

# Kaukolämpöverkon vauriotilasto 2014



**Energiateollisuus**

**Kaukolämpö**



## **Kaukolämpöverkon vaurioutilasto 2014**



## Kaukolämpöverkon vaurioutilasto 2014

### 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 2014 |
|                 | 2  | Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän mukaan 2014, kpl/km   |
|                 | 3  | Vauriomäärä ja -tiheys johdon kokoluokittain yleisimmille johtotyypeille 2014  |
|                 | 4  | Vauriot vaurioituneen johto-osan mukaan jaoteltuina 2014, kpl  |
|                 | 5  | Vauriosyiden jakautuma 2014, %   |
|                 | 6  | Vauriot havaitsemistavan mukaan jaoteltuina 2014, kpl  |
|                 | 7  | Vauriot paikantamistavan ja -tarkkuuden mukaan jaoteltuina 2014, kpl   |
|                 | 8  | Mpuk/2Mpuk-johtojen vauriojaotteluja 2014, kpl   |
|                 | 9  | Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset 2014, €/vaurio   |
| <b>Kuvat</b>    | 1  | Kaukolämpöjohtojen vikaantuvuus 1982-2014  |
|                 | 2  | Vuosittain uusittu kokonaisjohtopituus 1982-2014   |
|                 | 3  | Vauriota kohti uusittu johtopituus 1982-2014   |
|                 | 4  | Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän suhteen 2014  |
|                 | 5  | Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän suhteen keskimäärin vuosina 1987-2014   |
|                 | 6  | Vauriosyiden prosentuaalinen jakautuma 2014  |
|                 | 7  | 2Mpuk-rakenteen vauriosyiden kehitys 1986-2014   |
|                 | 8  | Mpul-rakenteen vauriosyiden kehitys 1986-2014  |
|                 | 9  | Betonisten kokoelementtikonarakenteiden (E) vauriosyiden kehitys 1986-2014   |
|                 | 10 | Vaurioiden havaitsemistavan prosentuaalinen jakautuma 2014   |
|                 | 11 | Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset eri johtotyypeille 2005-2014   |
|                 | 12 | Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset eri johtotyypeillä kokoluokittain 2014   |
|                 | 13 | Vauriokyselyyn vastanneiden jäsenlaitosten yhteenlasketut johtopituudet ja vaurioiden vuosittaiset lukumäärät 1970-2014        |
| <b>Liitteet</b> | 1  | Johtotyypit ja niiden nimilyhenteet  |



## Kaukolämpöverkon vaurioutilasto 2014

### 1 Yleistä

Kaukolämpöverkoissa esiintyneistä vaurioista on aiemmin tehty 26 raporttia. Nämä ovat vuosilta 1967 - 77, 1978 - 79, 1980 - 81, 1982 - 83, 1984 - 86 sekä vuosittain vuosilta 1987 – 2013.

Vuoden 2014 vaurioita koskevaan kyselyyn saatiin vastaukset 49 jäsenyrityksestä vastaten 49 % kaukolämmön vähittäismyyntiä harjoittavista jäsenyrityksistä. Vastanneiden laitosten kokonaisjohtopituus oli 8635 km vastaten noin 61 % koko jäsenistön johtopituudesta.

Vastanneista yrityksistä 12:llä ei vaurioita vuoden 2014 aikana ollut lainkaan.

Valtaosa suurista ja keskisuurista jäsenyrityksistä on parina viime vuonna 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 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, asbestisementtisuojaputkijohdot sekä ns. "vanhat" betonikanavajohdot.

Johtotyypit on kuvattu ja niiden nimilyhenteet selostettu liitteessä 1.

### 3 Vaurioiden lukumäärät ja uusitut johtopituudet

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

Vauriotapausten lukumäärä vuonna 2014 oli 546 kpl. Määrä on 1980- ja 1990-lukujen vaihteesta lähtien ollut trendinomaisesti hienoisessa laskussa huolimatta johtopituuden kasvusta ja verkkojen ikääntymisestä. Edellisestä vuodesta vauriolukumäärä on laskenut noin sadalla.

Uusittu johtopituus yhteensä, 10,7 km (tieto saatu 428 vauriosta) v. 2014 oli kilometrin edellisvuotta pienempi. Uusittu johtopituus on 1990-luvun alun jälkeen koko ajan pysytellyt tasolla n. 8...12 km/vuosi.

Keskimääräinen vauriota kohti uusittu johtopituus oli 19,5 m, mikä on pari metriä pitempi kuin vuonna 2013 ja viitisen metriä pitempi kuin 2010.

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

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

Ryhmässä "muut rakenteet" oli 1 vaurio asbestisementtisuoja-putkijohdoissa, 8 kpl kellari-/sisäjohtoissa, 5 kpl kiertojohdossa, 1 kpl siltajohdossa, 1 kpl tunnelijohdossa, 3 kpl kahden eri johtotyyppin haaroituksessa sekä 14 erilaisissa vanhoissa betonikanavarakenteissa (valtaosin kevytbetonieristeisiä P-kanavia).

### 4 Vaurioiden esiintymistiheys ikäluokittain

Keskimääräinen vauriotiheys 2014 oli hieman alempi kuin 2013 eli 0,06 kpl/km. Johtotyypeittäin vauriotiheys oli suunnilleen 2013 tasolla (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 tasaisen korkea läpi koko ko. johtojen laajemman rakentamisen kauden. Tosin vanhimmilla, yli 30 v. ikäisillä 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 vain luokkaa 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, 55 % kohdistui mineraalivillaeristeisiin johtoihin, 13 % PUR-kouruilla eristettyyn rakenteeseen ja 32 % kevytbetonieristeisiin johtoihin.

Johdon ikää (rakentamisvuotta) ei aina (n. 12 % 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 1987-2014 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 n. 22 %, pelkästään menoputkeen n. 58 % ja paluuputkeen n. 20 %. Jakauma vastaa pitkälti edellisiä vuosia.

## 6 Vauriosyyt

Vaurioiden syyjakauma on esitetty taulukossa 5 ja kuvassa 6.

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

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

Rakenteella 2Mpuk yleisimmät vauriosyyt ovat epätiivis suojakuoriliitos tai puutteellinen liitoseristys, joiden yhteiseksi osuudeksi on viime vuosina vakiintunut n. 50 % (nyt 45 %) sekä ulkopuolinen väkivalta, jonka osuus näyttää ko. vahinkojen välttämisedellytysten kehittymisestä huolimatta vakiintuneen n. 15...25%:n tasolle (nyt 18 %, lisäksi osa muihin syihin sisältyvistä suojaputken halkeamista lienee ulkopuolisen väkivallan aiheuttamia). Teräsputken hitsausvirhe aiheutti 6 % vaurioista tällä rakenteella, mikä on suunnilleen 2000-luvun keskimääräistä tasoa.

Mpuk-rakenteella teräsputkien hitsaus vaatii enemmän tarkkuutta. Viime vuosina hitsausvirheiden osuus on ollut 30...60 %, nyt 23 %. Absoluuttisesti määrä oli kuitenkin varsin vähäinen eli 8 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 epätiivis suojakuoriliitos käsittää lähes ainoastaan kutisteliitoksia. Vain kaksi muuhun liitostapaan kohdistunutta vauriota raportoitiin.

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

Valtaosa, 61 % vauriotapauksista kohdistui johtoon, joka ei ollut salaojitettu.

Pohjaveden pinta oli vain 3 % tapauksista johdon yläpuolella ja 16 % tapauksista ajoittain johdon yläpuolella.

Kohdassa "muut" useimmissa tapauksissa raportoitiin, että vaurion syytä ei selvitetty tai ei tiedetä. Muita pääasiassa raportoituja vauriosyitä olivat paljetasain- ja venttiiliviat 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 niitä 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, 64 % 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 38 vuodosta 26 osui alueelle 0 - 5 m. Hälytysjärjestelmällä (Mpuk/2Mpuk), joita Suomessa tähän asti ei juurikaan ole käytetty, ei raportoitu vaurioita löydetyn.

## 9 Kiinnivaahdotettujen johtojen vaurioiden tarkastelua

Selvä enemmistö kiinnivaahdotettujen johtojen vaurioista (yhteensä 228 kpl) kohdistuu johtorakenteelle 2Mpuk, kaksiputkielementtirakenteelle (Mpuk) ilmoitettiin ainoastaan 35 vauriota. Koska Mpuk-rakennetta on käytetty jo yli 30 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. Yhtä lukuun ottamatta 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 tai PUR-kourut.

Merkillepantavaa on, että kaikkiaan 37 liitosvauriosta, joista sekä liitostyyppi että johdon ikä ilmoitettiin, 2 kohdistui 10 v. nuorempiin liitoksiin, 3 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 2014 kyselyssä tiedot vain 124 vauriosta. Vähäinen määrä ja etenkin isompien yritysten tietojen puuttuminen haittaa keskiarvojen luotettavuutta ja vertailukelpoisuutta aiempiin vuosiin. Todelliset korjauskustannukset 2014 lienevät keskimäärin selvästi taulukossa 9 ja kuvissa 11 ja 12 esitettyjä suuremmat, ehkä noin puolitoista-kaksinkertaiset.

"014 keskimääräinen korjauskustannus/vaurio oli n. 11 000 €. Mikäli oletetaan keskimääräiset vauriokohtaiset korjauskustannukset vuoden 2005 mukaisiksi (n. 14 000 €), olisi v. 2014 raportoidun 546 vaurion kokonaiskorjauskustannus 7,6 M€. Jos vastausprosentti vauriokyselyyn olisi 100, päädyttäisiin koko Suomessa laskennallisesti tasoon 12,5 M€: (13,2 M€ v. 2012, 13,4 M€ v. 2012, 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 2014 oli 546 kpl, keskimääräinen vauriotiheys 0,06 kpl/km ja uusittu johtopituus 10,7 km.

Kiinnivaahdotetuilla muovisuojakuorijohdoilla vauriotiheys oli 0,05 kpl/km (2Mpu) ja

0,02 kpl/km (Mpuk), johtorakenteella Mpul/2Mpul 0,19 kpl/km ja betonikanavarakenteella 0,09 kpl/km.

Uusittu johtopituus/vaurio oli kiinnivaahdotetulla rakenteella vajaa 4 m, Mpul-rakenteella n. 16-kertainen ja betonisilla kokoelementtikanaavilla n. 7-kertainen kiinnivaahdotettuun rakenteeseen nähden.

Yleisimmin vauriot betonikanavajohdoissa aiheutuvat epätiiviestä betonielementtisaumoista, epätiiviestä betonivalusta ja maanpainumasta. Rakenteella Mpul yleisin vauriosyy on epätiivis suojakuoriliitos sekä maanpainuma/virheellinen kaltevuus. Kiinnivaahdotetulla muovisuojakuorijohdolla merkittävimmät vauriosyyt ovat epätiivis suojakuoriliitos/puutteellinen liitoseristys 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 2014

|   | Johtotyyppi |       |             |                           |                          |                 |                | Yhteensä |
|---|-------------|-------|-------------|---------------------------|--------------------------|-----------------|----------------|----------|
|   | Mpuk        | 2Mpuk | Mpul, 2Mpul | Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wrmv | Taipuisat johtorakenteet | Vaurio kaivossa | Muut rakenteet |          |
| JOHTOPITUUS / km                          | 2 274       | 4 271 | 664         | 701                       | 122                      |                 | 602            | 8 636    |
| - osuus kokonaisjohtopituudesta / %       | 26          | 49    | 8           | 8                         | 1                        | -               | 7              | 100      |
| UUSITTU JOHTOPITUUS / M 1)                | 145         | 812   | 7 281       | 1 642                     | 4                        | 224             | 549            | 10 657   |
| - osuus kaikista uusituista johdoista / % | 1           | 8     | 68          | 15                        | 0                        | 2               | 5              | 100      |
| - vauriota kohti / m                      | 4,1         | 3,6   | 59,2        | 27,4                      | 2,0                      | 3,4             | 16,6           | 19,5     |
| VAURIOTAPAUSTEN LUKUMÄÄRÄ / kpi           | 35          | 228   | 123         | 60                        | 2                        | 65              | 33             | 546      |
| - osuus kaikista vaurioista / %           | 6           | 42    | 23          | 11                        | 0                        | 12              | 6              | 100      |
| - vaurioiden esiintymistiheys / kpi/km    | 0,02        | 0,05  | 0,19        | 0,09                      | 0,02                     |                 | 0,05           | 0,06     |

1) Perustuu yhteensä 428 vaurioon, josta uusittu johtopituus ilmoitettiin

Taulukko 2 Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän mukaan 2014, kpl/km 1)

| Käyttöikä<br>vuotta | Johtotyyppi |        |             |        |                             |        |                             |        |                 |        |                |        |          |        | Yhteensä |  |
|---------------------|-------------|--------|-------------|--------|-----------------------------|--------|-----------------------------|--------|-----------------|--------|----------------|--------|----------|--------|----------|--|
|                     | Mpuk, 2Mpuk |        | Mpul, 2Mpul |        | Ekb, Emv, Epu,<br>EpuK, Wmv |        | Taipuisat<br>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                   | 1           | 0,01   | -           | -      | -                           | -      | -                           | -      | -               | -      | -              | -      | 1        | 0,01   |          |  |
| 1                   | 1           | 0,01   | -           | -      | -                           | -      | -                           | -      | -               | -      | -              | 2      | 0,67     | 3      | 0,02     |  |
| 2                   | 2           | 0,01   | -           | -      | -                           | -      | -                           | -      | -               | -      | -              | -      | -        | 2      | 0,01     |  |
| 3                   | 2           | 0,01   | -           | -      | -                           | -      | -                           | -      | -               | -      | -              | -      | -        | 2      | 0,01     |  |
| 4                   | 2           | 0,01   | -           | -      | -                           | -      | -                           | -      | -               | -      | -              | -      | -        | 2      | 0,01     |  |
| 5                   | 2           | 0,01   | -           | -      | -                           | -      | -                           | -      | -               | -      | -              | -      | -        | 2      | 0,01     |  |
| 6                   | 3           | 0,01   | -           | -      | -                           | -      | -                           | -      | -               | -      | 1              | 0,20   | -        | 4      | 0,02     |  |
| 7                   | 3           | 0,02   | -           | -      | 1                           | 10,00  | -                           | -      | -               | 1      | -              | -      | -        | 5      | 0,03     |  |
| 8                   | 2           | 0,01   | -           | -      | -                           | -      | -                           | -      | -               | -      | -              | -      | -        | 2      | 0,01     |  |
| 9                   | 1           | 0,01   | -           | -      | -                           | -      | -                           | -      | -               | -      | -              | -      | -        | 1      | 0,01     |  |
| 10                  | 3           | 0,02   | -           | -      | -                           | -      | -                           | -      | -               | -      | -              | -      | -        | 4      | 0,02     |  |
| 11                  | -           | -      | -           | -      | -                           | -      | -                           | -      | -               | -      | -              | -      | -        | 2      | 0,01     |  |
| 12                  | 3           | 0,02   | 1           | 10,00  | -                           | -      | 1                           | 0,25   | -               | -      | -              | -      | -        | 5      | 0,03     |  |
| 13                  | 1           | 0,01   | -           | -      | -                           | -      | -                           | -      | -               | -      | -              | -      | -        | 2      | 0,01     |  |
| 14                  | 2           | 0,01   | -           | -      | -                           | -      | -                           | -      | -               | -      | 1              | 0,33   | -        | 4      | 0,03     |  |
| 15                  | 2           | 0,01   | -           | -      | -                           | -      | -                           | -      | -               | -      | -              | -      | -        | 4      | 0,03     |  |
| 16-20               | 25          | 0,04   | 2           | 2,00   | -                           | -      | -                           | -      | -               | -      | -              | -      | -        | 31     | 0,04     |  |
| 21-25               | 40          | 0,05   | 1           | 0,20   | 3                           | 0,30   | -                           | -      | -               | -      | -              | -      | -        | 52     | 0,06     |  |
| 26-30               | 49          | 0,05   | 22          | 0,63   | 5                           | 0,06   | -                           | -      | -               | -      | -              | -      | -        | 86     | 0,07     |  |
| 31-                 | 83          | 0,09   | 79          | 0,12   | 50                          | 0,08   | 1                           | -      | -               | -      | -              | -      | -        | 266    | 0,10     |  |
| tuntematon          | 22          | -      | 14          | -      | 1                           | -      | -                           | -      | -               | -      | -              | -      | -        | 47     | -        |  |

1) Perustuu yhteensä 479 vaurioon, joista vaurioituneen johdon rakennusvuosi ilmoitettiin

Taulukko 3 Vauriomäärä ja tiheys johdon kokoluokittain yleisimmille johtotyypeille 2014

| Johtokoko       | Johtotyyppi |             |  |       | Yhteensä |
|-----------------|-------------|-------------|--|-------|----------|
|                 | Mpuk, 2Mpuk | Mpul, 2Mpul | Ek <sub>b</sub> , Em <sub>v</sub> , Epu,<br>Epu <sub>k</sub> , W <sub>mv</sub> |       |          |
| DN 20-80        |             |             |  |       |          |
| - lukumäärä kpl | 173         | 99          | 7  | 279   |          |
| - tiheys kpl/km | 0,043       | 0,219       | 0,067  | 0,061 |          |
| DN 100-200      |             |             |  |       |          |
| - lukumäärä kpl | 65          | 20          | 23   | 108   |          |
| - tiheys kpl/km | 0,036       | 0,098       | 0,102  | 0,049 |          |
| DN 250-         |             |             |  |       |          |
| - lukumäärä kpl | 21          | -           | 29   | 50    |          |
| - tiheys kpl/km | 0,029       | -           | 0,078  | 0,045 |          |

Taulukko 4 Vauriot vaurioituneen johto-osan mukaan jaoteltuina 2014, kpl

| Vaurioitunut johto-osa      | Johtotyyppi |       |             |                          |                          |                 |                |     | Yhteensä |
|-----------------------------|-------------|-------|-------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|----------------|-----|----------|
|                             | Mpuk        | 2Mpuk | Mpul, 2Mpul | Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wmv | Taipuisat johtorakenteet | Vaurio kaivossa | Muut rakenteet |     |          |
| Virtausputki                | 28          | 164   | 107         | 58                       | 2                        | 31              | 27             | 417 |          |
| Ilmanpoisto, maa-asennus    | 1           | 8     | -           | -                        | -                        | 2               | 1              | 12  |          |
| Ilmanpoisto kaivossa        | -           | 1     | -           | -                        | -                        | 7               | -              | 8   |          |
| Tyhjennys, maa-asennus      | 1           | 4     | -           | -                        | -                        | 1               | -              | 6   |          |
| Tyhjennys, kaivossa         | -           | 3     | -           | 2                        | -                        | 13              | -              | 18  |          |
| Sulkuventtiili, maa-asennus | 3           | 8     | -           | -                        | -                        | 1               | -              | 12  |          |
| Sulkuventtiili, kaivossa    | -           | 2     | 3           | 1                        | -                        | 9               | -              | 15  |          |
| Haaroitus, porausliitos     | -           | 7     | 1           | 1                        | -                        | 1               | -              | 10  |          |
| Haaroitus, muu              | -           | 13    | 5           | 2                        | -                        | -               | 1              | 21  |          |
| Tasain                      | -           | 6     | 2           | 2                        | -                        | -               | -              | 10  |          |
| PE-suojakuori               | 2           | 15    | 5           | -                        | 1                        | 3               | -              | 26  |          |
| Eristys                     | 6           | 19    | 2           | 1                        | -                        | -               | -              | 28  |          |
| Kiintopiste                 | -           | 15    | 5           | 1                        | -                        | -               | 1              | 22  |          |
| Läpivienti                  | -           | -     | 7           | 1                        | -                        | 5               | -              | 13  |          |
| Muu                         | 2           | 6     | 3           | 1                        | -                        | 5               | 7              | 24  |          |



Taulukko 5 Vauriosyiden jakautuma 2014, %

| Vauriosyy                      | Johtotyyppi |       |             |                         |                          |                 |                | Yhteensä |
|--------------------------------|-------------|-------|-------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|----------------|----------|
|                                | Mpuk        | 2Mpuk | Mpul, 2Mpul | Ek, Emv, Epu, Epuk, Wmv | Taipuisat johtorakenteet | Vaurio kaivossa | Muut rakenteet |          |
| Puutteellinen lämpöliikevara   | 3           | 4     | -           | -                       | 2                        | 2               | -              | 2        |
| Maan painuminen                | 3           | 2     | 16          | 20                      | 2                        | 2               | 6              | 7        |
| Virheellinen ympärystäyttö     | 3           | 2     | -           | -                       | -                        | -               | 3              | 1        |
| Virheellinen kaltevuus         | -           | -     | 3           | -                       | -                        | -               | -              | 1        |
| Epätiivis kaivonkansi          | -           | 1     | 6           | 5                       | 32                       | 3               | 3              | 6        |
| Kondenssivesi                  | -           | -     | -           | 2                       | 3                        | 1               | -              | 1        |
| Epätiivis läpivienti           | -           | 3     | 4           | 2                       | 11                       | 4               | -              | 4        |
| Epätiivis betonivalu           | -           | 3     | 8           | 8                       | 11                       | 6               | 9              | 6        |
| Epätiivis betonielementtisauma | -           | -     | -           | 30                      | -                        | 5               | 22             | 5        |
| Epätiivis suojakuoriliitos     | 23          | 40    | 36          | 2                       | -                        | 26              | -              | 26       |
| Puutteellinen liitoseristys    | 3           | 5     | 2           | -                       | 2                        | 3               | -              | 3        |
| Virtausputken hitsausvirhe     | 23          | 6     | -           | 2                       | 3                        | 5               | 9              | 5        |
| Suojakuoren halkeama tms.      | -           | 4     | 1           | -                       | -                        | 2               | -              | 2        |
| Epätiivis PE-putken hitsi      | 3           | 1     | -           | -                       | 2                        | 1               | -              | 1        |
| Epätiivis liukutasain          | -           | 1     | 1           | -                       | -                        | 1               | -              | 1        |
| Ulkopuolinen väkivalta         | 29          | 18    | 6           | -                       | 10                       | 12              | 3              | 12       |
| Muut                           | 11          | 10    | 18          | 30                      | 23                       | 44              | 44             | 18       |

Taulukko 6 Vauriot havaitsemistavan mukaan jaoteltuina 2014, kpi

| Vauriosyy   | Johtotyyppi |            |             |                          |                          |                 |                |  |  |  | Yhteensä   |
|---|-------------|------------|-------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|----------------|--|--|--|------------|
|   | Mpuk        | 2Mpuk      | Mpul, 2Mpul | Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wmv | Taipuisat johtorakenteet | Vaurio kaivossa | Muut rakenteet |  |  |  |            |
| Vettä kaivossa/kellarissa/ji-huoneessa                | 6           | 23         | 77          | 38                       | -                        | 24              | 15             |  |  |  | 183        |
| Höyryä tuuletusputkesta                               | -           | 4          | 15          | 11                       | -                        | 13              | -              |  |  |  | 43         |
| Sula/lämmiin/kuiva alue maassa                        | 12          | 120        | 11          | 1                        | -                        | 3               | 6              |  |  |  | 153        |
| Poikkeava lisäveden kulutus                           | 1           | 12         | 1           | 2                        | 1                        | 1               | 1              |  |  |  | 19         |
| Hälytys kosteudenvalvontajärjestelmästä (Mpuk, 2Mpuk) | -           | -          | -           | 1                        | -                        | -               | -              |  |  |  | 1          |
| Verkon lämpökamerakuvaus                              | -           | 3          | 1           | 1                        | -                        | -               | 1              |  |  |  | 6          |
| Kaukolämpöveden väriaine                              | 2           | 9          | -           | 2                        | 1                        | 2               | -              |  |  |  | 16         |
| Ulkopuolinen ilmoitus                                 | 8           | 35         | 7           | 2                        | -                        | 4               | 7              |  |  |  | 63         |
| Muut  | 5           | 12         | 7           | 1                        | -                        | 9               | 2              |  |  |  | 36         |
| <b>Yhteensä</b>                                       | <b>34</b>   | <b>218</b> | <b>119</b>  | <b>59</b>                | <b>2</b>                 | <b>56</b>       | <b>32</b>      |  |  |  | <b>520</b> |

Taulukko 7 Vauriot paikantamistavan ja -tarkkuuden mukaan jaoteltuina 2014, kpl

| Paikantamistapa                     | Paikantamistarkkuus |           |           |           |            | Yhteensä |
|-------------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|
|                                     | 0 -1 m              | 2 - 5 m   | 6 - 20 m  | yli 20 m  |            |          |
| Korrelaatiomenetelmä                | -                   | -         | -         | -         | -          | -        |
| Lämpökamerakuvaus                   | 8                   | 5         | 1         | 2         | 16         |          |
| Hälytysjärjestelmä (Mpuk,<br>2Mpuk) | -                   | -         | -         | -         | -          | -        |
| Koekaivaminen                       | 20                  | 18        | 14        | 15        | 67         |          |
| Sula/lämmin/kuiva alue maassa       | 93                  | 32        | 2         | 3         | 130        |          |
| Pintalämpötilamittari               | 18                  | 4         | -         | -         | 22         |          |
| Ulkopuolinen ilmoitus               | 47                  | 12        | -         | 6         | 65         |          |
| Muu                                 | 52                  | 5         | 3         | 9         | 69         |          |
| <b>Yhteensä</b>                     | <b>238</b>          | <b>76</b> | <b>20</b> | <b>35</b> | <b>369</b> |          |

Taulukko 8 Mpuk/2Mpuk-johtojen vauriojaotteluja 2014, kpl

| Asennusmenetelmä                                 |                                 |   |                              |
|--|---------------------------------|---|------------------------------|
| Kompensoitu (tasaimet/luonnollinen kompensointi) | Kitkakiinnitetty, esilämmitetty | Kitkakiinnitetty, ei esilämmitystä (ns. kylmäasennus) | Jäykkä asennus kiintopistein |
| 8  | 53                              | 2   | 13                           |

| Liitosvauriot eristystavan mukaan |               |              |
|-----------------------------------|---------------|--------------|
| Konevaahdotus                     | Käsinsekoitus | Erityskourut |
| 15                                | 16            | 5            |

| Liitosvauriot liittotyypin mukaan |                              |                |     |
|-----------------------------------|------------------------------|----------------|-----|
| Pelti+Heveä kutiste               | PE-holkki + kapeat kutisteet | Hlitsausliitos | Muu |
| 12                                | 19                           | 1              | 4   |

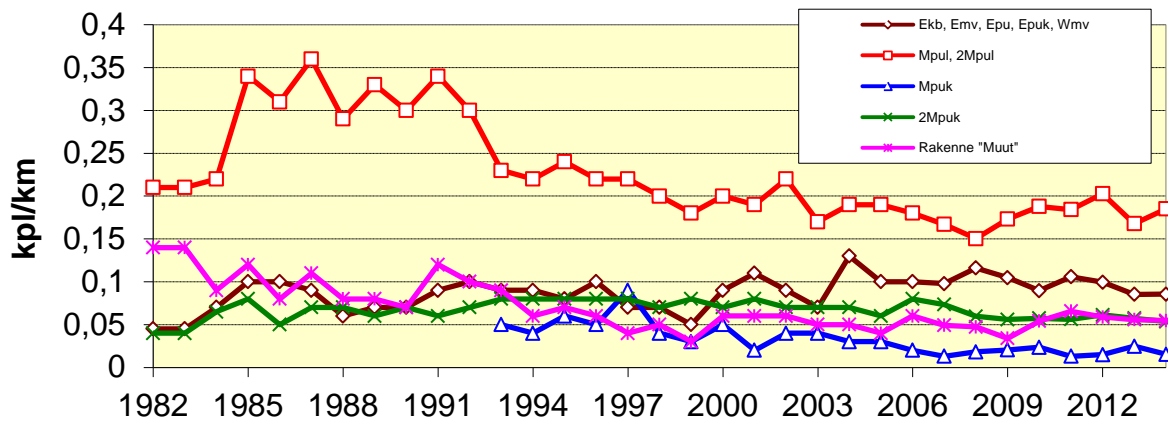
| Vaurioituneen liitoksen sijainti   |   |          |            |
|------------------------------------|---|----------|------------|
| Suoralla osuudella kitkapituudella | Suoralla osuudella kitkapituuden ulkopuolella | Kulmassa | T-haarassa |
| 17                                 | 2   | 6        | 9          |

| Kulman/T-haaran paisuntajärjestelyt |                 |               |
|-------------------------------------|-----------------|---------------|
| Paisuntatyynyt                      | Vapaa liiketila | Ei kumpaakaan |
| -                                   | 1               | 24            |

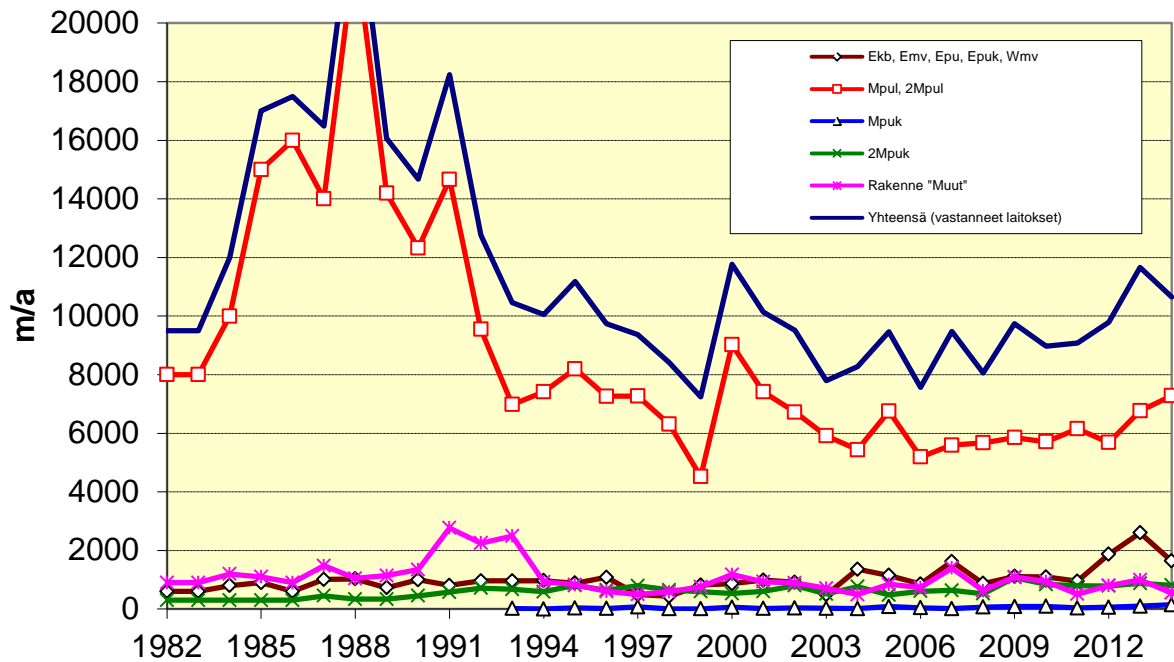
Taulukko 9 Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset 2014, €vaurio

| Vauriosyy  | Johtotyyppejä |       |             |                         |                          |                 |                | Yhteensä |
|------------|---------------|-------|-------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|----------------|----------|
|            | Mpuk          | 2Mpuk | Mpul, 2Mpul | Ek, Emv, Epu, Epuk, Wmv | Taipuisat johtorakenteet | Vaurio kaivossa | Muut rakenteet |          |
| DN 20-80   | 5 735         | 4 495 | 18 538      | 11 400                  |                          | 6 091           | 5 582          | 8 250    |
| DN 100-200 | 7 000         | 4 840 | 16 000      | 13 550                  |                          | 7 906           |                | 7 575    |
| DN 250-    |               | 3 613 |             | 98 832                  |                          | 14 318          |                | 41 157   |
| Yhteensä   | 6 051         | 4 553 | 18 076      | 51 214                  |                          | 8 830           | 5 582          | 11 075   |

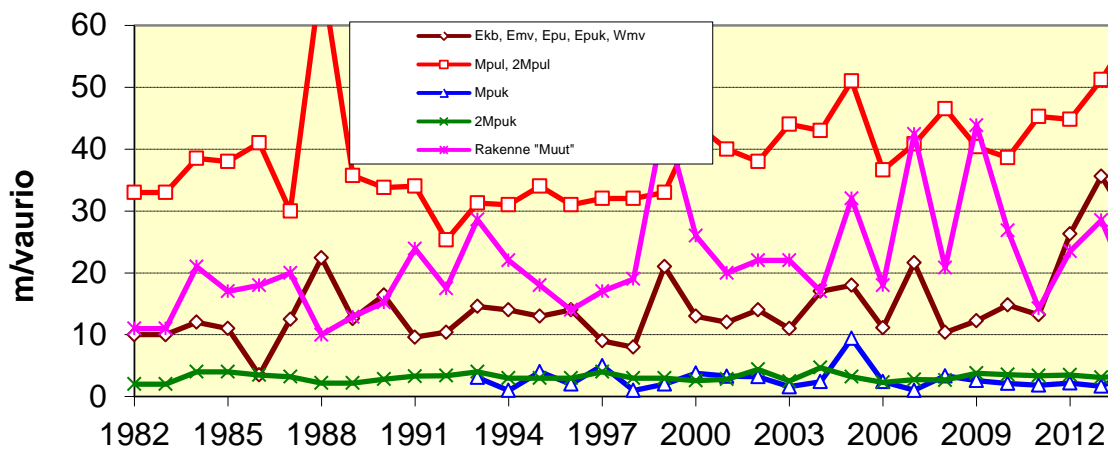
Huom! Yksittäisissä luokissa luku voi perustua hyvin pieneen vauriomäärään. Yhteensä -rivin luvut ovat tilastollisesti luotettavimpia.



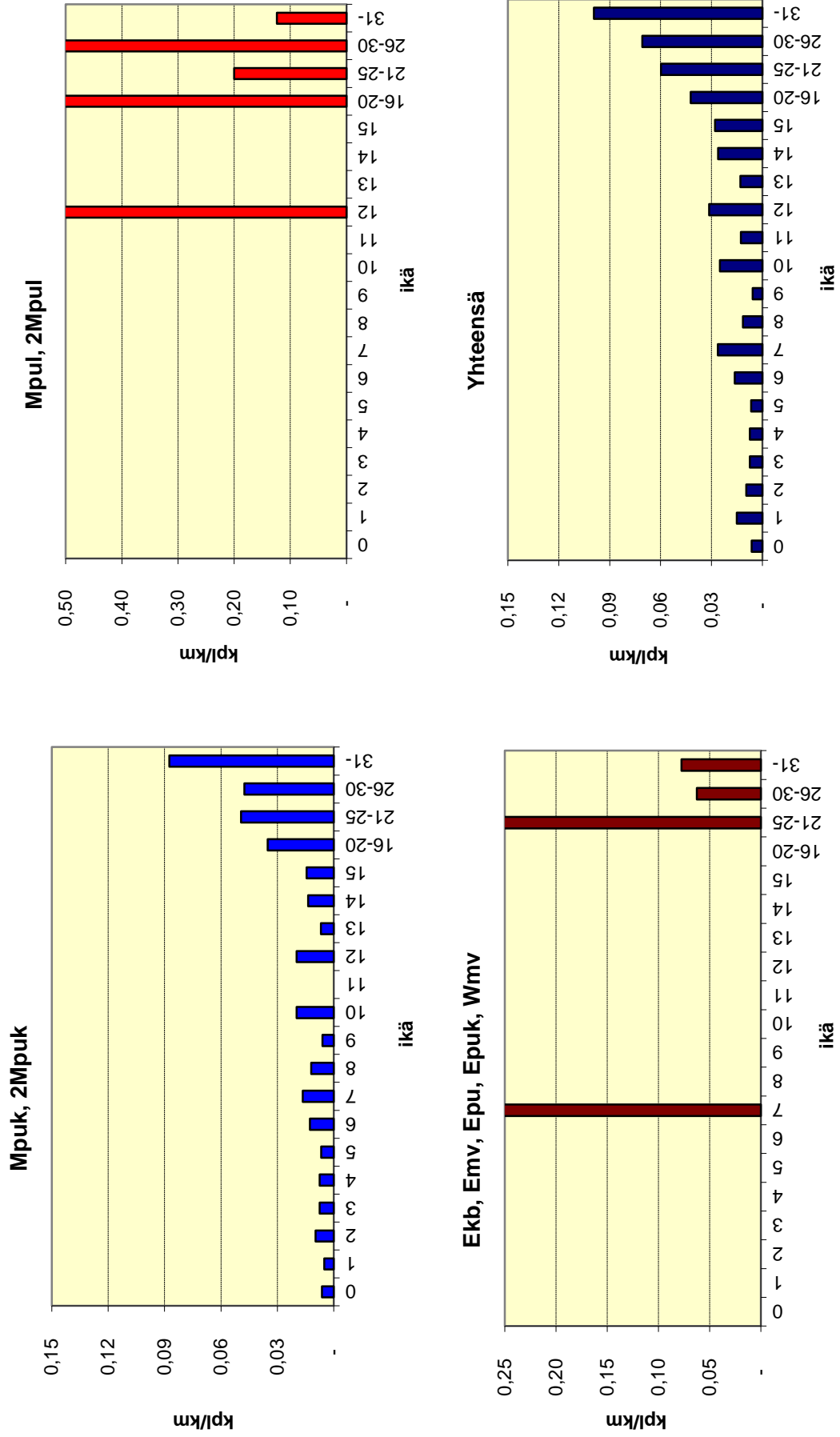
Kuva 1. Kaukolämpöjohtojen vikaantuvuus 1982-2014



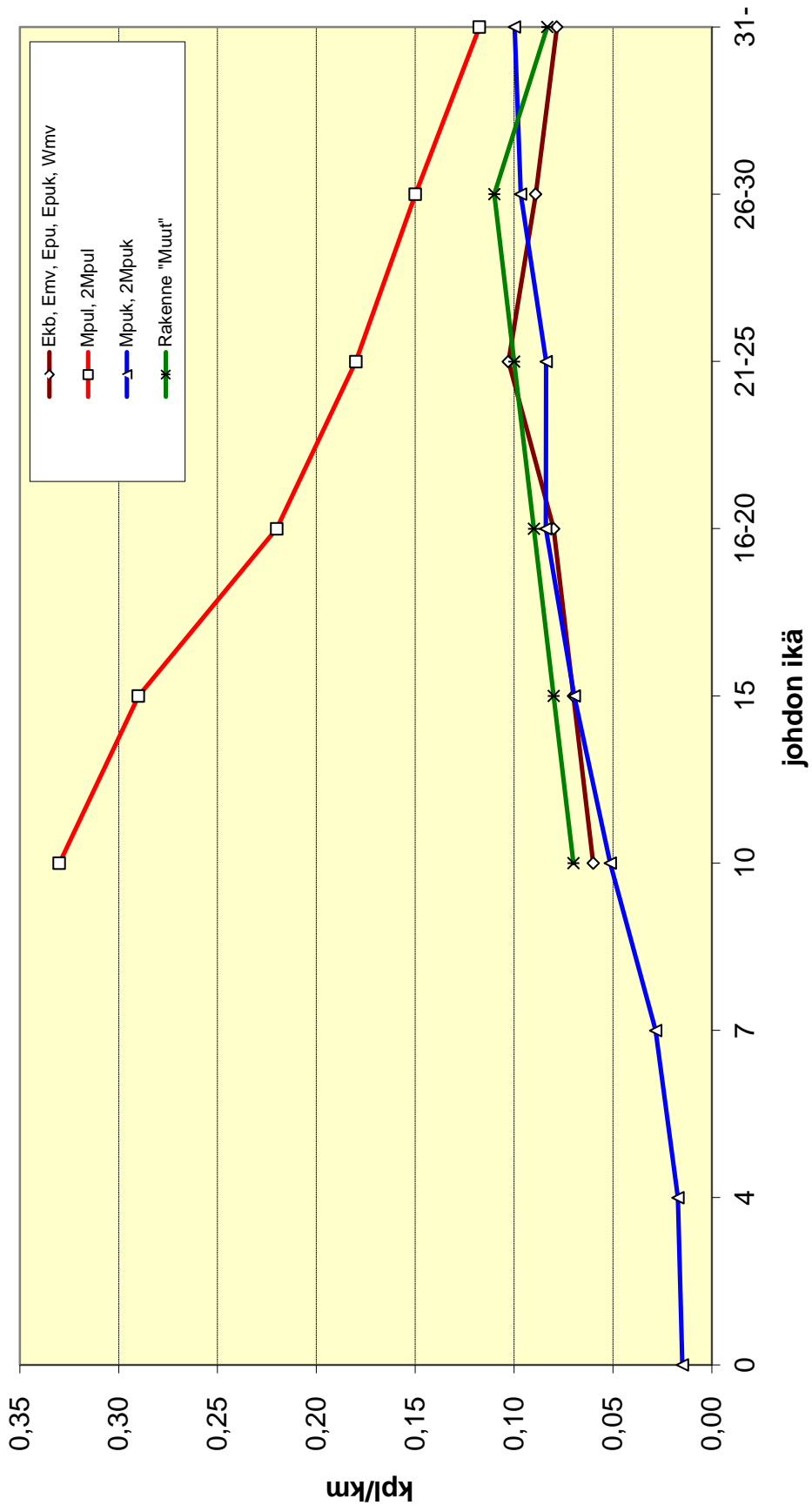
Kuva 2. Vuosittain uusittu kokonaisjohtopituus 1982-2014



Kuva 3. Vauriota kohti uusittu johtopituus 1982-2014

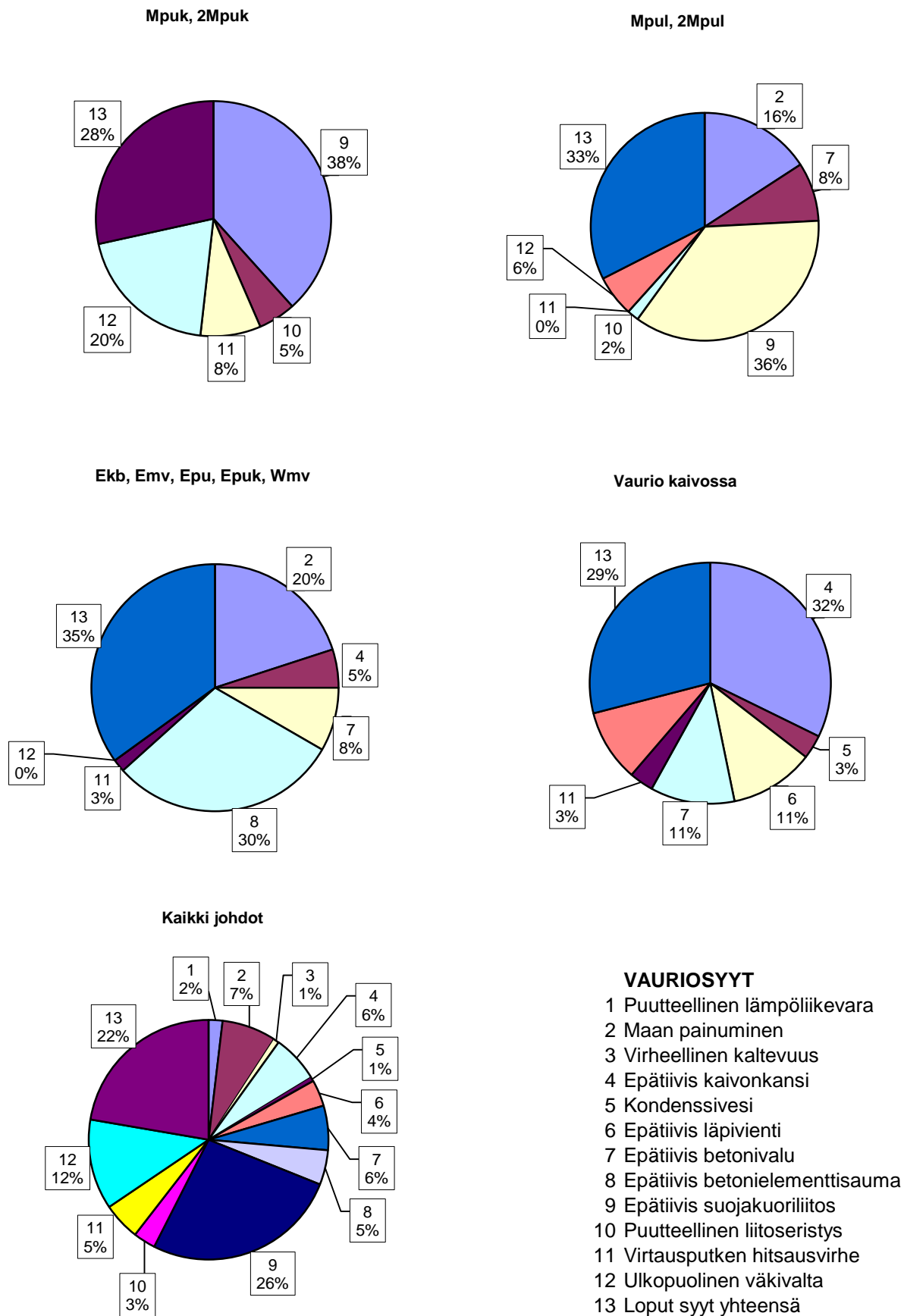


Kuva 4. Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän suhteen 2014

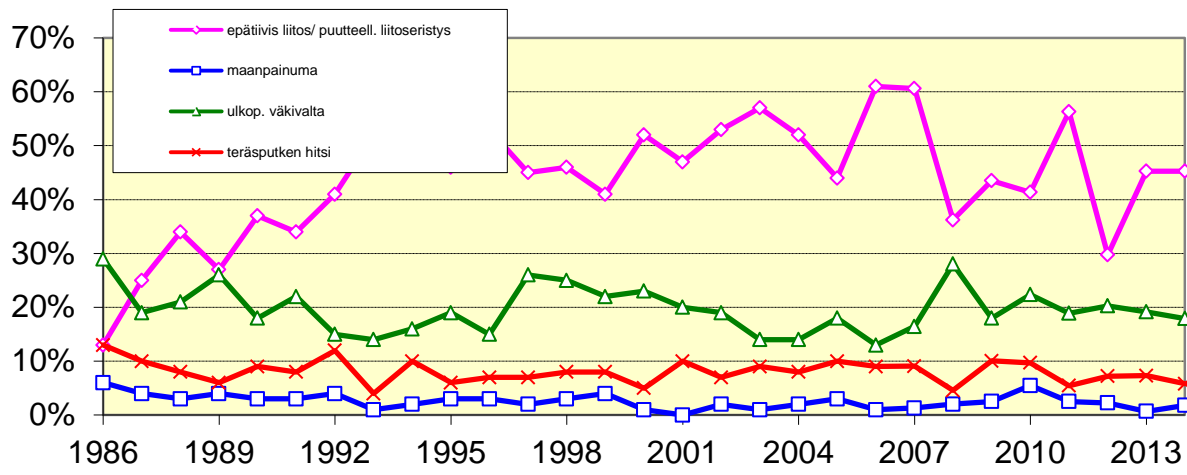


Kuva 5. Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän suhteen keskimäärin vuosina

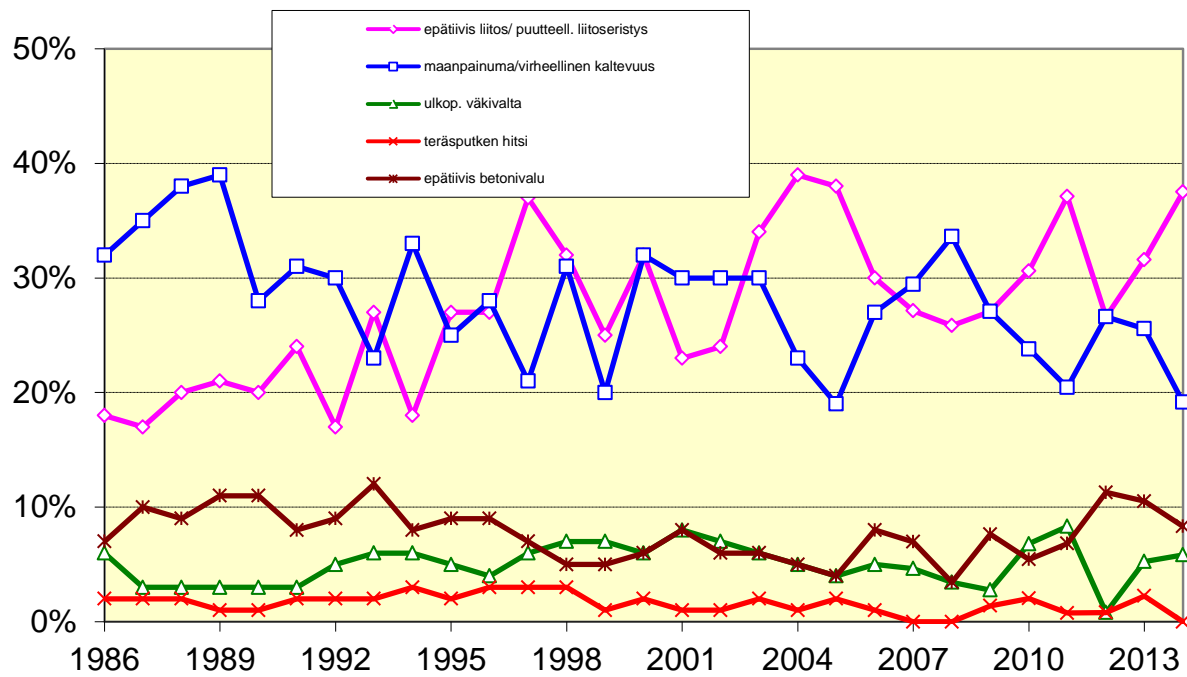




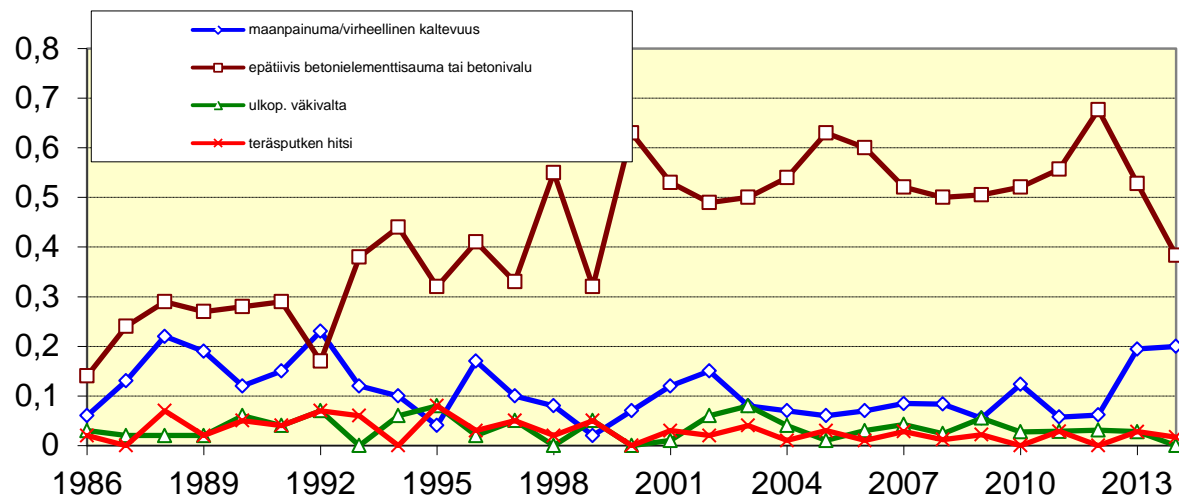
Kuva 6. Vauriosyyden prosentuaalinen jakauma 2014



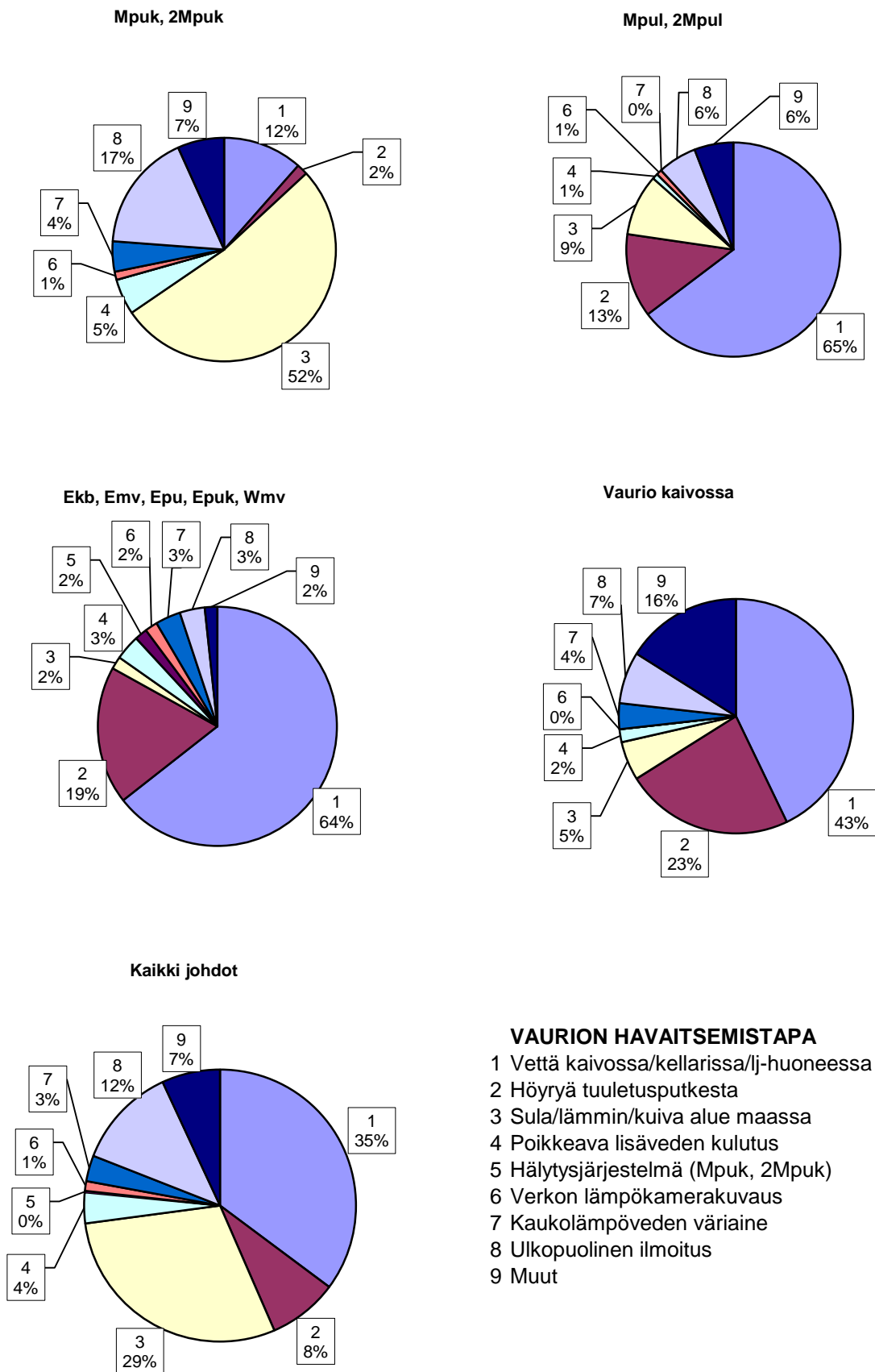
Kuva 7. 2M-puk-rakenteen vauriosyiden kehitys



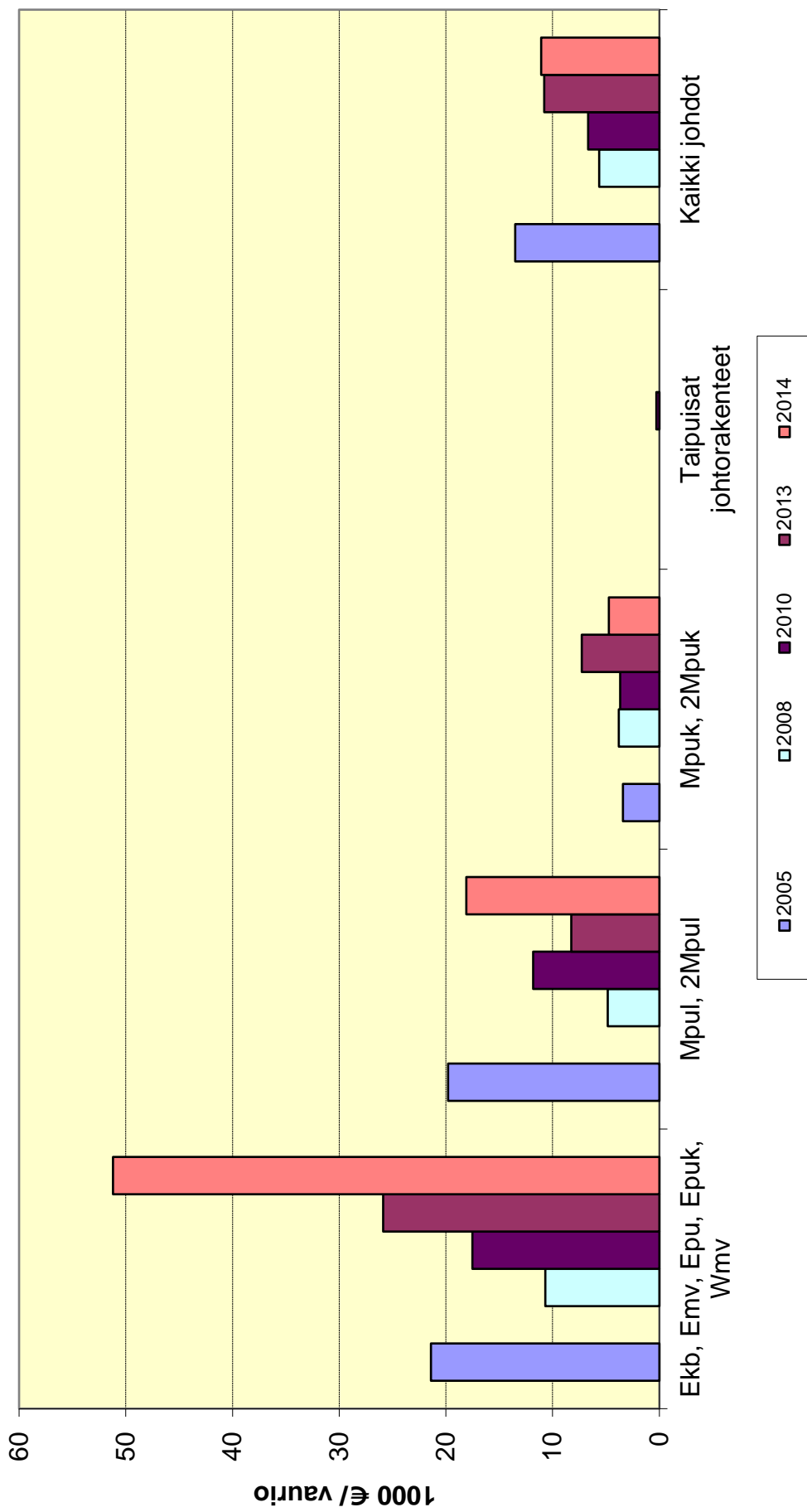
Kuva 8. Mpul-rakenteen vauriosyiden kehitys



Kuva 9. Kokoelementtikanaavien (E) vauriosyiden kehitys

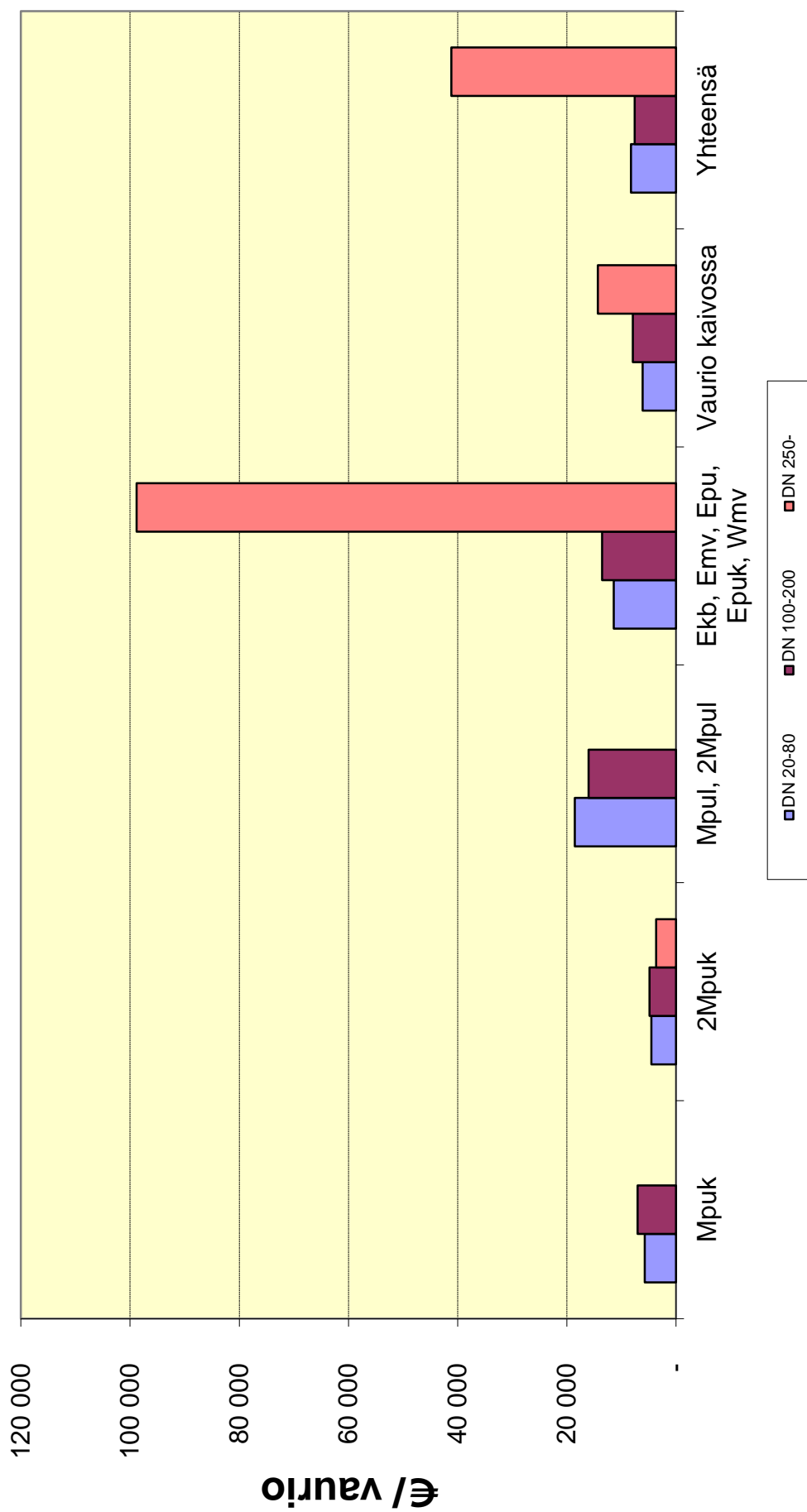


Kuva 10. Vaurioiden havaitsemistavan prosentuaalinen jakauma



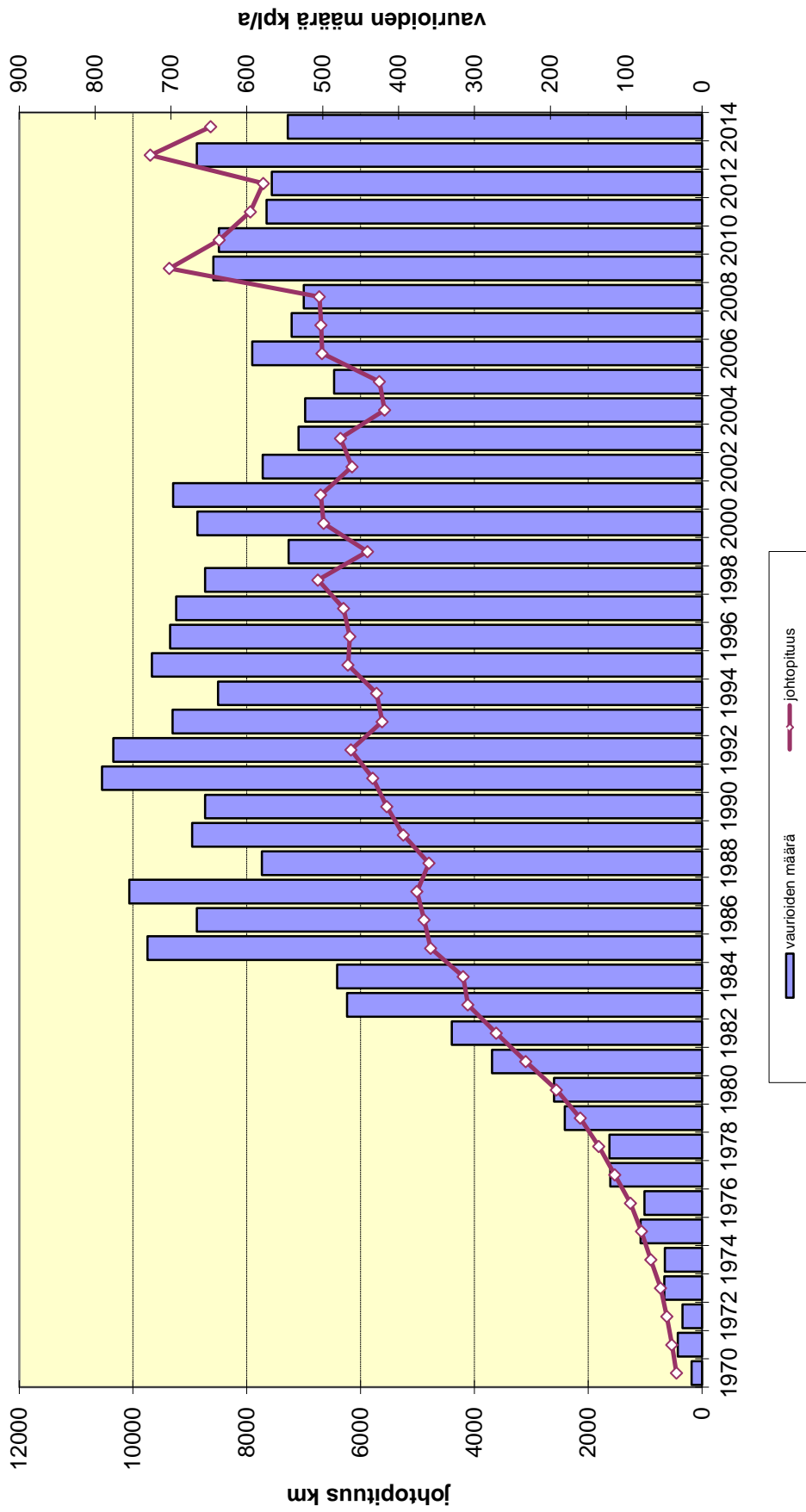
**HUOM!** 2008 - 2014 puuttuu isojen kaupunkien kustannustiedot valtaosin

Kuva 11. Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset eri johtotyypeillä 2005-2014



**HUOMI!** Perustuu hyvin pieneen vauriomäärään (124 kpl)

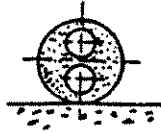
Kuva 12. Vaurioiden keskimääräiset korjauskustannukset eri johtotyypeillä kokoluokittain 2014



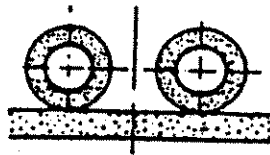
Kuva 13. Vauriokyselyyn vastanneiden jäsenlaitosten yhteenlasketut johtopituudet ja vaurioiden vuosittaiset lukumäärät 1970-2014

## JOHTOTYYPIT JA NIIDEN NIMILYHENTEET

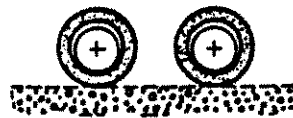
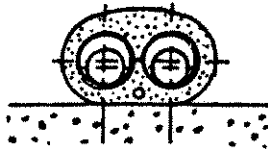
1. Kiinnivaahdotetut muovisuojakuorijohdot, kaksiputkielementit, Mpuk



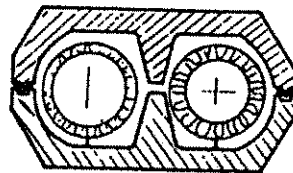
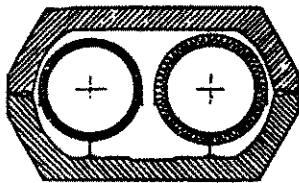
2. Kiinnivaahdotetut muovisuojakuorijohdot, yksiputkielementit, 2Mpuk



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...2014

District Heating Statistics 1982...2014

Kaukolämpöjohtotilasto 1964, 1971...2002

Kaukolämpöverkon vauriotilasto 1984...2014

Kaukolämmön käyttötaloudelliset tunnusluvut 1984...2014

Maanalaisten kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen rakentamiskustannukset 1988...2014

Kaukolämmön keskeytystilasto 2007...2014





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