

Esimerkkikuvaus: Juomavettä merestä, aurinkoenergialla.

Tässä kuvataan aurinkoenergialla toimivaa vedenpuhdistus- ja suolanpoistojärjestelmää, joka perustuu RO_{ust} 3000 - käänteisosmoosilaitteistoon. Kohde on ulkosaassa Suomenlahden saaristossa. Kokonaisuuden suunnittelusta ja asennuksesta on käyttäjä itse vastannut, toki hyödyntäen eri osatoimittajien hyvää ja avuliasta asiantuntemusta, laitteiden ohjeita ja muita tietoja, sekä omia kokemuksia aurinkopanelijärjestelmistä. Tämä esimerkkikuvaus on käyttäjän itse laatima.

Tässä kuvatut asiat pätevät ainoastaan tässä nimenomaisessa esimerkkitapauksessa, eikä tekijä ota mitään vastuuta mahdollisesti näiden kuvausten pohjalta rakennetuista osittaisista tai kokonaisista toteutuksista. Luonnollisestikaan kukaan toimittaja ei vastaa tästä sen enempää, kuin mitä vastaavat toimittamistaan tuotteista.

Järjestelmä on otettu käyttöön kesän kynnyksellä 2020.

Tavoitteet

Tavoitteet järjestelmäkokonaisuudelle asetettiin seuraavasti:

- Normaalikulutus (arvio) kesällä kesää n. 200 ltr/vrk, huippukulutus (arvio) n. 300 ltr/vrk, 2-3 pvn välein, esim. saunapäivinä.
 - Pitää toimia aurinkoenergialla, saassa ei ole verkkosähköä.
 - Akuston kapasiteetin pitää riittää kahden vuorokauden vesitarpeen puhdistukseen ”ilman latausta”.
 - Aurinkopaneleiden lataustehon pitää kirkkaalla auringonpaisteella riittää sekä vedenpuhdistukseen että akkujen lataamiseen – samanaikaisesti.
 - Koko järjestelmää pitää tietysti olla helppo käyttää, mutta sen pitää myös olla asennettavissa, ylläpidettävissä ja huollettavissa omin voimin. Saari on sen verran ulkona, että kaikessa tekemisessä ja osaamisessa on käytännössä oltava hyvin pitkälle omavarainen.
- Lisäksi fakta, eli merivesi pitää nostaa n. 2,5 m. Puhdasta vettä pumpataan siitä vielä n. 6 m korkeammalle saunaan.

Rajaukset:

- Kaikki pumpput toimivat 230 V vaihtosähköllä, joten sen kehittämiseen tarvitaan invertteriä. Invertteriä mitoitettaessa pitää huomioida, että tavallisen sähkömoottorin käynnistysvirta on lähes kaksinkertainen normaaliin käyttövirtaan nähden. Tämän takia päätettiin, että invertterin ei tarvitse riittää pyörittämään kaikkia pumppuja samanaikaisesti, vaan veden puhdistus (ja imu merestä) pysäytetään aina vedenoton ajaksi. Näin pärjätään hieman pienemmällä ja halvemmalla invertterillä.
- Toinen käytännön tosiasia on, että joskus voi tulla useamman päivän sadekausia niin, ettei auringonvalo kerta kaikkiaan riitä pitämään akkuja täynnä. Päätettiin, että kahden vuorokauden vedenpuhdistuskapasiteetti riittää, ja jos tulee pitempi tarve, tuodaan sähköagregaatti viereen ja syötetään virta sieltä (ja samalla ladataan akkuja).

Edellä mainittujen kapasiteettitavoitteiden pohjalta todettiin, että käänteisosmoosilaitteiston puhdistuskapasiteetin tulee olla vähintään n. 40 ltr/h.

Tutustuttiin aika moneen markkinoilla olevaan järjestelmään. Lopulta valittiin Aqva Finlandin toimittama paketti AQ012. Pakettiin kuuluu RO_{ust} 3000-käänteisosmoosiyksikkö, 200 litran puhdasvesisäiliö, raakavesisuodatinyksikkö, jossa on kolme eri suodatinta (5um, 1um ja veden pehmenys), puhtaan veden jakelupumppu Grundfos Scala2, sekä puhtaalle vedelle hiilisuodatin ja mineralisointiyksikkö. Tämän järjestelmän puhdistuskapasiteetti merivesikäytössä on toimittajan ilmoituksen mukaan parhaimmillaan lähes 60 ltr/h.

Imupumpuksi valittiin Pumppulohjan Isku-Jet2 RS, jossa on paineautomaatti. Se sietää merivettä ja ilmansekaista vettä (tärkeätä kauden alussa, kun putkistossa on vielä kuplia), antaa hyvän lähtöpaineen (2- 4 baria) ja sen tehonkulutus on vain 600 W. Sillä on erittäin hyvä hyötysuhde, mikä on tärkeätä, kun verkkosähköä ei ole.

Aurinkojärjestelmän osalta päädyttiin hankkimaan neljä aurinkopanelia á 285 W, eli yhteensä 1140 W. Akuston jännitteeksi valittiin 24 V (kaksi 12 V akkua kytkettyinä sarjaan), ja akkukapasiteetiksi 220 Ah.

Tässä kokoluokassa akkujännite kannattaa tosiaan nostaa 24 volttiin 12 V sijaan. Kun jännite kaksinkertaistuu, putoaa virta puoleen ja tehohäviö mm. Kaapeleissa neljäsosaan. Myös mm. lataussäädin ja invertteri ovat selvästi edullisemmat 24 V:lle, kuin 12 V:lle.

Aurinkopaneleiden lataussäätimeksi valittiin Morningstarin Tristar 45A MPPT -säädin.

Invertteriksi valittiin 1kW puhdas siniaaltoinvertteri. HUOM! Robust ja imupumppu sietäisivät edullisemman ”modifioidun siniaallon” invertterin, mutta Grundfosin pumpussa on elektroniikkaa, joka vaatii puhdasta siniaaltoa, muuten se ei toimi. Sitä vastoin Grundfosin elektroniikka tekee sen, että pumppu käynnistyy pehmeästi, eli sen käynnistysvirta on huomattavasti pienempi, kuin tavallisella sähkömoottorilla.

AQ012 -paketti sisältää Robust -laitteen liitosputket ja jonkin verran muita yhteitä, hanoja ja nippeleitä, mutta ymmärrettävistä syistä siihen ei kuulu muita putkia tai letkuja, esimerkiksi vesitankin ja jakelupumpun väliin, jakelumpumpusta eteenpäin, imupumpun ja raakavesisuodattimien väliin, jne. Esimerkkitaupauksessa nämä päätettiin tehdä 28 mm PEX -putkiyhteyksillä.

Järjestelmän ulkoiset putket, eli imuputki ja jakeluputki saunaan, tehtiin 32 mm siniraitaputkillä.

Järjestelmä asennettuna:



Asennus

Vedenpuhdistusjärjestelmä on asennettu saaren betoniponttoonilaiturin vieressä olevaan vajaan. Imuputken suu on roikutettu laiturin yhden ponttoonin alle, jolloin se on aina vakiosyvyydellä (n. 0.5 m), ei osu pohjaan ja on suojassa suoralta auringonvalolta, jolloin siihen ei muodostu levää. Imuputken suussa on karkea siivilä, vaikka ei ponttoonin alla edes tule roskia, eikä muutakaan. Putken päässä on myös takaiskuventtiili.

Alhaalla kuvan oikeassa reunassa on imupumppu ja sen edessä karkeasuodatin, jonka sihti (100 um) on pestävä.

Imupumpun jälkeen tulee ensimmäinen AQ012 -pakettiin kuuluva osa, eli kolmen raakavesisuodattimen paketti (tarkkasilmäiselle huomio: tehdastoimituksessa suodatinjärjestys, eli veden virtaussuunta on vasemmalta oikealle. Tässä asennuksessa tarvittiin päinvastainen suunta, joten koko paketti on kehikossa käännetty). Suodatinpaketin jälkeen tulee T -hana, jonka kautta vesi voidaan johtaa ylös käänteisosmoosilaitteistoon (sininen kapea putki), tai alas ”viemäriin”.

Robust -käänteisosmoosilaitteen jälkeen puhdas vesi valuu 200 ltr säiliöön.

Puhdas käyttövesi johdetaan jakelupumppuun, siitä kahteen suodattimeen, ja sen jälkeen käyttöön. Suodattimista jälkimmäinen mineralisoi veden juomakelpoiseksi. Kuvassa näkyvät putket johtavat, toinen paikalliseen ulkoseinässä olevaan hanaan, toinen saunaan (hana jossa punainen kahva).

28 mm PEX -putki on melko haasteellinen asentaa, oikeastaan sitä ei ole edes tehty kotinikkarin käsiteltäväksi. Putki on erittäin jäykkä. Käsittely ja liitokset vaativat voimaa ja taivutukset kannattaa tehdä lämmittämällä, muuten kaaret jäävät verrattain isoiksi.

Näin jälkeinpäin miettien: "Varsinkin ne putket joissa on ylipainetta voisi yhtä hyvin tehdä kudosvahvisteisella letkulla". Imupumppu on kuitenkin sen verran tehokas (nostaa jopa 8 m), että imupuolelle pitää valita sellainen putki tai letku, joka ei varmasti painu kasaan.



Aurinkojärjestelmä

Koko sähköpuoli ("aurinkojärjestelmä"), eli säädin, akusto ja invertteri, on sijoitettu viereiseen vajaan, ja aurinkopanelit sen katolle, koska lape on siinä oikeassa suunnassa aurinkoon. Samalla vältetään riski, että jostakin roiskuisi vettä sähkölaitteiden päälle.



Ensimmäinen käynnistys

Robust -käänteisosmoosilaitte vaatii tiettyjä käynnistysrutiineja ennen kuin sen voi ottaa "tuotantokäyttöön". Mukana tulleiden/verkosta ladattavien suomenkielisten ohjeiden avulla operaatio on hyvin suoraviivainen ja helppo. Eri osien huuhtelemiseen menee vajaa tunti. Sen jälkeen järjestelmä on käyttövalmis.

Puhtaan veden mineralisointi oli alussa hieman "runsas", mutta tasoittui veden muutaman sadan litran käytön jälkeen. Runsasta mineraalimäärää laskettiin sillä, että ensimmäisellä tankillisella huuhdottiin saunan vesisäiliöt [vanhasta suolasta], sen jälkeen täytettiin ne puhtaalla vedellä.

Vedenpuhdistusjärjestelmää on tällä tavalla kohtuullisen helppo käyttää. Jotta myös asiaan vihkiytymättömän olisi helppo käyttää järjestelmä, ja ettei etenkin invertterin kuormitus kasvaisi liian isoksi, rakennettiin vielä elektroninen ohjausyksikkö, joka huolehtii eri laitteiden, eli invertterin, imupumpun, puhdistusjärjestelmän ja jakelupumpun käynnistämisestä ja pysäyttämisestä oikeassa järjestyksessä ja oikealla viiveellä. Ohjausyksikkö on itse kehitetty.

Käyttäjä tarvitsee vain kolme painiketta, eli Veden otto (vihreä), Veden puhdistus (sininen) ja Seis (punainen):



Käyttökokemukset ensimmäisen kesän jälkeen

Järjestelmä otettiin käyttöön 3.6.2020, jonka jälkeen saarella on käytetty ainoastaan itsetuotettua vettä. Järjestelmä toimii täsmälleen niin kuin on suunniteltu, mutta on kokonaisuutena jopa ylittänyt odotukset. Puhdasta vettä tulee n. 50 ltr/h, eli huippukulutus vaatii n. 6 h ajon. Imupumppu käy n. 50% puhdistusajasta, eli se nostaa syöttöpaineen 4 bariin, jolloin se pysähtyy. Pumppu käynnistyy uudelleen kun syöttöpaine on laskenut n. 2 bariin. (RObust-laite vaatii 1 - 4 baria toimiakseen). Syöttöpaine vaikuttaa jonkin verran käänteisosmoosipaineeseen, joka vaihtelee 6:n ja runsaan 7 barin välillä. Tämä vaihtelu lienee myös syy siihen, ettei ilmoitettuun maksimiin 60 ltr/h päästä, se edellyttäisi tasaista > 7 bar osmoosipainetta.

Mainitulla käyntisyklillä imupumppu kuluttaa keskimäärin n. 300 W. RObust käyttää n. 100 W, eli yhteensä vain n. 400 W, minkä 1,1 kW aurinkopanelit helposti tuottavat, jopa hieman pilvisempänä poutapäivänä. Aurinkoisina päivinä riittää virtaa akkujen lataamiseen ihan kiitettävästi.

Akuston kapasiteetti on 220 Ah. Vedenpuhdistus tarvitsee vajaan 17 A virran, eli 6 h ajossa n. 102 Ah. Teoriassa siis tavoiteltu kahden vuorokauden tarve pelkästään akkujen varassa täyttyisi myös huippukulutuksella, mutta käytännössä akut eivät siedä niin tyhjäksi ajamista liian monta kertaa.

Kahteen normaali päivään akut riittävät erittäin hyvin ($4\text{h} \times 17\text{ A} \times 2\text{vrk} = 136\text{ Ah}$).

Kesän aikana on vettä käytetty n. 10 000 litraa. Vesi on aivan kirkasta, siinä ei ole mitään sivumakua, ja se on selvästi pehmeämpää kuin vesijohtovesi, minkä huomaa peseydyttyäessä.

Suurin näkyvä ero näkyy tiskatessa – aiemmin merivedellä on myös tiskattu, eikä silloin tule puhdasta. Nyt tulee!

Järjestelmä on toiminut täysin moitteettomasti. Alussa piti muutamia [omia] putkiliitoksia vuotojen takia kiristää, mutta nyt nekin ovat tiiviit. Paineet pysyvät putkistossa useita päiviä.

Mitään huoltotoimenpiteitä ei ole tarvinnut suorittaa, talveksi pitää tietysti tyhjentää vedet ja ottaa osmoosisuodattimet lämpimään.

Imuputken suun sijoittaminen laiturin alle oli ilmeisesti oikea ratkaisu, koska karkeasuodatinta ei ole vielä kertaakaan tarvinnut puhdistaa, vaikka sen läpi virtaama vesimäärä on jo useita kymmeniä kuutioita.

Kokonaiskustannukset (kaikki, paitsi oma työ) jäivät selvästi alle 8 000 euron. Tätä pitää verrata porakaivon perustamiseen, mikä on ainoa vertailukelpoinen vaihtoehto.

Poraaminen ulkosaaristossa maksaa tarjousten perusteella n. 12 – 15 teur. Tämän päälle pitää vielä laskea kustannukset pumpusta ja sen tarvitsemasta sähköjärjestelmästä.

Porakaivossa piilee tosin sekin riski, että etukäteen ei tiedetä mitä vettä sieltä lopulta tulee. Se voi olla oikein laadukasta juomavettä, mutta se voi myös olla puhdistusta vaativaa. Meidän suunnalla on moni saanut hyvin rautapitoista vettä, tai jopa suolavettä. Siinä vaiheessa karkaavat kustannukset aivan toiselle tasolle.

Yhden kesän käyttökokemusten perusteella, käänteisosmoosilaitteisto on loistava sijoitus!

