



POLICY BRIEF 2024:27

Näkökulmia ajankohtaisiin yhteiskunnallisiin kysymyksiin ja poliittisen päätöksenteon tueksi.

Tämä julkaisu on toteutettu osana valtioneuvoston vuoden 2023 selvitys- ja tutkimussuunnitelman toimeenpanoa. Julkaisun sisällöstä vastaavat tiedon tuottajat, eikä tekstisisältö välttämättä edusta valtioneuvoston näkemystä.

Vesienhoidon toimenpiteiden vaikutukset säätövoimaan

Maria Kopsakangas-Savolainen, Hannu Huuki, Jarno Turunen, Saija Koljonen, Suomen ympäristökeskus
Iivo Vehviläinen, Aalto yliopisto
Antti Belinskij, Suvi-Tuuli Puharinen, Itä-Suomen yliopisto
Antti Iho, Pauliina Louhi, Luonnonvarakeskus

"Vesienhoitotoimenpiteiden vaikutukset säätövoimaan" -hanke tutki vesienhoidon ympäristötoimenpiteiden, kuten minimivirtaamien ylläpito ja kalankulkuväylien rakentaminen, vaikutusta vesivoiman tuotantoon ja säätökykyyn. Tutkimus osoittaa, että toimenpiteet voivat rajoittaa vesivoimatuotantoa, mutta tällä on vain vähäisiä vaikutuksia säätövoiman tarjontaan. Energiatransition myötä tuuli- ja aurinkovoiman lisääntyminen korostaa tarvetta kehittää uusia säätövoimaratkaisuja. Lainsäädännön kehittäminen vesivoimalupien päivittämisessä helpottaisi vesienhoidon ja energiantarpeiden yhteensovittamista.

Johdanto

Tässä politiikkasuosituksessa esitellään ”Vesienhoitotoimenpiteiden vaikutukset säättövoimaan” -hankkeen keskeiset tulokset ja suositukset. Hankkeessa on arvioitu vesienhoidon ympäristötoimenpiteiden vaikutuksia vesivoiman tuotantokapasiteettiin, säättövoiman tarjontaan ja sähkömarkkinoihin Suomessa erilaisten tulevaisuuden skenaarioiden avulla.

Vesivoima on perinteisesti ollut Suomen energiajärjestelmän kannalta tärkeä säättövoiman tuottaja. Energiatransition myötä sähköjärjestelmä on muuttumassa niin, että vaihtelevan tuotannon (tuuli- ja aurinkoenergia) merkitys järjestelmässä lisääntyy. Toisaalta kulutuksen perinteisesti hyvin passiivinen rooli markkinoilla on muuttumassa kohti aktiivista toimijuutta, ja siten myös sähkön kulutuksen jousto on lisääntymässä.

EU:n vesipuitedirektiivissä (VPD 2000/60/EY) ja sitä toimeenpanevassa kansallisessa sääntelyssä asetetaan sitovat tavoitteet vesiekosysteemien hyvän ekologisen tilan saavuttamiselle. Virtavesissä näihin tavoitteisiin pyritään esimerkiksi joen minimivirtaamien ja kalankulkuväylien (kalateiden ja ohitusuomien) avulla. Tällaiset vesienhoidon ympäristötoimenpiteet rajoittavat vesivoimalaitoksen tuotanto- ja säättövoimakapasiteettia, ja voivat edellyttää uusia ratkaisuja säättövoiman tuottamiseen.

Säättövoimahankkeen keskeisenä tavoitteena on ollut arvioida, miten erilaiset vesienhoidon toimenpiteet vaikuttavat vesivoiman tuotantoon, säättökykyyn ja sähkömarkkinoiden tasapainoon. Lisäksi hankkeessa on koottu katsaus säättövoiman tarpeen ja tarjonnan nykytilaan ja tulevaisuuden näkymiin. Samalla on tarkasteltu, miten nämä muutokset heijastuvat laajempaan energiajärjestelmän toimintaan, erityisesti sähkön hinnan ja saatavuuden näkökulmasta. Lisäksi tutkimus on pyrkinyt hahmottamaan, miten vesivoiman ja sähkömarkkinoiden dynamiikka voidaan sovittaa yhteen ympäristötavoitteiden kanssa ottaen huomioon uudet teknologiat ja muuttuvat markkinaolosuhteet. Hankkeen tulokset tukevat Suomen tulevaisuuden energiapolitiikan linjauksia, joiden tarkoituksena on varmistaa sekä luotettava energiansaanti että ekologisesti kestävä vesistöjen käyttö.

Ilmastonmuutoksen torjunta edellyttää uusiutuvan energian tuotannon lisäämistä. Samalla on välttämätöntä varmistaa, että sähköjärjestelmän tasapainon mahdollistavat ratkaisut ja markkinamekanismit kehittyvät johdonmukaisesti tässä energiatransitiossa. Hankkeen tulokset korostavat tarvetta tarkastella monipuolisesti vesivoiman ja

vesienhoidon ympäristötoimenpiteiden yhteensovittamista sekä kehittää uusia säätoivoiman lähteitä. Nämä lähteet voivat tarkoittaa muun muassa energian varastoinnin ja kysyntäjouaston kehittämistä sekä muiden teknologioiden, kuten akkujen, nykyistä laajempaa hyödyntämistä.

Tutkimuksen aineisto ja menetelmät

Tutkimuksessa hyödynnettiin monitasoista mallinnuslähestymistapaa, jossa yhdistettiin sähkömarkkinoiden ja ympäristövaikutusten analyysit. Keskeiset tutkimusmenetelmät:

Sähkömarkkinoiden simulointi: Tutkimuksessa käytettiin sähkömarkkinoiden rakenteellista mallia, joka kuvaa sähköjärjestelmän toimintaa ja hintamekanismeja. Malli simuloi, miten vesivoiman tuotannon ja säätökyvyn muutokset vaikuttavat sähkön kysyntään ja tarjontaan, erityisesti ottaen huomioon tuuli- ja aurinkovoiman lisääntyminen. Malli simuloi, miten vesivoiman tuotannon ja säätökyvyn muutokset vaikuttavat sähkön kysyntään ja tarjontaan. Mallinnuksessa tarkasteltiin vesienhoitotoimenpiteiden vaikutuksia erilaisissa kulutuksen ja tuotannon skenaarioissa, erityisesti ottaen huomioon tuuli- ja aurinkovoiman lisääntyminen.

Vesivoiman säätökyvyn analyysi: Vesivoiman tuotannon optimointiin käytettiin kahta edustavaa vesivoimalaitosmallia (pieni 10 MW ja suuri 50 MW laitos). Malli arvioi, miten erilaiset ympäristörajoitteet, kuten minimivirtaamien ylläpito ja ohi-tusuomien ympärivuotinen vesittäminen, vaikuttavat vesivoiman säätökykyyn. Esimerkkivoimalaitosten avulla havainnollistetaan skenaarioitujen vesienhoitotoimien, eli 'Keskivirtaama -2%', 'Minimivirtaama +10%' ja 'Keski- ja minimivirtaama', vaikutuksia vesivoimalaitoksen tuotantotuloihin ja reservitarjontaan Suomen sähkömarkkinaympäristössä **Skenaarioanalyysi:** Tutkimuksessa on hyödynnetty neljää erilaista sähkömarkkina- ja vesienhoitotoimenpideskenaariota. Sähkömarkkinoiden skenaariot kuvastavat nykytilannetta sekä mahdollista lyhyen, keskipitkän ja pitkän aikavälin kehitystä. Vesienhoitotoimenpiteisiin liittyvissä skenaarioissa tarkastellaan minimivirtaaman noston, turbiineihin ohjattavan keskivirtaaman vähentymisen, ja näiden yhdistelmän vaikutuksia vesivoiman tuotantoon ja säätökykyyn.

Oikeudellinen analyysi: Tutkimuksessa käsiteltiin oikeudellisia reunaehtoja, jotka määrittävät, kuinka suurta haittaa vesienhoidon toimenpiteistä voi aiheutua vesivoiman perus- ja säätoivoimatuotannolle. Analyysi keskittyi EU:n vesipolitiikan puitedirektiivissä ja kansallisessa vesien- ja merenhoitolaisissa tarkoitettuun merkittävän haitan edellytykseen. Merkittävä haitta yhteiskunnallisesti tärkeille toiminnoille määrittää rajan ensinnäkin sille, milloin vesimuodostuma voidaan nimetä voimakkaasti muutetuksi

(keinotekoiset ja voimakkaasti muutetut vesimuodostumat, KeVoMu) ja siihen soveltaa siten hyvän saavutettavissa olevan ekologisen tilan tavoitetta astetta vaativamman hyvän ekologisen tilan sijaan. Toiseksi KeVoMu vesimuodostumissa on arvioitava, kuinka vaativia vesienhoidon ympäristötoimenpiteet voivat olla ilman, että ne aiheuttavat merkittävää haittaa yhteiskunnallisesti tärkeille toiminnoille. Merkittävän haitan arvioinnissa hyödynnettiin vertailua Ruotsin, Saksan, Itävallan ja Ranskan sääntelyjärjestelmiin.

“Vesistöjen hyvä ekologinen tila tai potentiaali on mahdollista saavuttaa ja samalla varmistaa energiajärjestelmän luotettavuus.”

Tulokset ja johtopäätökset

Tässä luvussa esitetään tutkimuksen keskeiset tulokset, johtopäätökset niiden pohjalta sekä politiikan kannalta merkittävät haasteet, jotka ovat nousseet esiin tutkimuksen aikana.

Tutkimuksen keskeiset tulokset

Oikeuden analyysin keskeiset tulokset ovat seuraavat:

1. Vesivoimalaitoksen kokoluokka ja sen säätövoimakapasiteetti ovat ratkaisevia vesimuodostuman voimakkaasti muutetuksi nimeämisen kannalta. Nimeämisen edellytykset eivät yleensä täyty, jos kyseessä on sellainen pieni vesivoimalaitos, joka ei harjoita lyhytaikaisäännöstelyä. Nimeäminen on siten dynaamista, että sen perusteiden täytyminen tulee tarkistaa vesienhoitokausittain kuuden vuoden välein.
2. Vesipuidedirektiivin ja sen yhteisen toimeenpanostrategian valossa merkittävän haitan määrittämisessä tulee kiinnittää huomiota yleisiin etuihin, kuten säätökyvyn menetyksen vaikutuksiin sähkömarkkinoiden toimintaa. Tässä suhteessa tarkastelun tulee kohdistua vesivoimasektorille asetettaviin ympäristövaatimuksiin yksittäisen laitoksen tapauskohtaista harkintatilannetta ja mahdollisia taloudellisia menetyksiä laajemmin.
3. Suomen vesilainsäädäntö ei tarjoa riittäviä mahdollisuuksia vesivoimalupien päivittämiseen. Vesipuidedirektiivissä edellytetään selvästi, että lupien tulee olla muutettavissa vesienhoidon ympäristötavoitteiden saavuttamiseksi, mutta

Suomessa vesivoimalupien päivittämiselle on sekä aineellisia rajoituksia että menettelyllisiä haasteita.

Tutkimuksen perusteella vesienhoidon ympäristötoimenpiteillä, kuten minimivirtaamien ylläpidolla ja virtaaman ohjaamisella kalankulkuväyliin ohi turbiinien, on seuraavia vaikutuksia:

Vesivoimatuotanto: Ympäristötoimenpide, joissa turbiineihin ohjattavan virtaaman määrä alenee, johtaa vesivoimalla tuotetun energian lievään vähentymiseen. Toimi ei vaikuta suoraan vesivoiman säätökykyyn. Ympäristötoimenpide, jossa turbiinien minimivirtaamaa nostetaan, ei vähennä vesivoimalla tuotetun energian määrää, mutta muuttaa osan tuotannosta tasaiseksi profiiliksi. Vesivoimalaitoksen käytettävissä oleva tuotantoalue rajoittuu minimivirtaaman noston myötä.

Säätövoiman tarjonta: Vaikka mallinnetut vesienhoitotoimet voivat rajoittaa vesivoimalla tuotetun energian määrää tai vesivoiman tuotantoaluetta, niin vaikutukset säätövoiman tarjontaan Suomessa vaikuttavat vähäisiltä. Sähkömarkkinoiden analyysin mukaan vesivoiman säätökyvyn heikkeneminen aiheuttaa maltillisen säätövoiman lisätarpeen muista energianlähteistä, kuten energian varastoinnista ja kysyntäjousta.

Sähkömarkkinat: Mallinnetut vesienhoitotoimien rajoitteet vesivoimatuotannolle vaikuttavat hyvin vähän sähkömarkkinan tehokkaaseen toimintaan. Sähkömarkkinoiden skenaarioanalyysit osoittavat, että vesivoiman tuotannon rajoitukset nostavat jonkin verran sähkön markkinahintoja lyhyellä aikavälillä. Tämä lisää kuluttajien sähkölaskuja ja sähköntuottajien yhteensä saamia tuloja. Uusien teknologioiden, kuten kysyntäjousta ja akkujen, kehittymisen odotetaan kompensoivan näitä muutoksia pidemmällä aikavälillä.

Ekologiset hyödyt: Vesienhoidon toimenpiteet parantavat vesiekosysteemien tilaa merkittävästi, mikä edistää kalakantojen palautumista ja lisää ekologista monimuotoisuutta vesistöissä.

Johtopäätökset

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että vesienhoidon ympäristötoimenpiteet vaikuttavat vesivoiman tuotantokapasiteettiin ja säätökykyyn maltillisesti, mutta sähkömarkkinoiden tasapaino säilyy vakaana. Keskeiset johtopäätökset ovat seuraavat:

Ympäristötavoitteiden ja energiajärjestelmän tasapainottaminen: Vesistöjen hyvä ekologinen tila tai potentiaali on mahdollista saavuttaa samalla, kun varmistetaan

energiajärjestelmän luotettavuus. Tämä edellyttää tehokasta ympäristöpolitiikan ja energiapolitiikan yhteensovittamista.

Uusien teknologioiden kehittäminen: Säättövoiman tarpeisiin vastaamiseksi on investoitava uusiin teknologioihin, kuten energian varastointiratkaisuihin ja laajempaan kysyntäjouaston hyödyntämiseen. Näiden teknologioiden kehitys on tarpeen sähköjärjestelmän joustavuuden ja toimitusvarmuuden ylläpitämiseksi tulevaisuudessa.

Säätely ja tukitoimet: Poliitiikan tukitoimilla, kuten uusien teknologioiden kehittämisen tukemisella ja sääntelyn kehittämällä, voidaan edistää uusiutuvien energianlähteiden ja säättövoiman teknologioiden käyttöönottoa, mikä auttaa tasapainottamaan vesienhoidon ympäristövaatimuksia ja energian tarpeita.

Tutkimuksen oikeudellisten tulosten perusteella on syytä miettiä kansallisen lainsäädännön tarkistamista siten, että vesivoimalupien muuttaminen olisi nykyistä sujuvampaa Suomen järjestelmässä. Lisäksi kansallisesti tulisi käydä KeVoMu-nimeämiseen ja hyvän saavutettavissa olevan ekologisen tilaan liittyvä ohjeistus läpi siten, että merkittävä haitta liitettäisiin yksittäistä vesivoimalaitosta laajempaan sähköjärjestelmän näkökulmaan.

Politiikan haasteet ja uudet näkökulmat

Tutkimuksessa on noussut esiin useita politiikan kannalta merkittäviä haasteita:

Yhteensovittamisen vaikeus: Ympäristötavoitteiden ja energiajärjestelmän vaatimusten yhteensovittaminen on monimutkaista, sillä ympäristötoimenpiteet voivat rajoittaa energiantuotantoa. Esimerkiksi minimivirtaamien ylläpito voi vähentää vesivoiman tuotantokapasiteettia, mikä puolestaan lisää muiden energianlähteiden tarvetta.

Teknologisen kehityksen hitaus: Uusien teknologioiden, kuten energian varastoinnin ja kysyntäjouaston, kehittäminen ja käyttöönotto tapahtuu globaalisti ja voi olla hitaampaa, kuin mitä kansalliset tavoitteet edellyttäisivät. Tarkastelluissa skenaarioissa sähkön kysynnän sekä tuuli- ja aurinkovoiman markkinaehtoinen voimakas kasvu vaikuttaa vaikeasti yhteensovittavalta suhteessa nykyisiin kustannustasoihin ja markkinahintoihin. Jotta uusiutuvan energian investoinnit olisivat kannattavia, tulisi sähkön keskihintojen nousta huomattavasti nykyisiä markkinahintatasoja korkeammalle.

Poliittinen päätöksenteko: Tasapaino taloudellisten, ympäristöllisten ja sosiaalisten tavoitteiden välillä on mahdollista löytää. Tämä edellyttää päätöksentekijöiden laaja-

alaista yhteistyötä eri sidosryhmien kanssa ja pitkäjänteistä suunnittelua. Pysyväluonteisten ympäristökysymysten kestävä ratkaisu auttaa vähentämään sähkömarkkinoita koskevaa epävarmuutta ja edesauttaa toimialan kehittymistä.

Lisälukemista

Hankkeen loppuraportti: Kopsakangas-Savolainen, Vehviläinen, Belinskij, Huuki, Turunen, Koljonen, Puharinen, Louhi. 2024. Vesienhoidon toimenpiteiden vaikutukset säättövoimaan. VHS säättövoima. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2024:39. Saatavilla: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-144-5>.

Lisätietoja:

Tutkimusprofessori Maria Kopsakangas-Savolainen Suomen ympäristökeskus,
Puh. +358 295 251 297, etunimi.sukunimi@syke.fi

Vesienhoidon toimenpiteiden vaikutukset säättövoimaan on toteutettu osana valtioneuvoston vuoden 2023 selvitys- ja tutkimussuunnitelman toimeenpanoa.

Hankkeen ohjausryhmän puheenjohtaja:

Ympäristöneuvos Saara Bäck

Ympäristöministeriö, sukunimi.etunimi@gov.fi



Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta
Statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet