58	0,07	
31-	88	0,07	76	0,13	49	0,08	5	-	35	21	0,04	21	0,09	274	0,09	
tuntematon	35	-	13	-	2	-	2	-	2	2	-	2	-	56	-	

1) Perustuu yhteensä 455 vaurioon, joista vaurioituneen johdon rakennusvuosi ilmoitettiin

Taulukko 3 Vauriomäärä ja tiheys johdon kokoluokittain yleisimmille johtotyypeille 2017

Johtokoko	Johtotyyppi				Yhteensä
	Mpuk, 2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, EpuK, Wmv		
DN 20-80					
- lukumäärä kpl	221	105	41	367	
- tiheys kpl/km	0,057	0,238	0,800	0,084	
DN 100-200					
- lukumäärä kpl	96	59	50	205	
- tiheys kpl/km	0,054	0,327	0,216	0,094	
DN 250-					
- lukumäärä kpl	55	35	70	160	
- tiheys kpl/km	0,062	13,232	0,202	0,129	

Taulukko 4 Vauriot vaurioituneen johto-osan mukaan jaoteltuina 2017, kpl

Vaurioitunut johto-osa	Johtotyyppi							Yhteensä
	Mpuk	2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wmv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet	
Virtausputki	37	165	86	44	8	24	25	389
Ilmanpoisto, maa-asennus	2	4	-	-	-	-	-	6
Ilmanpoisto kaivossa	-	2	-	-	-	7	-	9
Tyhjennys, maa-asennus	2	2	-	-	-	-	-	4
Tyhjennys, kaivossa	1	4	1	1	-	10	-	17
Sulkuventtiili, maa-asennus	9	8	-	1	-	-	-	18
Sulkuventtiili, kaivossa	-	1	1	1	-	6	-	9
Haaroitus, porausliitos	1	4	-	1	-	-	-	6
Haaroitus, muu	-	15	2	1	-	2	1	21
Tasain	-	1	4	6	-	2	1	14
PE-suojakuori	4	20	3	-	-	-	-	27
Eristys	5	23	1	2	2	1	1	35
Kiintopiste	-	3	3	3	-	-	1	10
Läpivienti	-	1	2	-	-	1	1	5
Muu	5	6	1	2	1	1	2	18



Taulukko 5 Vauriosyiden jakautuma 2017, %

Vauriosyy	Johtotyyppi							Yhteensä
	Mpuk	2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wmv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet	
Puutteellinen lämpöliikevara	2	1	1	4		-	-	1
Maan painuminen	2	1	12	2		-	-	3
Virheellinen ympäristäyttö	-	1	-	-		-	-	1
Virheellinen kaltevuus	-	0	5	4		2	-	2
Epätiivis kaivonkansi	6	2	5	5		48	-	7
Kondenssivesi	-	-	-	-		4	-	0
Epätiivis läpivienti	2	1	4	-		15	3	3
Epätiivis betonivalu	-	0	14	18		-	10	5
Epätiivis betonielementtisauma	-	-	1	38		4	20	6
Epätiivis suojakuoriliitos	25	50	27	-		2	10	30
Puutteellinen liitoseristys	6	5	-	-		-	3	3
Virtausputken hitsausvirhe	26	10	3	2		10	10	10
Suojakuoren halkeama tms.	2	2	4	-		-	-	2
Epätiivis PE-putken hitsi	-	1	-	-		-	-	1
Epätiivis liukutasain	-	0	-	2		-	-	0
Ulkopuolinen väkivalta	11	16	4	4		-	10	10
Muut	19	8	19	23		15	33	15

Taulukko 6 Vauriot havaitsemistavan mukaan jaoteltuina 2017, kpi

Vauriosyy	Johtotyyppi								Yhteensä
	Mpuk	2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wmv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet	Yhteensä	
Vettä kaivossa/kellarissa/lj-huoneessa	7	23	59	30	2	30	18	169	
Höyryä tuuletusputkesta	2	4	7	7	-	3	-	23	
Sula/lämmin/kuiva alue maassa	32	118	10	4	4	2	1	171	
Poikkeava lisäveden kulutus	1	5	3	4	-	-	2	15	
Häilytyksosteudenvalvontajärjestelmästä (Mpuk, 2Mpuk)	-	3	1	-	-	-	-	4	
Verkon lämpökamerakuvaus	-	9	1	3	-	1	-	14	
Kaukoilämpöveden väriaine	-	6	4	1	-	1	-	12	
Ulkopuolinen ilmoitus	12	51	10	2	2	4	7	88	
Muut	3	4	2	7	-	5	2	23	
<b>Yhteensä</b>	<b>57</b>	<b>223</b>	<b>97</b>	<b>58</b>	<b>8</b>	<b>46</b>	<b>30</b>	<b>519</b>	

Taulukko 7 Vauriot paikantamistavan ja -tarkkuuden mukaan jaoteltuina 2017, kpl

Paikantamistapa	Paikantamistarkkuus					Yhteensä
	0 -1 m	2 - 5 m	6 - 20 m	yli 20 m		
Korrelaatiomenetelmä	-	1	-	-	1	
Lämpökamerakuvaus	17	9	4	1	31	
Hälytysjärjestelmä (Mpuk, 2Mpuk)	-	-	-	-	-	
Koekaivaminen	11	20	11	7	49	
Sula/lämmin/kuiva alue maassa	124	17	3	4	148	
Pintalämpötilamittari	10	3	-	1	14	
Ulkopuolinen ilmoitus	54	6	2	1	63	
Muu	38	1	4	4	47	
<b>Yhteensä</b>	<b>254</b>	<b>57</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	<b>353</b>	

Taulukko 8 Mpuk/2Mpuk-johtojen vauriojaotteluja 2017, kpl

Asennusmenetelmä			
Kompensoitu (tasaimet/luonnollinen kompensointi)	Kitkakiinnitetty, esilämmitetty	Kitkakiinnitetty, ei esilämmitystä (ns. kylmäasennus)	Jäykkä asennus kiintopistein
8	107	-	1

Liitosvauriot eristystavan mukaan		
Konevaahdotus	Käsinsekoitus	Erityskourut
40	60	1

Liitosvauriot liitostyyppin mukaan			
Pelti+leveä kutiste	PE-holkki + kapeat kutisteet	Hlitsausliitos	Muu
23	73	-	-

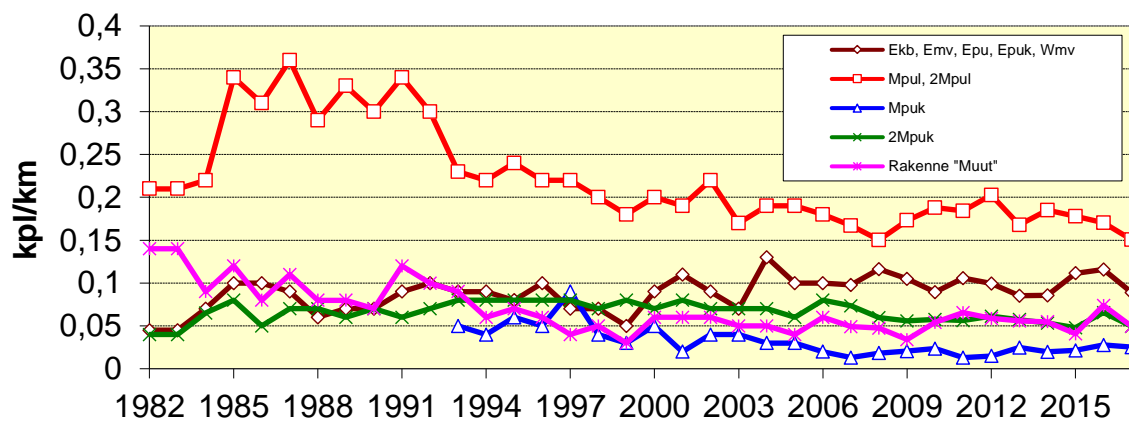
Vaurioituneen liitoksen sijainti			
Suoralla osuudella kitkapituudella	Suoralla osuudella kitkapituuden ulkopuolella	Kulmassa	T-haarassa
38	4	8	6

Kulman/T-haaran paisuntajärjestelyt		
Paisuntatyynyt	Vapaa liiketila	Ei kumpaakaan
-	6	30

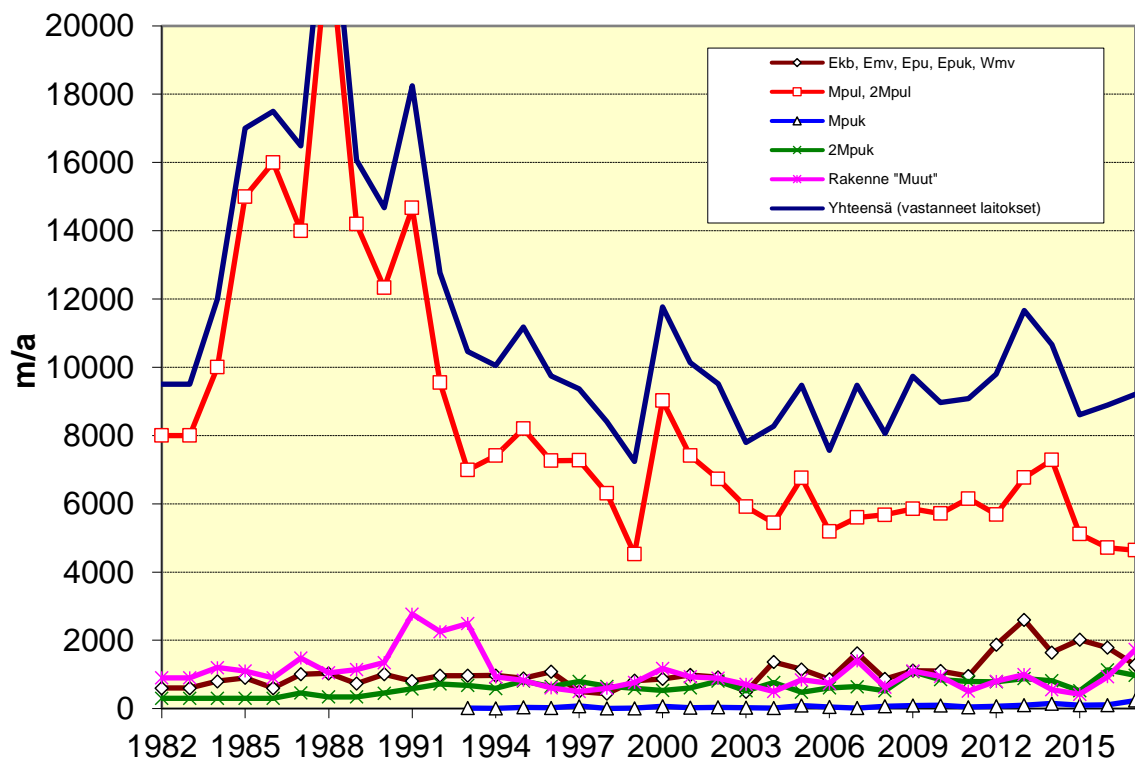
Taulukko 9 Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset 2017, €/vaurio

Vauriosyy	Johtotyyppi										Yhteensä
	Mpuk	2Mpuk	Mpui, 2Mpui	Ekb, Emv, Epu, Epuk, W/mv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet				
DN 20-80	3 187	2 365	6 713		5 000	4 494	313				4 014
DN 100-200	3 558	3 199	13 095	5 161		10 500					5 462
DN 250-		31 339		16 748		8 398					19 756
Yhteensä	3 255	5 650	7 910	10 311		6 796	313				6 371

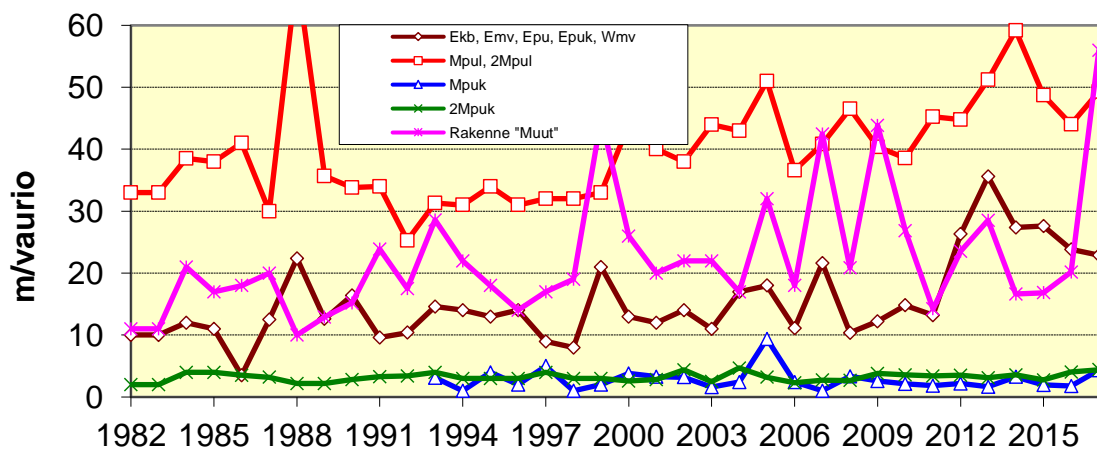
Huom! Yksittäisissä luokissa luku voi perustua hyvin pieneen vauriomäärään. Yhteensä -rivin luvut ovat tilastollisesti luotettavimpia.



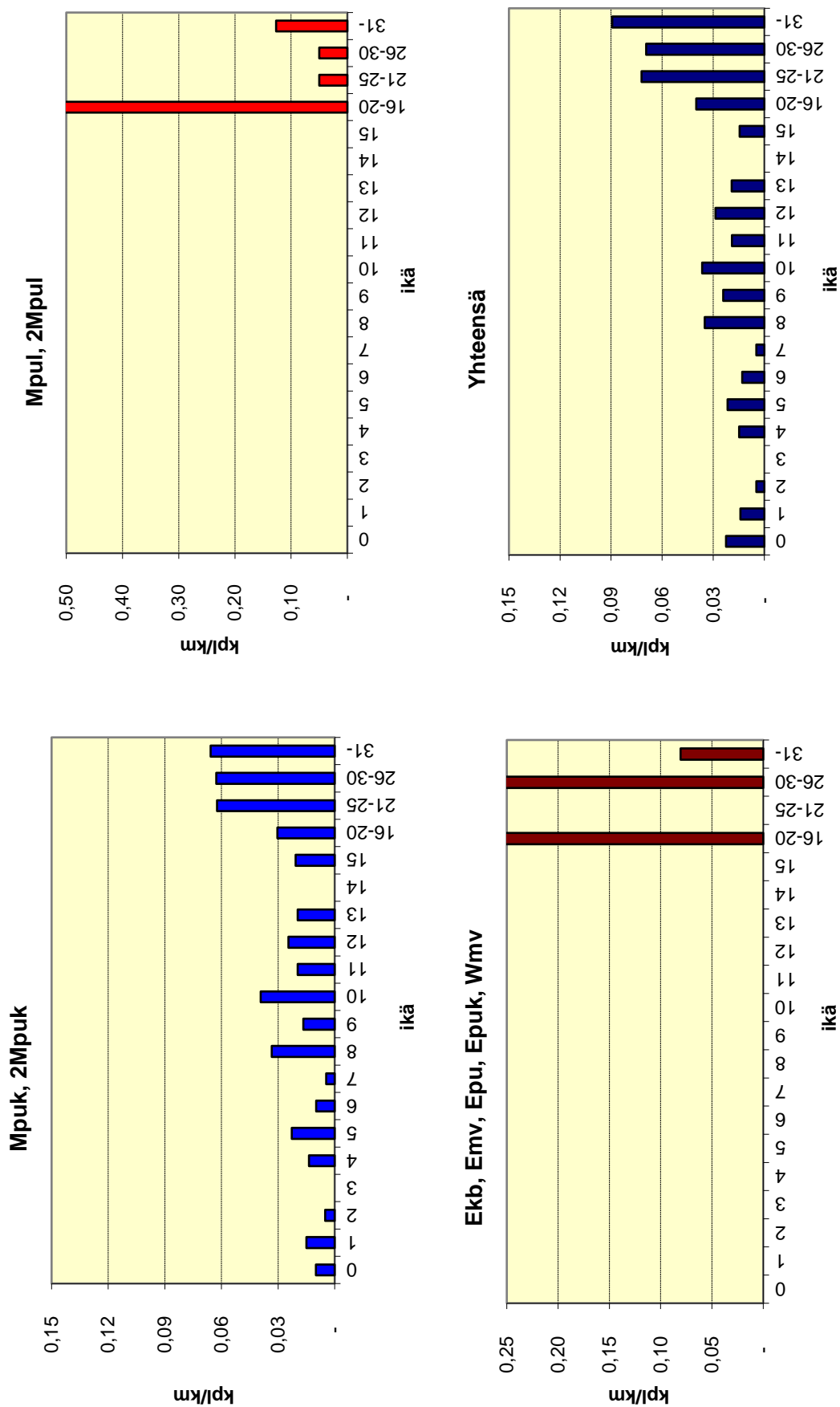
Kuva 1. Kaukolämpöjohtojen vikaantuvuus 1982-2017



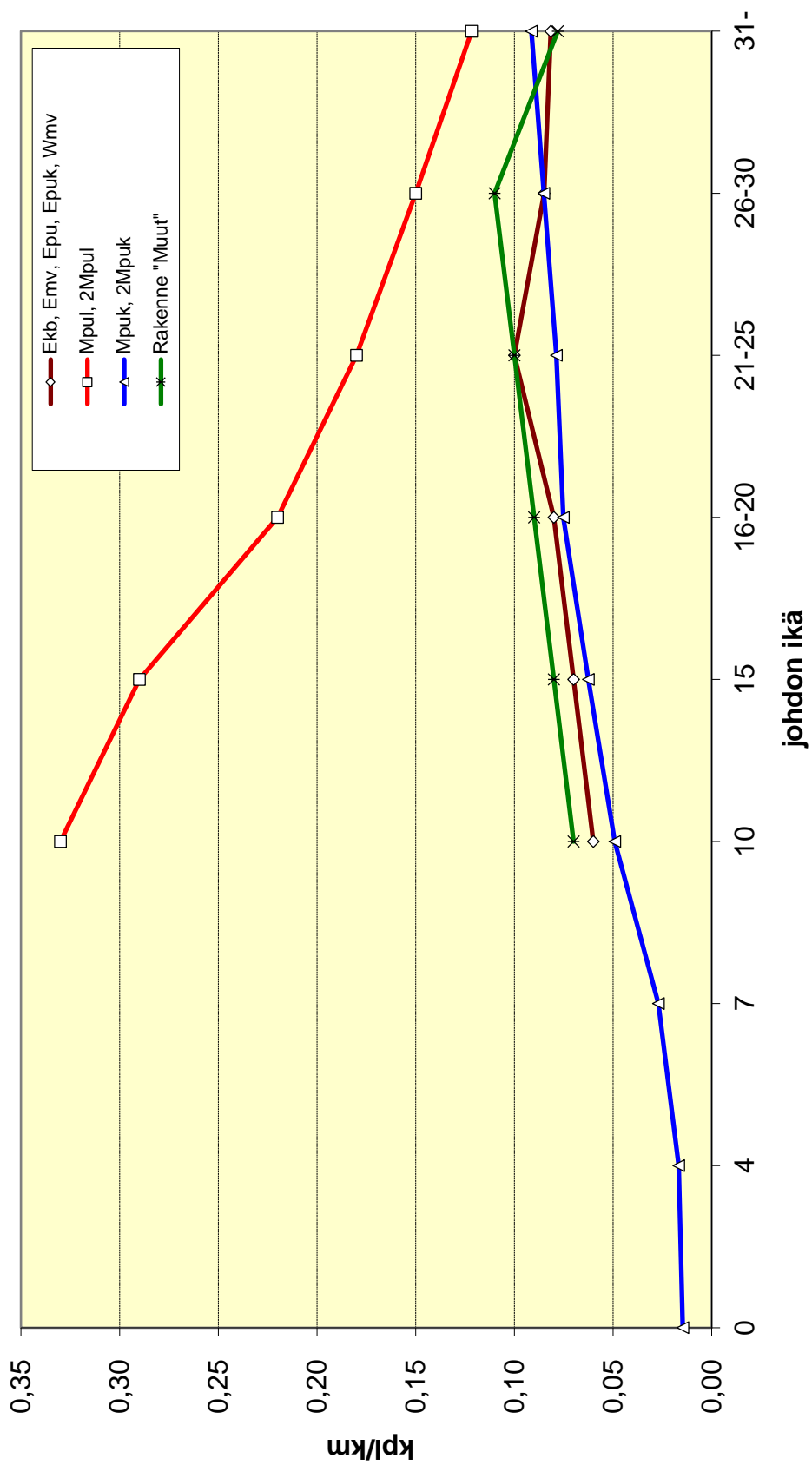
Kuva 2. Vuosittain uusittu kokonaisjohtopituus 1982-2017



Kuva 3. Vauriota kohti uusittu johtopituus 1982-2017

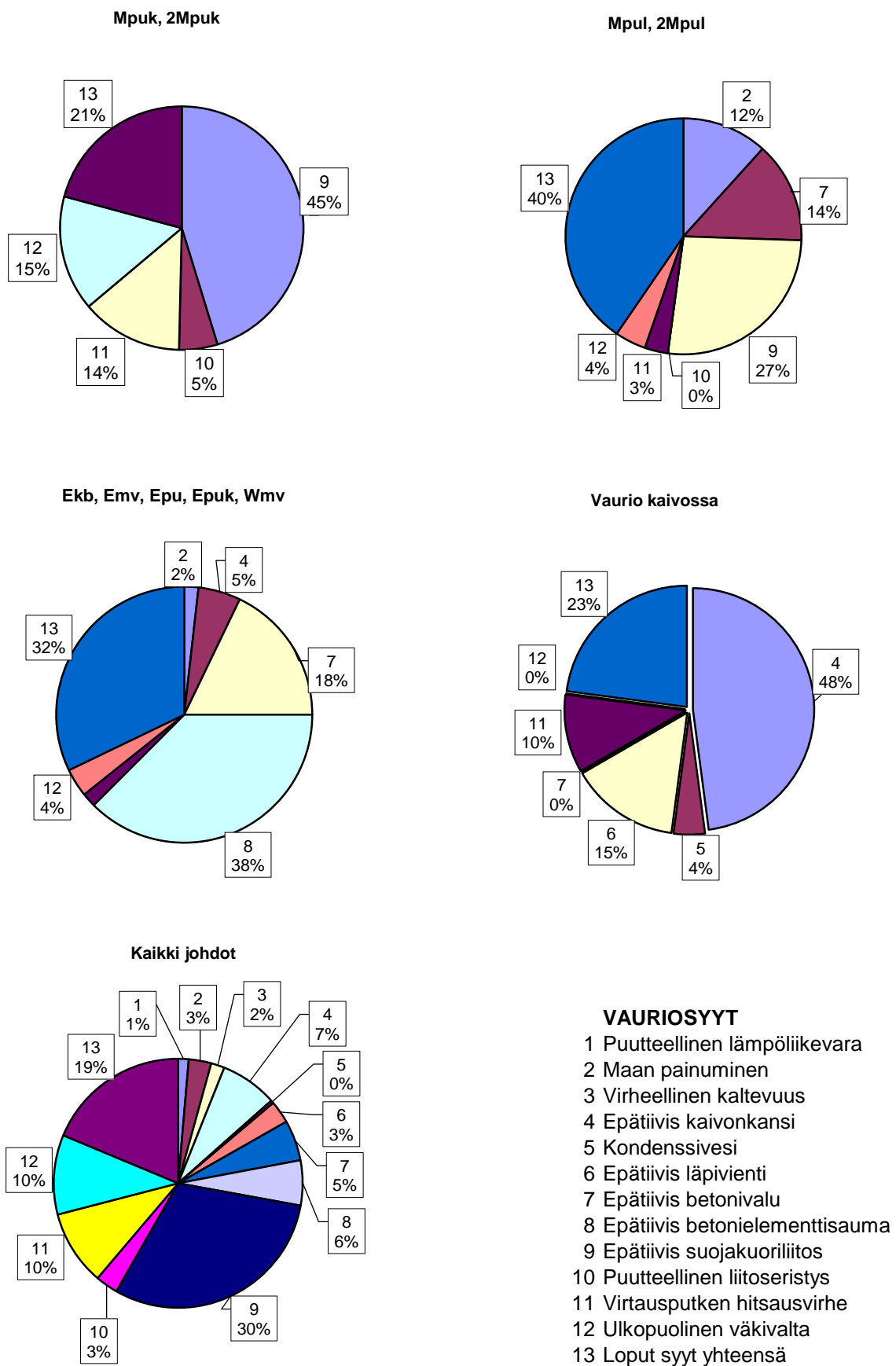


Kuva 4. Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän suhteen 2017

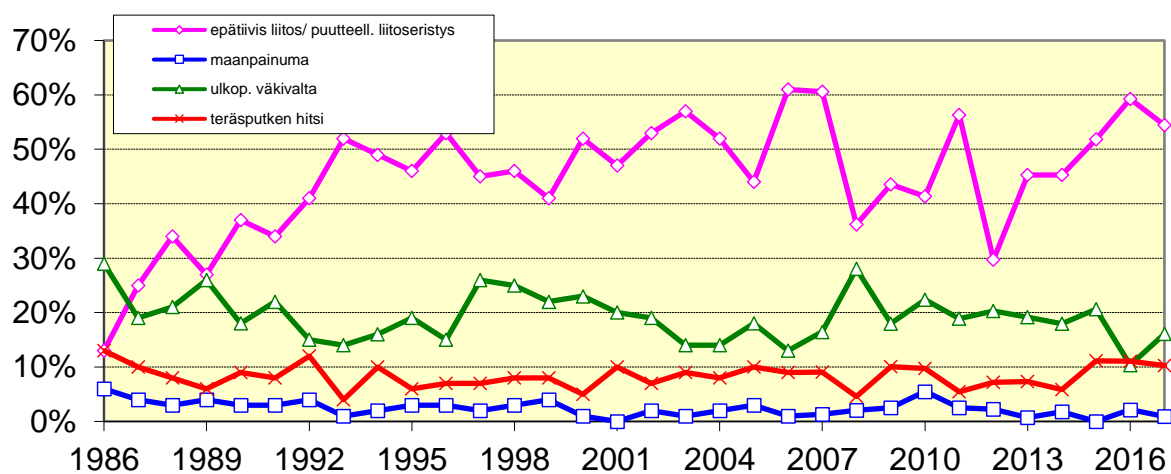


Kuva 5. Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän suhteen keskimäärin vuosina 1987-2017

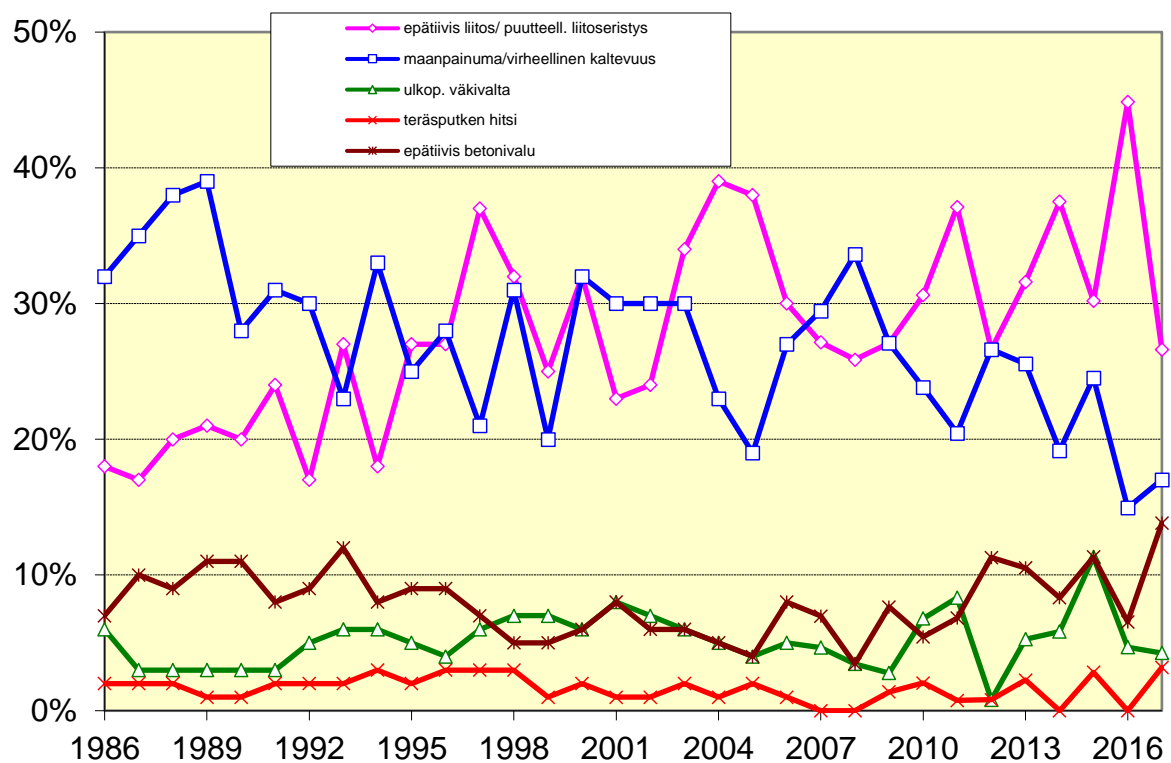




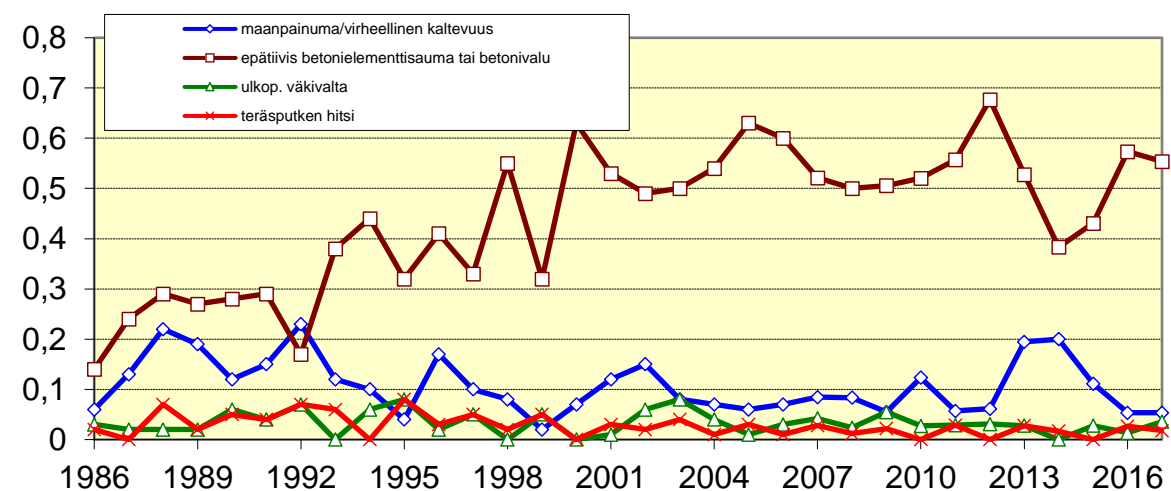
Kuva 6. Vauriosyiden prosentuaalinen jakauma 2017



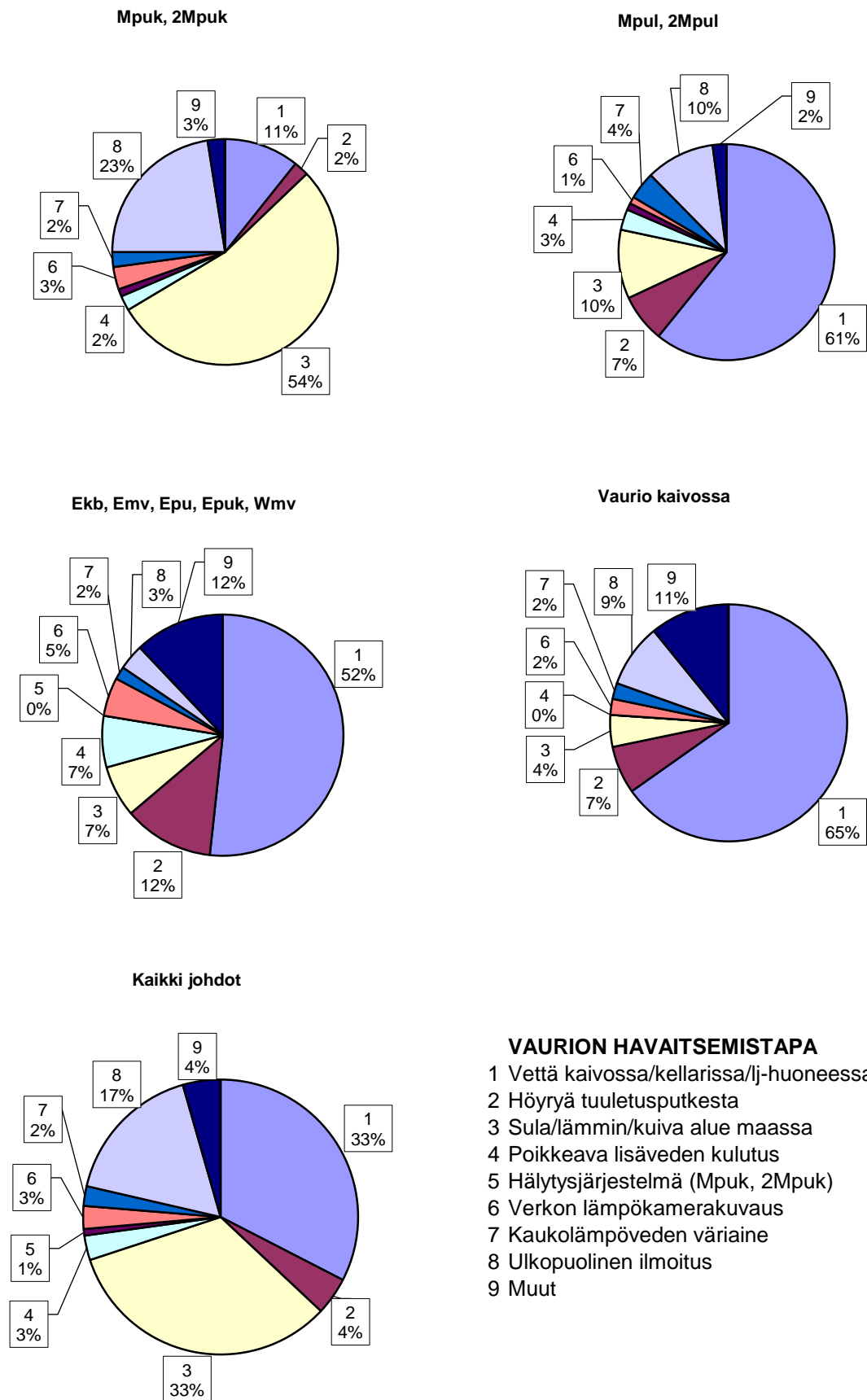
Kuva 7. 2M-puk-rakenteen vauriosyiden kehitys



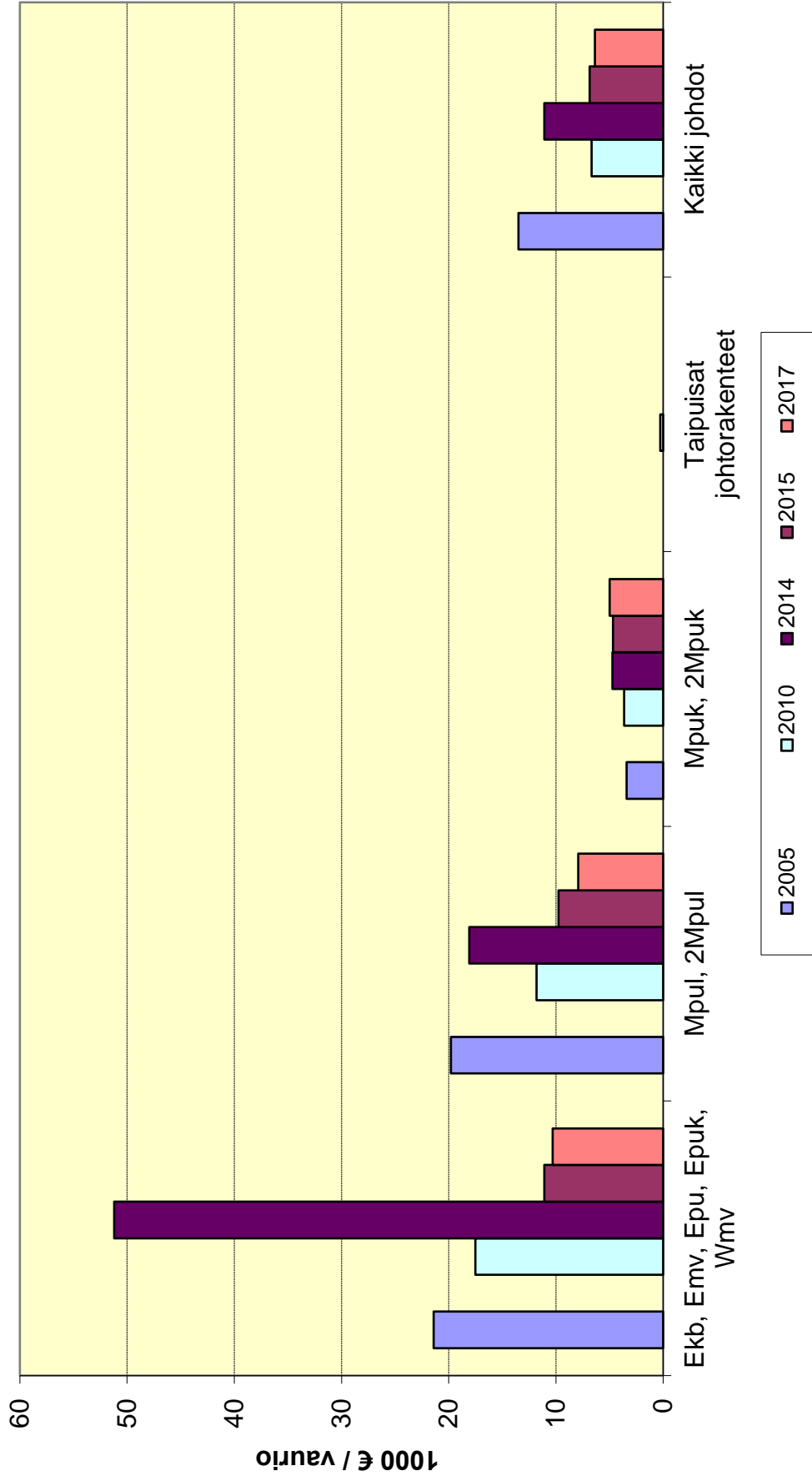
Kuva 8. Mpul-rakenteen vauriosyiden kehitys



Kuva 9. Kokoelementtikanaavien (E) vauriosyiden kehitys

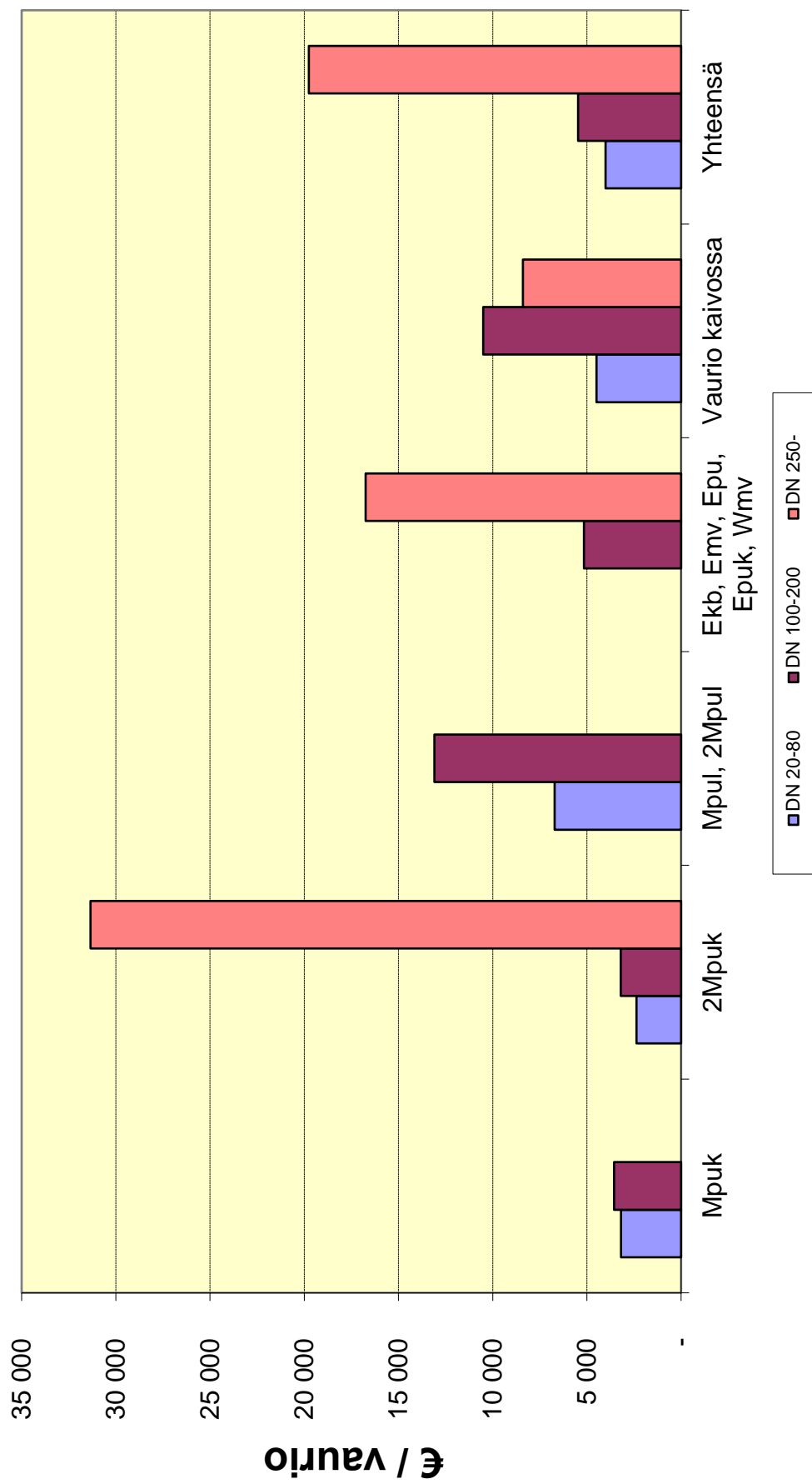


Kuva 10. Vaurioiden havaitsemistavan prosentuaalinen jakauma



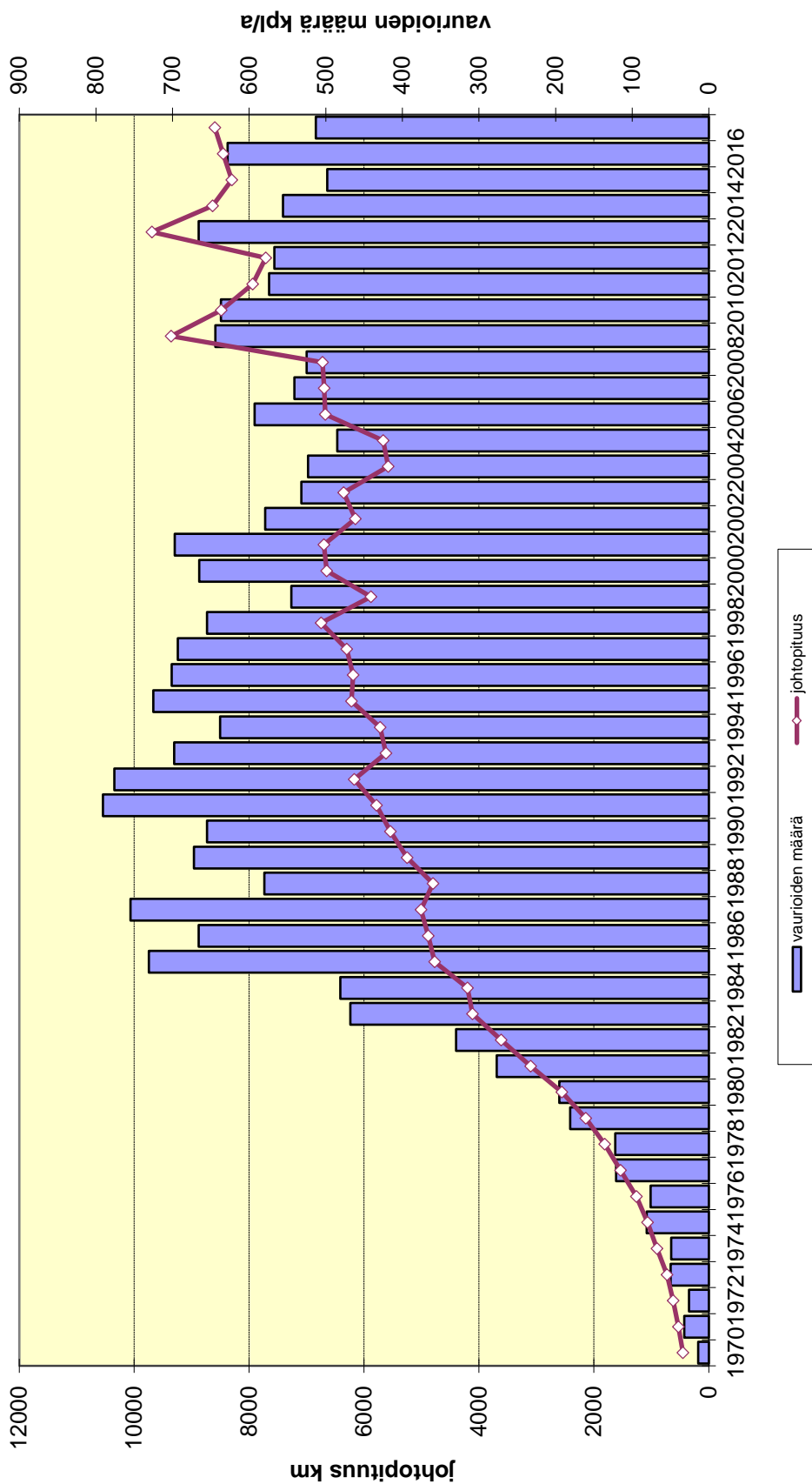
**HUOM!** 2008 - 2017 puuttuu isojen kaupunkien kustannustiedot valtaosin

Kuva 11. Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset eri johtotyypeillä 2005-2017



**HUOMI!** Perustuu hyvin pieneen vauriomäärään (yhteensä 76 kpl)

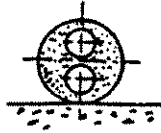
Kuva 12. Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset eri johtotyypeillä kokoluokittain 2017



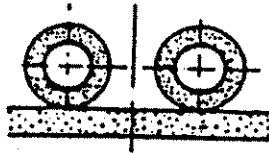
Kuva 13. Vauriokyselyyn vastanneiden jäsenlaitosten yhteenlasketut johtopituudet ja vaurioiden vuosittaiset lukumäärät 1970-2017

## JOHTOTYYPIT JA NIIDEN NIMILYHENTEET

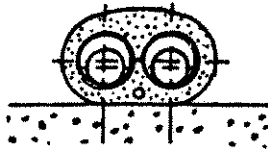
1. Kiinnivaahdotetut muovisuojakuorijohdot, kaksiputkielementit, Mpuk



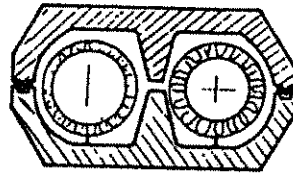
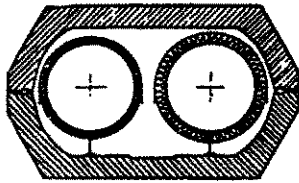
2. Kiinnivaahdotetut muovisuojakuorijohdot, yksiputkielementit, 2Mpuk



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



4. Betoniset kokoelementtikanaavajohdot, 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 kokoelementtikanaava  
 W = kolmitukinen betoninen kokoelementtikanaava  
 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...2017

District Heating Statistics 1982...2017

Kaukolämpöjohtotilasto 1964, 1971...2002

Kaukolämpöverkon vauriotilasto 1984...2017

Kaukolämmön käyttötaloudelliset tunnusluvut 1984...2017

Maanalaisten kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen rakentamiskustannukset 1988...2017

Kaukolämmön keskeytystilasto 2007...2017







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