

LUONNONVESIEN HYÖDYNTÄMINEN RAKENNUSTEN JÄÄHDYTYKSESSÄ JA LÄMMITYKSESSÄ

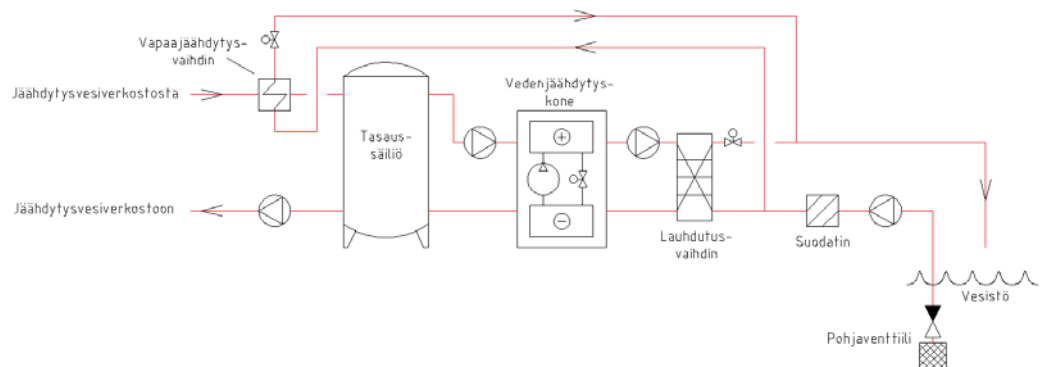
Luonnonvesiä on hyödynnetty menestyksekkäästi jo satoja vuosia erilaisissa sovelluksissa. Vedellä on tuotettu sähköä, pyöritetty myllyjä, jäähdytetty tiloja, koneita ja prosesseja, lauhdutettu jäähdytyskoneita sekä kasteltu kasveja ja muita kastelua ja kostutusta tarvitsevia kohteita. Sovelluksissa käytetyt menetelmät ja tekniikat ovat vuosien saatossa muovautuneet tarpeen mukaisiksi ja toimiviksi. Käyttäjät ovat tyytyväisiä käyttökulujen pienuuteen - luonnonvesien käyttö kun on Suomessa pääsääntöisesti ilmaista.

Viime aikoina mielenkiintoa luonnonvesien lisähyödyntämiseen on kasvattanut sähköenergian kallistuminen. Luonnonvesiin varastoituu merkittäviä määriä aurinkoenergiaa, jolle olisi runsaasti käyttöä kylminä talviaikoina. Aiemmin vesistöihin varastoituneen energian hyödyntämisen suurimpana esteenä oli sopivan tekniikan puuttuminen tai sen kalleus. Tänä päivänä lämpöpumppujen kehittymisen ja yleistymisen myötä ei tätä ongelmaa enää ole.

Luonnonvesien käyttö rakennusten jäädytyksessä

Luonnonvesiä käytetään rakennuksissa jäähdytyskoneiden lauhde-energian poistamiseen ja tilojen vapaajäähdytykseen. Teollisuudessa yleisin käyttökohde on erilaisten prosessien jäähdytys.

Järjestelmät toteutetaan useimmin välillisinä. Tämä tarkoittaa sitä, että puhdistamatonta luonnon vettä ei viedä suoraan jäähdyttävään kohteeseen, vaan luonnonveden ja jäähdyttävän kohteen välillä on erillinen lämmönvaihdin, jossa lämmönsiirto tapahtuu. Järjestelmän välillisuus kasvattaa sen hankintahintaa hieman, mutta parantaa järjestelmän toimintavarmuutta, koska puhdistamaton luonnonvesi saadaan rajattua omaan piiriinsä. Tällöin järjestelmän päälaitteiden jäähdytysvesipiirissä voidaan käyttää suljettua kiertoa ja puhdasta vettä.



KUVA 1. Luonnonvesijäädytyksen periaatekaavio

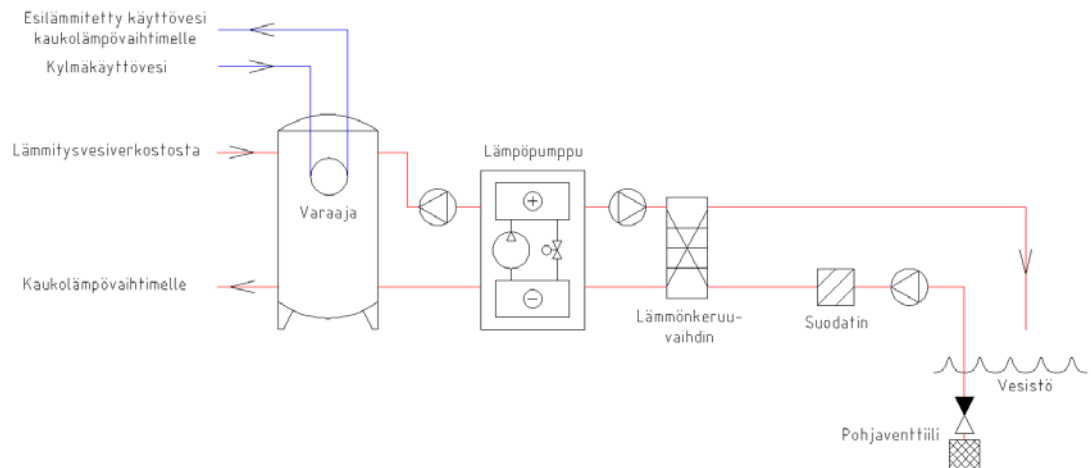
Jäähdytyskoneiden lauhduttamisessa ja prosesseja jäädytettäessä välillisyydellä varmistetaan myös se, että ongelmatilanteissa ei vesistöön pääse missään olosuhteissa vuotamaan esim. öljyjistä kylmäainetta tai jotain muuta ympäristölle haitallista ainetta. Välillisyydellä saavutetaan jäähdytyskoneen lauhduttimelle vakiovirtaama, mikä parantaa jäähdytyskoneen toimintaa.

Luonnonvesien käyttö lämpöpumpun lämmönlähteenä

Luonnonvesien suora käyttö lämpöpumppujen lämmönlähteenä Suomessa on ollut vähäistä. Tähän on syynä se, että vesistöjen veden lämpötilat laskevat talviaikoina niin alhaisiksi, ettei niistä voi enää ottaa lämpöä talteen ilman vaaraa veden jääytymisestä lämmönvaihtimessa.

Vesistöjen pohjalla veden lämpötila on yleensä luokkaa +1...+3 °C ja virtaavan veden, esim. kosket ja joet, lämpötila laskee kylmimpinä aikoina alle +1 °C.

Näin kylmistä vesistä lämmön talteenotto edellyttää niin suuria virtaamia ja putkikokoja, ettei se ole taloudellisesti kannattavaa.



KUVA 2. Luonnonvesilämmityksen periaatekaavio

Näissä kytkennöissä lämpö tuotetaan lämpöpumpulla niin pitkään kuin mahdollista. Kun lämpöpumpun lämmöntuotto yksistään ei enää riitä, kytkeytyy primäärijärjestelmä lämpöpumpun rinnalle (tai sarjaan) tuottamaan lämpöä. Kun lämpöpumpulla ei enää kyetä tuottamaan lämpöä, se sammutetaan ja kaikki lämpö tuotetaan primäärijärjestelmällä. Lämpöpumppu käynnistetään jälleen, kun lämmönlähteen lämpötila nousee riittävän korkeaksi. Käytännössä lämpöpumppu seisoo noin 2...3 kuukautta vuodesta Etelä-Suomen alueella. Pohjois-Suomessa seisokki on jonkin verran pidempi.

Edellä kuvatun toiminnan vuoksi ei luonnonvettä suoraan lämmönlähteenä käyttävää lämpöpumppua voi valita kiinteistön ainoaksi lämmitysjärjestelmäksi. Sen rinnalla tulee aina olla toinen, täydelle teholle mitoitettu, lämmitysjärjestelmä. Samasta syystä lämpöpumppua ei kannata mitoittaa täydelle lämmitysteholle. Järkevä teho-osuus on luokkaa 20...30 % kiinteistön maksimilämmitystehosta.

Luonnonvesiä suoraan lämmönlähteenä käyttäviä lämpöpumppuja on Suomessa rakennettu ainakin vedenpuhdistamoihin ja kauppakeskuksiin. Näissä primääri lämmitysjärjestelmänä on ollut kaukolämpö, jonka rinnalle lämpöpumppu on rakennettu jälkikäteen pienentämään kaukolämmön kasvaneita kustannuksia.

Miksi luonnonvesiä kannattaa hyödyntää eri järjestelmissä?

Syy on yksinkertainen – alhaiset käyttökulut.

Luonnonvesiä käytettäessä tarvittavien laitteiden määrä on vähäinen, lämmönsiirto on merkittävästi tehokkaampaa ja sähkönkulutus on vähäisempää kuin ilmaa käytettäessä. Myös vapaajäähdytyskausi on merkittävästi pidempi kuin ilmajärjestelmissä.

Perinteisessä ilmastoinnin jäähdytyksessä luonnonvesiä hyödyntävän järjestelmän käyttökulut ovat kokemusten mukaan 40...50 % edullisemmat kuin perinteisen ilmajäähdytteen järjestelmän. Luonnonvesijärjestelmän etuna on lisäksi se, että se ei aiheuta ääntä ympäristöönsä kuten puhallintekniikkaa hyödyntävä perinteinen järjestelmä.

Ympäri vuoden jäähdytysenergiaa kuluttavissa kohteissa, esim. prosessiteollisuus ja laitesalit, on luonnonvesijärjestelmällä mahdollista saavuttaa jopa 70...80 % vuotuiset säästöt käyttökustannuksissa perinteisiin järjestelmiin verrattuna.

Luonnonvesiä lämmönlähteenä suoraan käytävä lämpöpumppu pystyy tuottamaan 40...60 % kiinteistön tarvittavasta lämmitysenergiasta. Käyttökustannuksissa säästö on luokkaa 30...40 % sähköhinnasta ja lämpöpumpun lämpökertoimesta riippuen.

Miksi luonnonvesien hyödyntäminen rakennuksien jäähdytyksessä ja lämmityksessä ei sitten ole yleisempää kuin se nykyään on?

Syitä käytön vähäisyyteen on useita.

Suuressa osassa kohteita ei luonnonvesien hyödyntäminen yksinkertaisesti ole mahdollista, koska vesistöä ei ole lähellä. Hyödyntämistä rajoittavat myös ennakkoluulot ja käytön luvanvaraisuus. Ilman vesialueen omistajan lupaa ei vettä saa vesistöä pumpata tai muulla tavoin hyödyntää. Vedenotto ei saa myöskään rikkoa voimassa olevaa vesilakia. Lämpöpumppujen lämmönlähteinä vesistöt ovat talviaikoina usein liian kylmiä.

Yksi merkittävä este käytön yleistymisen lisääntymiselle on luonnonvesijärjestelmiin liittyvän tietotaidon väheneminen niin suunnittelu- kuin toteuttajapuolen henkilöiltä. Järjestelmiä pidetään vaikeina suunnitella ja kalliina toteuttaa. Lisäksi luonnonvesijärjestelmiä pidetään likaisina ja työläisinä ylläpitää.

Asiat eivät kuitenkaan ole näin vaikeita kuin annetaan ymmärtää. Ongelmiksi koetut asiat ovat todellisuudessa melko yksinkertaisia ratkaista. Riittää, kun osaa ja muistaa muutaman perusasian luonnonvesijärjestelmien toteutuksesta.

Seuraavassa esitetään luonnonvesijärjestelmien suunnitteluun ja toteuttamiseen liittyviä seikkoja sekä ratkaisuja ja havaintoja toteutetuista kohteista.

Vedenotto vesistöä

Vedenotto vesistöä rakennukseen voidaan toteuttaa kahdella pääperiaatteella:

1. Vesi tulee vietolla rakennukseen
2. Vesi imetään vesistöä pumpulla

Suosittelavin ja toimivin vaihtoehto on vietolla toteutettu vedenotto. Siinä vesi siirtyy vesistöä rakennukseen veden korkeuseron aiheuttaman staattisen paineen avulla. Vesi ohjataan joko erilliselle vesialtaalle tai kaivoon, josta se pumpataan edelleen eteenpäin.

Vedenottoputki voidaan toteuttaa esim. kuvassa 1 esitetyn keruutukin avulla, joka upotetaan vesistön pohjaan. Keruutukissa on hyvä olla enemmän kuin yksi vesilinja, josta vesi pääsee virtaamaan. Vesilinjoissa tulee myös olla karkea suodatus suurempia partikkeleita, esim. kaloja, varten.



KUVA 3. Esimerkki vedenotossa käytettävästä imuputken keruutukista

Vedenotto voidaan toteuttaa myös pelkällä putkella, mutta tällöin on syytä varautua altaan/kaivon säännöllisiin puhdistuksiin.

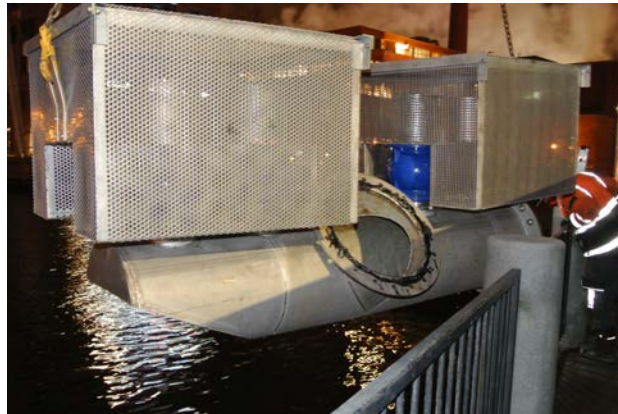
Aina ei kuitenkaan ole mahdollista tuoda vettä rakennukseen vieton avulla. Tällöin vesi joudutaan pumppaamaan vesistöstä pumpun ja imuputken avulla. Nämä järjestelmät ovat aina jonkin verran hankalampia toteuttaa ja käyttää kuin vietolla toteutetut järjestelmät. Pumpulla vettä imettäessä tulee aina huomioida pumpun imulaipan ja vesistön pinnan välinen korkeusero, estää jollain tavalla imuputken tyhjeneminen pumpun pysähtyessä sekä puhdistamattoman veden mahdollinen roskaisuus.

Pumpun imulaipan ollessa vesistön pintaa korkeammalla tulee valita pumppu, joka pystyy imemään korkeuseroa vastaavan alipaineen imuputkeen. Teoriassa pumpun imukorkeus voi olla ilmakehän painetta vastaava korkeus eli n. 10 metriä. Käytännössä suurin korkeusero on kuitenkin vain luokkaa 5...6 metriä. Suositeltavaa on pitää korkeusero mahdollisimman pienenä.

Pumpun pysähtyessä korkeusero pumpun imulaipan ja vesistön pinnan välillä aiheuttaa imuputken tyhjenemisen, ellei sitä ole jotenkin estetty. Tyhjentyneet imuputket edellyttävät aina imuputken mekaanisen täyttämisen. Itseimevät pumput eivät pysy imemään vettä tyhjentyneen imuputken kautta.

Käytännössä imuputken tyhjeneminen estetään imuputken asennettavalla yksisuuntaventtiilillä. Putkeen ei yleensä asenneta pelkkää venttiiliä vaan pohjaventtiili, jossa on valmiina vähintään yksi jousitoiminen yksisuuntaventtiili ja karkea suodatin. Toinen vaihtoehto on asentaa imuputken päähän erillinen karkea jatkuvapuhdisteinen imusuodatin. Sekä pohjaventtiili että erillinen imusuodatin tulee tukea jotenkin tai rakentaa sille oma asennusala.

Kuvassa 4 (asennusvaiheen kuva) on estetty Tampereen Tammerkoskeen asennettu imutukki veden imemistä varten.



KUVA 4. Esimerkki pumpulla vettä imevän järjestelmän imutukista

Pumpulla vettä imettäessä tulee puhdistamattoman veden mahdollinen roskaisuus huomioida tarkemmin kuin vietolla toteutetuissa ratkaisuissa. Roskien pääseminen pumppuun tulee pyrkiä estämään jotenkin tai ainakin yrittää minimoida se. Imulinjan ei kuitenkaan suositella asennettavaksi erillisiä suodattimia, vaikka siihen tarkoitettuja laitteita markkinoilta löytyykin. Imulinjassa tapahtuva painehäviö lisää riskiä pumpun kavitoinnille, joka rikkoo pumpun. On suositeltavampaa asentaa suodatin pumpun painepuolelle ja valita pumppuksi likaa kestävä malli.

Toteutetaan vedenotto kummalla tahansa edellä esitetyllä tavalla, tulee imuputki vesistön pohjalla varustaa riittäväällä määrällä painoja, jotta putki ei pääse nousemaan veden nosteen vaikutuksesta pintaan.

Lisäksi vedenottoputki tulee suojata siten, että jää ei pääse rikkomaan putkea kohdasta, josta putki menee vesistöön.

Pumput

Kuten edellä jo hieman sivuttiin, tulee luonnonvesijärjestelmissä ennen veden kunnollista suodatusta käyttää pumppuja, jotka kestävät likaa ja roskaa. Puhtaille nesteille tarkoitettuja pumppuja ei järjestelmissä tule käyttää – oli pumpun väri sitten punainen, musta tai vihreä. Veden mukana tuleva lika ja roskat tukkivat ja ajan myötä rikkovat puhtaille nesteille tarkoitettuja pumppuja.

Puhdistamattomalle vedelle soveltuvia pumppuja ovat mm. jätevesipumput ja pumput, joissa juoksupyörän ja pumpun pesän väliset välykset ovat normaalia suuremmat. Nämä pumput kestävät melko suurienkin likapartikkeleiden läpimenon ilman rikkoutumista.

Vietolla toteutetuissa järjestelmissä lika ja roskat laskeutuvat altaan tai kaivon pohjalle eikä mene suoraan pumpun imuun kuten vettä pumpulla imettäessä käy. Vietolla toteutetuissa järjestelmissä pumpun liankestokyky ei tarvitse olla aivan niin korkea kuin pumpulla vettä imettäessä.

Kuvassa 5 on esimerkki itseimevästä pumpusta kohteeseen asennettuna (asennusvaiheen kuva).



KUVA 5. Esimerkki itseimevästä jätevesipumpusta

Suodattimet

Luonnonvesijärjestelmissä vesi tulee suodattaa hyvin, jotta sen mukana tuleva lika ja roskat eivät tuki lämmönvaihtimia ja säätölaitteita. Pahimmillaan veden mukana tuleva lika ja roska voivat rikkoa em. laitteet, jolloin koko prosessi saattaa pysähtyä.

Yleisimmin luonnonvesijärjestelmissä käytetään suodattimina itsepuhdistuvia automaattisuodattimia. Näitä ovat mm. vastavirtahuuhtelulla puhdistuvat suodattimet, Bernoulli-suodattimet ja mekaanisesti kaapivat suodattimet.

Perinteistä mudanerotinta ei luonnonvesijärjestelmiin kannata asentaa, koska sen suodatuskyky ei ole riittävä eikä se myöskään kykene puhdistamaan itseään. Mitä enemmän mudanerotin suodattaa sitä suurempi on sen yli oleva painehäviö ja sitä huonompi on järjestelmän toimintapahimmillaan pumppu pumpkaa ”päin seinää” ja sen moottori hajoaa.

Se, mitä suodatintyyppiä kussakin kohteessa käytetään, riippuu veden roskaisuudesta. Valinnan tekee yleensä suunnittelija kokemukseräisesti.

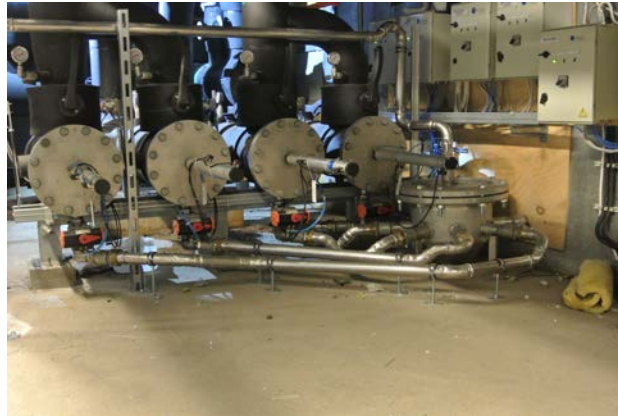
Suodatinvalinnan vaikeudesta hyvä esimerkki löytyy Tampereen Tammerkosken vedestä. Yläjuoksun puolella vastavirtahuuhtelusuodatin toimii moitteettomasti, mutta alajuoksin puolella suodattimen vastavirtahuuhtelu ei riittänyt pitämään suodatinta puhtaana ja prosessi pysähtyi suodattimen tukkeutumisen johdosta. Alajuoksin puolella on jouduttu käyttämään em. syystä

joko Bernoulli-tyyppistä suodatinta tai mekaanisesti kaapivaa suodatinta, joiden puhdistuskyky on tehokkaampi kuin vastavirtahuuhtelusuodattimilla.

Mistä sitten tietää, onko suodattimen puhdistuskyky riittävä?

Vastaus on, että varmasti sitä ei osaa sanoa kukaan. Käytännössä asia selviää vasta, kun järjestelmä otetaan käyttöön. Tämän vuoksi suodatinvalinta kannattaa tehdä varman päälle ja valita suodatin, jonka tietää varmasti toimivan – yleensä Bernoulli- tai mekaanisesti kaapiva suodatin.

Itsepuhdistuvien suodattimien yhteydessä tulee muistaa, että puhdistussyklin aikana tuleva huuhteluvesi pitää viemäröidä johonkin. Tämä saattaa asettaa lisävaatimuksia suodattimen asennuspaikalle ja varustelulle.



KUVA 6. Esimerkki Bernoulli-suodattimista ja niiden viemäröinnistä

Poistavatko suodattimet vedessä olevan humuksen?

Edellä esitellyt suodattimet eivät pysty suodattamaan vedestä siinä olevaa humusta. Humusongelma ratkaistaan yleensä varustamalla lämmönvaihtimet ja muut kriittiset laitteet pesuyhteillä ja ne pestään säännöllisin väliajoin.

Putkisto on avoin järjestelmä

Vedenoton, pumpun ja suodattimen valinnan jälkeen on vielä jäljellä putkiverkoston rakentaminen. Luonnonvesiä hyödynnettäessä on muistettava, että niiden putkiverkostot ovat avoimia järjestelmiä eli ne ovat auki ympäröivän ilmakehän paineeseen. Tämä tuo mukanaan muutaman tärkeän seikan, joka tulee huomioida.

Vesistöön palaavan putken tulee käydä konehuoneessa korkeammalla, esim. putkilenkki, kuin tuloputken osat – mielellään noin metriä korkeammalla. Tällä varmistetaan, että tuloputken ja paluuputken vaihtimelta lähtevät osat ovat aina vesitäytössä. Tämä mahdollistaa sen, että putkessa virtaavan veden virtaama voidaan mitata kertasäätöventtiin mittaussyhteistä. Kertasäätöventtiili tulee siis asentaa kohtaan, joka on korkeimmalla käyvän putkilenkin ja vaihtimen välissä.

Toinen huomioitava asia avoimesta järjestelmästä on se, että poistoputki takaisin järveen toimii kuin viemäriputki. Tämä tarkoittaa, että poistoputkeen syntyy virtaavan veden vaikutuksesta alipaine, ellei se saa korvausilmaa jostain. Alipaine on sitä suurempi mitä suurempi on korkeusero paluuputken ja vesistön välillä. Putken alipaineisuus aiheuttaa ongelmia mittaus- ja säätölaitteissa, joiden toiminta perustuu paineeseen mm. paine- ja paine-eromittaus. Alipaineisuus saadaan poistettua asentamalla korvausilmaventtiili paluuputken korkeimpaan kohtaan.

Edellä esitetty ilmiö korostuu, jos vettä pumpataan ja palautetaan virtaavasta vedestä. Virtaava vesi aiheuttaa paluuputkeen imun, joka lisää alipaineisuutta paluuputkessa. Ilmiö esiintyy erityi-

sesti suurissa järjestelmissä, joissa useita rinnakkaisia järjestelmiä on yhdistetty yhteiseen paluuputkeen ja ainoastaan osaa järjestelmistä käytetään samanaikaisesti.

Toinen virtaavan veden ominaisuus on, että siihen on lähes aina liuennut ilmaa. Ilma saattaa aiheuttaa ongelmia järjestelmän toiminnassa.

Kun vedenotto vesistöstä on tehty oikein, pumppu ja suodatin valittu kohteeseen sopiviksi ja putkiston tekemisessä muistettu edellä esitetyt ohjeet, on loppu järjestelmän teko perinteistä LVISA-tekniikkaa.

Yhteenveto

Vaikka luonnonvesien hyödyntämisellä on pitkät perinteet eri järjestelmissä, liittyy niiden käytännön toteuttamiseen monta sudenkuoppaa, johon voi pudota. Tässä artikkelissa on esitetty ratkaisuja, joiden avulla pystyy välttämään ainakin suurimmat noista kuopista.

Luonnonvesiä käytettäessä on aina syytä kuitenkin muistaa, että, vaikka kuinka olisi omasta mielestään ottanut kaiken olennaisen huomioon suunnittelussa ja toteutuksessa, ei järjestelmä välttämättä toimikaan aivan suunnitellulla tavalla. Tämä johtuu yksinkertaisesti siitä, että puhdistamattoman veden roskaisuutta tai humus- ja ilmapitoisuutta ei etukäteen voi tarkasti tietää.

Tästä syystä järjestelmä tulee aina varustaa riittävällä määrällä sulkuventtiilejä, anturitaskuja sekä mittaus- ja pesuyhteitä, jotta järjestelmän virittely on mahdollisimman helppoa jälkikäteen.

Ja mikä tärkeintä, virittelyyn ja oikeiden säätöjen löytämiseen tulee varata riittävästi aikaa ja rahaa jo budjetoituvaiheessa.



Kuva: Koskikeskus ja Sokos Hotel Ilves, Tampere

Insinööritoimisto AX-LVI Oy, Jani Kianta, jani.kianta@ax.fi