

# Kaukolämpöverkon vaurioutilasto 2019



**Energiateollisuus**

**Kaukolämpö**



## **Kaukolämpöverkon vauriotilasto 2019**



## Kaukolämpöverkon vaurioutilasto 2019

### 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 2019
	2	Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän mukaan 2019, kpl/km
	3	Vauriomäärä ja -tiheys johdon kokoluokittain yleisimmille johtotyypeille 2019
	4	Vauriot vaurioituneen johto-osan mukaan jaoteltuina 2019, kpl
	5	Vauriosyiden jakautuma 2019, %
	6	Vauriot havaitsemistavan mukaan jaoteltuina 2019, kpl
	7	Vauriot paikantamistavan ja -tarkkuuden mukaan jaoteltuina 2019, kpl
	8	Mpuk/2Mpuk-johtojen vauriojaotteluja 2019, kpl
	9	Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset 2019, €/vaurio
<b>Kuvat</b>	1	Kaukolämpöjohtojen vikaantuvuus 1982-2019
	2	Vuosittain uusittu kokonaisjohtopituus 1982-2019
	3	Vauriota kohti uusittu johtopituus 1982-2019
	4	Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän suhteen 2019
	5	Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän suhteen keskimäärin vuosina 1987-2019
	6	Vauriosyiden prosentuaalinen jakautuma 2019
	7	2Mpuk-rakenteen vauriosyiden kehitys 1986-2019
	8	Mpul-rakenteen vauriosyiden kehitys 1986-2019
	9	Betonisten kokoelementtikanaarakenteiden (E) vauriosyiden kehitys 1986-2019
	10	Vaurioiden havaitsemistavan prosentuaalinen jakautuma 2019
	11	Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset eri johtotyypeille 2005-2019
	12	Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset eri johtotyypeillä kokoluokittain 2019
	13	Vauriokyselyyn vastanneiden jäsenlaitosten yhteenlasketut johtopituudet ja vaurioiden vuosittaiset lukumäärät 1970-2019
<b>Liitteet</b>	1	Johtotyypit ja niiden nimilyhenteet



## Kaukolämpöverkon vaurioutilasto 2019

### 1 Yleistä

Kaukolämpöverkoissa esiintyneistä vaurioista on aiemmin tehty 37 raporttia. Nämä ovat vuosilta 1967 - 77, 1978 - 79, 1980 - 81, 1982 - 83, 1984 - 86 sekä vuosittain vuosilta 1987 - 2018.

Vuoden 2019 vaurioita koskevaan kyselyyn saatiin vastaukset 40 jäsenyrityksestä vastaten 41 % kaukolämmön vähittäismyyntiä harjoittavista jäsenyrityksistä. Vastanneiden laitosten kokonaisjohtopituus oli 8460 km vastaten noin 56 % koko jäsenistön johtopituudesta.

Vastanneista yrityksistä 9:llä ei vaurioita vuoden 2019 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 vaurioutilanteesta. 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 johtotyypiryhmänä "muut rakenteet." Lisäksi kaivot muodostavat oman "johtotyypinsä".

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, asbestisementtisuojauputkijohdot 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 2019 oli 528 kpl. Määrä on 1980- ja 1990-lukujen vaihteesta lähtien ollut kokonaisuutena ottaen trendinomaisesti hienoisessa laskussa huolimatta johtopituuden kasvusta ja verkkojen ikääntymisestä. Edellisestä vuodesta vauriomäärä nousi n. 60:llä.

Uusittu johtopituus yhteensä, 7,9 km (tieto saatu 473 vauriosta) v. 2019 oli 0,8 km enemmän kuin edellisvuonna. Uusittu johtopituus on 1990-luvun alun jälkeen koko ajan pysytellyt tasolla n. 7...12 km/vuosi.

Keskimääräinen vauriota kohti uusittu johtopituus oli 15,3 m, mikä on puoli metriä vähemmän kuin vuonna 2018 ja n. 2 m vähemmän kuin 2017.

Uusittu johtopituus sekä absoluuttisesti että suhteessa ko. johtotyyppin kokonaispituuteen on 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 monta 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 asbestisementtisuojaputkijohdoissa, 8 kpl sisäjohdoissa, 3 kpl kiertojohdossa, 9 erilaisissa vanhoissa betonikanavarakenteissa (valtaosin kevytbetonieristeisiä P-kanavia) sekä 4 kpl tunnelijohdoissa.

### 4 Vaurioiden esiintymistiheys ikäluokittain

Keskimääräinen vauriotiheys edellisestä vuodesta hieman noussut ollen 2019 0,06 kpl/km (0,05 kpl/km 2018 ja 0,06 kpl/km 2017). Vauriotiheyden vähittäinen lasku pitemmällä ajanjaksolla näkyy johtotyypeittäin kuvassa 1. Huomionarvoista on, että kiinnivaahdotetulla kaksiputkirakenteella Mpuk vauriotiheys oli edelleen varsin alhainen, vain 0,02 kpl/km.

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

Mpul-rakenteella vauriotiheys on varsin 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 0,04...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 vauriotiheys on edelleen suhteellisen alhainen. Vanhimmillakin johdoilla vauriotiheys pysyy suuruusluokassa 0,10 kpl/km. Vaurioista, joissa eriste oli ilmoitettu, 74 % kohdistui mineraalivillaeristeisiin johtoihin, 15 % PUR-kouruilla eristettyyn rakenteeseen, 7 % kevytbetonieristeisiin johtoihin ja 4 % kiinnivaahdotettuun johtoon betonikanavassa.

Johdon ikää (rakentamisvuotta) ei aina (n. 20 % vaurioista) ollut ilmoitettu, jolloin näitä vaurioita ei esiintymistiheyttä käyttöikävuosittain laskettaessa voitu ottaa mukaan. Tästä syystä taulukon 2 mukaiset vauriotiheydet 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 1987-2019 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 eri syistä aiheutuneista vaurioista valtaosa, 60...90 % vaurioista kohdistuu ainakin varsinaiseen virtausputkeen. Muista johto-osista vaurio kohdistuu useimmin erilaisiin venttiileihin, sekä muovisuojakuorijohtojen suojakuoreen ja eristeeseen.

Vaurioista kohdistui sekä meno- että paluuputkeen 19 %, pelkästään menoputkeen 64 % ja paluuputkeen 17 %. Jakauma vastaa pitkälti edellisiä vuosia.

## 6 Vauriosyyt

Vaurioiden syyjakauma on esitetty taulukossa 5 ja kuvassa 6.

Kaikki johdot huomioiden vauriosyistä selvästi yleisin on "epätiivis suojakuoriliitos".

Mpul-rakenteella merkittäviä vaurion aiheuttajia ovat epätiivis suojakuoriliitos, maanpainuma sekä muut syyt (useimmin "ei selvitetty/ei tiedetä"), 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 61 %) sekä ulkopuolinen väkivalta, jonka osuus näyttää ko. vahinkojen välttämisedellytysten kehittymisestä huolimatta vakiintuneen n. 15...25 %:n tasolle (nyt 13 %, lisäksi osa muihin syihin sisältyvistä suoja-putken halkeamista lienee ulkopuolisen väkivallan aiheuttamia). Teräsputken hitsausvirhe aiheutti 9 % vaurioista tällä rakenteella, mikä vastaa 2000-luvun keskimääräistä tasoa.

Mpuk-rakenteella teräsputkien hitsaus vaatii enemmän tarkkuutta. Viime vuosina hitsausvirheiden osuus on ollut 25...50 %, nyt 27 %. Absoluuttisesti määrä oli kuitenkin suhteellisen vähäinen eli 15 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).

Kiinnivaahdotetun johdon epätiivit suojakuoriliitokset olivat lähes kaikki kutisteliitoksissa. Suojaputkien hitsausliitoksissa raportoitiin 6 vauriota ja muissa liitostyypeissä (mekaaniset liitokset) 1 vaurio.

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

Valtaosa, 71 % 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 venttiiliviat ja venttiilien tiivistevuodot.

## 7 Vaurioiden laatu

Raportoiduista vaurioista valtaosa, n. 76 % on läpisyöpymiä. Murtumia/repeämiä oli n. 4 %. Loput vaurioista on muita, lähinnä teräsputken hitsausvirheitä sekä suojakuoren/eristeen vioittumisia. Näitä tapahtuu varmasti todellisuudessa tässä esitettyä enemmän, mutta näitä "kaivurivaurioita" eivät kaikki raportoivat. 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, 69 % oli onnistuttu paikantamaan ensi yrittämällä tarkasti (alle 1 metri).

Mikäli vuotopaikka ei ole selvä, käytetään paikannukseen usein lämpökamerakuvausta ja pintalämpötilamittaria, jotka vaikuttavat suhteellisen tarkoilta, sekä koekaivamista päättelyn perusteella, mikä useimmissa tapauksissa johtaa ainakin kahden kuopan kaivamiseen. Lämpökameralla tai pintalämpötilamittarilla paikannetuista 65 vuodosta 61 osui alueelle 0 - 5 m. Kiinnivaahdotettujen johtojen hälytysjärjestelmällä, joita Suomessa ei laajasti ole käytetty, ei yhtään vauriota raportoitu löydetyn.

## 9 Kiinnivaahdotettujen johtojen vaurioiden tarkastelua

Selvä enemmistö kiinnivaahdotettujen johtojen vaurioista (yhteensä 308 kpl) kohdistuu johtorakenteelle 2Mpuk, kaksiputkielementtirakenteelle (Mpuk) ilmoitettiin ainoastaan 56 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 liitosvaurioksi 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.

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 kaupananimikkeitä 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 168 liitosvauriosta, joista johdon ikä ilmoitettiin, vain 6 kohdistui 10 v. nuorempiin liitoksiin, 18 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 2019 kyselyssä tiedot vain 105 vauriosta. Vähäinen määrä ja etenkin isompien yritysten tietojen puuttuminen haittaa keskiarvojen luotettavuutta ja vertailukelpoisuutta aiempiin vuosiin. Todelliset korjauskustannukset 2019 lienevät keskimäärin selvästi taulukossa 9 ja kuvissa 11 ja 12 esitettyjä suuremmat, ehkä noin puolitoista-kaksinkertaiset.

2019 keskimääräinen korjauskustannus/vaurio oli n. 9 000 €. Mikäli oletetaan keskimääräiset vauriokohtaiset korjauskustannukset vuoden 2005 mukaisiksi (n. 14 000 €), olisi v. 2019 raportoidun 528 vaurion kokonaiskorjauskustannus n. 7,4 M€. Jos vastausprosentti vauriokyselyyn olisi 100, päädyttäisiin koko Suomessa laskennallisesti tasoon 13,2 M€: (11,2 M€ 2018, 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 2019 oli 528 kpl, keskimääräinen vauriotiheys 0,06 kpl/km ja uusittu johtopituus 7,9 km.

Kiinnivaahdotetuilla muovisuojakuorijohdoilla vauriotiheys oli 0,05 kpl/km (2Mpuk) ja 0,02 kpl/km (Mpuk), johtorakenteella Mpul/2Mpul 0,14 kpl/km ja betonikanavarakenteella 0,09 kpl/km.

Uusittu johtopituus/vaurio keskimäärin oli kiinnivaahdotetulla rakenteella n. 3 m, Mpul-rakenteella lähes kaksikymmenkertainen ja betonisilla kokoelementtikanavilla n. kuusinkertainen kiinnivaahdotettuun rakenteeseen nähden.

Yleisimmin vauriot betonikanavajohdoissa aiheutuvat epätiivistä betonielementtisaumoista tai epätiivistä betonivalusta. Rakenteella Mpul yleisin vauriosyy on epätiivis suojakuoriliitos tai maanpainuma. 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 2019

	Johtotyyppi							Yhteensä
	Mpuk	2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wmv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet	
JOHTOPITUUS / km	2 331	4 663	578	607	116		597	8 892
- osuus kokonaisjohto- pituudesta / %	26	52	7	7	1	-	7	100
UUSITTU JOHTOPITUUS / M 1)	123	783	4 828	1 008	33	175	927	7 877
- osuus kaikista uusituista johdoista / %	2	10	61	13	0	2	12	100
- vauriota kohti / m	2,2	3,1	58,9	19,0	1,8	4,3	35,6	14,9
VAURIOTAPAUSTEN LUKUMÄÄRÄ / kpl	56	252	82	53	18	41	26	528
- osuus kaikista vaurioista / %	11	48	16	10	3	8	5	100
- vaurioiden esiintymistiheys / kpl/km	0,02	0,05	0,14	0,09	0,16		0,04	0,06

1) Perustuu yhteensä 473 vaurioon, josta uusittu johtopituus ilmoitettiin

Taulukko 2 Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän mukaan 2019, kpl/km 1)

Käyttöikä vuotta	Johtotyyppi													
	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	kpl/km	kpl	kpl/km
0	4	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,33	5	0,02
1	6	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	0,03
2	3	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,02
3	2	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,01
4	2	0,01	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	3	0,01
5	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	0,00
6	2	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,01
7	1	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,25	2	0,01
8	3	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,25	4	0,02
9	2	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,01
10	2	0,01	-	-	-	-	1	0,50	-	-	1	0,25	4	0,02
11	2	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,01
12	3	0,01	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	4	0,02
13	3	0,01	-	-	-	-	1	1,00	-	-	-	-	4	0,02
14	6	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	0,03
15	2	0,01	-	-	-	-	1	2,50	-	-	-	-	3	0,01
16-20	28	0,04	-	-	-	-	4	2,00	3	-	2	0,13	37	0,04
21-25	19	0,03	-	-	-	-	1	1,50	1	-	1	0,05	22	0,04
26-30	40	0,06	-	-	-	-	-	0,70	4	-	2	0,10	46	0,06
31-	111	0,07	67	0,12	40	0,07	6	0,70	24	-	16	0,03	264	0,08
tuntematon	63		15		14		5		7		2		106	

1) Perustuu yhteensä 421 vaurioon, joista vaurioituneen johdon rakennusvuosi ilmoitettiin

Taulukko 3 Vauriomäärä ja tiheys johdon kokoluokittain yleisimmille johtotyypeille 2019

Johtokoko	Johtotyyppi			
	Mpuk, 2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wmv	Yhteensä
DN 20-80				
- lukumäärä kpl	192	65	6	263
- tiheys kpl/km	0,046	0,160	0,120	0,057
DN 100-200				
- lukumäärä kpl	57	17	14	88
- tiheys kpl/km	0,031	0,100	0,063	0,039
DN 250-				
- lukumäärä kpl	55	-	33	88
- tiheys kpl/km	0,057	-	0,099	0,068

Taulukko 4 Vauriot vaurioituneen johto-osan mukaan jaoteltuina 2019, kpl

Vaurioitunut johto-osa	Johtotyyppi							
	Mpuk	2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wmv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet	Yhteensä
Virtausputki	41	185	75	45	12	12	15	385
Ilmanpoisto, maa-asennus	2	6	-	-	-	1	-	9
Ilmanpoisto kaivossa	1	4	-	-	-	9	1	15
Tyhjennys, maa-asennus	-	7	-	-	-	-	-	7
Tyhjennys, kaivossa	-	1	1	-	-	16	-	18
Sulkuventtiili, maa-asennus	6	10	-	-	-	-	-	16
Sulkuventtiili, kaivossa	-	1	1	1	-	4	-	7
Haarointus, porausliitos	-	11	-	-	-	1	-	12
Haarointus, muu	2	16	2	2	-	1	-	23
Tasain	-	1	1	2	-	1	-	5
PE-suojakuori	6	14	11	-	1	-	-	32
Eristys	8	26	2	-	-	-	1	37
Kiintopiste	-	8	3	5	-	1	1	18
Läpivienti	1	4	3	2	-	1	-	11
Muu	2	8	1	1	10	-	8	30



Taulukko 5 Vauriosyiden jakautuma 2019, %

Vauriosyy	Johtotyyppi							
	Mpuk	2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekp, Emv, Epu, Epuk, Wmv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet	Yhteensä
Puutteellinen lämpöliikevara	2	1	-	2		-	-	1
Maan painuminen	2	2	9	6		-	4	3
Virheellinen ympäristäyttö	-	1	-	-		-	-	1
Virheellinen kaltevuus	-	-	2	2		-	-	1
Epätiivis kaivonkansi	-	1	2	6		38	-	4
Kondenssivesi	2	1	-	2		8	-	2
Epätiivis läpivienti	2	2	4	8		10	-	4
Epätiivis betonivalu	-	1	4	10		3	12	3
Epätiivis betonielementtisauma	-	-	-	50		-	8	5
Epätiivis suojakuoriliitos	16	54	40	-		5	-	35
Puutteellinen liitoseristys	5	7	-	-		3	-	4
Virtausputken hitsausvirhe	27	9	-	6		10	-	8
Suojakuoren halkeama tms.	4	1	4	-		3	-	2
Epätiivis PE-putken hitsi	2	1	-	-		-	-	1
Epätiivis liukutasain	-	0	-	-		-	-	0
Ulkopuolinen väkivalta	24	13	5	6		-	8	11
Muut	15	5	31	4		21	69	16

Taulukko 6 Vauriot havaitsemistavan mukaan jaoteltuina 2019, kpl

Vauriosyy	Johtotyyppi							Yhteensä
	Mpuk	2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wmv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet	
Vettä kaivossa/kellarissa/lj- huoneessa	8	24	45	31	2	13	10	133
Höyryä tuuletusputkesta	1	5	7	9	-	4	-	26
Sula/lämmin/kuiva alue maassa	29	141	4	1	4	7	2	188
Poikkeava lisäveden kulutus	2	2	-	2	2	3	1	12
Hälytys kosteudenvalvontajärjestelmästä (Mpuk, 2Mpuk)	-	-	-	2	-	-	-	2
Verkon lämpökamerakuvaus	2	11	1	-	4	-	-	18
Kaukolämpöveden väriaine	1	1	1	-	-	-	1	4
Ulkopuolinen ilmoitus	9	66	11	7	4	7	8	112
Muut	3	4	10	1	-	6	5	29
<b>Yhteensä</b>	<b>55</b>	<b>254</b>	<b>79</b>	<b>53</b>	<b>16</b>	<b>40</b>	<b>27</b>	<b>524</b>

Taulukko 7 Vauriot paikantamistavan ja -tarkkuuden mukaan jaoteltuina 2019, kpl

Paikantamistapa	Paikantamistarkkuus				Yhteensä
	0 -1 m	2 - 5 m	6 - 20 m	yli 20 m	
Korrelaatiomenetelmä	2	-	-	-	2
Lämpökamerakuvaus	37	15	4	-	56
Hälytysjärjestelmä (Mpuk, 2Mpuk)	-	-	-	-	-
Koekaivaminen	17	19	21	11	68
Sula/lämmin/kuiva alue maassa	137	41	1	2	181
Pintalämpötilamittari	6	3	-	-	9
Ulkopuolinen ilmoitus	80	15	2	2	99
Muu	48	1	1	6	56
<b>Yhteensä</b>	<b>327</b>	<b>94</b>	<b>29</b>	<b>21</b>	<b>471</b>

Taulukko 8 Mpuk/2Mpuk-johtojen vauriojaotteluja 2019, kpl

Asennusmenetelmä			
Kompensoitu (tasaimet/luonnollinen kompensointi)	Kitkakiinnitetty, esilämmitetty	Kitkakiinnitetty, ei esilämmitystä (ns. kylmäasennus)	Jäykkä asennus kiintopistein
6	130	5	-

Liitosvauriot eristystavan mukaan		
Konevaahdotus	Käsinsekoitus	Erityskourut
24	77	3

Liitosvauriot liitostyyppin mukaan			
Pelti+leveä kutiste	PE-holkki + kapeat kutisteet	Hitsausliitos	Muu
32	66	6	1

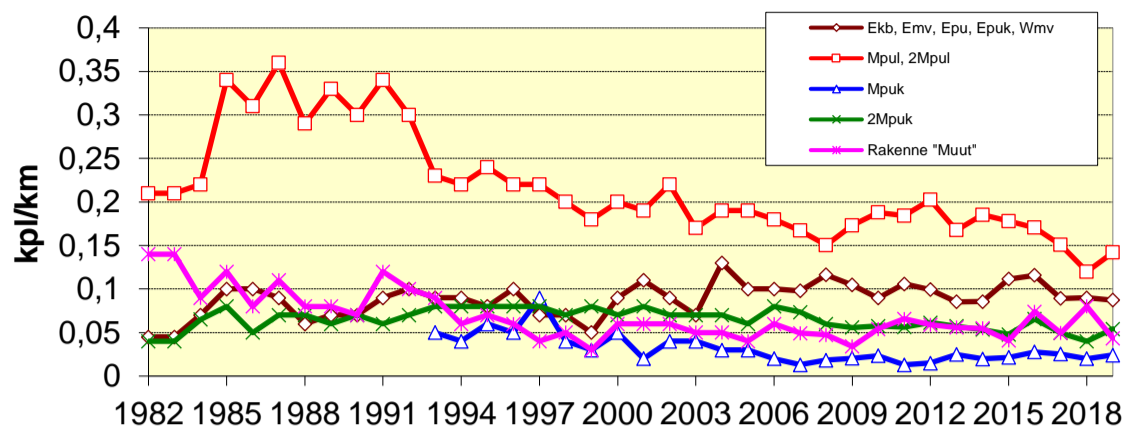
Vaurioituneen liitoksen sijainti			
Suoralla osuudella kitkapituudella	Suoralla osuudella kitkapituuden ulkopuolella	Kulmassa	T-haarassa
64	-	11	31

Kulman/T-haaran paisuntajärjestelyt		
Paisuntatyynyt	Vapaa liiketila	Ei kumpaakaan
-	12	63

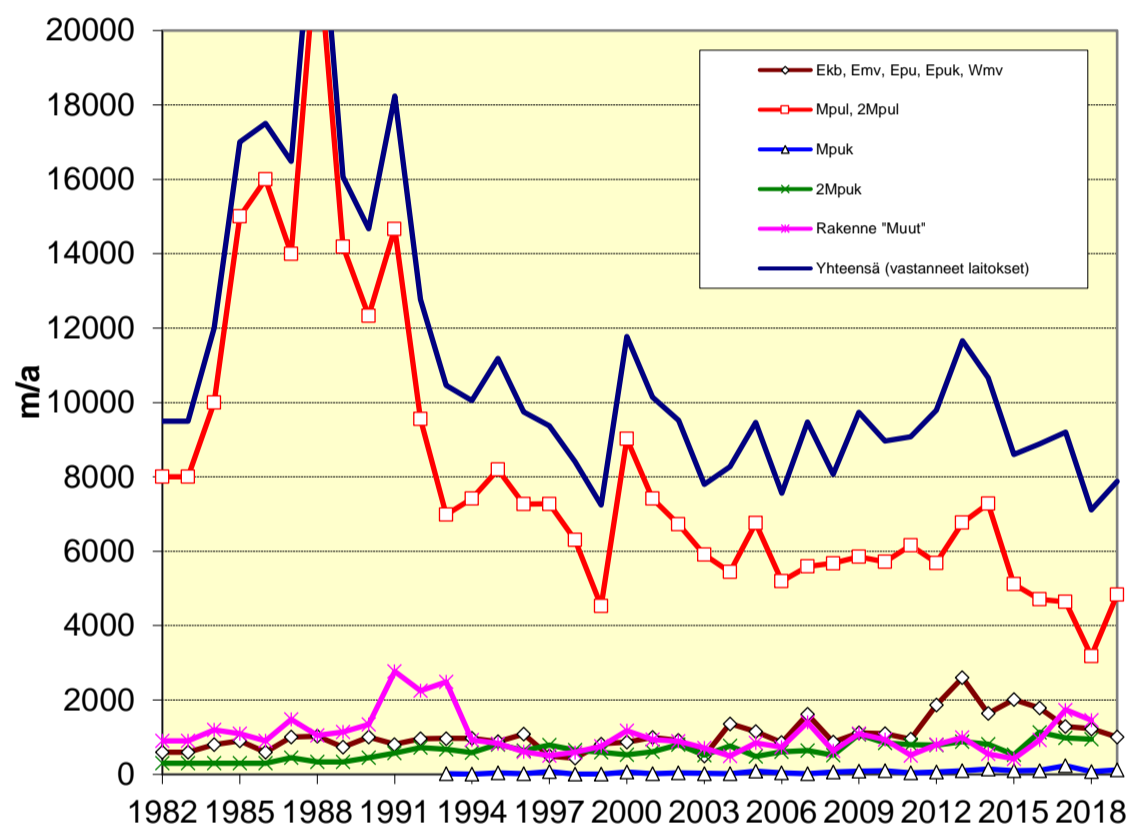
Taulukko 9 **Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset 2019, €/vaurio**

Vauriosyy	Johtotyyppi							Yhteensä
	Mpuk	2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wmv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet	
DN 20-80	7 486	5 232	9 454	635	4 381	2 562	5 000	6 201
DN 100-200	33 767	4 718	22 085	14 863		10 005		14 019
DN 250-		11 816		7 417		36 581		15 364
Yhteensä	13 551	5 584	12 612	10 462		12 130	5 000	9 024

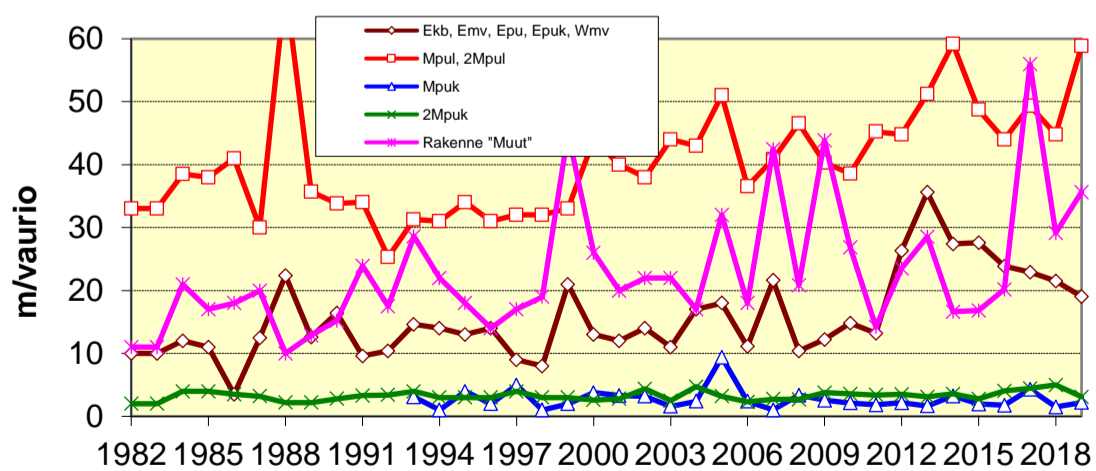
*Huom! Etenkin yksittäisissä luokissa luku voi perustua hyvin pieneen vauriomäärään. Yhteensä -rivin luvut ovat tilastollisesti luotettavimpia.*



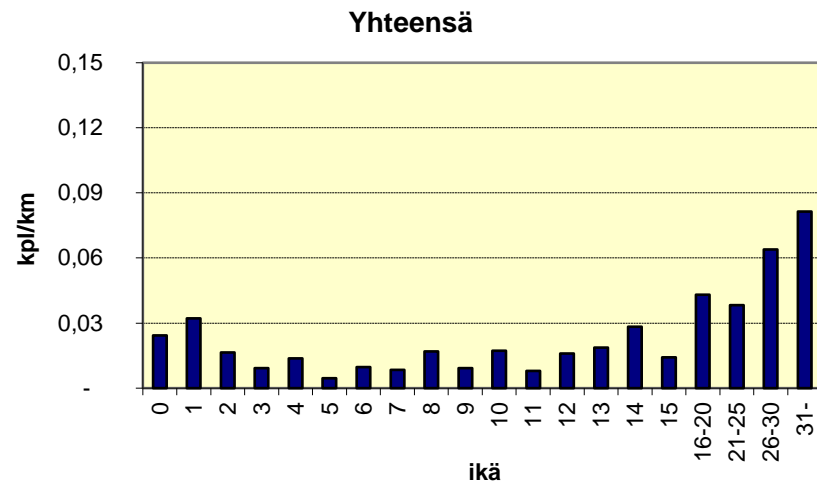
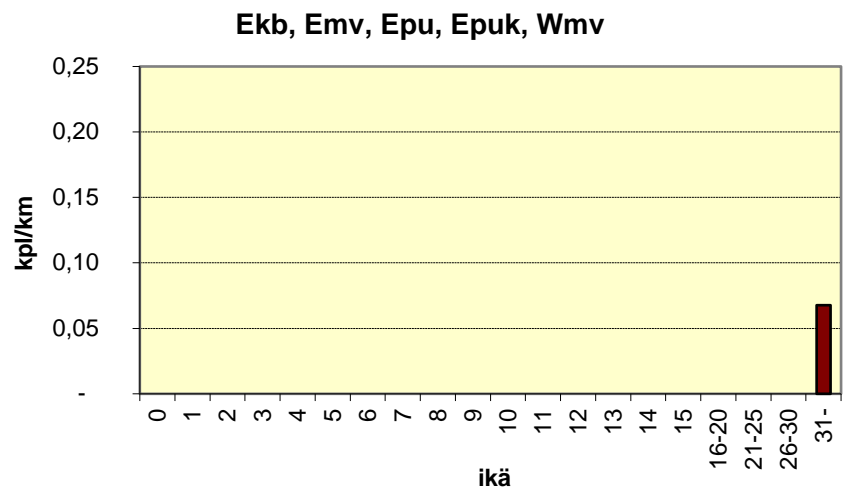
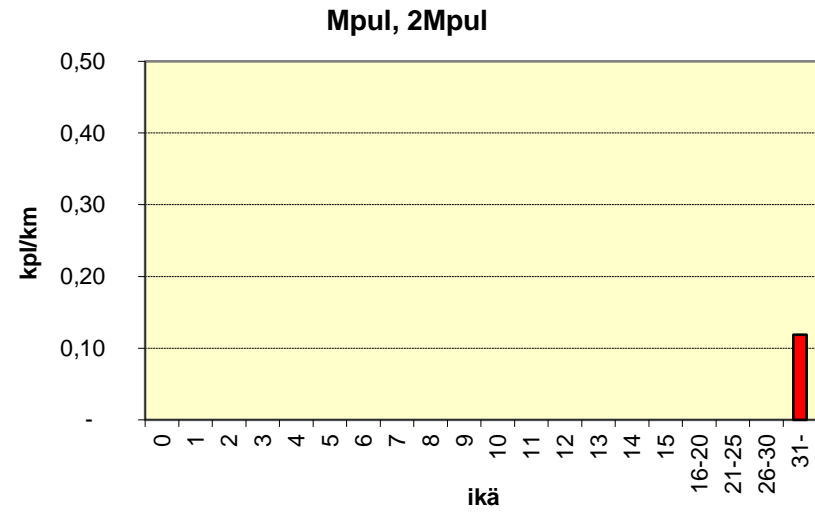
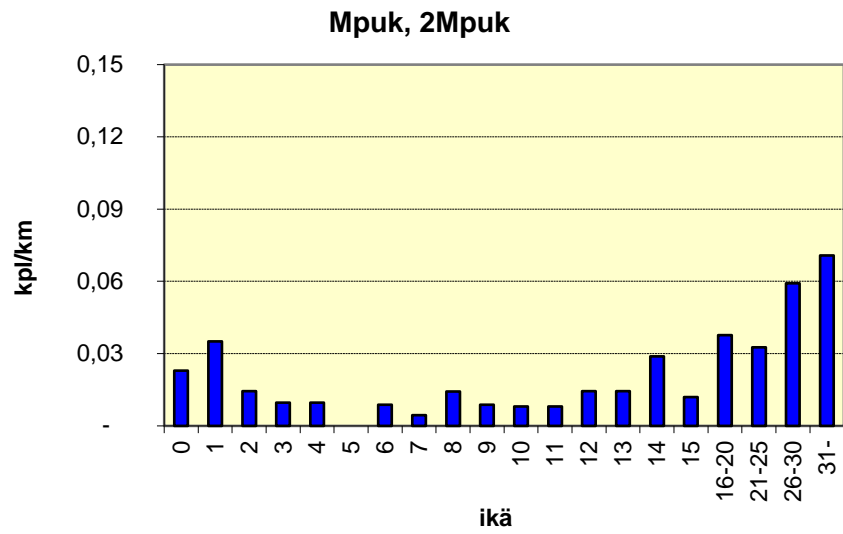
Kuva 1. Kaukolämpöjohtojen vikaantuvuus 1982-2019



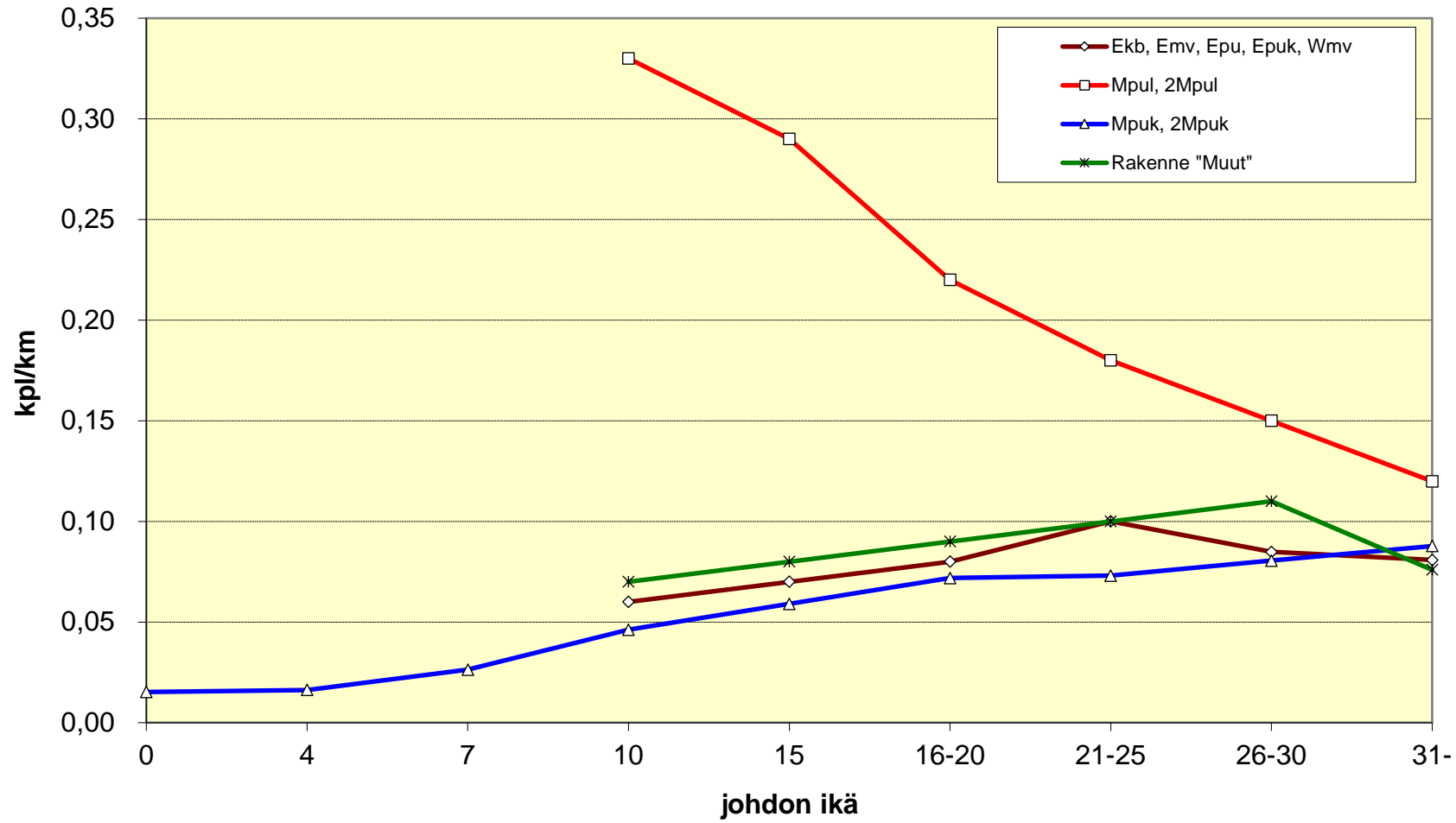
Kuva 2. Vuosittain uusittu kokonaisjohtopituus 1982-2019



Kuva 3. Vauriota kohti uusittu johtopituus 1982-2019

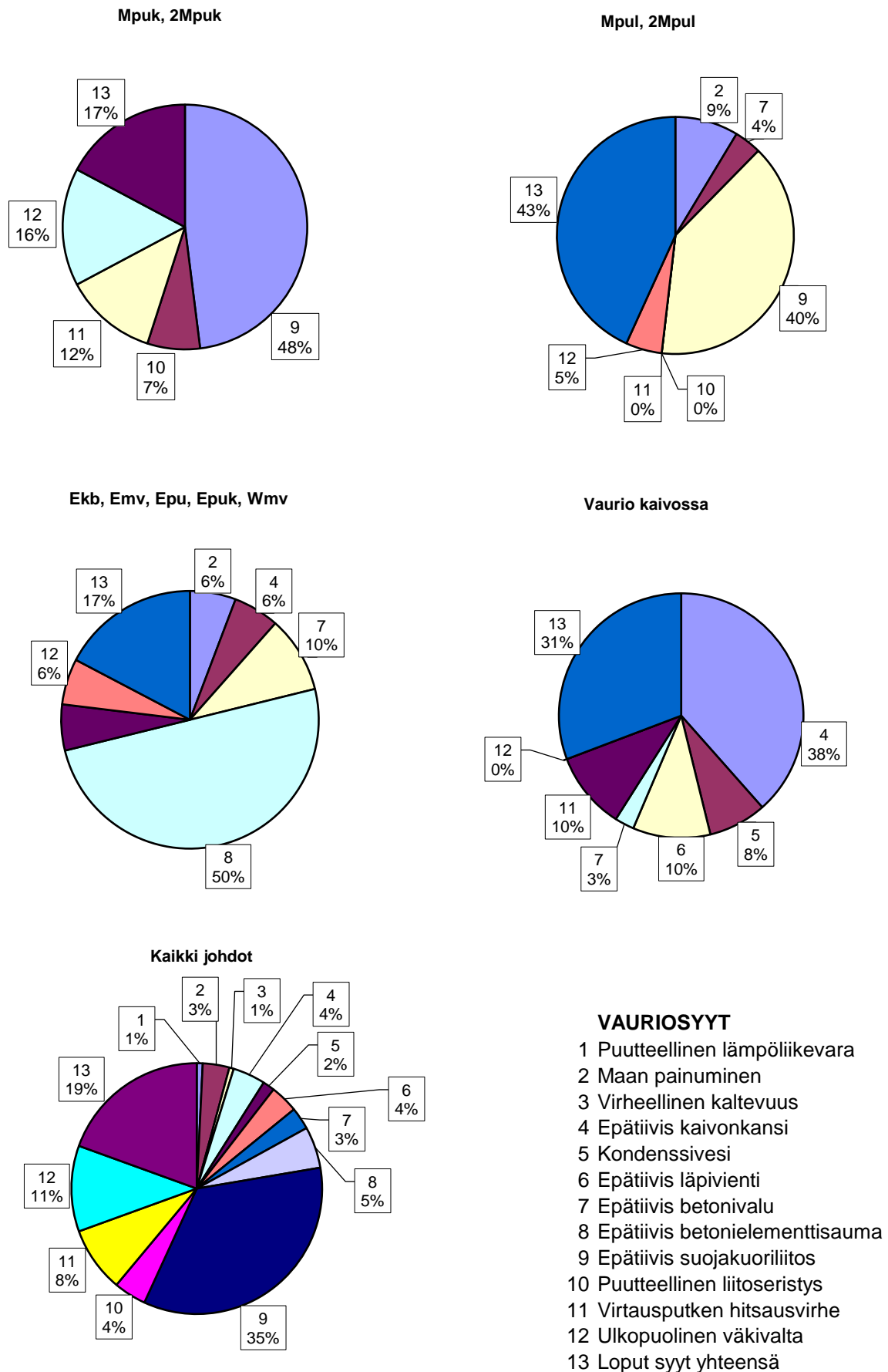


Kuva 4. Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän suhteen 2019

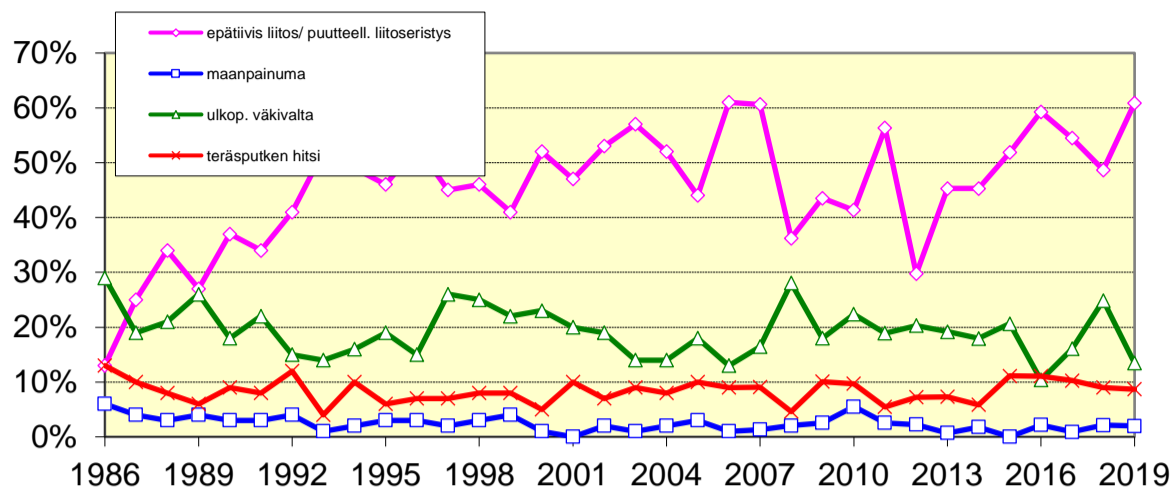


Kuva 5. Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän suhteen keskimäärin vuosina 1987-2019

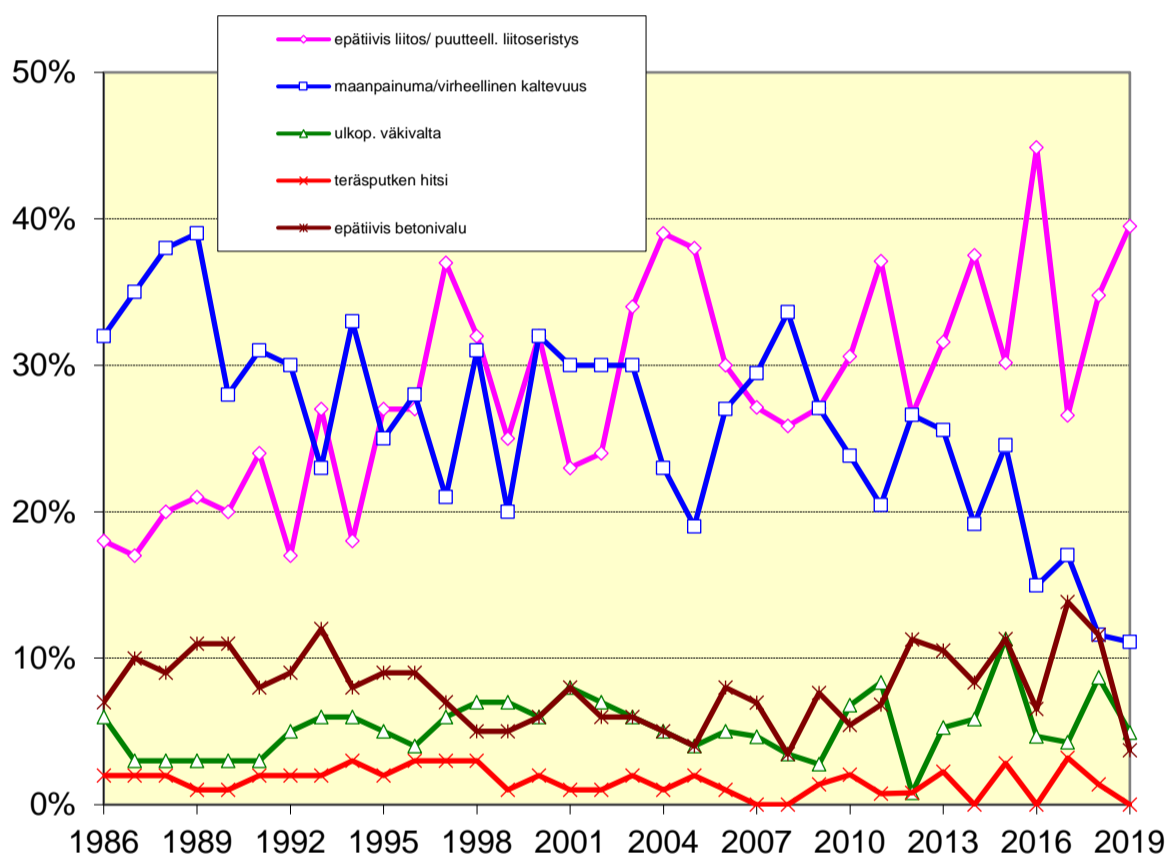




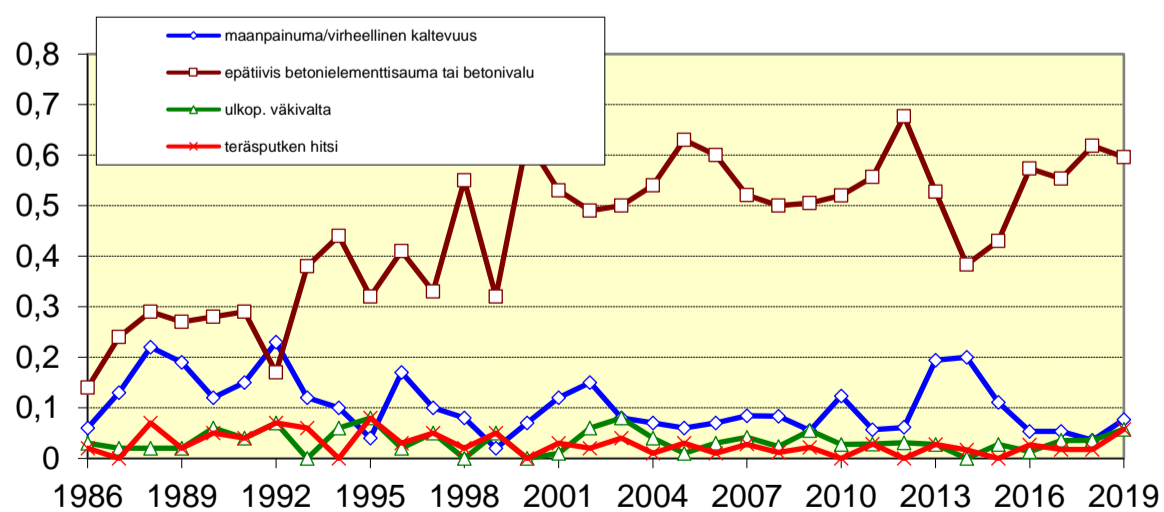
Kuva 6. Vauriosyiden prosentuaalinen jakauma 2019



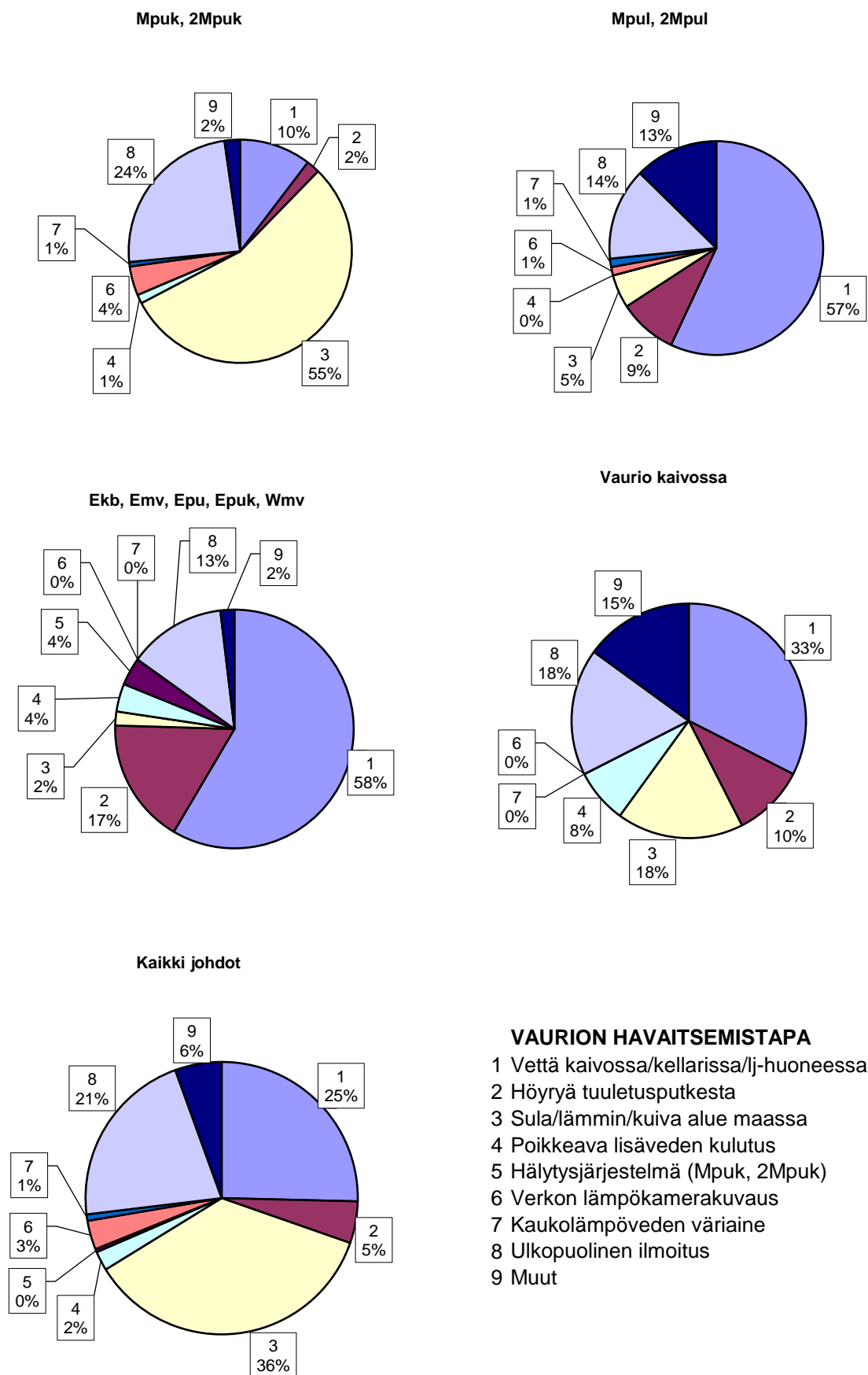
Kuva 7. 2Mpuk-rakenteen vauriosyiden kehitys



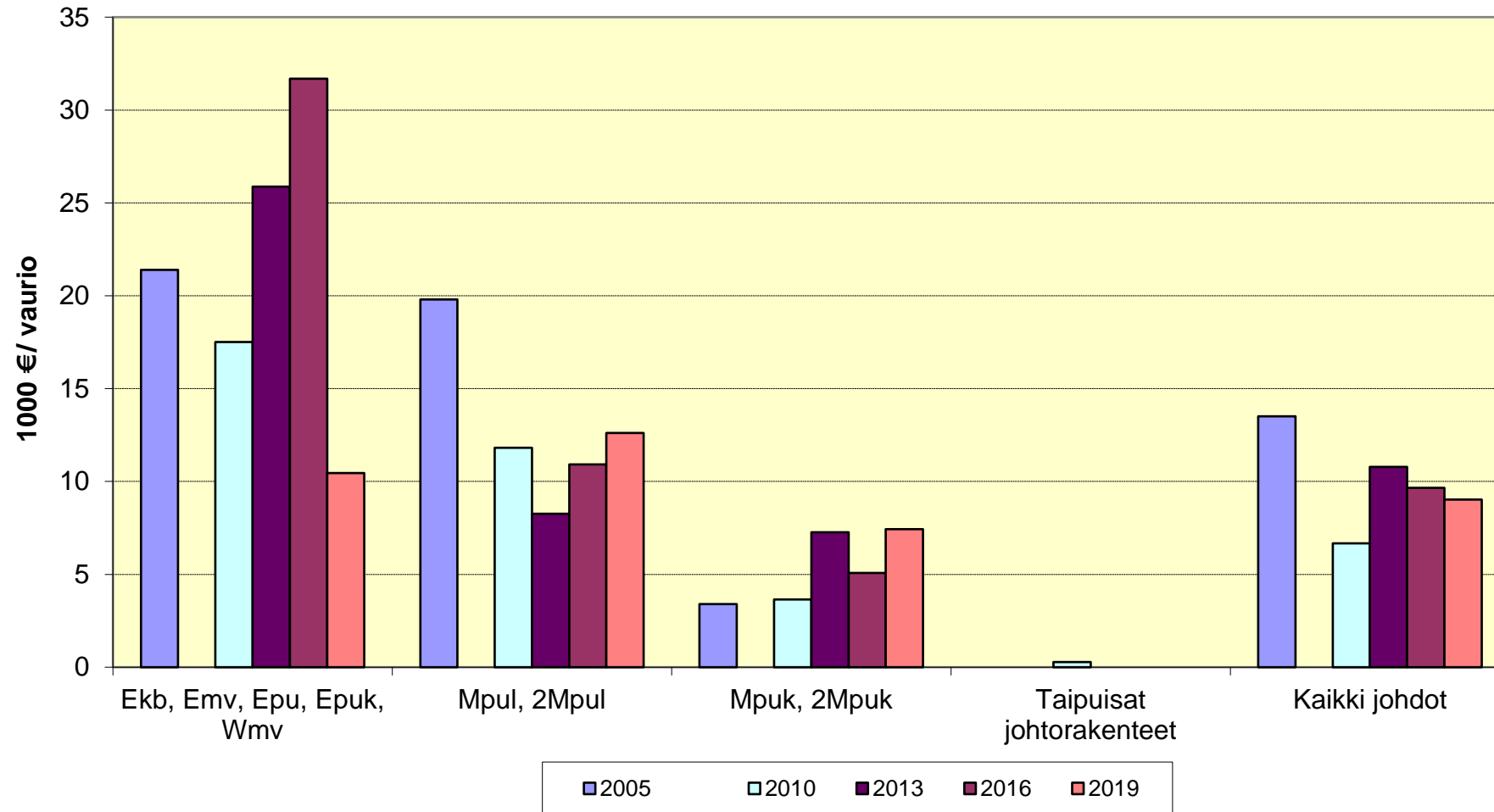
Kuva 8. Mpul-rakenteen vauriosyiden kehitys



Kuva 9. Kokoelementtikanaavien (E) vauriosyiden kehitys

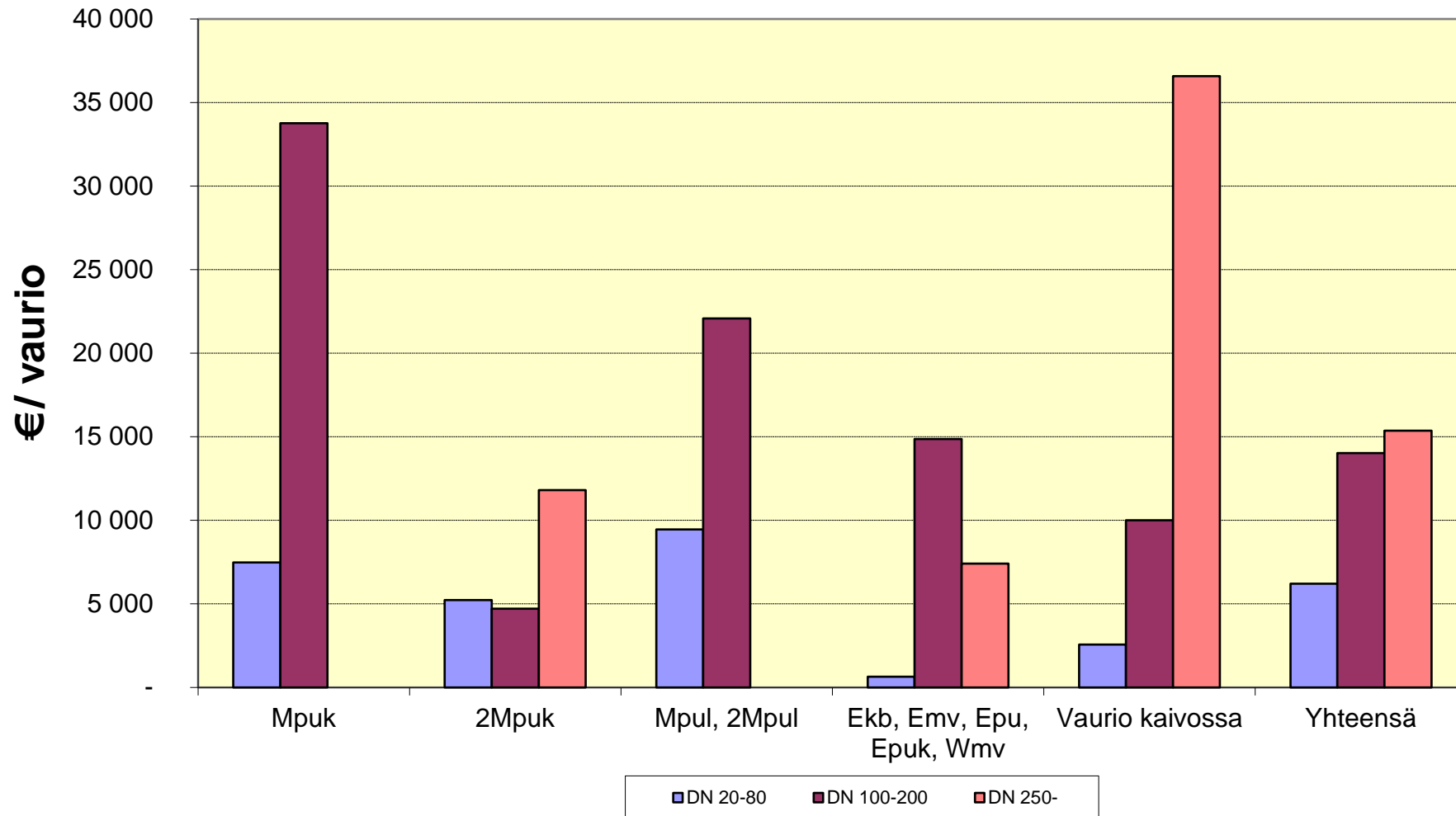


Kuva 10. Vaurioiden havaitsemistavan prosentuaalinen jakauma



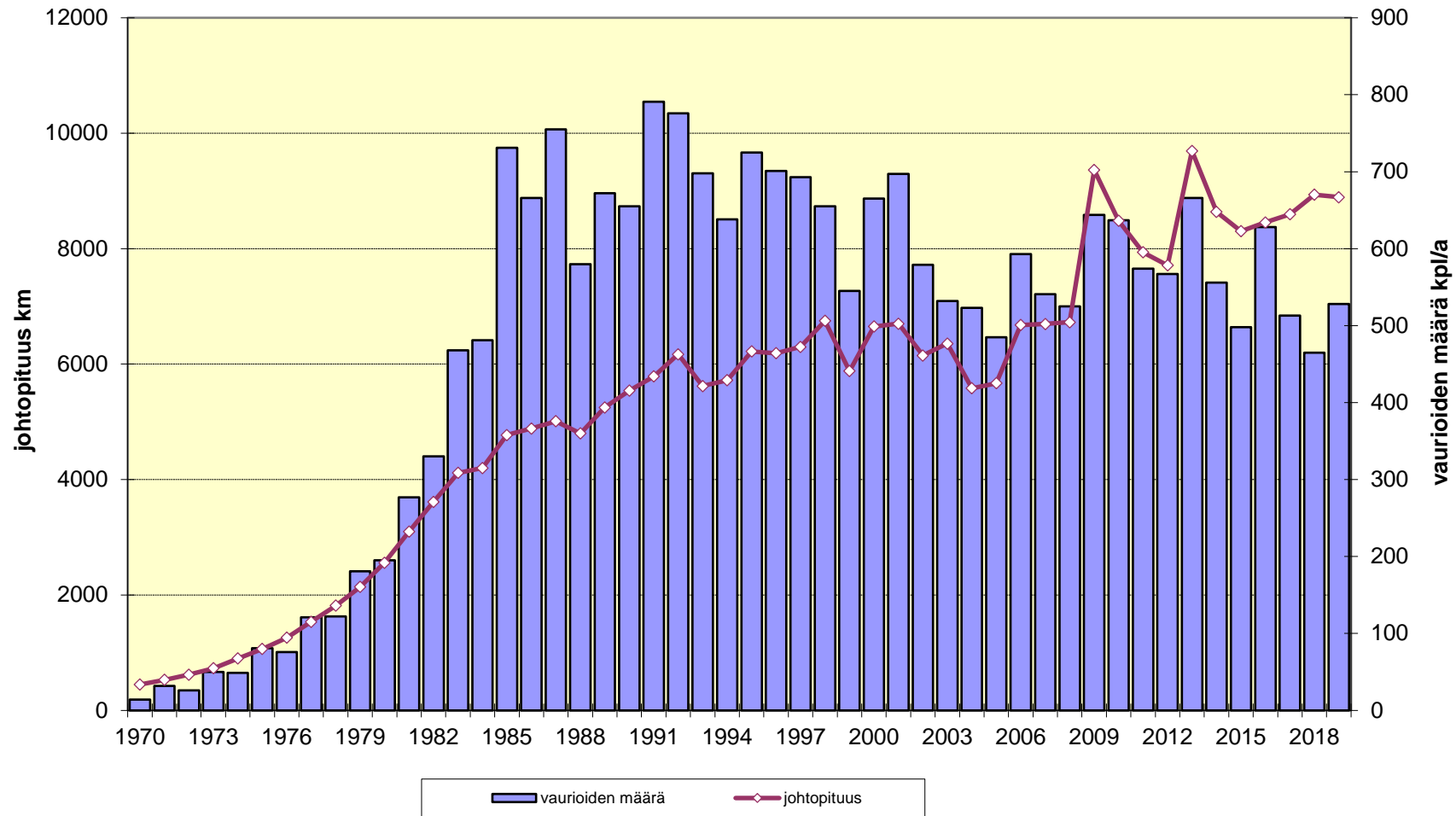
**HUOM!** 2010 - 2019 puuttuu isojen kaupunkien kustannustiedot valtaosin

Kuva 11. Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset eri johtotyypeillä 2005-2019



**HUOM!** Perustuu hyvin pieneen vauriomäärään, joista kustannus ilmoitettu (yhteensä 105 kpl)

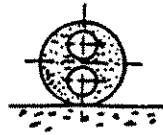
Kuva 12. Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset eri johtotyypeillä kokoluokittain 2019



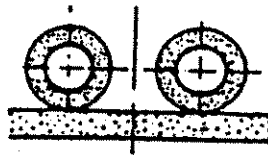
Kuva 13. Vauriokyselyyn vastanneiden jäsenlaitosten yhteenlasketut johtopituudet ja vaurioiden vuosittaiset lukumäärät 1970-2019

## JOHTOTYYPIT JA NIIDEN NIMILYHENTEET

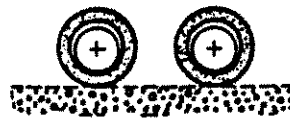
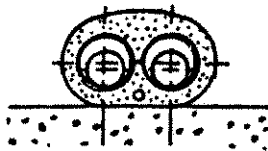
1. Kiinnivaahdotetut muovisuojakuorijohdot, kaksiputkielementit, Mpuk



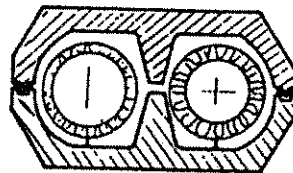
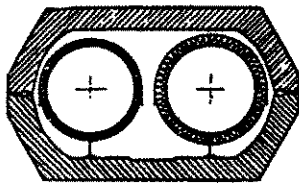
2. Kiinnivaahdotetut muovisuojakuorijohdot, yksiputkielementit, 2Mpuk



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...2019

District Heating Statistics 1982...2019

Kaukolämpöjohtotilasto 1964, 1971...2002

Kaukolämpöverkon vauriotilasto 1984...2019

Kaukolämmön käyttötaloudelliset tunnusluvut 1984...2019

Maanalaisten kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen rakentamiskustannukset 1988...2019

Kaukolämmön keskeytystilasto 2007...2019







**Energiateollisuus**

Energiateollisuus ry  
Eteläranta 10, 00130 Helsinki  
[www.energia.fi](http://www.energia.fi)