

TAVASE OY

Vehoniemen – Isokankaan harjualueen tekopohjavesilaitoksen
yleissuunnitelma

Sähköistys, instrumentointi ja automaatio

Sisältö

1	SÄHKÖISTYS	<u>2</u>
1.1	Sähköliittymät	<u>2</u>
1.2	Sähkökeskukset	<u>3</u>
1.3	Rakennussähköistys	<u>3</u>
1.4	Murtosuojaus	<u>3</u>
1.5	Prosessisähköistys	<u>4</u>
1.6	Varavoima	<u>4</u>
2	INSTRUMENTOINTI	<u>4</u>
2.1	Raakavedenottamo	<u>4</u>
2.2	Imeytysalueet	<u>5</u>
2.3	Kaivoalueet	<u>5</u>
2.4	Siirtopumppaamo	<u>5</u>
3	AUTOMAATIO	<u>6</u>
3.1	Periaate	<u>6</u>
3.2	Tekopohjavesilaitoksen ohjaus	<u>6</u>
3.3	Automaatiokeskukset	<u>7</u>
3.4	Viestiverkko	<u>8</u>
3.5	Valvomot	<u>8</u>

Liitteet

Liite A

Laitetunnukset ja prosessikaavioiden merkinnät

1 SÄHKÖISTYS

1.1 Sähköliittymät

Tekopohjavesilaitosalueelle tarvitaan alueen laajuuden takia alustavasti viisi sähköliittymää.

Liittymät on ajateltu rakennettavan seuraaviin pisteisiin:

- liittymä nro 1: raakavedenottamo, arvioitu huipputeho n. 1700 kW
- liittymä nro 2: kaivoalue 1, arvioitu huipputeho n. 280 kW
- liittymä nro 3: siirtopumppaamo, arvioitu huipputeho n. 500 kW
- liittymä nro 4: kaivoalue 2, arvioitu huipputeho n. 250 kW
- liittymä nro 5: kaivoalue 3, arvioitu huipputeho n. 270 kW

Tekopohjavesilaitosalueen länsipuolella kulkee 20 kV:n keskijännitelinja. Sähkölaitoksella (Vattenfall) on muuntoasemia tekopohjavesilaitosalueen pohjois-, keski- ja eteläosassa.

Liittymä nro 1 eli raakavedenottamon sähköliittymä toteutetaan keskijänniteliittymänä (20 kV). Raakavedenottamorakennukseen tulee omat muuntajat 3kpl. Muuntajista 2 kpl tulee 690 V:n jännitteelle imeytyspumppaukseen. Kolmas muuntaja on 400V:a ja palvelee laitoksen muuta sähköntarvetta. Lisäksi rakennukseen sijoitetaan 20 kV:in kojeisto ja sähköpääkeskukset.

Liittymä nro 2 kaivoalueella TUA1-KA1 toteutetaan 400V:n liittymänä siten, että alueelle rakennetaan muuntamo- ja keskustila johon sähkölaitos tuo oman muuntajansa. Lisäksi tilaan sijoitetaan sähköpääkeskus ja tarvittaessa 20 kV:in kytkinlaitteet. Kaivoalueen 1 lisäksi liittymästä 2 sähköistetään imeytysalueet TUA1-IA1.1 ja TUA1-IA1.2.

Liittymä nro 3 siirtopumppaamolle toteutetaan 400V:n liittymänä. Vattenfall toimittaa tontille puistomuuntamon josta laitoksen 400 V:n pääkeskus syötetään nousukaapelilla. Siirtopumppaamon lisäksi liittymän 3 pääkeskuksesta sähköistetään imeytysalueet TUA2-IA2.1 ja TUA2-IA2.2 sekä varalla olevat TUA2-IA2.3 ja TUA2-IA2.4.

Liittymä nro 4. kaivoalueella TUA2-KA2 toteutetaan 400V:n liittymänä siten, että alueelle rakennetaan muuntamo- ja keskustila johon sähkölaitos tuo oman muuntajansa. Lisäksi tilaan sijoitetaan sähköpääkeskus ja tarvittaessa 20 kV:in kytkinlaitteet. Sähköpääkeskuksesta sähköistetään kaivoalue TUA2-KA2.

Liittymä nro 5 kaivoalueella TUA3-KA3.2 toteutetaan 400V:n liittymänä siten, että alueelle rakennetaan muuntamo- ja keskustila kaivoalueelle TUA3-KA3.2, johon sähkölaitos tuo oman muuntajansa. Lisäksi tilaan sijoitetaan sähköpääkeskus ja tarvittaessa 20 kV:in kytkinlaitteet. Kaivoalueen TUA3-KA3.2 lisäksi liittymästä 5 sähköistetään kaivoalueet TUA3-KA3.3 ja TUA3-KA3.4 sekä imeytysalueet TUA3-IA4.1, TUA3-IA4.2, TUA3-IA4.3, TUA3-IA4.4 ja TUA3-IA4.5.

Sähkönjakelu on esitetty yleiskaaviossa 16WWT0815.061

1.2 Sähkökeskukset

Raakavesipumppaamon sähkökeskukset syötetään kiskosilloilla viereisessä tilassa olevilta muuntajilta 20kV/0,69kV (2kpl) ja 20kV/0,4kV (1kpl). Toinen 20kV/0,69kV muuntajista on varalla. 0,69kV:n muuntajat kytketään eri päihin pääkeskusta, ja keskus jaetaan keskeltä kiskokatkaisijalla. 0,69kV:n pääkeskuksesta syötetään imeytyspumput. 0,4kV:n pääkeskuksesta syötetään laitoksen muu sähkön tarve. Keskukset ovat lattiaan asennettavia kennokeskuksia yksikkölähdöillä. Suuret taajuusmuuttajat sijoitetaan prosessitilaan laitteiden viereen, pienemmät sähkötilan seinälle.

Siirtopumppaamon 400 V:n pääsähkökeskus syötetään nousukaapelilla Vattenfallin puistomuuntamolta. Keskus on lattiaan asennettava kennokeskus yksikkölähdöillä. Suuret taajuusmuuttajat sijoitetaan prosessitilaan laitteiden viereen, pienemmät sähkötilan seinälle.

Kaivoalueiden 1, 2 ja 3 pääsähkökeskukset sijoitetaan alueiden keskeisille paikoille sijoitettaviin muuntamo- ja keskustiloihin.

Kaivo- ja Imeytysalueiden ryhmäkeskukset asennetaan sääsuojakaappeihin kaivojen sisälle.

Sähkökeskukset varustetaan ukkos- ja ylijännitesuojilla.

Kaivoalueiden 1, 2 ja 3 sekä siirtopumppaamon ja raakavedenottamon 400 V:n pääsähkökeskukset varustetaan ulkoisella varavoiman syöttömahdollisuudella. Laitteet, jotka on suunniteltu jäävän varavoimasyötön ulkopuolelle, järjestetään sähkökeskuksessa omaan keskusosaansa. Siirrettävän varavoimakoneen teho on alustavasti n. 300 kW.

Kaikki kaapelit keskuksista maastoon vedetään maakaapeleina putki- ja tieurien viereen.

1.3 Rakennussähköistys

Rakennussähköistys liittyy raakavedenottamorakennukseen, siirtopumppaamorakennukseen ja kaivoalueiden 1, 2 ja 3 muuntamo- ja keskustiloihin.

Rakennukset lämmitetään sähköllä. Prosessitiloihin asennetaan termostaattiohjatut kiertoilmapuhaltimet, muihin tiloihin termostaattiohjatut lämmityspatterit.

Sähkötilat varustetaan koneellisella ilmanvaihdoilla, tarvittaessa muuntamo- ja sähkötilat varustetaan lisäksi jäähdytyksellä.

Ulko-ovien päälle asennetaan ulkovalaisimet, joita ohjataan liikeanturilla ja/tai hämäräkytkimillä.

Raakavesipumppaamolle ja siirtopumppaamolle asennetaan akkukäyttöiset irrotettavat varavalot sekä akkukäyttöiset poistumistievalot.

1.4 Murtosuojaus

Murtohälytykset asennetaan kaikkiin rakennuksiin, pohjavesikaivoille sekä ulkona oleviin sähkökeskuksiin (katujakokaapit). Rakennuksissa murtosuojaus toteutetaan

liiketunnistimilla ja ovien magneettikytkimillä. Kaivojen luukkuihin ja sähkökeskusten oviin asennetaan magneettikoskettimet. Murtohälytykset liitetään automaatiojärjestelmään.

Ainakin raakavesipumppaamolle ja siirtopumppaamolle asennetaan valvontakamerat

1.5 Prosessisähköistys

Kaikki lukitukset ja automatiikat toteutetaan automaatiokeskuksilla (logiikka).

Suurten pumppujen sähkökäytöt toteutetaan joko taajuusmuuttajilla tai pehmokäynnistimillä.

Vara- ja testauskäyttöä varten rakennetaan kaikille moottoreille moottorikohtaiset paikallishjaukset, jossa A-0-K paikalliskytkimen K-asennossa moottori voidaan käynnistää automaatiojärjestelmästä riippumatta.

Kaikki moottorit varustetaan turvakytkimillä. Kaivopumppujen turvakytkimet asennetaan siiviläputkikaivojen päällä oleviin betonirengaskaivoihin.

Sähköpääkeskuksiin järjestetään automaattinen loistehon kompensointi. Taajuusmuuttajien aiheuttamat yliaallot huomioidaan valittaessa kompensointilaitteistoa.

1.6 Varavoima

Varavoima-asemaksi ehdotetaan hankittavan hinattavaan perävaunuun asennettu n. 300 kVA:n tehoinen varavoimakone. Varavoimakoneen generaattoriosaa toteutetaan ns. 5-johdinjärjestelmänä ja varustetaan elektronisella säätimellä. Varavoimakone voidaan kytkeä kaikkiin sähkökeskuksiin (pl. raakavedenottamon 0,69kV:n keskus).

Varavoiman avulla saadaan syötettyä n. 25 000 m³/d vettä siirtolinjaan kytkemällä varavoimakone kaivoalueiden 1, 2 tai 3 sähkökeskukseen ja pumppaamalla vesi siirtosäiliöön, josta voidaan juoksuttaa vettä painovoimaisesti noin 30 000 m³/d.

2 INSTRUMENTOINTI

2.1 Raakavedenottamo

Raakavedenpumppaamo varustetaan seuraavilla mittauksilla:

- välppäältäan pintamittaus
- imualtaan pintamittaus
- veden laadun mittaukset imualtaassa (pH+lämpöt, sameus, johtokyky, öljynt)
- siivilöiden pintamittaukset
- imeytettävän veden altaan pintamittaus
- raakaveden virtaamamittaus
- paineiskujen vaimennussäiliöiden pintamittaukset
- kompressorien painesäiliön painemittaus
- imeytettävän veden painemittaus

Imualtaan ja välppäaltaan pintamittaukset toteutetaan upotettavalla painelähettimellä.

Raakaveden virtaamamittaus toteutetaan suuren putkikoon takia ultraäänimittauksena.

Painesäiliöiden pintamittaukset toteutetaan laippa-asenteisilla paine-erolähettimillä.

Kaikki mittaukset liitetään automaatiojärjestelmään 4...20 mA standardiviesteinä.

2.2 Imeytysalueet

Imeytysalueet varustetaan virtaamamittauksilla. Virtaamamittareina käytetään magneettisia määrämittareita.

Virtaamamittareiden ja sähkökäyttöisten säätöventtiilien avulla voidaan imeytystä aluekohtaisesti säätää.

Virtaamamittareiden paikallisnäytöt sijoitetaan sähkökeskusten sääsuojakaappeihin imeytysalueiden säätöventtiilikaivojen sisälle..

2.3 Kaivoalueet

Pohjavesikaivoihin asennetaan pintamittaukset ja painemittaukset.

Kaivojen pintamittauksia käytetään kaivopumppujen kuivakäyntisuojaukseen.

Kaivokohtaiset virtaamamittaukset kootaan riittävien suorien putkiosuuksien turvaamiseksi vesimittarikaivoihin.

Tärkeimpiin havaintoputkiin asennetaan sähköiset jatkuvatoimiset pintamittaukset.

Pohjavesikaivojen pintamittaukset toteutetaan upotettavilla painelähettimillä tai kapasitiivisilla antureilla siten, että kuivakäyntilukitus toimii myös ns. kovalla puolella eli automaatiojärjestelmästä riippumatta.

Virtaamamittaukset toteutetaan magneettisilla määrämittareilla ja niiden paikallisnäytöt voidaan asentaa suoraan magneettiputkiin (malli compact).

Havaintoputkien pintamittaukset toteutetaan upotettavilla painelähettimillä. Havaintoputkien päähän asennetaan lukittava kenttäkotelo kytkentäkoteloksi. KytKentäkoteloon asennetaan myös ylijännitesuojat.

2.4 Siirtopumppaamo

Säiliöön asennetaan pintamittaukset, jotka ovat joko upotettavia painelähettimiä tai ultraäänimittauksia. Mittausten tulee olla syötetty varmistetusta verkosta (UPS tai akut).

Lisäksi säiliöön asennetaan veden laadun mittaukset (pH+lämpöt, sameus, johtokyky, öljynt).

Siirtolinjojen lähtöihin asennetaan paine- ja virtaamamittaukset. Virtaamamittaukset ovat ensisijaisesti magneettisia määrämittareita.

3 AUTOMAATIO

3.1 Periaate

Automaatio toteutetaan siten, että raakaveden pumppaus, imeytys, kaivo-pumppaus sekä siirtopumppaus toimii täysin automaattisesti.

Automaatiikat ja säädöt toteutetaan raakavedenpumppaamolle, imeytysalueille (4), kaivoalueille (3) ja siirtopumppaamolle asennettavilla automaatiokeskuksilla (AK).

Paikallisvalvomo tehdään siirtopumppaamolle, ja tälle rinnakkainen sivuvalvomo raakavedenottamolle.

Automaatiokeskukset välittävät mittaus-, tila- ja hälytystiedot viestiverkon kautta siirtopumppaamolla olevalle paikallisvalvomolle. Automaatiokeskukset vastaanottavat ohjauskomentoja ja säätöjen asetusarvoja viestiverkon kautta valvomosta sekä raakavedenottamon ja siirtopumppaamon automaatiokeskuksilta.

Siirtopumppaamon paikallisvalvomo tulee liittää nopealla verkkoyhteydellä Tampereen Veden vesilaitoksen keskusvalvomoon, jolloin keskusvalvomo voi toimia täysin rinnakkaisena valvonta- ja ohjauspaikkana paikallisvalvomolle.

Muiden osakaskuntien vesilaitosten automaatiojärjestelmät tulisi myös pystyä kytkemään Tampereen Veden järjestelmään tai suoraan paikallisvalvomoihin, jotta tarvittavat tiedot pohjavesilaitoksen tilanteesta saataisiin kaikkien osapuolten käyttöön automaattisesti.

3.2 Tekopohjavesilaitoksen ohjaus

Siirrossa pyritään ajamaan mahdollisimman tasaista virtaamaa ja veden kulutuksen vaihtelut tasataan osakaskuntien säiliöillä.

Siirtopumppaamon paikallisvalvomon automaatiokeskus koordinoi koko tekopohjavesilaitoksen ohjausta.

Keskusvalvomo lähettää siirtopumppaamon paikallisvalvomon automaatioalakeskukselle verkkoyhteyden kautta tiedon siirrettävästä virtaamasta, tällöin paikallisvalvomon automaatiokeskus tarkastaa, tehdäänkö muutoksia siirtopumppaukseen, esimerkiksi gravitaativirtaaman lisäksi käynnistetään siirtopumppu.

Siirtosäiliön pinnankorkeusmuutosten mukaan tehdään muutoksia kaivopumppaukseen.

Kaivopumppausta ohjataan automaatiokeskuksiin ohjelmoidun pohjavesimallin mukaan. Siirtosäiliön pinnan muututtua asetellun arvon verran, malli laskee uudet asetusarvot kaivopumppaukseen. Uudet asetusarvot lähetetään siirtopumppaamon automaatiokeskuksesta kaivoalueiden automaatiokeskuksille, jotka ohjaavat mallin valitsemia kaivopumppuja.

Malli valitsee käytettävät kaivot käytössä olevien kaivojen tuottotietojen, imeytystietojen ja havaintoputkien pintatietojen perusteella. Lisäksi malli vaihtaa automaattisesti kaivoja myös tasaisen siirtovirtaaman aikana.

Raakavedenpumppausta ja imeytystä ohjataan ennustemallien perusteella. Ennustemallit laaditaan keskusvalvomossa huomioiden havaintoputkista saadut pohjaveden pinnankorkeustiedot ja lähetetään verkkoyhteyden kautta tekopohjavesilaitokselle. Siirtopumppaamon automaatiokeskus lähettää ennustemallin antamat asetusarvot raakavedenottamon automaatiokeskukselle sekä imeytysalueiden automaatiokeskuksille, jotka hoitavat raakaveden pumppauksen ja imeytyksen säädön ja ohjauksen imeytysaluekohtaisesti.

Tekopohjavesilaitoksen kaikkia pumppuja ja venttiilejä voidaan automatiikan lisäksi ohjata myös manuaalisesti joka suoraan sähkökeskuksen ohjauskytkimistä (ns. kovan puolen ohjaukset) tai automaatiojärjestelmän kautta keskusvalvomosta tai paikallisvalvomoista.

3.3 Automaatiokeskukset

Raakavedenottamolle, imeytysalueille, kaivoalueille sijoitettavat automaatiokeskukset ovat ohjelmoitavia logiikoita (PLC), jotka toimivat automaatio- ja kaukokäyttölaitteina.

Automaatiokeskuksiin kytketään liitäntöjä sähkökeskuksista (ohjaukset, hälytykset, tilatiedot) sekä instrumentoinnista (mittaukset) ja niihin ohjelmoidaan tarvittavat prosessinohjausautomaatiikat ja säädöt.

Automaatiokeskukset asennetaan siirtopumppaamolla, raakavedenottamolla ja kaivoalueiden muuntamo- ja keskustiloissa omiin tiloihinsa. Kaivoilla (siiviläkaivot, virtaamamittauskaivot ja venttiilikaivot) automaatiokeskukset asennetaan sähkökeskusten yhteyteen.

Automaatiokeskukset ja niiden tietoliikenne varustetaan sähkökatkojen varalta varmistetuilla sähkönsyöttölaitteilla (akut/UPS:t).

Ohjelmistohuolto ja vikatilanteiden selvittely hoidetaan käyttäen kannettavaa tietokonetta.

Siirtopumppaamon automaatiokeskus koordinoi koko tekopohjavesilaitoksen ohjausta. Tiedonsiirto koordinoivan siirtopumppaamon automaatiokeskuksen ja tekopohjavesialueen muiden automaatiokeskusten välillä tapahtuu viestiverkon välityksellä.

Kaukana sähköpisteistä olevat pohjaveden havaintoputket, joista tarvitaan pohjavesimalliin jatkuvaa tietoa, voidaan varustaa GSM-yhteyden kautta liikennöivällä tiedonkeruuyksiköllä, jonka virransyöttö hoidetaan akuilla ja aurinkokennoilla (esimerkiksi mallia GWMS/GWM-Systems). Tiedonkeruuyksikkö lähettää havaintoputken pintatiedon paikallisvalvomoon, josta se siirretään pohjavesimalli-ohjelmiston käyttöön. Laitteiston rakenteen yhteydessä tulee huomioida maisemalliset sekä ilkivaltaan liittyvät vaatimukset.

Automaatiojärjestelmän perusratkaisu on esitetty yleiskaaviossa 16WWT0815.061.

3.4 Viestiverkko

Alustavasti on ajateltu että viestiverkko toteutetaan radiomodeemi- sekä valokaapeliyhteyksillä.

Valokaapelia käytettäisiin lyhyemmällä etäisyyksillä automaatiokeskusten ja alustemien välillä, ja radiomodeemia pidemmällä etäisyyksillä automaatiokeskusten välillä

Valokaapelit upotetaan maahan auraamalla kaapeli putkikaivantojen viereen.

Radiomodeemiyhteyksien etuna on edullinen hinta, mutta haittapuolena masto- ja antennirakennelmat sekä suhteellisen hidas tiedonsiirtonopeus.

Valokaapeliyhteyksien etuna on nopea ja varma tiedonsiirto, mutta haittapuolena kallis toteutushinta.

Ennen lopullista päätöstä toteutustavasta kannattaa tehdä radioverkkotutkimus, jossa selvitetään radiomodeemitoteutuksen vaatimat mastokorkeudet.

Viestiverkko on esitetty yleiskaaviossa 16WWT0815.061

3.5 Valvomot

Normaaleissa käyttötilanteissa tekopohjavesialue on miehittämätön, mutta erikoistilanteita ja käyntien aikaista valvontaa varten tarvitaan laitosalueelle valvomo. PC-pohjainen paikallisvalvomo rakennetaan siirtopumppaamon yhteyteen, sekä tälle sivuvalvomo raakavedenottamolle

Paikallisvalvomoiden prosessikaaviona näyttöjen kautta voidaan hallita koko tekopohjavesilaitosprosessia.

Siirtopumppaamon paikallisvalvomo yhdistetään Ruskon vesilaitoksen valvomojärjestelmään nopealla tiedonsiirtoyhteydellä (verkkoyhteys) ja valvomojärjestelmään lisätään rinnakkaisesti sama valvomo-ohjelmisto kuin tekopohjavesilaitoksen paikallisvalvomoissa, jolloin Ruskon vesilaitoksen valvomosta voidaan hallita normaalisti miehittämätöntä tekopohjavesilaitosta reaaliaikaisesti eli samoin kuin paikallisvalvomoista.

Paikallisvalvomot ja niiden tietoliikenne varustetaan sähkökatkojen varalta varmistetuilla sähkönsyöttölaitteilla (UPS).

Ruskon vesilaitoksen valvomo toimii tekopohjavesilaitoksen pääasiallisena ohjaus- ja valvontapaikkana. Valkeakosken ja Kangasalan vesilaitosten valvomokoneisiin voidaan asentaa tekopohjavesilaitoksen etä- tai sivuvalvomo-ohjelmistot, joilla voidaan tarkastella tekopohjavesilaitoksen toimintaa viestiyhteytenä normaali valintainen puhelinverkko.

Etävalvomo toimii siten, että se ”kaappaa” päävalvomon (Rusko ja siirtopumppaamo) ohjelmiston omaan käyttöön ja estää siksi aikaa päävalvomon toiminnan.

Sivuvalvomo-ohjelmistosovelluksessa rakennetaan omat prosessikaavionäytöt sivuvalvomoihin, jolloin niitä voidaan käyttää rinnakkaisesti päävalvomoiden kanssa.

Etävalvomoiden etuna on edullinen hinta, haittana täydellinen ”kaappaus”. Sivuvallvomon etuna on joustava käyttö, haittana kallis investointikustannus ja kallis ylläpitokustannus.

Valvomoiden toteutustapaa kannattanee ”kypsytellä” ja tehdä lopulliset päätökset vasta toteutusvaiheessa.