

VANTAAN MYYRMÄEN KESKUSTAN SULANAPITOJÄRJESTELMÄN YLEISSUUNNITELMA

24.02.2017

SISÄLLYSLUETTELO

1	YLEISTÄ	3
1.1	Yleistä lumensulatusjärjestelmän toiminnasta	3
1.2	Sulanapitojärjestelmä	3
1.3	Putkistot	3
1.4	Pintaputket	4
1.5	Jakoputket	4
1.6	Runkoputket	4
1.7	Jakotukit ja jakokaivot	5
2	SULANAPIDETTÄVÄT ALUEET	5
2.1	Lämpökeskukset	6
3	TEHONTARVE JA ALUSTAVAT ENERGIAKULUTUSLASKELMAT	6
3.1	Tehontarvelaskelmat	6
3.2	Alustavat energiankulutuslaskelmat	7
4	RAKENNUS-JA KÄYTTÖKUSTANNUSARVIOT	7
4.1	Rakennuskustannusarvio	7
4.2	Käyttökustannusarviot	8

LIITTEET

Liite 1	Sulanapito alueet 1-13,
Liite 2	Jakokaivot 1,12 ja 13
Liite 3	Jakoputket 2,3,4,5,6 ja 7
Liite 4	Jakoputket 8,9,10 ja 11

1 Sulanapitojärjestelmä / lumensulatus

Tässä osassa esitetään tiivistettynä mitä sulanapitojärjestelmä sisältää, sekä sulanapitojärjestelmän olennaisimmat tekniset ratkaisut. Lisäksi tässä osassa eritellään sulanapitoalueet laajennusehdotuksineen. Lopuksi tässä osassa arvioidaan sulanapitojärjestelmän toteutuksen kustannukset, sekä sen käytöstä aiheutuvat kustannukset

1.1 Yleistä sulanapitojärjestelmän toiminnasta

Sulanapitojärjestelmä suunnitellaan toimimaan talviaikana. Talviaika käsittää ajanjakson syksystä kevääseen, kun ulkolämpötila on pysyvästi alle $+5^{\circ}\text{C}$:ta. Talviaikaan sulanapitojärjestelmä on jatkuvassa valmiustilassa.

Järjestelmän tehonsäätö toteutetaan DDC-säätöjärjestelmällä. Tehonsäädössä pyritään siihen, että katua lämmitetään vain lumisateella. Säätöjärjestelmä varustetaan lumiantureilla, jotka käynnistävät järjestelmän tehonsäädön sulatusteholle tunnistessaan lumisateen. Muina aikoina ulkolämpötilavälillä $+5^{\circ}\text{C}$... -18°C järjestelmän tehoa rajoitetaan siten, ettei kadun pintalämpötila nouse yli $+3^{\circ}\text{C}$... $+5^{\circ}\text{C}$. Ulkolämpötiloissa -18°C ... -30°C järjestelmän tehonsäätö lasketaan alas siten, että verkostosta palaavan nesteseoksen lämpötila on ± 0 ... $+1^{\circ}\text{C}$. Säätöjärjestelmällä vähennetään sulanapitojärjestelmän energiakulutusta huomattavasti, mutta järjestelmällä on kuitenkin koko ajan valmius tehon nostamiseksi lumensulatustarpeisiin.

1.2 Sulanapitojärjestelmä

Sulanapitojärjestelmään kuuluu seuraavat osat:

- pintaputkisto
- jakokaivot sekä jakotukit, säätö- ja sulkuventtiileineen
- jakoputket
- runkoputket
- lämmönjakokeskus, vaihtimet, pumpput, paisunta-/paineenpitojärjestelmä, säätöjärjestelmä

1.3 Putkistot

Sulana pidettävä alue jaetaan jakoputki-/ kaivoalueisiin, jotka liitetään runkoputkillä lämmönjakokeskukseen. Kukin alue muodostaa ryhmänsä, jolla on erikseen meno- ja paluupuolen jakoputki sekä tarvittava sulku- ja säätöventtiilit vesimäärien säätöä, sekä mittausta varten. Jakoputkista lähtevät pintaputkistolenkit joko yhteen- tai kahteen suuntaan. Pintaputkisto jaetaan ryhmiin siten, että yhdessä ryhmässä on aina kolme kiertolenkkiä. Kolmen kiertolenkin putket risteävät lenkkien päissä. Tällä tavalla jaotellut putkilenkit antavat tasaisen lämpöjakauman alueelle, koska meno- ja paluujohto ovat aina rinnakkain ja jokainen lenkeistä on kiertänyt saman matkan.

Kaikki yhdestä jakoputkesta lähtevät pintaputkilenkit ovat samanpituisia. Näin saadaan lämmönjako optimaaliseksi ilman säätöventtiileitä. Vesivirtojen tasapainotus tehdään huomioon ottaen painehäviöt piireissä, jakotukissa ja syöttöputkissa.

Pintaputkiston ja jakoputkien jaottelun tarkoituksena on varmistaa, että:

- lämpötila jakautuu tasaisesti alueella
- putkilenkkien pituudet eivät tule tavattoman pitkiksi, mikä taas vaatisi suuria pumppuja ja pumppaustehoja
- huolto-, korjaus- ym. toimenpiteet onnistuvat helposti

Kun putkilenkit ovat kolmen ryhmässä, voidaan putkiryhmiä kerrallaan (leveys n. 1,2 – 1,6 m) nostaa sivuun mahdollisten korjaustöiden ajaksi. Putkirikon sattuessa voidaan vuotokohta paikallistaa ja periaatteessa vaihtaa koko lenkki, eikä tarvitse kaivaa putkia esiin kuin kapealta alueelta. Tämä kaikki voidaan toteuttaa ilman, että tarvitsee sulkea koko lämmitettävää aluetta, muut jakoputkialueet voivat toimia normaalisti korjaustyön ajan.

Kadun sulanapitojärjestelmä voidaan toteuttaa vaiheittain rakentaen, esim. jakoputkialueittain.

1.4 Pintaputket

Putkimateriaalina putkilenkeissä käytetään ristosilloitettua muoviputkea esim. UPONOR PE-Xa-putkea, joka on valmistettu korkeamolekyyllipainoisesta HD-polyeteenistä. PE-Xa-putkea voidaan asentaa järjestelmään, joka suurin jatkuva käyttöpaine on 6 baaria, käyttölämpötilan ollessa 70°C.

Katulämmityksessä käytetyllä suurimmalla nesteen lämpötilalla, max. +39°C, voidaan putkien painetta nostaa suuremmaksikin.

Katulämmitysverkostossa käytettävä putkikoko on 25 x 2,3 mm (tai 20 x 2,0), putkien ulkohalkaisija x seinämäpaksuus. Käytettävä putkimateriaali ei estä hapen imeytymistä putken seinämän lävitse, koska se on normaalia ristosilotettua (HDPE) PEX-putkea. Hapen imeytyminen kontrolloidaan putkissa virtaavan inhibiitin avulla, joka niin sanotusti "syö" hapen järjestelmästä.

Pintaputket asennetaan pääosiltaan pintalaattojen/-kivien alle tehtävään kuitubetonibetonikerrokseen), tai vastaavaan.

1.5 Jakoputket

Jakoputket tehdään haponkestävästä teräksestä, joihin hitsataan noin 10 cm pitkät putkinipat putkilenkkien lähtöjä ja tuloja varten. Putkinipat ovat myös haponkestävää terästä. Maahan asennettavat haponkestävät putket varusteineen korroosiosuojataan.

Jakoputkiin kuuluvat myös liittimet, joilla putkilenkit liitetään jakoputkiin. Jakoputket ja messinkiset liittimet korroosiosuojataan, koska ne ovat veden ja muiden maasta erkanevien yhdisteiden kosketuksissa.

1.6 Runkoputket

Runkoputket kulkevat pääosin pysäköintikellarissa sekä osittain maassa noin 700-800mm kadunpinnan alapuolella (jakokaivot 1,12 ja 13).

Pysäköintikellariin asennettavat runkoputket ovat terästä laippa- tai hitsausliitoksia.

Pysäköintitilassa olevat runkoputket eristetään.

Maahan asennettavat runkoputket tehdään eristämättömillä muoviputkilla, PE-HD tai vastaava, paineluokka PN 16 bar/20°C (huomioitava paineluokan aleneminen lämpötilan funktiona siten, että paineluokka +40°C:ssa on 5,4 bar.)

Putkijatkokset ja putkiosat (haarat) tehdään sähköhitsauksella.

Jakoputkien ja kaivojen runkoputket ja venttiilit ovat haponkestävää terästä.

1.7 Jakotukit ja jakokaivot

Maassa runkoputkien ja jakoputkien liitoskohtaan, sulkuventtiilien kohdalle tehdään teräsbetonikaivo valurautakansistoineen (jakokaivot 1,12 ja 13), liitepiirustus 2.

Paalutorilla olevat jakotukit 2,3,4,5,6 ja 7 asennetaan Paalutorin päälle tehtävään suojarakenteeseen, liitepiirustus 3.

Ruukkutorilla olevat jakotukit 8, 9, 10 ja 11 asennetaan rakennekerrokseen, liitepiirustus 4

Kaivojen ja kansistojen mitoituksessa huomioidaan kadun pintakuorma 40 tn.

2. Sulana pidettävät alueet

Sulana pidettävää katupintaa on yhteensä noin 4360 m² (ilman laajennusalueita). Sulana pidettävät alueet on jaettu kolmeentoista alueeseen:

Sulana pidettävien alueiden jako on tehty rakennusteknisistä ja toiminnallisista syistä.

Sulana pidettävien alueiden jaolla varmistetaan, ettei käyttöönotto ei ole riippuvainen muiden alueiden rakennusaikatauluista.

Seuraavassa lämmitysalueet eriteltyinä:

<u>Sulatusalue 1,</u>	n. 156 m ²
<u>Sulatusalue 2,</u>	n. 454 m ²
<u>Sulatusalue 3,</u>	n. 297 m ²
<u>Sulatusalue 4,</u>	n. 291 m ²
<u>Sulatusalue 5,</u>	n. 3321 m
<u>Sulatusalue 6,</u>	n. 309 m ²
<u>Sulatusalue 7,</u>	n. 304 m ²
<u>Sulatusalue 8,</u>	n. 384 m ²
<u>Sulatusalue 9,</u>	n. 410 m ²
<u>Sulatusalue 10,</u>	n. 215 m ²
<u>Sulatusalue 11,</u>	n. 426 m ²
<u>Sulatusalue 12,</u>	n. 293 m ²
<u>Sulatusalue 13,</u>	n. 486 m ²
<u>Sulatusalueet 1 - 13 yhteensä</u>	n. 4357 m ²

2.1 Lämpökeskus

Sulanapitojärjestelmän lämpökeskus sijoitetaan Ruukkutorin alla sijaitsevaan pysäköintikellariin tehtävään lämmönjakohuoneeseen. Lämmönjakohuoneen paikka on valittu ensisijaisesti siten, että kaukolämpöverkoston energiaa löytyy läheltä riittävästi. Seuraavassa ehdotus lämpökeskuksen paikaksi:

LK 1 (Sulatusalueet 1-13)

Pysäköintikellariin tehtävään lämmönjakohuoneeseen asennetaan sulanapitojärjestelmän lämmönsiirrin varusteineen, sekä kaukolämmön mittausskeskus.

Ehdotettu lämpökeskuksen sijainti esitetty liitepiirustuksessa sulanapitoalueet 1-13, liite 1.

Yleistä lämpökeskuksista

Sulanapitojärjestelmän vaihdin kytketään kaukolämpöverkoston. Kytkenässä hyödynnetään mahdollisimman paljon kaukolämmön paluuvettä mikäli kaukolämmön paluuvettä on saatavilla riittävästi.

Katulämmityksen kuluttamat energiat mitataan erillismittauksilla. (kaukolämmön kokonaisenergia, sekä sähköenergia)

Sulanapitoverkoston täyttö- ja paisuntajärjestelmä toteutetaan yleensä nk. pumppupaisuntajärjestelmällä, jolla verkoston paine pidetään n. 4.5 – 5,0 baarin paineisena.

Lämmitettävänä nesteenä katulämmityksessä on propyleeniglykoli-pohjainen jäähdytinneste. Järjestelmässä käytetty propyleeniglykoli on tuoteselosteen mukaan ympäristölleen vaaraton jäähdytinneste. Se soveltuu näin ollen mainiosti järjestelmään. Järjestelmässä kiertää n. 30% seos, jonka pakkasen kestävyys on noin -16°C .

Propyleeniglykolin ohella putkistossa kiertää inhibointiaine, joka estää korroosion järjestelmässä ja suojaa metallipinnat ohuella passivointikalvolla. Inhibiitti pitää myös PH-arvon korroosion estämisen kannalta optimitasolla.

Järjestelmän kestävyysden takia verkostossa olevaa nestettä tulee analysoida aika ajoin. Analyysissä tarkkaillaan inhibiittimäärää: vastaako se sallittua arvoa. Jos inhibiitin määrä on alhainen, niin sitä lisätään verkostoon.

3. Tehontarve ja alustavat energiankulutuslaskelmat

Mitoitusperuste

Mitoitusperusteena käytetään tehontarvetta 300 W/m^2 . Tällä teholla lumensulatusteho on n. 30 mm:n lumisateen sulatus tunnissa. (150 mm:n sade viidessä tunnissa).

3.1 Tehontarvelaskelmat

<u>Sulatusalue 1,</u>	n. 0,047 MW
<u>Sulatusalue 2,</u>	n. 0,137 MW
<u>Sulatusalue 3,</u>	n. 0,090 MW
<u>Sulatusalue 4,</u>	n. 0,088 MW

<u>Sulatusalue 5,</u>	n. 0,332 MW
<u>Sulatusalue 6,</u>	n. 0,093 MW
<u>Sulatusalue 7,</u>	n. 0,092 MW
<u>Sulatusalue 9,</u>	n. 0,123 MW
<u>Sulatusalue 10,</u>	n. 0,065 MW
<u>Sulatusalue 11,</u>	n. 0,128 MW
<u>Sulatusalue 12,</u>	n. 0,088 MW
<u>Sulatusalue 13,</u>	n. 0,146 MW
<u>Sulatusalueet 1 - 13 yhteensä</u>	<u>n. 1313 MW</u>

3.2 Alustavat energiakulutuskalkelmat

Aikaisemmin toteutuneista kohteista saatujen kokemusten perusteella, energiankulutus vuositasolla Suomen olosuhteissa vastaa huipun käyttöaika 700 – 900 h/a.
Vuosikulutuslaskelmien lähtökohtana on käytetty huipun käyttöaika = 780 h/a.

Kulutuslaskelmat osa-alueittain

<u>Sulatusalue 1,</u>	n. 37 MWh/a
<u>Sulatusalue 2,</u>	n. 107 MWh/a
<u>Sulatusalue 3,</u>	n. 70 MWh/a
<u>Sulatusalue 4,</u>	n. 69 MWh/a
<u>Sulatusalue 5,</u>	n. 78 MWh/a
<u>Sulatusalue 6,</u>	n. 73 MWh/a
<u>Sulatusalue 7,</u>	n. 73 MWh/a
<u>Sulatusalue 8,</u>	n. 91 MWh/a
<u>Sulatusalue 9,</u>	n. 96 MWh/a
<u>Sulatusalue 10,</u>	n. 51 MWh/a
<u>Sulatusalue 11,</u>	n. 100 MWh/a
<u>Sulatusalue 12,</u>	n. 69 MWh/a
<u>Sulatusalue 13,</u>	n. 114 MWh/a
<u>Sulatusalueet 1 - 13 yhteensä</u>	<u>n. 1028 MWh/a</u>

4. Rakennus-ja käyttökuuannusarviot (alv. 0 %)

Rakennuskustannusarviona käytetään kokemusperäistä / toteutuneista kustannuksista laskettua hintaa siten, että

4.1 Rakennuskustannusarvio (alv 0 %)

Rakennuskustannusarviona on käytetty seuraavaa laskettua ja osittain kokemusperäisiä, aikaisemmin toteutettujen järjestelmien rakennuskustannustietoa.

Kustannusarviossa on jaoteltu kokonaiskustannukset asennettuna seuraavasti:

Sulanapidettävät alueet 1-13 yht. n. 4360 m²

-	pintaputkistot	150.000 €
---	----------------	-----------

-	runkoputkistot	80.000 €
-	glykoli/ vesiliuos	25.000 €
-	lämpökeskuksen osuus	50.000 €
-	automaattikalaitteiden osuus	17.000 €
-	kaukolämpöliitostöiden osuus	30.000 €
-	lämpökeskuksen sähköliittymän osuus	4.000 €
-	jakokaivot, jakotukit ja putket varusteineen	60.000 €
-	maanrakennustyöt	14.000 €
Rakennuskustannuksen yhteensä noin		<u>430.000 €</u>
Suunnittelukustannukset		<u>n. 5,00 € / m²</u>
Toteutuskustannukset		<u>yht. = n. 105 € / m²</u>

Käyttökustannukset muodostuvat kaukolämpöenergiasta ja sähkönkulutuksesta. Kaukolämpöenergian kustannus muodostuu kaukolämmön perusmaksusta ja käytetystä energiasta. Sähköenergian hinta muodostuu pääosin katulämmitysjärjestelmän pumppujen sähkönkulutuksesta.

Kaukolämmön perusmaksu on n. 21,700 €/a.
Energian hinta on keskimäärin n. 57,00 €/MWh.

Kaukolämpöenergia n. 57.00 € / MWh*

Sähköenergia n. 0,12 € /kWh*

4.2 Käyttökustannusarviot

Sulanapidettävät alueet 1-13
(sulanapidettävä alue yhteensä n. 4360 m²)

Kaukolämpö, n.	1024 MWh/a	= n. 58,400 €/a
Kaukolämmön perusmaksu,		= n. 21,700 €/a
Sähkönkulutus, n.	6500 kWh/a	= n. 800 €/a
Huoltokustannukset (n. 0,7 €/m ²)		= n. 3.060 €/a
yht. n.		<u>83.960 €/a</u>
		<u>n. 19,30 €/m²</u>

Liitteet

Liite 1	Sulanapito alueet 1-13
Liite 2	Jakokaivot 1,12 ja 13
Liite 3	Jakoputket 2,3,4,5,6 ja 7
Liite 4	Jakoputket 8,9,10 ja 11