



Kaukolämpöjohdot ja maantiet –ohjeen päivitys 17.12.2020

Koulutusmateriaali kaukolämpöjohtojen suunnittelijoille ja tienpitäjän edustajille

18.3.2021

Päivityksen lähtökohdat ja tavoitteet

- Ohje on päivitetty, jotta vältetään ristiriidat vuonna 2018 annetun Liikenneviraston määräyksen "*Johtojen ja rakenteiden sijoittamisesta maantien tiealueelle (2005)*" kanssa
- Ohje vastaa nykyajan käsittelyprosessia aiempaa ohjetta (vuodelta 2005) paremmin
- Ohje on yhtenevä InfraRYL:n kanssa, kun InfraRYL:sta poistetaan suojaputkien yleinen paineenkestovaatimus (vuoden 2021 lopulla?)
- Ohjeessa esitetyt suunnittelu- ja toteutusratkaisut ovat tarkoituksenmukaisempia ja nykyaikaisempia
- Ohjetta voidaan soveltaa myös kaukojäähdytysjohtojen suunnitteluun

Ohjeen käyttö 1/2

- Ohjetta sovelletaan, kun suunnitellaan tai toteutetaan maantien tiealueelle, tiealueelta käsin tai lähelle tiealuetta
 - uutta kaukolämpöjohtoa,
 - kaukolämpöjohdon siirtoa tai
 - nykyisen johdon kunnossapitoa
- Kaukolämpöjohdot ja maantiet -ohje on laadittu seuraavien ohjetyön sidosryhmien käyttöön:
 - ELY-keskukset
 - Kaukolämpöjohtojen suunnittelijat ja rakennuttajat
 - Teiden suunnittelijat ja rakennuttajat
 - Rakennus- ja kunnossapitourakoitsijat
 - Kaukolämpöjohtojen omistajat

Ohjeen käyttö 2/2

- Ohjetta noudatetaan suunniteltaessa kaukolämpöjohtojen ja maanteiden risteämiä tai pituussuuntaisia johtoja uusille tai nykyisille maanteille
- Ohjetta noudatetaan suunniteltaessa tietä tai tien leventämistä kaukolämpöjohdon kohdalle (asiasta on mainintoja myös muissa tiesuunnittelun ohjeissa)
- Ohjeessa on otettu huomioon ohjeessa *“Vesihuoltoverkostot ja maantiet”* esitetyt, ilman tien auki kaivamista toteutettavat tien alitusmenetelmät, sekä suunnitteluperusteet alitukseen asennettaville suojaputkille
- Ohjeessa on suunnittelun tueksi kuvattu muun muassa
 - Ennen käytetyt ja nykyisin käytössä olevat kaukolämpöjohtojen rakenteet
 - Maanpäälliset rakenteet, jotka voivat olla vaarallisia törmäyksissä
 - Johdon sijoittamiseen tarvittavat luvat ja hakemukset
 - Tyypipiirustukset maanteiden alituksista

Ohjeen sisältö

1	YLEISTÄ MAANTEISTÄ JA KAUKOLÄMPÖJOHDOISTA.....	7
1.1	Tiealue ja maanteiden luokittelu.....	7
1.2	Kaukolämpöverkostoja koskevat säädökset ja lait.....	7
1.3	Maantielain 42§ mukainen lupa.....	7
1.4	Tulevat tiehankkeet.....	9
2	RISTEÄMIEN SUUNNITTELU.....	11
2.1	Alituskohdan valinta olemassa olevassa tiessä.....	11
2.1.1	Suosittelvat ja vältettävät alituskohdat.....	11
2.1.2	Routanousu.....	13
2.1.3	Painumat.....	17
2.1.4	Liukkaus.....	19
2.1.5	Kuivatus.....	19
2.2	Tien alitusmenetelmät.....	21
2.3	Aukikaivu.....	22
2.4	Alituskohtien suojaputket.....	22
2.5	Johdon päälle tuleva tie.....	24
2.6	Sijainti korkeussuunnassa.....	25
2.7	Puuston käsittely ja muu tieympäristön suojele.....	26
2.8	Muinaismuistot ja arkeologiset tiedot.....	27
3	PITUUSSUUNTAISET JOHDOT.....	28
3.1	Sijaintipaikan valinta.....	28
3.2	Jalankulku- ja pyörätien alle.....	29
3.3	Sijoittaminen muualle tiealueelle.....	29

4	RAKENNE.....	30
4.1	Kaukolämpöjohtojen rakenne.....	30
4.2	Maan pinnalle ulottuvat rakenteet.....	33
4.2.1	Törmäyksissä vaaralliset rakenteet.....	33
4.2.2	Sulkuventtiilit.....	35
5	KAUKOLÄMPÖJOHTOJEN KORROOSIO JA HUOLTO.....	36
5.1	Huolto ja seuranta.....	36
5.2	Vaurioriskit.....	36
5.3	Keinot estää korroosio ja valvoa kuntoa.....	36
6	RAKENTAMINEN.....	38
6.1	Yleistä.....	38
6.2	Kaivannot.....	38
7	HAKEMUKSET JA LUPAEHDOT.....	41
7.1	Yleistä.....	41
7.2	Lupa korjaustoimenpiteiden tekemiseen.....	41
8	KAUKOLÄMPÖJOHTOJEN SIIRTOKUSTANNUKSET.....	42
8.1	Yleistä.....	42
9	KAUKOKYLMÄJOHDOT.....	43

LIITTEET

Liite 1	Tyyppiirustukset
	Energiateollisuus ry:n verkkosivulla www.energia.fi voi olla uudempiä tyyppiirustuksia.
	Alla luetteloiduissa tyyppiirustuksissa on esitetty erilaiset tienalitusratkaisut. Piirustuksia käytetään apuna lupahakemusasiakirjoja laadittaessa.
KL 260 A	Tien alitus, Rakenne 2Mpuk. poratut suojaputket
KL 261 A	Tien alitus, Rakenne 2Mpuk. kaivamalla, ei siirtymäkiilaa
KL 262 A	Tien alitus, Rakenne 2Mpuk. kaivamalla, siirtymäkiilaa
KL 263 A	Tien alitus, Rakenne 2Mpuk, suojaputket louheessa, ei siirtymäkiilaa
KL 264 A	Tien alitus, Rakenne Mpuk. poratut suojaputket
KL 265 A	Tien alitus, Rakenne Mpuk. kaivamalla, ei siirtymäkiilaa
KL 266 A	Tien alitus, Rakenne Mpuk. kaivamalla, siirtymäkiilaa

Miten vältetään tulevat johtosiirtotarpeet?

- Alikulun rakentaminen edellyttää usein tien pituussuuntaisen johdon siirtämistä, vaikka johto olisi kauempana tiestä
 - Suurin todennäköisyys alikuluille on kouluille johtavien suojateiden kohdalla ja muilla vilkkaasti liikennöidyillä jk+pp –väylillä
 - Alikulkujen toteutumista voi tiedustella paikalliselta ELY-keskukselta ja kunnalta
- Tien leventäminen edellyttää pituussuuntaisen johdon siirtämistä, jos johto on alun perin sijoitettu tien lähelle
 - Leventämistarve ilmenee liittymien lisäkaistoista, kiertoliittymän rakentamisesta tai lisäkaistoista pidemmällä linjaosuudella
 - Jk+pp –väylän rakentaminen edellyttää johdon siirtämistä, mikäli johto jää liian pieneen peitesyvyyteen väylän tasaukseen nähden
- Poikittaista kaukolämpöjohtoa ei yleensä tarvitse siirtää, kun tietä levennetään
- Meluntorjunta tai valaistuksen rakentaminen ei yleensä vaadi johdon siirtämistä
 - Meluvalli voidaan korvata meluseinällä ja valaistus toteuttaa tien toiseen reunaan

Päivityksessä muuttuneet kohdat

1. Lisätty otteita noudatettavista laeista ja määräyksestä (kehystettynä) ja näiden perusteluista (sinisellä)
2. Tarkennettu alituskohdan valintaa ja siinä huomioitavia asioita sekä alitusmenetelmiä
3. Suositeltu vahvemmin pituussuuntaisen johdon sijoittamista jk+pp -väylän alle
4. Päivitetty maanpinnalle ulottuvien rakenteiden kuvausta
5. Täsmennetty suojaputkien vaatimuksia
6. Lisätty suunnittelussa huomioon otettavia tekijöitä, jotka vaikuttavat muun muassa risteämien suunnitteluun ja pituussuuntaisten johtojen sijoituspaikan valintaan
7. Päivitetty rakentamiskuvausta sekä huolto- ja korjaustoimenpiteitä
8. Päivitetty tyyppipiirustuksia

1. Lait ja määräykset

8. Tyypipiirustukset

- Noudatettava laki tai määräys kehystettynä ja perustelut sinisellä

Liikenneviraston määräyksen 6 § "Tulevat tienparannustyöt sijaintipaikan valinnassa" mukaan:

Johtojen, rakenteiden ja laitteiden sijaintipaikkaa valittaessa on otettava huomioon tiedossa olevat tienparannustyöt, joissa tietä siirretään tai levennetään, tai sen viereen tehdään jalankulku- ja pyörätie tai melueste tai muu toimenpide, joka edellyttäisi johdon siirtämistä.

PERUSTELU: "Liikennevirasto on edellyttänyt, että tienpitoviranomaiset pitävät näitä koskevat suunnitelmat esillä. Lisäksi maantielain 42 b § edellyttää, että tienpitäjä maksaa johdon siirron, jos hakijalle ei ole kerrottu, että käsittelyvuonna tai viiden vuoden kuluessa sen jälkeen on tulossa johdon siirtämistä edellyttävä muu kuin pistemäinen tiehanke, ja siirtotarve toteutuu edellä mainittuna aikana. Näin vältetään tilanne, jossa joudutaan siirtämään johto jo viiden vuoden kuluessa johdon sijoittamisesta."

- Tyypipiirustukset ohjeen liitteissä

LIITTEET

Liite 1

Tyypipiirustukset

Energiateollisuus ry:n verkkosivulla www.energia.fi voi olla uudempiä tyypipiirustuksia.

Alla luetteloiduissa tyypipiirustuksissa on esitetty erilaiset tienalitusratkaisut. Piirustuksia käytetään apuna lupahakemusasiakirjoja laadittaessa.

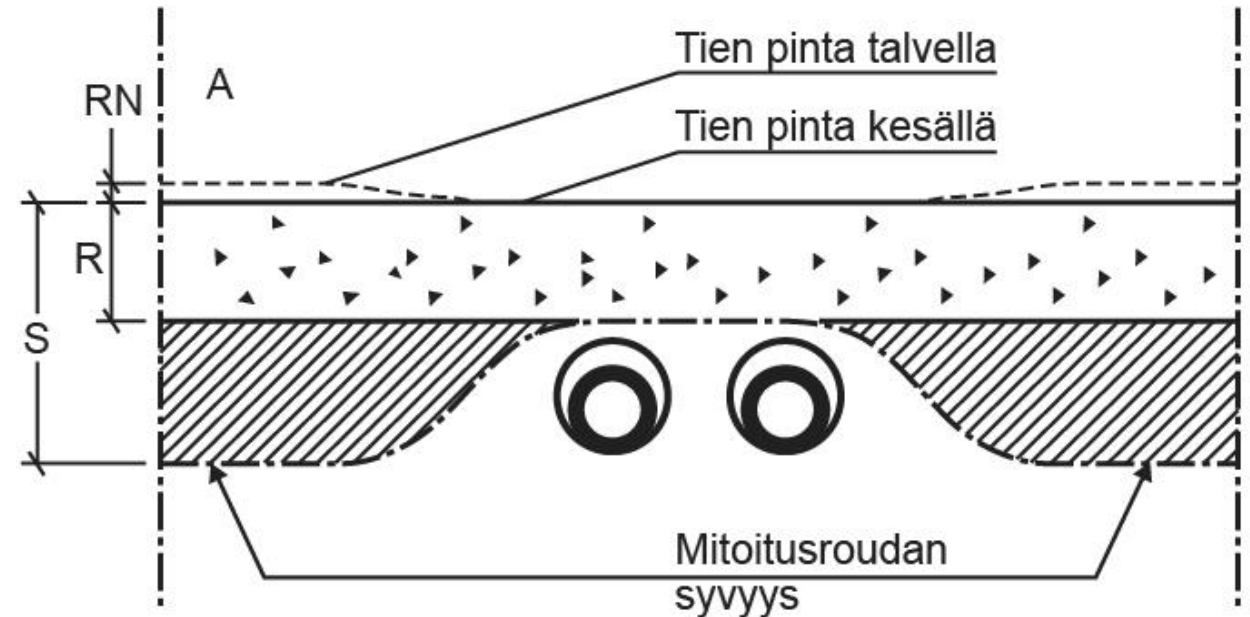
KL 260 A	Tien alitus, Rakenne 2Mpuk. poratut suojaputket
KL 261 A	Tien alitus, Rakenne 2Mpuk. kaivamalla, ei siirtymäkiilaa
KL 262 A	Tien alitus, Rakenne 2Mpuk. kaivamalla, siirtymäkiilaa
KL 263 A	Tien alitus, Rakenne 2Mpuk, suojaputket louheessa, ei siirtymäkiilaa
KL 264 A	Tien alitus, Rakenne Mpuk. poratut suojaputket
KL 265 A	Tien alitus, Rakenne Mpuk. kaivamalla, ei siirtymäkiilaa
KL 266 A	Tien alitus, Rakenne Mpuk. kaivamalla, siirtymäkiilaa

2A. Suositeltavia alituskohtia (johto alittaa nykyisen tien)

- Sorasta tai hiekasta tehty 1...5 metrin korkuinen pengeri
- Routimaton maalaatikkorakenne
- Olemassa olevan, siirtymäkiiloin varustetun rummun tai muun rakenteen vierus etäisyydellä, kun etäisyys on riittävä
- Muut tien kohdat, joiden routanousu on todettu vaaituksin tai laskelmin riittävän pieneksi
- Sillan aukko, kun aukko on riittävän suuri, huomioiden mahdolliset museosillat
- Tien kohta, jossa tien nopeus on alhainen (40 km/h tai 50 km/h), jolloin routapainanne ei aiheuta haittaa

2B. Routanousu tien alituskohdassa (johto alittaa nykyisen tien)

- Routanousun suuruus on $0,12 \dots 0,16 \times S-R$
- Lievästi routivalla maalla routanousun suuruus on $0,03 \dots 0,10 \times S-R$
- Kaukolämpöjohdon vaikutusta routanousuun voidaan pienentää suurentamalla asennussyvyttä, tuulettamalla suojaputki tai käyttämällä hyvin eristettyä kaukolämpöjohtoa



2C. Vältettäviä alituskohtia (johto alittaa nykyisen tien)

- Kohdat, joissa routanousu on suuri, jos ei pystytä toteuttamaan alitusta riittävän syväälle
- Pehmeikkö, kun maanvarainen tie on uudehko ja tien painuminen jatkuu
- Pehmeikkö, jossa on tehty massanvaihto louhetta käyttäen tai penger on perustettu paaluilla
- Vilkasliikenteisten (KVL yli 3000 ajoneuvoa/vrk) teiden kohdat, joissa lohkaraisuus tai muu syy estää johdon työntämisen tien ali
- Kohdat, joissa kallio on lähellä tien pintaa
- Louheesta rakennetut penkereet ja muut louherakenteet, jos ei pystytä toteuttamaan alitusta näiden alta

Näissä tilanteissa alitusten toteuttaminen on kallista ja paikoin mahdotonta

2D. Muuta huomioitavaa (johto alittaa nykyisen tien)

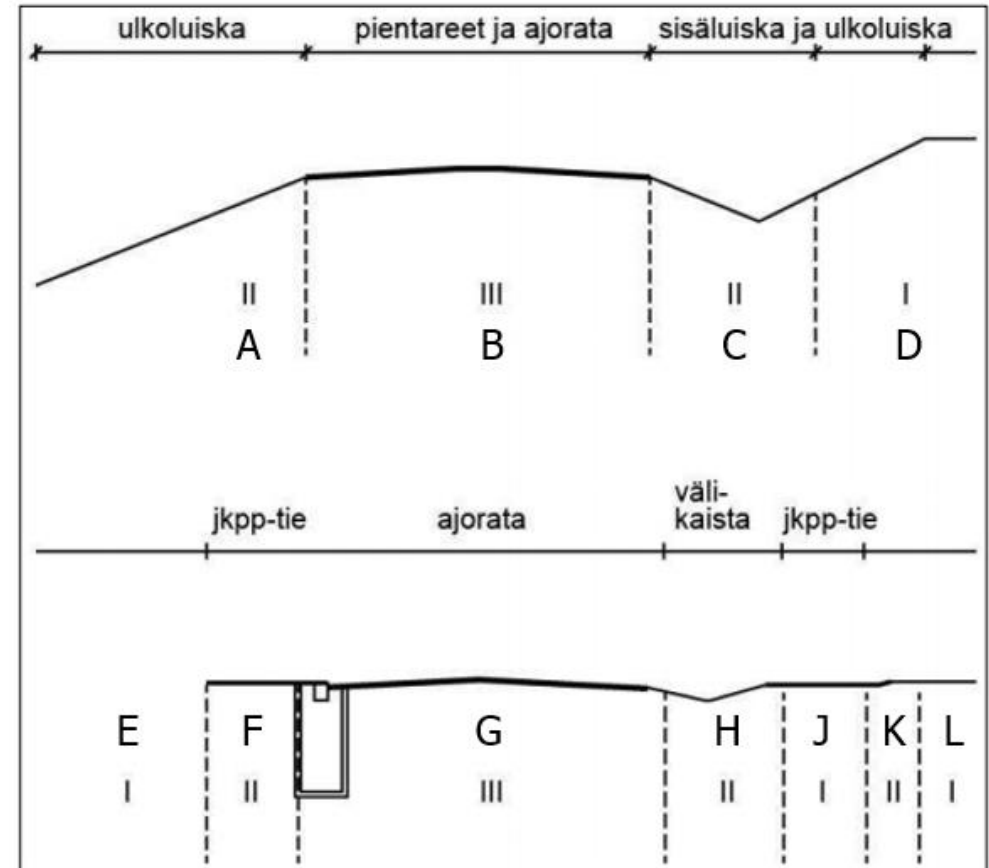
- Alitus pyritään tekemään kohtisuorassa maantiehen nähden
- Normaalisti alitus tehdään kaivamattomin menetelmin
 - Aukikaivamista varten on järjestettävä kiertotie tai työnaikainen silloitus
 - Aukikaivamiseen annetaan lupa vain poikkeustapauksissa
- Tierakenteessa ennestään olevien johtojen sijainti varmistetaan ja toimintavarmuus säilytetään

2E. Tie rakennetaan kaukolämpöjohdon päälle

- Kun tie rakennetaan nykyisen kaukolämpöjohdon päälle, routanousuerot voidaan tasoittaa siirtymäkiilalla tai nostamalla tien tasausviivaa ylemmäs
- Suojaputken tai –laatan tarve selvitetään tapauskohtaisesti, samoin nykyisten sulkuventtiilien riittävyys
- Painuvalla pohjamaalla tien painumista on rajoitettava pohjarakenteilla tai paalujen varaan perustettavalla laatala ja siirtymärakenteella
- Jos tie tulee leikkaukseen, kaukolämpöjohtoa joudutaan usein siirtämään, jos tien sijaintia ei ole voitu aikaisemmin ennakoida johdon sijainnissa
- Myös tien alikulun rakentaminen voi edellyttää kaukolämpöjohdon siirtoa
- Tietä tai meluvallia ei rakenneta olemassa olevan, pituussuuntaisen johdon päälle
- Tien rakentamisen yhteydessä tiedossa olevaan, **tulevaan kaukolämpöjohdon alitustarpeeseen** varaudutaan suojaputkituksella ja tarvittaessa siirtymäkiilarakenteella. Tiensuunnittelijan tulisi kysyä tätä paikalliselta toimijalta

3A. Sijaintipaikan valinta (pituussuuntainen johto nykyiselle tielle)

- Alue luokka I soveltuu parhaiten johdon sijoittamiseen ja alue luokalle III johdon sijoittamista vältetään
- Johdon sijoittaminen voi estyä, mikäli
 - Rakentaminen haittaa jalankulkua ja pyöräilyä (tapaus F ja J)
 - Rakentamisesta ja kaivoista on haittaa liikenteelle (vilkasliikenteisillä teillä estää rakentamisen lähes aina) (B ja G)
 - Tiellä varaudutaan leventämiseen tai meluesteisiin (A, C, D, E, H, K ja L)
 - Tiellä on nykyisiä johtoja tai putkistoja
 - Tien varrella on maisemallisesti arvokkaita puita tai pensaita (A, D, E, H ja L)
 - Alueella on routanousuja tai painumaeroja (B, F, G, H, J ja K)



3B. Puusto (pituussuuntainen johto nykyiselle tielle)

- Maisemallisesti arvokkaat puut ja niiden kaatomahdollisuus tulee selvittää kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen kanssa
 - Osa puista on luonnonsuojelulain mukaan suojeltuja
 - Maisemallisesti arvokas puu voi olla esimerkiksi kiinteistön rajalla oleva suojakasvillisuus
- Jos putkilinjalla sijaitsee maisemallisesti arvokkaita puita, tulee putkilinja suunnitella uudelle reitille
- Muu kasvillisuus pyritään ennallistamaan toteutuksen jälkeen, mutta puita ei istuteta kaukolämpöjohdon päälle, eikä alle 3 metrin etäisyydelle johdon ulkoreunasta

3C. Jalkakäytävä ja pyörätie (pituussuuntainen johto nykyiselle tielle)

- Johtojen sijoittaminen erillisen jalkakäytävän ja pyörätien alle on hyvä ratkaisu, jos
 - routanousu ei ole erityisen suuri
 - johto seuraa väylän kaarteisuutta
 - erillinen jalkakäytävä ja pyörätie on vasta suunnitteluvaiheessa tai rakenteilla
 - nykyiseen jalkakäytävään ja pyörätiehen tehdään rakenteen parantamista
- Jalkakäytävän ja pyörätien päällyste uusitaan kokonaan kaukolämpöjohdon rakentamistöiden yhteydessä
- Kaukolämpöjohdon sijoittamista voi hankaloittaa tai estää
 - jos rakentamisen ajaksi ei pysty järjestämään korvaavaa kulkureittiä
 - pyörätien alla ovat muut pituussuuntaiset johdot ja taajassa olevat poikittaiset rummut

3D. Muu tiealue (pituussuuntainen johto nykyiselle tielle)

- Routivalla maalla kaukolämpöjohto on sijoitettava niin kauas tiestä, ettei se vaikuta tien routanousuun
 - Nykyisten teiden kohdalla routanousu ja mahdollinen painuminen on selvitettävä huolellisesti
 - Tien routanousua rajoitetaan tarvittaessa
- Penkereen vakavuus on selvitettävä, mikäli kaukolämpöjohto sijoitetaan tiensuuntaisen penkereen luiskaan
- Kaukolämpöjohdon sijoittamista voi hankaloittaa tai sen voi estää
 - väliaikaisten liikennejärjestelyjen haastavuus
 - suurehko routanousu ja tien jatkuva painuminen

4A. Törmäyksissä vaaralliset rakenteet

- Törmäyksissä vaarallisina rakenteina (yli 50 km/h nopeustasolla) pidetään yli 0,1 m maanpinnan yläpuolelle ulottuvaa kaivoa tai paksuseinäistä tuuletusputkea
- Kaukolämpöverkostossa suurimpia maanpäällisiä rakenteita ovat pumppaamot, jotka sijoitetaan yleensä tien suoja-alueen ulkopuolelle
- Vaarallisten rakenteiden vähimmäisetäisyys tien reunasta määräytyy nopeustason ja tien liikennemäärän (KVL) mukaan ja se vaihtelee välillä 3...9 m
 - Lähemmäs sijoitetut tuuletusputket tehdään törmäysturvallisiksi käyttämällä enintään 2 mm seinämäpaksuutta
- Maanpinnalle ulottuvien rakenteiden sijoittamisessa on liikenneturvallisuuden lisäksi huomioitava tien kunnossapidon tarve
 - Kaukolämpöverkoston ohjauskaapit merkitään ja suojataan merkintäpylväällä
 - Vesakonraivausalueelle ei tulisi sijoittaa maanpäällisiä rakenteita

4B. Sulkuventtiilit

- Kaukolämpöjohtojen sulkuventtiili sijoitetaan betonikaivoon maan alle
 - Venttiili on noin 10 cm maanpinnan alapuolella
 - Kaivo varustetaan valurautakansistolla
- Niitettävillä alueilla kaivon kannet eivät saisi nousta luiskan pinnasta yli 5 cm. Jos tämä ei onnistu, merkitään kaivo merkintäpylväällä
- Sulkuventtiilin sijoituksessa on huomioitava, että
 - vuotokohta tulee pystyä eristämään tiealueen rajalla tai kauempana olevilla venttiileillä
 - venttiili on aina vähintään paineellisella puolella
 - vilkkailla teillä sulkuventtiili on suositeltavaa tehdä tien molemmille puolille sekä meno- että paluuputkeen

5. Alituskohtien suojausputket

- Suojausputkilla varaudutaan kaukolämpöputken vuotoon ja putken vaihtamiseen ja pyritään estämään putken vaurioituminen
- Tuulettamalla suojausputkella vähennetään routanousueroja
 - Alituksen suojausputkessa oleva tuuletus- tai ylivuotoputki auttaa myös mahdollisen vuodon paikantamisessa
- Suojausputken halkaisijassa on varauduttava johdon tuleviin laajennustarpeisiin ja pituudessa tiedossa oleviin tien leventämistarpeisiin
 - Sisähalkaisija määritetään kaukolämpöjohdon halkaisijan ja kaukolämpöjohdon suojausputkeen työntämisessä käytetyn menetelmän mukaan
- Suojausputket voivat olla teräksisiä, betonisia tai muovisia. Laatuvaatimukset on esitetty InfraRYL:n luvussa *Rakenteiden alitukset* ja ohjeessa *Vesihuoltoverkostot ja maantiet*
- Suojausputkia ei mitoiteta kestäväksi kaukolämpöjohdon painetta (toisin kuin vuoden 2019(?) InfraRYL:ssä), koska paine puretaan ylivuotoputken tai päätytulppauksen kautta

6. Johdon sijainti korkeussuunnassa

- Vähimmäissyvyys ojan pohjasta on 0,8 m, mutta perustelluista syistä voidaan hyväksyä 0,4 m
- Vähimmäisetäisyys tien pinnassa on normaalisti 1,0 m mutta perustelluista syistä voidaan hyväksyä 0,6 m, jos syvyys ojan pohjasta ei vaadi suurempaa syvyyttä
- Kun routanousueroja on pienennettävä, johdon etäisyys tien pinnasta voi olla tarpeen olla 1,5...2,0 m
- Louherakenteen alitus voi edellyttää vielä syvemmän sijainnin
- Tien pituussuuntaiset johdot alitetaan tai ylitetään noudattaen InfraRYL:ssä esitettyjä, yleisiä vähimmäisetäisyyksiä
- Mikäli kaukolämpöjohto ei ole sijoitettu routivaan maahan, tien sivuojan syvyys määrittää yleensä johdon korkeusaseman

7A: Rakentaminen ja lupa-asiat

- Johdon sijoittamiseen ja työskentelyyn maantien tiealueella tarvitaan tienpitäjän lupa, jonka myöntää koko Suomen alueelle Pirkanmaan ELY-keskus
- Kaukolämpöjohtojen rakentaminen ei saa vaarantaa liikennettä, ja liikenteelle aiheutuva haitta on pidettävä mahdollisimman vähäisenä
 - Lupa tien aukikaivamiseen annetaan harvoin
- Syvemvät johto- ja aloituskaivannot suunnitellaan soveltaen kaivanto-ohjetta RIL 263-2014 ja kaivannot täytetään InfraRYL:n mukaisilla materiaaleilla
- Väyläviraston *Vesihuoltoverkostot ja maantiet* –ohjeessa on tarkemmin esitetty
 - hakemuksen tekeminen sekä lupakäsittelyn ja katselmuksen sisältö
 - syvien kaivantojen suunnittelijan pätevyysvaatimukset
 - tuleviin tienparannustöihin varautuminen kaukolämpöjohdon suunnittelussa
 - tienpidon takia siirrettävien kaukolämpöjohtojen siirtokustannuksen määrittäminen

7B. Huolto ja vuodot

- Kaukolämpöverkostoista huolletaan säännöllisesti venttiilikaivoja ja tuuletusputkia, mutta muu kaukolämpöjohtojen huoltotarve on vähäinen
- Jos tien alittava kaukolämpöjohto uusitaan, tehdään joissain tapauksissa viereen toinen alitusputki, jotta lämmönjakelu ei keskeydy
- Kaukolämpöjohtojen vuorot nähdään tuuletusputkista höyryn purkautumisena
- Kaukolämpöjohtoon on voitu asentaa myös johdin, joka ilmaisee vuotaako kaukolämpöjohdon eristeeseen vettä suojakuoren läpi
- Vuoto voidaan havaita myös maanpinnalta maanpinnan sulamisen tai lämpenemisen takia

7C. Korroosio ja käyttöikä

- Nykyiset kaukolämpöjohdot ovat kestäviä, ja pääasiallinen syy vaurioitumiselle on muovisuojuksen rikkoutuminen, mikä altistaa johdon teräksisen virtausputken kosteuden aiheuttamalle korroosiolle
 - Muovisuojuksi voi hajota painuman tai ulkoisen toiminnan seurauksena
 - Kaukolämpöjohdon kiinnivaahdotettu eriste ja vedenpitävä suojuksi vähentää korroosiovaaraa merkittävästi ja pitää mahdollisen korroosiovaurion hyvin paikallisena
- Perinteisten kaukolämpöjohtojen käyttöikä lienee 50-100 vuotta, mutta uusimpien johtotyyppien arvellaan kestävän pidempään. Lyhyempi käyttöikä voi johtua esimerkiksi ulkoisesta rasituksesta
- Aikaisemmin käytetyt johtorakenteet (betonielementtikanaava ja vanhemmat muovisuojuksirakenteet) vikaantuvat herkemmin