

Olli Salo

Sähköllä toteutettu sulanapito

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähköinen talotekniikka

Insinöörityö

20.10.2014

Tekijä Otsikko	Olli Salo Sähköllä toteutettu sulanapito
Sivumäärä Aika	42 sivua + 1 liitettä 20.10.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	sähkösuunnittelu
Ohjaajat	toimitusjohtaja Marco Tienhaara lehtori Matti Sundgren
<p>Tämän työn tarkoitus on koota lukijalle perustieto paketti alueidensulanapidosta, sadevesijärjestelmiensulanapidosta sekä vesi- ja viemäriputkien saattolämmityksestä. Työhön on koottu näiden eri lämmitysjärjestelmien suunnittelu-, mitoitus-, ohjaus- ja asennusohjeet. Työ on tehty Pistesarjat Oy:lle ja kaikki materiaali, jota työssä on käytetty, on Pistesarjat Oy:n omaa materiaalia.</p> <p>Työtä tehdessä tutustuttiin eri lämmitysjärjestelmiin niin asennus- kuin suunnittelumielesäkin. Näitä asennus- ja suunnittelukokemuksia hyödynnettiin työssä sekä kartoitettiin sähköalan ammattilaisten kokemuksia ja mielipiteitä lämmitysjärjestelmien suunnittelusta.</p> <p>Tavoitteena oli saada kaikki materiaali koottua loogiseksi esitemalliseksi työksi. Työn tavoitteena oli myös oppia lisää lämmitysjärjestelmistä ja oppia käyttämään oikeanlaisia kaapeleita ja tarvikkeita sulanapito ja saattolämmitysasennuksiin.</p> <p>Työssä tehtyjen johtopäätösten perusteella lämmitysjärjestelmien asennus on välttämätöntä turvallisuuden ja käyttövarmuuden kannalta. Toinen johtopäätös on, että ammattitaitoiseen suunnitteluun ja asennukseen kannattaa panostaa, koska vika löytyy toimimattomissa lämmitysasennuksissa lähes aina jommastakummasta.</p>	
Avainsanat	saattolämmitys, sulanapito, lämmityskaapelit

Author Title	Olli Salo Electrically implemented melting
Number of Pages Date	42 pages + 1 appendices 20 October 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	Electrical Engineering for Building Services
Instructors	Marco Tienhaara, Managing Director Matti Sundgren, Senior Lecturer
<p>The aim of this final year project was to gather together basic information about the melting of yard areas and rainwater systems, and about the trace heating of sewers and water pipes. Especially the design, control and assembly of the systems was looked into. The goal was to gather all the information in a logical brochure form. A second goal was to understand all the heating systems better, and to ensure the correct use of different heating cables in installations.</p> <p>Various heating systems were looked into to get familiar with the methods of design and assembly. Furthermore, the knowledge of qualified electricians and designers were used to gather the data for this Bachelor's thesis.</p> <p>The results of this study showed that it is very important to install this kind of heating into buildings to ensure safety and reliability. Moreover, it is important to invest in professional design and assembly because in faulty systems the fault is almost always either in the design or the assembly.</p>	
Keywords	trace heating, frost protection, heating cables

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Yleistä sulanapidosta	2
2.1	Käyttökohteet	3
2.2	Turvallisuus	4
2.3	Termostaatit ja säätölaitteet	6
2.3.1	Itserajoittuvat lämmityskaapelit	6
2.3.2	Vakiovastuskaapeli	8
2.4	Energia / tehontarve	9
2.5	Hulevesien hallinta	11
3	Ulkoalueiden sulanapito	11
3.1	Järjestelmän suunnittelu	12
3.1.1	Kaapelityypit	13
3.1.2	Mitoitus	15
3.1.3	Ohjaus	16
3.2	Asennuksen vaiheet	16
3.2.1	Asennus	17
3.2.2	Asfaltoidut alueet	18
3.2.3	Laatoitetut alueet	18
3.2.4	Betonoidut alueet	19
3.3	Huollon tarve	19
4	Sadevesijärjestelmien sulanapito	19
4.1	Järjestelmän suunnittelu	20
4.1.1	Kaapelityypit	20
4.1.2	Mitoitus	21
4.1.3	Ohjaus	22
4.2	Asennuksen vaiheet	23
4.2.1	Asennus	23
4.2.2	Sulanapito itserajoittuvalla kaapelilla	24
4.2.3	Sulanapito sarjavastuskaapelilla	24
4.2.4	Huollon tarve	26
5	Viemäreiden sekä putkistojen saattolämmitys	26

5.1	Järjestelmän suunnittelu	27
5.1.1	Kaapelityypit	28
5.1.2	Mitoitus	29
5.1.3	Ohjaus	31
5.2	Asennuksen vaiheet	32
5.3	Asennus	32
5.4	Huollon tarve	34
6	Termostaatit ja säätölaitteet	35
6.1	Termostaatit	35
6.2	Sulanapitokeskukset SPK	35
7	Sulanapitokaapeleiden ja saattolämmitysten kytkentä sähkökeskukseen	36
8	Käyttöönottotarkastus	37
9	Sähköturvallisuusstandardit	39
9.1	Suojaus sähköiskulta	40
9.2	Perussuojaus	40
9.3	Vikasuojaus	40
9.4	Palosuojaus	41
10	Piirustukset	41
11	Yhteenveto	41
	Lähteet	43
	Liitteet	
	Liite 1. Lämpöhäviötaulukko	

Käsitteet ja määritelmät

<i>Itserajoittuva kaapeli</i>	pitää vastuslämpötilansa vakiona ympäristön lämpötilasta tai erilaisista lämmönluovutusolosuhteista riippumatta ja säätelee omaa tehon tarvetta lämpötilan mukaan.
<i>Kylmäpäätte</i>	Kutistesukkaliitos, joka tehdään lämmityskaapelin syöttöpäähän. Liitos tehdään usein kumikaapeliin tai MMJ- asennuskaapeliin.
<i>Lämpöhäviöt</i>	ovat lämmitettävästä putkesta ympäristöön siirtyvät häviöt, ja ne riippuvat suurimmilta osin putken eristemateriaalin paksuudesta ja vallitsevista olosuhteista.
<i>Ohjausjärjestelmä</i>	huolehtii saattolämmitysten tehon tarpeen säätämisestä ja tehon sekä virran mittauksista.
<i>Saattolämmitys</i>	putkeen kiinni eristeen alle koko matkaltaan asennettava lämmityskaapeli, jolla varmistetaan putkessa virtaavan aineen sulana tai halutussa lämpötilassa pysyminen.
<i>Vakiovastuskaapeli</i>	lämmityskaapelin vastus metriä kohden on vakio, eli metri-teho koko kaapelin matkalla on sama.
<i>Vikavirtasuojakytkin</i>	suojaa ihmisiä ja laitteita mahdollisen eristysvian sattuessa laukaisemalla virtapiirin nopeasti virrattomaksi.

1 Johdanto

Insinööriyö on tehty Pistesarjat Oy:lle, joka on erikoistunut lämmityskaapeli-asennuksiin. Yrityksen tuoteryhmiin kuuluvat palonkestävät kaapelit, sähkölämmitys, vedenlämmitys, sulanapito sekä säätimet ja tarvikkeet.

Tässä insinööriyössä keskitytään sulanapitoa käsitteleviin tuotteisiin sekä asennuspalveluihin ja suunnittelupalveluihin. Insinööriyön tarkoituksena on koota sulanapitotiedot yhdeksi kokonaisuudeksi, josta pystytään kokoamaan esimerkiksi esite, jota voidaan käyttää sulanapidon markkinoinnissa asiakkaille.

Yrityksellä on tietysti valmiiksi vanhoja esitteitä, joita päivitetään vuosittain ajan tasalle, mutta esitteet ovat perustiedoiltaan varsin suppeita, ja niitä on vielä usean eri valmistajan nimissä. Insinööriyön materiaali koostuu myös useasta eri internetlähteestä, jotka kuuluvat Pistesarjat Oy:n konserniin. Internetosoitteita ovat **www.pistesarjat.fi**, **www.sileka.fi**, **www.elfoil.fi** ja **www.sulanapito.fi**. Lisäksi materiaalina oli myös edellä mainittujen internetsivujen irtoesitteitä, jotka sisältävät tuotetietoja sekä asennustietoja.

Insinööriyön tavoitteena on saada edellä mainitut materiaalit yhdeksi kokonaisuudeksi. Kokoamisen yhteydessä on myös pyrkimys saada muodostettua loogisesti koottu esitepohja insinööriyön muodossa.

2 Yleistä sulanapidosta

Lämmityskaapeleita voidaan käyttää sulanapitoon sekä metalli- että muoviputkissa. Kaapeli voidaan asentaa käyttövesiasennuksissa joko putken ulkopuolelle tai putken sisäpuolelle, mutta viemäriputkissa kaapelin on kuitenkin aina oltava putken ulkopuolella.

Vesijohtoasennuksissa putken sisäpuolisissa asennuksissa täytyy aina käyttää tarkoitukseen hyväksyttyä kaapelia, eli elintarvikeviranomaisen hyväksymää lämmityskaapelia. Eviran tiedoista Euroopan parlamentin ja neuvoston määräys EY N:o 1935/2004, jossa määritellään säännöt elintarvikkeen kanssa kosketuksissa oleville materiaaleille. Kontaktimateriaaleja koskevan ns. kehysasetuksen (EY N:o 1935/2004) lisäksi elintarvikekäyttöön soveltuvien muovien vaatimuksista on säädetty erikseen direktiivissä 2002/72/EY ja sen viidessä muutoksessa.

Kaapelityyppeinä sulanapitoasennuksissa käytetään yli 3 m:n asennuksissa joko vakiovastus- tai itserajoittuvaa kaapelia. Alle 3-metrisissä asennuksissa käytetään vain itserajoittuvaa kaapelia.

Markkinoilla on myös kaupan ns. kevennetyn kunnallistekniikan järjestelmä. Myynnissä on metritavarana valmista putkielementtiä, jossa on eristeen ja putken väliin tehtaalla valmiiksi asennettu lämmityskaapeli. Kyseisen asennuskokonaisuuden etuna on nopeampi asennus. Sähköasentajan tarvitsee asennuksessa tehdä vain loppupääte ja kylmäpääte sekä mahdollinen verkkoon kytkentä.

Tehokkaan ulkoalueen sulatusjärjestelmän tulee täyttää useita eri vaatimuksia:

- Sen pitää olla taloudellinen sekä hankkia että käyttää.
- Se on ympäristöystävällinen ja sopii kaikenlaisiin kohteisiin, kuten pysäköinti-alueille, ajoluiskiin, jalkakäytävälle, ulkoportaille, lastauslaitureille ja silloille.
- Erikoisempia sovelluksia ovat perustusten routasuojaus, kasvilavojen, kompostien, kotieläinten koppien ja avantouimareiden laituriportaiden lämmitykset.

Sulanapidettävän alueen pinnoitteena voi olla yhtä hyvin asfaltti, betoni tai laatoitus. Sulanapitojärjestelmän tärkein tehtävä on lisätä turvallisuutta, ja näin ollen talvikelien vaarallinen liukkaus voidaan välttää. Jäätymättömyys suojaa myös monia rakenteita vaurioilta. Järjestelmän toiminnan kannalta oleellista on myös oikean ohjausjärjestelmän valinta.

Sulanapitojärjestelmiä voidaan asentaa niin uudiskohteisiin kuin vanhoihin kohteisiin saneerauksen yhteydessä. Poikkeuksellisen vaativia sulatuskohteita ovat sillat ja lastauslaiturit, koska ne joutuvat kylmien säiden ja tuulien vaikutuksille alttiiksi myös alhaaltapäin. Näissä asennuksissa käytetyn neliötehon tulee olla suurempi kuin muissa asennuksissa. Energian säästämiseksi on myös suositeltavaa eristää rakenteet alapuolelta sekä sivuilta. Lämmityskaapelin asennusväli vaativissa asennuksissa on enintään 10 cm.

Sulanapitoa tarvitaan pitämään kattokaivot, räystäskourut ja syöksytorvet auki, jotta vesi pääsisi valumaan pois eikä jää pääsisi vahingoittamaan rakenteita ja julkisivuja. Kattorakenteisiin ei myöskään muodostu vaarallisia jää- ja lumikasumia, eikä näin ollen synny vaaraa vaarallisten jääpuikkojen putoamisesta jalankulkijoiden niskaan. Sulanapitokaapelit asennetaan pitkin räystäskouruja niiden pohjalle ja syöksytorvien sisään, jolloin vesi pääsee valumaan vapaasti katoilta pois. /9, s. 4–5./

2.1 Käyttökohteet

Sulanapidon yleisiä käyttökohteita ovat ulkoalueet, sadevesijärjestelmät ja putkistot sekä viemärit. Ulkoalueiden sulanapito on suurimmaksi osaksi käyttömukavuutta lisäävä asennus, mutta sillä voidaan lisätä myös turvallisuutta alueilla, joihin kertyy luonnostaan vaarallisesti kosteutta. Talviaikaan jäätyessään tämä kosteus aiheuttaa turvallisuusriskin. Tällaisia kohteita ovat portaikot, ajoluiskat sekä sillat ja lastauslaiturit.

Ulkoalueiden sulanapidossa tulee aina ottaa myös huomioon sulamavesien johtaminen pois alueelta niin, etteivät nämä vedet aiheuta lisää turvallisuusriskejä. Ulkoalueiden sulanapidolla pystytään myös helposti pitämään vaikeasti aurattavia alueita avoimena talviaikaan.

Sadevesijärjestelmien sulanapito on tärkeää turvallisuuden kannalta. Rännien ja syökytorvien sulanapidolla varmistetaan, että katoilta lämpöenergian sulattama sulamavesi pääsee virtaamaan turvallisesti pois katolta. Ilman kunnollista sadevesijärjestelmän sulanapitoa sulamavedet saattavat jäätyä räystäisiin aiheuttaen jalankulkijoille vaarallisia jääpuikkoja. Myös tässä asennuksessa on syytä kiinnittää huomiota sulamavesien oikeaoppiseen poisjohtamiseen, jotteivat sulamavedet aiheuta turvallisuusriskiä esimerkiksi jalkakäytävälle. Hankalia kohteita ovat vanhat kerrostalot, joihin ei ole asennettu oikeanlaista sadevesien keruujärjestelmää.

Viemäreiden ja vesijohtoputkien saattolämmitykset ovat välttämättömiä, varsinkin putkiosuuksilla jotka ovat maanpinnan yläpuolella tai routarajan yläpuolella. Putkistojen saattolämmityksellä pystytään lisäämään liittymien käyttövarmuutta sekä välttämään putkien jääytymisestä aiheutuvia suuriakin kustannuksellisia vaurioita. Varsinkin pientalorakentamisessa unohdetaan usein eristää sekä saattolämmittää putkiosuudet, jotka kulkevat rakennuksen sokkelissa maanpinnan yläpuolella. /12/

2.2 Turvallisuus

Kaikkien käytettävien lämmityskaapeleiden on oltava niitä koskevien standardien mukaisia. Yleisesti kaikkia käytössä olevia kaapeleita koskee SFS-IEC 800 -standardi. Aina saattolämmityskaapeleita asennettaessa on noudatettava kaapelin valmistajan antamia ohjeita.

Kaapelin asennusvaiheessa on kiinnitettävä huomiota kaapelin vahingoittumiselta suojaamiseen sekä asennettaessa että myöhemmin käytettäessä. Kaapelin on myös kaikilta ominaisuuksiltaan sovelluttava käyttötarkoitukseensa.

Lämmityskaapeli ja varsinkin vakiovastuskaapeli tulisi asentaa kokomatkaltaan lämmönjohtavuudeltaan samanarvoiseen väliaineeseen, mikäli sillä voidaan ehkäistä vaaratilanteen syntyminen normaali tai vikatilanteessa. Lämmityskaapeli ei myöskään saa vaurioittaa lähellä olevia materiaaleja ylivoimattamisen tai väärän asennustavan takia. Muiden sähkölaitteiden mahdollinen jäähtymisen tarve on otettava huomioon kaapelia asennettaessa. Sulanapito sekä saattolämmityspiirit tulee suojata enintään 30 mA:n vikavirtasuojakytkimellä. Lämmityskaapelin asennus ei saa missään tapauksessa heikentää eikä vaarantaa ympäristön paloturvallisuutta. /9, s. 3–5./

SFS 6000:n luvun 753 mukaisesti lämmityskaapelin tulee aina sopia sekä mekaanisilta että sähköisiltä ominaisuuksiltaan asennuspaikkaan. Kaapeli tulee mahdollisesti suojata mekaaniselta vaurioitumiselta ja kiinnitettävä luotettavasti paikalleen.

Lämmityskaapeleita on mekaanisesti kolmea eri lujuusluokkaa:

- luokka A: alhainen mekaaninen lujuus
- luokka B: keskimääräinen mekaaninen lujuus
- luokka C: korkea mekaaninen lujuus.

Sulanapitokaapelit ovat yleisesti lujuusluokkaa B tai C. A-luokan kaapelit ovat käytännössä tarkoitettuja lähinnä tehdasmaiseen asennukseen ja ne pitää asentaa lattioihin tai kattoihin niin, että ne ovat kokonaan betonissa. B- ja C-kaapelit soveltuvat paremmin asennuspaikalla tehtäviin asennuksiin. /9, s. 2./

Kaikkien sulanapitoon käytettyjen asennustarvikkeiden tulee soveltua ilman suojaa tapahtuvaan ulkoasennukseen, eli niiden on oltava asianmukaisesti IP-koteloituja (IP 44). Asennuksessa on otettava aina huomioon myös asennusympäristö ja mahdollisesta vauriotilanteesta vapautuvien aineiden vaikutus lämpökaapeliin.

Kaikkien ruuvien, jotka ovat alle kokoa M8, materiaalin tulee olla ruostumatonta terästä, pois lukien muoviset asennuskotelot, joissa kiinnitysruuvien materiaaliksi hyväksytään myös messinki, mikäli paikalliset olosuhteet sen sallivat. /10, s. 14./

Rasioiden ja koteloiden materiaalin tulee olla korroosiosuojattua metallia tai säänkestävää muovia ja kaapeleille tarkoitettujen läpivientien ja vedonpoistojen tulee sijaita koteloiden alareunassa tai sivuilla. Koteloita valittaessa tulisi myös ottaa huomioon mahdollinen lisäasennustarve, eli kotelossa tulisi olla ylimääräisiä kaapelin läpivientipaikkoja. Kaapeliläpivienti tai kaapelitiiviste on suositeltavaa varustaa vedonpoistolla. /10, s. 15./

2.3 Termostaatit ja säätölaitteet

Sulanapidon termostaateilla sekä säätölaitteilla voidaan säästää suuriakin energiakuluja varsinkin syksyaikana, jolloin lämpötilat vaihtelevat suojasäästä pakkaselle päivän aikana. Erillisellä ulkoilmaa seuraavalla termostaatilla tai ohjauskeskuksella voidaan myös välttää inhimillisen unohduksen mahdollisuus verrattuna pelkkään keinukytkin päälle/pois-ohjaukseen. Lisäksi ohjauskeskuksilla voidaan ohjata lämmityskaapelia päälle/pois myös kosteuden mukaan.

Ulkoalueiden sulanapito kuluttaa runsaasti energiaa toisaalta johtuen alueiden suuresta koosta ja toisaalta korkeiden lämmitystehojen takia. Tämän vuoksi onkin tärkeää valita järjestelmän ohjaukseen mahdollisimman tehokas säädin, joka minimoi energian kulutuksen kytkien lämmityksen päälle vain silloin, kun se on tarpeellista. Näin voidaan säästää jopa 80 % kuluista verrattuna yksinkertaiseen, pelkästään ulkolämpötilan perusteella tapahtuvaan säätöön. /11/

2.3.1 Itserajoittuvat lämmityskaapelit

Itserajoittuvien lämpökaapelien lämmitysteho muuttuu lämpötilan mukaan. Lämmitettävän kohteen lämpötilan noustessa laskee kaapelin lämmitysteho ja päinvastoin. Kaapelin saavuttaessa lämpötila, jossa sen kohteeseen luovuttama lämmitysteho on samansuuruinen kuin lämpöhäviöt ympäristöön, vallitsee lämpötilallinen tasapaino. Niin pitkään kuin ympäristön olosuhteet eivät muutu, kaapeli pitää lämmitettävän kohteen lämpötilan vakiona. /2, s. 6./



Kuva 1. Itserajoittuvan lämmityskaapelin rakenne /2, s. 7/.

Itserajoittuva kaapeli (kuva 1) koostuu kahdesta virtajohtimesta, jotka on upotettu lämpöä kehittävään puolijohdemateriaaliin. Tässä materiaalissa on johtavia hiukkasia, jotka ovat matalissa lämpötiloissa kosketuksissa toisiinsa ja muodostavat sähköä johtavia reittejä johtimien välille. Kaapelin lämmitessä hiukkaset joutuvat lämpölaajenemisen vuoksi erilleen toisistaan ja johtavat polut vähenevät. Johtimien välinen vastus kasvaa, ja niiden välinen virta laskee. Lämpötilan laskiessa hiukkaset tulevat taas kosketuksiin keskenään ja johdinten välinen virta kasvaa.

Itserajoittuva kaapeli ei välttämättä tarvitse ohjaukseen termostaattia, koska kaapeli rajoittaa lämmitystehonsa itse. Kaapelissa lämmitysteho ei siis ole välttämättä sama koko kaapelin pituudelta, vaan kaapelin teho saattaa muuttella olosuhteiden mukaan. Teho voidaan siis keskittää sinne, missä sitä kulloinkin tarvitaan. /2, s. 6./

Itserajoittuvan lämmityskaapelin valintaan suunnitteluvaiheessa vaikuttaa sulakkeen koon lisäksi myös kytkentälämpötila, ja nämä kaksi tietoa määräävät kaapelin pituuden asennuksessa. Kuvasta 2 käy ilmi Pistesarjat Oy:n PST-lämmityskaapelisarjan tietoja:

Kytkenälämpötila (°C)	Nimelliskatkaisuarvo (A)	Lämmityspiirin pituus (m)			
		PST10	PST20	PST30	PST40
10	16	126,5	109,0	83,0	57,0
	20	126,5	129,0	104,0	71,0
	25	-	129,0	113,0	89,0
0	16	115,5	92,0	71,0	50,0
	20	115,5	115,0	89,0	62,0
	25	-	119,0	105,0	78,0
-10	16	106,5	79,0	63,0	44,0
	20	106,5	99,0	78,0	55,0
	25	-	111,0	98,0	69,0
-20	16	99,5	70,0	56,0	40,0
	20	99,5	87,0	69,0	50,0
	25	-	104,0	87,0	62,0
-40	16	85,5	56,0	45,0	33,0
	20	85,5	71,0	57,0	42,0
	25	-	88,0	71,0	52,0

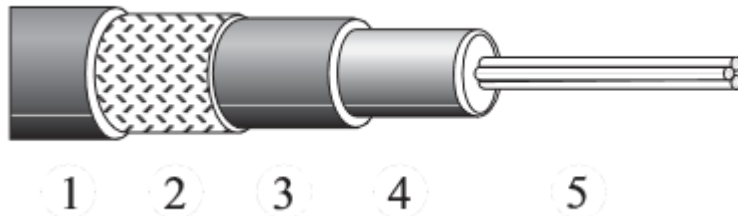
Kuva 2. Lämmityskaapelin asennuspituus kytkentälämpötilan ja sulakkeen koon mukaan /3. s. 7/.

2.3.2 Vakiovastuskaapeli

Vakiovastuskaapeli on yleisimmin käytetty lämmityskaapeli lämmitysasennuksissa. Lämmityskaapelia valmistetaan sekä 1-johtimisena että 2-johtimisena (kuvat 3 ja 4).

1-johdinkaapelissa johdin toimii vastuselementtinä, ja kaapeli tulee asentaa silmukaksi. 2-johdinkaapeli taas voidaan rakentaa siten, että toinen johdin toimii vastuselementtinä ja toinen johdin paluu johtimena. Molemmat johtimet voivat myös toimia vastuselementteinä. Molemmissa asennustavoissa johtimen loppupäässä on loppupääte, jossa johtimet ovat yhdistetty yhteen. Vakiovastuskaapelin teho on kääntäen verrannollinen sen pituuteen.

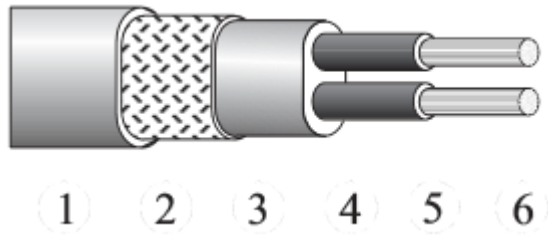
Vakiovastuskaapeleita on tarjolla eri eriste- ja vaippamateriaaleilla, käyttötarkoituksesta riippuen. Eri materiaaleja ovat kumi-, muovi-, teflon- ja mineraalieriste. Eristemateriaali määrää kaapelin suurimman sallitun lämpötilan. Pistesarjat valmistaa kaapeleita vakiomittaisina ja loppupääteellä sekä kylmäpääteellä varustettuna, mutta kaapeleita on mahdollista tilata myös kelatavarana.



Kuva 3. 1-johdinvakiovastuskaapelin rakenne.

Kuvan 3 numeroiden selitteet:

1. Eristävä vaippa
2. Kosketussuojana toimiva suojapalmikko
3. Nauhoitus
4. Johdineriste
5. Vastuslanka



Kuva 4. 2-johdinvakiovastuskaapelin rakenne

Kuvan 4 numeroiden selitteet on listattu seuraavassa:

1. Eristävä vaippa
2. Kosketussuojana toimiva suojapalmikko
3. Nauhoitus
4. Johdineriste
5. Vastuslanka
6. Virtajohdin

/9, s. 2–3./

2.4 Energia / tehontarve

Putkien sulanapidossa eli saattolämmityksessä ei suositella käytettäväksi suurempaa tehoa kuin $7\text{--}8\text{ W/m}^2$, ja muoviputkilla suurin sallittu mitoitusteho on 10 W/m ja metalliputkilla 20 W/m . Yleensä käytetään mitoituksessa valmistajan antamia taulukoita. Saattolämmityksen mitoitustehona, eli kytkentälämpötilana käytetään yleensä 0 °C :ta. Ulkoalueiden lämmityksessä yleisesti käytetyt mitoitustehot on esitetty taulukossa 1:

Taulukko 1. Erialaisten kaapelityyppien kuormitettavuus ja suurimmat käyttölämpötilat /9/.

Kaapelityyppi, eriste- materiaali	Mitoitusteho W/m	Suurin sallittu käyttölämpötila °C
Norm. vakiovastuskaapeli, PVC	17–20	70
Norm. vakiovastuskaapeli, kumi	17–20	80
Norm. vakiovastuskaapeli, PVDF/PVC (teflon)	17–20	90
Saneerauskaapeli, PVC	8–10	70
Saneerauskaapeli, kumi	8–10	80
Saneerauskaapeli, PVDF/PVC (teflon)	8–10	90
Tefloneristeinen vv-kaapeli	20–35	200–260
Mineraalieristeinen vv-kaapeli	20–300	400–1000
Itserajoittuva kaapeli	10–100	65–120 (hetkelli- sesti 190–215)
Vakiometritehoinen kaapeli	10–40	200–230

Kattorakenteiden tehontarvetta määriteltäessä on otettava huomioon katon rakenne, käytetyt materiaalit ja paikalliset sääolot. Katot luokitellaan karkeasti kahteen pääluokkaan: kylmiin ja lämpimiin kattoihin. Kylmä katto on hyvin eristetty, ja se päästää vain hyvin vähän lämpöä ulos, kun taas lämmin katto on huonosti eristetty ja sen lämmönhukka on suuri. Lämpimällä katolla osa lumesta sulaa valuen katon reunalle, jossa se jäähtyy ja jäätyy. Tämä jäätyminen on ongelmallista ja vaatii enemmän tehoa räystäskouruihin takaamaan järjestelmän toimivuuden. Kylmällä katolla jäätä muodostuu pääasiassa ajanjaksoina, jolloin aurinko päivisin sulattaa lunta.

Kattorakenteiden sulanapitoon sopiva kaapeliteho on 15–25 W/m ja kokonaisteho neliömetrille enintään 250 W. Huopakatoilla ja vastaavilla palaviksi luokitetuilla materiaaleilla on kaapelin maksimiteho 20 W/m.

Räystäskouruihin asennettavan kaapelin teho kylmillä katoilla 30–40 W/m ja lämpimillä katoilla 40–50 W/m. Aina on kuitenkin otettava huomioon räystäskourun materiaali ja sopiva teho sen mukaisesti, esimerkiksi metallisiin kouruihin 50 W/m, muovisiin 40

W/m, mutta puukouruihin vain 35 W/m. Taulukosta 2 käy ilmi lämmityskaapeleiden tehoja erilaisilla materiaaleilla. /9, s. 10–12./

Taulukko 2. Lämmityskaapeleilla käytettävät tehot erilaisilla materiaaleilla /9/.

Sovellus	Normaali teho		Maksimiteho	Kaapeliteho
	Kylmä katto	Lämmin katto		
Katon lape, kattokouru, pelti- tai tiilikatto, huopakatto	150–250 W/m ²	150–250 W/m ²	300 W/m ² 20 W/m	15–20 W/m
Muovikouru, syöksytorvi	30–40 W/m	40–50 W/m	40 W/m	15–25 W/m
Metallikouru, syöksytorvi	30–40 W/m	40–50 W/m	50 W/m	15–25 W/m
Puukouru, syöksytorvi	30–40 W/m	40–50 W/m	35 W/m	15–25 W/m

2.5 Hulevesien hallinta

Salaojavesien ja sadevesien, eli hulevesien johtaminen pois on tärkeää ottaa huomioon sulanapidossa. Esimerkiksi kattojen sulanapidossa on otettava huomioon, ettei katolta sulatettu vesi vain valu syöksytorvea pitkin jalkakäytävällä aiheuttaen jäätyessä turvallisuusvaaran. Tämä saattaa tulla ongelmaksi vanhoissa kerrostaloasunnoissa, joissa ei ole valmiiksi kunnollista sadevesien keruujärjestelmää. Mikäli kohteen saneerauksen yhteydessä ei voida rakentaa sadevesien keruujärjestelmää, pitäisi kohteen saneerauksen yhteydessä rakennuttaa vähintäänkin kourut asfalttiin, joita pitkin hulevedet voidaan johtaa turvallisesti kunnalliseen viemäriverkkoon tai imeytyskentälle.

Sama tilanne koskee myös ulkoalueiden sulanapitoa. Ajoluiskien hulevedet tulee myös johtaa turvallisesti pois, koska usein ajoluiskissa on kaato esimerkiksi parkkihallin suuntaan. Tällöin hulevedet saattavat aiheuttaa vaarallisen jäätymän ajoluiskan alkupuolelle, mikäli ajoluiskan alapäässä ei ole kunnollista hulevesien poistoa.

3 Ulkoalueiden sulanapito

Ulkoalueiden sulanapidon perusajatuksena on turvallisuuden lisääminen sekä käyttömukavuuden lisääminen. Yleisten kävelyreittien sulana pysyminen talviaikaan vähentää auaustöiden tarvetta sekä lisää käyttömukavuutta. Sulanapito tulisi myös huomioida paikoissa, joihin virheellisten kaatojen tai maastosta riippuvista syistä muodostuu sulamavesiä, jotka voivat aiheuttaa turvallisuusriskin. Yleisiä ulkoalueen sulanapidon

kohteita ovat pysäköintialueet, ajoluiskat, kävelytiet, ulkoportaat, sillat ja lastauslaiturit. Ulkoalueen sulanapidolla pystytään myös välttämään mahdolliset routavauriot. /1/

Kiinteistön piha- ja porrasalueiden sulanapidolla saadaan useita hyötyjä kiinteistön omistajalle kuten myös kiinteistön käyttäjälle. Lain mukaan kiinteistön omistaja on vastuussa kulkuväylien kunnossapidosta sekä niillä mahdollisesti tapahtuvista loukkaantumisista, mikäli kunnossapitoa on laiminlyöty. Omistajalle hyödyt tulevat turvallisina kulkuväylinä, talven kunnossapidon kustannusten pienentymisenä, loukkaantumisriskien vähentymisellä sekä hiekoitushiekan käytön vähentymisenä. Käyttäjän on mukavampi kulkea sulilla portailla sekä alueella, ja tämä myös antaa nykyaikaisen kuvan kiinteistön hoidosta ja kunnossapidosta.

Sulanapidolla vältytään rikkomasta myös piha- ja porrasspinnoitteita, koska yleensä paakkuuntunutta lunta ja jäätä hakataan erilaisilla työkaluilla pois. Kulkuväylien pysyessä helppokulkuisina vältytään myös turhilta liukastumisilta ja loukkaantumisilta, joiden kustannukset saattavat tulla kiinteistön omistajan maksettavaksi. /12/

Ulkoalueiden sulanapitojärjestelmä koostuu kohteen rakenteisiin asennetuista lämpökaapeleista ja sulatusta ohjaavasta säätimestä tai antureilla varustetusta ohjauskeskuksesta. Ulkoalueiden sulanapito on helpointa toteuttaa kaapelimatolla, jossa lämpökaapeli on sidottu esim. muovipannoilla asennusalueen kokoiseksi ja muotoiseksi matoksi. Se voidaan toteuttaa myös erillisellä sarjavastuskaapelilla tai pienillä alueilla myös itserajoittuvalla kaapelilla. /4/

3.1 Järjestelmän suunnittelu

Suunnittelu aloitetaan lämmitettävän alueen lämmitystehon määrittämisellä ja tämän jälkeen määritellä asennukseen parhaiten sopiva lämmityskaapeli. Tämän jälkeen määritellään lämmitysjärjestelmän ohjaus ja säätötapa, joilla pystytään parantamaan järjestelmän energiatehokkuutta.

Järjestelmän asennus kannattaa suunnittelun yhteydessä ajoittaa myös niin, että lämmityskaapeli voidaan asentaa lämpimän sään aikaan ja asennus on aikataulutettu mahdollisen muun rakentamisen kanssa. Tällöin lämmityskaapeli asennetaan kaapeli-

valmistajan ohjeiden mukaisissa asennusoloissa ja lämmitysasennuksesta voidaan hyötyä heti lämmityskauden alussa.

3.1.1 Kaapelityypit

Eri asennuskokonaisuuksia varten markkinoilla on erilaisia lämmityskaapeleita. Pistesarjat Oy:llä on ulkoalueiden sulanapitoon tarjota itserajoittuva Elchem Lumi -sulanapitokaapeli, Sileka-sulanapitomatto sekä vakiovastuskaapelina Sileduo-2-johdinlämpökaapeli ja PST 30 -sulanapitokaapeli.

Merkittävä etu nykyaikaisilla lämmityskaapeleilla on se, että ne voidaan katkaista haluttuun pituuteen, huomioiden kuitenkin aina enimmäisasennuspituudet. Kaapelit voidaan myös tilata valmistajalta suoraan määrämittäisinä sulanapidettävälle alueelle. Myös sulanapitomatot räätälöidään vastaamaan asiakkaan vaatimuksia.

Itserajoittuvat kaapelit

Itserajoittuvista kaapeleista Pistesarjat Oy:llä on sekä pientalorakentamiseen soveltuva itserajoittuva ulkoalueiden sulanapitokaapeli (ELCHEM Lumi) sekä teollisuuden ulkoalueiden sulanapitokaapeli (THERMON KSR-2-OJ).

ELCHEM Lumi on korkeatehoinen kaapeli piha-alueiden, portaiden, kävelyteiden, pysäköintialueiden, ajoluiskien, kynnysten yms. sulanapitoon. Lämmityskaapelin teho on jopa 90 W/m (0 °C) asennettuna betoniin. /2, s. 6./

THERMON KSR-2-OJ on huipputehokas kaapeli esimerkiksi portaiden, ovien edustojen ja ajoluiskien sulanapitoon. Kaapeli sopii myös asennuksiin, jotka toteutetaan vaativissa olosuhteissa, kaapelin ATEX-hyväksynnän ansiosta. Kaapelin teho on 90 W/m. /13, s. 13./

Sulanapitomatot

Sulanapitomatto Sileka soveltuu ulkoalueiden kuten ajoluiskien sulanapitoon. Sulanapitomattosta löytyy valmiita kokoja, mutta matot räätälöidään tarvittaessa asiakkaan

tarpeiden mukaisiksi. Sulanapitomatosta on kahta eri mallia varastotavarana, 230 V:n ja 400 V:n liitäntäjännitteelle tarkoitettua sulanapitomattoa. /13, s. 21./

Kaapelivedot on kiinnitetty toisiinsa muovipannoilla, joten kaapelien välinen etäisyys on aina sama. Toimitukseen sisältyvät lämpökaapeli kylmäkaapeleineen, muovipannat ja maton valmistus haluttuun kokoon ja muotoon.

Sulanapitomatto voidaan asentaa laatoituksen alle, valaa betoniin tai päällystää asfaltilla. Asfaltin lämpötila ei saa ylittää 160 °C:ta. Sulanapitomattoja voidaan ohjata differentiaalitermostaattilla tai sulanapidon ohjauskeskuksella.

Yleisiä pintatehoja eri sulanapitoalueille:

- 200 W/m² (±10 %) katetut ja suojaiset alueet
- 250 W/m² (±10 %) jalkakäytävät ja portaat
- 300 W/m² (±10 %) lastauslaiturit ja ajoluiskat
- 350 W/m² (±10 %) vilkasliikenteiset alueet ja sillat

/2, s. 13./

Vakiovastuskaapelit

PST 30 sulanapitokaapelin ensisijaiset käyttökohteet ovat ulkoalueiden, ajoluiskien, lastauslaitureiden ja vastaavien sulanapitolämmitykset. PST 30 -sulapitokaapeli kestää hetkellisesti (30 min) 240 °C:n lämpötilan, joten se voidaan asentaa myös asfaltin alle. C-luokan lämmityskaapeli. /13, s. 20./

SILEDUO 2-johdinlämmityskaapeli sopii ulkoalueiden kuten ajoluiskien, kulkuväylien, ulkoportaiden ja lastauslaitureiden sulanapitoon. Sen maksimi lämpötila on 80 °C ja maksimi metriteho on 25 W/m. /13, s. 22./

3.1.2 Mitoitus

Sulanapitoon tarvittava teho riippuu alueen lumiolosuhteista, käytöstä ja eristyksestä. Liikennöidyillä alueilla tarvitaan korkeampi sulatusteho kuin jalankulkuväylillä. Tuulelle alttiita alueita koskee sama sääntö. Sillat ja lastauslaiturit, jotka ovat alta avoimia, vaativat myös enemmän tehoa, koska lämpöhäviöitä on molempiin suuntiin. Hyvällä eristyksellä voidaan vähentää sulatustehon tarvetta. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että 450- W/m² sulattaa 30 mm lunta tunnissa, myös silloilta.

Alla on lueteltu ohjearvoja eri sulatuskohteille. Kylmillä ja runsaslumisilla alueilla, kuten Pohjois- ja Itä-Suomessa, on syytä valita korkeampi tehoarvo:

Taulukko 3. Erikohteiden tarvitsemat sulatustehot.

Jalkakäytävät	
- tuulelta suojatut	150–200 W/m ²
- suojaamattomat	200–250 W/m ²
Ulkoportaat, ovien edustat	200–350 W/m ²
Pysäköintialueet, ajotiet	200–350 W/m ²
Lastauslaiturit, sillat	
- eristetyt	250–300 W/m ²
- eristämättömät	300–400 W/m ²

3.1.3 Ohjaus

Alueiden sulanapitoa on ohjattava vähintään käyttökytkimellä, mutta hyvin suositeltavaa on ohjata järjestelmää tarkoitukseen suunnitellulla ohjauskeskuksella. Hyvin suunnitellulla ohjauksella ja oikein asetelluilla sekä valituilla antureilla voidaan säästää energiaa.

Yleinen DIN-kiskokiinnitteinen ohjausjärjestelmä on kaksoistermostaatti, joka on varsinaisesti tarkoitettu ulkoalueiden sulanapidon ohjaukseen. Termostaatilla voidaan valita haluttu lämpötila-alue, jolla kohdetta lämmitetään. Tämä on varsinkin pääkaupunkiseudulla hyvin energiatehokasta, koska kaapeli ei kuluta jatkuvasti energiaa. Suojakelillä kaapeli ei lämpene ja energiaa säästyy.

Ohjaus voidaan suorittaa myös sulanapidon ohjauskeskuksilla. Ohjauskeskusten etuna on se, että niihin voidaan liittää erilaisia antureita, jotka parantavat sulanapitoa, sekä energiatehokkuutta. Ohjaustehokkuus paranee, kun lämpötila-anturin lisäksi lisätään alueiden sulanapitoon tarkoitettu maa-anturi, joka tunnistaa maan kosteutta sekä lämpötilaa. Parhaaseen ohjaukseen päästään, kun termostaatit asetetaan lähelle lämmitettävää kohdetta.

3.2 Asennuksen vaiheet

Hyvin tehdyn suunnittelun jälkeen on asennuksen vuoro. Olennainen osa asennuksia ovat valmistavat työt, kuten syöttökaapelin valinta ja veto. Tärkeää on myös varmistaa, että suojaus toteutetaan sähköstandardien mukaan.

Esivalmistaviin töihin lukeutuu myös ohjauskeskuksen sijoituspaikan selvittäminen. Mahtuuko se ryhmä- tai pääkeskukseen vai pitääkö ohjauskeskukselle valmistaa oma moduulikeskus. Myös kytkentärasioiden paikat tulee harkita tarkkaan, jolloin varmistetaan asennuksen toimintavarmuus.

Suunniteltaessa lämmityspiirien määrää ja sijoitusta on otettava huomioon mahdolliset liikuntasaumamat. Liikuntasaumoilla tarkoitetaan rakenteita, jotka estävät siihen kohdistuvan rasituksen siirtymisen seuraavaan rakennusosaan, sallien rakennusosan liikkeen. Viimeisteleviä töitä on loppupiirustusten luonti sekä asennukselle suoritettavat käyttöönottotarkastukset.

3.2.1 Asennus

Kaapeli voidaan asentaa betoniin, asfaltin tai laatoituksen alle. Suurissa sulanapitoasennuksissa on huomioitava, että lämpökaapelia ei saa asentaa liikuntasauaman kohdalle, koska sauman liike saattaa vahingoittaa kaapelia, vaan jokainen liikuntasaumattu alue pitää lämmittää omana piirinään. Käytettäessä vakiovastuskaapeleita sulanapitoon on huomioitava, että kaapelivedot eivät saa olla kosketuksissa toisiinsa.

Jotta saavutettaisiin mahdollisimman tasainen lämmitysteho koko sulanapitoalueelle, on suositeltavaa säilyttää kaapelien välinen etäisyys samana koko alueella. Kaapeli-
lenkin asennuksessa suositellaan avuksi joko muovisia asennuspantoja tai metallista asennusnauhaa. Niillä varmistetaan tasaiset kaapelivälit ja kaapelin pysyminen paikallaan pintamateriaalin valun tai asennuksen aikana. Valmiiksi tilaan suunnitellut matot helpottavat ulkoalueen sulanapidon asennusta, koska valmiissa matossa kaapeli on kiinnitetty jo valmiiksi samalle etäisyydelle koko maton alueella.

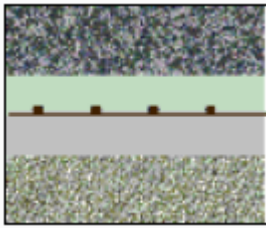
Lämmityskaapelin eristysvastus ja lämmitysjohtimen resistanssi on mitattava sekä ennen asennusta, että sen jälkeen. Testauslaitteen käyttö myös asennuksen yhteydessä on suositeltavaa. Alueesta kannattaa tehdä ennen pintakerroksen levittämistä mittapiirros, josta ilmenee kaapelien, liitosten ja anturien sijainti. Kaapelin asennuksesta on myös suositeltavaa ottaa valokuvia kaapelin asennuksen aikana.

Valokuvata kannattavat ainakin antureiden paikat, kylmäkaapelien kiitoskohdat ja yleiskuva kaapelin asennuksesta. Kaapeliin ei saa kytkeä virtaa, ennen kuin pintakerros on kuivunut ja kovettunut. Betonin kuivumisaika on noin 30 päivää paksuudesta riippuen.

/4/

3.2.2 Asfaltoidut alueet

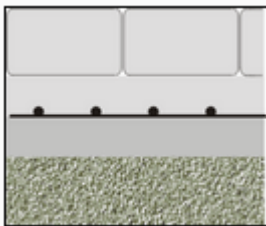
Sepelin päälle levitetään 3–4 cm:n kerros hienoa soraa estämään kaapelin vahingoittumista karkeaa sepelipohjaa vasten. Kaapeli asennetaan sorakerroksen päälle ja peitetään noin 3 cm:n hiekkakerroksella, joka suojaa kaapelia kuumuudelta. Asfaltti, jonka paksuus on vähintään 5 cm, levitetään vasta, kun se on jäähtynyt 160 °C:n lämpötilaan. Asfaltti ei saa olla liian karkeaa, koska terävät ja isot kivet voivat tunkeutua hiekkakerroksen läpi ja vahingoittaa kaapelia. (Kuva 5.)



Kuva 5. Lämmityskaapelin asennus asfalttiin /4/.

3.2.3 Laatoitetut alueet

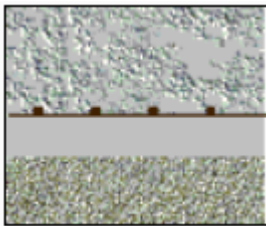
Maapohjan päälle levitetään 5–7 cm:n kerros hienoa soraa eristeeksi ja suojaamaan kaapelia teräviltä kiviltä. Terävä särmäiset kivet on syytä poistaa maapohjasta ennen soran levitystä. Kaapeli asennetaan sorakerroksen päälle. Kaapelin ja laatoituksen väliin levitetään 2–3 cm hiekkakerros suojaamaan lämpökaapelia. Laatat asetellaan hiekkakerroksen päälle. Yleinen laatan paksuus on noin 6–8 cm:n. (Kuva 6.)



Kuva 6. Lämmityskaapelin asennus laatoitukseen /4/.

3.2.4 Betonoidut alueet

Pohjan päälle levitetään 3–4 cm:n kerros hiekkaa tai hienoa soraa. Lämpökaapeli asennetaan tiiviisti hiekka- tai sorakerroksen päälle. Kaapelit voidaan kiinnittää myös suoraan betonirauδοitukseen esim. nippusiteillä. Rautalankaa tai kuparilankaa ei pidä käyttää, koska metallinen lanka saattaa pureutua kaapelinsuojakuoren läpi ja vahingoittaa lämpökaapelia. Valun yhteydessä on valvottava, ettei kaapelin ympärille jää ilmataskuja. Liian karkeaa betonia ei saa käyttää, koska terävät kivet voivat vahingoittaa kaapelia. (Kuva 7.)



Kuva 7. Lämmityskaapelin asennus betoniin /4/.

3.3 Huollon tarve

Ennen lämmityskauden alkua olisi hyvä varmistaa lämmityskaapelin toiminta sekä varmistaa ohjaavien antureiden kunto. Näkyvissä olevat kaapeliosat on myös silmämääräisesti tarkastettava, etteivät ne ole vaurioituneet.

4 Sadevesijärjestelmien sulanapito

Sadevesijärjestelmän sulanapidolla pyritään takaamaan, että sulamisvedet eivät kasaannu räystäskouruihin muodostaen vaarallisia jääkertymiä. Suomen talvi on sadevesiputkistojen kannalta hankala, koska pakkaspäivät ja suojasäät vaihtelevat jatkuvasti ja ilman lämpötilavaihtelut aiheuttavat sen, että katoille satanut lumi alkaa suojasäällä sulaa ja valuu räystäskouruihin ja syöksytorviin.

Pakkaskeleillä sulamavedet alkavat jäätymään räystäskouruihin ilman kunnollista sadevesijärjestelmän sulanapitoa, ja sulamavesien jäätyminen aiheuttaa räystäskourujen tukkeutumisen, josta seuraa sulamavesien kertyminen räystäisiin. Tämä jääpuikkojen

muodostuminen aiheuttaa varsinkin kaupungeissa hengenvaaran, josta vastuun kantaa viime kädessä kiinteistönomistaja.

Jäätymisen ja jalankulkijoille muodostuvan turvallisuus riskinlisäksi sulamavesien kerääntyminen räystäskouruihin voi aiheuttaa myös veden valumisen rakenteisiin. Suuria vesivahinkoja voi muodostua jäätyneistä ja haljenneista räystäskouruista. Seinät kärsivät korroosiosta ja seurauksena ovat kosteus- ja homevauriot rakennusten kantavissa osissa. Edellä mainittuihin ongelmiin on useita ratkaisuja, mutta yleisin ratkaisu on sähköllä toteutettu lämmitysjärjestelmä, jossa lämmityskaapeli sijoitetaan räystään alareunaan sekä syöksytorviin. /1/

4.1 Järjestelmän suunnittelu

Kuten muidenkin lämmitysjärjestelmien kohdalla järjestelmän toteutus lähtee suunnittelusta. Myös räystäslämmitysten suunnittelussa on tärkeitä, että suunnittelu tehdään huolella, koska hyvällä suunnittelulla säästetään rakennuskustannuksissa sekä käyttökustannuksissa.

Suunnittelussa pitää kiinnittää huomiota rännien ja syöksytorvien yhteispituuteen, josta selviää vaadittava lämmityskaapelin kokonaispituus, koska pituuden perusteella voidaan suunnitella vaadittavien syöttöpisteiden lukumäärä. Lämmitysjärjestelmän ohjaus sekä säätö kannattaa suunnitella huolella, koska ohjauksella saadaan aikaan energia- tehokas järjestelmä.

4.1.1 Kaapelityypit

Räystäslämmityksiin soveltuvia kaapeleita on markkinoilla pääasiassa kahta eri perustyyppiä: vakiovastuskaapeleita ja itserajoittuvia lämmityskaapeleita. Nykyään käytetään enemmän itserajoittuvaa kaapelia, kuin vakiovastuskaapelia, sen energiatehokkuuden ansiosta. Vakiovastuskaapelit ovat hankintakustannuksiltaan vielä aikapaljon halvempia, mutta itserajoittuvat kaapelit maksavat itsensä takaisin käyttökustannuksissa jo vuoden tai parin sisällä.

Kaapeleita myydään metritavarana sekä valmiina lämmityskaapelikokonaisuuksina. Käytettäessä metritavaraa on lämmityskaapelit aina varustettava loppupäätteellä sekä

kylmäpäällä. Nämä asennukset voi suorittaa ainoastaan ammattitaitoinen sähköasentaja valmistajan tuotteilla sekä valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Eri käyttötarkoituksia varten on valittavissa eri vastusarvot omaavia lämmityskaapeleita, sopivan kaapelipituuden ja asennustehon aikaansaamiseksi. Lämmityskaapeleissa on yleensä 1 tai 2 vastusjohdinta.

Itserajoittuvat kaapelit

ELCHEM Ränni on korkealuokkainen UV-säteilyä kestävä kaapeli rännien ja syöksytorvien sulanapitoon /2, s. 6./

PST LIME – itserajoittuva kaapeli sopii syöksytorvien ja kattokourujen ja kattolappeiden sulanapitoon. Kaapelia valmistetaan määrämittaisena loppupäätteellä ja kylmäpäällä varustettuna. /2, s. 5./

Vakiovastuskaapelit

PST 30 on 2-johdinvakiovastuskaapeli, joka sopii räystäskourujen sekä kattojen sulanapitoon. Kaapelin UV-suojattu vaippa takaa sen, että se soveltuu sadevesijärjestelmien sulanapitoon. /2, s. 12./

4.1.2 Mitoitus

Mitoitettaessa lämmityskaapeleita on hyvä muistaa, että vakiovastuskaapelin pintalämpötila asettuu samaan arvoon kuin lämpötilan kaapeli antaa ympäristöönsä. Näin ollen kaapelin kuormitettavuus määräytyy ympäröivän aineen lämmönjohtavuuden mukaan. Tämän vuoksi kaapeli tulisi asentaa väliaineeseen, joka on kokomatkalta lämmönjohtavuudeltaan samanarvoinen. Mikäli väliaineessa on kohtia, jotka ovat lämmönjohtavuudeltaan eriarvoisia, on kaapelit mitoitettava huonoimman mahdollisen kohdan mukaan. Itserajoittuvilla kaapeleilla kuormituslaskut ovat suuripiirteisempiä.

Kun lämmitysteho on määritelty ja vaadittava metriteho tiedossa, saadaan määriteltyä yhden lenkin minimipituus ja maksimiteho. Tämän jälkeen voidaan määritellä kaapelilenkkien lukumäärä ja pituus niin, että kokonaistehontarve täyttyy. Mikäli kohde on suuri ja lämmitettäviä lenkkejä paljon, on suositeltavaa ryhmitellä tehon tasaamisen vuoksi

lämmityskaapeleita symmetrisesti eri vaiheille ja näin välttää sulakkeiden ylikuormitusta.

4.1.3 Ohjaus

Räystäiden sulanapitoa pitää ohjata vähintään käyttökytkimellä, mutta energiatehokkuuden vuoksi on enemmän kuin suositeltavaa käyttää sulanapidon ohjauskeskusta. Kuten ulkoalueiden sulanapitoon, myös sadevesijärjestelmien sulanapitoon, on tarjolla erilaisia ohjaus- ja säätökeskuksia.

Yleisiä ohjausmuotoja ovat kaksoistermostaatti sekä ohjauskeskus. Kaksoistermostaateilla voidaan määritellä lämpötila-alue, jolla järjestelmä lämmittää niin, että lämmityskaapeli ei lämmitä jatkuvasti. Järjestelmää ei siis tarvitse enää itse käydä kytkemässä pois päältä suoja-aikana, vaan automaatiikka hoitaa säädön. Kaksoistermostaattien etuna on, että niillä saadaan määriteltyä myös alin lämpötila, jolla lämmityskaapeli lämmittää, koska jos ulkona on kova pakkanen, jäätä ei muodostu ja räystäitä on turha lämmittää.

Edistyneisempää säätöä saadaan ohjauskeskuksella, johon voidaan asentaa ulkolämpötila-anturin lisäksi räystäasanturi, joka mittaa kosteutta räystäskourusta tai syöksytorstesta asennuspaikasta riippuen. Paras säädettävyyden lämmityskaalille saadaan juuri käyttämällä räystäasanturia ja sijoittamalla anturi nimenomaan räystääseen ja mieluiten vielä oletettavasti kylmimpään mahdolliseen paikkaan.

Myös mekaaninen kytkentä eli pelkän käyttökytkimen käyttö on hyvinkin toimiva ratkaisu kohteisiin, joissa halutaan säästää ylimääräisissä kustannuksissa. Käytettäessä pelkkiä käyttökytkimiä on syytä kiinnittää suunnitteluvaiheessa jo huomiota käyttökytkinten sijoituspaikkoihin. Mikäli käyttökytkimet sijoitetaan hankaliin paikkoihin kuten ullakolle, on mahdollista, ettei huoltomies viitsi käydä kytkemässä lämmityskauden lopputtua lämmitystä pois päältä. Käyttökytkimet tulisi asentaa paikkoihin, joihin on helppo kulkea, ja ne tulisi varustaa merkkivalolla, josta tiedetään, onko lämmitys päällä vai pois.

4.2 Asennuksen vaiheet

Ennen varsinaista kaapeleiden vetoa on syytä tehdä valmistavia toimenpiteitä. Näitä ovat räystäiden ja syöksytorvien puhdistus ja tarkastus, niin että kaapeleilla on vapaat kulkureitit. Lisäksi on päätettävä syöttökaapeleiden malli, niiden asennusreitit ja jakorasioiden paikat. Syöttökaapeleiksi kelpaavat yleensä, maakaapelit kuten MCMK tai asennuskaapelit kuten MMJ, asennuksissa, joissa jakorasia tai kytkentäpiste tulevat tilaan, jossa sen lämpötila jää alle 70 °C:n. Asennuksissa, joissa syöttökaapelin lämpenemistä 70 °C:seen ei voida estää, on käytettävä lämmöltä suojattuja kaapeleita kuten SSJ.

Lisäksi on varmistettava, että lämmityskaapelien sähköinen suojaus on sähköstandardien mukainen, varsinkin saneerauskohteissa. Asennuksen valmistuttua on asennukselle muistettava tehdä vielä käyttöönottotarkastus sekä piirrettävä lopulliset piirustukset. Lämmityskaapelista tulee mitata vastusarvo ennen asennusta ja varmistaa asennuksen jälkeen, että kaapelin vastusarvo on edelleen toleranssialueella. Kaapelista tulee aina käyttöönottomittauksena mitata myös eristysresistanssi maata vasten.

4.2.1 Asennus

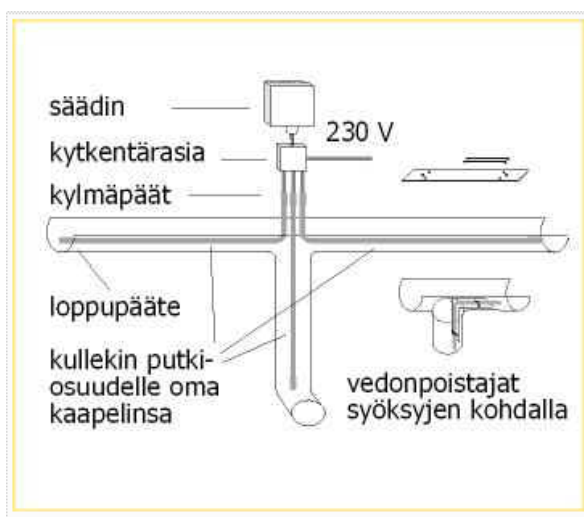
Rännien sulanapito voidaan toteuttaa joko itserajoittuvalla tai sarjavastuskaapelilla. Itserajoittuva kaapeli sopii parhaiten pieniin kohteisiin. Isoihin kohteisiin kannattaa käyttää sarjavastuskaapelia ja sitä ohjaavaa säätöyksikköä. Kaapelin vaippa on UV-suojattu.

Suomen olosuhteissa tarvitaan n. 35–40 W:n lämmitystehoa putkistometriä kohden, jotta sulatus toimisi riittävän tehokkaasti. Kunkin syöksytorven yläpään tulee asentaa vedonpoistaja, jonka varassa kaapeli voi roikkua vapaasti syöksytorvessa maksimissaan 10 metriin asti. Tämän jälkeen on käytettävä vaijerikiinnitystä, joka poistaa vedon kaapelista. /5/

4.2.2 Sulanapito itserajoittuvalla kaapelilla

Itserajoittuva kaapeli ei välttämättä tarvitse säätöä, koska kaapeli rajoittaa lämmityste-honsa ympäristön lämpötilan mukaan. Jos syöksytorvia on useita, suositellaan sää-töyksikön käyttöä.

Sadevesiputkistojen sulanapitoon sopii parhaiten tähän tarkoitukseen kehitetty kaapeli, eli ELCHEM Ränni. Kaapeli soveltuu hyvin tarkoitukseen, koska se luovuttaa runsaasti tehoa lumessa ja jäävedessä. Kaapelin lämpöteho 0 °C on 36 W/m. Kun jää on sulanut ja kaapeli on kuivilla, laskee kaapelin lämmitysteho puoleen ja näin saavutetaan huo-mattavia energiasäästöjä. Kuhunkin putkiston haaraan asennetaan erillinen lämpökaa-peli. Kaapelit kytketään rinnan rasiolle ja yhdistetään verkkojännitteeseen.



Kuva 8. Sulanapito itserajoittuvalla kaapelilla /5/.

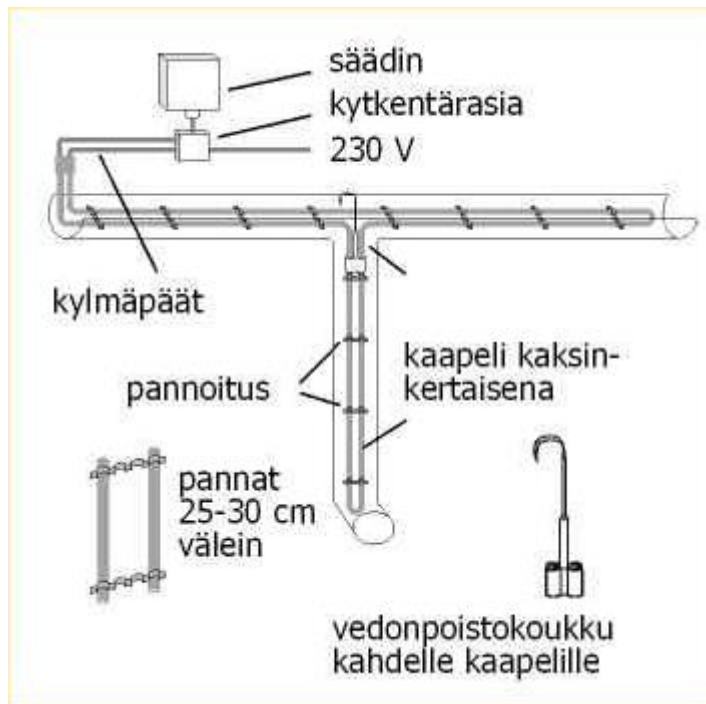
4.2.3 Sulanapito sarjavastuskaapelilla

Suuriin kohteisiin suositellaan asennettavaksi sarjavastuskaapeli ja sitä ohjaava säätö-yksikkö. Kaapeli asennetaan kaksinkertaisena, jotta saavutetaan sulanapitoon tarvitta-va teho.

Helpoin tapa on käyttää kaapelin valmistajan omia kiinnitystarvikkeita kaapeleiden kanssa. Pistesarjoilla on valikoimassaan valmiita sulanapitoelementtejä, jotka sisältävät valmiiksi liitetyn kylmäkaapelin sekä muovipannat kaapelivetojen kiinnitykseen. Piste-sarjoilla on myös valikoimassaan irtokaapeleita yksijohtimisena sekä kaksijohtimisena.

Sarjavastuskaapeleita käytettäessä on huomioitavaa, etteivät kaapelit saa olla kosketuksissa toisiinsa, joten ne sidotaan muovipannoilla erilleen 25–30 cm:n välein. (Kuva 9.)

Kaapelin valintaa ja mitoitusta varten lasketaan kaikkien vesikouru- ja syöksytorvi-osuuksien pituudet yhteen. Tarvittavan kaapelin pituus saadaan kertomalla saatu pituus kahdella. Myös syöksytorvien etäisyydet toisistaan on mitattava, jotta kaapeli voidaan lenkittää oikein.



Kuva 9. Sulanapito vakiovastuskaapelilla /5/.

Esimerkkinä alla on laskettu 46 m:n pituiselle sadevesiputkistolle sopiva kaapeli. Tehon perusteella on selvitetty vastusarvo. Koska käytetyn lämmityskaapelin suositeltu lämpöteho metriä kohden on 20 W, on kunkin kaapelin kokonaisteho suuruudeltaan

$$P_k = L_k \times P_m = 2 \times 46 \text{ m} \times 20 \text{ W/m} = 1840 \text{ W}$$

Lasketaan kaapelin ihannevastusarvo:

$$R_k = U^2 / P_k = (230 \text{ V})^2 / 1840 \text{ W} = 28,8 \Omega$$

Tällöin ihanteellinen vastusarvo metriä kohden olisi

$$R_m = R_k / L_k = 28,8 \Omega / (2 \times 46 \text{ m}) = 0,31 \Omega / \text{m}$$

Seuraavaksi valitaan kaapelivalikoimasta kaapeli, jonka vastusarvo on mahdollisimman lähellä edellä laskettua ihannearvoa. Mikäli kaapeliksi valitaan SUPI TXPL, on lähin vastusarvo 0,3 Ω / m. Tällöin koko kaapelin vastusarvo on

$$R_k = L_k \times R_m = 0,3 \Omega \times 2 \times 46 \text{ m} = 27,6 \Omega$$

Tästä pysytään laskemaan koko kaapelin tehoksi

$$P_k = U^2 / R_k = (230 \text{ V})^2 / 27,6 \Omega = 1917 \text{ W}$$

Tehon ja pituuden mukaan kannattaa vielä tarkistaa kaapelin metriteho, etteivät valmistajan antamat enimmäisarvot ylitä:

$$P_m = P_k / L_k = 1917 \text{ W} / 92 \text{ m} = 20,8 \text{ W/m} / 5/$$

4.2.4 Huollon tarve

Räystäskourut on syksyisin puhdistettava roskista ja lehdistä. Järjestelmää ohjaavien antureiden kunto, samoin kuin lämmityskaapeleiden toiminta on syytä tarkastaa ennen lämmityskauden alkua. Huoltotoimenpiteiden yhteydessä on hyvä varmistaa, että lämmityskaapelit ovat paikallaan ja että ne eivät ole vaurioituneet mekaanisesti.

5 Viemäreiden sekä putkistojen saattolämmitys

Putkistot, jotka ovat asennettu niin, että ne ovat alltiita kylmälle ilmalle, saattavat jäätyä pakkassäällä ilman kunnollista saattolämmitystä. Yleisesti viemäri- ja vesiputket, jotka on asennettu ulkoilmaan tai maahan routarajan yläpuolelle, ovat alltiita jäätymään. Putkistojen jäätymisestä ja halkeamisesta saattaa aiheutua vesihuollon ongelmien lisäksi isoja vahinkoja talon rakenteille. Jäätyneet ja haljenneet putket saattavat vuotaa suuriakin määriä vettä rakenteisiin aiheuttaen esimerkiksi homevaurioita. Lisäksi lämmitettävät vesiputkistoiden osat ovat yleensä vaikeasti luokse päästävässä paikoissa, ja rik-

koutuneen putkiosuuden korjaus saattaa tulla kalliiksi. Sulanapitojärjestelmällä voidaan välttyä tämänkaltaisilta haitoilta. /1/

Saattolämmityksellä pyritään korvaamaan putkesta ympäristöön siirtyvä energia. Kaapeleita valittaessa on huomioitava paikalliset olosuhteet. Tarkat lämpöhäviöt kullekin putkiston osalle on laskettava toimilaitteen mittojen, muodon ja materiaalin perusteella. Samoin kuin räystäslämmityksessäkin myös saattolämmitysjärjestelmässä teho tulee mitoittaa kylmimmän mahdollisen kohdan mukaan, mikäli putkistoa ei voida asentaa koko matkalta lämmönjohtavuudeltaan samanarvoiseen väliaineeseen. /6/

Käyttövesiputkistojen saattolämmityksissä on muistettava, että jos lämmityskaapeli asennetaan vesijohtoputken sisälle, on aina käytettävä elintarvikehyväksyttyä lämmityskaapelia. Kaapeli täytyy varustaa huolellisesti tehdyllä loppupäätteellä, jotta kaapelin kosteusluokitus säilyy, eikä kaapeli pääse vaurioitumaan kosteudesta tai aiheuttamaan sähköiskun vaaraa. Käyttövesiputkistoihin on suositeltavaa asentaa lämmityskaapeli vesijohtoputken sisälle, koska lämmitysjärjestelmän energiatehokkuus ja toimintavarmuus ovat tällöin parhaimmillaan, koska kaapeli on kokomatkalta lämmönjohtavuudeltaan samanarvoisessa väliaineessa.

5.1 Järjestelmän suunnittelu

Suunnittelu kannattaa aloittaa määrittämällä, mistä pisteistä vesiputkistoja ja viemäriputkistoja lähdetään lämmittämään, tarvitaanko lämmitystä esimerkiksi vain putkistojen alku- ja loppupäässä vai tarvitseeko putkistot saattolämmittää koko matkalta. Esimerkiksi, jos vesijohtoputki asennetaan riittävän syvälle routarajan alapuolelle ja eristetään kunnolla, on saattolämmitys turhaa putkiston maanalaisella osuudella. Vain putkiston alku- ja loppupää tulee saattolämmittää maanpinnalliselta osuudelta sekä muutama metri maan alta.

Huomioitavaa alkuvaiheessa on myös vesijohtoputkiston ja viemäriputkiston kokonaispituudet, joiden perusteella määräytyvät saattolämmityskaapeleiden pituus tehon sekä sulakekoon mukaan ja lämmityslenkkiä määrä kytkenälämpötilassa. Vesiputkiston suunnittelijan kanssa kannattaa myös keskustella ainakin vesijohtoputkien sisälle tulevien saattolämmitysten asennuksista, koska ne yleensä tarvitsevat erillisen messinkini-pan vesijohtoputken alkupäähän, jotta asennus onnistuu.

Edellisten tietojen perusteella saadaan suunniteltua kytkentärasioiden määrä ja niiden sijoituspaikat voidaan määrittää suunnitelmiin. Yleensä tämä on kuitenkin tarpeellista vain suurissa saattolämmitysasennuksissa. Omakotitalojen ja kerrostalokiinteistöjen saattolämmitykset pystytään toteuttamaan kahdella lämmityspiirillä, viemäriputkistolle oma ja vesijohtoputkistolle oma saattolämmityspiiri.

Saattolämmitysjärjestelmän ohjaukseen ja säätöön kannattaa myös kiinnittää huomiota, koska ohjatulla saattolämmityksellä voidaan säästää energiaa. Esimerkiksi ulkolämpötilan mukaan säätyvällä järjestelmällä säästytään suojasäiden aikana turhalta putkiston lämmittämiseltä ja energiaa säästyy.

5.1.1 Kaapelityypit

Markkinoilla on useita erilaisia saattolämmityskaapeleita, joista asennuksiin voidaan valita parhaiten sopiva kaapeli. Kaapeleita on sekä vakiovastuskaapeleita sekä itserajoittuvia kaapeleita, joista itserajoittuvat ovat yleisempiä niiden energiatehokkuuden sekä asennusystävällisyyden ansiosta.

Yleisesti ottaen vesijohtoputken saattolämmityskaapeleiden metriteho on 10 W/m ja viemäreiden saattolämmityskaapeleiden metriteho on 20 W/m. Nämä ovat kaapelivalmistajien suunnittelemaa yleiskaapelitehoja, jotka riittävät normaalieristeisiin putkistoihin. Kaapeleita on myös eritehoisina ja eri turvallisuusvaatimukset täyttävinä vaativiin saattolämmitysasennuksiin.

Kaapeleita on elintarvikehyväksytyjä ja elintarvikehyväksymättömiä. Taloudellisuuden kannalta olisi hyvä käyttää putkistojen ulkopuolisiin lämmityksiin elintarvikehyväksymättömiä kaapeleita, koska ne ovat hankintakustannuksiltaan edullisempia. Elintarvikehyväksytyjä kaapeleita on myös kuumalle käyttövedelle tarkoitettuna.

Kaapeliasennuksia suunniteltaessa on myös muistettava, että itserajoittuvia kaapeleita voidaan kiertää itsensä ympäri, mutta vakiovastuskaapelit eivät saa missään tapauksessa mennä ristiin keskenään, tai ne palavat poikki. Tämänlaiset asennukset yleensä tulevat vastaan vesimittarien ja sulkujen kohdalla. Vesijohtoputket jäätyessään halkeavat käytännössä aina juuri messinkiosien kohdalla, koska muoviputken paineenkesto on huomattavasti suurempi kuin messinkistenosien, siksi onkin hyvin tärkeää, että messinkisetosat saattolämmitetään kunnolla.

Itserajoittuvat kaapelit

PST LIME - itserajoittuvat lämmityskaapelit sopivat ensisijaisesti putkistojen ja viemäreiden sulanapitoon ja saattolämmitykseen. Elintarvikehyväksynnän ansiosta niitä voidaan käyttää myös käyttövesiputkistoissa. /2, s. 5./

ELCHEM Hotwater on tarkoitettu kuuman käyttöveden saattolämmitykseen. HOTWATER pitää veden jatkuvasti +55 °C:n lämpötilassa. Vettä ei siis tarvitse kierrättää putkistossa. /2, s. 6./

ELCHEM Water / PST 10 on ohut ja notkea kaapeli putkien sisäpuoliseen sulanapitoon. Sen ulkovaippa on polyeteeniä, ja elintarvikeviranomaiset ovat hyväksyneet sen käytettäväksi myös juomavesiputkissa. /2, s. 6./

PST 20 on litteä lämmityskaapeli, joka soveltuu hyvin viemäriputkien saattolämmitykseen. Litteän muodon ansiosta kaapeli on helppo asentaa viemäriputken alareunaan. Kaapelin ulkovaippa on polyesteriä, ja kaapeli on myös UV-suojattu. /2. s. 6./

Vakiovastus kaapelit

SILEDUO 2-johdinlämmityskaapeli sopii putkien saattolämmitysasennuksiin. Kaapeli voidaan asentaa myös lämmityskauden aikana, koska kaapelin minimiasennuslämpötila on -5 °C. Kaapelin maksimilämpötila on 80 °C ja metriteho on max 25 W/m. /13. s. 22./

TXLP 1-Johdinlämpökaapeli on korkealuokkainen yksijohtiminen lämpökaapeli. Se sopii erinomaisesti putkistojen sulanapitoon, ja kaapelin PVC-vaippa on UV-säteilyn kestävä. Alumiiniarmeerauksensa ansiosta kaapeli pysyy taivutetussa muodossaan ja helpottaa näin asennusta. Armeeraus myös suojaa kaapelia asennuksen aikana mekaanisilta vaurioilta. Kaapelilla on vaativa C-luokan vetolujuus. /13. s. 23./

5.1.2 Mitoitus

Mitoitettaessa saattolämmitysasennuksia on muistettava, että kaapelin kuormitettavuus ja kaapelin pituus määräytyy sulakkeen sekä kytkentälämpötilan mukaan. Kuvasta 2 voi tarkistaa yleisimpien kaapeleiden pituudet kytkentälämpötilan mukaan.

Mitoitettaessa huomioitavaa on myös, että lämmityskaapelit tulee mitoittaa sijoitusreitien keliolosuhteiden kannalta huonoimman osuuden mukaan. Asennusta suunniteltaessa on tärkeää myös tuntea kaapeleiden kuormitettavuus ja lämpöhäviöt kohteessa. Kuormitettavuus ja kaapelin lämpöhäviöt selviävät kysymällä kaapelin valmistajalta. Itserajoituvilla kaapeleilla mitoittaminen on suuripiirteisempää, koska ne säätyvät lämpötilan mukaan niin, että lämmitystehoa keskittyy sinne, missä sitä tarvitaan.

Lämpötehon määrittämisen ja lämmityskaapelin valinnan jälkeen saadaan selville yhden lämmityslenkin pituus ja teho. Näillä tiedoilla määritetään lämmitettävän putkistosuuden kokonaispituuden perusteella kaapelilenkkien lukumäärä ja kytkentärasioiden määrä sekä asennuspisteet. Samalla varmistetaan, että lämmitystehoa riittää koko tarvittavalle putkistomatkalle.

Laajoissa kohteissa on suositeltavaa tuoda syöttö kolmivaiheisena ja jakaa lämmitystehoa eri suojalaitteiden taakse ja näin tasata lämmitys kuormaa symmetrisesti eri vaiheiden taakse. Hyvin laajoissa kohteissa saattaa olla tarvittavaa tuoda lämmitettävälle putkistosuudelle useita syöttökaapeleita, jotta syöttävien sulakkeiden koot ja syöttökaapeleiden poikkipinnat eivät kasvaisi liian suuriksi. Tällaiset kohteet ovat yleensä poikkeuksellisia ja hyvin vaativia kohteita.

Lämpöhäviöiden laskenta

Lämpökaapelin luovuttaman tehon pitää olla vähintään samansuuruinen kuin putkesta ympäristöön siirtyvän lämpöhäviöteho. Suositeltavaa on kuitenkin, että kaapelinteho olisi suurempi kuin lämpöhäviöt. Lämpöhäviöiden suuruuteen vaikuttaa putkien eristys, mitä paremmin putki on eristetty, sitä pienemmät lämpöhäviöt. Seuraavassa esimerkissä on laskettu putken lämpöhäviöt. Esitietoina lämpöhäviötä selvittäessä on tiedettävä seuraavat arvot:

- Putken läpimitta (d)
- Eristeen materiaali
- Eristekerroksen paksuus (e)
- Ylläpidettävä lämpötila (T_m)
- Ympäristön minimilämpötila (T_a)
- Putken sijainti.

Helppointa lämpöhäviöiden määrittäminen on lämpöhäviötaulukon mukaan, joka on työssä liitteenä 1. Taulukosta voidaan selvittää lämpöhäviöt 1":n putken, 30 mm:n vaahtomuovieristeelle ja 50 °C:n lämpötilaerolla olevalle putkelle.

$$Q_n = 12,7 \text{ W/m}$$

Taulukosta saatu arvo täytyy kertoa vielä taulukon alalaidasta löytyvällä eristemateriaalin korjauskertoimella (f), jotta saadaan lämpöhäviöteho selville.

$$Q = Q_n \times f = 12,7 \text{ W / m} \times 1,17 = 14,86 \text{ W/m}$$

Mikäli putki on sisätilassa, kerrotaan edellinen arvo vielä kertoimella 0,9. Mikäli asennus on tuulelle alttiissa paikassa esimerkiksi merenrannalla tai korkealla, kerrotaan lämpöhäviöt vielä kokemusperäisellä kertoimella, joka voi olla väliltä 1,1–1,5. /6./

5.1.3 Ohjaus

Saattolämmityskaapelitakin kannattaa ohjata termostaateilla tai ohjauskeskuksilla, koska koko talven ajan ei kuitenkaan ole pakkaspäiviä, vaan välillä on suojakeli. Ulkoilman mukaan säätyvä ohjauslaite kytkee lämmityksen pois päältä suoja-aikana ja säästää näin energiaa. Esimerkiksi talviaikaan lämpötila saattaa vaihdella muutamaan kerran päivän aikana suojakelin ja pakkaskelin välillä. Ilman automatiikalla toimivaa säätöä tulisi huoltomiehen käydä tavallisessa käyttökytkimellä ohjatussa järjestelmässä kääntämässä kytkin auki-asentoon muutaman kerran päivässä ja muistaa vielä palauttaa kytkin kiinni-asentoon lopuksi.

Yleisiä ohjausmenetelmiä pienissä kiinteistöissä ovat DIN-kiskotermostaatit, jotka toimivat ulkolämpötila-anturilla. Lämmitys kytkeytyy päälle, kun lämpötila laskee riittävän alas, esimerkiksi nolnaan asteeseen. Suurissa lämmityskohteissa on hyvä käyttää ohjauskeskusta, jossa on usealle lämmityspiirille lähtö. Tällöin kaikki lämmityspiirit saadaan saman lämpötila-anturin taakse, eikä eri antureista johtuvaa lämmityksen päälle kytkennän eriaikaisuutta synny.

5.2 Asennuksen vaiheet

Hyvällä ja huolellisella suunnittelulla säästetään asennusaikaa ja saadaan aikaiseksi toimiva järjestelmä, joka palvelee parhaalla mahdollisella tavalla tilaajan toiveita. Työtä edeltävinä toimenpiteinä kannattaa tilata syöttökaapelit, saattolämmityksen ohjauskeskus sekä tarvittavat kaapelit ja mahdolliset pääte / kylmäpääte pakkaukset valmiiksi.

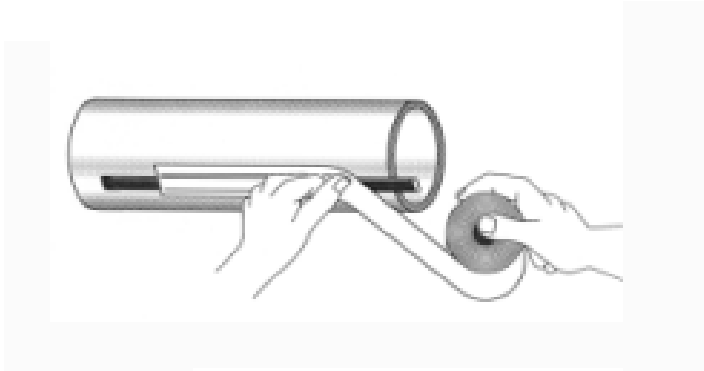
Kun asennustarvikkeet ja suunnitelmat on tehty hyvin valmiiksi, asennus on helppoa suorittaa paikalla samalla kun vesi- ja viemäriputkistoa asennetaan paikalleen kohteessa. Varsinkin vesijohtoputken sisäpuolelle tuleva saattolämmitys on helpompaa asentaa vesijohtolinjaa rakennettaessa, koska saattolämmityskaapeli on vaikeaa saada jälkikäteen asennettua messinkiosien läpi. Viemäriputkien ja vesijohtoputkien päälle tulevat lämmitykset tulee asentaa ennen eristeiden asennusta.

5.3 Asennus

Saattolämmityskaapeli tulee asentaa aina niin, että asennus on kaikkien ohjeiden mukainen. Saattolämmityskaapelin asennus on hyvin yksinkertainen. Kaapeli asennetaan lämmitettävän putken alapintaan ja eristetään. Eriste peitetään alumiinivuorauksella tai alumiiniteipillä, varsinkin maanpinnan päällä tai routarajan yläpuolella. Eristeenä voidaan käyttää myös muovia. Saattolämmitysasennuksissa käytetään standardeja PSK-standardi 8101 ja SFS 6000-8-811. Edellä mainittuja standardeja noudatetaan kaikissa tapauksissa.

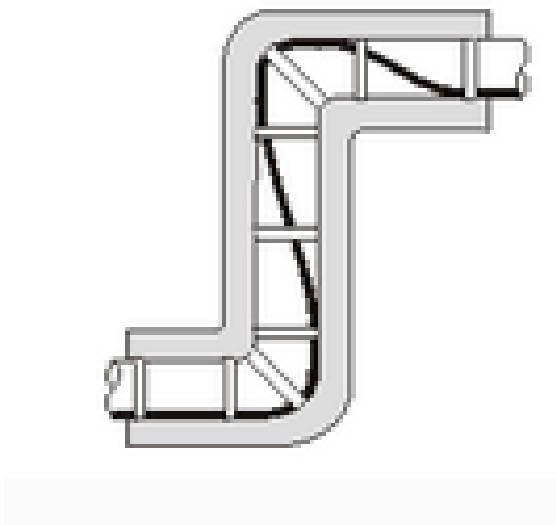
Putken suoralla osuudella lämmityskaapelin paras asennuspaikka on putken alareunassa 45° pystyhalkaisijasta mitattuna. Mikäli putken lämpöhäviöiden kattamiseen tarvitaan kaksi kaapelia, asennetaan toinen kaapeli vastaavaan paikkaan putken toiselle puolelle. Näin lämmityskaapelit johtavat lämpöenergiansa mahdollisimman tehokkaasti putkeen.

Kaapelin tulisi olla kokomatkalta mahdollisimman hyvin kiinni putkessa. Kiinnitykseen käytetään hyvin usein alumiiniteippiä, ja tavallisesti kaapeli kiinnitetään noin 20 cm:n välein putkeen. Lisäksi olisi suositeltavaa asentaa kaapeli lopuksi koko matkalta alumiiniteipillä, jolloin saadaan johdettua mahdollisimman hyvin lämmitysteho putkeen mahdollisimman suurella pinta-alalla. (Kuva 10.)



Kuva 10. Lämmityskaapelin asennus suoralle osuudelle /6/.

Putkien pystysuorilla osuuksilla kaapeli tulee asentaa suorasta osuudesta poiketen putken mutkien mukaisesti uloimpaan reunaan (Kuva 11). Näin voidaan välttää kaapelin irtoaminen putken pinnasta esimerkiksi kovasta paine iskusta. Myös mutka kohdissa kaapeli asennetaan kulkemaan putken ulkoreunaa pitkin. Mutkakohdat myös toimivat kompensoimassa lämpölaajenemisesta johtuvaa liikettä. (Kuva 11.)

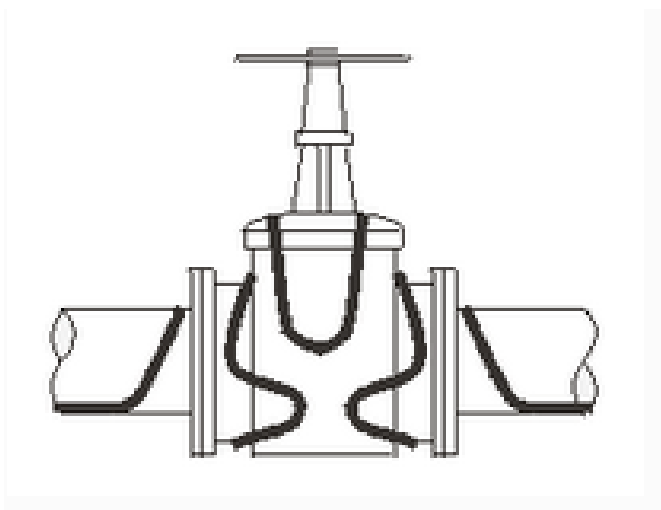


Kuva 11. Lämmityskaapelin asennus mutkaosuudelle /6/.

Putkissa olevat toimilaitteet tarvitsevat lisää lämmitystehoa, osittain siitä syystä, että putken eriste on avattu toimilaitteen kohdalta. Monesti saattolämmityksen lisäksi toimilaitteen kohdalla lämmitystehoa vähentävä ja käyttövarmuutta lisäävä toimenpide on rakentaa toimilaitteelle lämpöeristetty suojakotelo. Toimilaitteet ovat normaalisti erilaisia pumppuja venttiilejä, mittareita, näytteenottoputkia yms.

Putkien kiinnitetään aina myös asennuspaikkaansa kannakkeilla ja kannakkeet myös johtavat lämpöä pois putkesta. Nämä lämpöhäviöt tulee myös korvata lenkillä lämmityskaapelia. Myös liitoskohdat ja haarakohdat tarvitsevat enemmän kaapelia kattamaan kohdassa tapahtuvat lämpöhäviöt.

Toimilaitteen kohdalla kaapelin asennus ei myöskään saa olla esteenä toimilaitteen huollolle tai vaihtamiselle. Hyvin asennettu lämmityskaapelin lenkki voidaan löysätä putkesta irti toimilaitteen huollon tai vaihdon yhteydessä. Aina asennettaessa vakiovasutus kaapelia on muistettava, että kaapeli ei saa missään kohdassa kiertää itsensä yli. (Kuva 12.)



Kuva 12. Lämmityskaapelin asennus toimilaitteen kohdalle /6/.

Käyttövesiputkien saattolämmitys kannattaa asentaa putken sisäpuolisella asennuksella. Tämä saattolämmitys asennustapa on hyvä, mutta sen asennuksessa saattaa tulla ongelmia messinkisten liitosten kohdalla, koska messinkiosissa mutkat ovat usein liian jyrkkiä jäykälle lämmityskaapelille. Tämä asennus tulisi suorittaa vesijohtoputken asennusvaiheessa yhteistyössä vesijohtoputkistoa asentavan asentajan kanssa. /6./

5.4 Huollon tarve

Syksyllä ennen lämmityskauden alkua olisi hyvä tarkastaa, että lämmityskaapelit toimivat. Samalla olisi hyvä suorittaa myös aistinvarainen tarkastus saattolämmityskaapeleiden näkyville osille, ettei niissä näy mekaanisen rasituksen aiheuttamia vaurioita.

Helppo tapa varmistaa lämmityskaapelin toimivuus on laittaa aistinvaraisentarkastuksen jälkeen sähköt päälle ja käydä kokeilemassa kädellä lämmityskaapelin näkyvältä osuudelta, että se lämpenee.

6 Termostaatit ja säätölaitteet

6.1 Termostaatit

Sulanapidossa käytetyt termostaatit ovat yleensä DIN-kiskokiinnitteisiä termostaatteja, koska sulanapitolähdöt usein keskitetään yhteen sähkökeskukseen. Yhdellä termostaatilla yleensä ohjataan yhtä saattolämmitysryhmää, ja termostaattia ohjaa lämpöanturi, jonka johto on jatkettavissa useissa malleissa jopa 100 m:iin asti.

DIN-kisko kiinnitteiset anturit on nopeita asentaa joko sähkökeskukseen tai sähkökeskuksen viereen erilliseen asennuskoteloon.

Lisäksi markkinoilla on myös kaksoistermostaatteja, jotka ovat tarkoitettuja ulkoalueiden ja vesikourujen ohjaukseen. Säätimillä voidaan ohjata lämpökuorma toimimaan esimerkiksi ulkolämpötilan ollessa -2 °C tai $+2\text{ °C}$. Kaksoistermostaatteja on sekä ulkoasennettavia malleja, että DIN-kiskoasenteisia malleja. DIN-kiskomallissa on erillinen ulkoanturi mukana. /2, s. 49–51./

6.2 Sulanapitokeskukset SPK

Ohjauskeskusten toiminta perustuu sekä lämpötilan mittaukseen että kohteeseen kertyvän lumen tai jään samanaikaiseen havaitsemiseen. Lämmitys kytkeytyy päälle vain silloin, kun lämpötila on asetteluarvon alapuolella ja kohteessa on havaittu kosteutta. Lumen tai jään sulettua ja syntyneen veden valuttua pois, ohjauskeskus kytkee lämmityksen pois päältä kosteustietojen perusteella. Myös lämpötilan kohoaminen asetteluarvon yläpuolelle kytkee lämmityksen pois päältä. Asetteluarvoksi usein asetellaan 0–5 astetta.

Keskus voidaan myös ohjelmoida pitämään lämmitys päällä vielä 1–6 tunnin ajaksi sulatuksen jälkeen. Ohjaimen on myös mahdollista liittää ulkopuolinen ajastin. Lämmi-

tys voidaan myös ohjelmoida päälle halutuksi ajaksi 0–6 tuntia, eli niin sanotusti käsi-käytölle. Tällöin ohjain ei huomioi antureiden tietoja vaan lämmittää halutun ajan. Ohjainkeskukset ovat usein keskusasenteisia, ja niissä on DIN-kiskon asennusmahdollisuus.

Ulkoalueiden sulanapidossa ohjauskeskukseen liitetään sulanapidettavaan alueeseen upotettava anturi. Tämä anturi mittaa ulkoilman lämpötilaa ja kosteutta. Sadevesijärjestelmän ohjaukseen voidaan liittää räystäasanturi, joka mittaa kosteutta räystäskourusta tai syöksytorvesta. Säättöä voidaan tehostaa vielä erillisellä lämpötilaa mittaavalla anturilla. /2, s. 50./

7 Sulanapitokaapeleiden ja saattolämmitysten kytkentä sähkökeskukseen

Saattolämmitysasennukset olisi hyvä kerätä omaan saattolämmityskeskukseensa, jos saattolämmityslähtöjä asennuksessa on useita. Jokainen saattolämmityslähtö tulisi merkitä selkeästi niin, että mikäli jokaiselle saattolämmityslähdölle on oma käyttökytkimensä, on haluttu saattolämmityslähtö helppoa kytkeä jännitteettömäksi keskukselta.

Saattolämmityslähtö on varustettava kaikki äärijohtimet poiskytkevällä käyttökytkimellä. Lämmityskaapelin voi kytkeä verkkoon joko kiinteästi tai puolikiinteästi, mutta kuitenkin niin, että lämmityslähdön kytkentätila ja sen liittimet eivät lämpene liikaa. Itserajoittuvilla kaapeleilla voidaan käyttää myös pistokytkinliityntää, eikä lämmityskaapeleilla, joiden liittämiseen tarkoitetun osan lämpötila ei nouse yli 70 °C:n missään tapauksessa normaalikäytössä, tarvitse käyttää erillistä kylmäkaapelia.

Lämmityskaapelin asennus ei saa myöskään vaarantaa ympäristönsä paloturvallisuutta. Palavarakenteiseen aineeseen asennettuna kaapelin lämpötila ei saa ylittää missään tapauksessa 80 °C:ta, eikä se saa aiheuttaa ympäristöönsä yli 80 °C:n lämpötilaa. Ylilämpenemisen estämiseksi pitää käyttää normaalin ylivirtasuojan lisäksi erillistä ylikuormitus suojaa. Kaikki lämmityspiirit pitää suojata nimellisvirraltaan enintään 30 mA:n vikavirtasuojakytkimellä. /7, s. 557./

Yliäämmöltä suojaavan suojalaitteen toiminta on oltava käsin palautettavissa, ja suojalaitteiden pitää olla suunniteltu selektiivisesti sekä suojalaitteiden tulee toimia vikatilanteessa turvallisesti. /8, s. 5./

Saattopiirin sulakkeet tulee suunnitella siten, että ne kestävät kaapelin normaalitilanteessa aiheuttaman suurimman kuormitusvirran. Itsestään rajoittuvien kaapeleiden asennuksissa on huomioitava niiden käynnistyslämpötiloista johtuvat mahdollisen suurretkin virrat. Itserajoittuvilla kaapeleilla toteutetut saattolämmitysasennukset mitoitetaan suunnittelu vaiheessa lähes aina 0 C kytkentälämpötilassa ja säätömuotona käytetään ulkolämpötilan mukaan säätyvää ohjausta. Jos lämmityskaapeli kytketään lämmittämään muussa lämpötilassa kuin 0 C lämmityskaapeli ottaakin erisuuruisen virran kuin mitoitustilanteessa ja suojalaite ei välttämättä kestä syntyvää ylivirtaa. Itserajoittuvien kaapeleiden kytkentälämpötiloista on esitetty taulukko (kuva 2) luvussa 2.3.1. /6/

Sähköturvallisuusstandardit vaativat turvallisuutta myös saattokaapeleiden vikatilanteissa. Tyypillisiä vikatilanteita ovat oikosulut ja maasulut. Oikosulkusuojana voidaan käyttää johdonsuoja-automaattia tai sulaketta. Maasulkusuojana ja henkilösuojana kaapeleissa toimii 30 mA:n nimellisvirrallinen vikavirtasuojaja. Maasulku on vikatilanteessa mahdollinen ja vaarallinen, sillä se saattaa aiheuttaa vaarallisia kosketusjännitteitä. Näin ollen vaurioitunut saattopiiri on kyettävä kytkemään luotettavasti irti virtapiiristä. Kaapelit suojataan vikavirtasuojakytkimellä henkilösuojauksen takia, vaikka kaapelit eivät olisikaan kosketeltavissa. /7, s. 551./

8 Käyttöönottotarkastus

Kaikille sähköasennuksille on suoritettava asennuksen yhteydessä aistinvarainen tarkastus, eivätkä lämmitysasennukset ole tähän poikkeus. Silmämääräinen tarkastus on myös suoritettava asennuksen valmistuttua ennen kuin se otetaan käyttöön.

Silmämääräisesti tarkastettavia asioita ovat

- käytettyjen tarvikkeiden vaatimuksenmukaisuus
- sähköiskulta suojaukseen käytetyt menetelmät
- palosuojauksien käyttö ja toimenpiteet lämpövaikutuksilta suojaamiseksi sekä palon leviämisen edistämiseksi tehdyt toimenpiteet

- johtimien valinta kuormitettavuuden ja sallitun jännitteen aleneman kannalta
- suoja- ja valvontalaitteiden valinta ja asettelu
- erotus- ja kytkentälaitteiden valinta ja oikea sijoitus
- sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan
- nolla- ja suojajohtimien oikeat tunnuksset
- yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin
- piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo
- virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien, yms. tunnistettavuus
- johtimien liitosten sopivuus
- suojajohtimien, mukaan luettuna suojaavien potentiaalintasausjohtimien ja lisäpotentiaalintasausjohtimien olemassa olo ja sopivuus
- sähkölaitteiston käyttö, tunnistamisen ja huollon vaatima tila.

Tarkastukseen pitää sisällyttää kaikki erikoistilojen ja erikoisasennusten erityisvaatimukset ja ne pitää myös toteutua. Mittauksilla täydennetään aistinvaraisia tarkastuksia. Mittausten avulla muun muassa varmistetaan, että suojausjärjestelmä toimivat. Vähintään yhtä tärkeää on selvittää, ettei jännitettä ole virhekytkentöjen takia sellaisissa osissa, joissa sitä ei saa olla: esimerkiksi potentiaalintasatuissa osissa tai yleisesti osissa, joissa sitä ei saa olla.

Mittaukset yleensä suorittaa järjestelmän rakentanut asentaja, jonka täytyy olla ammattitaitoinen ja tarkastuksen tekemiseen kykenevä. Näillä mittauksilla voidaan osoittaa, että määräyksiä on noudatettu sähköasennuksia tehdessä. /14, s. 337./

Seuraavat tarkastukset on tehtävä, kun ne liittyvät tarkastettavaan työsuoritukseen.

Testit tehdään mieluiten seuraavassa järjestyksessä:

- suojajohtimien jatkuvuus
- sähköasennuksen eristysresistanssi
- syötön automaattisen poiskytkennän toiminta
- lisäsuojaus
- napaisuustesti
- toiminta- ja käyttötestit
- jännitteenalenema.

Edellä mainitut testit voidaan suorittaa vasta, kun testattava asennus on suoritettu loppuun asti. Jos jossakin testissä havaitaan vika, tämä ja sitä edeltävät testit, joissa saatuun tulokseen havaittu vika on voinut vaikuttaa, on toistettava vian korjauksen jälkeen. /7, s. 354–355./

Mittausten hyödyllisyyden kannalta olennaisen tärkeää on osata tulkita mittaustuloksia oikein. Tarkastuspöytäkirjasta täytyy näkyä, onko mittaustulos vaatimustenmukainen. Käyttöönottotarkastuksesta tulee laatia sähkölaitteiston haltijalle käyttöön tarkastuspöytäkirja, josta tulee ainakin selvittää seuraavat tiedot:

- eristysresistanssimittauksista kaikki mittaustulokset
- silmukkaimpedanssimittauksista kaikki mittaustulokset, yleensä keskusalueittain epäedullisimmassa pisteessä
- vikavirtasuojien mittaustulokset
- jatkuvuusmittauksista vaatimusten toteutuminen keskuskohtaisesti
- kiertosuunta keskuskohtaisesti.

Tarkastusten tekijän on allekirjoitettava tarkastuspöytäkirja ja tarkastuspöytäkirjasta tulee löytyä myös sähkötöiden johtajan yhteystiedot. Tarkastukset mielletään usein toimenpiteiksi, jotka ovat täysin erillään itse asennuksen tekemisestä, mutta ne ovat kuitenkin pääosa itse työtä. Tarkastusta on hyvä suorittaa aina osittain työn yhteydessä, koska jotkut asennusvaiheet saattavat jäädä peittoon esimerkiksi seinä-, katto- ym. rakenteiden alle. Käyttöönottotarkastus on siis tehtävä näiden asennusten osalta ennen niiden peittämistä ja tarkastukset kannattaa kirjata pöytäkirjaan sitä mukaa kuin kukin tarkastuksen vaihe on suoritettu. /14, s. 337, 347./

9 Sähköturvallisuusstandardit

Sähkötöitä tehdessä on aina tärkeätä huomioida sähköturvallisuus. Sähköturvallisuuden laiminlyönnistä voi aiheutua vaaratilanteita tai jopa kuolemantapauksia. Sähköturvallisuuden erilaisia määräyksiä on julkaisuista kuten *SFS-Käsikirja 600-1 Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset 2012*, *SFS-Käsikirja 600-2 Sähköasennukset. Osa 2: Säädökset, sähkötyöturvallisuus, erityisasennukset ja liittyvät standardit 2012* ja *D1 – 2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista*.

Sulanapidon lämmityskaapeleista on asetettu erikseen määräyksiä liittyen käyttöön ja asennukseen, sähköiskutasuojaukseen ja palosuojaukseen. Näillä määräyksillä taataan järjestelmän käyttäjän turvallisuus.

9.1 Suojaus sähköiskulta

Sähköiskulta suojauksessa on noudatettava perussuojausta ja vikasuojausta koskevia määräyksiä. Lämmityskaapelin pitää aina olla eristetty sulanapitojärjestelmässä eivätkä jatkos- tai pääteasennukset saa heikentää asennuksen IP-luokitusta. /14, s. 78./

9.2 Perussuojaus

Perussuojauksella tarkoitetaan suojausta, jonka avulla estetään ihmisiä joutumasta kosketuksiin jännitteisten osien kanssa sähkölaitteiden ollessa normaalissa tilassa. Perussuojaukseen käytettävät menetelmät voidaan jakaa kahteen pääryhmään: suojaus kaikelta koskettamiselta ja suojaus tahattomalta koskettamiselta. Käyttämällä suojausta kaikelta koskettamiselta ja yhdistämällä suojaus eristämällä ja suojaus koteloimalla saadaan aikaiseksi täydellisin suoja, ja näitä menetelmiä voidaan käyttää kaikissa olosuhteissa. /14, s. 79./

9.3 Vikasuojaus

Vikasuojauksella tarkoitetaan suojausta, jonka avulla estetään ihmisiä tai kotieläimiä koskettamasta vian seurauksena jännitteiseksi tulleita johtavia osia niin, että siitä aiheutuisi vaaraa. Saattolämmitys ja sulanapitoasennuksissa käytettävä vikasuojausmenetelmä on suojajohdinta käyttämällä toteutettu suojauksen automaattinen poiskytkentä. Asennus on myös aina varustettava enintään 30 mA:n vikavirtasuojakytkimellä. Asennukset on varustettava enintään 30 mA:n vikavirtasuojakytkimellä, koska lämmityskaapeleissa voi syntyä oikosulku jännitteisen johtimen ja suojamaadoitetun vaipan välille ja vikapaikan kautta kulkeva virta voi olla niin pieni, ettei ylivirtasuoja toimikaan riittävän nopeasti.

Lämmityskaapeissa on konsentrisen johdin, joka on aina kytkettävä järjestelmän pääpotentiaalintasauskiskoon. Tällä konsentrisen johtimen kytkennällä maadoitusjohti-

meen ja huolellisesti tehdyllä loppupäätteellä varmistetaan lämmityskaapelin vikasuojaus./14, s. 84–85./

9.4 Palosuojaus

Lämmityskaapeli ei saa aiheuttaa palovaaraa ympäristölleen. Erityistä huomiota räystäslämmityksessä on kiinnitettävä roskiin, lehtiin tai vastaaviin, jotka voivat kerääntyä lämmityskaapelin päälle.

Pelkkä ylivirtasuojaus ei välttämättä riitä vakiovastuskaapeleilla, ja on käytettävä lisäsuojauksia eli vikavirtasuojauksia. Vikavirtasuojaus onkin pakollinen kaikkiin lämmityskaapeliasennuksiin. Itsesäätyvillä kaapeleilla ei välttämättä yllämpösuojaa tarvita, jos käyttölämpötila jää riittävän alhaiseksi, mutta kaikki lämmityskaapeliasennukset on varustettava enintään 30 mA:n vikavirtasuojakytkimellä. Palosuojaukseen ja vikasuojaukseen voidaan käyttää yhteistä suojalaitetta, eli vikasuojauksessa käytetty vikavirtasuojakytkin voi toimia myös palosuojauksessa. /7, s. 551–552./

10 Piirustukset

Tärkeä osa suunnittelua on hyvät piirustukset. Piirustuksista tulee selvittää syöttörasioiden sijainnit, kaapelityypit, läpiviennit sekä muut asennusta helpottavat yksityiskohdat. Tärkeimmät tiedot piirustuksissa ovat kuitenkin keskuksen syöttöryhmätiedot sekä lämmitysjärjestelmän suojalaitteiden tiedot.

Piirustukset on tarkoitettu niin asentajalle kuin myös työn tilaajalle. Asentaja suorittaa asennukset piirustusten mukaan ja tilaajalle piirustukset ovat tärkeitä siinä vaiheessa kun lämmitysjärjestelmää huolletaan.

11 Yhteenveto

Sulanapito- ja saattolämmitysjärjestelmillä on tarkoitus pitää ulkoalueet, räystäät ja rännit sekä vesijohto- ja viemäriputket sulana lämmityskauden aikana eli talviaikana. Ulkoalueiden ja räystäiden sekä syöksytorvien sulanapidolla lisätään sekä käyttömuka-

vuutta että turvallisuutta. Vesi- ja viemäriputkien saattolämmityksellä taas lisätään kiinteistön vesijärjestelmien käyttövarmuutta ja vältetään mahdolliset jäätymisestä johtuvat vesivahingot.

Ulkoalueiden sulanapidolla haetaan pääsääntöisesti lisämukavuutta, mutta hyvin suunnitellulla ulkoalueen sulanapidolla voidaan myös välttyä turhilta talven liukkaudesta johtuvilta tapaturmilta. Suurin hyöty näkyy vähentyneinä lumenluontitöinä piha-alueella.

Sadevesijärjestelmien sulanapito on erittäin tärkeää turvallisuuden kannalta, koska ilman sulanapitoa oleviin räystäisiin alkaa kertyä jäätä, joka tukkiessaan räystäään aiheuttaa vaarallisten jääpuikkojen muodostumisen räystäisiin. Nämä jääpuikot saattavat aiheuttaa jopa hengenvaaran kiinteistön käyttäjille, ja viime kädessä vastuun tästä kantaa kiinteistön omistaja.

Vesi- ja viemäriputkien saattolämmityksellä varmistetaan se, etteivät vesijohdot ja viemäriputket pääse jäätymään talven aikana. Tämä on erittäin tärkeää, koska ilman minikäänlaista saattolämmitystä vesijohtoputket sekä viemäriputket jäätyvät aina talven aikana kohdasta, josta ne nousevat maan sisältä sokkelin läpi rakennuksiin. Tärkeää näissä lämmitysjärjestelmissä on panostaa hyvään suunnitteluun ja ammattimaiseen asennukseen, koska lähes kaikissa tilanteissa, joissa lämmitys tai sulanapito ei toimi oikein, vika on käytännössä aina virheellisessä suunnittelussa tai asennuksessa.

Kokonaisuudessaan työn perusteella voidaan todeta, että lämmitysjärjestelmät ovat ehdottoman tärkeitä turvallisuuden ja käyttövarmuuden kannalta. Kaapeleina lämmityksissä kannattaa käyttää itserajoittuvia kaapeleita ja niitä kannattaa ohjata vähintään ulkolämpötilan mittauksella toimivalla ohjausjärjestelmällä.

Lähteet

- 1 Sulanapito. 2014. Verkkodokumentti. Elfoil. <<http://www.elfoil.fi/sulanapito>>. Luettu 25.12.2013
- 2 Pistesarjat tuotevalikoima 35. 2013
- 3 Pistesarjat tuotevalikoima 34. 2012
- 4 Ulkoalueiden sulanapito. 2014. Verkkodokumentti. Elfoil. <<http://www.elfoil.fi/fi/ulkoalueiden-sulanapito>>. Luettu 25.12.2013
- 5 Rännien sulanapito. 2014. Verkkodokumentti. Elfoil. <<http://www.elfoil.fi/fi/rännien-sulanapito>>. Luettu 25.12.2013
- 6 Saattolämmitys. 2014. Verkkodokumentti. Elfoil. <<http://elfoil.fi/fi/saattolämmitys>>. Luettu 25.12.2013
- 7 Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. 2013. SFS käsikirja 600-1. Helsinki.
- 8 Saattolämmitykset PSK-standardi 8101. 2003. PSK standardointiyhdistys ry. Helsinki.
- 9 ST 55.16. Rakennuksissa käytettävät lämmityskaapelit. 15.3.2006. Espoo: Sähköinfo Oy
- 10 ST- ohjeisto 11. Teollisuuden lämmityskaapelit, suunnittelu ja asennus. 2007. Espoo: Sähköinfo Oy
- 11 Ulkoalueiden sulanapidon ohjaus. 2014. Verkkodokumentti. Elfoil. <<http://elfoil.fi/fi/ulkoalueiden-sulanapidon-ohjaus-0>> Luettu 27.12.2013
- 12 Pistesarjat. Sulanapito. 2008. Verkkodokumentti. Pistesarjat Oy. <http://www.sulanapito.fi/images/pdf/sulanapito_esite.pdf> Luettu 28.12.2013
- 13 Pistesarjat tuotevalikoima 36. 2014
- 14 D1 – 2012: Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 2012. Sähköinfo Oy. Espoo.

Lämpöhäviötaulukko

		LÄMPÖHÄVIÖT W/m															
		Putkikoko – DN (tuumaa) – Ulkohalkaisija (mm)															
Eriste mm	ΔT°C	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	
20	20	3.6	4.9	6.4	8.0	9.7	11.5	13.3	15.1	17.0	18.8	20.6	22.5	24.3	26.2	28.0	
	30	5.5	7.0	8.6	10.3	12.0	13.8	15.5	17.3	19.0	20.8	22.6	24.4	26.2	28.0	29.8	
	40	7.5	9.0	10.6	12.3	14.0	15.7	17.4	19.1	20.8	22.5	24.2	25.9	27.6	29.3	31.0	
	50	9.6	12.1	14.6	17.1	19.6	22.1	24.6	27.1	29.6	32.1	34.6	37.1	39.6	42.1	44.6	
	60	11.7	14.8	17.9	21.0	24.1	27.2	30.3	33.4	36.5	39.6	42.7	45.8	48.9	52.0	55.1	
25	20	3.3	4	4.7	5.4	6.2	6.9	7.6	8.3	9.0	9.7	10.4	11.1	11.8	12.5	13.2	
	30	4.9	6.1	7.1	8.3	9.3	10.4	11.4	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	
	40	6.7	8.3	9.7	11.2	12.6	14.2	15.7	17.1	18.6	20.0	21.5	22.9	24.4	25.8	27.3	
	50	8.5	10.6	12.4	14.2	16.0	17.8	19.6	21.4	23.2	25.0	26.8	28.6	30.4	32.2	34.0	
	60	10.4	12.9	15	17.4	20	22	24.5	26.9	29.3	31.7	34.1	36.5	38.9	41.3	43.7	
30	20	2.9	3.6	4.3	4.9	5.6	6.3	7	7.7	8.4	9.1	9.8	10.5	11.2	11.9	12.6	
	30	4.5	5.5	6.4	7.3	8.2	9.2	10.1	11.0	11.9	12.8	13.7	14.6	15.5	16.4	17.3	
	40	6.1	7.5	8.7	10	11.4	12.8	14.2	15.6	17.0	18.4	19.8	21.2	22.6	24.0	25.4	
	50	7.7	9.6	11	12.7	14.5	16.3	18.1	19.9	21.7	23.5	25.3	27.1	28.9	30.7	32.5	
	60	9.6	11.7	13.4	15.1	17.0	18.8	20.6	22.4	24.2	26.0	27.8	29.6	31.4	33.2	35.0	
40	20	2.5	3.1	3.6	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	
	30	3.9	4.8	5.4	6.2	7	7.8	8.6	9.4	10.2	11	11.8	12.6	13.4	14.2	15	
	40	5.3	6.5	7.4	8.4	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	
	50	6.3	8.2	9.4	10.7	12.1	13.5	14.9	16.3	17.7	19.1	20.5	21.9	23.3	24.7	26.1	
	60	8.3	10	11.4	13	14.7	16	17.3	18.6	19.9	21.2	22.5	23.8	25.1	26.4	27.7	
50	20	2.3	2.8	3.2	3.5	3.9	4.3	4.7	5.1	5.5	5.9	6.3	6.7	7.1	7.5	7.9	
	30	3.8	4.3	4.8	5.3	5.7	6.2	6.7	7.2	7.7	8.2	8.7	9.2	9.7	10.2	10.7	
	40	4.9	5.8	6.6	7.4	8.2	9.0	9.8	10.6	11.4	12.2	13	13.8	14.6	15.4	16.2	
	50	6.2	7.4	8.3	9.4	10.4	11.4	12.4	13.4	14.4	15.4	16.4	17.4	18.4	19.4	20.4	
	60	7.5	9	10.2	11.5	12.8	14	15.3	16.5	17.7	18.9	20.1	21.3	22.5	23.7	24.9	
60	20	2.2	2.8	3.3	3.7	4.1	4.5	4.9	5.3	5.7	6.1	6.5	6.9	7.3	7.7	8.1	
	30	3.3	3.9	4.4	4.9	5.4	5.9	6.4	6.9	7.4	7.9	8.4	8.9	9.4	9.9	10.4	
	40	4.5	5.3	6	6.7	7.5	8.1	8.8	9.5	10.2	10.9	11.6	12.3	13	13.7	14.4	
	50	5.7	6.8	7.6	8.5	9.3	10.1	10.9	11.7	12.5	13.3	14.1	14.9	15.7	16.5	17.3	
	60	7.0	8.3	9.3	10.4	11.6	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5	21.5	
80	20	1.9	2.3	2.6	2.9	3.2	3.5	3.8	4.1	4.4	4.7	5	5.3	5.6	5.9	6.2	
	30	3.0	3.5	3.9	4.3	4.7	5.1	5.5	5.9	6.3	6.7	7.1	7.5	7.9	8.3	8.7	
	40	4	4.7	5.2	5.8	6.3	6.9	7.4	7.9	8.5	9	9.5	10	10.5	11	11.5	
	50	5.3	6.3	7.1	8	8.9	9.8	10.7	11.6	12.5	13.4	14.3	15.2	16.1	17	17.9	
	60	6.6	8.1	9.1	10.2	11.2	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	

Eriste	Lämmönjohtavuus W/m°C	Korjauskertoin
Lasvilla	0,036	1,00
Mineraalivilla	0,038	1,06
Vaahtomuovi	0,042	1,17
Polyuretaanivaahhto	0,024	0,67