



HUOLTOVARMUUSORGANISAATIO

Vesihuoltopooli
Voimatalouspooli

Vesihuoltolaitoksen sähkönsaannin varmistaminen



VESIHUOLTOLAITOKSEN SÄHKÖNSAANNIN VARMISTAMINEN

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	1
2	VESIHUOLTOLAITOKSEN SÄHKÖN TARVE	2
3	SÄHKÖVERKKOHÄIRIÖN KESTO, LAAJUUS JA TODENNÄKÖISYYS	3
3.1	Suurhäiriö kantaverkossa	3
3.2	Jakeluverkkohäiriö.....	4
4	TOIMENPITEET VESIHUOLTOLAITOKSEN SÄHKÖNSAANNIN VARMISTAMISEKSI	5
4.1	Sähkön kriittisyyskartointi vesihuoltolaitoksella	5
4.2	Vesihuoltolaitoksen ja sähköverkkoyhtiön yhteistyö.....	6
4.3	Sähkönsaannin varmuuden parantaminen	7
4.4	Toiminta sähkön toimitushäiriössä	9
4.5	Yhteistoiminnan harjoittelu.....	11
5	VARAVOIMAN HANKINTA JA KÄYTTÖ	11
5.1	Varavoiman hankinta	11
5.2	Varavoiman käyttö	12
Liite 1.	Esimerkki vesihuoltolaitoksen sähkönkäyttöpaikkojen kriittisyystarkastelun taulukosta	14
Liite 2.	Lisätietoa sähkön toimitushäiriöihin varautumisesta ja vesihuollon erityistilanteista löytyy seuraavista julkaisuista	16

1 JOHDANTO

Vesihuolto on sähkösaannin ohella yhteiskunnan tärkeimpiä palveluita, jonka tulisi toimia kaikissa olosuhteissa. Häiriötön sähkösaanti on yksi vesihuoltopalvelunkin toiminnan edellytys. Vuoden 2011 Tapanin ja Hannun päivien myrskyjen aiheuttamien sähkökatkojen vaikutukset vesihuoltolaitoksilla ovat hyvä esimerkki sähkösaannin tärkeydestä vesihuoltolaitoksille.

Vesilaitosyhdistyksen jäsenlaitoksille suunnattuun kyselyyn vastanneista ja sähkökatkoja Tapanin ja Hannun päivien myrskyjen seurauksena kokeneista vesihuoltolaitoksista noin 80 %:lle sähkökatkoista aiheutui häiriötä toimintaan, lähinnä pumppauksiin sekä automaatio- ja kaukovalvontajärjestelmiin. Noin puolella näistä vesihuoltolaitoksista sähkösaantihäiriöt heijastuivat myös asiakkaiden vesihuoltopalveluihin. Nämä häiriöt olivat vesikatkoja, virtaussuuntien muutoksesta aiheutuneita veden laatuhäiriöitä sekä viemäröinnin toimimattomuutta.

Lähde: Vesilaitosyhdistyksen jäsenlaitoksille suunnattu kysely vuoden 2011 Tapanin ja Hannun päivien myrskyjen vaikutuksista.

Myrskykokemukset ja kyselyn tulokset osoittavat, että vesihuollon sähkösaannin varmistaminen edellyttää toimenpiteitä niin vesihuoltolaitosten kuin sähköverkkoyhtiöidenkin puolella. On ilmeistä, että sähköverkkoyhtiöt eivät aina tiedä, miten kriittistä sähkösaanti on vesihuollon toiminnoille ja missä kohteissa sähköä kriittisimmin tarvitaan. Vesihuoltolaitosten tulisi informoida sähköverkkoyhtiötä jo ennakolta vesihuollon kohteista, joissa sähkösaanti on kriittistä. Vesihuoltolaitosten pitää tarvittaessa varmistaa myös itse sähköhäiriötöntä saantia. Sujuva toiminta häiriötilanteissa puolestaan edellyttää ennalta sovittuja toimintatapoja ja ajantasaisen tilannekuvan ylläpitoa.

Vesihuoltopooli ja voimatalouspooli järjestivät vuoden 2012 aikana viisi alueellista yhteiskokousta, joissa pohdittiin vesihuoltolaitosten sähkösaannin varmistamisen vaihtoehtoja. Vesihuoltopooli ja voimatalouspooli ovat laatineet tämän Vesihuollon sähkösaannin varmistaminen-oppaan näiden yhteiskokousten annin ja muiden aiheeseen liittyvien lähteiden perusteella. Lämmin kiitos yhteiskokouksiin osallistuneille heidän panoksestaan ja avustaan oppaan laatimisessa. Savon Voima Verkko Oy:n arviointitaulukkoa hyödynnettiin liitteessä 1 esitetyn vesihuoltolaitoksen sähkönkäyttöpaikkojen kriittisyystarkastelun taulukon laadinnassa.

Oppaan tarkoitus on tarjota ennen kaikkea vesihuoltolaitoksille tukea oman sähkösaannin varmistamiseen ja myös sähköverkkoyhtiölle tietoa sähkösaannin merkityksestä vesihuoltolaitoksille sekä tukea vesihuoltolaitosten ja sähköverkkoyhtiöiden yhteistyötä sähkösaannin toimitusvarmuuden parantamiseksi. Lisäksi luvussa 4.4. on esitelty sähkötoimitushäiriön tapahtuessa vesihuoltolaitoksella tarvittavia toimenpiteitä.

Oppaan ovat kirjoittaneet Riina Liikanen ja Arto Pahkin. Kiitos seuraaville tahoille käsikirjoituksen kommentoinnista: Tomi Kekki (Evira), Jarmo Ström (Fortum Oyj), Timo Heinonen ja Tomi Lager (HS-Vesi), Matti Ropponen (HSY), Erja Saraste (Huoltovarmuuskeskus), Markus Happonen ja Markku Lehtola (Kuopion Vesi), Emmi-Maria Ukko (Kymenlaakson Vesi Oy) sekä Länsi-Uudenmaan Pelastuslaitos.

2 VESIHUOLTOLAITOKSEN SÄHKÖN TARVE

Häiriötön sähkönsaanti on yksi vesihuoltopalvelun toiminnan edellytys. Sähkökatkon vaikutukset vesihuoltolaitoksen toimintoihin ovat välittömiä, mutta vesihuoltolaitoksen asiakkaiden palveluissa ne näkyvät tyypillisesti viiveellä. Lyhyen sähkökatkon ajan veden-toimitus yleensä jatkuu ylävesisäiliön turvin, eivätkä viemäritkään yleensä tulvi välittömästi vaikka jäteveden pumppaus keskeytyisi. Vesihuoltolaitosten toimintoja ohjaava automaatio tai muut sähkölaitteet saattavat sen sijaan olla herkkiä lyhyillekin sähkökatkoille ja ylijännitepiikeille. Lyhyetkin sähkökatkot saattavat aiheuttaa prosesseihin hälytyksiä ja edellyttää paikalla käynnin toiminnan palauttamiseksi. Tyypillisesti tuntia pitemmät sähkökatkot aiheuttavat jo tarpeen varavoiman käyttöönottoon ja mahdollisesti siirtymisen paljon henkilöstöä vaativaan toiminnan käsiohjaukseen.

Vesihuollon suurin sähköntarve liittyy veden siirtämiseen pumppausten avulla. Vettä pumpataan raakavedenottamolta vesilaitokselle, vesilaitokselta vesijohtoverkoston ja viemäriverkostosta jätevedenpuhdistamolle. Veden pumppausten lisäksi sähköä tarvitaan laitoksilla mm. käsittelyprosessien kemikaalipumppauksiin, sekoituksiin, ilmastukseen, automaatioon ja kaukovalvontaan sekä hallinnon ja talouden toimistotehtäviin.

Vedenhankintaan käytettävät pohjavedenottamot ovat yleensä taajamien ulkopuolella sijaitsevilla pohjavesialueilla. Tällaisten kohteiden sähkönsaanti voi olla kriittistä taajaman vedenhankinnan turvaamiseksi. Vesijohtoverkosto pyritään pitämään aina paineellisena paitsi jatkuvan vedentoimituksen vuoksi, myös siksi, että näin turvataan vesijohtoverkoston likaantumiselta, joka voi tapahtua verkoston ollessa paineeton.

Laajamittaisia sähkökatkoja esiintyy tyypillisesti myrskyjen yhteydessä, jolloin myös sadanta voi olla runsasta. Tällaisessa tilanteessa jätevesiverkoston ongelmat ovat merkittäviä, jos jätevedenpumppaamot eivät toimi. Jätevesien ylivuodot alkavat verkoston rakenteesta, pumppaamon varastokapasiteetista ja sadannasta riippuen viimeistään tuntien kuluttua pumppauksen loppumisesta.

Maantieteellisesti laajoja vesihuoltojärjestelmiä valvotaan ja ohjataan kaukovalvontajärjestelmän avulla. Kaukovalvonta edellyttää toimivaa tiedonsiirtoa. Laaja sähkökatko johtaa usein tietoliikenneyhteyksienkin häiriöihin, mikä puolestaan aiheuttaa kaukovalvonnan toimimattomuutta. Tällöin joudutaan valjastamaan resursseja paikallisvalvontaan ja kohteissa käynteihin.

Vesihuoltolaitoksen sähkönsaannin kannalta kriittiset kohteet vaihtelevat. Paikalliset olosuhteen asettavat raamit vesihuoltojärjestelmälle. Toiselle laitokselle järjestelmän

toiminnassa kriittistä on etäällä käyttökohteista sijaitseva raakavesilähde ja veden pumppaus sieltä kulutukseen, toiselle taas polveilevasta topografiasta johtuvat lukuisat talousveden paineenkorotukset ja viemäriveden pumppaukset verkostossa. Laitostoimintoja suunniteltaessa ja sijoitettaessa olisi mahdollisuuksien mukaan huomioitava myös sähkösaantivarmuus. Ylävesisäiliöt, pumppaustarpeen minimointi, hallitut ja automaattiset jäteveden ylivuodot pumppaamoilta sekä laitostilojen ylivuodot ja tyhjeneminen viettona, vähentävät sähkön toimitushäiriöiden vaikutuksia vesihuoltojärjestelmään ja vesihuoltopalveluun.

Vesihuolto on yhteiskunnan toiminnan kannalta kriittinen toiminto, joka on huomioitava sähkön toimitusvarmuutta kehitettäessä ja sähkön toimitushäiriöissä toiminnan palauttamisessa. Yhteiskunnan toiminnan kannalta kriittisen palvelun tarjoajana vesihuoltolaitosten on varauduttava myös itse turvaamaan palveluidensa mahdollisimman häiriötön jatkuvuus kaikissa tilanteissa.

3 SÄHKÖVERKKOHÄIRIÖN KESTO, LAAJUUS JA TODENNÄKÖISYYS

Sähkön toimitushäiriöt voidaan jakaa kantaverkosta johtuvaan suurhäiriöön ja alueellisiin jakeluverkkohäiriöihin. Kantaverkon suurhäiriön keston arvioidaan olevan 2-12 tuntia. Jakeluverkkohäiriön korjaus sen sijaan voi venyä vuorokausiin tai jopa viikkoihin.

3.1 Suurhäiriö kantaverkossa

Koko maan kattavia suurhäiriöitä, jossa suuri osa kantaverkosta on jännitteettömänä, ei ole Suomessa sattunut sitten 1970-luvun. Muualla maailmassa erilaajuisia suurhäiriöitä on tapahtunut lähes vuosittain, mutta selkeää tilastoa kehityksen suunnasta ei ole käytettävissä. Viime vuosien merkittävimpiä häiriöitä maailmalla ovat olleet Yhdysvaltojen ja Intian häiriöt vuonna 2012, Keski-Euroopan häiriö vuonna 2006, Moskovan häiriö vuonna 2005 sekä vuonna 2003 sattuneet laajat häiriöt Lontoossa, USA:ssa, Ruotsissa, Italiassa ja Helsingissä. Mainittujen suurhäiriöiden taustalla on ollut yhteistyön riittämättömyyttä, puutteita tietojärjestelmissä sekä inhimillisiä erehdyksiä.

Suomen kantaverkon suurhäiriöiden väheneminen ei tarkoita, että suurhäiriö ei nykyisin olisi mahdollinen. Kantaverkon silmukointi ja vahvistuminen on tehnyt niistä epätodennäköisempiä ja siksi harvinaisempia. Keskitetyn käytönvalvonnan ja lisääntyneiden kauko-ohjausten myötä häiriöiden kestoajat ovat myös selkeästi lyhentyneet.

Sähkömarkkinoiden avautumisen myötä siirtoverkkoa käytetään entistä useammin lähellä maksimitehoa ja markkinoiden päivittäinen ja tuntitason ennustaminen on pidemmällä aikavälillä vaikeaa, joten suurhäiriön mahdollisuus on ainakin teoriassa jonkin verran kasvanut. Vastaavasti verkkoon tulossa olevat suuremmat voimalaitosyksiköt tekevät häiriöiden hallinnasta aiempaa haasteellisempaa. Kovassa kuormassa olevien ulkomaan yhteyksien tai niitä syöttävien verkkojen normaalia vakavammat viat voivat aiheuttaa laajenevan häiriön. Toisaalta jatkuvasti kehittyvät laskentaohjelmat mahdollistavat siirtorajojen tarkemman

määrityksen, ja tehokkaat käytönvalvontajärjestelmät helpottavat jatkuvaa valvontaa parantaen näin häiriöihin varautumista.

Mikäli suurhäiriö kuitenkin tapahtuisi, se vaatisi useamman lähes samanaikaisen vian tilanteessa, jossa sähkön siirtomäärät olisivat lähellä maksimitehoa. Laajat myrskyt ja muut sääilmiöt, inhimillisen erehdyksen mahdollisuus tai suojaus- ja tietoliikennejärjestelmän virhetoiminta voivat lisäksi olla osasyynä vakavan häiriön syntymiseen.

Suurhäiriön jälkeinen käytön palautus on haasteellinen tilanne, koska ei voida täysin varmasti sanoa, miten nopeasti siinä onnistutaan. Kantaverkkoon sähkön palautus voi onnistua nopeasti, mutta se voi kestää myös useita tunteja (2-12h). Häiriön selvityksen viivästyessä käytönpalautuksen kannalta tärkeään rooliin nousee tietojärjestelmien ja tietoliikenteen akkujen riittävyys sekä varavoimakoneiden käyntiajat, koska kriittiset järjestelmät ovat sähkökatkon aikana täysin niiden varassa.

3.2 Jakeluverkkohäiriö

Jakeluverkon suurhäiriöt johtuvat pääasiassa sääoloista: ukkosista, myrskyistä ja lumikuormista.

Jakeluverkot ovat maaseudulla pääasiassa ilmajohtoja, jotka ovat metsäisillä seuduilla alttiina sääolojen aiheuttamille häiriöille. Isoissa taajamissa verkko on rakennettu maakaapeleilla. Pienemmissä taajamissa on vielä paljon ilmajohtoja.

Paikallisia suurhäiriöitä on vuosittain useita. Näiden vaikutukset ovat kuitenkin rajattuja. Laaja-alueisia suurhäiriöitä, useita maakuntia käsittäviäkin, on viime aikoina esiintynyt yhä useammin, muutaman vuoden välein.

Ukkos- ja myrskyviat syntyvät yleensä lyhyen ajan sisällä. Jälki voi olla totaalista tuhoa, kuten esimerkiksi vuonna 2011 Tapani-myrskyssä tai vuonna 2010 Asta- ja Sylvi-myrskyissä. Tällöin vikojen paikallistamiseenkin menee aikaa useita vuorokausia ja korjaamiseen jopa viikkoja. Totaalisen tuhon alueella ei sähköjä voida välttämättä palauttaa useisiin vuorokausiin edes taajamiin.

Sähköverkon kaapelointi tai ilmajohtojen siirtäminen puuvarmoille ja helposti saavutettaville alueille teiden varsiin vie 10-20 vuotta. Häiriöiden aiheuttamiin pitkiinkin sähkökatkoihin on siten varauduttava jatkossakin. Tilanne paranee kuitenkin koko ajan.

Kantaverkon ja jakeluverkon yhtäaikainen häiriötilanne on myös mahdollinen. Silloin sähköjen palauttaminen kestää vielä pidempään, sillä jakeluverkon vikojen paikallistaminen edellyttää, että kantaverkosta saadaan sähköä jakeluverkon sähköasemille.

4 TOIMENPITEET VESIHUOLTOLAITOKSEN SÄHKÖNSAANNIN VARMISTAMISEKSI

Seuraaviin kappaleisiin on koottu tiiviisti toimenpiteitä vesihuoltolaitoksen sähkönsaannin varmistamiseksi. Vesihuoltolaitoksen suunnitelmallinen sähkönsaannin varmistaminen kannattaa aloittaa toteuttamalla toimenpiteitä esitetystä järjestyksessä. Niillekin laitoksille, joilla suunnitelmallinen sähkönsaannin varmistaminen on jo hyvällä mallilla, voi tekstistä löytyä uusia täydentäviä toimenpiteitä.

Toimenpiteet vesihuoltolaitoksen sähkönsaannin varmistamiseksi

1. Sähkön kriittisyyskartointus vesihuoltolaitoksella
2. Vesihuoltolaitoksen ja sähköverkkoyhtiön yhteistyö
3. Sähkönsaannin toimitusvarmuuden parantaminen
4. Toiminnan suunnittelu ja harjoittelu sähkön toimitushäiriössä

Sähkönsaannin varmistamisessa, kuten kaikessa muussakin varautumiseen liittyvässä toiminnassa, on syytä muistaa, että työ ei tule koskaan valmiiksi. Oman toiminnan ja varautumisen tasoa pitää tarkastella säännöllisesti ja aina toiminnan muutosten myötä uudelleen.

Toimenpiteet on kirjoitettu ennen kaikkea vesihuoltolaitosten näkökulmasta, mutta monet toimenpiteet edellyttävät vesihuoltolaitoksen ja sähköverkkoyhtiön yhteistyötä. Osa esitetystä toimenpiteistä on sellaisia, jotka sähköverkkoyhtiö toteuttaa tehokkaimmin.

4.1 Sähkön kriittisyyskartointus vesihuoltolaitoksella

Sähkön toimitushäiriöihin varautuminen ja sähkönsaannin varmistaminen edellyttää, että vesihuoltolaitos tietää oman toimintansa jatkuvuuden kannalta sähkönsaannista kriittisimmät kohteet.

Sähkön kriittisyyskartoituksen toteutus:

1. Listataan koko vesihuoltojärjestelmän sähköä tarvitsevat kohteet.
2. Arvioidaan eripituisten sähkökatkojen vaikutus jokaisen listatun kohteen toiminnalle.
3. Arvioidaan kohteen toiminnan merkitys vesihuoltopalvelun toimivuudelle
4. Listataan vesihuoltolaitoksen sähköä tarvitsevat kohteet arvioinnin perusteella prioriteettijärjestykseen.

Liitteessä 1 on esimerkki sähkön kriittisyyskartoituksen toteutuksesta.

Vesihuoltolaitoksen toiminnan ja sen palvelun kannalta kriittiset kohteet vaihtelevat eri laitoksilla. Esimerkiksi seuraavat kohteet voivat olla sähkösaannin kannalta kriittisiä:

- Kapasiteetiltaan välttämättömät vedenottamot
- Kapasiteetiltaan ja käsittelyltään välttämättömät vedenkäsittelylaitokset
- Veden laadun varmistamisen kannalta kriittiset vedenkäsittelyn vaiheet
- Veden toimituksen kannalta välttämättömät paineen korottamot
- Viemäriverkoston toiminnan kannalta välttämättömät pumppaamot (välttämättöminä voidaan pitää sellaisia pumppaamoja, joilta ylivuodot aiheuttavat välittömän terveyshaitta, pohjaveden likaantumisen vaaran tai pitkäkestoisen ympäristöhaitan)
- Jätevedenpuhdistuksen välttämättömät vaiheet
- Lietteiden käsittely
- Automaation ja kaukovalvonnan toiminnan kannalta välttämättömät kohteet (varsinaisten kohteiden lisäksi myös tiedonsiirron tukiasemat)
- Talvella kohteiden lämmitys

Sähkösaantihäiriön pitkittyessä kriittiseksi saattaa muodostua myös laitoksen talouden ja hallinnon järjestelmät, mutta niin pitkät sähkön toimitushäiriöt ovat hyvin epätodennäköisiä.

4.2 Vesihuoltolaitoksen ja sähköverkkoyhtiön yhteistyö

Sähköverkkoyhtiö voi huomioida vesihuoltolaitoksen sähkösaannin kannalta kriittiset kohteet omassa toiminnassaan esimerkiksi sähköjen palauttamisessa ja tehopulatilanteessa sähkön jaksottamisessa vain, jos ne ovat sen tiedossa. Listattuaan ja priorisoiduaan sähköä tarvitsevat kohteensa, vesihuoltolaitoksen on syytä kertoa niistä ja niiden prioriteettijärjestyksestä ja tehotarpeesta sähköverkkoyhtiölleen. Vesihuoltolaitoksen on samalla hyvä kertoa myös sähkökatkon mahdollisista vaikutuksista vesihuoltopalveluun, jotta sähköverkkoyhtiöllekin syntyy kuva häiriön mahdollisista seurauksista.

Vaikka vesihuolto onkin ilmiselvästi yhteiskunnan toiminnan kannalta kriittinen toiminto, niin toimijan eli tässä tapauksessa vesihuoltolaitoksen on ensisijaisesti itse velvollisuus ilmoittaa sähkösaannin kannalta kriittisistä kohteista sähköverkkoyhtiölle. Tämän jälkeen sähköverkkoyhtiö voi huomioida ne omassa toiminnassaan ja esimerkiksi viedä ne tietona omiin järjestelmiinsä.

Vesihuoltolaitoksen uusia sähköä tarvitsevia kohteita suunniteltaessa on jo suunnitteluvaiheessa syytä olla yhteydessä sähköverkkoyhtiöön ja pyytää selvitystä sähkön toimitusvarmuudesta kohteeseen. Mikäli toimitusvarmuus ei vastaa käyttöpaikan kriittisyyttä, osapuolet neuvottelevat tarvittavista toimenpiteistä (verkon kehittäminen, varavoimakoneet, uusi paikka). Liittyessään sähköverkkoon uusissa sähkökäyttökohteissa vesihuoltolaitoksen on hyvä pyytää sähköverkkoyhtiöltä sopimuksen solmimisen yhteydessä selvitys sähkön toimitusvarmuudesta sekä ilmoittaa sähköverkkoyhtiölle sähkön käyttöpaikan kriittisyys. Näin tieto kirjautuu heti sähköverkkoyhtiön järjestelmään.

Monet vesihuoltolaitokset ovat usean sähköverkkoyhtiön asiakkaita, joten yhteistyötä tarvitaan niiden kaikkien kanssa. Aloitettua yhteistyötä on syytä jatkaa säännöllisesti esimerkiksi kerran vuodessa pidettävien yhteiskokouksin, jotta yhteys säilyy. Ennalta tuttujen tahojen kanssa on helpompi toimia häiriötilanteissakin.

Ehdotus vesihuoltolaitoksen ja sähköverkkoyhtiön säännöllisessä yhteiskokouksessa käsiteltäviksi asioiksi:

- vesihuoltolaitoksen sähköä tarvitsevat kohteet ja niiden prioriteettijärjestys ja tehontarve
- vesihuollon sähkönsaannin kannalta kriittisten kohteiden sähkönsaantivarmuus ja sähköverkkoyhtiön suunnitelmat toimitusvarmuuden parantamiseksi
- toimenpiteet vesihuollon sähkönsaannin kannalta kriittisten kohteiden sähkönsaantivarmuuden parantamiseksi: sähköverkon parantaminen, reunusmetsien hoito, varavoima
- suunnitelma yhteistyöstä sähkönsaantivarmuuden toimitushäiriössä
- viestintä erilaisissa tilanteissa
- yhteystietojen päivittäminen
- yhteiset harjoitukset
- tieto sähkönsaantivarmuutta hetkellisesti heikentävien huoltotoimenpiteiden ajankohdasta
- vedenhankinnassa tärkeät pohjavesialueet ja niillä sijaitsevien muuntamoiden öljysuojaus
- muu yhteistyö: toisten maanalaisten verkostojen huomiointi omissa kaivutöissä, kaapeli- ja verkostonäytöt, paikkatietojen antamisen periaatteet, yhteiset linjaukset

Mikäli vesihuoltolaitos on usean sähköverkkoyhtiön asiakas, yhtenäiset yhteistyömenettelyt kaikkien kanssa helpottavat toimintaa. Joissakin tapauksissa voi olla hyödyllistä järjestää kaikkien sähköverkkoyhtiöiden kanssa yhteiskokouksia, joissa sovitaan yhtenäisistä menettelyistä sekä toiminnasta vastuualueiden rajapinnoilla.

Toimivat ja ajantasaiset yhteystiedot ovat tärkeitä etenkin sähkönsaantihäiriöissä toimimisen kannalta. Häiriötilanteiden jouhevaan yhteydenpitoon molemmilla osapuolilla pitää olla käytössä yhteystieto tai viestintäkanava, jonka kautta yhteydenpito onnistuu kaikissa tilanteissa. Tämä viestintäkanava ja yhteystietojen päivitys tulee sopia tapauskohtaisesti toimijoille parhaiten sopivalla tavalla. Laajoissa häiriöissä pelastuslaitoksen tilannekeskus toimii yleensä kunnallisten toimijoiden yhteystahona.

4.3 Sähkönsaannin varmuuden parantaminen

Sähköverkkoyhtiö voi parantaa sähkönsaantivarmuutta siirtämällä ilmajohtoja maakaapeleiksi, rengasverkon ja huolehtimalla johtokatu- ja reuna- ja reunusmetsien hoidosta. Taajamissa nämä toimenpiteet ovat varteenotettavia ja hyödyttävät yleensä muitakin sähkönsaantivarmuutta käyttäjiä, mikäli

sähkön toimitusvarmuudessa on parannettavaa. Etenkin haja-asutusalueilla sijaitsevien vesihuollon sähkösaannin kannalta kriittisten kohteiden osalta maakaapelointi tai rengasverkon rakentaminen ei ole välttämättä kustannustehokasta.

Syyskuussa 2013 voimaan tulleen uuden sähkömarkkinalain (588/2013) keskeisenä tavoitteena on sähköjakelun varmuuden parantaminen. Lain mukaan jakeluverkko on suunniteltava, rakennettava ja ylläpidettävä siten, että jakeluverkon vikaantuminen myrskyn tai lumikuorman seurauksena ei aiheuta asemakaava-alueella asiakkaalle yli kuusi tuntia kestäväää sähkönjakelun keskeytystä eikä muulla alueella yli 36 tuntia kestäväää keskeytystä. Jakeluverkonhaltijan on täytettävä vaatimukset portaittain vuoden 2028 loppuun mennessä.

Parannettaessa sähkön toimitusvarmuutta, ja muissakin sähköverkkotöissä, tulee pohjavesi-alueella toimittaessa huomioida pohjaveden suojele. Esimerkiksi pohjavesialueella olevissa muuntamoissa pitää olla täyden tilavuuden suoja-allas öljyvuotojen varalle.

Sähköverkkoyhtiön sähkön toimitusvarmuutta parantavista toimenpiteistä huolimatta vesihuoltolaitosten on pohdittava myös omatoimisen varautumisen tarvetta. Vesihuoltolaitoksen oman varavoiman hankinta on tarpeen ainakin, jos seuraavat edellytykset täyttyvät:

- Sähkökäyttökohde on vesihuoltopalvelun toimittamisen kannalta kriittinen.
- Sähköverkkoyhtiön ilmoittama sähkön toimitusvarmuus ei ole riittävä. Sähkön toimitusvarmuus muodostuu sähkökatkon todennäköisyydestä ja todennäköisestä pituudesta.

Varavoima voi olla vesihuoltolaitoksen oma kiinteästi kytketty tai siirrettävä varavoimakone, toisen organisaation kanssa yhteinen varavoimakone tai vuokrattavissa tai lainattavissa oleva varavoimakone. Yhteisten, vuokrattavien ja lainattavien varavoimakoneiden osalta tulee muistaa, että laajemman sähkökatkon sattuessa niille on yleensä tarvetta muillakin. Tällaisia tilanteita varten on sovittava etukäteen menettelyt, joiden perusteella varavoimakone sijoitetaan.

Varmin vaihtoehto turvata vesihuoltolaitoksen sähkösaannin kannalta kriittisten kohteiden sähkösaanti kaikissa tilanteissa on oma varavoimakone. Tärkeimmät kohteet, etenkin haja-asutusalueella sijaitsevat sellaiset, kannattaa varustaa valmiudessa olevilla ja automaattisesti käynnistyvillä varavoimakoneilla, joilla on riittävän suuri polttoainesäiliö. Myrskytilanteessa siirrettävän varavoimakoneen tai polttoaineen kuljetus käyttökohteeseen saattaa osoittautua tielle kaatuneiden puiden vuoksi mahdottomaksi. Kiinteää varavoimaa tarvitaan myös kohteissa, joiden tehontarve on suuri.

Kaikkiin vesihuoltolaitoksen toiminnan kannalta kriittisiin kohteisiin ei yleensä ole niiden suuren lukumäärän vuoksi mahdollista hankkia kiinteitä varavoimakoneita. Esimerkiksi viemäroinnin toiminnan kannalta kriittisiä jätevedenpumppaamoja voi olla kymmeniä. Tällaisia kohteita varten tarvitaan siirrettäviä varavoimakoneita, joilla kriittisimpien kohteiden toimintaa voidaan turvata. Käyttökohteissa tulee olla liitännät, joilla siirrettävä varavoima voidaan kytkeä helposti käyttöön.

Varavoiman hankinnasta ja käytöstä on tarkemmin kappaleessa 5.

Automaatio- ja viestintäjärjestelmät sekä herkät sähkölaitteet on syytä suojata lyhyiltä sähkökatkoilta ja syöttöjännitteen epätasaisuuksilta UPS-laitteilla. UPS syöttää suojaamilleen laitteille sähköä lyhyiden sähkökatkojen ajan akustostaan.

4.4 Toiminta sähkön toimitushäiriössä

Sähkön toimitushäiriöt voidaan jakaa karkeasti verkostovaurioista johtuviin ja tehopolasta johtuviin. Tehokas toiminta molemman tyyppisissä häiriötilanteessa edellyttää ennalta sovittuja ja suunniteltuja toimintatapoja. Vesihuoltolaitoksella ja sähköverkkoyhtiöllä tulee olla omat sisäiset suunnitelmat ja toimintaohjeet sähkönsaantihäiriössä toimimiseksi ja yhteisesti sovitut pelisäännöt yhteistyöstä tilanteessa. Suunnitelmissa pitää huomioida myös toiminnan palauttaminen normaaliksi sähkönsaannin palaututtua. Häiriötilanteiden yhteistyön suunnitteluun pitää ottaa mukaan myös muut tilanteessa toimivat tahot, kuten ympäristöterveysviranomainen, pelastuslaitos ja sähkölaitos. Hyvä etukäteissuunnittelu auttaa sähkökatko-tilanteessa toimimista, mutta on muistettava, että kussakin tilanteessa sopivimmat toimintatavat on harkittava tapauskohtaisesti.

Ajoittainenkin sähkönsaanti voi turvata vesihuoltopalveluiden toimivuuden. Tällöin vesisäiliöitä saadaan ajoittain täytettyä ennen kuin ne tyhjenevät, viemäripumppaamoja tyhjennettyä ennen kuin jätevedet tulvivat ympäristöön ja laitteiden akkuja ladattua. Sähköjen palautuksen tulisi olla riittävän pitkä, jotta esimerkiksi ylävesisäiliötä saadaan täytettyä riittävästi. Ajoittaisen sähkön palauttamisen ajankohdasta ja kestosta pitää toimittaa tieto vesihuoltolaitokselle, jotta siellä osataan suunnitella oikein toimet, joihin ryhdytään. Toimiakseen tällainen ajoittainen sähkönsaanti edellyttää hyvää suunnittelua ja toiminnan koordinoitua ja esimerkiksi viemäriinjojen osalta kaikkien linjan pumppaamoiden sähköjen palauttamisen.

Oman haasteensa sähkön toimitushäiriössä toimimiseen tuo se, että vesihuoltojärjestelmä voi olla maantieteellisesti hyvinkin laajalla alueella. Tällöin esimerkiksi taajaman sähköt voivat olla toiminnassa ja vedenkulutus normaalia, vaikka sitä palvelevalla vedenottamalla olisikin sähkökatko. Jäteveden siirtolinjoissa ja viemäriverkostossa sähkökatkoalueen ulkopuolella toimivat pumppaamot voivat aiheuttaa jäteveden tulvimista sähkökatkoalueella. Jätevedenpumppaamoiden ylivuotojen pitäisi toimia automaattisesti ja hallitusti, mikäli pumppaamo täyttyy.

Vesihuoltolaitokset saavat tiedon sähkökatkosta ja sen vaikutuksista vesihuoltojärjestelmään yleensä oman kaukovalvontajärjestelmänsä kautta. Tämän tiedon lisäksi vesihuoltolaitosten on tärkeää saada mahdollisimman nopeasti esimerkiksi kartalla tieto sähkön toimitushäiriön laajuudesta ja sen ennustetusta kestosta. Tämän tilannekuvan perusteella vesihuoltolaitos voi suunnitella omaa toimintaansa ja esimerkiksi tarvetta varavoiman käyttöönottoon eri kohteissa. Varsinkin laajoissa sähkön toimitushäiriöissä sähköjen palauttamisen aikataulua voi olla vaikeaa ennustaa, mutta sekin tieto ja ennuste katkon vähimmäiskestosta on tärkeää vesihuoltolaitoksen oman toiminnan suunnittelussa ja käynnistämisessä. Myös sähkönsaannin

normalisoitumisesta on tärkeää saada tieto, jotta vesihuoltolaitoksella uskalletaan siirtyä normaaliin toimintaan.

Vesihuoltolaitoksella pitää olla käsitys sellaisen sähkökatkon kestosta, jonka sähköä tarvitsevat kohteet ja vesihuoltopalvelut kestävät häiriintymättä. Suunnitelmista tulisi selvittää järjestelyt vesihuollon eri kohteissa, joihin ryhdytään eripituisissa ja laajuudeltaan erilaisissa sähkökatkoissa. Esimerkiksi siirrettäviä varavoimakoneita voidaan käyttää suunnitelmallisesti vuorottain eri kohteissa. Sähkökatko aiheuttaa nopeasti ongelmia myös tiedonsiirtoon, joten suunnitelmien pitää huomioida toiminta myös tällaisissa tilanteissa.

Mahdollisia toimia vesihuoltolaitoksella sähkökatkotilanteessa:

- vedenotto keskitetään vain osaan ottamoista
- ylävesisäiliöt täytetään varavoiman avulla, jonka jälkeen varavoimakoneet voidaan siirtää joksikin aikaa muualle
- kriittisille jätevedenpumppaamoille varavoimaa, muut tyhjennetään imuautoin tai hallittuna ylivuotona
- varavoimakoneiden polttoainehuollon järjestäminen
- tiedottaminen palvelukatkoista
- automaatio-ohjauksen poiskytkentä ja hallittu käynnistys sähköjen palaututtua

Sähköverkkoyhtiö voi tilanteen antamien mahdollisuuksien mukaan huomioida vesihuoltolaitosten sille ilmoittamat sähkönsaannin kannalta kriittiset kohteet sähköjen palauttamisessa. Tehopulatilanteessa puolestaan sähköjen ajoittainenkin palautus hyödyttää vesihuoltolaitosta, jos sen avulla saadaan esimerkiksi täytettyä vesitornia, ladattua akkuja ja tyhjennettyä viemäriverkostoa. Pitkissä vedenjakelu- ja viemäriinjoissa sähköjen palauttamisen tulee olla koordinoitua, jotta sähköjen palauttaminen osaan linjasta ei aiheuta tulvimista muualla.

Sähkön toimitushäiriötilanteissa verkkoyhtiöiden tilannekuvatiedoille ja ennusteille on monia tarvitsijoita. Tämän tiedon toimittamiseen eri toimijoille sopivassa muodossa ja mahdollisimman jouhevasti on tilanteessa toimimiseksi tärkeää. Tilannetiedon toimittaminen pitää sopia kullekin toimijalle ja erilaisiin tilanteisiin sopivimmalla tavalla. Erilaisia vaihtoehtoja häiriötilanneviestinnän järjestämiseen ovat esimerkiksi:

- Tekstiviestit ja sähköpostit ennalta sovituille yhteyshenkilöille.
- Suorat yhteyshenkilöt valvomoon tai ennalta sovitulle yhteyshenkilölle. (Huomattava yhteyshenkilön resurssit erityistilanteessa viestintään.)
- Vakavissa ja laajoissa häiriöissä pelastuslaitokset perustavat pelastustoiminnan johtokeskuksen, jonka tehtävänä on alueellisen tilannekuvan muodostaminen ja toiminnan koordinointi. Eri tahot toimittavat pelastustoiminnan johtokeskukseen tilannetietoa kokonaiskuvan rakentamiseksi ja tietoa on tarpeen jakaa sieltä myös sitä tarvitseville, esimerkiksi vesihuoltolaitosten edustajille. (Sähköverkkoyhtiöiden, pelastusviranomaisien, hätäkeskusten ja Liikenneviraston yhteistyö myrskyvahinkojen torjunnassa – julkaisussa kuvataan eri osapuolten yhteistyötä, tiedonvaihtoa ja tilannekuvan muodostamista laajojen myrskyvahinkojen yhteydessä. Julkaisu löytyy sähköisenä nimellä Internetistä.)

- Alueradio yleiseen tilanteesta tiedottamiseen.
- Julkiset verkkosivut yleiseen tilanteesta tiedottamiseen. (Huomattava, ettei tietokone tai verkkosivut ole välttämättä käytettävissä sähkökatkon aikana.)
- Sähköverkkoyhtiön sisäiset tilannetietosivut, joille yhteiskunnan toiminnan kannalta ja sähkönsaannista kriittisillä toimijoilla on pääsy. (ks. edellinen huomio)
- Vesihuoltolaitoksen oma edustaja sähköverkkoyhtiön tilannekeskuksessa, johon on puhelin- ja sähköpostiyhteys tai viestintä tilannekeskuksessa olevan pelastuslaitoksen edustajan kautta.
- Virve- tai satelliittipuhelinten käyttö. (Huomattava, ettei eri osapuolten yhteydenpito onnistu Virvellä, elleivät puhelimet ole samassa ryhmässä.)
- Kuriiriposti, elleivät muut viestiyhteydet toimi.

Vesihuoltolaitoksen ja sähköverkkoyhtiön pitää sopia ennalta erilaisissa tilanteissa käytettävät viestintäkanavat ja välitettävät tiedot. Yhteystietojen ajantasaisuudesta pitää huolehtia ja niiden on hyvä olla saatavilla sähköisten järjestelmien ja matkapuhelimien lisäksi myös paperilla. Matkapuhelimille pitää olla autolaturit, jotta ne saadaan ladattua sähkökatkosta huolimatta.

4.5 Yhteistoiminnan harjoittelu

Suunnitelmat ovat lähtökohta häiriötilanteessa toimimiseksi. Suunnitelmien toimivuus on tärkeää testata ja toimintaa harjoitella harjoituksissa. Vesihuoltolaitoksen ja sähköverkkoyhtiön olisi hyvä järjestää yhteisiä harjoituksia yhteistoiminnan ja sen kompastuskivien testaamiseksi, joko pöytäharjoituksina tai konkreettisesti kentällä tapahtuvina. Kaupunkien ja alueelliset valmiusharjoitukset ovat hyvä foorumi laajemman yhteistyön harjoitteluun. Häiriötilannesuunnitelmia ja häiriöihin varautumista pitää päivittää harjoituksissa havaittujen tarpeiden mukaan.

5 VARAVOIMAN HANKINTA JA KÄYTTÖ

Vesihuolto on kotitalouksien, terveydenhuollon, sairaaloiden ja teollisuuden kannalta niin kriittinen palvelu, että sen pitäisi toimia kaikissa tilanteissa. Siksi vesihuoltolaitosten tulee varautua sähkönsaantihäiriöihin myös omatoimisesti. Varmin tapa turvata vesihuoltolaitoksen sähkönsaanti on oma varavoimakone. Varavoimaan liittyvää asiaa on myös kappaleessa 4.3 Sähkönsaannin varmuuden parantaminen.

5.1 Varavoiman hankinta

Varavoiman hankinnassa pitää huomioida, että laite itsessään ja käyttökohteeseen kytkettynä täyttää sähköturvallisuusvaatimukset. Varavoimalaitoksen suunnittelusta, rakentamisesta, asennuksesta, tarkastuksista sekä käytöstä ja huollosta löytyy tietoa varavoimalaitoksia käsittelevästä ST-käsikirjasta nro 31.

Varavoiman hankinta on vesihuoltolaitokselle tyypillisesti kertaluonteinen tapahtuma, joten hankinnassa kannattaa käyttää apuna alan asiantuntijaa.

Varavoiman hankinnassa huomioitavia asioita:

- suorituskykyluokka ja primääriteho (tehon tarve joko keskimääräisen kulutuksen tai kulutushuipun mukaan, kulutushuiput huomioitava, jos vesi pumpataan kulutukseen suoraan, eikä ylävesisäiliön kautta)
- automaattisesti käynnistyvä vai käsikäyttöinen
- kytkentä käyttökohteessa (kiinteä, pistoke vai sähköasentajan kytkettävä)
- laitteen sijoittaminen (huomioitava mm. ympäristöön siirtyvä lämpöteho ja melutaso, ulkona vai lämmitetyssä tilassa, suoja-altaat, tankkauksen siisteys)
- polttoaineen kulutus ja polttoainesäiliöt (suoja-altaat, tankkauksen siisteys, polttoaineen säilyvyys ja vaihtuvuus)
- koneikon varustelu ja käynninvalvonta
- laitteen käynnistyksen vaatima aika ja kuormanottokyky
- 24/7 tekninen tuki ja huoltopäivystys
- huolto ja korjausvaraosien saatavuus
- hinta sekä käyttö- ja ylläpitokustannukset
- takuu
- siirrettävän varavoimakoneen kuljetus

Siirrettävän varavoiman hankintaan kuuluu myös mahdollisten käyttökohteiden varustaminen sopivalla kytkentävalmiudella.

Varavoimakoneen toimivuuden ja turvallisuuden varmistamiseksi varavoimakoneelle pitää tehdä käyttöönottotarkastus ja toimintakoe ennen sen vastaanottoa. Varavoimakoneen toimittajan tulee antaa varavoimakoneen käyttäjille käytön opastus sekä luovuttaa asianmukaiset käyttö- ja huolto-ohjeet.

5.2 Varavoiman käyttö

Varavoima auttaa sähkökatkotilanteessa vain, jos se toimii ja sitä osataan käyttää. Siksi varavoiman käyttö on suunniteltava ja harjoiteltava ennakolta ja sen toiminta varmistettava säännöllisin huolloin ja koeajoin.

Varavoimajärjestelmien toimivuuden säännöllinen varmistaminen on tärkeää. Varavoimakoneita on suositeltavaa koekäyttää kerran kuukaudessa. Koekäytössä on käynnistyksen lisäksi tärkeää käyttää kone lämpimäksi, jolloin koneen käynti myös huoltaa sitä ja esimerkiksi öljyä seisonnan aikana kuivuneita pintoja. Varavoimakonetta on syytä testata ainakin kerran vuodessa myös täydellä kuormalla (kuormituskoee), jolloin saadaan testattua varavoimakoneen toimivuus todellisessa tilanteessa. Koekäytön tueksi on hyvä laatia käyttöohje ja testilomake, joka muistuttaa tarkistettavista asioista ja johon kirjataan koekäytön havainnot.

Varavoimakone tarvitsee säännöllistä huoltoa, joten sillä pitää olla oma kunnossapito-ohjelma.

Varavoiman käytössä täytyy huomioida laitteiden ja käytön turvallisuus. Pienitehoisissa kohteissa voi olla siirrettävän varavoimakoneen pistokeliitäntä, jonka käyttö on ohjeistettu ja harjoiteltu mahdollisten käyttäjien kanssa. Tehokkaimpien varavoimakoneiden kytkentä on ammattilaisten tehtävä. Siirrettävää varavoimakonetta varten on oltava valmiiksi asennetut liitännät turvallisina läpiviennoin. Sähköverkkoyhtiöltä saa tarvittaessa ohjeet, kuinka liityntä voidaan toteuttaa teknisesti ja turvallisesti. Teknisesti on tärkeää varmistaa, että varavoimakone ei voi syöttää sähköä sähköttömään linjaan, sillä korjaajat saattavat olla siellä töissä. Siirrettävän varavoimakoneen kohdalla on suunniteltava etukäteen myös koneiden kuljetus käyttökohteeseen. Isojen varavoimakoneiden siirtoon tarvitaan kuorma-auto.

Laajoissa sähkön toimitushäiriöissä polttoainejakelussakin esiintyy ongelmia, joten vesihuoltolaitoksella olisi hyvä olla oma polttoainetarasto varavoimakoneita varten. Polttoainetaraston polttoaineen käyttökelpoisuus pitää varmistaa pitämällä tarasto jatkuvassa kierrossa esimerkiksi käyttämällä sitä ajoneuvojen tankkaukseen. Polttoaineen saamisesta jakeluhäiriön aikana voi myös sopia etukäteen sopimuksella sellaisen polttoainejakeluaseman kanssa, jolla on mahdollisuus toimittaa polttoainetta sähkökatkojen aikana.

Varavoimakoneen käyttöön vesihuoltolaitoksella liittyy aina vaara kohteessa olevan veden (pohjavesi, pintavesi, talousvesi tai jätevesi) likaantumiseen koneen polttoaineella. Varavoimakoneiden polttoainesäiliöt pitää varustaa mahdollisia vuotoja varten täyden tilavuuden suoja-altaila. Varavoimakoneen tankkauksessa pitää olla huolellinen ja sen pitää olla mahdollista siten, ettei polttoainetta roisku ympäristöön.

Akuuteissa tilanteissa vesihuoltolaitoksella on ydintoimintoihin liittyen paljon tehtävää, joten varavoiman käytön ulkoistus voi helpottaa vesihuoltolaitoksen omien resurssien käyttöä. Ulkopuolisten pääsy vesihuollon kohteisiin täytyy kuitenkin pohtia tapauskohtaisesti.

Liite 1. Esimerkki vesihuoltolaitoksen sähkönkäyttöpaikkojen kriittisyystarkastelun taulukosta.

Sähkönkäyttöpaikan nimi	Sähkönkäyttöpaikan osoite	Varavoima-tilanne (kiinteä, valmius, ei valmiutta, liittymätiedot)	Tehotarve	Liittymäkoko	Sähkökatkon vaikutus kohteen toimintaan
Lähdevuoren vedenottamo	Lähdetie 50, Lähteellä	valmius kytkeä varavoimakone liitoksin			Veden pumppaus pysähtyy välittömästi
Putkinotkon pumppaamo	Putkinotko 33, Lähteellä	ei valmiutta kytkeä varavoimaa			Jätevedenpumppaus pysähtyy välittömästi, viemäriverkon täyttöasteesta ja viettona tulevien jätevesien määrästä riippuen hallittu ylivuoto pumppaamosta Putkinotkonojaanalkaa 15 min - 2 h kuluttua sähkökatkon alkamisesta

Kohteen toiminnan vaikutus vesihuoltopalveluun (laajuus, viive, korvattavuus, terveysvaikutus, ympäristövaikutus)	Vastuuhenkilö	Sähköverkko-yhtiö	Käyttöpaikan prioriteetti huomioiden varavoimatilanne, sähkökatkon vaikutus kohteeseen ja vesihuoltopalveluun (1=välttämätön, 2=tärkeä, 3=ei välttämätön)	Toimenpiteet sähkökatkotilanteessa
>100000asiakkaan talousvedentoimitus, kapasiteetista 30 % korvattavissa muilla vesilähteillä, ylävesisäiliön kapasiteetti riittää 2-8 h riippuen käyttöasteesta	Vesa Vesimies	LähteelänVoima Oy	1	Varavoimakoneen siirtoa kohteeseen ryhdytään valmistelemaan, jos sähkökatkon oletettu kesto on yli 1 h
Jätevedenpumppaus jätevedenpuhdistamolle keskeytyy, puhdistamatonta jätevettä joutuu ympäristöön	Pasi Putsarinhoitaja	LähteelänVoima Oy	2	Huolehditaan ylivuodon toimivuudestaan tarkistetaan hallittu ylivuoto Putkinotkonojaan

Liite 2. Lisätietoa sähkön toimitushäiriöihin varautumisesta ja vesihuollon erityistilanteista löytyy seuraavista julkaisuista.

- Heinä-elokuun 2010 rajuilmat, Tutkintaselostus S2/2010Y, Onnettomuustutkintakeskus
- Ilmastonmuutoksen vaikutukset ja sopeutumistarpeet vesihuollossa, Suomen ympäristö 24/2012, 2012
- Opas vedenjakelun järjestämisestä, Vesilaitosyhdistys, 2011.
- Pitkä sähkökatko ja yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaaminen, Puolustusministeriö, 2009
- ST-käsikirja 31, Varavoimallaitokset, 3. uudistettu painos, Sähköinfo, 2013
- Sähköverkkoyhtiöiden, pelastusviranomaisten, hätäkeskusten ja Liikenneviraston yhteistyö myrskyvahinkojen torjunnassa , Energiateollisuus ry, 2012
- Talousveden laadun turvaaminen erityistilanteissa, Valvira, 2009
- Vesihuollon erityistilanteet ja niihin varautuminen. Ympäristöopas 128. Hannu Vikman ja Anna Arosilta, 2006
- Vesihuoltolaitoksen kriisiviestintäohje, Vesilaitosyhdistys, 2008

Suurin osa julkaisuista on sähköisesti ladattavissa Internetissä.

Vesihuoltolaitoksen sähkösaannin varmistaminen

Julkaisija:

Huoltovarmuusorganisaatio
Vesihuoltopooli
Voimatalouspooli

Kotisivu <http://www.huoltovarmuus.fi>

ISBN 978-952-5608-15-1

Helsinki 2013

