

Kaukolämpöverkon vaurioutilasto 2018



Energiateollisuus

Kaukolämpö

Kaukolämpöverkon vaurioutilasto 2018

Kaukolämpöverkon vaurioutilasto 2018

Sisältö

Teksti	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
Taulukot	1	Vastanneiden jäsenlaitosten yhteenlasketut johtopituudet, uusitut johtopituudet ja vauriotapausten määrä johtotyypeittäin 2018
	2	Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän mukaan 2018, kpl/km
	3	Vauriomäärä ja -tiheys johdon kokoluokittain yleisimmille johtotyypeille 2018
	4	Vauriot vaurioituneen johto-osan mukaan jaoteltuina 2018, kpl
	5	Vauriosyiden jakautuma 2018, %
	6	Vauriot havaitsemistavan mukaan jaoteltuina 2018, kpl
	7	Vauriot paikantamistavan ja -tarkkuuden mukaan jaoteltuina 2018, kpl
	8	Mpuk/2Mpuk-johtojen vauriojaotteluja 2018, kpl
	9	Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset 2018, €/vaurio
Kuvat	1	Kaukolämpöjohtojen vikaantuvuus 1982-2018
	2	Vuosittain uusittu kokonaisjohtopituus 1982-2018
	3	Vauriota kohti uusittu johtopituus 1982-2018
	4	Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän suhteen 2018
	5	Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän suhteen keskimäärin vuosina 1987-2018
	6	Vauriosyiden prosentuaalinen jakautuma 2018
	7	2Mpuk-rakenteen vauriosyiden kehitys 1986-2018
	8	Mpul-rakenteen vauriosyiden kehitys 1986-2018
	9	Betonisten kokoelementtikanaarakenteiden (E) vauriosyiden kehitys 1986-2018
	10	Vaurioiden havaitsemistavan prosentuaalinen jakautuma 2018
	11	Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset eri johtotyypeille 2005-2018
	12	Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset eri johtotyypeillä kokoluokittain 2018
	13	Vauriokyselyyn vastanneiden jäsenlaitosten yhteenlasketut johtopituudet ja vaurioiden vuosittaiset lukumäärät 1970-2018
Liitteet	1	Johtotyypit ja niiden nimilyhenteet

Kaukolämpöverkon vaurioutilasto 2018

1 Yleistä

Kaukolämpöverkoissa esiintyneistä vaurioista on aiemmin tehty 28 raporttia. Nämä ovat vuosilta 1967 - 77, 1978 - 79, 1980 - 81, 1982 - 83, 1984 - 86 sekä vuosittain vuosilta 1987 - 2017.

Vuoden 2018 vaurioita koskevaan kyselyyn saatiin vastaukset 41 jäsenyrityksestä vastaten 41 % kaukolämmön vähittäismyyntiä harjoittavista jäsenyrityksistä. Vastanneiden laitosten kokonaisjohtopituus oli 8830 km vastaten noin 58 % koko jäsenistön johtopituudesta.

Vastanneista yrityksistä 13:llä ei vaurioita vuoden 2018 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 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 kokoelementtikanavajohdot, (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 2018 oli 465 kpl. Määrä on 1980- ja 1990-lukujen vaihteesta lähtien ollut trendinomaisesti hienoisessa laskussa huolimatta johtopituuden kasvusta ja verkkojen ikääntymisestä. Edellisestä vuodesta vauriomäärä laski n. 50:llä.

Uusittu johtopituus yhteensä, 7,1 km (tieto saatu 416 vauriosta) v. 2018 oli yli 2 km vähemmän kuin edellisvuonna. Uusittu johtopituus on 1990-luvun alun jälkeen koko ajan pysytellyt tasolla n. 8...12 km/vuosi.

Keskimääräinen vauriota kohti uusittu johtopituus oli 15,3 m, mikä on 2,5 m vähemmän kuin vuonna 2017 ja suunnilleen sama kuin 2016.

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 asbestisementtisuoja-putkijohdoissa, 13 kpl kellari-/sisäjohtoissa, 4 kpl kiertojohdossa, 3 kpl ilmajohdossa, 22 erilaisissa vanhoissa betonikanavarakenteissa (valtaosin kevytbetonieristeisiä P-kanavia) sekä 3 kpl johtotyyppien muunnoskappaleessa tai haaralaatikossa.

4 Vaurioiden esiintymistiheys ikäluokittain

Keskimääräinen vauriotiheys edelleen hieman laskenut ollen 2018 0,05 kpl/km (0,06 2017 ja 0,07 2016). Sama vähittäinen lasku näkyy myös johtotyypeittäin (kuva 1). Huomionarvoista on, että kiinnivaahdotetulla kaksiputkirakenteella Mpuk vauriotiheys oli edelleen vain 0,02 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 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...0,07 kpl/km. Kiinnivaahdotetun johtorakenteen ensimmäisinä käyttövuosina 1970-luvun lopulla rakennetuissakin johdoissa vauriotiheys on vielä selvästi 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, 86 % kohdistui mineraalivillaeristeisiin johtoihin, 12 % PUR-kouruilla eristettyyn rakenteeseen ja 2 % kiinnivaahdotettuun johtoon betonikanavassa.

Johdon ikää (rakentamisvuotta) ei aina (n. 10 % 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 1987-2018 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, 50...80 % vaurioista kohdistuu ainakin varsinaiseen virtausputkeen. Muista johto-osista vaurio kohdistuu useimmin erilaisiin venttiileihin, sekä muovisuojuorijohtojen suojukuoreen ja eristeeseen.

Vaurioista kohdistui sekä meno- että paluuputkeen 19 %, pelkästään menoputkeen 61 % ja paluuputkeen 20 %. Jakauma vastaa pitkälti edellisiä vuosia.

6 Vauriosyyt

Vaurioiden syyjakauma on esitetty taulukossa 5 ja kuvassa 6.

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

Mpul-rakenteella merkittäviä vaurion aiheuttajia ovat epätiivis suojuoriliitos, epätiivis betonivalu, maanpainuma sekä "ei selvitetty", betonikanavarakenteilla epätiivis betonielementtisauma ja epätiivis betonivalu.

Rakenteella 2Mpuk yleisimmät vauriosyyt ovat epätiivis suojuoriliitos tai puutteellinen liitoseristys, joiden yhteiseksi osuudeksi on viime vuosina vakiintunut n. 50 % (nyt 48 %) sekä ulkopuolinen väkivalta, jonka osuus näyttää ko. vahinkojen välttämisedellytysten kehittymisestä huolimatta vakiintuneen n. 15...25 %:n tasolle (nyt 26 %, lisäksi osa muihin syihin sisältyvistä suojuputken halkeamista lienee ulkopuolisen väkivallan aiheuttamia). Teräsputken hitsausvirhe aiheutti 9 % 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 12 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, sekä hitsausliitoksissa että muissa liitostyypeissä (mekaaniset liitokset) raportoitiin 2 vauriota kummassakin.

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, 60 % vauriotapauksista kohdistui johtoon, joka ei ollut salaojitettu.

Pohjaveden pinta oli vain 13 % 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. 74 % on läpisyöpymiä. Murtumia/repeämiä oli n. 5 %. Loput vaurioista on muita, lähinnä 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, 70 % 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 37 vuodosta 35 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 238 kpl) kohdistuu johtorakenteelle 2Mpuk, kaksiputkielementtirakenteelle (Mpuk) ilmoitettiin ainoastaan 48 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.

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 89 liitosvauriosta, joista johdon ikä ilmoitettiin, vain 4 kohdistui 10 v. nuorempiin liitoksiin, 12 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 2018 kyselyssä tiedot vain 84 vauriosta. Vähäinen määrä ja etenkin isompien yritysten tietojen puuttuminen haittaa keskiarvojen luotettavuutta ja vertailukelpoisuutta aiempiin vuosiin. Todelliset korjauskustannukset 2018 lienevät keskimäärin selvästi taulukossa 9 ja kuvissa 11 ja 12 esitettyjä suuremmat, ehkä noin puolitoista-kaksinkertaiset.

2018 keskimääräinen korjauskustannus/vaurio oli n. 11 100 €. Mikäli oletetaan keskimääräiset vauriokohtaiset korjauskustannukset vuoden 2005 mukaisiksi (n. 14 000 €), olisi v. 2018 raportoidun 465 vaurion kokonaiskorjauskustannus n. 6,5 M€. Jos vastausprosentti vauriokyselyyn olisi 100, päädyttäisiin koko Suomessa laskennallisesti tasoon 11,2 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 2018 oli 465 kpl, keskimääräinen vauriotiheys 0,05 kpl/km ja uusittu johtopituus 7,1 km.

Kiinnivaahdotetuilla muovisuojakuorijohdoilla vauriotiheys oli 0,04 kpl/km (2Mpuk) ja 0,02 kpl/km (Mpuk), johtorakenteella Mpul/2Mpul 0,12 kpl/km ja betonikanavarakenteella 0,09 kpl/km.

Uusittu johtopituus/vaurio keskimäärin oli kiinnivaahdotetulla rakenteella n. 4 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, epätiivis betonivalu sekä 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 2018

	Johtotyyppi							Yhteensä
	Mpuk	2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, Epu, Wmv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet	
JOHTOPITUUS / km	2 353	4 648	612	615	105		604	8 937
- osuus kokonaisjohto- pituudesta / %	26	52	7	7	1	-	7	100
UUSITTU JOHTOPITUUS / M 1)	71	950	3 182	1 225	75	153	1 456	7 112
- osuus kaikista uusituista johdoista / %	1	13	45	17	1	2	20	100
- vauriota kohti / m	1,5	5,0	44,8	21,5	18,8	3,4	29,1	15,3
VAURIOTAPAUSTEN LUKUMÄÄRÄ / kpl	48	190	71	57	4	45	50	465
- osuus kaikista vaurioista / %	10	41	15	12	1	10	11	100
- vaurioiden esiintymistiheys / kpl/km	0,02	0,04	0,12	0,09	0,04		0,08	0,05

1) Perustuu yhteensä 416 vaurioon, josta uusittu johtopituus ilmoitettiin

Taulukko 2 Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän mukaan 2018, 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	3	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,67	5	0,02
1	1	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,01
2	2	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,33	3	0,01
3	5	0,02	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	6	0,03
4	2	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,01
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	1	0,00	-	-	-	-	-	-	2	-	1	0,25	4	0,02
7	6	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,25	7	0,03
8	4	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,02
9	1	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,75	4	0,02
10	6	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	0,02
11	2	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,01
12	6	0,03	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	7	0,03
13	1	0,00	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	0,01
14	4	0,02	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	6	0,03
15	4	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,02
16-20	14	0,02	-	-	-	-	-	-	4	-	1	0,07	19	0,02
21-25	21	0,04	1	0,67	-	-	-	-	-	-	-	-	22	0,04
26-30	32	0,04	2	0,13	-	-	1	-	3	-	-	-	38	0,05
31-	86	0,06	55	0,09	54	0,09	4	-	32	-	35	0,07	266	0,08
tuntematon	28		15		4		-		-		7		54	

1) Perustuu yhteensä 408 vaurioon, joista vaurioituneen johdon rakennusvuosi ilmoitettiin

Taulukko 3 Vauriomäärä ja tiheys johdon kokoluokittain yleisimmille johtotyypeille 2018

Johtokoko	Johtotyyppi			
	Mpuk, 2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, EpuK, Wmv	Yhteensä
DN 20-80				
- lukumäärä kpl	187	86	37	310
- tiheys kpl/km	0,045	0,200	0,762	0,066
DN 100-200				
- lukumäärä kpl	103	54	47	204
- tiheys kpl/km	0,055	0,299	0,219	0,090
DN 250-				
- lukumäärä kpl	51	35	78	164
- tiheys kpl/km	0,055	35,897	0,221	0,128

Taulukko 4 Vauriot vaurioituneen johto-osan mukaan jaoteltuina 2018, kpl

Vaurioitunut johto-osa	Johtotyyppi							
	Mpuk	2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wmv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet	Yhteensä
Virtausputki	32	144	66	48	2	20	37	349
Ilmanpoisto, maa-asennus	-	3	-	-	-	2	-	5
Ilmanpoisto kaivossa	-	2	-	1	-	6	1	10
Tyhjennys, maa-asennus	-	6	-	-	-	1	-	7
Tyhjennys, kaivossa	-	1	1	2	-	10	-	14
Sulkuventtiili, maa-asennus	4	7	-	-	-	1	-	12
Sulkuventtiili, kaivossa	1	-	-	1	-	5	-	7
Haarointus, porausliitos	2	8	-	1	-	-	-	11
Haarointus, muu	2	9	1	2	1	2	2	19
Tasain	-	1	-	1	-	-	-	2
PE-suojakuori	11	15	6	-	-	-	1	33
Eristys	10	24	2	-	-	-	1	37
Kiintopiste	-	8	3	8	-	2	2	23
Läpivienti	1	3	1	1	-	1	1	8
Muu	2	5	-	-	2	2	10	21

Taulukko 5 Vauriosyiden jakautuma 2018, %

Vauriosyy	Johtotyyppi							
	Mpuk	2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, Epu, Wmv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet	Yhteensä
Puutteellinen lämpöliikevara	-	-	1	5		-	2	1
Maan painuminen	-	2	9	4		-	4	3
Virheellinen ympärystäyttö	-	1	-	-		-	-	0
Virheellinen kaltevuus	-	-	3	-		-	-	0
Epätiivis kaivonkansi	-	2	6	9		42	4	7
Kondenssivesi	2	-	3	-		7	2	2
Epätiivis läpivienti	-	1	7	7		11	-	4
Epätiivis betonivalu	-	2	12	22		4	16	7
Epätiivis betonielementtisauma	-	-	-	40		-	18	7
Epätiivis suojakuoriliitos	26	40	30	-		-	4	24
Puutteellinen liitoseristys	4	8	4	-		2	2	5
Virtausputken hitsausvirhe	26	9	1	2		7	2	8
Suojakuoren halkeama tms.	2	4	4	-		2	2	3
Epätiivis PE-putken hitsi	-	1	-	-		-	-	0
Epätiivis liukutasain	-	-	-	2		-	-	0
Ulkopuolinen väkivalta	28	25	9	4		2	8	16
Muut	13	5	10	5		22	35	12

Taulukko 6 Vauriot havaitsemistavan mukaan jaoteltuina 2018, kpl

Vauriosyy	Johtotyyppi							
	Mpuk	2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wmv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet	Yhteensä
Vettä kaivossa/kellarissa/lj- huoneessa	4	16	42	38	1	22	21	144
Höyryä tuuletusputkesta	-	-	9	5	1	6	2	23
Sula/lämmin/kuiva alue maassa	15	67	5	1	1	6	6	101
Poikkeava lisäveden kulutus	-	4	-	1	-	1	-	6
Hälytys kosteudenvilvontajärjestelmästä (Mpuk, 2Mpuk)	-	-	-	-	-	-	-	-
Verkon lämpökamerakuvaus	-	11	-	-	-	1	-	12
Kaukolämpöveden väriaine	-	5	1	1	-	-	-	7
Ulkopuolinen ilmoitus	24	83	12	4	-	5	16	144
Muut	4	6	2	4	2	5	4	27
Yhteensä	47	192	71	54	5	46	49	464

Taulukko 7 Vauriot paikantamistavan ja -tarkkuuden mukaan jaoteltuina 2018, kpl

Paikantamistapa	Paikantamistarkkuus				
	0 -1 m	2 - 5 m	6 - 20 m	yli 20 m	Yhteensä
Korrelaatiomenetelmä	-	1	-	-	1
Lämpökamerakuvaus	10	8	-	2	20
Hälytysjärjestelmä (Mpuk, 2Mpuk)	-	-	-	-	-
Koekaivaminen	11	12	15	6	44
Sula/lämmin/kuiva alue maassa	89	33	3	-	125
Pintalämpötilamittari	13	4	-	-	17
Ulkopuolinen ilmoitus	71	4	3	1	79
Muu	64	6	4	6	80
Yhteensä	258	68	25	15	366

Taulukko 8 Mpuk/2Mpuk-johtojen vauriojaotteluja 2018, kpl

Asennusmenetelmä			
Kompensoitu (tasaimet/luonnollinen kompensointi)	Kitkakiinnitetty, esilämmitetty	Kitkakiinnitetty, ei esilämmitystä (ns. kylmäasennus)	Jäykkä asennus kiintopistein
5	86	-	1

Liitosvauriot eristystavan mukaan		
Konevaahdotus	Käsinsekoitus	Erityskourut
7	25	2

Liitosvauriot liitostyyppin mukaan			
Pelti+leveä kutiste	PE-holkki + kapeat kutisteet	Hitsausliitos	Muu
18	41	2	2

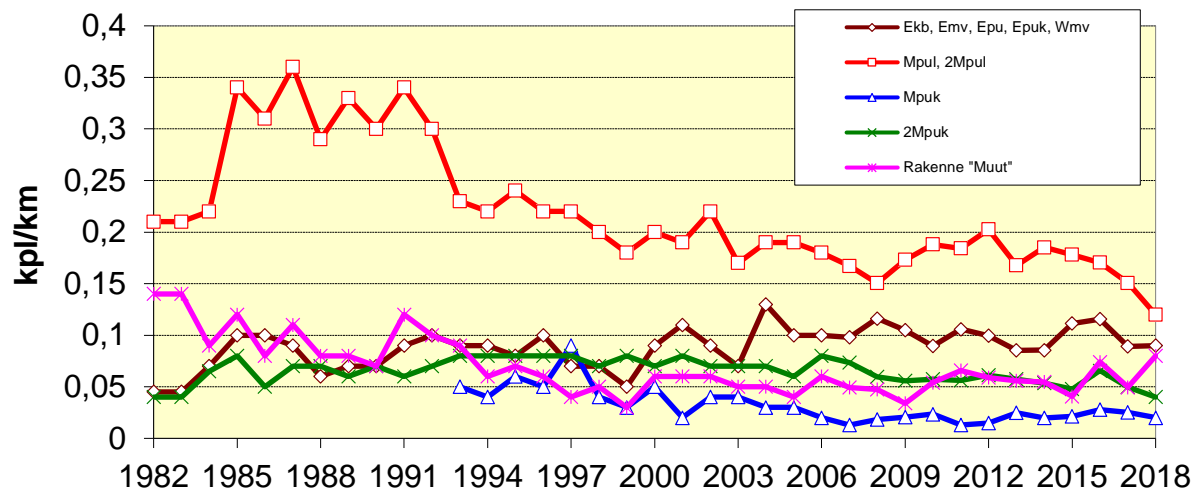
Vaurioituneen liitoksen sijainti			
Suoralla osuudella kitkapituudella	Suoralla osuudella kitkapituuden ulkopuolella	Kulmassa	T-haarassa
22	4	3	2

Kulman/T-haaran paisuntajärjestelyt		
Paisuntatyynyt	Vapaa liiketila	Ei kumpaakaan
-	4	22

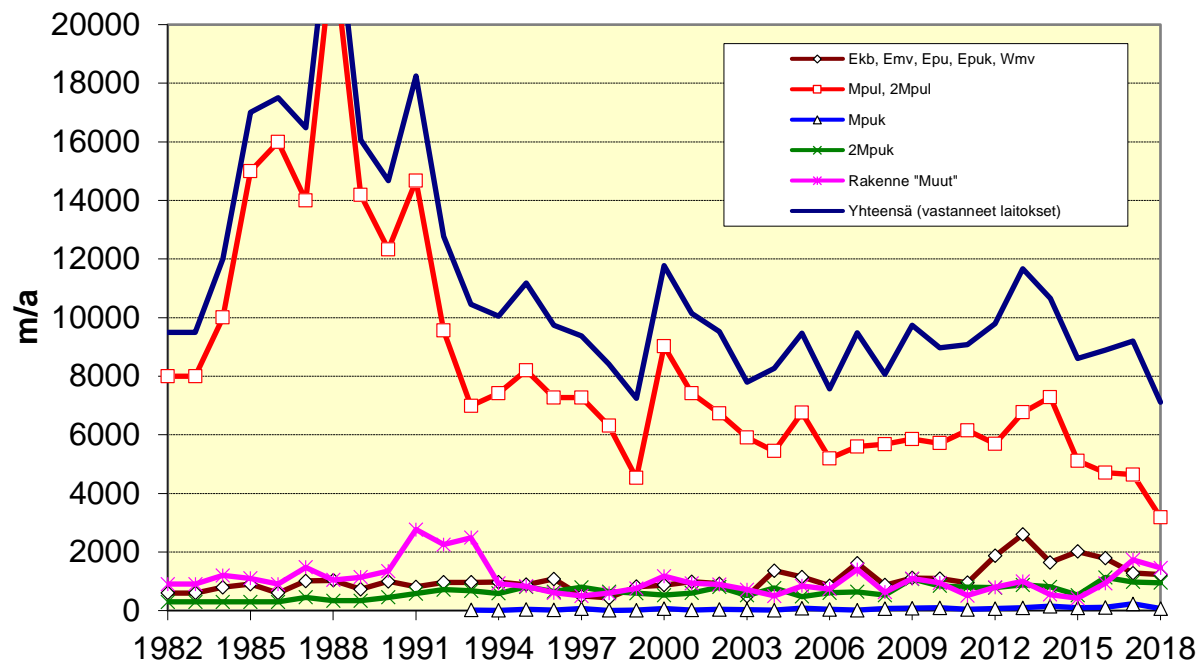
Taulukko 9 **Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset 2018, €/vaurio**

Vauriosyy	Johtotyyppi							Yhteensä
	Mpuk	2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wmv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet	
DN 20-80	2 785	5 161	11 025			8 425	373	6 681
DN 100-200	1 500	6 333	16 428	8 288		10 647	4 659	7 977
DN 250-				108 693			27 524	76 225
Yhteensä	2 588	5 723	11 926	68 531		9 042	8 232	11 065

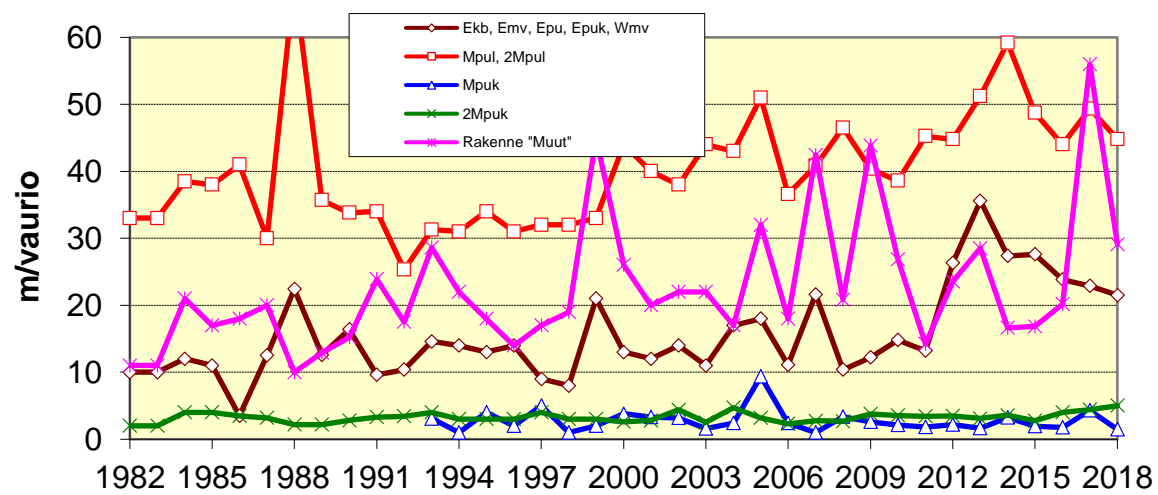
Huom! Yksittäisissä luokissa luku voi perustua hyvin pieneen vauriomäärään. Yhteensä -rivin luvut ovat tilastollisesti luotettavimpia.



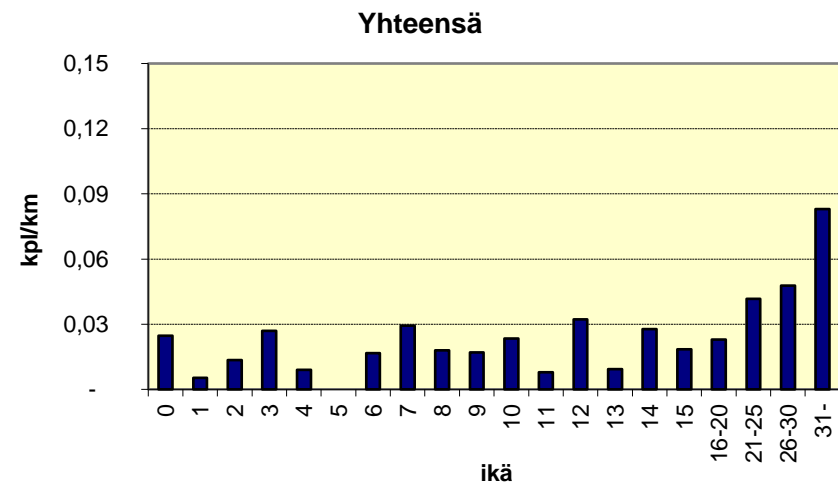
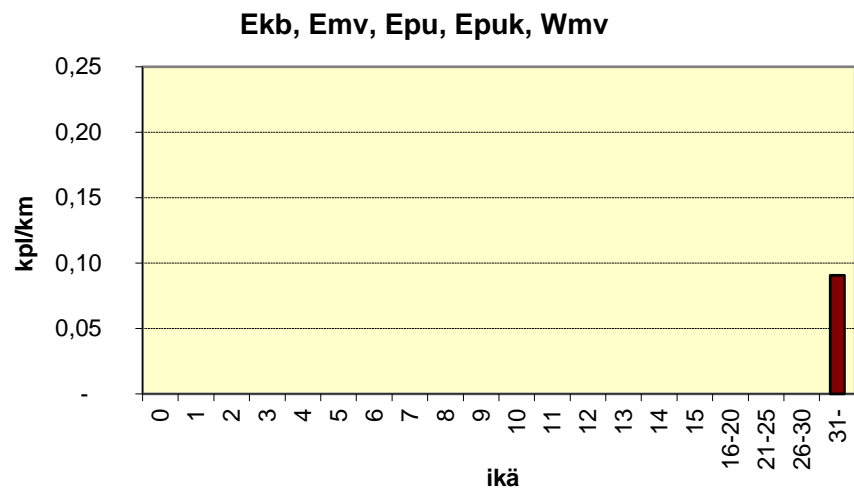
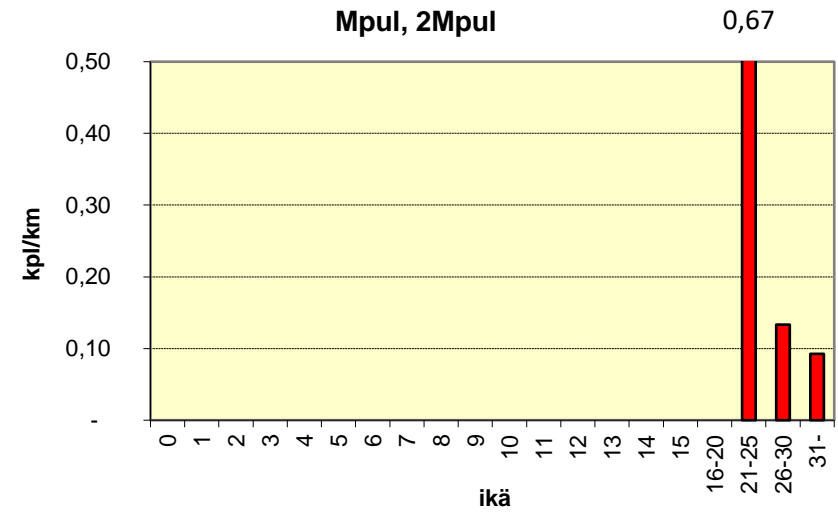
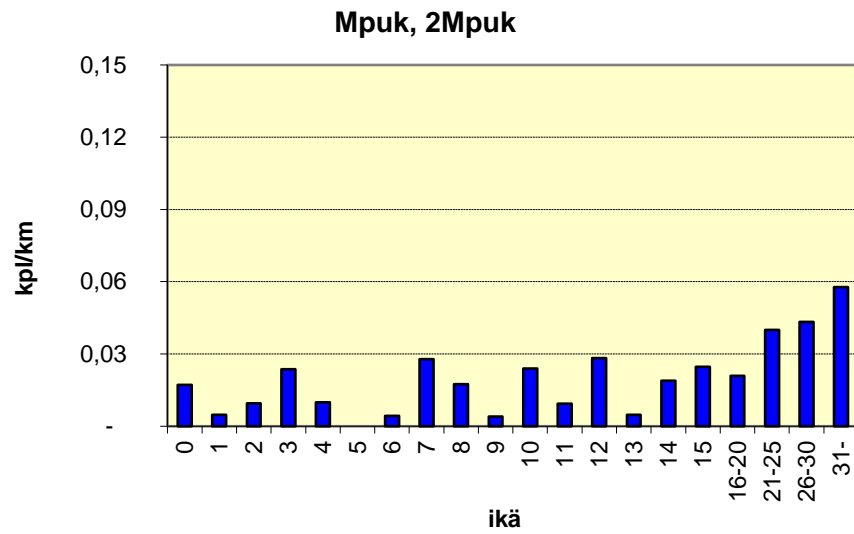
Kuva 1. Kaukolämpöjohtojen vikaantuvuus 1982-2018



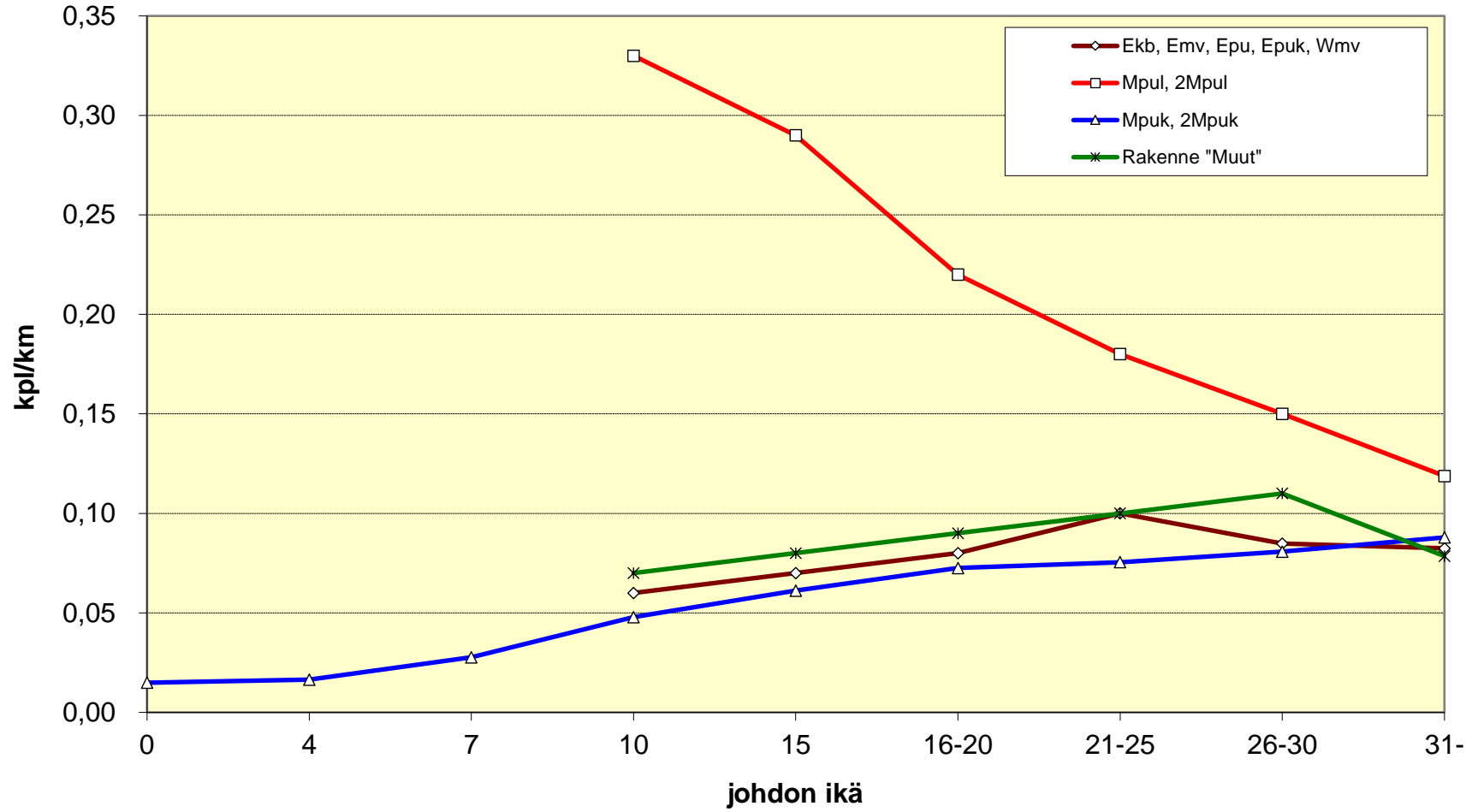
Kuva 2. Vuosittain uusittu kokonaisjohtopituus 1982-2018



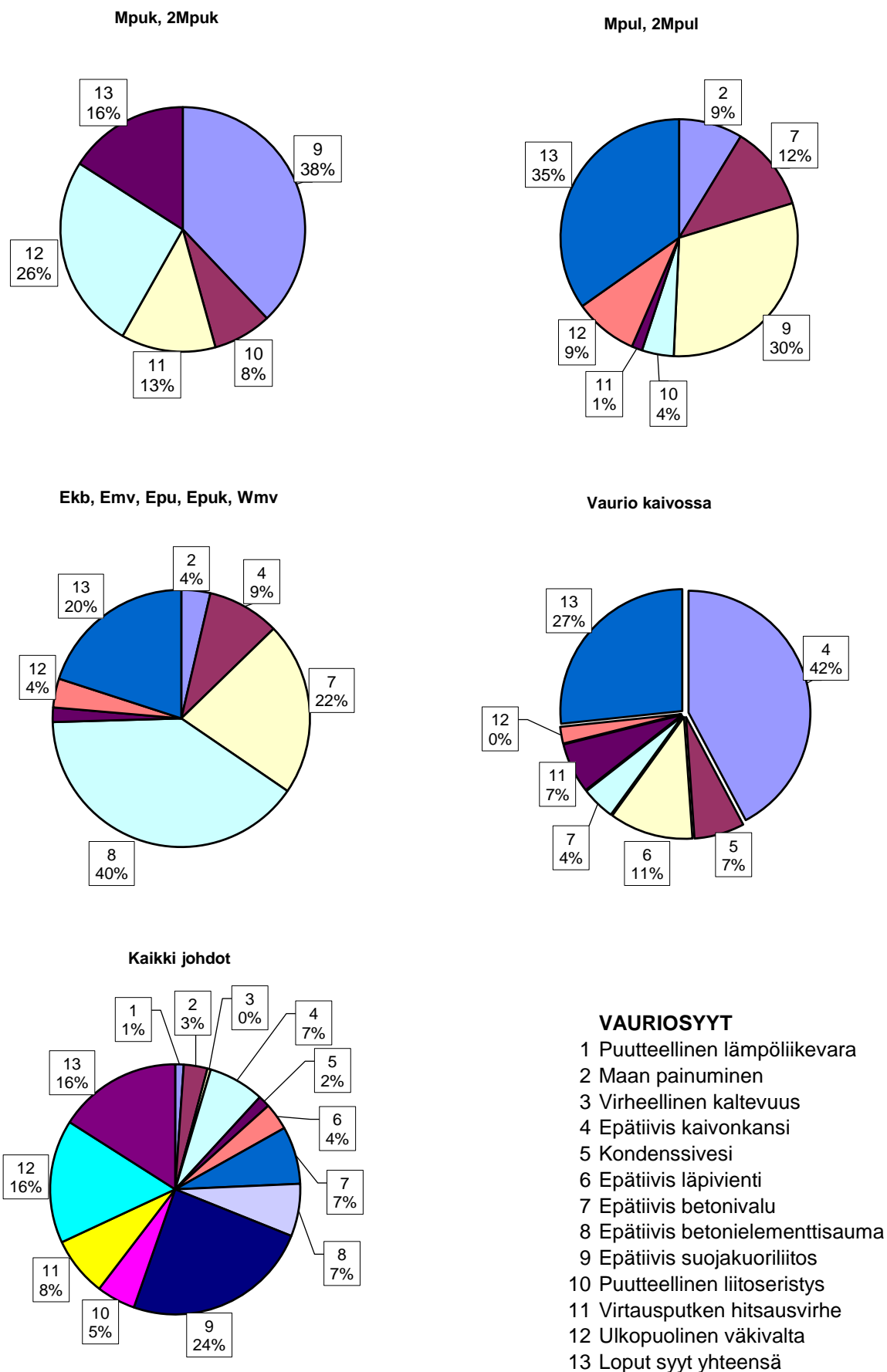
Kuva 3. Vauriota kohti uusittu johtopituus 1982-2018



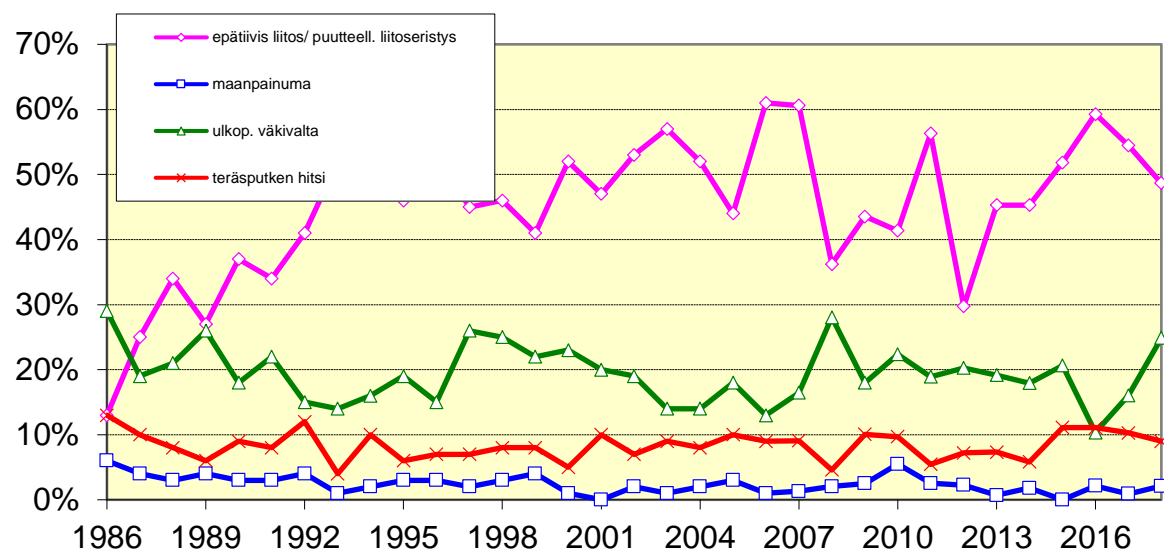
Kuva 4. Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän suhteen 2018



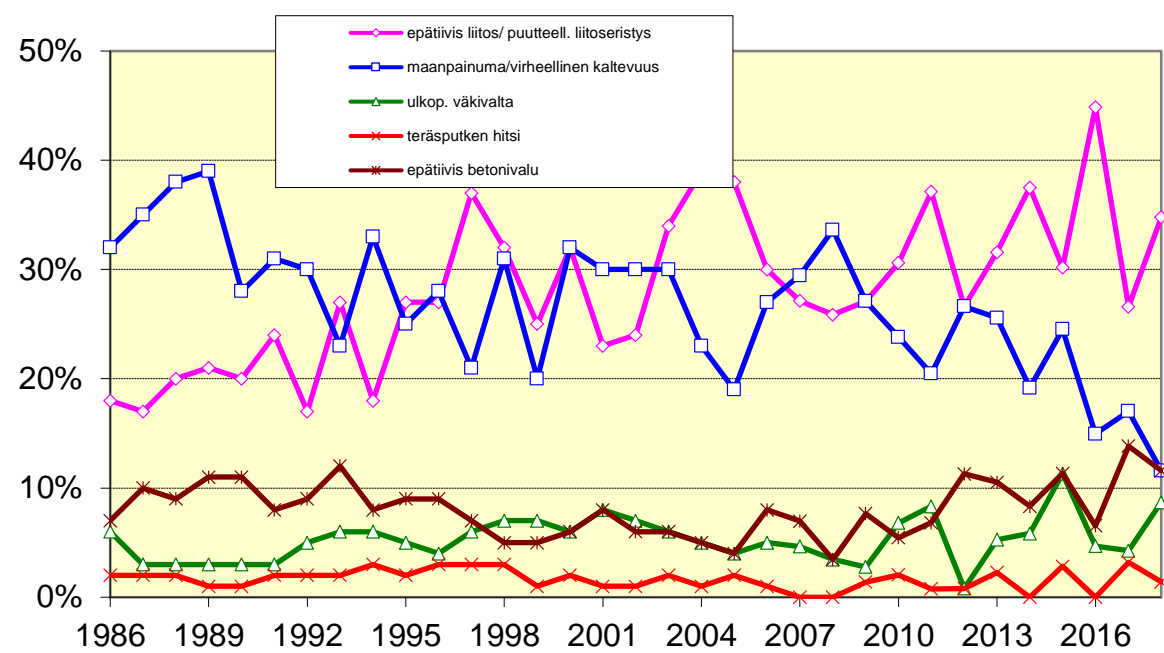
Kuva 5. Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän suhteen keskimäärin vuosina 1987-2018



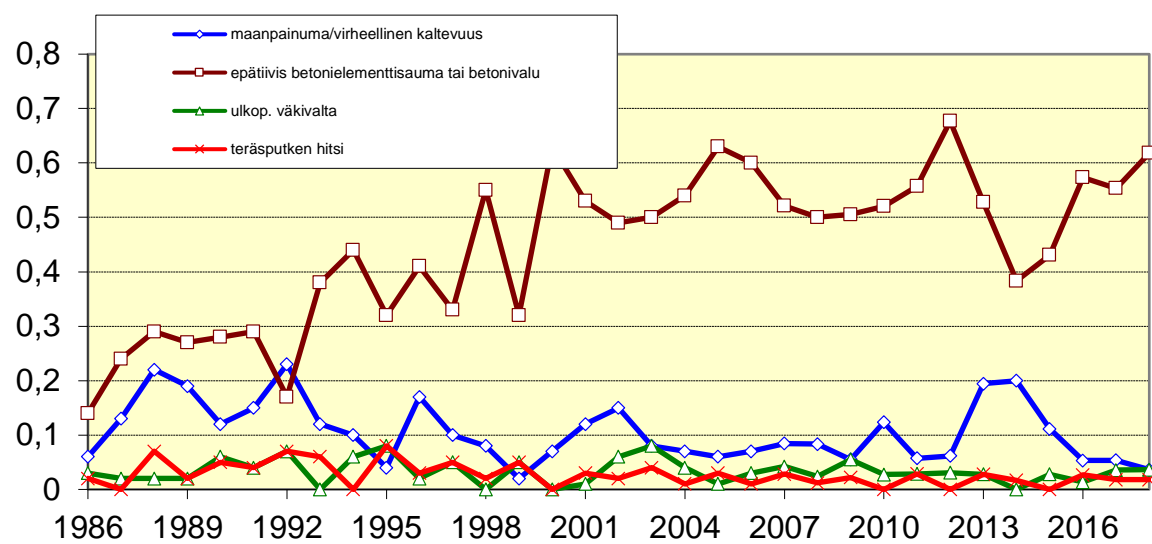
Kuva 6. Vauriosyiden prosentuaalinen jakauma 2018



Kuva 7. 2Mpuk-rakenteen vauriosyiden kehitys

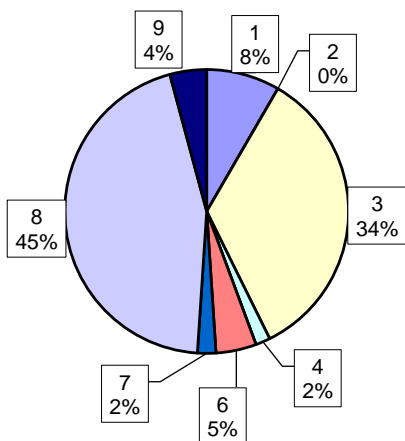


Kuva 8. Mpul-rakenteen vauriosyiden kehitys

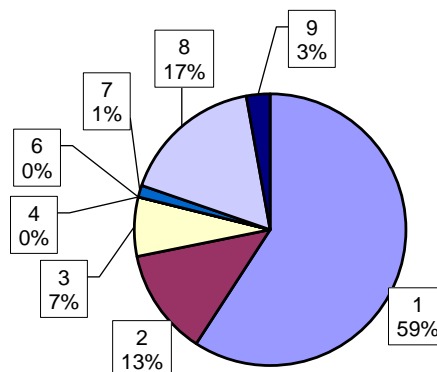


Kuva 9. Kokoelementtikanaavien (E) vauriosyiden kehitys

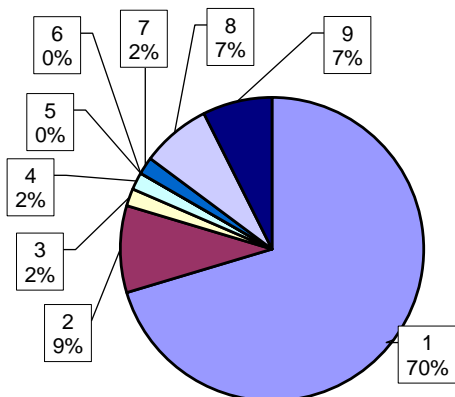
Mpuk, 2Mpuk



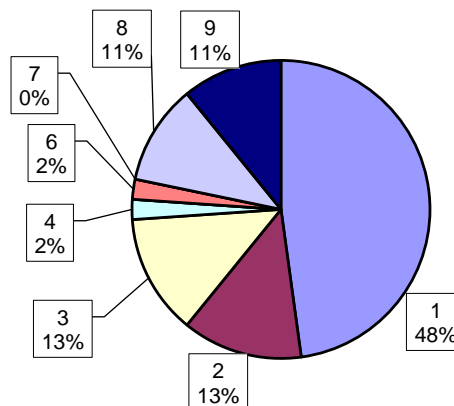
Mpul, 2Mpul



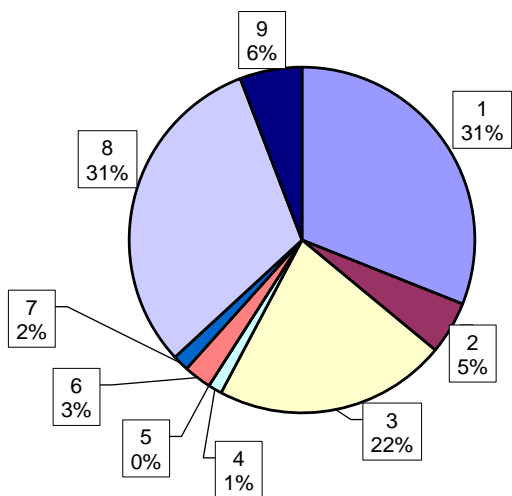
Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wmv



Vaurio kaivossa



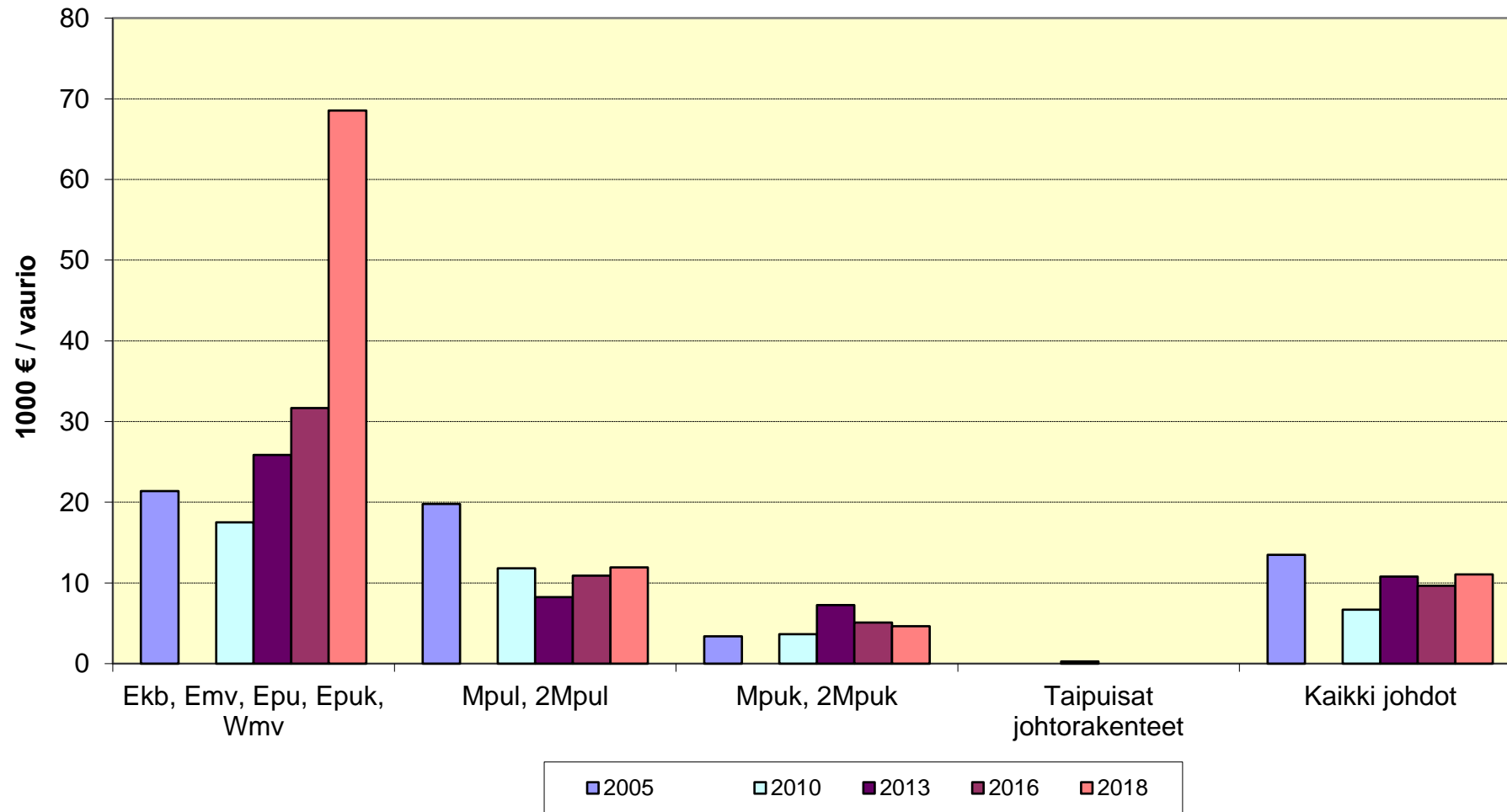
Kaikki johdot



VAURION HAVAITSEMISTAPA

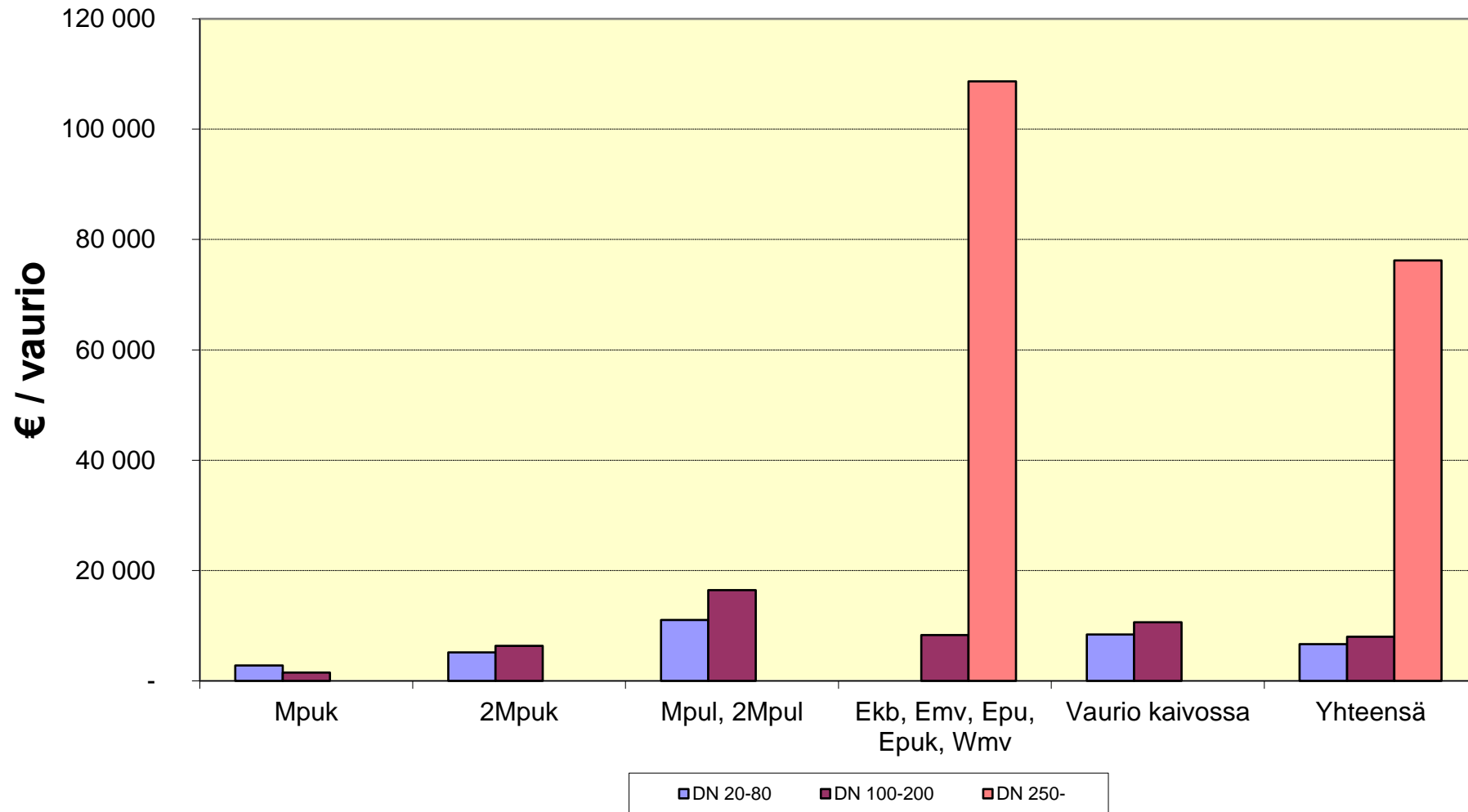
- 1 Vettä kaivossa/kellarissa/lj-huoneessa
- 2 Höyryä tuuletusputkesta
- 3 Sula/lämmin/kuiva alue maassa
- 4 Poikkeava lisäveden kulutus
- 5 Hälytysjärjestelmä (Mpuk, 2Mpuk)
- 6 Verkon lämpökamerakuvaus
- 7 Kaukolämpöveden väriaine
- 8 Ulkopuolinen ilmoitus
- 9 Muut

Kuva 10. Vaurioiden havaitsemistavan prosentuaalinen jakauma



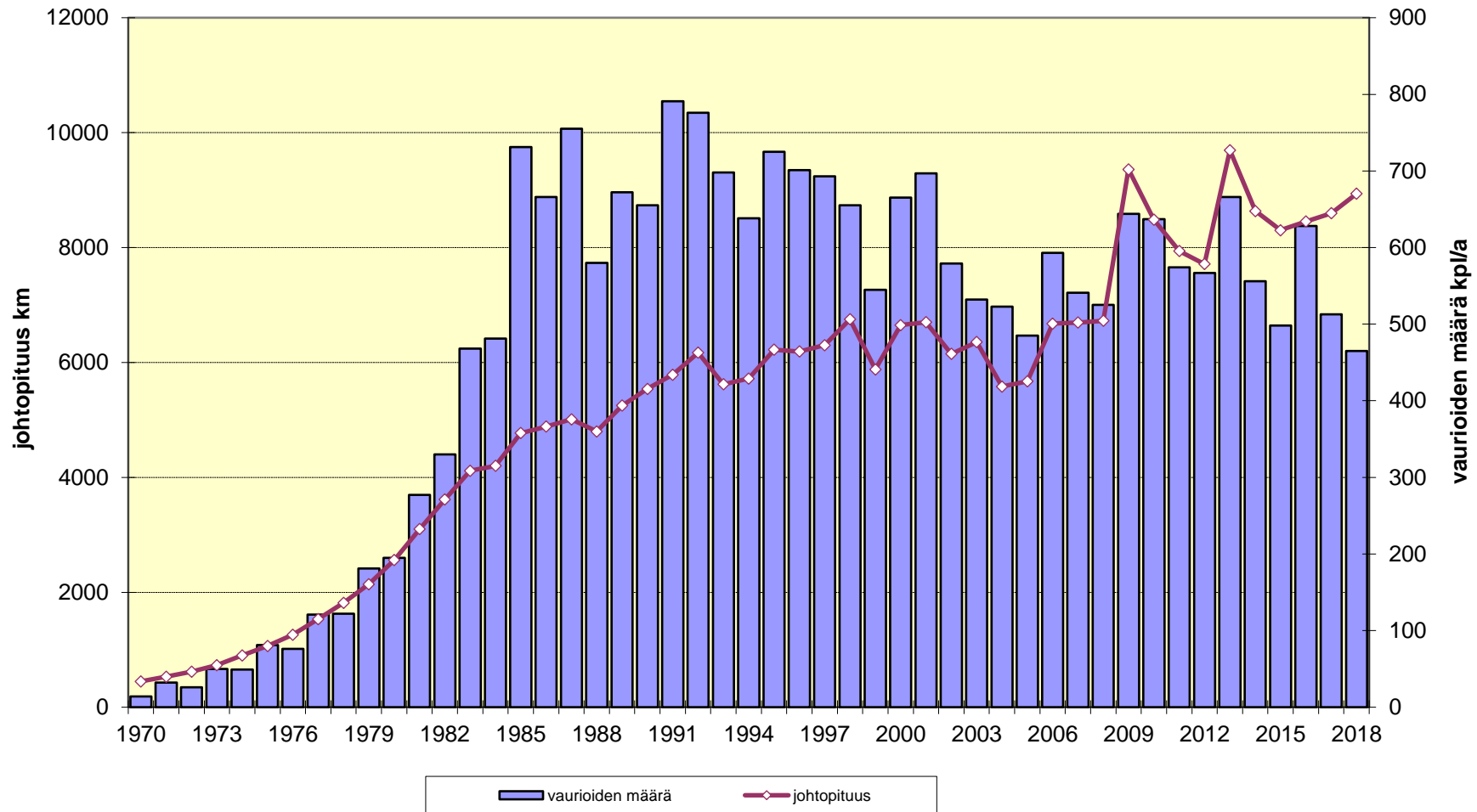
HUOM! 2010 - 2018 puuttuu isojen kaupunkien kustannustiedot valtaosin

Kuva 11. Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset eri johtotyypeillä 2005-2018



HUOM! Perustuu hyvin pieneen vauriomäärään, joista kustannus ilmoitettu (yhteensä 84 kpl)

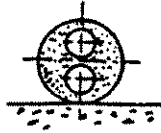
Kuva 12. Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset eri johtotyypeillä kokoluokittain 2018



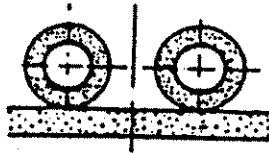
Kuva 13. Vauriokyselyyn vastanneiden jäsenlaitosten yhteenlasketut johtopituudet ja vaurioiden vuosittaiset lukumäärät 1970-2018

JOHTOTYYPIT JA NIIDEN NIMILYHENTEET

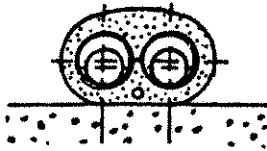
1. Kiinnivaahdotetut muovisuojakuorijohdot, kaksiputkielementit, Mpuk



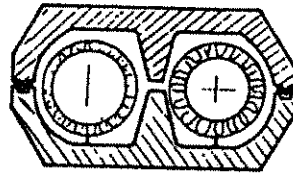
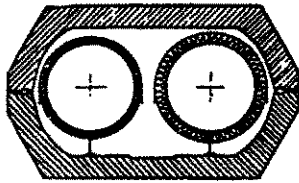
2. Kiinnivaahdotetut muovisuojakuorijohdot, yksiputkielementit, 2Mpuk



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, asbestisementtisuoja-putkijohdot 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...2018

District Heating Statistics 1982...2018

Kaukolämpöjohtotilasto 1964, 1971...2002

Kaukolämpöverkon vauriotilasto 1984...2018

Kaukolämmön käyttötaloudelliset tunnusluvut 1984...2018

Maanalaisten kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen rakentamiskustannukset 1988...2018

Kaukolämmön keskeytystilasto 2007...2018



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