

Kaukolämpöverkon suunnitelmallinen perusparantaminen

Suositus L7/2016



Energiateollisuus

Kaukolämpö

Kaukolämpöverkon suunnitelmallinen perusparantaminen

Kaukolämpöverkkojen keskimääräisen käyttöiän noustessa perusparannustoiminta on hiljalleen kasvamassa ja yleensäkin verkko-omaisuuden systemaattisen ylläpidon ja hallinnan merkitys on alalla lisääntymässä.

Kaukolämpöverkon perusparannustoiminnan systemaattisuuden takaamiseksi on lämpöyhtiöissä ja energialaitoksissa perusteltua laatia itselle ja omaan kaukolämpöjärjestelmään soveltuva perusparannettavien johto-osuuksien arviointiprosessi, strategia korjausajankohdille sekä periaatteet sille päätöksenteolle, joka päättää kulloinkin perusparannettavista johto-osuuksista. Tässä suosituksessa on esitetty periaatteet ja malli edellä mainitulle prosessille.

Suosituksen on myös koottu keskeisiä toteutustapoja kaukolämpöverkon perusparannustöille erilaisten työkohteiden ja johtorakenteiden osalta. Painopiste suosituksessa on kuitenkin perusparannustoiminnan strategiassa ja systemaattisen uudistavan perusparantamisen suunnittelussa ja ohjelmoinnissa. Perusparannustöiden toteutustapojen osalta suositus korvaa vastaavan suosituksen KK4/2008 "Kaukolämpöverkon perusparannustoiminnan yhtenäistäminen".

Suosituksen liitteissä on esitetty muutama esimerkki työsuunnitelmaksi ja lämpöliikkeiden huomioimiseksi perusparannustöiden yhteydessä.

Suosituksen on laatinut Energiateollisuus ry:n (ET) lämmönjakelutyöryhmä.

Lämmönjakelutyöryhmä:

Jyrki Parpola	Tampereen Sähkölaitos Oy, puheenjohtaja
Janne Arko	Turku Energia Oy
Ossi Hyvärinen	Kuopion Energia Oy
Kati Kupila	Fortum Power & Heat Oy
Marko Mäkinen	Helen Oy
Heikki Ojansuu	Vantaan Energia Oy
Sami Rantio	Elenia Lämpö Oy
Harri Muukkonen	Pöyry Finland Oy
Olli Uotila	Turun Asennus ja Luokkahitsarit Oy
Veli-Pekka Sirola	Energiateollisuus ry, sihteeri

Kaukolämpöverkon suunnitelmallinen perusparantaminen

Sisältö

1	Johdanto	1
2	Perusparantamisen määrittely ja osa-alueet	1
2.1	Yleistä	1
2.2	Käsitteet	2
3	Tavoitteet perusparantamiselle ja perusparannustoiminnan suunnitelmallisuudelle	3
4	Perusparannusstrategiat	4
4.1	Yleistä	4
4.2	Miksi pitää perusparantaa	4
4.3	Perusparannusresurssien kohdentaminen	5
4.4	Strategia korjausajankohdille, arviointiprosessi ja arvioinnin periaatteita	5
4.4.1	Kaukolämpöverkon arviointiprosessi	5
4.4.2	Perusparannuskohteiden priorisointi	6
4.4.3	Perusparannuskohteista päättäminen	7
5	Perusparantamisen toteutustavat	8
5.1	Betonisten kokoelementtikanavarakenteiden perusparantaminen	8
5.1.1	Tyypillisiä perusparannuskohteita betonikanavarakenteilla	8
5.1.2	Perusparantaminen samalla johtorakenteella	9
5.1.3	Perusparantaminen uudella johtorakenteella	9
5.1.4	Perusparannettavan haarajohdon liittäminen betonisiin kokoelementtikanaviin ..	11
5.2	Vapaasti liikkuvien muovisuojakuorijohtojen perusparantaminen	13
5.2.1	Tyypillisiä perusparannuskohteita	13
5.2.2	Perusparantaminen uudella johtorakenteella	13
5.2.3	Mpul-rakenteiset haarajohdot perusparannuksen yhteydessä	15
5.3	Kiinnivaahdotettujen muovisuojakuorijohtojen perusparantaminen	17
5.3.1	Tyypillisiä korjaus- ja perusparannuskohteita	17
5.3.2	Perusparantaminen samalla johtorakenteella	18
5.4	Muiden johtorakenteiden perusparantaminen	18
5.4.1	Erilaiset vanhat betonikanavarakenteet	18
5.4.2	Asbestisementtisuojauputkijohdot	20
5.4.3	Muovi- tai kuparivirtausputkella varustetut johdot	20
6	Perusparantamistöiden seuranta ja vaikutukset	21

Liite 1	Työsuunnitelmaesimerkki vanhan betonielementtikanavan osan korvaamisesta kiinnivaahdotetulla johtorakenteella
Liite 2	Esimerkki lämpöliikkeiden hallinnasta johtorakenteiden muutoksissa
Liite 3	Esimerkki lämpöliikkeiden hallinnasta tehtäessä haaroituksia kiinnivaahdotetulla johtorakenteella liikkuvilla virtausputkilla varustetusta johtorakenteesta
Liite 4	Esimerkkisuunnitelmasta lämpöliikkeiden hallitsemiseksi käyttöönoton yhteydessä, kun osa liikkuvasta johtorakenteesta on korvattu kiinnivaahdotetulla johtorakenteella. Kolme erilaista saneerausvaihtoehtoa

Kaukolämpöverkon suunnitelmallinen perusparantaminen

1 Johdanto

Kaukolämpöverkkojen keskimääräisen käyttöiän noustessa perusparannustoiminta on hiljalleen kasvamassa, ja yleensäkin verkko-omaisuuden ylläpidon ja hallinnan merkitys on alalla lisääntymässä. Kaukolämpöjärjestelmän luotettavan toiminnan varmistamiseksi ja asiakkaille toimitettavan kaukolämmön häiriöttömyyden kannalta on tärkeää, että kaukolämpöverkko toimii luotettavasti ja verkossa olevat vaurioherkät kohdat saadaan tehokkaasti ja systemaattisesti poistettua ennen vaurioiden syntymistä.

Perinteisesti kaukolämmön vauriokohdat on korjattu sitä mukaa kun vaurioita on tullut esiin.

Nykyisin kaukolämpöyritysten toimintaa seurataan julkisuudessa tarkasti ja kaikki vähänkin suuremmat vauriot uutisoidaan. Kaukolämpö on viime vuosina joutunut yhä tiukempaan kilpailutilanteeseen muiden lämmitysmuotojen kanssa, ja yritysten syytä tiedottaa aktiivisesti etukäteen tulevista työkohteista. Yritysten valmiussuunnittelun kannalta on myös tärkeää tuntea oman kaukolämpöjärjestelmän kunto.

Osassa kaukolämpöyrityksistä on mietitty systematiikkaa, jolla kaukolämpöverkon kunto ja potentiaaliset vauriokohdat saadaan kartoitettua. Luodut seurantamenetelmät, ohjeet ja strategiat ovat olleet paikkakuntakohtaisia eikä valtakunnallista ohjetta ole ollut.

Tässä suosituksessa on esitetty malli kaukolämpöverkkojen pitkän tähtäimen perusparannussuunnittelulle sekä perusparannustoimintaan liittyviä suositeltavia menettelytapoja.

2 Perusparantamisen määrittely ja osa-alueet

2.1 Yleistä

Kaukolämpöverkkojen perusparannustoiminta on tähän asti liittynyt kiinteästi verkoissa esiintyviin johtovaurioihin ja näiden korjaamisen yhteydessä suoritettuihin uusimistöihin. Verkon teknisten ominaisuuksien (esim. lämmöneristävyys) kehittämiseen tähtääviä merkittäviä perusparannuksia ilman varsinaista johtovauriota ei tähän mennessä ole juurikaan toteutettu. Perusparantamisen strategia-ajattelu on siis ensisijaisesti perustunut lyhyentähtäimen suunnitteluun, tehokkaaseen kunnonvalvontaan ja verkon toimintakunnon hyvään tuntemukseen. Suhteellisen pienistä vuotuisista perusparannusmääristä johtuen, varsinaista pitkätähtäimen suunnittelua ei vuotuisten perusparannusvolyyymien tasaamiseksi ole vielä kovin yleisesti tarvittu.

2.2 Käsitteet

Käsitteellä kaukolämpöverkkojen perusparantaminen on perinteisesti lähes yhtä monta tulkintaa kuin on kaukolämpöalalla toimivia ihmisiä. Jotta esimerkiksi kaukolämpöverkon toimintakunnon ylläpitämiseksi suoritettuja toimenpiteitä voidaan vertailla, kehittää ja tilastoida, olisi perusparannustoiminnan termistö hyvä yhtenäistää ja määritellä nykyistä tarkemmin.

Kuvassa 1 on esitetty karkea jako em. käsitteistön käytön yhtenäistämiseksi. Kuvassa on samalla esitetty, miten tämän suosituksen pääpainopistealue, uudistava perusparantaminen (punaisella), sijoittuu suhteessa muihin kaukolämpöverkon rakennustoiminnan osa-alueisiin.



Kuva 1. Kaukolämpöverkkojen perusparannustoiminnan termistöä

Kaukolämpöverkon rakennustoiminta on siis jaettu kolmeen osa-alueeseen: uudisrakentaminen, perusparantaminen ja kunnossapitotoiminta. Jakoa eri rakennustoiminnan osa-alueiden välille ei käytännön syistä voida kuitenkaan määritellä täysin yksiselitteisesti. Tämä johtuu ensisijaisesti hyvin erikokoisten kaukolämpöyritysten erilaisista organisaatiomalleista ja suurista eroista kaukolämpöverkon rakennustoiminnasta vastaavan henkilöstön määrissä.

Eri rakennustoiminnan osa-alueiden välinen rajanveto-ongelma korostuu korjaavan kunnossapidon ja perusparantamisen erottamisessa toisistaan. Suuri osa yritysten vuotuisiin perusparannusohjelmiin sisällytettävistä työkohteista muuttuu korjauskohteista perusparannuskohteiksi vasta varsinaista vauriokohdetta ympäröivien johto-osuuksien todellisen toimintakunnon paljastuttua. Tätä korjaavan kunnossapidon ja erityisesti uudistavan perusparantamisen välistä yhteyttä on kuvassa 1 haluttu korostaa em. osa-alueita yhdistävällä katkoviivalla.

Perusparantamisen tunnusmerkkinä ja selkeimpänä erona korjaavaan kunnossapitoon on pidetty perusparannustyön suunnitelmallisuutta, ei niinkään yksittäisen työkohteen kokoa. Näin määriteltynä perusparantamistoiminta muodostaa uudisrakennustöiden rinnalla osan yritysten vuotuisesta rakennusohjelmasta.

Uudistava perusparantaminen

Uudistavalla perusparantamisella tarkoitetaan perinteistä perusparannuskohdetta, jossa huonokuntoinen verkon osa tai yksittäinen johto-osuus korvataan uudella, pääasiassa samaa käyttötarkoitusta palvelevalla, alkuperäisen johdon välittömään läheisyyteen sijoittuvalla uudella johdolla. Näissä työkohteissa esiintyvät myös useimmat työmenetelmäongelmat uusien ja vanhojen johtojärjestelmien yhteensovittamiseksi.

Myös uudistavassa perusparantamisessa muuttunut rakentamisympäristö eli mahdolliset uudet kaukolämpöasiakkaat, uusi edullisempi johtoreitti ja johdon mitoituksen tarkistaminen on aina huomioitava työkohteen suunnittelussa.

Korvaava perusparantaminen

Korvaavalla perusparantamisella tarkoitetaan sellaista uudisrakennus- ja perusparannuskohteen väliin sijoittuvaa kaukolämpöverkon rakennuskohdetta, jossa uuden johdon rakentamisella korvataan sekä vanhan, käytöstä poistettavan johdon käyttötarkoitus että toteutetaan mahdollisesti uusia, muuttuneen rakentamisympäristön luomia käyttötarkoituksia. Useimmiten tämänkaltaiset rakennuskohteet luokitellaan yritysten tilastoinnissa puhtaiksi uudisrakennuskohteiksi, mutta korvattavan johdon perusparannustarpeella on usein jopa ratkaiseva merkitys rakennushankkeen toteutumiseen ja rakentamisen käynnistämisaikankohtaan. Maantieteellisesti korvaavan johdon ei siis tarvitse sijoittua lähellekään alkuperäistä johtoa.

Kaukolämpötoiminnasta riippumaton perusparantaminen

Kolmannen perusparantamisen alaryhmän muodostavat työkohteet, joiden alkusyy on riippumaton itse kaukolämpötoiminnasta. Tällaisia syitä voivat olla kaavamuutokset, tietyt ym. rakennushankkeet, jotka edellyttävät myös maanalaisten yhdyskuntarakenteiden muuttamista. Kuten korvaavassa perusparantamisessakin, myös tämän perusparantamisen alaryhmän työmenetelmät ja perusparannuksista aiheutuvat kustannukset vastaavat lähes täysin uudisrakentamista.

3 Tavoitteet perusparantamiselle ja perusparannustoiminnan suunnitelmallisuudelle

Tämänhetkisen näkemyksen mukaan yleisesti ottaen kaukolämpöverkot ovat niin hyväkuntoisia, että niihin ei juurikaan ole syntynyt korjausvelkaa. Syyt perusparannuksen toteuttamiselle ja tavoitteet perusparantamiselle ovat siten myös muita kuin pelkästään huonokuntoisten johto-osuuksien korvaaminen uusilla.

Tavoitteet perusparantamiselle vaihtelevat paikkakunnittain. Tavoitteita voivat olla mm.:

1. *Omaisuuksien arvon säilyttäminen*
Kaukolämpöjohtojen rakentaminen on kallista ja ”maahan peitetty” omaisuus on suuri. On syytä pitää huolta omaisuudesta.
2. *Yleisesti erilaisten henkilö-, omaisuus-, ympäristö- ym. riskien välttäminen*
Yksittäisellä johtovauriolla voi olla mitä moninaisimpia negatiivisia vaikutuksia.
3. *Liikenneturvan välttäminen*
Kaukolämpöjohtoja on asennettu tyypillisesti paljon paikkakuntien keskustoihin ja liikenneväylien yhteyteen. Vaurio tällaisessa paikassa voi aiheuttaa jopa henkilövaaran.
4. *Lämmöntoimitusvarmuus ns. tärkeille asiakkaille*
Yhtäkkäinen kaukolämpöjohtovaurio voi aiheuttaa välillisesti pahimmillaan henkilövaaran esimerkiksi hoitolaitoksissa sekä erilaisia ongelmatilanteita teollisuudessa, jos lämpöä ei saa. Suunnitelmallinen perusparantaminen voidaan ajoittaa kaikkien kannalta parhaaseen ajankohtaan.
5. *Kaukolämpöjärjestelmän optimaalinen käytettävyyden ja haittojen minimointi*
Korvaavalla perusparantamisella voidaan aikaansaada esimerkiksi lisäkapasiteettia kaukolämpöjohtoihin ja rengasjohtoja.
6. *Kustannussäästöt kohdistamalla investoinnit oikein*
Suunnitelmallinen perusparannustoiminta kohdistuu oikeisiin kohteisiin oikea-aikaisesti (esimerkiksi yhteisrakentamiskohteet).

7. *Imago*
Luodaan positiivinen imago, kun johtovaurioiden määrä saadaan pienemmäksi.
8. *Toiminnan tehostaminen ja toimitusvarmuuden paraneminen*
Huoltokohteiden ja -määrän väheneminen, pienemmät vuotomäärät ja kunnossapitokustannukset sekä lyhyemmät käyttökeskeytysajat
9. *Nykytilanteen toteaminen ja tavoitteiden asettaminen*
Perusparannuksen vaikutuksia voi seurata tilastojen perusteella.
10. *Kunnossapidon painotuksen vieminen ennakoivan kunnossapidon suuntaan*
Suunnitelmallinen perusparantaminen vie painopistettä kunnossapidon suuntaan, jossa tavoitellaan ennakoivaa kunnossapitoa. Luodaan verkon kunnossapidon kehityssuunnitelma.

Suunnitelmallisella perusparantamisella on vaikutusta myös seuraavasti, esim.:

- Työntekijöiden tietotaidon lisääntyminen ja toimintatapojen kehittyminen
- Henkilöstön toimenkuvien kehittämisen mahdollisuus
- Sulkuventtiililisäykset verkon kohtiin, joissa on todettu niille tarvetta
- Verkon valvontalaitteiden lisäys.

4 Perusparannusstrategiat

4.1 Yleistä

Kaukolämpöjärjestelmät ovat hyvin erilaisia eri paikkakunnilla riippuen esimerkiksi alueen koosta ja muodosta, lämmöntuotantotavoista ja -polttoaineista, maaperästä, käytetyistä johtorakenteista ym. Tästä syystä ei ole mahdollista luoda yhtä ainoaa yleispätevää perusparannusstrategiaa vaan strategia on luotava kullekin järjestelmälle erikseen ottaen huomioon ko. järjestelmän erityispiirteet. Seuraavassa on esitetty periaatteita ja tapoja, joiden pohjalta perusparannusstrategian toteuttamiseen voi ryhtyä.

4.2 Miksi pitää perusparantaa

Edellä kohdassa 3 on esitetty yleisellä tasolla tavoitteita, joihin perusparannuksen avulla voidaan päästä.

Yksityiskohtaisemmin suunnitelmallisella perusparantamisella voidaan saavuttaa mm. seuraavia tavoitteita:

1. Saadaan poistettua systemaattisesti ongelmallisiksi osoittautuneet johtorakenteet.
2. Saadaan poistettua systemaattisesti vuotoherkät johdon osat kuten tarpeettomat kiintopisteet ja huonolaatuisiksi osoittautuneet jatkosratkaisut.
3. Saadaan siirrettyä johto-osuus pois maaperältään heikolta alueelta.
4. Saadaan tarpeettomat kaukolämpökaivot poistettua.
5. Saadaan kaukolämpöverkon eri kohtiin putkidimensioltaan sopivan kokoinen johto.
6. Saadaan suurennettua kaukolämpöjohtojen eristyspaksuuksia ja pienennettyä verkon lämpöhäviöitä.
7. Saadaan pienennettyä pumppauskustannuksia.
8. Saadaan lisättyä sulkuventtiileitä sopiviin kohtiin.
9. Saadaan lisättyä verkon valvontalaitteita sopiviin kohtiin.
10. Päästään hyödyntämään voimalaitospaikkakunnilla sähkön ja lämmön yhteistuotantoa optimaalisesti.
11. Päästään hyödyntämään biopolttoaineita käyttävien tuotantolaitosten savukaasujen lämmöntalteenottojärjestelmistä saatava ns. ilmaislämpö maksimaalisesti.

12. Päästään hyödyntämään edullisimmat polttoaineet maksimaalisesti.
13. Kaukolämpöverkko saadaan toimimaan esimerkiksi painetasojen osalta halutuissa rajoissa (minimi- ja maksimipaineiden osalta hankalat verkon kohdat).
14. Kaukolämpöverkon toiminta saadaan yksinkertaisemmaksi esimerkiksi niin, että välipumppaamojen käyttötarve ja lämmöntuotantolaitosten rinnankäyttötarve vähenevät.

4.3 Perusparannusresurssien kohdentaminen

Kun valmistellaan ja varaudutaan perusparannusstrategian laatimiseen, on avuksi perehtyä tarkasteltavan kaukolämpöverkon osalta mm. seuraaviin asioihin ja kirjata havainnot:

1. Tunnistetaan kriittiset johtolajit esim. omasta vauriohistoriasta ET:n tilastoja hyväksikäyttäen.
2. Tunnistetaan johtolajit ja johto-osuudet, jotka voivat aiheuttaa suurhäiriön.
3. Tunnistetaan johtolajit ja johto-osuudet, jotka voivat aiheuttaa korkeat korjaus- ja keskeytyskustannukset.
4. Kerätään arviointia tukeva informaatio, kuten
 - Putkilinjan dimensio, rakentamisvuosi, rakentamisteknologia
 - Hankala maaperä, veden kertyminen, liikenteen rasitus, vuotavat betonielementtien kannet
 - Ennakkohuoltokierrokset, lämpökamerakuvaus
 - Tiedot vapaasti liikkuvista johdoista, jotka ovat kaadolla kiinteistöön päin (syytä poistaa)
 - Tiedot johdoista, joissa on märkä tai kova eriste, joka viittaa korkeisiin lämpöhäviöihin ja lämpöhäviökustannuksiin (syytä poistaa)
5. Laajat verkot → mahdollisesti on pakko priorisoida osa-alueittain.

4.4 Strategia korjausajankohdille, arviointiprosessi ja arvioinnin periaatteita

4.4.1 Kaukolämpöverkon arviointiprosessi

Kaukolämpöverkon arviointiprosessi on pitkän tähtäimen suunnittelua (PTS), joka voidaan toteuttaa esimerkiksi seuraavien periaatteiden mukaisesti:

Vaihe 1: Arvioinnin suunnittelu

- Kaukolämpöverkon koosta riippuen koko verkosto käydään läpi noin viiden vuoden kuluessa
- Jako eri vuosille esimerkiksi
 - Tietty alue / vuosi
 - Tietty johtorakenne / vuosi
 - Tiedossa olevan kriittisyyden mukaan

Vaihe 2: Arviointi

- Kunnon ja seurausten arviointi
- Arviointi suoritetaan laaditun mallin mukaan

Vaihe 3: Yhteenvedo ja toimenpiteet arvioinnista

- Alustavat korjaus- ja investointisuunnitelmat
- Kustannusarviot
- Aikataulusuunnittelu
- Perusparannuskohteiden priorisointi

Vaihe 4: Toimenpiteet

- Päätetään perusparannusinvestoinneista.

Arviointiprosessista on suositeltavaa tehdä rutiini, joka toistetaan säännöllisin väliajoin.

4.4.2 Perusparannuskohteiden priorisointi

Perusparannusinvestoinneista päätettäessä on päättäjien kannalta oleellista saada päätösten tueksi arviointiryhmältä tieto kunkin perusparannettavaksi ehdotetun kohteen prioriteetista. Prioriteetti voidaan ilmaista seuraavasti:

Prioriteetti = Todennäköisyys x Seuraukset, jossa

- *Todennäköisyys = Todennäköisyys sille, että arvioitavassa kohteessa tapahtuu vaurio*
- *Seuraukset = Arvioidaan eri kriteereillä seurauksia*

Perusparannuskohteiden, joita voivat olla esimerkiksi valitut johto-osuudet tai kaukolämpöverkon ns. solmupistevälit, vikaantumisen todennäköisyyksille ja seurauksille voidaan laatia pisteytys. Kaukolämpöjärjestelmät ovat erilaisia ja verkkojen erityispiirteet tulee ottaa huomioon pisteytyksiä laadittaessa. Pisteytystaulukoita laadittaessa voidaan noudattaa esimerkiksi oheista mallia:

Vikaantumisen todennäköisyys:

- Arvioidaan kohteen kunto
- Arvot vikaantumisen todennäköisyyksille
 1. Vikaantuu yli 10 vuoden kuluttua
 2. Vikaantuu 3 – 10 vuoden kuluessa
 3. Vikaantuu 1 – 3 vuoden kuluessa
 4. Vikaantuu vuoden kuluessa tai on jo vikaantunut

Seuraukset:

Seurauksia voidaan arvioida esimerkiksi seuraavilla kriteereillä

1. Korjauskustannukset ja epäkäytettävyyden taloudelliset vaikutukset
 - Arvot taloudellisten vaikutusten suuruuden mukaan
 1. 0 – 5 k€
 2. 5 – 30 k€
 3. 30 – 100 k€
 4. Yli 100 k€
2. Lämmönjakelun keskeytyksen kesto
 - Arvot keskeytyksen keston mukaan
 1. Alle 4 tuntia
 2. 4 – 8 tuntia
 3. 8 – 12 tuntia
 4. Yli 12 tuntia
3. Vaikutusalueella oleva asiakasmäärä
 - Arvot asiakasmäärän mukaan
 1. Alle X1 asiakasta
 2. X1 – X2 asiakasta
 3. X2 – X3 asiakasta tai N1 – N2 ihmistä
 4. Yli X3 asiakasta tai yli N2 ihmistä
4. Vaikutusalueella olevat kriittiset asiakkaat
 - Arvot kriittisten asiakkaiden mukaan
 1. Muut asiakkaat
 2. Asuintalot, pienyritykset, virastot, oppilaitokset, päiväkodit
 3. Kasvihuoneet, teollisuus, puhdistamot
 4. Sairaalat, terveyskeskukset, vanhainkodit, hoitolaitokset

5. Riskit ihmisille ja ympäristölle
- Arvot riskin suuruuden mukaan
 1. Merkityksetön riski, ei vaaraa ihmisille ja ympäristölle
 2. Vähäinen riski, korjaavat toimenpiteet sopivan aikataulun mukaan
 3. Merkittävä riski, korjaavat toimenpiteet tehtävä vuorokauden kuluessa
 4. Hyvin suuri riski, vaatii välittömiä toimenpiteitä

Tulosten laskeminen:

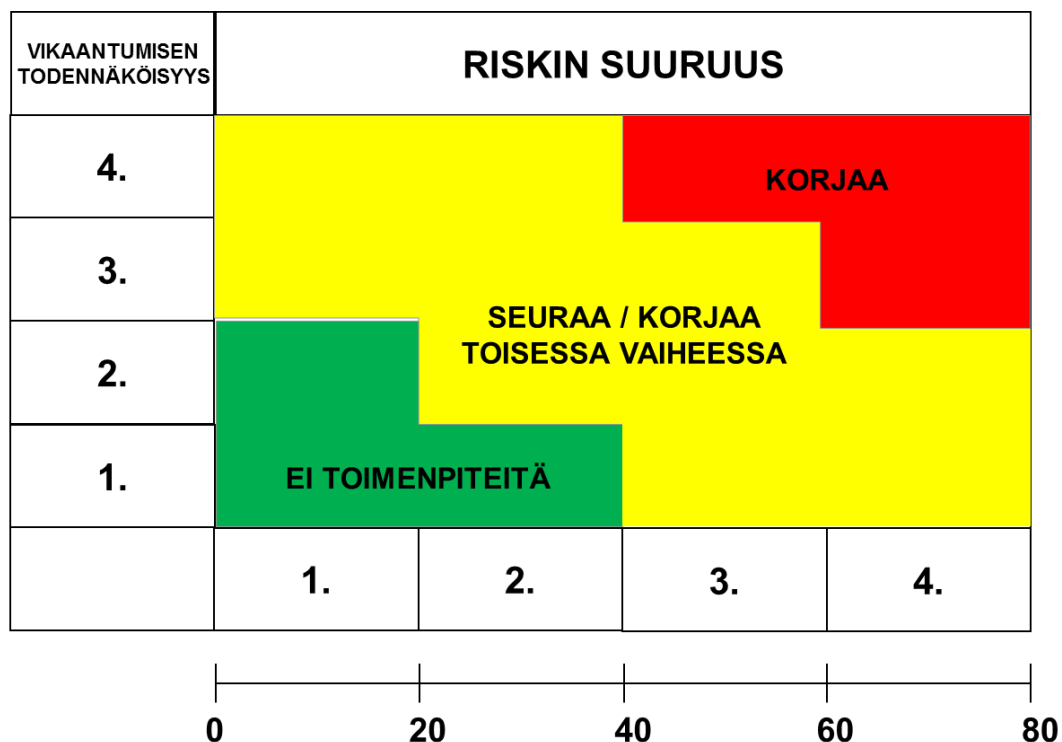
Kun kohteelle on määritetty seurausten pisteet, lasketaan ne yhteen ja summa kerrotaan vikaantumisen todennäköisyydelle annetulla pistemäärällä. Tämä tulo määrittää kohteen riskiluokan. Edellä mainittuja kriteereitä ja arvoja käytettäessä voivat riskiluokkapisteet vaihdella haarukassa 5...80.

4.4.3 Perusparannuskohteista päättäminen

Edellisessä kohdassa on esitetty malli, jonka avulla voidaan tarkastelluille kohteille määritellä riskiluokituspisteet.

Päätöksenteon tueksi saattaa lisäksi olla tarpeen määritellä pistealueet, jotka johtavat tarkastelukohteen matalan, keskitason tai korkean prioriteetin alueisiin. Alueet on hyvä määritellä niin, että ns. korkean prioriteettitasan alueelle luokitellut kohteet perusparannetaan ensisijaisesti.

Päätöksenteon apuna voi olla esimerkiksi seuraavanlainen riskimatriisi, johon tarkastelussa olleet johto-osuudet sijoitetaan ja sijainnin perusteella päätetään toimenpiteistä.



RISKILUOKITUSPISTEET KOHDAN 4.4.2 ESIMERKIN MUKAAN

Kuva 2. Esimerkki riskimatriisista ja sen hyödyntämisestä päätöksenteossa

Perusparannuskohteista päätettäessä on myös pidettävä mielessä, että perusparantamisella saattaa olla paljon muitakin vaikutuksia kuin mahdollisen vikaantumisen estäminen. Näitä vaikutuksia on esitetty kohdassa 4.2.

5 Perusparantamisen toteutustavat

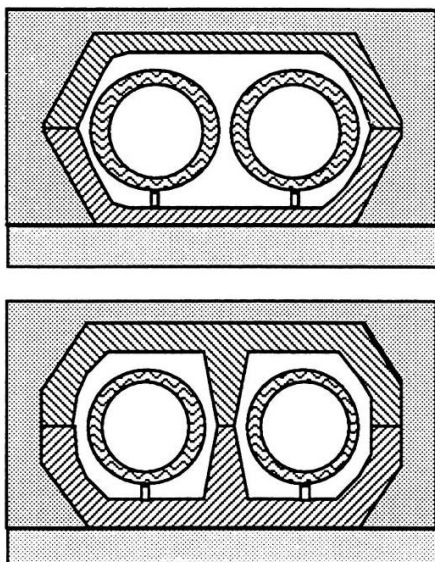
5.1 Betonisten kokoelementtikanavarakenteiden perusparantaminen

5.1.1 Tyypillisiä perusparannuskohteita betonikanavarakenteilla

Betoniset kokoelementtikanavat ovat tyypillisesti isohkoja, verkon tärkeysluokituksessa korkealla olevia siirtojohtoja. Yleensä johdon perusparantamisesta ei saa aiheutua verkolle pitkää käyttökeskeytystä, joten peruskorjaustyötä suunniteltaessa on varauduttava tilapäisyhteyksien rakentamiseen sekä silmukoidussa verkossa eri syöttösuuntien hyödyntämiseen.

Yleisimpiä betonisia kokoelementtikanavarakenteita ovat tehdasvalmisteiset, kaksitukinen ja kolmitukinen kokoelementtikanava, joka koostuu yleensä 4 – 6 m:n mittaisista, betonisista ylä- ja alaelementeistä ja niiden sisäpuolelle asennettavista, eristetyistä virtausputkista:

Tehdasvalmisteiset betonikanavat:



Emv, Epu: (rakentamisvuodet 1960...)

Rakenne:

Kokoelementtikanava, muodostuu lähes samanlaisista ylä- ja alaelementeistä

Eristemateriaali:

Yleisimmin mineraalivillakouru, myös polyuretaanikouru (mahdl. myös kevytbetoni)

Virtausputket:

Teräs, liikkuva rakenne

Wmv:

Rakenne:

Kolmitukinen kokoelementtikanava

Eristemateriaali:

Yleisimmin mineraalivillakouru

Virtausputket:

Teräs, liikkuva rakenne

Kuva 3. Tehdasvalmisteisten betonikanavien rakenne

Rakenteen toimintaperiaatteita:

- Rakenne on tuuletettu; korvausilma johdetaan kanavaan alimmasta pisteestä ja poistoilma poistetaan kanavan ylimmästä pisteestä.
- Vuoto- ym. vedet viemäroidään betonikourun pohjaa pitkin alimpiin pisteisiin ja sieltä tyhjennyskaivoihin (johdon pystysuuntaisen kaltevuuden tulee olla riittävä).
- Virtausputkien lämpöliikettä ohjataan kiintopisteillä ja kannatus- sekä ohjausrakenteilla.
- Virtausputkien lämpöliikkeet tasataan kiintopisteväleille asennettaviin tasaimiin tai johtoon tehtävin mutkiin.

Merkittävimpiä vauriosyitä betonisissa kokoelementtikanavissa ovat epätiiviyt betonivalut ja betonielementtisaumaukset sekä maanpainumat. Jonkin verran vaurioita aiheutuu lisäksi puutteellisen suunnittelun sekä rakennus- tai käyttövirheiden seurauksena.

Noin puolet betonisten kokoelementtikanavien vaurioista kohdistuu virtausputkeen ja loput tasaimiin, haaroituksiin, tyhjennyksiin ja ilmanpoistoihin.

Valtaosa kokoelementtikanavien vaurioista havaitaan kaivoihin kertyvän vuotoveden ja siitä mahdollisesti aiheutuvan tuuletusputken höyryämisen perusteella. Varsinaisen vauriokohdan paljastaa tyypillisesti talviaikaan sulanut kohta maassa. Lämpökameran avulla onnistutaan myös paikallistamaan vauriokohtia. Tehtäessä paikannusta kaivamalla kannattaa pääasiallinen huomio kiinnittää johdon epäjatkuvuuskohtiin, kuten tasaimet, kiintopisteet, haaroitukset jne.

5.1.2 Perusparantaminen samalla johtorakenteella

Betonisia kokoelementtikanavia korjataan ja peruskorjataan vanhaa johtorakennetta hyödyntäen selvästi enemmän kuin muita johtorakenteita. Betonielementtikanavan rakenteellisista ominaisuuksista johtuen kerralla korjattavan johto-osuuden pituus jää usein niin lyhyeksi, että johtorakenteen vaihtaminen ei ole rakenteellisen toimivuuden ja rakenteen vaihdosta aiheutuvien kustannusten vuoksi järkevää. Tyypillisesti kokoelementtikanavan korjaus ja peruskorjaus tehdään siten, että vaihdetaan virtausputki ja uusitaan eristys eikä alaelementteihin tarvitse koskea lainkaan. Yksi vaihtoehto on asentaa 2Mpuk-johtoelementit betonikanavaan liikkuvaksi rakenteeksi. Tämä korjaustapa on kuitenkin paljon kalliimpi toteuttaa ja tulee kysymykseen vain, jos paikalliset rakennusolosuhteet ovat poikkeuksellisen hankalat.

Perusparannettavan kokoelementtikanavan esiin kaivaminen edellyttää uudisrakentamista leveämpää kaivantoa, koska yläelementin sivut pitää paljastaa vähintään alaelementin yläpinnan tasolle. Yläelementin poistamisessa on otettava huomioon, että elementin alkuperäisiä nostolenkkejä ei saa turvallisuussyistä enää käyttää, vaan niitä korvaamaan on elementtiin pultattava uudet nostolenkit. Samalla on varmistettava, että auki kaivettu alue on riittävän leveä ja syvä, jotta ulkopuolinen vesi ja maa-aines eivät pääse valumaan sisälle elementtikanavaan.

Mikäli korjaustyön yhteydessä joudutaan korjaamaan alaelementin asemaa, tulee elementtien pitkäikäisyyssuunnassa kulkevat vetoteräksiset katkaista kaikissa elementtien jatkokohdissa. Alaelementtien pois nostaminen ja uudelleen asentaminen on tarkoituksenmukaista tehdä elementtisaksia apuna käyttäen. Samoin on työn yhteydessä järkevää tarkastaa ja uusita tarpeellisilta osin kanavan ulkopuolinen salaajitus.

Perusparannukseen liittyvän putkiasennuksen esivalmistelun hyvällä suunnittelulla on ratkaiseva merkitys käyttökeskeytysajan kestoon. Esivalmistelu on toteuttava siten, että käyttökeskeytykseen jää mahdollisimman vähän hitsaussaumoja, etenkin sovitusta vaativia saumoja.

Käyttökeskeytyksen yhteydessä, ennen linjan tyhjennystä, on tehtävä merkinnät virtausputkiin ja ympäröiviin kiinteisiin kanavarakenteisiin, jotta johdon käyttöönoton jälkeen voidaan varmistua virtausputkien palautumisesta lämpöliikkeen vaikutuksesta oikeisiin asemiin. Lisäksi ennen virtausputkien katkaisemista on jäähtyneet putket syytä ankkuroida paikalleen, jotta lähimpien paljetasainten esijännitys ei muuta virtausputkien asemaa. Vaihtoehtoisesti tasaimet voidaan lukita asemaansa ennen putkien katkaisua. Käyttökeskeytyksen yhteydessä on varmistettava putkista tyhjennettävän veden hallittu ohjaaminen sadevesijärjestelmiin tai avo-ojiin.

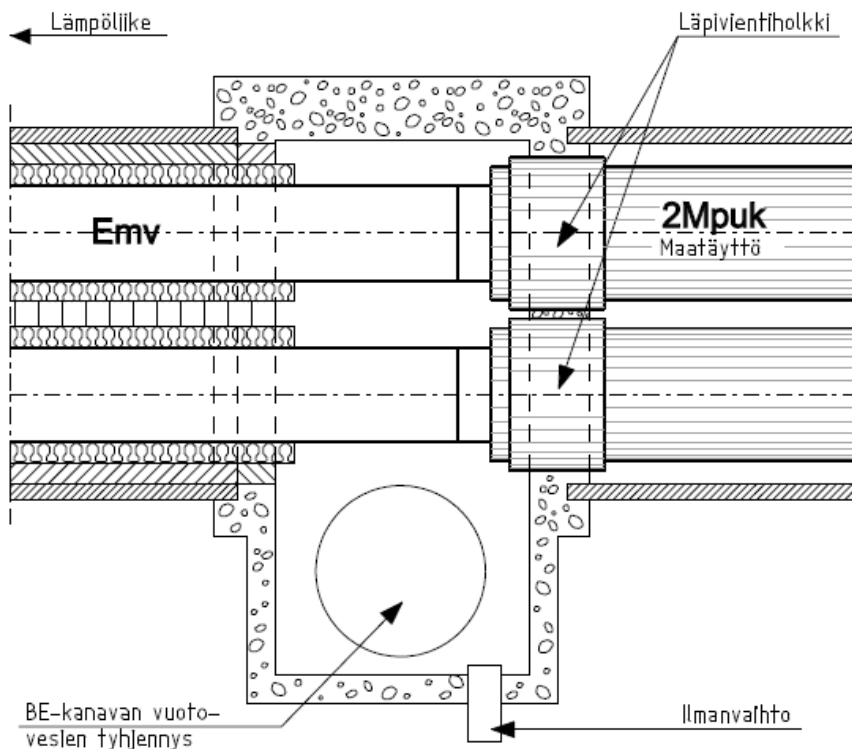
5.1.3 Perusparantaminen uudella johtorakenteella

Niissä kokoelementtikanavien perusparannuskohteissa, joissa vanha johtorakenne korvataan uudella, on korvaava rakenne lähes poikkeuksetta kiinnivaahdotettu muovisuojujakuorijohto 2Mpuk. Johtorakenteen muuttaminen on perusteltua, jos kerralla uusittavan johdon pituus kasvaa vähintään muutamia kymmeniä metreihin.

Mikäli uusi johto sijoitetaan eri paikkaan kuin alkuperäinen johto, on rakentaminen, liitostöitä lukuun ottamatta, uudisrakentamisen kaltaista. Liitostyö on suunniteltava siten, että johdon käytön keskeytysaika on mahdollisimman lyhyt.

Jos uusi johto joudutaan sijoittamaan vanhan paikalle, ei esivalmistelua pystytä luonnollisestikaan tekemään lopullisessa sijoituspaikassa, vaan se on tehtävä kaivannon ulkopuolella. Tällöin on otettava huomioon, että käytön keskeytysajasta tulee helposti erittäin pitkä. Keskeytysaikaa voidaan lyhentää muiden siirtoyhteyksien avulla, tai jos se ei ole mahdollista, rakentamalla tilapäinen johtoyhteys ohi peruskorjauskohteen. Sijoitettaessa uusi johto vanhan paikalle voidaan, peittosyvyyden niin salliessa, jättää alaelementti paikalleen, jolloin maarakennuksen työmäärä ja -kustannus pienenee. Alaelementin paikalleen jättämisellä estetään myös johdon painuminen varsinkin epästabiilissa maaperässä.

Luonnollisesti on tarkoituksenmukaista purkaa mineraalivilla- ja pu-kourueristeet jo ennen käyttökeskeytystä, samoin peltikuorinen pu-eriste tulee katkoa riittävän useasta kohtaa virtausputken purkamisen helpottamiseksi.



Kuva 4. Periaatekuva betonisen kokoelementtikanavan ja 2Mpuk-johdon liitoskohdasta

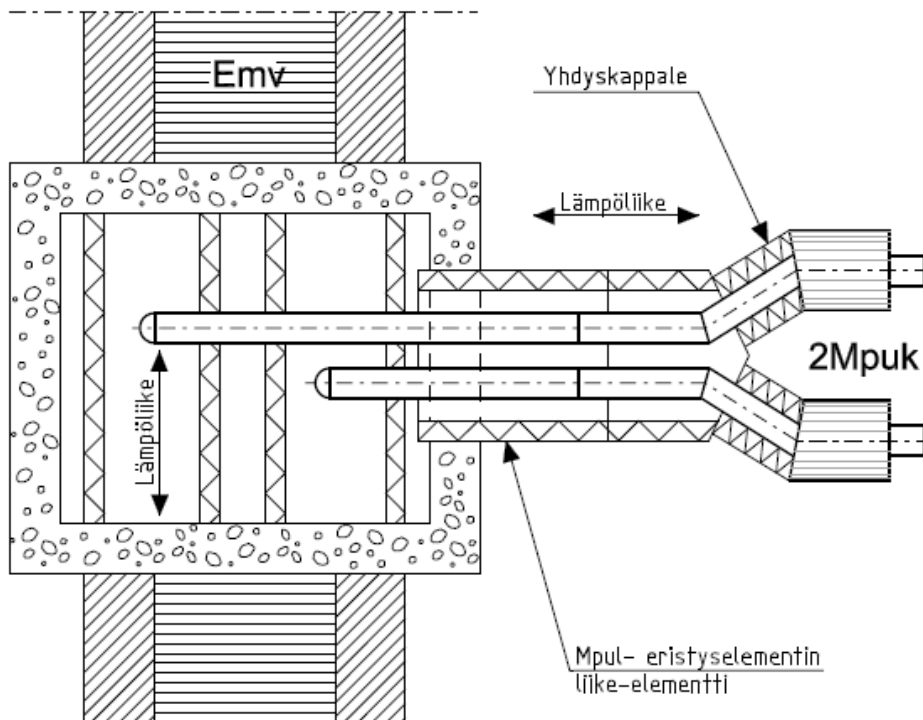
Kuvassa 4 on esitetty kokoelementtikanavan ja 2Mpuk-johdon liitoskohta perusparannusta tehtäessä. Kaivoon voidaan lisätä tarvittavat sulku-, tyhjennys- ja ilmanpoistiventtiilit. Tilanteissa, joissa betonikanavan profiili on liitoskohtaan päin laskeva, on kaivon rakentamisen yhteydessä huolehdittava mahdollisten vuotovesien poistamisesta ja ilmanvaihtoputken asentamisesta. Profiilin ollessa liitoskohtaan päin nouseva riittää ilmanvaihtoputken asentaminen.

Jos on oletettavaa, että vanhan betonirakenteen puolelta liitoskohtaan kertyy jatkuvasti ulkopuolista vettä, tulee kaivo viemäröidä tai varustaa automaattipumpulla siten, että veden pinta ei koskaan nouse eristeisiin asti. Lisäksi voidaan uuden johdon osuudelle rakentaa salaojakaivo, jos se on viemäröitävissä järkevin kustannuksin. Näin parannetaan myös vanhan betonirakenteen osuudella salaojien toimivuutta.

Peruskorjauksen yhteydessä tasataan virtausputkien lämpöliikkeet betonielementtikanavan puolelle asennettavin tasaimin. 2Mpuk-johdon osuudelle rakennetaan tarvittaessa kiintopiste. Kiintopiste on rakennettava, jos vapaasti liikkuvan johdon lämpöliike vie kaiken paljetasaimen liikevaran ja 2Mpuk-johdon aiheuttama lisälämpöliike ennen laskennallisen kitkapituuden täyttymistä yhdessä ylittävät mitoitusarvot. Kitkakiinnitteisen johtorakenteen aiheuttama lisälämpöliike liitettynä vapaasti liikkuvaan johtorakenteeseen vastaa laskennallisesti kiinnivaahdotetun putkielementin vapaan pään siirtymää. Kiintopiste 2Mpuk-johdon puolelle on luonnollisesti rakennettava valmiiksi esivalmistelutyön yhteydessä ennen uuden johtorakenteen käyttöönottoa.

5.1.4 Perusparannettavan haarajohdon liittäminen betoniin kokoelementtikanaviin

Kokoelementtikanavien haarajohtoina on edelleen runsaasti vapaasti liikkuvia muovisuojakuorijohtoja (Mpul). Haarajohtojen 2Mpuk-rakenteella tehtävässä perusparantamisessa on tarkoituksenmukaista pyrkiä säilyttämään vapaasti liikkuvan runkojohdon edellyttämä liikevara mahdollisimman pienin kustannuksin ilman mittavia kaivo- tai muita betonivalutöitä.



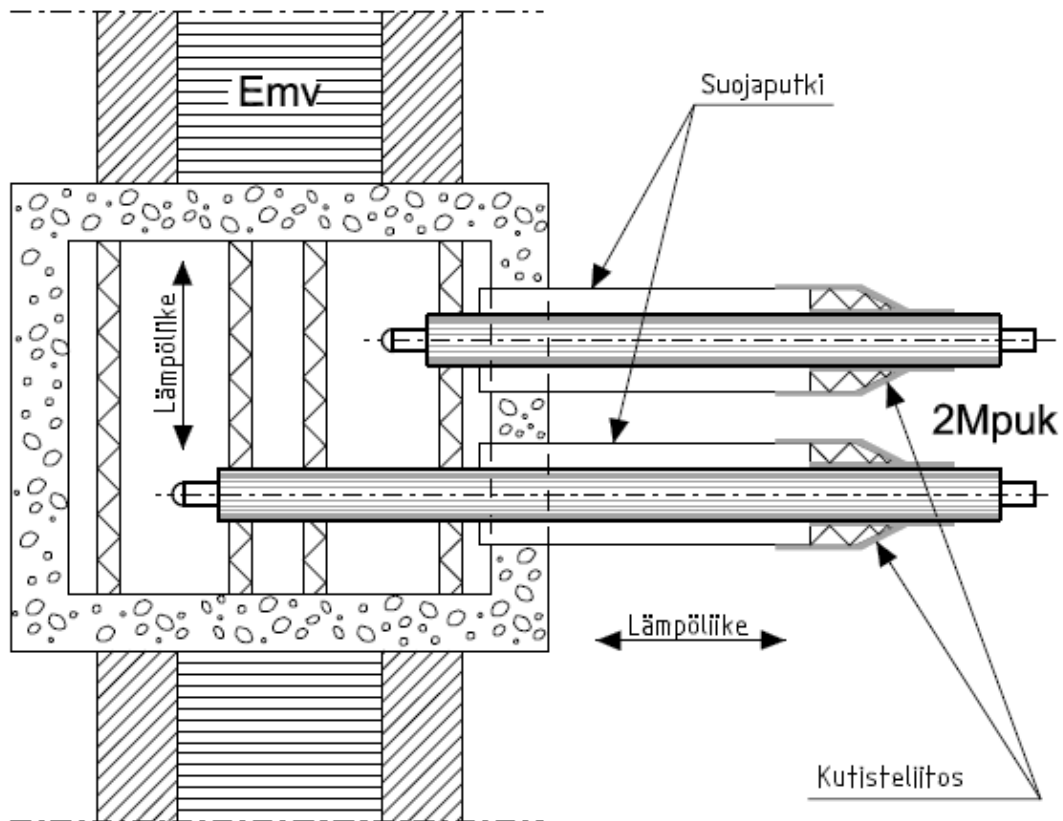
Kuva 5. Periaatekuva kokoelementtikanavan ja perusparannettavan haarajohdon liitoksesta

Kuvassa 5 esitetään ratkaisu, jossa vapaasti liikkuvan runkojohdon vaatima liikevara tasataan haarajohdossa Mpul-johdon liike-elementin avulla. Mpul- ja 2Mpuk-johtojen liitoskohta rakennetaan elementtitoimittajan valmisosalla. Tarvittavan Mpul-liike-elementin pituus määräytyy runkojohdon vaatiman liikevaran mukaan.

Haarajohdon suuntainen lämpöliike tasataan joko sallimalla runkojohdolle pieni taipuma tai kiinnivaahdotetun johdon luonnollisella kompensoinnilla 90 asteen kulman tai Z-elementin avulla. Jos nämä ratkaisut eivät ole mahdollisia, on 2Mpuk-johtoon rakennettava kiintopiste.

Käytettäessä vapaasti liikkuvan runkojohdon vaatiman liikevaran tasaamiseen haarajohdon Mpul-liike-elementtiä on erittäin tärkeää huolehtia siitä, että haarajohto rakennetaan nousevaksi runkojohtoon nähden. Tällä varmistetaan mahdollisten vuotovesien valuminen runkojohtoon päin (vesi ei jää seisomaan Mpul- ja 2Mpuk-johtojen liitoskohtaan) sekä haaroituskohdan tuulettuminen runkojohdon tuulettusta hyödyntäen.

Kuvassa 5 esitetty rakentamistapa on kuitenkin nykyisin varsin harvinainen, koska alan toimijoilla ei juurikaan ole enää käytettävissään Mpul-rakenteen liike-elementtejä.



Kuva 6. Periaatekuva kokoelementtikanavan ja perusparannettavan haarajohdon liitoksesta

Kuvan 6 ratkaisumallissa 2Mpuk-johdot liitetään suoraan elementtikanavan virtausputkiin. Runkojohdon lämpöliike mahdollistetaan sijoittamalla esieristetyt putkielementit teräs- tai polyeteenisuojaputkien sisään. Suojaputken halkaisija ja pituus määräytyvät runkojohdon lämpöliikkeen perusteella. Asennusvaiheessa on otettava huomioon haarajohdon virtausputkien asema suojaputkessa runkoputken ennustettavan lämpöliikkeen kannalta. Haarajohdon suuntainen lämpöliike tasataan joko sallimalla runkojohdolle pieni taipuma tai kiinnivaahdotetun johdon luonnollisella kompensoinnilla 90 asteen kulman tai Z-elementin avulla. Jos nämä ratkaisut eivät ole mahdollisia, on 2Mpuk-johtoon rakennettava kiintopiste. Tämän rakenteen heikoin kohta on suojaputken vapaan pään ja esieristetyin elementin kutisteliitos. Lämpöliikettä kutisteen kohdalla voidaan vähentää esimerkiksi tekemällä liitoskohtaan polyuretaaninen keskitys- ja supistusholkki.

Molemmissa edellä kuvatuissa haaroitusratkaisuissa joudutaan kokoelementtirakenteen haaroitusvalu uusimaan. Purettaessa vanhaa haaroitusvalua on työ tehtävä varovasti, jotta betonielementtien jatkossaumauksia ei vahingoiteta. Hitsaus- ja eristystöiden jälkeen on kanavasta poistettava kaikki jätteet huolellisesti kanavan vuotovesijärjestelmän toimivuuden varmistamiseksi.

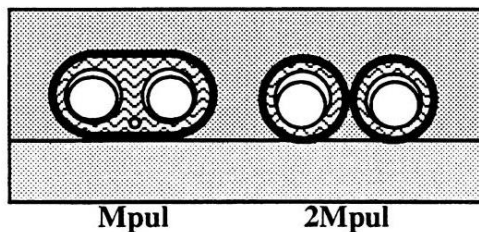
5.2 Vapaasti liikkuvien muovisuojakuorijohtojen perusparantaminen

5.2.1 Tyypillisiä perusparannuskohteita

Vapaasti liikkuvia muovisuojakuorijohtoja eli Mpul-johtoja rakennettiin yleisesti 1960-luvulta aina 1980-luvun alkupuolelle saakka. Tyypillinen Mpul-rakenteen perusparannuskohde on jakelujohto, johon on liitetty suuri määrä talojohtoja, jolloin verkkomalli on tikapuurakenteinen. Tämä asettaa ison haasteen peruskorjauksen esivalmistelun ja toteutuksen suunnittelulle.

Vapaasti liikkuva muovisuojakuorijohto koostuu yleensä joko yhdestä kahdelle virtausputkelle tarkoitetusta tai kahdesta erillisestä yhdelle virtausputkelle tarkoitetusta, muovisuojakuorella ja polyuretaanieristeellä varustetusta eristyselementistä, jonka sisään vapaasti liikkuvat virtausputket asennetaan:

Muovisuojaputket:



Mpul, 2Mpul: (rak.vuodet 1964...)

Rakenne:

Polyeteenimuovisuojaputki

Eristemateriaali:

Polyuretaanivaaho

Virtausputket:

Teräs, liikkuva rakenne

Kuva 7. Muovisuojakuorijohtojen Mpul ja 2Mpul rakenne

Rakenteen toimintaperiaatteita:

- Rakenne on tuuletettu; korvausilma johdetaan kanavaan alimmasta pisteestä ja poistoilma poistetaan kanavan ylimmästä pisteestä.
- Vuoto- ym. vedet viemäroidään eristyslementin sisällä alimpiin pisteisiin ja sieltä tyhjennyskaivoihin (johdon pystysuuntaisen kaltevuuden tulee olla riittävä).
- Virtausputkien lämpöliikettä ohjataan kiintopisteillä ja eristyslementtirakenteella.
- Virtausputkien lämpöliikkeet tasataan kiintopisteväleille asennettaviin tasaimiin tai johtoon tehtävin mutkiin ja liike-elementteihin.

Vapaasti liikkuvien muovisuojakuorirakenteisten johtojen yleisimpiä vauriosyitä ovat epätiiviit suojakuoriliitokset ja erilaiset tasainvauriot. Huomattavia syitä ovat myös johdon riittämätön kaltevuus ja maanpainumat.

Kaksi kolmasosaa Mpul-johtojen vaurioista kohdistuu virtausputkeen. Loput vauriot ovat pääasiassa kohdistuneet tasaimiin, haaroituksiin, kiintopisteisiin ja suojakuoriin.

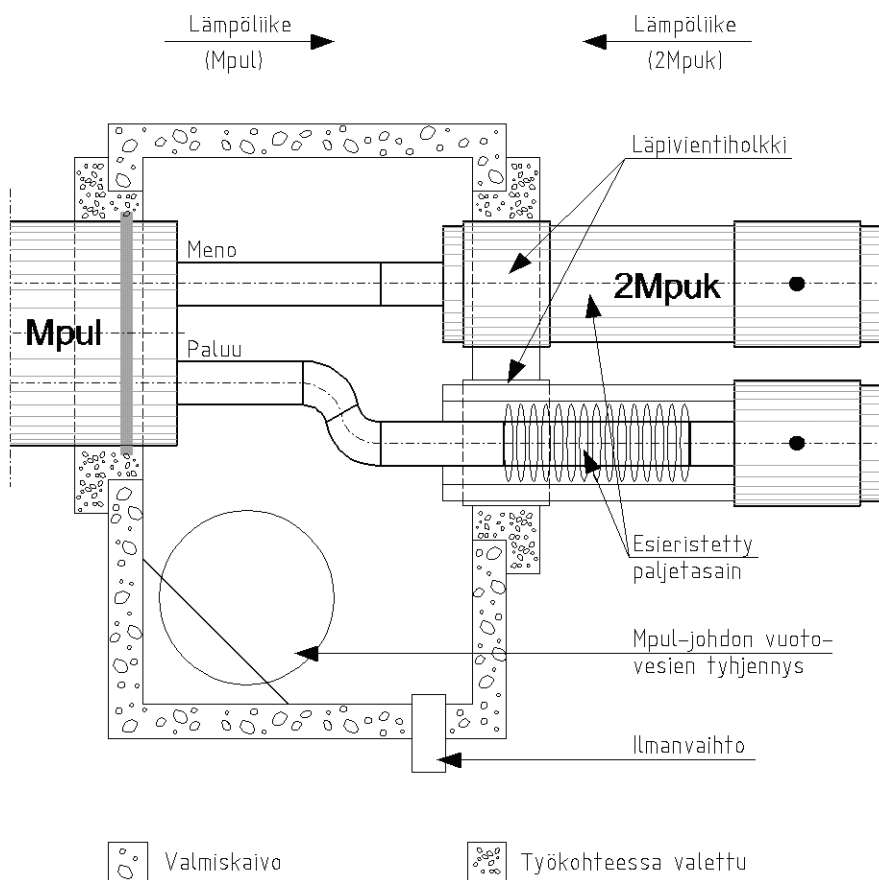
Kaksi kolmasosaa Mpul-johtojen vaurioista havaitaan rakenteen sisäpuolisen vedenpoistojärjestelmän kautta kaivoihin ja kiinteistöihin kertyvän veden perusteella. Silmämääräisiä vaurioiden havaitsemiskeinoja ovat talviaikaan sulaneet alueet maassa sekä höyryävät tuuletusputket.

5.2.2 Perusparantaminen uudella johtorakenteella

Vapaasti liikkuvien muovisuojakuorijohtojen perusparantaminen tehdään lähes yksinomaan kiinnivaahdotetulla johtorakenteella.

Työkohteen erityispiirteistä riippuen voidaan uusi johto joko rakentaa vanhan paikalle, etsiä sille uusi korvaava reitti tai rakentaa uusi johto vanhan päälle, mikäli vanhan johdon peittosyvyys antaa tähän mahdollisuuden. Koska peruskorjattava johto-osuus sisältää usein jakojohdon lisäksi suuren määrän talojohdoja, on uuden johtoreitin etsiminen erittäin harvoin taloudellisesti kannattavaa. Tästä syystä on vanhan johtolinjauksen käyttäminen ja alkuperäisten haarajohtojen liittäminen perusparannettuun runkojohtoon useimmiten toimivin ja myös taloudellisesti edullisin ratkaisu. Jos kuitenkin on järkevää valita johdolle korvaava reitti, tapahtuu rakentaminen kiinnivaahdotetuilla elementeillä pääsääntöisesti kuin minkä tahansa uudiskohteen rakentaminen, uuden ja vanhan rakenteen liitoskohtia lukuun ottamatta.

Haastavinta vapaasti liikkuvan muovisuojakuorijohdon perusparantamisessa kiinnivaahdotetulla johtorakenteella on erilaisten johtotyyppien lämpöliikkeiden kompensointi. Johtotyyppin muuttuessa vapaasti liikkuvasta kitkakiinnitteiseksi, lämpöliikkeet voidaan tasata uusilla perusparannuksen yhteydessä asennettavilla tasaimilla tai käyttöön jäävässä Mpul-johdossa jo olevilla tasausratkaisuilla.



Kuva 8. Periaatekuva Mpul- ja 2Mpuk-johdon liitoskohdasta

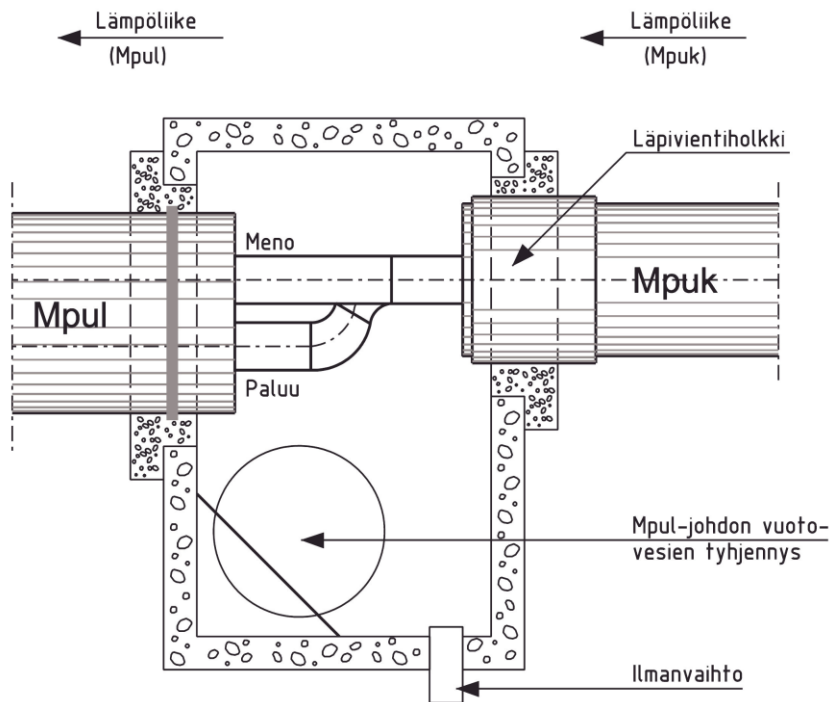
Kuvassa 8 esitetään, miten lämpöliikkeen kompensointi on mahdollista tehdä uuden 2Mpuk-johdon puolelle muovisuojakuoren sisään esieristettävillä holkkiohjatuilla paljetasaimilla. Tasaimet vaahdotetaan käytettävän putkikoon määrittelemän muovisuojakuoren sisään siten, että holkin ja muovisuojakuoren välinen tila täytetään polyuretaanivaahdolla tasaimen holkkien päiden jäädessä paljaiksi. Vaahdotuksen yhteydessä tasain keskitetään keskelle suojaputkea. Esieristetyt tasainelementit sijoitetaan välittömästi muutospaikan läpiviennin yhteyteen. Käytettävät läpivientiholkit mahdollistavat molempien johtorakenteiden lämpöliikkeiden siirtymisen tasainten kompensoitavaksi. Jos käyttöön jäävässä Mpul-johdossa on tasaimet muutospaikan ja Mpul-johdon kiintopisteen välissä, voidaan ne poistaa ja uusi esieristetty tasain mitoitetaan johtorakenteiden yhteenlasketun lämpöliikkeen mukaan.

Käyttökeskeytyksen yhteydessä muutetaan Mpul-rakenteen virtausputkien etäisyys muutoskaivossa putkikäyrien avulla vastaamaan 2Mpuk-rakenteen putkiväliä. Muutos pyritään tekemään paluuputkeen, jossa lämpöliike on pienempi.

Kitkakiinnitetyn johtoelementin lämpöliike liitettynä vapaasti liikkuvaan putkirakenteeseen vastaa laskennallisesti 2Mpuk-johdon vapaan pään lämpöliikettä. Jos tämän lämpöliikkeen siirtyminen uuteen tasaimen halutaan estää, tulee 2Mpuk-rakenteeseen rakentaa kiintopiste, joka peitetään ennen johdon käyttöönottoa. Kiintopisteen rakentaminen on tarpeetonta, mikäli esieristetyin tasaimen kokonaisjoustossa on huomioitu kaksisuuntainen lämpöliike.

Jos peruskorjauskohde voidaan suunnitella siten, että johtotyyppin vaihdos sijoittuu vanhan Mpul-johdon kiintopisteen kohdalle, voidaan liitos toteuttaa hyödyntäen käyttöön jäävän Mpul-johdon tasausjärjestelyjä.

Käytettäessä korvaavana johtorakenteena Mpuk-johtoa 2Mpuk-johdon sijaan, on johtojen liittämistekniikka samanlainen lukuun ottamatta paluuputken ohjausta kaivossa putkikäyrillä menoputken alle/päälle (Kuva 9).



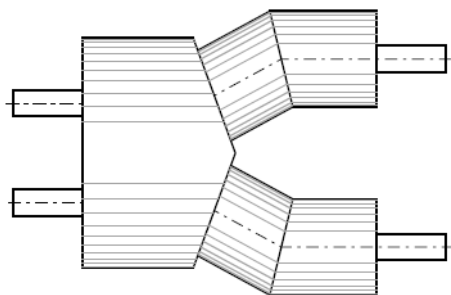
Kuva 9. Periaatekuva Mpul- ja Mpuk-johdon liitoskohdasta

5.2.3 Mpul-rakenteiset haarajohdot perusparannuksen yhteydessä

Jakeluverkon perusparannuskohteissa, joissa Mpul-rakenteinen jakelujohto peruskorjataan 2Mpuk-rakenteella, on ongelmana Mpul-rakenteisten talojohtojen liittäminen uuteen runkojohtoon. Tapauksissa, joissa talojohto on niin huonokuntoinen, että myös se on syytä uusia, toteutetaan uusiminen 2Mpuk-johtoelementtejä ja valmisosia käyttäen. Jos kiinteistön läpivienti on niin hyväkuntoinen, että se voidaan säilyttää, asennetaan seinälle kuvan 10 mukainen liitoskappale.

Mikäli talojohto voidaan kuntonsa puolesta jättää Mpul-rakenteiseksi, tehdään johdon haaroitus kiinnivaahdotetun johdon 2Muk-rakenteisilla haaroituskappaleilla ja talojohdon ollessa profiililtaan kiinteistöön päin laskeva käytetään rakenteiden liitoskohdassa kuvan 10 mukaista liitoskappaletta. Jos profiili on kiinteistöön päin nouseva, on liitoskohtaan rakennettava kaivo soveltaen kuvaa 8.

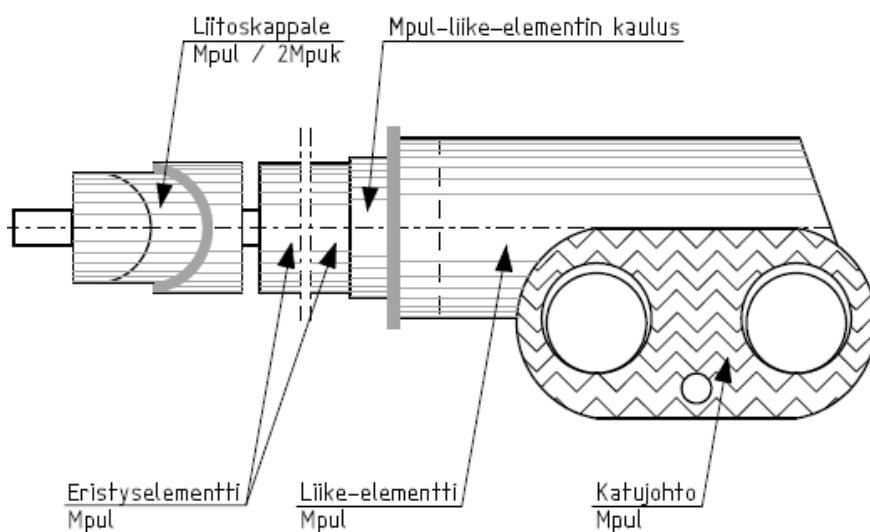
Molemmissa tapauksissa on järkevää asentaa 2Mpuk-rakenteen puolelle matalakaraiset kertakäyttöventtiilit. Tällä toimenpiteellä varaudutaan rajaamaan mahdollisesti myöhemmin perusparannettavan talojohdon käyttökeskeytys koskemaan vain tätä asiakasta. Ensimmäisessä vaiheessa, eli venttiilin ollessa suljettuna, asennetaan karanpään suojatulppa ja tiiviste paikoilleen. Toisessa vaiheessa kun venttiilin jälkeinen johto-osuus on otettu käyttöön, eli venttiili on auki, kiristetään karanpään suojatulppa paikalleen ja venttiili eristetään kuin elementtijatkos.



Kuva 10. Liituskappale Mpul- ja 2Mpuk-johtojen liitokseen

Tapauksissa, joissa perusparannettu haarajohto liitetään vanhaan vapaasti liikkuvaan runkojohtoon, voidaan soveltaa betonirakenteiden yhteydessä esitettyjä haaroitusratkaisuja kaivoineen. Tämä tapa on kuitenkin melko kallis liitettäessä yksittäinen talojohdo runkojohtoon, joten yhtenä korvaavana haaroitusratkaisuna on kuvan 11 mukainen muovihitsaamalla tehtävä haaroituskappale. Kappale koostuu kolmesta osasta: Mpul-johdon liike-elementti, Mpul-johdon eristuselementti sekä Mpul- ja 2Mpuk-johdon liituskappale. Haaroituskappaleen eri osia sisäkkäin liikuttalemalla virtausputkien sekä haaroituksen hitsaustyö mahdollistuu ennen eristystyötä.

Rakenne mahdollistaa runkojohdon suuntaisen lämpöliikkeen kompensoinnin uuden liike-elementin sisällä ja haaroituksen suuntainen vähäinen lämpöliike tasataan runkojohtolle sallittavalla pienellä taipumalla eristuselementin sisällä. Mikäli uuden 2Mpuk-johdon lämpöliikkeen siirtyminen haaroitukseen halutaan kokonaan estää, rakennetaan 2Mpuk-johtoon kiintopiste heti haaroituskappaleen jälkeen. Nykyisin vastaava haaroitus tehdään pääsääntöisesti polyeteenistä muovihitsaamalla.



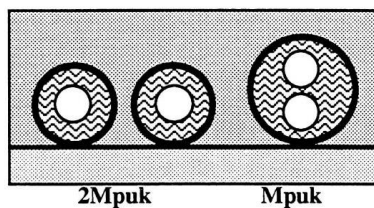
Kuva 11. Periaatekuva Mpul- ja 2Mpuk-johtojen haaroituksesta valmisosalla

5.3 Kiinnivaahdotettujen muovisuojakuorijohtojen perusparantaminen

5.3.1 Tyypillisiä korjaus- ja perusparannuskohteita

Kiinnivaahdotettujen muovisuojakuorijohtojen käyttö alkoi yleistyä 1970-luvun lopulla, eikä nykyisin juuri muita johtotyypppejä käytetä. Keskimäärin johdot ovat siis varsin uusia eikä niiden laajamittaiseen perusparantamiseen ole vielä ollut tarvetta. Toteutuneet perusparannus- ja korjauskohteet ovat olleet varsin suppea-alaisia.

Kiinnivaahdotettu muovisuojakuorijohto koostuu yleensä joko yhdestä kahdelle virtausputkelle tarkoitetusta tai kahdesta erillisestä yhdelle virtausputkelle tarkoitetusta, muovisuojakuorella, polyuretaanieristeellä ja virtausputkilla varustetusta esieristetyistä putkielementistä. Virtausputket on vaahdotettu polyuretaanivaahdon avulla kiinni muovisuojakuoreen:



2Mpuk, Mpuk: (rak.vuodet 1976...)

Rakenne:

Polyteenimuovisuojaputki

Eristemateriaali:

Polyuretaanivaahdo

Virtausputket:

Teräs, putket kiinni eristyksessä

Kuva 12. Kiinnivaahdotettujen muovisuojakuorijohtojen 2Mpuk ja Mpuk rakenne

Rakenteen toimintaperiaatteita:

- Rakennetta ei ole tuuletettu.
- Umpeen vaahdotuksesta johtuen johdon sisäpuolella ei ole vuotovesiviemärintiä.
- Johtorakenteeseen virtausputkista johtuvat lämpöliikkeet on rajoitettu virtausputkien kiinnivaahdotuksen sekä muovisuojakuoren ja maaperän välisen kitkan avulla.
- Putki ottaa käytön aikana lämpötilamuutosten aiheuttamat kuormitukset vastaan virtausputkeen syntyvien jännitysten muodossa (ns. "no comp"-järjestelmä) sekä rajoitettuina lämpöliikkeinä kulmakohdissa sekä erikoistapauksissa kiintopisteillä
- Mahdollisia lämpöliikkeitä kompensoidaan lähinnä johtorakenteeseen tehtävillä kompensointimutkillä ja joissakin tapauksissa lisäksi kiintopisteillä.

Merkittävimmät vauriosyyt ovat epätiivis muovisuojakuoriliitos sekä ulkopuolinen väkivalta. Muita vauriosyitä ovat mm.:

- Virheet suunnittelussa
- Epätiivis läpivienti
- Teräsputken hitsausvirhe
- Valmistusvirhe putkielementissä
- Epätiivis ilmanpoisto tai tyhjennys.

Aiemmin verkkoon rakennettiin usein erillisiä pystytyhjennyksiä. Niissä on esiintynyt paljon ulkopuolisen korroosion aiheuttamia vaurioita ja muutamia vaaratilanteita on aiheutunut venttiilin rakenteen pettäessä paineisena. Vanhoja huonokuntoisia pystytyhjennyksiä puretaan mahdollisuuksien mukaan. Jos tarve tyhjennykselle tulee, voidaan se suorittaa porausventtiilejä käyttäen.

Kiinnivaahdotettujen muovisuojakuorijohtorakenteiden vaurioiden löytäminen saattaa olla vaikeaa. Yleisimmin ne havaitaan lämpiminä/sulina alueina maassa. Vaurioiden paikallistamiseen ei ole yhtä selkeää menetelmää, mutta maaperän pintalämpötilaa mittaava lämpökamerakuvaus helpottaa vuotokohdan löytämistä.

Suurimmissa johtokokoluokissa kostuneen eristysmateriaalin kasvaneeseen sähköjohtavuuteen perustuva sisäänrakennettu tunnistuslankajärjestelmä ilmoittaa mahdollisen vuotokohdan olemassaolosta. Kosteudenvälvontajohtimien käyttö ei ole kuitenkaan Suomessa säännönmukaista. Yleisöltä tulleet ilmoitukset ovat merkittävä apu vauriokohtien löytämisessä.

Varsinaisen perusparannuskohteen laajuus selviää yleensä vasta kohteen auki kaivamisen jälkeen, sillä käytettävissä olevat vianpaikannusmenetelmät eivät ole vielä riittävän tarkkoja.

5.3.2 Perusparantaminen samalla johtorakenteella

Kiinnivaahdotettujen muovisuoja-kuorijohtojen perusparantaminen suoritetaan lähes poikkeuksetta samalla johtorakenteella ja kohteet ovat yleensä luonteeltaan enemmän korjauksia kuin perusparannuksia. Tyypillinen työkohte on ulkopuolisen väkivallan tai epätiiviin suoja-kuoriliitoksen takia vaurioituneen yhden tai kahden putkielementin uusiminen. Korjauksen suorittaminen voidaan tehdä samalla materiaalilla, jolla uudisrakentaminenkin tehdään, eikä näin ollen erikoisosa tarvita. Suoja-kuoren jatkokset tehdään samoilla rakenteilla kuten uudisrakentamisessa.

Peruskorjauskohteen maanrakennustyöt voidaan pitää varsin suppea-alaisina, kunhan putkihitsaustöiden ja johtoelementtien jatkosten tekemisen vaatimista työvaroista johtoreitillä ja kohteen molemmissa päissä huolehditaan. Jos johto-osuus on salaojitettu, tulee ennen kaivannon täyttötöiden aloittamista varmistaa, että salaojitus on kunnossa.

Kiinnivaahdotettujen putkijärjestelmien perusparannuskohteiden putkitustöiden suunnittelu on vapaasti liikkuvia putkijärjestelmiä selvästi yksinkertaisempaa, sillä työkohteen ympärillä olevan verkon rakenne ei juurikaan vaikuta työn toteuttamiseen. Koska uusittava johto-osuus on rakenteeltaan jäykkä ja vanhojen johtojen päät ovat kiinteästi paikallaan, tulee perusparannettavan johdon lämpöliikkeiden hallinnasta huolehtia. Käyttöönoton helpottamiseksi ja asennusjännitysten tasaamiseksi voidaan perusparannettavalle osuudelle asentaa ns. kertatasaimet, jotka hitsataan käyttöönoton jälkeen kiinni.

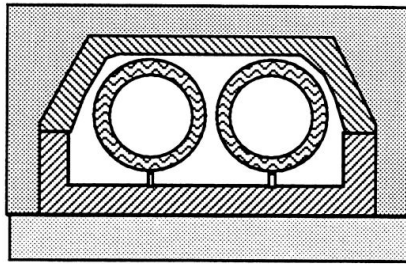
Käyttöönotto voidaan suorittaa myös lämmittämällä johto-osuus kaukolämpövedellä toisesta päästä käsin, sovittamalla ja hitsaamalla johto sitten toisestakin päästä kiinni, kun johto on kuuma.

Turhien käyttökeskeytysten välttämiseksi ja asiakkaiden lämmöntoimitusten keskeytysten minimoimiseksi voidaan perusparannettava kohde rajata vanhasta verkosta lisäämällä ns. kertakäyttöventtiilit, jolloin monia käyttökeskeytyksiä ei tarvita. Ensimmäisessä vaiheessa, eli venttiilin ollessa suljettuna, asennetaan karanpään suojatulppa ja tiiviste paikoilleen. Toisessa vaiheessa kun venttiilin jälkeinen johto-osuus on otettu käyttöön, eli venttiili on auki, kiristetään karanpään suojatulppa paikalleen.

5.4 Muiden johtorakenteiden perusparantaminen

5.4.1 Erilaiset vanhat betonikanavarakenteet

Aiemmin, kohdassa 5.1 käsiteltyjen, tehdasvalmisteisten kokoelementtikanavien lisäksi on kaukolämpörakentamisen alkuvuosina käytetty myös erilaisia rakennuspaikalla valettavia betonikanavarakenteita. Näissä joko alaelementti tai sekä ala- että yläelementti ovat paikalla valettuja. Betonikanavaan asennettavat virtausputket on eristetty mineraalivillakouruin, polyuretaanikouruin tai koko betonikanavan sisäosan täyttävällä kevytbetonitäytteellä.

Muita betonikanavarakenteita:**Ymv:****Rakenne:**

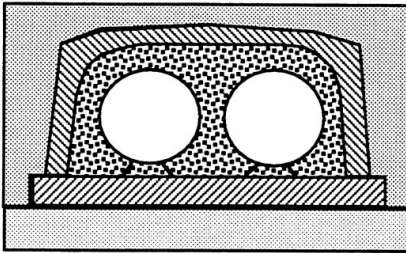
Yläelementtikanava, alaosa (suorakulmainen) työpaikalla valettu

Eristemateriaali:

Mineraalivillakouru

Virtausputket:

Teräs, liikkuva rakenne

**Pkb (rak.vuodet 1958),****Pmv (rak.vuodet 1957-1976):****Rakenne:**

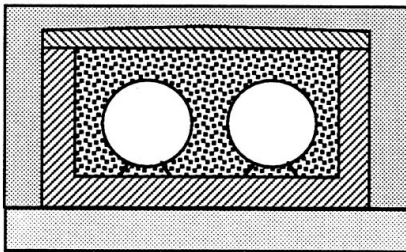
Puolielementtikanava, pohjalaatta valettu työpaikalla, kansi- ja seinäelementti valmisrakenteinen

Eristemateriaali:

Yleisimmin kevytbetoni, myös mineraalivillakouru

Virtausputket:

Teräs, liikkuva rakenne

**Tkb (rak.vuodet 1956-1965),****Tmv (rak.vuodet 1955...):****Rakenne:**

Työpaikalla valettu (suorakulmainen) kanava, kansi joko elementtilaatoista tai työpaikalla valettu

Eristemateriaali:

Kevytbetoni tai mineraalivillakouru

Virtausputket:

Teräs, liikkuva rakenne

Kuva 13. Muiden betonikanavarakenteiden kuvaus

Betonikanavarakenteiden tavallisimmat vauriosyyt ovat useimmiten yhteydessä ulkopuolisen veden pääsyyn kanavarakenteen sisälle. Tästä johtuva ulkopuolinen korroosio vaurioittaa virtausputki- ja tukirakenteita. Kanavan vesitiiveys voi vaurioitua joko rakenteellisista tai ulkoisista syistä johtuen. Tehdasvalmisteiset kokoelementtikanavat kuten myös paikalla valetut betonikanavat ovat alttiita maanpainumiselle. Painumisesta johtuen kanavan kallistusolosuhteet muuttuvat ja kannatuskengät sekä lämpöeristeet ja niiden sisällä olevat virtausputket jäävät mahdollisesti kanavan pohjalle kertyvään veteen ja ruostuvat rikki.

Maan painuminen voi aiheuttaa myös rakenteiden murtumista ja varsinkin kokoelementtikanavien saumojen rikkoutumista, jolloin ulkopuolinen vesi pääsee kanavarakenteen sisään.

Tavallisia syitä peruskorjaustarpeeseen ovat myös kokoelementtikanavan kansielementtien sivuttaisen siirtymisen aiheuttamat vuotokohdat elementtien saumoissa ja siitä seuraava korroosio putkissa ja tukirakenteissa. Myös muun yhdyskuntarakentamisen työt aiheuttavat betonikanavien mekaanista rikkoontumista.

Mikäli peruskorjattava osuus on lyhyt, voidaan korjaus tehdä samalla betonirakenteella, mutta yleensä peruskorjattava johto-osuus rakennetaan uudelleen kiinnivaahdotetulla rakenteella, joko samaan paikkaan tai vaihtoehtoiselle reitille.

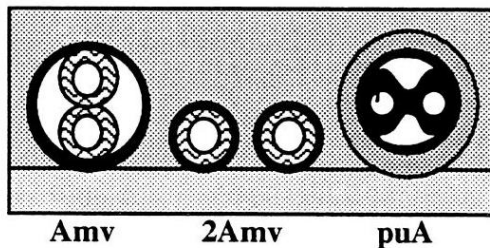
Vanhan johdon poispurkaminen riippuu paikkakuntaakohtaisista määräyksistä ja alueen myöhemmästä käyttötarpeesta. Purkamisjätteet hävitetään asianmukaisesti ja viranomaisten ohjeistusta noudattaen.

Vanhan betonikanavan ja uuden kiinnivaahdotetun johdon liitosratkaisusta on esimerkkiratkaisu kohdassa 5.1.

5.4.2 Asbestisementtisuojaputkijohdot

Vapaasti liikkuvilla suojakuorijohdoilla maan painumisesta tai muusta syystä johtuvat epätiivit jatkosaumat ovat suurin yksittäinen perusparannuksia aiheuttava syyryhmä. Vapaasti liikkuvien muovisuojakuorijohdojen lisäksi on käytetty myös asbestisementtisuojaputkijohdot.

Asbestisementtisuojaputkijohdot:



Amv, 2Amv, puA, Apu (ym.):

Rakenne:

Asbestisementtisuojaputki

Eristemateriaali:

Mineraalivilla tai pu-vaaho

Virtausputket:

Teräs, liikkuva rakenne

Kuva 14. Asbestisementtisuojaputkijohdojen rakenne

Asbestisementtisuojaputkijohdoissa käytetyt raskaat betonirakenteet, kuten kulma-, haaroitus- ja kiintopistevalut, lisäävät painumariskiä ja siten myös vuotovesijärjestelmän vaurioitumismahdollisuutta.

Asbestisementtisuojaputkijohdorakenteet korvataan nykyisin aina kiinnivaahdotetuilla rakenteilla.

Korvaavalle johto-osuudelle kannattaa valita uusi reitti vanhan johdon läheisyyteen, jos se on mahdollista ja minimoida kallis asbestia sisältävien rakenteiden purkaminen. Jotkut kunnat eivät salli vanhojen rakenteiden jättämistä maahan, varsinkin jos johtokoko on suuri ja rakenne tilaa vievä.

Asbestia sisältävien rakenteiden purkaminen ja käsittely on luvanvaraista ja näin ollen aina siihen koulutettujen ammattilaisten työtä.

Liitosrakenteet vanhan ja uuden johdorakenteen välillä ovat vastaavat kuin liitettäessä vapaasti liikkuvia muovisuojakuorijohdot kiinnivaahdotettuihin johtoihin tai betoniin kanaviin, joissa liitoskohtaan tehdään kaivo paikalla valaen. Ratkaisumalli on esitetty kohdassa 5.1.

5.4.3 Muovi- tai kuparivirtausputkella varustetut johdot

Muovi- tai kuparivirtausputkilla varustettujen johtojen käyttö on ollut melko vähäistä, eikä niiden peruskorjauksia ole kovin paljon tehty.

Vanhoilla muovivirtausputkilla varustetuilla johdoilla on ollut käyttöön liittyviä ongelmia ja lämmönjakeluhäiriöitä, joita on aiheuttanut mm. lämmönsiirtimistä (happidiffusion johdosta) irtoava ruostesakka.

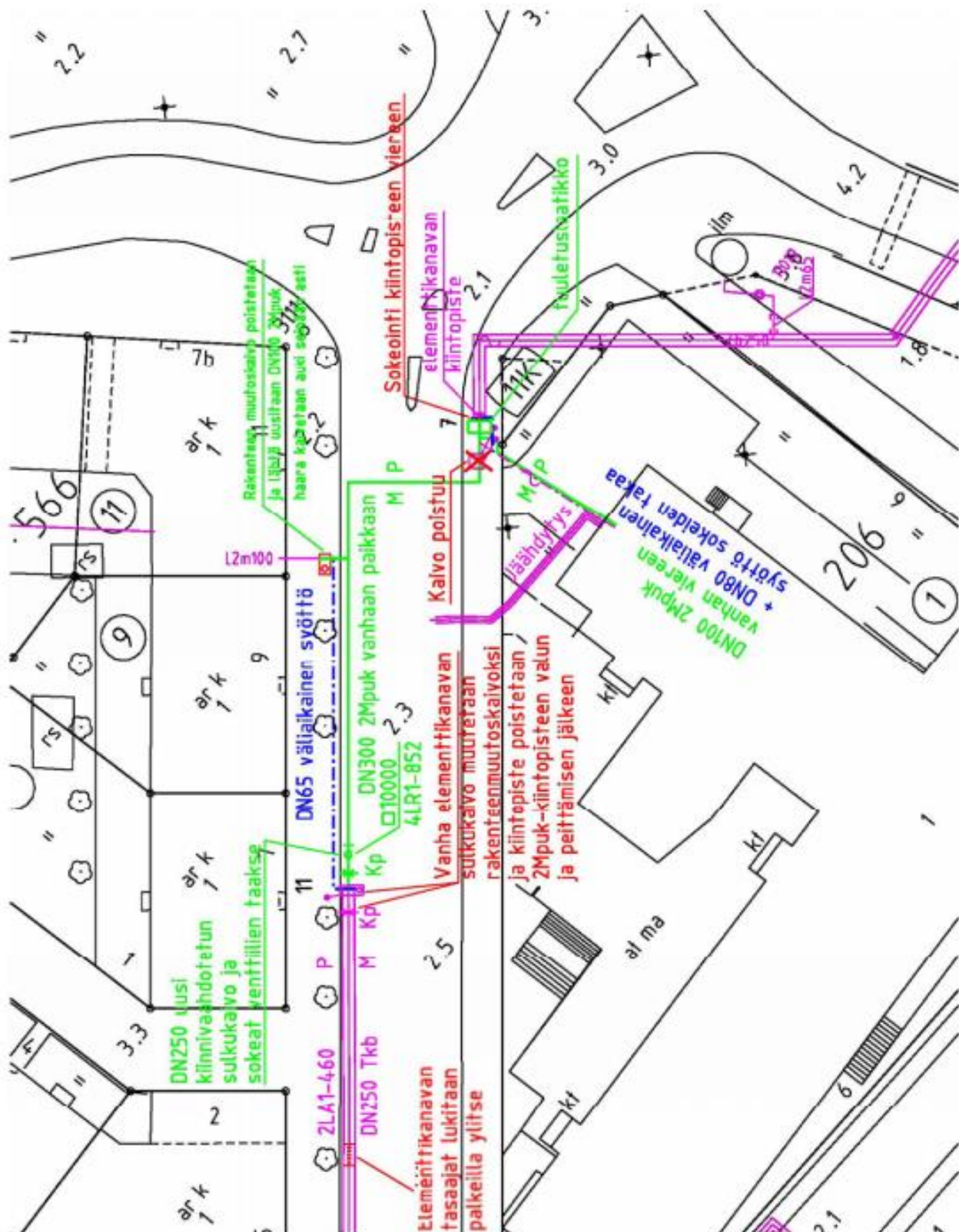
Korjauksen yhteydessä käytettävät putket ja osat kiinnitetään kiristysliittimillä. Kuparivirtausputkilla varustettuja johtoja on käytetty muutamissa kaukolämpöverkoissa lähinnä pienissä talojohdoissa, ja syynä niiden korjaustarpeeseen on ollut yleensä mekaaninen rikkoontuminen. Korjaukset ovat olleet suppea-alaisia.

6 Perusparantamistöiden seuranta ja vaikutukset

Jotta kaukolämpöverkon perusparantamisesta saadaan maksimaalinen hyöty, tulee sen olla systemaattista sekä toteutuksen suunnittelun ja itse toteutuksen että myös suoritettujen perusparannustöiden seurannan osalta. Edellä mm. kohdissa 3 ja 4.2 on esitetty syitä ja tavoitteita perusparantamiselle. Määräajoin on perusteltua käydä läpi koko kaukolämpöverkon osalta se, onko suoritetuilla perusparannustoimenpiteillä saavutettu ne tavoitteet, jotka sille on asetettu.

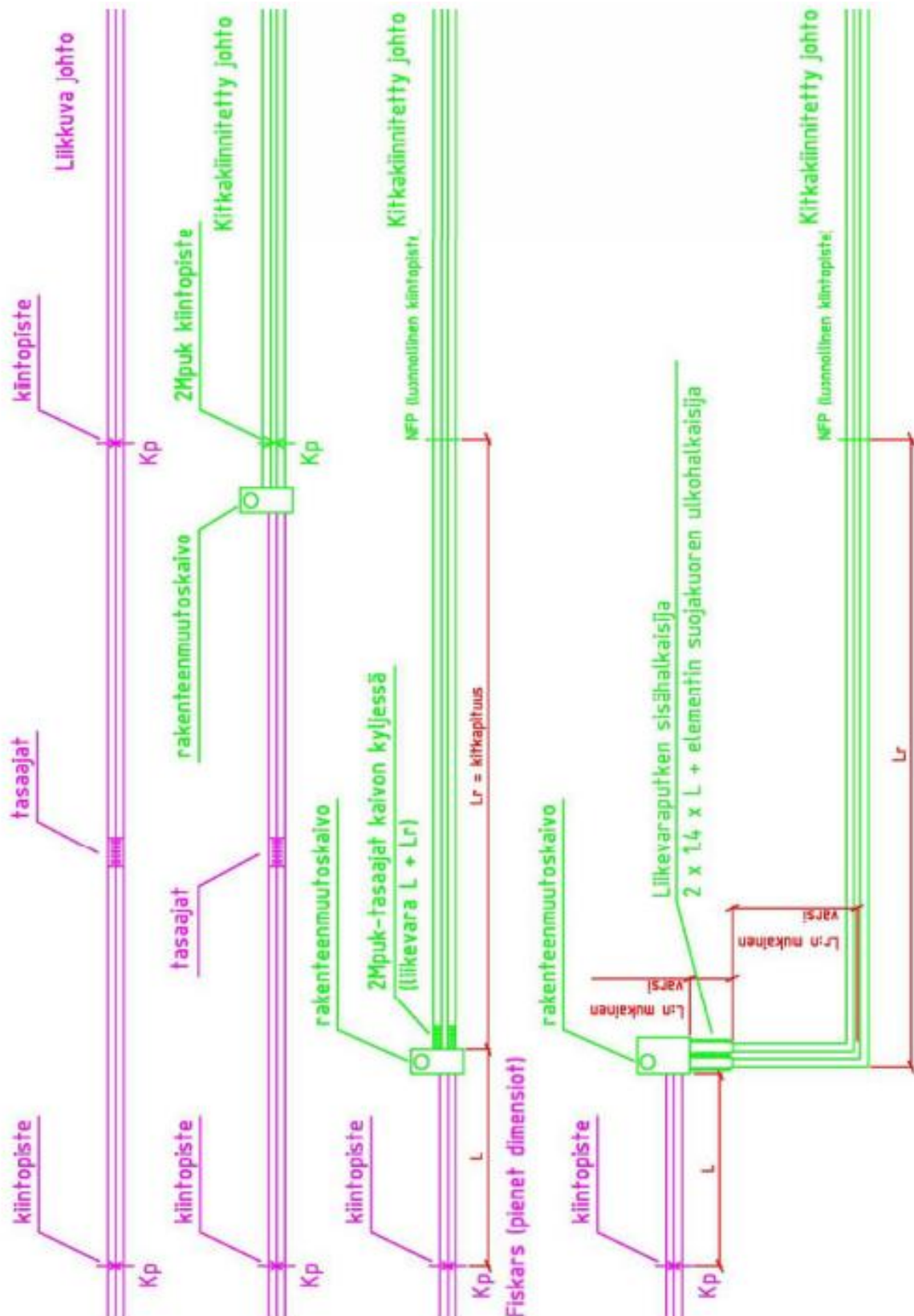
Mikäli suoritetuilla perusparannustöillä ei ole saavutettu sille asetettuja vaatimuksia tai perusparantaminen on kohdistunut "väärin" johto-osuuksiin, voi olla tarpeen muuttaa tai tarkentaa suunnittelun pohjana olevia kriteerejä (ks. kohta 4.4.2) tai niitä raja-arvoja, joiden pohjalta perusparannettavat johto-osuudet määräytyvät.

Työsuunnitelmaesimerkki vanhan betonielementtikanavan osan korvaamisesta kiinnivaahdotetulla johtorakenteella

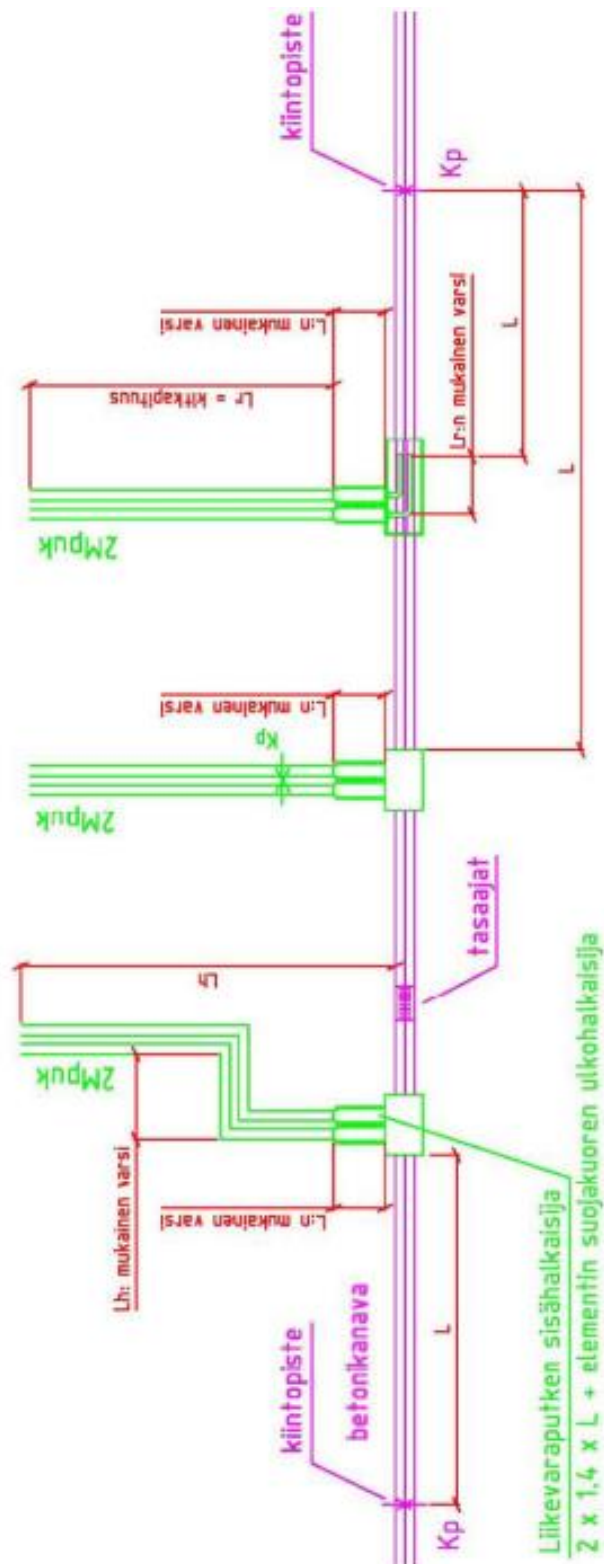


Lähde: Kaukolämpöverkon suunnittelu 3.11.2011 / H.Nuutinen, Helen Lämpö

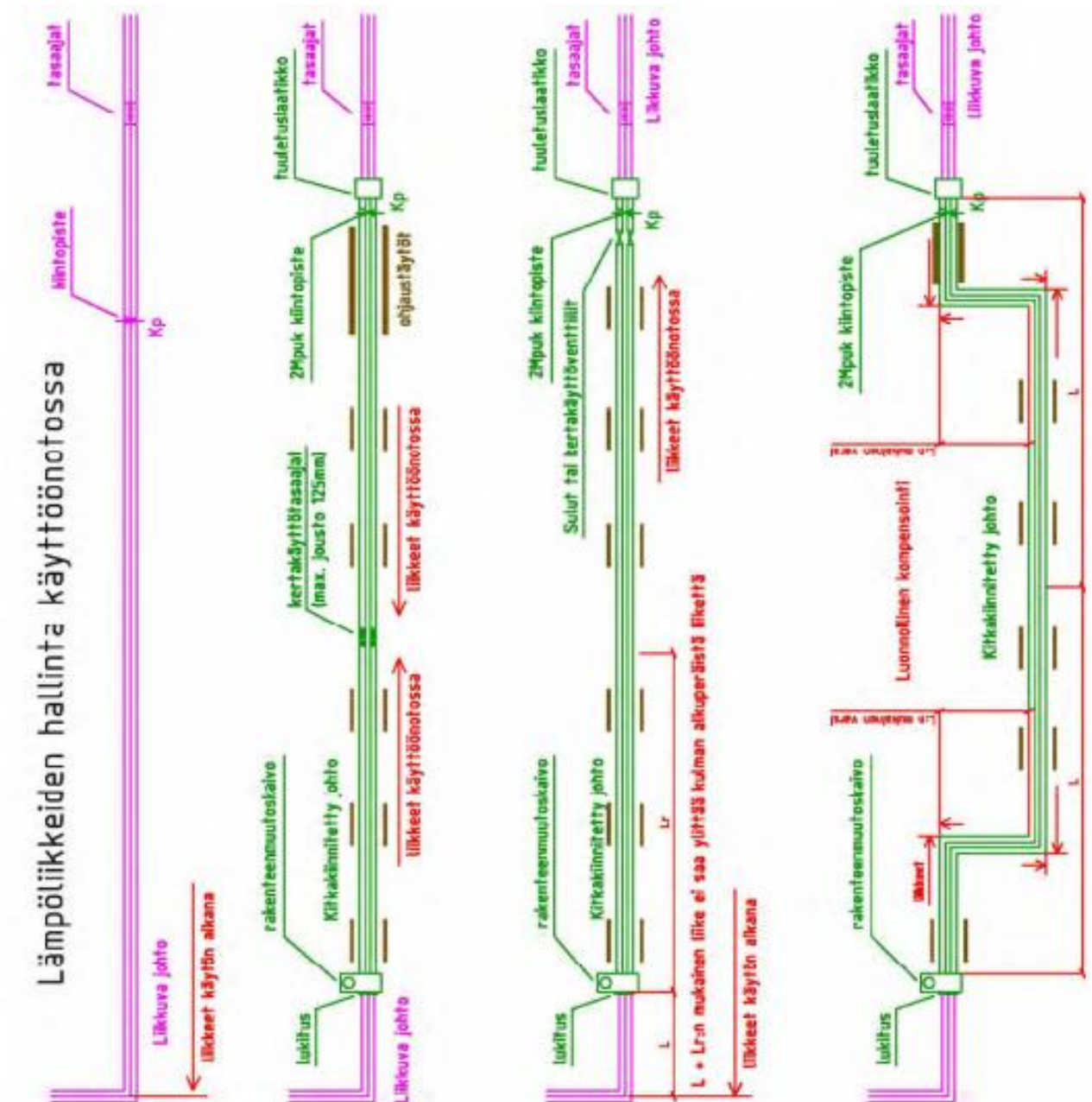
Esimerkki lämpöliikkeiden hallinnasta johtorakenteiden muutoksissa



Esimerkki lämpöliikkeiden hallinnasta tehtäessä haaroituksia kiinnivaahdotetulla johtorakenteella liikkuvilla virtausputkilla varustetusta johtorakenteesta



**Esimerkkisuunnitelmasta lämpöliikkeiden hallitsemiseksi käyttöönoton yhteydessä, kun osa liikkuvasta johtorakenteesta on korvattu kiinnivaahdotetulla johtorakenteella.
Kolme erilaista saneerausvaihtoehtoa**



Suosituks

L6/1998	Käytössä olevan kaukolämpöjohdon haaroitus porausmenetelmällä
L14/2005	Kaukolämpöjohdon rakentaminen radan alitse
L15/2005	Kaukolämpöjohdot ja maantiet
L9/2006	Kaukolämpö- ja kaukojäähdytysverkon dokumentointi
L2/2010	Kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen liitokset
L22/2011	Ympäristö- ja jäteasiat kaukolämpöverkon rakentamisessa ja kunnossapidossa
L10/2011	Kaukolämpöverkon pumppausjärjestelyt
L11/2013	Kaukolämpöjohtojen suunnittelu- ja rakentamisohjeet
L5/2014	Kaukolämpöjohtojen rakentamisen urakka-asiakirjat
L5B/2015	Kaukolämpöjohtojen rakentamisen urakka-asiakirjat, KVR-urakka
L3/2015	Kaukolämpöjohtojen kaivot
L1/2016	Kiinnivaahdotetut kaukolämpöjohdot
L4/2016	Kaukolämpöjohdoissa käytettävät sulkulaitteet
L7/2016	Kaukolämpöverkon suunnitelmallinen perusparantaminen
KK3/2007	Kaukolämmön kiertoveden käsittely
KK4/2008	Kaukolämpöverkon perusparannustoiminnan yhtenäistäminen
KK11/2010	Kaukolämpöverkon sulkulaitteiden käyttötekniinen suunnittelu

Raportit

L18/1995	Suojaukset ja merkinnät sekä työturvallisuus kaukolämpöjohtotöissä
L21/1997	Kaukolämpöjohtojen toteutettuja ratkaisuja tunneleissa, silloissa ja vesistöalituksissa
L16/2005	Työturvallisuus kaukolämpöjohtojen rakennusurakoissa

KK1/1987	Varautuminen ja toiminta kaukolämmön suurhäiriö- ja kapasiteettivajaustilanteessa
KK7/1990	Kaukolämpöjohtojen korjaustöissä ja tilapäiskorjauksissa käytettävät erikoistyykalut, apuvälineet ja erikoismenetelmät
KK19/1998	Kaukolämpöjohdon vuodonpaikannusmenetelmät
KK2/1999	Kaukolämpöverkon kunnossapito
KK6A/2015	Kaukolämpöalan työsuojeluopas I Kaukolämpöverkkojen käyttö ja kunnossapito
KK5/2015	Kaukolämmön tekninen laatu

Tilastojulkaisut

Kaukolämpöverkon vauriotilasto (vuosittainen)

Kaukolämmön käyttötaloudelliset tunnusluvut (vuosittainen)

Maanalaisten kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen rakentamiskustannukset (vuosittainen)

Kaukolämmön keskeytystilasto (vuosittainen)

Vanhoja, uudisrakentamisessa käytöstä poistuneita johtorakenteita käsittelevät suositukset

L4/1978	Kaukolämpöjohdoissa käytettävät betoniset kiintopiste-elementit ja niiden raudoitukset
L4/1981	Kaukolämpöjohdoissa käytettäviä betonisia elementtikaivoja
L1/1982	Kaukolämpöjohdoissa käytettävät betoniset laajennuselementit ja niiden raudoitukset
L1/1983	Kaukolämpöjohdoissa käytettävät työpaikalla valetut kanavat ja yläelementtikanavat sekä erityyppisten betonikanavien liittäminen toisiinsa
L6/1983	Kaukolämpöjohdoissa käytettävien 2- ja 3-tukisten betonisten kokoelementtien tekniset vaatimukset ja raudoitukset
L3/1984	Kaukolämpöjohdoissa käytettävien paljetasaimien tekniset vaatimukset
L3/1986	Betonisissa kokoelementtikanavissa käytettävät putkien tukirakenteet

