



Maria Liski

Ohjeistus maakaasun jakeluverkon rakennuttamiseen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

Insinöörityö

20.2.2022

Tiivistelmä

Tekijä: Maria Liski
Otsikko: Ohjeistus maakaasun jakeluverkon rakennuttamiseen
Sivumäärä: 39 sivua + 2 liitettä
Aika: 20.2.2022

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Energia- ja ympäristötekniikka
Ammatillinen pääaine: Ympäristötekniikka
Ohjaajat: Lehtori Tomi Hämäläinen
Verkkomestari Vesa-Matti Luoma
Verkostonvalvoja Johan Moilanen

Insinööriyön tavoitteena oli laatia ohjeistus Auris Kaasunjakelu Oy:n käyttöön sellaisen projektien läpiviemiseksi, joissa rakennetaan uutta muovista maakaasun jakeluverkkoa. Insinööriyön liitteenä oleva ohjeistus laadittiin projektin yhteydessä, jossa vahvistettiin olemassa olevaa maakaasun jakeluverkostoa Lahden Kujalassa.

Insinööriyössä käsiteltiin maanrakennustöihin ja maakaasuputken käyttöönottoon liittyviä laatuvaatimuksia sekä lain velvoitteita. Lisäksi teoriaosuudessa käsiteltiin rakennusurakan osapuolia sitovia sopimusehtoja ja kerrottiin Kujalan projektista.

Ohjeistukseen yhtenäistettiin Auris Kaasunjakelu Oy:n projektien läpivientiä kokoamalla keskeisimmät maakaasun jakeluverkon rakentamiseen liittyvät velvoitteet ja laatuvaatimukset. Projektin osallistuminen insinööriyötä tehdessä varmisti sen, että ohjeistus palvelee yrityksen tarpeita hyvin. Pelkkään kirjallisuustutkimukseen perustuen ohjeistuksesta ei olisi saatu yhtä täsmällistä, yritystä hyödyttävää kokonaisuutta.

Insinööriyön tuloksena syntyi tiivis ohjeistus maakaasun jakeluverkon rakentamiseen. Ohjeistus toimii yrityksen henkilöstön työkaluna projektin läpiviemisen tukena. Lisäksi ohjeistus voidaan liittää tarjouspyynnön liitteeksi tai antaa projektinvalvojan käyttöön. Ohjeistus laadittiin muokattavaan muotoon, jotta yrityksen henkilöstö voi tarpeen vaatiessa tehdä asiakirjaan tarvittavat päivitykset.

Avainsanat: maakaasu, jakeluverkko, laatu, ohjeistus

Abstract

Author: Maria Liski
Title: Manual for the Construction of a Natural Gas Distribution Network
Number of Pages: 39 pages + 2 appendices
Date: 20 February 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Energy and Environmental Technology
Professional Major: Environmental Engineering
Supervisors: Tomi Hämäläinen, Senior Lecturer
Vesa-Matti Luoma, Manager, Distribution & Pipeline
Johan Moilanen, Network Supervisor

The purpose of this thesis was to compose a manual for Auris Kaasunjakelu Oy for the implementation of such projects where a new plastic natural gas distribution network is being built. The manual which is in the appendix of this thesis was composed in connection with a project where the existing natural gas distribution network was reinforced in Kujala, Lahti.

Thesis studies the quality requirements related to excavation and commissioning of the natural gas pipeline as well as legal obligations. In addition, contract terms that bind the parties of the construction contract are explained and the Kujala project is presented.

The implementation of Auris Kaasunjakelu Oy's projects was integrated by compiling the most important obligations and quality requirements related to the construction of the natural gas distribution network. Participating in the project during the thesis ensured that the manual serves the needs of the company. Based on a literature research alone, the manual would not have provided the equally precise synthesis for the benefit of the company.

As a result of the thesis, a sententious manual for the construction of the natural gas distribution network was created. The manual serves as a tool for the company's personnel to support the implementation of the projects. In addition, the manual can be attached to the request for quotation or given to the project manager. The manual was composed in an editable format so that company's personnel could update the document as needed.

Keywords: natural gas, distribution network, quality, manual

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Maakaasun jakeluverkoston vahvistaminen	2
2.1	Maakaasun ominaisuudet	2
2.2	Maakaasuputkisto	3
2.3	Maakaasun jakeluverkoston vahvistamisen tarve	5
2.4	Ohjeistus	7
3	Yleiset rakennusurakan sopimusehdot	8
3.1	Urakkaohjelma	8
3.1.1	Sopimusasiakirjat ja laadunvarmistus	9
3.1.2	Työn toteutus ja yhteistoiminta	11
3.2	Turvallisuus	11
4	Maanrakennustyöt	12
4.1	Polyeteeniputkien materiaali	13
4.1.1	Putken suojaus	15
4.1.2	Liitokset ja sulkuventtiili	16
4.2	Kaivannot	17
4.2.1	Maanalaiset etäisyydet kaapeleihin ja putkiin	18
4.2.2	Jakeluputkiston peitesyvyydet ja asennusalusta	21
4.2.3	Alkutäyttö	23
4.2.4	Lopputäyttö	23
4.3	Merkinnät	24
5	Käyttöönotto	26
5.1	Käytön valvoja	27
5.2	Käyttöönottotarkastus	27
5.2.1	Painekoe	28
5.2.2	Tiiviyskoe	29
6	Lahden Kujalan projekti	29

6.1	Kaivuutyöt	30
6.2	Louhinta ja salaoja	31
6.3	Lopuksi	34
7	Yhteenveto	35
	Lähteet	37
	Liitteet	
	Liite 1: Laatukansion sisältö	
	Liite 2: Ohjeistus maakaasun jakeluverkoston rakennuttamiseen	

Lyhenteet

AKJ	Auris Kaasunjakelu Oy. Kaasunjakelusta vastaava yritys.
CE	CE-merkintä. Kertoo tuotteen olevan EU:n vaatimusten mukainen.
CNG	Compressed natural gas. Paineistettu maakaasu.
DN	Diameter Nominal. Putken nimellinen halkaisija. Ilmoitetaan millimetreinä.
EN1555	Polyeteeniputkien standardiin viittaava merkintä.
kg/m ³	Kilogrammaa per kuutiometri. Tiheyden yksikkö.
LNG	Liquefied natural gas. Nesteytetty maakaasu.
mbar	Millibaari. Paineen yksikkö. 1 mbar = 100 Pa.
mg/m ³	Milligrammaa per kuutiometri. Pitoisuuden yksikkö.
MJ/kg	Megajoulea per kilogramma. Tehollisen lämpöarvon yksikkö.
MPa	Megapascal. Paineen yksikkö. 1 MPa = 1 000 000 Pa.
MVR	MVR-mittaus. Työturvallisuuden arviointimenetelmä maanrakennustyömailla.
MW	Megawatti. Tehon yksikkö. 1 MW = 1 000 000 W.
NTP	Normal temperature and pressure. Normaali lämpötila ja paine. Termodynamiikan standarditila.
PE-putki	Polyeteenistä valmistettu putki.

- PN Pressure Nominal. Paineluokka. Kuvaa PE-putken nimellispainetta.
- SDR Standard Diameter Ratio. Seinämäsarja. PE-putken nimellisulkohalkaisijan ja seinämävahvuuden suhde.
- SN Stiffness Nominal. Lujuusluokka. Kuvaa PE-putken rengasjäykkyyttä.

1 Johdanto

Insinööriyössä käsitellään maakaasun jakeluverkon rakentamisen työvaiheita ja niihin liittyviä säädöksiä, laatuvaatimuksia ja ohjeita. Insinööriyö tehdään osana Auris Kaasunjakelu Oy:n projektia, jonka tarkoituksena on vahvistaa jo olemassa olevaa maakaasun jakeluverkostoa. Projektin yhteydessä yritykselle laaditaan ohjeistus, jonka tarkoituksena on yhtenäistää vastaavien projektien läpiviemisen käytänteitä. Ohjeistukseen kootaan projektin toteutukseen liittyvät laatuvaatimukset, ohjeet sekä tarvittavat dokumentit. Lisäksi ohjeistukseen sisällytetään yrityksen ja maakaasun käsittelyn turvallisuuteen asetetun lain pääasialliset maanrakennustöihin ja käyttöönottoon liittyvät vaatimukset. Näihin sisältyvät muun muassa tarvittavat toimenpiteet ennen kaivuutöiden aloittamista sekä käyttöönottoon liittyvien kokeiden suorittaminen. Ohjeistus toimii työkaluna ensisijaisesti yrityksen henkilöstölle sekä ulkopuolisille toimijoille, kuten konsulteille ja urakoitsijoille.

Insinööriyössä käsitellään jakeluverkon rakennusprojektiin kuuluvien työvaiheiden lisäksi laatuvaatimukseen pohjautuvia urakan sopimusehtoja sekä maakaasun ominaisuuksia ja Suomen maakaasuputkistoa.

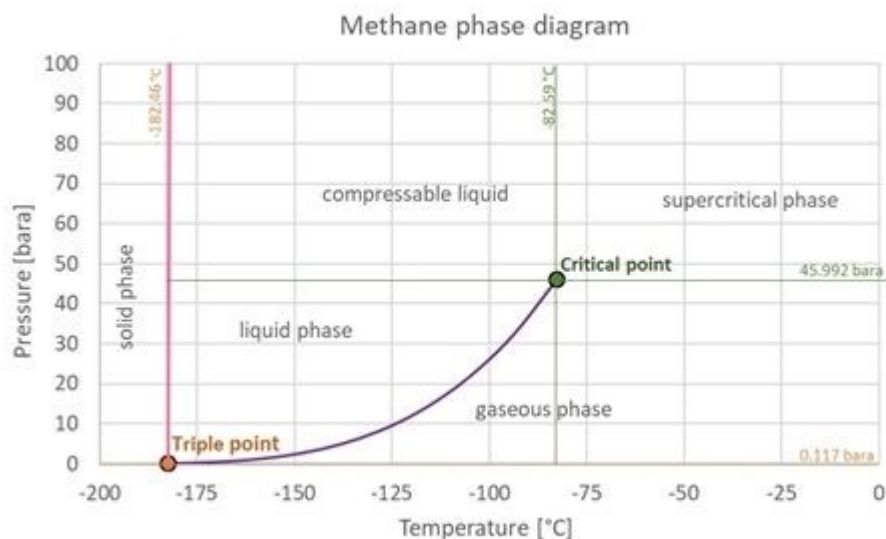
Insinööriyö tehdään Suomen Kaasuenergian konserniin kuuluvalla Auris Kaasunjakelu Oy:lle, jonka omistuksissa on Suomen laajin kaasunjakeluverkosto 19 paikkakunnalla. Yritykselle kuuluvat jakeluverkoston käyttö ja valvonta, maakaasun läheisyydessä työskentelevien ohjeistus, verkoston sijaintitietojen jakaminen infrarakentamisen ammattilaisille ja maanrakentajille sekä putkilinjauksiin ja kaasuverkoston liittymiseen liittyvät selvitykset. Auris Kaasunjakelu Oy on hallinnollinen yritys, ja rakentamiseen, kunnossapitoon sekä saneerauksiin liittyvät työt toteutetaan ulkopuolisten toimijoiden avulla. [1.]

2 Maakaasun jakeluverkoston vahvistaminen

2.1 Maakaasun ominaisuudet

Maakaasu on syntynyt biomassan hajotessa maan alla. Maakaasu esiintyy yksin tai öljyyn sekoittuneena maankuoren kerrostumissa sekä öljykenttien yhteydessä. Maakaasu luokitellaan fossiilisiin polttoaineisiin, ja se on niistä puhtain koostuen pääosin metaanista CH_4 . Maakaasun hiilidioksidipäästöt ovat noin puolet pienempiä kuin kivihiilen, eikä siitä synny hiukkas-, rikkidioksidi- tai raskasmetallipäästöjä. Maakaasun koostumus vaihtelee alkulähteestä riippuen, metaanin lisäksi se voi sisältää pieniä määriä etaania C_2H_6 , propaania C_3H_8 , butaania C_4H_{10} , typpeä N_2 ja hiilidioksidia CO_2 . Suurin osa Suomessa käytettävästä maakaasusta tulee Venäjältä, ja se sisältää noin 98 % metaania. [2, s. 6; 3; 4, s. 9.]

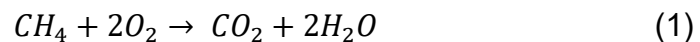
Metaani on kokoonpuristuvaa ilmaa kevyempää hajutonta kaasua, jonka kiehumispiste on noin $-162\text{ }^\circ\text{C}$, syttymislämpötila $600\text{--}650\text{ }^\circ\text{C}$ ja tiheys NTP-olosuhteissa noin $0,72\text{ kg/m}^3$ (kuva 1). [2, s. 9]



Kuva 1. Metaanin termodynaamiset ominaisuudet [5].

Nestemäistä, teollisuudessa käytettävää maakaasua saadaan, kun metaani jäähdytetään alle sen kiehumispisteen lämpötilaan. Nestemäisen maakaasun (LNG = liquefied natural gas) tiheys on noin 430 kg/m^3 ilmakehän paineessa. Tällöin tilavuus on 1/600 kaasuolomuodon tilavuudesta, mikä tekee nestemäisen maakaasun kuljetuksesta ja varastoinnista tehokkaampaa ja taloudellisempaa. Kun painetta nostetaan, maakaasun tilavuus pienenee, esimerkiksi liikennekäytössä oleva paineistettu maakaasu (CNG = compressed natural gas) paineistetaan 200 baariin, jolloin sen tiheys on noin 180 kg/m^3 . [2, s. 8; 6; 7.]

Maakaasun tehollinen lämpöarvo on 50 MJ/kg sen ollessa kaasumaisena normaaliolotilassa ja tiheyden ollessa $0,72 \text{ kg/m}^3$. Maakaasun täydellinen palaminen vaatii riittävän määrän happea. Stökiometrinen palamisilman tarve $0,72 \text{ kg}$ metaania kohden on noin 11 kg . Käytännössä ilmaa tarvitaan kuitenkin yli teoreettisen määrän, jotta täydellinen palaminen saavutetaan ja vältetään epätäydellisestä palamisesta syntyvää häkää eli hiilimonoksidia. Maakaasun stökiometrisessä palamisessa metaanin ja hapen palamisreaktiosta



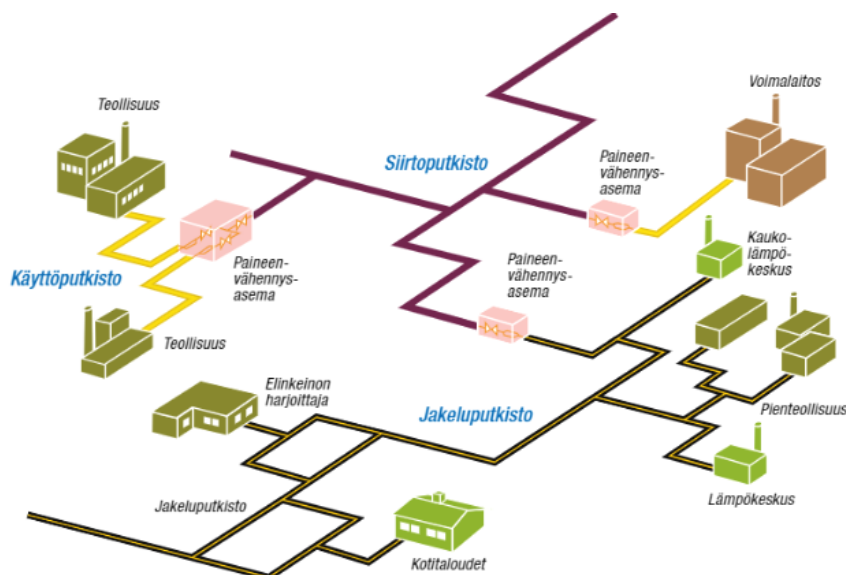
jossa CH_4 on metaani ja O_2 on happi, tuotteina saadaan hiilidioksidia CO_2 ja vettä H_2O .

Rikkihappoa tai rikkioksiedeja ei palamisprosessissa käytännössä muodostu, sillä maakaasu on lähes rikitöntä, sen pitoisuus on alle 1 mg/m^3 . Metaani, kuten muutkin hiilivetytuotteet, lasketaan rikittömäksi rikin pitoisuuden ollessa enimmillään 100 mg/m^3 . [2, s. 14–16; 8, s. 186–188.]

2.2 Maakaasuputkisto

Maakaasuputkisto jaetaan siirto-, jakelu- ja käyttöputkistoon (kuva 2). Putkistoon kuuluvat lisäksi maakaasun jakeluun sekä siirtoon tarkoitetut laitteistot, laitteet ja säiliöt.

Suomen 1 150 kilometrin pituinen korkeapaineinen siirtoverkko koostuu suurimmaksi osaksi polyeteenimuovipäällysteisestä teräsputkesta, ja lisäksi siirtoverkkoon kuuluu 60 km matalapaineista putkeä. Siirtoverkko on paineeltaan pääosin 54 baaria, poikkeuksena vuonna 2019 käyttöön otettu Viron ja Suomen välinen Balticconnectorin meriputki, jonka suunnittelupaine on 80 baaria. [9.]



Kuva 2. Maakaasuverkoston toimintaperiaate [2, s. 24].

Maakaasu kulkeutuu siirtoverkko-yhtiö Gasgrid Finland Oy:n operoiman, korkeapaineisen siirtoverkoston kautta käyttöön jaettavaksi paineenvähennysasemien kautta jakeluverkkoon. Paineenvähennysasemilla kaasun paine alennetaan tarvittavalle tasolle (yleensä 4–8 baaria) ja kaasu hajustetaan tetrahydrofiteenilla tai merkaptaanilla sen käyttöturvallisuuden lisäämiseksi. [8, s. 186; 9.]

Jakeluverkossa maakaasu kulkeutuu jälleen paineenvähennysaseman kautta matalapaineisena käyttöverkkoon alueelliseen käyttöön. Matalapaineisen käyttöverkoston kautta maakaasu kulkeutuu kaasun käyttäjälle, esimerkiksi kotitalouteen, tehtaalle tai ravintolaan. Jakeluverkko rakennetaan pääosin muoviputkista, joiden käyttöpainne on 4–8 baaria. [2, s. 24; 9.]

2.3 Maakaasun jakeluverkoston vahvistamisen tarve

Auris Kaasunjakelu Oy:n (AKJ) projektin tarve syntyi valmisteilla olevan maakaasua tarvitsevan toimijan myötä. Toimijan energiamyyjänä toimii AKJ:n asiakas, jolle siirretään asiakkaan valitsemaa energiayhtiön kaasua. Uuden toimijan tilojen valmistuessa AKJ tulee siirtämään asiakkaalleen kaasua, jonka se muuttaa toimijan tarvitsemaan energiamuotoon. [10].

Asiakkaan suunnitteleman tuotantolaitoksen lopulliseksi liittymistehon tarpeeksi tuli 16 MW, jolloin liittymän tehon tarve ylitti jo olemassa olevan maakaasuverkoston laskennallisen kapasiteetin maksimitehon ollessa 13 MW. Tämän ratkaisemiseksi Gasgrid Finland Oy:n operoiman Lahden Kujalan yritysalueella sijaitsevan paineenvähennysaseman tehoa nostetaan rakennuttamalla uusi noin 1,5 kilometrin pituinen maakaasuputkisto (kuva 3). Lisäksi muutoksia tehdään myös Kujalan paineenvähennysasemalla, missä Gasgrid Finland Oy uusii jakeluteknisiä laitteita, jotta jakeluun saadaan tarvittava tehon määrä. [11.]



Kuva 3. Suunnitellun maakaasuputkiston sijainti.

Uuden toimijan tiloja rakennetaan alueelle, mihin maakaasun syöttö tapahtuu uuden maakaasuverkon valmistuessa kahdelta, Kujalan ja Kymijärven pv-asemalta. Uuden asiakkaan tehon tarve vaikuttaa näiden kahden pv-aseman välissä olevan verkosto-osuuden kokonaistehoon. Jotta jokaiselle Kujalan ja Kymijärven verkosto-osuuden maakaasun käyttäjälle saadaan toimitettua tarvittava

teho, nostetaan Gasgrid Finland Oy:n kanssa solmittua sopimustehoa 20 MW:sta 50 MW:iin. [11.]

Projekti suoritetaan Salpakierto Oy:n päätoimipaikan Kujalan käsittelykeskuksen alueella. Käsittelykeskus huolehtii tuotantotoiminnan ja yhdyskuntajätteen loppusijoituksesta, käsittelystä, hyödyntämisestä, välivarastoinnista sekä vastaanottamisesta. Alueella sijaitsee myös muita toimijoita, ja näistä maakaasuputkiston läheisyydessä olevat ovat Gasum Oy:n biokaasun jalostuslaitos sekä Salpamaa Oy:n maa- ja kiviainesten käsittelykentät (kuva 4). [12.]



Kuva 4. Rakennettavan maakaasuputkiston ympäristö Kujalan käsittelykeskuksen alueella [13].

Projektin urakoitsija AKJ:lle valikoitui tarjosten perusteella yritys, jonka palveluihin kuuluvat muun muassa kaukolämpö- ja kaasuverkkojen rakentaminen, maanrakennustyöt, sekä teollisuusputkistojen asennus- ja hitsauspalvelut. Yritys on Tukesin valtuuttama muovisten kaasuputkien asennusliike. Aliurakoitsijana toimii maanrakennusalan yritys, joka hoitaa projektin aikaiset maanrakennustyöt.

2.4 Ohjeistus

Ohjeistuksen tarve syntyi projektin suunnitteluvaiheessa, jolloin havaittiin, että projektien läpiviemisen yhtenäistämistä olisi hyötyä. Tämänkaltaisia mittakaavaltaan laajempia projekteja tapahtuu yrityksessä suhteellisen harvoin, eikä niihin ole olemassa työkaluja tai ohjeita. Ohjeistus tehdään ensisijaisesti yrityksen omaan käyttöön ja lisäksi se voidaan tulevaisuudessa liittää myös tarjouskyselyyn tai ulkopuoliselle konsultille, joka olisi mahdollisesti vastuussa projektin toteuttamisesta.

AKJ:lle laadittavaan ohjeistukseen tiivistetään maakaasun jakeluverkon rakentamiseen liittyvät säädökset, ohjeet ja vaatimukset. Ohjeistus on tarkoitus tehdä yrityksen toiveiden mukaisesti mahdollisimman helppolukuiseksi, tiiviiksi asiakirjaksi, josta käyvät ilmi keskeisimmät projektiin liittyvät asiat.

Työn rajaus

Insinööriyön päämäärinä ovat projektin läpivienti ja ohjeistuksen tuottaminen. Projektin suunnitelman ja laskelmien ollessa toteutettuna insinööriyötä aloittaessa niiden tarkempi käsittely jätetään työn ulkopuolelle. AKJ operoi maakaasun jakeluverkostoa, ja näin ollen siirto- ja käyttöputkiston rakentamisen tarkastelu jätetään käsittelemättä.

Työssä tarkastellaan projektin läpivientiä sellaisessa tilanteessa, jossa yritys toimii työn tilaajana ja toteuttaa projektin urakoitsijoiden avulla. Lisäksi työssä käsitellään sekä tilaajaa että urakoitsijaa sitovat yleiset rakennusurakan sopimusehdot ja turvallisuusasiat.

Pääasiallisia tässä työssä käsiteltäviä ja ohjeistuksen lähteinä toimivia lakia ja laatuvaatimuksia ovat Valtionneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta 551/2009, InfraRYL 2006 Infrarakentamisen laatuvaatimukset osa 1, Maakaasukäsikirja sekä Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998.

3 Yleiset rakennusurakan sopimusehdot

Kujalan maakaasuverkoston vahvistamisen projektin muoto on kokonaishintaurakka ja lisätyöt toteutetaan lisätyötarjouksena. Kokonaishintaurakassa riski rakennuskustannuksista on urakoitsijan vastuulla, vastaavasti laskutyöurakassa vastuun kantaa työn tilaaja ts. rakennuttaja. Kokonaishintaurakassa tilaaja määrittää urakalle kiinteän hinnan. Kustannusten ylittyessä urakoitsija kantaa ylimääräiset kustannukset, kun taas kustannusten alittuessa jää kiinteän hinnan erotus urakoitsijalle. [14, s. 86.]

Tilaajan vastuulla on suunnitelma-asiakirjojen valmistelu, ja urakoitsija vastaa puolestaan suunnitelma-asiakirjojen mukaisista rakennustöistä kokonaisuudessaan. Tilaajan onkin hyvä kiinnittää huomiota suunnitelmiin, jotka liitetään tarjouspyyntöön, sillä mahdollisimman kattava suunnitelma minimoi liian korkean tarjousten hintatason ja lisätyökustannusten määrän. [14, s. 74, 86.]

3.1 Urakkaohjelma

Ennen projektin alkua AKJ on laatinut tarjouspyynnön, jonka liitteeksi on liitetty urakkaohjelma. Tämä urakkaohjelma sisältää sopimusehdot, jotka pohjautuvat rakennusurakan yleisiin sopimusehtoihin (YSE 1998). Jäljempänä tarkastellaan Auris Kaasunjakelu Oy:lle laaditusta urakkaohjelmasta

- työn toteutus ja yhteistoiminta
- sopimusasiakirjat
- vakuudet ja vakuutukset
- laadunvarmistus
- työsuojelu ja turvallisuus.

Urakoitsijan on annettava tilaajalle vakuus urakasopimuksen täyttämistä ja ennakkomaksujen takaisinmaksusta viimeistään 21 vuorokauden kuluttua sopimuksen solmimisesta YSE 36 §:n mukaisesti. Vakuus luovutetaan urakoitsijalle, kun työ on kokonaisuudessaan vastaanotettu, ja vastaanottotarkastuspöytäkirja

allekirjoitettu. Kujalan urakan takuu-aika on 2 vuotta, ja siihen kuuluvat myös sellaiset asennus- ja mittavirheet, jotka paljastuvat vasta käyttövaiheessa, vaikka työ olisi vastaanotettu hyväksytysti. Vakuutuksena urakoitsijalla on oltava YSE 38 §:n mukainen toiminnan vastuuvakuutus. [14, s. 322–323.]

3.1.1 Sopimusasiakirjat ja laadunvarmistus

Urakan eri vaiheissa sekä tilaaja että urakoitsija noudattavat ja tuottavat projektin aikana kuhunkin projektin vaiheeseen kuuluvia sopimusasiakirjoja. YSE 1998 -ehdoissa 13 §:ssä määritellään sopimusasiakirjojen pätevyysjärjestys sekä jaetaan ne kaupallisiin ja teknisiin asiakirjoihin. Pätevyysjärjestystä voidaan käyttää apuna sellaisissa tilanteissa, joissa asiakirjoissa ilmenee ristiriitaisia määräyksiä. Tästä pätevyysjärjestyksestä on kuitenkin mahdollista poiketa urakkasopimuksessa. [14, s. 117–118.]

AKJ:n urakkaohjelmassa päivämäärältään uudempi asiakirja menee aikaisemmin julkaistun asiakirjan edelle YSE 1998:n mukaisesti ja erikoistöiden laatuvaatimukset sekä ohjeet ovat yleisiä laatuvaatimuksia tai ohjeita pätevämpiä. Kujalan projektiin kuuluvat noudatettavat YSE 13 §:n mukaiset asiakirjat pitävät sisällään

- urakkasopimuksen
- urakkaneuvottelun pöytäkirjan
- tarjouspyynnön ja ennen tarjouksen jättämistä annetut kirjalliset lisäselvitykset
- urakkaohjelman
- turvallisuusasiakirjan liitteineen sekä turvallisuussäännöt ja menettelyohjeet
- urakkatarjouksen liitteineen
- yleiset sopimusehdot (YSE 1998).

Urakassa käytettäviin teknisiin asiakirjoihin kuuluvat suunnitelmapiirustukset, maakaasuun liittyvät standardit, InfraRYL-laatuvaatimukset sekä Maakaasukä-

sikirja. Lisäksi urakoitsijan on pidettävä YSE 75 §:n mukaista päivittäistä työmaapäiväkirjaa, jonka hän luovuttaa allekirjoitettavaksi tilaajan edustajalle ja josta käy ilmi työhön liittyvät tiedot [14, s. 329].

Urakan valmistuessa urakoitsijan on YSE 71 §:n mukaisesti laadittava vastaanottotarkastuksesta kirjallinen pyyntö. Tarkastuksessa työn tulosta verrataan sopimusasiakirjojen määräyksiin ja laaditaan tarkastuspöytäkirja, josta käy ilmi mahdolliset suorittamatta jätetyt velvollisuudet ja virheet. [14, s. 328.]

Laadunvarmistukseen liittyvät toimenpiteet ja niiden todentaminen pohjautuvat sopimusmääräyksiin sekä Valtioneuvoston asetukseen maakaasun käsittelyn turvallisuudesta 551/2009. Kujalan projektin kohdalla laadunvarmistuksen edellytykset ovat sisällytettynä urakkaohjelmaan. YSE 10 §:n mukaisesti urakoitsijalla on vastuu noudattaa urakan sopimusasiakirjoissa määriteltyä laadunvarmistusta ja käyttää tuotteita, jotka vastaavat vähintään urakoitsijan takuu-aikaa, ellei toisin ole määrätty. [14, s. 113, 318.]

Ennen töiden aloitusta urakoitsijan on laadittava laatusuunnitelma, jossa esitetään

- 1) organisaatio ja nimetyt vastuhenkilöt,
- 2) kuvaus henkilöiden tehtävistä ja vastuista,
- 3) luettelo rakennustöissä noudatettavista säädöksistä ja suosituksista,
- 4) luettelo asennustöissä noudatettavista säädöksistä ja suosituksista [15, liite 1, 4.3].

Kujalan projektin urakkaohjelmaan on sisällytetty urakoitsijan laatukansion sisältö (liite 1). Laatukansio toimii projektissa laadunvarmistuksen välineenä, jonka urakoitsija luovuttaa tilaajalle viimeistään viikkoa ennen urakan vastaanottoa.

3.1.2 Työn toteutus ja yhteistoiminta

Työn toteutus vaatii erilaisten lupien hankkimista ennen varsinaisten töiden aloittamista. Tilaajan on hankittava sijoituslupa Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen hallinnoimille alueille ELY-keskuksen kautta hyvissä ajoin ennen töiden aloittamista. Urakoitsijan on hankittava urakkaohjelmassa mainitut työ-, kaivu-, yksityistie- ja louhintaluvat, jotta urakkasopimuksen velvoitteet täyttyvät. Urakan aikaiseen yhteistoimintaan kuuluvat lähialueen toimijoille ja muun tiedottamisen vastuut. Yhteistoimintoihin kuuluvat lisäksi katselmukset ja työmaakoukset sekä takuutarkastus, joka pidetään tilaajan pyynnöstä takuuajan puolivälissä YSE 74 §:n mukaisesti [14, s. 329].

3.2 Turvallisuus

Kujalan työmaan turvallisuuden lähtötietoina toimii AKJ:n laatima Turvallisuussäännöt ja menettelyohjeet -asiakirja, joka pohjautuu Valtionneuvoston asetukseen rakennustyön turvallisuudesta 205/2009 ja jota kaikkien työmaalla työskentelevien on noudatettava. Töitä suorittaessa Salpakierron alueella kaikki urakkaan osallistuvat henkilöt noudattavat myös Salpakierron turvallisuusohjeita, joihin on perehdytetty Salpakierron pitämässä perehdytyksessä. [16.]

Ennen töiden aloitusta urakalle on nimetty turvallisuuskoordinaattori, joka allekirjoittaa urakoitsijan laatiman turvallisuussuunnitelman. Suunnitelmasta käy ilmi töiden järjestämisen menettelyt, joilla vältetään työmaalla aiheutuvat vaaratilanteet. Vaara- ja läheltä piti -tilanteet kirjataan yrityksen sisäisten ohjeiden mukaisesti, jolloin voidaan tehdä vaadittavat toimenpiteet turvallisuuden ja ohjeistuksen kehittämiseen. Urakan turvallisuustavoitteina ovat vahinkojen välttäminen putkille ja laitteistolle, nolla tapaturmaa sekä kolmansien osapuolien vaaratilanteiden ja haittojen välttäminen. Hätätilanteiden varalta työmaalla on nimetyt vastuhenkilöt ja riittävä määrä ensiaputaitoista henkilökuntaa jokaista työvuoroa tai työkohdetta kohden. [16.]

AKJ:n turvallisuuskoordinaattori ja urakoitsija suorittaa työmaalla maa- ja vesirakentamisen MVR-mittauksia, joiden tarkoituksena on varmistaa työskentelyn, kaluston, suojausten, ajo- ja kulkuväylien sekä järjestyksen turvallisuus.

Jokaisella työmaalla työskentelevällä henkilöllä on riittävä ammattitaito, Työturvallisuus- ja Valtti-kortti sekä erikoistöistä riippuen tarvittava pätevyys niiden suorittamiseen. Työmaalla työskentelevillä on asianmukainen heijastava käyttöluokan 2 työvaatetus sekä turvakengät ja töistä riippuen suojakypärä, -lasit ja kuulosuojaimet. Turvavarusteiden on oltava käyttöluokan CE-merkittyjä.

Urakoitsijan vastuulla on varmistaa, että työmaalla käytettäville koneille ja laitteille on tehty työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta annetun lain 403/2008 mukainen käyttöönottotarkastus ja vuoden välein suoritettavat määräaikaistarkastukset. Tarkastuksissa varmistetaan muun muassa, ettei koneen tai laitteen kuluminen, ikääntyminen tai vaurioituminen aiheuta vaaraa. [16; 17, § 34.]

Louhintatöissä noudatetaan räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta säädettyä asetusta 644/2011 ja niistä laaditaan erilliset turvallisuussuunnitelmat. Ympäristön ja vesiensuojelu toteutetaan käsittelemällä mahdollisia vaarallisia kemikalleja huolellisesti. Niiden osuessa maahan saastunut maa poistetaan välittömästi ja viedään pilaantuneita maita vastaanottavaan paikkaan. Töiden tilapäisestä erityisen häiritsevästä melusta tai tärinästä urakoitsijan on tehtävä erillinen ilmoitus ympäristönsuojeluviranomaiselle. [16.]

4 Maanrakennustyöt

Tässä luvussa käsitellään maakaasun jakeluverkossa käytettävien putkien ominaisuuksia ja niiden laatuvaatimuksia. Lisäksi kerrotaan kaivantojen laatuvaatimuksista sekä siitä, miten maakaasuputki tulisi sijoittaa maan alle, kun läheisyydessä on muuta kunnallistekniikkaa.

4.1 Polyeteeniputkien materiaali

Jakeluverkon materiaaleina käytetään joko muovia tai terästä. Muoviset jakelu-putket voidaan sijoittaa maan alle, rakennukseen tulevaan nousuputkeen pää-sulkuventtiiliin asti sekä vesistöjen alituksiin.

Muoviputkina saa käyttää vain maakaasukäyttöön valmistettuja muoviputkia, jotka on valmistettu saumattomasta kovasta tai keskikovasta polyeteenistä. Sijainti ja muoviputken materiaali määrää suurimman sallitun käyttöpaineen, joka on jakeluverkolla 4 tai 8 baaria. Rakentamisessa käytettävien putkien ainetodistukset on liitettävä laadunvarmistuksen asiakirjoihin. [15, liite 2, 5.1.]

Maakaasuputkistoissa käytettävät materiaalit ovat mekaanisesti riittävän lujia ja suunniteltuja kestämään tavanomaisessa käytössä esiintyviä lämpötiloja sekä paineita. Maakaasuputkia asennettaessa on huomioitava, ettei asennuksia saa suorittaa ilman lämpötilan ollessa alle -10 °C . Maanalaisten muovisten jakelu-putkien väri on musta keltaisilla pitkittäisillä viivoilla varustettuna, kun taas maanpäälliset putket ovat keltaisia kauttaaltaan. [2, s. 24, 53.]

Kuvassa 5 on näkyvissä putken merkintä, jossa EN1555 viittaa polyeteeniputkien standardiin, PE100RC materiaaliin ja jäljempänä mainittuun vähimmäislujuteen. Loput merkinnät viittaavat putken nimelliskokoon sekä seinämänvahvuuteen ja SDR11 vakiomittasuhtesarjaan.



Kuva 5. Maakaasuputken merkinnät. Oma arkistokuva.

Suomessa käytettävissä polyeteeniputkissa (PE-putkissa) käytetään vakiomittasuhtesarjaa ts. seinämäsarjaa SDR 11:tä. SDR Standard Dimension Ratio viittaa seinämän nimellispaksuuden ja nimellisulkohalkaisijan suhteeseen. PE-putken suunnittelupaine on 4 baarin putkissa 80 mm ja 8 baarin putkissa 100 mm [18, s. 36].

Kujalan projektissa käytettävä putken nimelliskoko on 200 mm, jolloin kuvassa 6 esitettyjen tietojen perusteella putken seinämän paksuus on 18,2 mm.

Nimelliskoko DN/ulkohalkaisija mm	Seinämän paksuus (minimi) mm
16	3,0
20	3,0
25	3,0
32	3,0
40	3,7
50	4,6
63	5,8
75	6,8
90	8,2
110	10,0
125	11,4
140	12,7
160	14,6
180	16,4
200	18,2
225	20,5
250	22,7
280	25,4
315	28,6
355	32,3
400	36,4
450	40,9
500	45,5
560	50,9
630	57,3

Värillä on korostettu yleisesti käytössä olevat putkikoot.

Kuva 6. Muovisten kaasuputkien kokotaulukko (SDR 11) [2, s 27].

PE-putkilla on standardi SFS-EN 1555–1:n mukaiset vaaditut vähimmäislujuudet, ja niiden merkinnät ovat PE 80, PE 100 ja PE 100-RC. PE 80 -putken vähimmäislujuus on 8 MPa ja PE100-RC tai PE 100 -merkinnöillä varustettujen putkien vähimmäislujuus on 10 MPa. Vähimmäislujuus testataan painekokeilla, jotka suorittaa valmistaja. Testaus tehdään standardi SFS-EN 1555–1:n mukaisesti kolmessa eri lämpötilassa, 20, 80 ja vapaavalintaisesti 30–70 celsiusasteissa. [19, s. 18.]

4.1.1 Putken suojaus

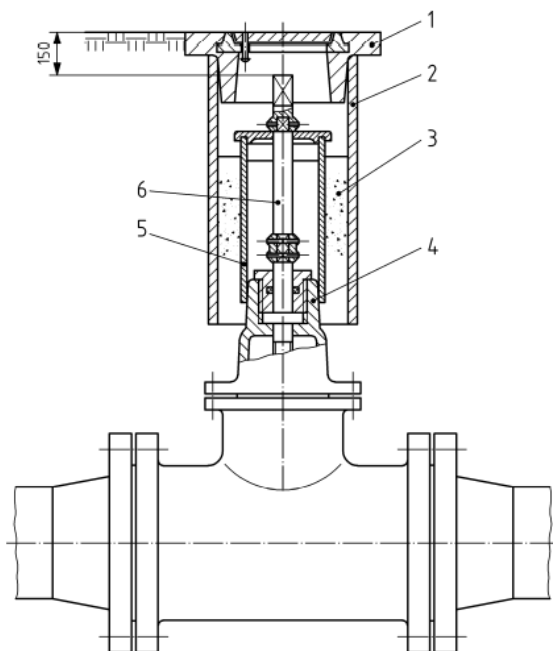
Muoviset kaasuputket voidaan suojata erilaisilla materiaaleilla, jos putki altistuu lisäkuormitukselle. Raskaasti liikennöidyillä alueilla putki voidaan suojata lisäämällä sen seinämänvahvuutta tai peitesyvyyttä. Vaihtoehtoisesti suojaus voidaan suorittaa lisäämällä suojaputki tai -rakente. Suojaputkien ja -rakenteiden käyttö ei saa aiheuttaa maakaasuputkistolle vaurioitumista tai ylimääräisiä rasituksia. [2, s. 40–41.]

Rakenteen materiaalina käytetään kohteesta riippuen muovia, betonia tai terästä. Suojaputken materiaaliksi soveltuvat teräsputket sekä käyttöluokan SN8 ja SN16 sadevesiputket eli rumpuputket [20].

4.1.2 Liitokset ja sulkuventtiili

Muovisen maanalaisen maakaasuputkiston ja sen varusteiden liitosten on oltava rakenteeltaan tiiviitä ja ne liitetään joko pusku- tai sähkömuhvihitsaamalla. Laippaliitoksia käytettäessä varusteiden liittämiseen on liitosten paineluokan oltava vähintään putkiston maksimikäyttöpainetta vastaava. Maanalaisessa maakaasuputkistossa ei käytetä kierreliitoksia ja puskuhitsausta ei voida käyttää, jos hitsattavien putkien seinämäsarjat ovat keskenään erilaisia. Kylmä ilma tai voimakas tuuli voivat vaikuttaa epäsuotuisasti hitsausliitosten laatuun. Laadun säilyttämiseksi voidaan hitsauksen aikana pidentää lämmitysaikaa sekä käyttää työskentelyalueella suojausta kuten telttaa tai päätetulppia. [2, s. 42; 15, liite 2, 6.10; 21, s. 11.]

Jakeluverkon käyttö, käyttöturvallisuus ja huolto edellyttävät linjasulkuventtiili-kaivon asentamisen maakaasuputkiston yhteyteen. Linjasulkuventtiili asennetaan maanalaisesti venttiilikaivon alle (kuva 7). [2, s. 44.]

**Selite**

- | | | | |
|---|-----------------------------|---|---------------------|
| 1 | Venttiilikaivo | 4 | Venttiilin kansi |
| 2 | Paksuseinämäinen muoviputki | 5 | Muovinen suojaputki |
| 3 | Puhdas hiekka | 6 | Jatkokara |

Tiiviste 4 ja 5 välissä on vesitiivis.

Kuva 7. Maanalainen sulkuventtiili [18, s. 78].

Tavoitteena on, että erilaisista putkiston laajennus-, huolto- tai vastaavista töistä huolimatta maakaasua pystytään toimittamaan mahdollisimman laajalle alueelle. Mahdollisissa vahinkotapauksissa voidaan vauriokohta erottaa tyhjentämistä tai korjaamista varten. [2, s. 44.]

Jotta tietyn putkisto-osuuden eristys onnistuu mahdollisimman nopeasti ja turvallisesti, on linjasulkuventtiilien määrän oltava riittävä ja sijainti helposti ulottavissa.

4.2 Kaivannot

Jakeluputkisto sijoitetaan aina ensisijaisesti maan alle, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Kun katsotaan maan laadun tai sen liikkumisen aiheuttavan putkistolle vahingoittumista, putkisto voidaan sijoittaa poikkeuksellisesti maan päälle. Lisäksi tehdasalueelle sijoitettava putkisto on mahdollista asentaa maanpäällisenä. [2, s 36.]

Kaivutöiden yhteydessä on noudatettava suunnitelmallisuutta ja otettava huomioon maan laatu, kaivannon syvyys, sortumavaara sekä luiskan kaltevuus ja kuormitus. Kaivuu- ja täyttötöitä tehdessä otetaan huomioon vedestä, liikenteestä ja sääolosuhteista mahdollisesti aiheutuvat vaaratekijät.

Kaivannon syvyyttä määrittelee putkiston peitesyvyys sekä perustamistapa. Putkiston suojaamisen ja pinnoitteen säilymisen takaamiseksi putken laskun yhteydessä kaivannon leveyden on oltava taulukossa 1 esitettyjä vähimmäisleveyksiä noudattava. Kivisen ja louhikkoisen maan sekä kalliokaivantojen kohdalla kaivanto on tehtävä niin, että pohja on vähintään 150 mm putken alareunan alapuolella. [15, liite 1, 3.5.3; 22, s 303.]

Taulukko 1. Kaivannon pohjan vähimmäisleveys [15, liite 1, 3.5.2].

Putken nimellisuuruus, DN	Kaivannon pohjan vähimmäisleveys, mm
DN ≤ 500	DN + 400
DN > 500	DN + 600

Jakeluputkisto voidaan asentaa myös ilman kaivantoa kaivamattomilla tekniikoilla kuten mikrotunnelointi, poraus ja sujutus [2, s. 39]. Esimerkiksi AKJ:lla sujutus on saneerausten yhteydessä yleisesti käytössä oleva tekniikka. Käytännössä sujutus tapahtuu viemällä muovista matalapaineputkea (0,025 mbar) vanhan teräsputken sisään, jolloin teräsputki toimii muoviputken suojana. Tässä tapauksessa suojaamisen lisäksi sujutustekniikka poistaa vanhojen teräsputkien poistamisesta ja hävittämisestä syntyvää lisätyötä ja -kustannuksia.

4.2.1 Maanalaiset etäisyydet kaapeleihin ja putkiin

Asennettaessa maanalaisia maakaasuputkistoja on otettava huomioon sen läheisyydessä sijaitsevat muut mahdolliset putket ja kaapelit. Näiden määrä vaihtelee sijainnin perusteella, esimerkkinä kuvassa 8 näkyvät Helsingin Kaarlenkadun rakennustyöt, jossa maanalaista kunnallistekniikkaa on runsaasti.

Etäisyysvaatimuksia noudattaen vältetään putkien ja kaapeleiden keskinäinen vahingoittuminen sekä mahdollistetaan tulevaisuudessa suoritettavat kunnossapito- ja korjaustoimenpiteet.



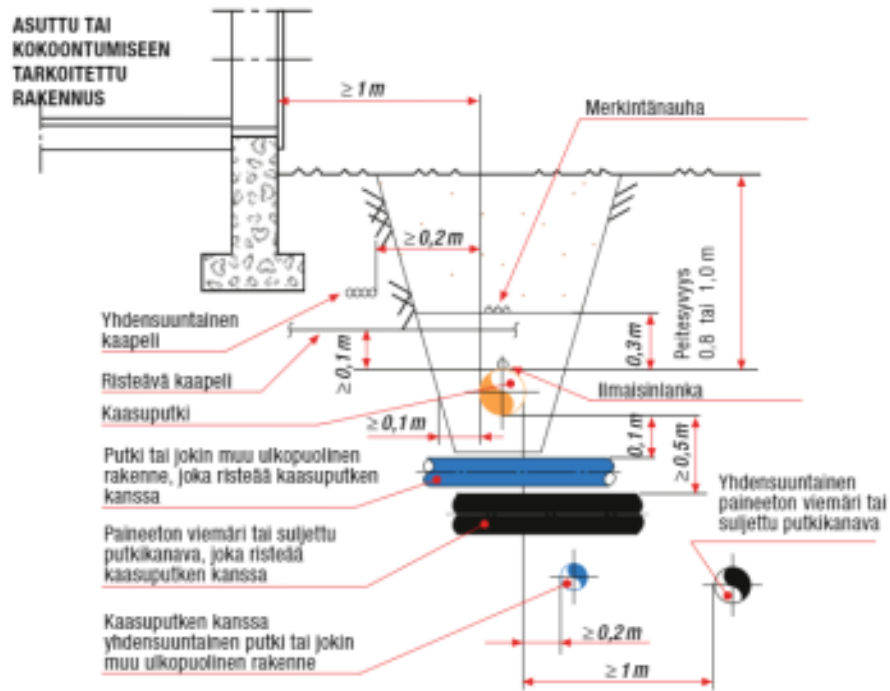
Kuva 8. Helsingin Kaarlenkadun katutyöt kesä 2021. Oma arkistokuva.

Yli 8 baarin jakeluputki asennetaan yhdensuuntaisuusasennuksissa 1 metrin etäisyyteen ja 0,5 metriin risteävästä putkesta tai kaapelista. Enintään 8 baarin jakeluputkiston vähimmäisetäisyys yhdensuuntaisuusasennuksissa on 0,2 metriä ja risteilyissä 0,1 metri. Jos kyseessä ovat salaojaputket, paineettomat viemärit tai suljetut putkikanavat, etäisyys on näiden kohdalla yhdensuuntaisuusasennuksissa 1 metri ja risteilyissä 0,5 metriä. Edellä mainituista etäisyyksistä voidaan poiketa muovisten maakaasuputkien kohdalla, jotka voidaan asentaa toistensa kanssa vierekkäin. [2, s. 39; 15, liite 2, 6.6.]

Rakennukset ja liikenneväylät

Etäisyydet on otettava huomioon jakeluputkiston sijoituessa rakennusten tai liikenneväylien läheisyyteen. Jakeluputkistoa ei saa asentaa rakennusten alle, ellei kyseessä ole putken sisäänvienti.

Jakeluputkiston etäisyys rakennuksesta on vähintään 1 metri, jos kaasua ei johdeta rakennukseen (kuva 9). Suositeltu etäisyys yli 4 baarin putkelle on 4 metriä. Poikkeuksia voidaan tehdä kohteesta riippuen, kuitenkin niin, ettei etäisyys alita 2 metriä. [2, s. 40; 15, liite 2, 6.7.]



Kuva 9. Alle 4 baarin maanalaisen kaasuputken vähimmäisetäisyydet [2, s. 40].

Jakeluputkiston sijoituessa raskaasti liikennöidyn alueen tai liikenneväylän läheisyyteen etäisyyden on oltava riittävä, jotta putkeen kohdistuvat kuormitukset ja rasitukset eivät vaurioita putkia [15, liite 2, 6.7].

Maakaasuputkistoa rakennettaessa on lisäksi otettava huomioon mahdollisten jännitteisten johtojen ja voimajohtopylväiden sijainnit ja niiden turvaetäisyydet (Taulukko 2).

Taulukko 2. Varoetäisyydet jännitejohtoihin [23, s. 5].

Johdon jännite (kV)	Varoetäisyys (m)	
	alla	sivuilla
110	3	5
220	4	5
400	5	5

Voimajohtopylväiden suoja-alue ulottuu 3 metriin. Suoja-alueella ei saa suorittaa kaivamista, työkonella liikkumista tai maa-aineksen läjittämistä. [23, s. 5.]

Sijaintitieto

Ennen maanrakennustöiden aloittamista on aina selvitettävä maanalaisten putkien, johtojen ja kaapeleiden sijainnit esimerkiksi Kaivulupa-johtoselvityspalvelun kautta, joka tarjoaa työn suorittajalle tarvittavan kaivualueen kartan. Kartasta selviävät putkien ja johtojen sijainnit, ja palvelun kautta voidaan tilata mahdolliset tarvittavat näytöt, jos turvaetäisyydet kaapeleihin tai putkiin alittuvat. Maanpäällisen sähköverkon läheisyydessä työskentely edellyttää ohjeistuksen pyytämistä Fingridiltä tai paikalliselta sähköverkkoyhtiöltä eli verkon haltijalta [23, s. 3].

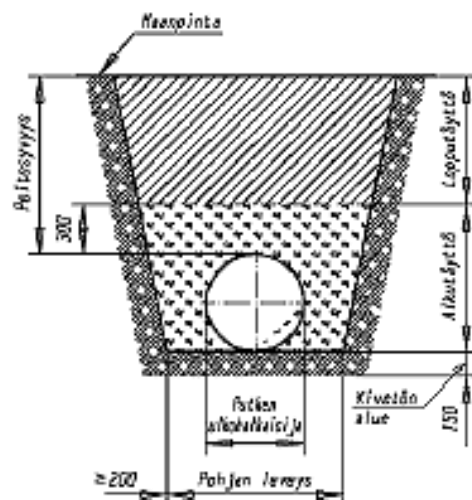
4.2.2 Jakeluputkiston peitesyvyydet ja asennusalusta

Jakeluputkisto tulee sijoittaa niin että käyttöpaineen ollessa enintään 4 baaria, peitesyvyys on vähintään 0,8 metriä, yli 4 baarin jakeluputkiston kohdalla peitesyvyyden on oltava vähintään 1 metri. ”Kallioon louhitun kaivannon vähimmäispeitesyvyydeksi riittää, jos kallion pinta ulottuu 0,6 metriä putken yläpinnan yläpuolelle.” [15, liite 2, 6.3.] Peitesyvyyksissä on poikkeuksia, ja ne määräytyvät kuvassa 10 näkyvän putkiston sijainnin perusteella.

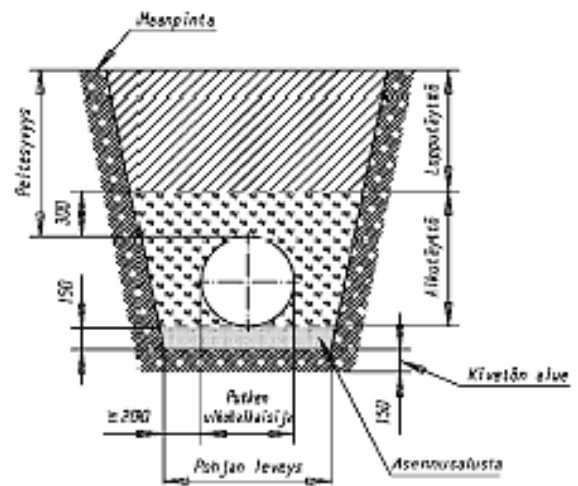
Maasto tai erityiskohteet	Minimi-peitesyvyys, m
Viljellyt, viljelyskelpoiset tai kuivatettavat alueet	1,20
Rautatien alitus maanpinnasta mitattuna	1,35
Rautatien alitus ojan pohjasta mitattuna	0,80
Moottori-, moottori liikenne-, valta- ja kantateiden sekä muiden raskaasti liikennöityjen teiden ja katujen alitus	1,35
Muiden teiden ja katujen alitus	1,00
Teiden ja katujen alitus ojan pohjasta mitattuna	0,80
Purojen ja ojen alitus niiden peratusta pohjasta mitattuna	0,60

Kuva 10. Eri kohteiden vähimmäispeitesyvydet [2, s. 38].

Maakaasuputken täyttö koostuu kuvassa 11 näkyvistä asennusalustasta sekä alku- ja lopputäytöstä. Tarvittaessa edellä mainittujen lisäksi täyttöön voidaan lisätä kohteesta riippuen eri kerrosten väliin suodatinkangas, salaojasora ja/tai suojalaatta [2, s.39].



Kuva 1.
Putken asentaminen perusmaalle



Kuva 2.
Putken asentaminen asennusalustalle

Kuva 11. Kaivantojen täyttö kerroksittain [15, liite 1, 3.5.3].

Muoviputken alle rakennettavan asennusalustan paksuuden on oltava vähintään 150 mm. Kaivannosta on poistettava kivet, jotta putket eivät vahingoitu, ja kaivanto on pidettävä kuivana asennusalustan tekovaiheessa. Asennusalusta tasataan raekoon 0/32 mm:n kitkamaalla tai 0/20 mm:n murskeella, jota voidaan käyttää myös alkutäytössä. Asennusalustan sijoittuessa louheelle varisemisen estämiseksi louhe tiivistetään ja päällystetään suodatinkankaalla. [15, liite 2, 6.4; 22, s. 370–371.]

4.2.3 Alkutäyttö

Ennen alkutäyttöä varmistetaan putken ehjyys ja sen oikea paikka. ”Putket ja putken osat tulee tarkastaa ennen käyttöä. Putkia ja osia, joissa on pintavaurioita yli 10 % syvyydessä seinämänvahvuudesta, ei saa käyttää.” [16, s. 140] Alkutäyttö sijoitetaan vähintään 0,3 m putken yläpuolelle, eikä se saa sisältää yli 50 mm:n kokoisia luonnonkiviä. Materiaaliksi soveltuu kivetön kaivumaa kuten hiekka, sora, savi, turve, 0/20 murske tai siltti. Liikennöitävän alueen ulkopuolella voidaan edellisten lisäksi käyttää moreenia, joka täyttää alkutäytön raekoon vaatimukset. Liian märkä materiaali haittaa tiivistämistä, joten sen käyttöä on vältettävä. [15, liite 2, 6.4; 22, s. 372.]

Alkutäyttö lasketaan kerroksittain putken alle ja sivuille varmistaen, että putken alapuoli tukeutuu alustaan. Tarvittaessa putkea voi tukea täytön ajaksi liikkuuttomuuden varmistamiseksi. Tämä vaihe suoritetaan lapiolla tai muulla tekniikalla niin että putki pysyy paikallaan eikä vaurioidu. Täyttö tiivistetään eri kerrosten välissä, poikkeuksena liikennöitävän alueen ulkopuolella muoviputken paineluokan ollessa $PN > 10$ alkutäyttö voidaan jättää tiivistämättä. [22, s. 374.]

4.2.4 Lopputäyttö

Lopputäytön materiaaliksi soveltuu kaivumaa, jonka sisältämät luonnonkivet ovat kooltaan enintään 200 mm, kaivumaa on lopputäytön ensisijainen materiaali ja yleisesti käytössä olevan liikennöitävän alueen ulkopuolella. Vaihtoehtoi-

sesti täytössä voidaan käyttää 0/150 mursketta. Kalliokaivantoihin ja louhepenkereeseen käytetään soraa tai muuta 0/200 murskattua materiaalia. [15, liite 2, 6.4; 22, s. 378.]

Lopputäytön korkeus tehdään niin korkeaksi, että ajan kanssa tiivistyessään se asettuu ympäröivän maanpinnan tai suunnitelma-asiakirjoissa määriteltyyn korkeuteen. Lopputäyttö tiivistetään putkia vahingoittamattomalla menetelmällä penkereen tai päällysrakennekerroksen vastaavaan tiiviyteen. ”Liikennöitävän alueen ulkopuolella tiivistys voidaan jättää tekemättä, jos suunnitelma-asiakirjoissa on niin esitetty.” [22, s. 378.]

Asennusalustan, alku- ja lopputäytön kohdalla pätee samanlaiset vaatimukset, kun kyseessä on talviaika. Ennen alustan ja täyttöjen laskemista kaivannosta on poistettava lumi ja jää, ja tiivistykset on tehtävä ennen käytettävän materiaalin jäätymistä. Lisäksi materiaali ei voi olla routaantunutta, eikä saa sisältää lunta, jäätä tai jäätyneitä lohkareita. Yleisenä täyttöjen tiiviysvaatimuksena on ympäröivän rakenteen tiiviys, ellei toisin mainita. [22, s. 370–378.]

4.3 Merkinnät

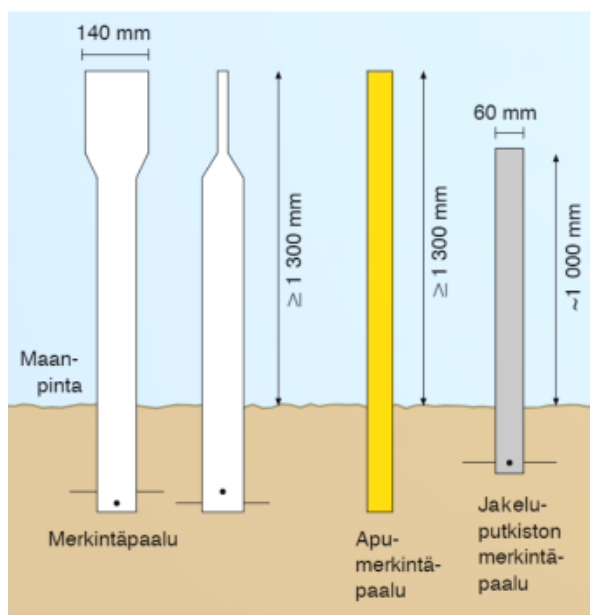
Maakaasuputkiston merkintöjä käytetään putkiston tahattoman vahingoittamisen välttämiseksi. Merkintöihin käytetään paaluja, varoitusnauhaa, kilpiä ja vesistöalituksissa ilmaisintauluja, jos vesialueella on liikennettä.

Asennettaessa maakaasuputkistoa kaivantoon alkutäytön päälle asennetaan vähintään 100 mm leveä varoitusnauha (kuva 12). Nauha on väriltään keltainen ja siinä on toistuva teksti ”NATURAL GAS”, ”MAAKAASU” tai ”NATURGAS”. Varoitusnauha estää tulevaisuudessa mahdollisen tahattoman maakaasuputkeen osumisen kaivuutöiden yhteydessä. Kaivannottomissa menetelmissä varoitusnauha jätetään asentamatta. [2, s. 50.]



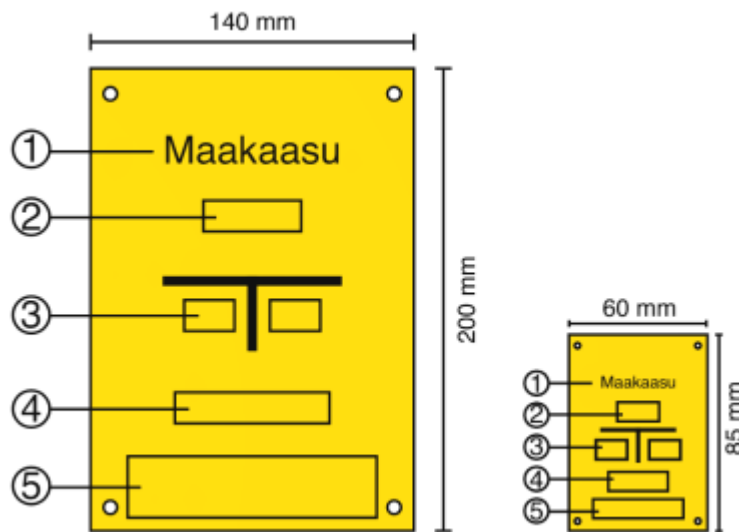
Kuva 12. Varoitusnauha "VARO MAAKAASU" -tekstillä. Oma arkistokuva.

Maanpäälliseen merkintään käytetään kuvan 13 mukaisia merkintäpaaluja. Useimmiten maakaasun jakeluverkon merkintään käytetään valkoisia merkintäpaaluja, joihin kiinnitetään merkintäkilvet. Merkintäpaalut asennetaan enintään 250 metrin etäisyyteen toisistaan, ja avonaisella alueella etäisyys voidaan pidentää kaksinkertaiseksi.



Kuva 13. Maakaasuputkiston merkintäpaalut [2, s. 48].

Merkintäkilvet kiinnitetään paaluihin maakaasun virtaussuunnan mukaisesti, lu-
kuun ottamatta apumerkintäpaalua. Jakeluputkistolle käytettävien kilpien koko
on 200 mm x 140 mm tai 85 mm x 60 mm. Kilpiin merkitään kuvassa 14 näkyvät
tiedot: ”Maakaasu” -teksti (1), putken nimelliskoko (2) ja mahdollinen sivupoik-
keama (3), jos merkintäpaalua ei ole sijoitettu putkilinjan kohdalle. Lisäksi kil-
vessä on sijaintia kuvaava kilometrilukema ja/tai kilven järjestysnumero (4) sekä
verkonhaltijan nimi ja puhelinnumero (5). [2, s. 49.]



Kuva 14. Maakaasun merkintäpaaluihin kiinnitettävät merkintäkilvet [2, s. 49].

Merkintäpaaluihin voidaan tarpeen mukaan kiinnittää myös kaivukieltoaukkuja,
joiden koko on 300 mm x 300 mm tai 150 mm x 200 mm.

5 Käyttöönotto

Maakaasuputkiston rakennusvaiheen ollessa valmis putkistolle suoritetaan en-
nen käyttöönottoa käyttöönottotarkastus sekä nimetään jakeluputkistolle käytön
valvoja ja hänen sijaisensa. Nimeämisen suorittaa toiminnanharjoittaja, ja se
tehdään kirjallisesti Turvatekniikan keskukselle.

Käyttöönottotarkastuksessa tulee tarkastaa, että maakaasuputkisto on voimassa olevien säännösten sekä rakentamisluvassa asetettujen ehtojen mukainen. Tarkastukseen kuuluu putkiston sijoituksen, rakenteen ja käyttövalmiuden tarkastaminen. [15, § 17.]

5.1 Käytön valvoja

Turvatekniikan keskukselle Tukesille toimitettavassa kirjallisessa käytön valvojan ilmoituksessa on oltava nimetyn henkilön suostumus ko. tehtävän vastaanottamisesta ja vastuualueen selvitys. Käytön valvojan on VNa 551/2009:n mukaisesti tunnettava maakaasuun liittyvät säännökset, lait, ohjeet sekä standardit. Lisäksi valvojalla on oltava vastaavan alan teknisen oppilaitoksen tai ammattikorkeakoulun tutkinto sekä työkokemusta maakaasun jakeluun liittyvissä tehtävissä. [15, § 22–25.]

Käytön valvojan tehtäviin kuuluvat maakaasuputkiston käytön ja kunnan valvonta, valvontakirjan ylläpito, määräaikaistarkastusten säännösten mukainen ajoittaminen sekä huolto-, käyttö- ja turvaohjeiden ajantasaisuudesta huolehtiminen. Lisäksi käytön valvojan tehtävänä on

varmistua siitä, että maakaasuputkistoa käyttävä henkilökunta tuntee maakaasuputkiston ja siihen liittyvien laitteiden toiminnan sekä henkilökunnalla on käytössään käyttö-, huolto- ja turvaohjeet;

huolehtia siitä, että vaurio- tai onnettomuustilanteissa vahingot ja ympäristöön kohdistuva vaara rajoitetaan mahdollisimman pieneksi;

pitää maakaasuputkiston omistaja tai haltija tietoisena olennaisista maakaasuputkiston käyttöön ja kuntoon liittyvistä seikoista. [15, § 24.]

5.2 Käyttöönottotarkastus

Turvallisuus- ja kemikaaliviraston hyväksymä tarkastuslaitos suorittaa rakentamisluvan vaatineelle jakeluputkistolle käyttöönottotarkastuksen ja myöntää putkistolle käyttöluvan. Käyttöönoton jälkeen putkistolle suoritetaan määräaikaistarkastuksia kahdeksan vuoden välein.

Määräaikaistarkastuksissa varmistetaan maakaasuputkiston ja siihen liittyvien laitteiden sekä rakenteiden kunto. Lisäksi tarkistetaan, että putkiston hoitaminen on toteutettu voimassa olevien säännösten mukaisesti.

Tarkastuksista ylläpidetään pöytäkirjaa, johon sisällytetään käyttöönottotarkastustodistus ja joka luovutetaan toiminnanharjoittajalle. Toiminnanharjoittajalla on mahdollisuus korvata määräaikaistarkastus omilla valvonta-, käyttö- ja tarkastustoimenpiteillä, jolloin toiminnanharjoittajan on toimitettava hakemus Tukesille tarkastusoikeuden saamiseksi. [2, s. 33; 15, § 8, § 16–20.]

Paine- ja tiivyskokeen sisältämä käyttöönottotarkastus voidaan jakaa useaan osaan tai tehdä yhdellä kertaa. Maakaasuputkiston on oltava tarkastusta tehdessä kaikilta osin tarkastettavissa.

5.2.1 Paine- ja tiivyskoe

Ennen painekokeen suorittamista tarkastajalle on laadittava kirjallinen suunnitelma, johon sisällytetään kokeen

- koepaine
- kesto
- käytettävä tarkastusaine (inerttikaasu, ilma tai vesi)
- sallittu paineen vaihtelu
- hyväksymiskriteerit
- vuotojen tarkastamiseen käytettävät välineet/aineet
- testiaineen vapauttaminen
- vettä käytettäessä veden hävittäminen. [24, s. 8.]

Paine- ja tiivyskoe ts. lujuuskoe suoritetaan ilmalla, inerttikaasulla (typpi) tai harvemmin vedellä ja sen tarkoituksena on testata putkiston lujuus. Jakeluputkiston painekoe tehdään 1,3-kertaisella paineella putkiston suurimmasta sallitusta käyttöpaineesta. Maakaasuputkiston varusteet, joiden painetta ei voida ylittää suurimmasta sallitusta käyttöpaineesta, jätetään painekokeen ulkopuolelle. Maanalai-

sen maakaasuputkiston kohdalla painekokeen kesto on vähintään 24 tuntia. Kokeen valvojana voi tarkastuslaitoksen sijasta toimia myös asennusliikkeen vastuhenkilö. [2, s. 32; 15, liite 2, 10.1.]

Painekokeen jälkeen jakeluputkisto tyhjenetään tarkastusaineesta mahdollisimman suurella virtausnopeudella. Jos käytettävä tarkastusaine olisi vesi, tulisi tyhjennyksen yhteydessä huolehtia putkiston huolellisesta kuivattamisesta, sillä putkistoon voi muodostua hydraattia. Hydraatti on kiteistä ja kovaa valkoisen väristä ainetta, joka muodostuu tietyissä olosuhteissa hiilivetyjen ja veden yhteisvaikutuksesta ja voi pahimmillaan aiheuttaa putkeen tukkeutumia.

5.2.2 Tiiviyskoe

Tiiviyskokeen suorittamiseen käytetään maakaasua ja koepaineeksi säädetään putkiston käyttöpaine. Tiiviyskokeeseen sisällytetään kaikki maakaasuputkistoon kuuluvat varusteet sekä osat ja liitosten tiiviys tarkistetaan kaasuvuodonilmaisimella tai vuodonilmaisinaineella. Tiiviyskoetta suorittaessa on huomiotava, ettei suljetun sulkuventtiilin katsota olevan tiivis. [2, s. 32; 25, s. 38.]

Painekokeen jälkeen putkisto täytetään maakaasulla alhaisella virtausnopeudella välttämällä mahdollisista epäpuhtauksista aiheutuvaa kipinöintiä putkistossa. Maakaasuputkiston täytyessä käyttöpaineeseen saakka suoritetaan ulospuhallus ulospuhallusputken kautta. Ulospuhallusta aloittaessa käytetään alhaista virtausnopeutta, jotta painekokeeseen käytetty testausaine poistuisi putkistosta lähes kokonaan. Ulospuhalluksen lopussa virtausnopeus nostetaan suureksi, jotta putkistoon jääneet epäpuhtaudet saadaan poistettua. Ulospuhallusputkille paine- ja tiiviyskokeita ei tarvitse suorittaa.

6 Lahden Kujalan projekti

Tässä luvussa käsitellään maakaasuverkon rakennustöiden keskeisimpiä asioita sekä tilanteita ja niiden ratkaisuja, jotka tulivat projektin edetessä eteen.

Maakaasuputki oli suunniteltu käyttöönotettavaksi vuoden 2022 kesäkuussa ja projekti käynnistettiin hyvissä ajoin ennen uuden kaasua käyttävän toimijan valmistumista vuoden 2021 lokakuussa. Projekti käynnistettiin aloituskokouksella AKJ:n, urakoitsijan sekä aliurakoitsijan edustajien kanssa, ja siinä käsiteltiin työmaahan liittyvien käytänteiden lisäksi lisätyö- sekä maksuerätaulukot. Maakaasuputken sijoituessa Salpakierron Kujalan käsittelykeskuksen alueelle kaikki työmaalla liikkuvat työntekijät sekä työnjohto kävivät Salpakierron turvallisuusperehdytyksen ennen töiden aloitusta.

6.1 Kaivuutyöt

Työmaan kaivuutyöt edellyttivät putki- ja kaapelinäyttöjen vastaanottamista, jotta mahdollinen maanalainen infrastruktuuri ei vahingoittuisi maanrakentajien toiminnasta. Maakaasuputken näyttö tilattiin Kaivulupa-palvelun kautta, ja muut putkistojen sekä kaapelien näytöt suoritti Salpakierron henkilöstö.

Kaivuu- ja hitsaustyöt aloitettiin samoihin aikoihin, jotta putkea saataisiin lasketua ja peitettyä kaivantoon pian sen auki kaivamisesta. Tällä vältettiin mahdollisen sadeveden kerääntyminen kaivantoihin sekä varmistettiin sujuva työkoneiden liikkuminen mullanjalostusalueella. Erityisiä liikennejärjestelyjä ei työmaalle järjestetty, sillä rakennusalueella ei ole yleistä liikennettä ja Salpakierron alueen toimijat ovat olleet tietoisia kaivuutöistä. Maanrakennustöihin kuului lisäksi noin 100 metrin pituisen metsäosuuden raivaus, josta jäljelle jäänyt kasvillisuus saatiin läjittää Salpakierron alueella.

Kaivantojen maa-aines vaihteli noin 1,5 kilometrin matkalla pääasiassa neljän eri tyyppin kuten täyttömaan, siltin, moreenin ja isoja luonnonkiviä sisältävän moreenin kesken (kuva 15).



Kuva 15. Työmaan maa-aines. Oma arkistokuva.

Siltin kohdalla kohdattiin haasteita, sillä koostumuksensa ansiosta kaivanto oli hyvin herkkä sortumaan ja sortumista lisäsi runsas vesisade. Sortuminen ratkaistiin leventämällä kaivantoa, jotta luiskan kaltevuutta saatiin loivennettua. Moreenin kohdalla isot luonnonkivet poistettiin kaivannoista työkoneiden avulla, jotta ne eivät vahingoittaisi putkea. Asennusalustan ja alkutäytön materiaalina käytettiin kivituhkaa sekä mursketta ja lopputäytöt suoritettiin pääosin kaivumailla, lukuun ottamatta isoja luonnonkiviä sisältävä moreeni, joka korvattiin täyttömaalla.

6.2 Louhinta ja salaoja

Suunnitellun reitin maaston korkeusprofiili vaihteli hieman ja kaivantojen osalta edettiin nousevaan suuntaan. Maanrakennustöiden edetessä reitille osui noin 50 metrin matkalla kallio, joka oli hyvin lähellä maan pintaa. Kalliokaivannon ollessa keskimäärin noin 0,5 metrin syvyydessä maanpinnasta katsottiin, etteivät maakaasuputken peitesyvyysvaatimukset täytyisi, joten kallio piti louhia.

Suunniteltu maakaasuverkon reitti on sijoitettu 110 kV:n voimajohtojen ja -pylväiden läheisyyteen, jolloin louhintatöiden suorittamiseen tarvittiin lausunto verkon haltijalta. Fingridin ohjeiden mukaisesti yhteyttä verkon haltijaan tai Fingridiin on otettava aina kun suunnitellaan louhinta- tai räjäytystöitä 100 metriä lähempänä voimajohtoja.

Katselmus pidettiin Lahti Energian edustajan kanssa ja louhinnat saatiin aloittaa louhinnan lupahakemuksen valmistuessa. Louhinta aloitettiin kiinnittämällä voimajohtopylväisiin tärinämittarit, joiden avulla seurattiin mahdollista louhinnan aikana pylväsperustukseen johtuvaa tärinän voimakkuutta. Tärinän välttämiseksi louhinnassa käytettiin alhaisia räjähdysainemääriä ja kalliota louhittiin kahteen otteeseen (kuva 16). Salpakierron kanssa pitämässä katselmuksessa sovittiin louhinnasta jäävän kiviaineksen poiskuljettamisesta Salpakierron omaan käyttöön murskattavaksi.



Kuva 16. Louhittava alue. Oma arkistokuva.

Kaivannoissa havaittiin kallion lisäksi pintavesien valumaa, joka täytti kaivannot. Pintavesien ohjausta varten kaivantoon täytyi asentaa kuvassa 17 näkyvä noin

100 metrin pituinen salaojaputki. Tällä tavoin saataisiin ehkäistyä veden virtaamisesta aiheutuvaa maa-aineksen siirtymistä kaivannossa. Ohjeistuksessa määritellystä 1 metrin etäisyydestä putkien välillä voitiin poiketa, sillä salaoja on AKJ:n oma eikä sitä ole yhdistetty salaojakaivantoon mihin voisi kerääntyä sytyvä seos. Salaojaputken 70 mm:n halkaisijan katsottiin olevan riittävä valumien ohjaukseen. Salaojaputken asennusalustana ja alkutäyttönä käytettiin salaojasepeliä.



Kuva 17. Salaoja- ja maakaasuputki kaivannossa. Oma arkistokuva.

Kaivantojen edetessä havaittiin lisää kalliota voimalinjojen alla ja -pylvään leiydydessä (kuva 18). Kallion ollessa lähellä pylvästä, katsottiin louhinnan olevan tällä sijainnilla ongelmallista. Lisäksi maakaasulinjaa ei voitu siirtää oikealle, koska Salpakierron loppusijoitusalueen bentoniittimatto olisi tullut vastaan. Bentoniittimattoa ei voitu siirtää, sillä se estää loppusijoitusalueen haitallisten aineiden imeytymistä maaperään ja pohjaveteen.



Kuva 18. Voimajohtojen alla, kaivannoissa esiin tullut kallio. Oma arkistokuva.

Lahti Energialta varmistettiin ko. osuudelle penkereen teon mahdollisuutta, mikä tarkoitti käytännössä maanpinnan nostamista reilulla 0,5 metrillä. Näin välttyttiin louhinnalta tai linjan siirrota metsikköä päin. Siirto olisi aiheuttanut isoja lisäkustannuksia ja projektin hidastumista, sillä metsikkö olisi pitänyt raivata ja louhia. Penkereen teolle ei ollut esteitä verkon haltijan suunnalta, ja maakaasun vähimmäispeitesyvyydet täyttyivät.

6.3 Lopuksi

Projekti suoritettiin syksyn vaihtuessa talveen ja pakkasten johdosta työt piti muutaman kerran keskeyttää, sillä maakaasuputken asennustöitä ei saa suorittaa ilman lämpötilan ollessa alle $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Projekti jäi vuoden 2021 loppupuolella kesken, ja sen jatko suunniteltiin aloitettavaksi vuoden 2022 alussa. Kaivannot

saatiin pitkälti koko suunnitellulta matkalta tehtyä ja painekoe suoritettiin 7 baarin paineella maan alla olevalle putkiosuudelle noin 700 metrin matkalta. Kokeen suoritti asennusliikkeen valtuutettu henkilö.

Projektin aikataulu hidastui louhintatöiden sekä pakkasten ilmaantuessa, josta se ei aiheuttanut tilaajalle haittaa, sillä maanrakennustyöt aloitettiin hyvissä ajoin ennen suunniteltua valmistumista. Riskit edellä mainituista asioista tiedostettiin ja ilman niiden toteutumista projekti olisi voitu saada päätökseen noin reilussa kuukaudessa.

Vuoden 2022 suoritettaviin töihin jäivät loppuosuuden putken asentaminen kaivantoon ja sen peittäminen, käyttöönottotarkastus sekä sulkuventtiilin asennus ja sen maadoitus. Sulkuventtiilin paikkaa muutetaan poikkeamalla alkuperäisestä suunnitelmasta, sillä se on sijoitettu alun perin Lahden Energian sähköaseman lähetyville, voimajohtojen alle. Katselmuksessa kuitenkin kävi ilmi, ettei metallista venttiiliä oheislaitteineen saa asentaa 20 metriä lähemmäs sähköasmaa, pylvästä tai johtoa. Kielto johtuu pylväissä olevista maadoituksista, joiden mahdolliset ylijännitteet purkautuvat maahan ja siitä syntyvä maadoitusjännite vaikuttaa lähellä oleviin maadoituksiin ja johtaviin rakenteisiin.

7 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli tehdä ohjeistus maakaasun jakeluputkiston rakennuttamiseen. Ohjeistus oli tarkoitus tehdä projektin yhteydessä, jossa vahvistettiin jo olemassa olevaa maakaasun jakeluverkostoa rakentamalla uutta maakaasun jakeluverkkoa. Työssä käsiteltiin maakaasun ominaisuuksia, Suomen maakaasuverkostoa sekä maakaasun rakennuttamiseen liittyviä vaatimuksia ja Kujalan projektin kulkua. Lisäksi käytiin läpi projektiin kuuluvat sopimukselliset asiat.

Insinööriyön tavoitteet saavutettiin, ja koin työmaalla toimimisesta olevan hyötyä ohjeistuksen tekemiseen, erityisesti maanrakennustöiden vaatimusten käsittelyyn.

Projektin aikainen yhteistyö yrityksen henkilöstön ja muiden sidosryhmien kanssa antoi käytännön näkökulmaa insinööriyössä käsiteltäviin aiheisiin ja rakennustöihin liittyvään ongelmanratkaisuun. Havaittiin maanrakennustöiden osalta InfraRYL:n laatuvaatimusten olevan muokattavissa tilanteisiin sopivimmiksi ja että vaatimukset sekä lain velvoitteet voidaan täyttää monin eri keinoin ja ratkaisuin.

Kokemus projektin läpiviennistä sekä kirjallisen tiedon käsittely insinööriyössä mahdollisti yksilöidyn ohjeistuksen tekemisen yrityksen tarpeisiin. Ohjeistuksesta on saatu yrityksen toiveiden mukaisesti tiivis helppolukuinen asiakirja, joka vähentää projektin läpivientiin liittyvän selvitystyön tarvetta. Ohjeistus on tehty ajankohtaisten lain ja laatuvaatimusten mukaisesti, ja niiden päivittyessä on myös ohjeistusta päivitettävä ajankohtaisemmaksi.

Lähteet

- 1 Auris Kaasunjakelu Oy. Verkkoaineisto. Suomen Kaasuenergia Oy <<https://suomenkaasuenergia.fi/kaasunjakelu>>. Luettu 4.10.2021.
- 2 Maakaasukäsikirja. 2014. Verkkoaineisto. Suomen Kaasuyhdistys. <<https://www.kaasuyhdistys.fi/julkaisut/maakaasun-kasikirja/>>. Luettu 13.10.2021.
- 3 Maakaasu ja biokaasu. Verkkoaineisto. Suomen Kaasuenergia Oy. <<https://suomenkaasuenergia.fi/maakaasu-ja-biokaasu/>>. Luettu 18.10.2021.
- 4 Parpola, Antti & Åberg, Veijo. 2004. Kaasua! Maakaasu ja Suomi 1974–2004. Helsinki: Edita.
- 5 Methane – Thermophysical Properties. Verkkoaineisto. The Engineering ToolBox. <https://www.engineeringtoolbox.com/methane-d_1420.html>. Luettu 5.12.2021.
- 6 Liquefied Natural Gas (LNG). 2022. Verkkoaineisto. Unitrove. <<https://www.unitrove.com/engineering/gas-technology/liquefied-natural-gas>>. Luettu 24.11.2021.
- 7 Kaasun kompressointi ja nesteytys. 2019. Biovoima. <<https://biovoima.com/ratkaisut/kaasun-kompressointi-ja-nesteytys>>. Luettu 24.11.2021.
- 8 Alakangas, Eija; Hurskainen, Markus; Korhonen, Jaana & Laatikainen-Luntama, Jaana. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Verkkojulkaisu. Espoo: Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy.
- 9 Kaasun siirtoverkosto. Verkkoaineisto. Gasgrid Finland Oy. <<https://gasgrid.fi/kaasuverkosto/kaasun-siirtoverkosto/>>. Luettu 13.10.2021.
- 10 Luoma, Vesa-Matti. Auris Kaasunjakelu Oy, Espoo. Puhelinkeskustelu 5.10.2021.
- 11 Luoma, Vesa-Matti; Moilanen, Johan. Auris Kaasunjakelu Oy, Espoo. Teams-palaveri 6.10.2021.
- 12 Kujalan käsittelykeskus. Verkkoaineisto. Salpakierto. <<https://salpakierto.fi/yrittysinfo/kujalan-kasittelykeskus/>>. Luettu 18.10.2021.

- 13 Salpakierto Oy. Verkkoaineisto. Finder. <<https://www.finder.fi/J%C3%A4tehuolto/Salpakierto+Oy+toimisto/Lahti/yhteystiedot/170020>>. Luettu 18.10.2021.
- 14 Kasiaro, Kim; Laine, Ville & Oksanen, Antero. 2019. Urakkasopimukset rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kauppakamari.
- 15 Valtionneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta. 2009. 551/2009.
- 16 Turvallisuussäännöt ja menettelyohjeet. 2020. Yrityksen sisäinen dokumentti. Auris Kaasunjakelu Oy.
- 17 Valtionneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta. 2008. 403/2008.
- 18 SFS-EN 15001-1. 2010. Kaasuputkistot. Kaasun käyttöputkistot teollisuudessa, käyttöpaineen ollessa yli 0,5 bar sekä teollisuudessa ja muualla käyttöpaineen ollessa yli 5 bar. Osa 1: Yksityiskohtaiset toiminnalliset vaatimukset suunnittelulle, materiaaleille, rakentamiselle, tarkastuksille ja testaukselle. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 19 SFS-EN 1555-1. 2021. Plastics piping systems for the supply of gaseous fuels. Polyethylene (PE). Part 1: General. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 20 Moilanen, Johan. 2021. Verkostonvalvoja. Auris Kaasunjakelu Oy, Lahti. Keskustelu 9.11.2021.
- 21 SFS-EN 12007-2. 2013. Gas infrastructure. Pipelines for maximum operating pressure up to and including 16 bar. Part 2: Specific functional requirements for polyethylene (MOP up to and including 10 bar). Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 22 InfraRYL 2006. 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset osa 1. Väylät ja alueet. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 23 Tiedä ennen kuin toimit sähköverkon läheisyydessä. Verkojulkaisu. <https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/turvallisuus/hengenvaara_esite-update2017.pdf>. Luettu 11.11.2021.
- 24 SFS-EN 12327. 2013. Gas infrastructure. Pressure testing, commissioning and decommissioning procedures. Functional requirements. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

- 25 SFS-EN 1775. 2008. Kaasuputkistot rakennuksiin. Maksimi käyttöpaine enintään 5 bar. Toiminnalliset suositukset. Helsinki: Suomen Standardisoi-
misliitto.

Laatukansion sisältö

Urakan laatusuunnitelma

- 1.a Laatusuunnitelma
- 1.b Aikataulut
- 2. Tekniset työsuunnitelmat
- 3. Työvaihekohtaiset laatusuunnitelmat
- 4. Liikenteenohjaussuunnitelmat
- 5. Turvallisuusasiakirja ja työsuojelu
- 5.a Työsuojelun toimintasuunnitelma
- 5.b Työsuojelutarkastuspöytäkirjat
- 6. Laatumittaukset
- 6.a Laatumittausraportit
- 6.b Laatumittauspöytäkirjat
- 6.c Koemittaukset
- 6.d Materiaalien laatutiedot (hitsaus- tai koeponnistuspöytäkirjat)
- 7. Poikkeamaraportit
- 7.a Korjaussuunnitelmat
- 8. Suunnitelma-asiat
- 8.a Luettelo suunnitelmanmuutoksista ja työnaikaisista korjaussuunnitelmista
- 8.b Muutos- ja korjaussuunnitelmat
- 9. Työmaapäiväkirja
- Erikoisrakenteiden raportit
- Kolmannet osapuolet ja asiakaspalautteet
- 9.a Korvausasiat
- 9.b Sopimukset
- 9.c Tiedotteet
- 9.d Urakkaa koskevat lehtiartikkelit
- 9.e Urakkasopimuksen toteutuksen arvioinnit
- 9.f Ympäristöraportti
- 9.g Toteutuneet määrät
- 9.h Jätteiden määrät, toimituspaikat ja vastaanottokuittaukset



OHJEISTUS MAAKAASUN JAKELUVERKON RAKENNUTTAMISEEN

Ohjeistukseen on koottu pääasialliset maakaasun jakeluverkon rakennuttamiseen liittyvät käytännön ohjeet projektin läpiviemisen tueksi. Tämän asiakirjan pääasiallisina lähteinä ovat Valtionneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta 205/2009, Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset InfraRYL 2006 sekä Maakaasukäsikirja.

Asiakirja on laadittu Metropolia Ammattikorkeakoulun opinnäytetyön ”Ohjeistus maakaasun jakeluverkon rakennuttamiseen” yhteydessä.

Maria Liski
2021

SISÄLLYS

Ennen töiden aloittamista	3
Etäisyydet rakennuksiin, maanalaisiin putkiin ja kaapeleihin	3
Peitesyvyydet.....	4
Maakaivannot.....	4
Suojaputket ja -rakenteet sekä liitokset.....	5
Täytöt.....	6
Merkinnät ja kartoitus	7
Käyttöönotto	7
Dokumentit.....	8
Lähteet.....	9

ENNEN TÖIDEN ALOITTAMISTA

Työtä suorittavalla asennusliikkeellä on oltava Tukesin valtuutus muovisten kaasuputkien asentamiseen. Tarkista **tilaajavastuuraportti** tilaajavastuu.fi kautta.

- TYÖNTEKIJÖIDEN PÄTEVYYDET
 - Työturvallisuuskortti
 - Valttikortti
 - Ensiapukortti
 - Liikennöitävällä alueella Tieturva 1- kortti (työnjohdolla Tieturva 2- kortti)
 - Erikoistöistä riippuen
 - muovisten maakaasuputkistojen asennus- ja hitsaus
 - louhinta- ja räjähdystyöt

- SELVITÄ ENNEN KAIVUUTÖIDEN ALOITTAMISTA
 - Alueella sijaitsevat maakaapelit, sähköilmajohdot ja -pylväät, maakaasu- ja kaukolämpölinjat. Tilaa tarvittaessa näytöt.
 - Mahdollisten vesi-, viemäri ja kuituverkkojen olemassaolo
 - Tilaa kaapelikartta sijaintitietopalvelusta viimeistään **3 arkipäivää ennen** kaivutöiden aloittamista.
 - Maa- ja kiviaineksen loppusijoitus
 - Liikennejärjestelyt
 - Tiedottaminen lähialueen asukkailla ja toimijoille

- TURVALLISUUS
 - Työssä noudatetaan Valtionneuvoston asetusta 205/2009. Tutustu ennen töiden aloittamista Auris Kaasunjakelu Oy:n Turvallisuuksäännöt ja menettelyohjeet- asiakirjaan.
 - Turvallisuukskävelyn yhteydessä tehdään MVR-mittaus Impactin valvontapäiväkirjaan.

ETÄISYYDET RAKENNUKSIIN, MAANALAIISIIN PUTKIIN JA KAAPELEIHIN

KÄYTTÖPAINE ≤ 8bar	YHDENSUUNTAISUUS ASENNUS (m)	RISTEÄVÄ ASENNUS (m)
Kaapelit ja putket	0,2	0,1
Paineeton viemäri, salaojaputki, suljettu putkikanava	1	0,5

Jakeluputkiston etäisyys **rakennuksesta** on vähintään 1 metri, suositeltu etäisyys käyttöpaineen ollessa yli 4 bar on 4 metriä.

Lisätietoa kaasuputken risteilyistä **teiden ja ratojen** kanssa löytyy Liikenneviraston ohjeista.

Huomioidaan mahdolliset **voimajohtopylväiden sijainnit**, 110–440 kV voimajohtojen pylväiden suoja-alue on 3–5 metriä. Suoja-alueella ei saa kaivaa tai liikkua työkoneella. Lisätietoa jännitteisten johtojen alla ja rinnalla työskentelystä:

<https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/sahkotyoturvallisuus/turvallisuus-sahkojohtojen-laheisyudessa>

Jos suunnitellaan **louhinta- tai räjäytystöitä** tehtäväksi sataa metriä lähempänä voimajohtoa, ohjeistuksen antaa Fingrid.

PEITESYVYYDET

KÄYTTÖPAINE	PEITESYVYYS VÄHINTÄÄN (m)
Max 4 bar	0,8
Yli 4 bar	1

”Kallioon louhitun kaivannon vähimmäispeitesyvyudeksi riittää, jos kallion pinta ulottuu 0,6 metriä putken yläpinnan yläpuolelle.”
(551/2009)

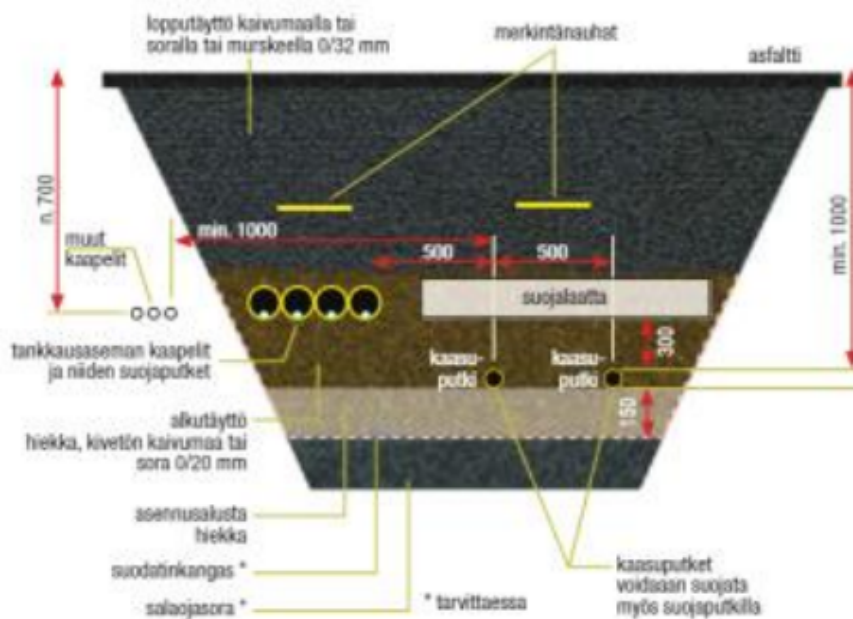
Maasto tai erityiskohteet	Minimi-peitesyvyys, m
Viljellyt, viljelyskelpoiset tai kuivatettavat alueet	1,20
Rautatien alitus maanpinnasta mitattuna	1,35
Rautatien alitus ojan pohjasta mitattuna	0,80
Moottori-, moottoriliikenne-, valta- ja kantateiden sekä muiden raskaasti liikennöityjen teiden ja katujen alitus	1,35
Muiden teiden ja katujen alitus	1,00
Teiden ja katujen alitus ojan pohjasta mitattuna	0,80
Purojen ja ojien alitus niiden peratusta pohjasta mitattuna	0,60

KUVA 1. ERI KOHTEIDEN PEITESYVYYDET (MAAKAASUKÄSIKIRJA).

MAAKAIVANNOT

Maanrakennustyöt suoritetaan Valtionneuvoston asetusta 551/2009 sekä InfraRYL Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset osa 1 seuraavia lukuja noudattaen

- 1330 Arinarakenteet
- 16200 Maakaivannot
- 17210 Kalliokanaalit- ja kuopat
- 18300 Kaivantojen täytöt
- 21120 Suodatinkankaat



KUVA 2. MAAKAASUPUTKISTON ASENNUS (MAAKAASUKÄSIKIRJA).

PUTKEN NIMELISSUURUUS (DN)	KAIVANNON POHJAN VÄHIMMÄISLEVEYS (mm)
DN ≤ 500	DN + 400
DN > 500	DN + 600

- Kaivannot ovat lähes pystysuoria, luiskan kaltevuus valitaan välttämättä sortumisvaaran riskiä.
- Kaivantoon kertyvä vesi pumpataan pois, ellei suunnitelma-asiakirjoissa ole toisin määrätty.
- Kaapelijohtojen kaivu suoritetaan lapiotyönä, jonka jälkeen konekaivuetäisyys 0,2 m kaapeleiden sivuilta ja päältä tähän kaivuvaiheeseen sopivalla kauhalla.
- Kaukolämpölinjan ja maakaasuputken läheisyydessä kaivaessa routaantunut maa on tarvittaessa ensin sulatettava.

SUOJAPUTKET JA -RAKENTEET SEKÄ LIITOKSET

- Raskaasti liikennöityjen alueiden alituksissa lisätään putken peitesyvyyttä tai seinämänpaksuutta, vaihtoehtoisesti lisätään suoja-putki tai -rakenteen materiaalina käytetään muovia, betonia tai terästä.
- Suoja-putken ja kaasuputken välissä apusuoja-putken tai -renkaiden käyttö on suositeltavaa.
- Suoja-putkina voidaan käyttää terästä tai käyttöluokan SN8 ja SN16 sadevesiputkia.
- Maanalaisia putkia ei liitetä kierrelitoksilla, muoviputken hitsausmenetelminä pusku- tai sähkömuhvihitsaus.
- Varusteiden paineluokka on vähintään putkiston maksimikäyttöpainetta vastaava.
- Laippaliitoksia käytettäessä paineluokka vähintään PN10, yleisemmin käytössä PN16.

TÄYTÖT

ASENNUSALUSTA

- Paksuus vähintään 150 mm
- Kaivannosta poistetaan isommat kivet, jotta putket eivät vahingoitu.
- **Materiaalina** 0/32 mm kivetön kitkamaa, kivituhka, hiekka tai 0/16 mm murske.
- Asennusalan sijoituksessa **louheelle**, varisemisen estämiseksi louhe tiivistetään ja päällystetään vähintään käyttöluokan N3 suodatinkankaalla. Muussa tapauksessa mahdollisen suodatinkankaan käyttöluokka N2.
- **Perusmaan** varaan asennettaessa kaivannon pohjan raekoko < 32 mm.

ALKUTÄYTTÖ

Putket tarkastetaan ennen peittämistä. Putkia ja sen osia ei tule käyttää, jos pintavauriot ovat yli 10 % syvyydessä seinämävahvuudesta.

Alkutäyttö lasketaan kerroksittain 0,3 metriin putken yläpuolelle, varmistaen että putki tukeutuu alustaan.

Alkutäyttö tiivistetään kerrosten välissä, jos kyseessä on liikennöitävän alueen ulkopuolelle sijoitettava paineluokan PN > 10 muoviputki, tiivistys voidaan jättää tekemättä.

MATERIAALI

- Hiekka
- Sora
- Savi
- Siltti
- Turve
- 0/16 murske
- Kivituhka
- Liikennöitävän alueen ulkopuolella myös moreeni
- Ei yli 50 mm luonnonkiviä

LOPPUTÄYTTÖ

Lopputäyttö tiivistetään päällyskerrosta vastaavaan tiiviyteen, liikennöitävän alueen ulkopuolella tiivistys voidaan jättää tekemättä.

Materiaalina kaivumaa (enintään 200 mm luonnonkivet sallittuja) tai 0/150 murske. Kalliokaivantoihin ja louhepenkereeseen sora tai muu 0/200 murskattu materiaali.

TALVIOLOSUHTEET

Kaivannosta on poistettava mahdollinen lumi ja jää. Ennen töiden suorittamista on varmistettava, että asennusalan ja täyttöihin tarkoitettu materiaali ei ole routaantunut, eikä sisällä jäätä, lunta tai jäätyneitä lohkareita. Tiivistys suoritetaan ennen materiaalin jäätymistä. Asennus- ja hitsaustöitä ei tehdä, jos lämpötila on alle – 10 °C.

MERKINNÄT JA KARTOITUS

- Kartoitukset suoritetaan ennen putken peittämistä, ajankohdista sovitaan maanrakentajien kanssa.
- Ennen alkutäyttöä putkeen kiinnitetään signaalilanka.
- Varoitusnauha asennetaan ennen lopputäyttöä.
- Merkintäpaalut asennetaan lopputäytön yhteydessä 50 metrin etäisyyteen toisistaan, avonaisella alueella sallitaan pidempi etäisyys. Taajamissa merkintäpaaluja käytetään mahdollisuuksien mukaan. Apumerkintäpaaluja voidaan käyttää tarvittaessa.
- Merkintäkilvet kiinnitetään ennen käyttöönottoa.

KÄYTTÖÖNOTTO

- Ennen käyttöönottoa on tehtävä ilmoitus maakaasun käytönvalvojasta Turvatekniikan keskukselle: <https://kemu.tukes.fi/IlmoitusValvojastaLomake.aspx>
- Tukesin hyväksymät tarkastuslaitokset (tarkastukset ja käyttö lupa): <https://tukes.fi/teollisuus/tarkastuslaitokset/tukesin-hyvaksymat-tarkastuslaitokset>

PAINEKOE

- Kokeen valvojana toimii tarkastuslaitos tai asennusliikkeen vastuuhenkilö.
- Ennen painekoetta tarkastajalle luovutetaan suunnitelma, mistä käy ilmi:
 - koepaine
 - kesto
 - tarkastusaine
 - tarkastusaineen vapauttaminen
 - sallittu paineen vaihtelu
 - hyväksymiskriteerit
 - vuotojen tarkastamiseen käytettävät välineet tai aineet
- Suoritetaan ilmalla tai tyypellä, 1,3 kertaisella paineella putkiston suurimmasta sallitusta käyttöpaineesta 24 tunnin ajan. Varusteet voidaan jättää painekokeesta pois, jos ne eivät voi ylittää suurinta sallittua käyttöpainetta.
- Painekokeen jälkeen putkisto tyhjennetään tarkastusaineesta mahdollisimman suurella virtausnopeudella.

TIIVIYSKOE

- Kokeessa tarkastetaan kaikki maakaasuputkistoon kuuluvat varusteet, osat ja liitokset.
- Putkisto täytetään maakaasulla alhaisella virtausnopeudella käyttöpaineeseen saakka, jonka jälkeen suoritetaan ulospuhallus.
- Ulospuhallus aloitetaan alhaisella virtausnopeudella, kunnes painekokeen tarkastusaine on poistunut putkistosta. Lopuksi ulospuhallus suoritetaan suurella virtausnopeudella, jotta mahdolliset epäpuhtaudet poistuvat putkistosta.

DOKUMENTIT

Jakeluputkiston rakennuttamisesta kerääntyvät alla mainitut dokumentit tallennetaan Auris Kaasunjakelun määrittelemään tiedostosijaintiin.

- Sopimusasiakirjat
 - Tarjouspyyntö
 - Urakkaohjelma
 - Urakkaneuvottelu
 - Urakoitsijan tarjous
 - Hyväksytty allekirjoitettu tarjous
 - Urakkasopimus, liitteeksi maksuerätaulukko ja lisäyötarjous
 - Turvallisuussäännöt ja menettelyohjeet

- Työn aikana kerääntyvät asiakirjat
 - Mahdolliset lausunnot
 - Turvallisuussuunnitelma
 - Itselleluovutus
 - Vastanottotarkastus
 - Laatukansio (sisältö eritelty urakkaohjelmassa)
 - Tarkastuspöytäkirja (todistus käyttöönotosta ja määräaikaistarkastukset)

DWG-kuvat lähetetään tarvittaessa muille osapuolille.

Mahdolliset saapuvat DWG-kuvat tallennetaan Auris Kaasunjakelun määrittelemään tiedostosijaintiin.

LÄHTEET

InfraRYL 2006. 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset osa 1. Väylät ja alueet. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Maakaasukäsikirja. 2014. Verkojulkaisu. Suomen Kaasuyhdistys.
<<https://www.kaasuyhdistys.fi/julkaisut/maakaasun-kasikirja/>>.

Valtionneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta. 2009. 551/2009.

SFS-EN 15001-1. 2010. Kaasuputkistot. Kaasun käyttöputkistot teollisuudessa käyttöpaineen ollessa yli 0,5 bar sekä teollisuudessa ja muualla käyttöpaineen ollessa yli 5 bar. Osa 1: Yksityiskohtaiset toiminnalliset vaatimukset suunnittelulle, materiaaleille, rakentamiselle, tarkastuksille ja testaukselle. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

SFS-EN 12007-2. 2013. Gas infrastructure. Pipelines for maximum operating pressure up to and including 16 bar. Part 2: Specific functional requirements for polyethylene (MOP up to and including 10 bar). Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Tiedä ennen kuin toimit sähköverkon läheisyydessä. Verkojulkaisu. Fingrid.
<https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/turvallisuus/hengenvaara_esite-update2017.pdf>.

Muita maakaasuputkiston rakennuttamiseen liittyviä standardeja

SFS-EN 12327	Gas infrastructure. Pressure testing, commissioning and decommissioning procedures. Functional requirements.
SFS-EN 1555-1, 1555-2, 1555-3	Plastics piping systems for the supply of gaseous fuels
SFS-EN 1775	Kaasuputkistot rakennuksiin. Maksimi käyttöpaine enintään 5 bar. Toiminnalliset suositukset.