



# **PIENVESIVOIMA <1 MW JA SEN MAHDOLLISUUDET SUOMESSA**

Mika Larikka

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2012  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Kone- ja laiteautomaatio,  
tuotantotalous

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Kone- ja laiteautomaatio, tuotantotalous

LARIKKA, MIKA:

Pienvesivoima < 1 MW ja sen mahdollisuudet Suomessa

Opinnäytetyö 34 sivua, josta liitteitä 4 sivua  
Toukokuu 2012

---

Opinnäytetyössäni tutkittiin yleisesti pienvesivoiman pienempää sektoria minivesivoimaa sekä mahdollista hyödyntämätöntä potentiaalia Suomessa. Minivesivoiman potentiaali ei ole niin tutkittu Suomessa kuin isompien vesivoimasektoreiden. Tähän työhön on ollut tarkoitus tiivistää selkeästi tietoa suomalaisen minivesivoiman historiasta, nykyisestä tilanteesta ja potentiaalista tulevaisuudessa eri lähteistä kootun tiedon mukaan.

Työtä varten tutkittiin ensin yleisesti minivesivoimaa ja sen käyttöä Suomessa. Lisäksi punnittiin minivesivoiman käytöstä aiheutuvia etuja ja haittoja, minkä jälkeen perehdyttiin myös suomalaisiin minivesivoimavalmistajiin sekä olemassa olevien minivesivoimaloiden lukumäärään ja käyttämättömään tuotantopotentiaaliin.

Työn aikana selvitettiin myös minivesivoimarakentamiseen liittyvää lainsäädäntöä ja minivesivoiman vaikutuksia ympäristöön, yhteiskuntaan ja sähköverkkoon. Vesivoimala tuotetun energian osuus uusiutuvista energialähteistä on Suomessa suurin, mutta työtä tehtäessä selvisi, että mahdollisuuksia kasvuun on olemassa erityisesti minivesivoiman osalta. Minivesivoiman määrää tulisikin kasvattaa EU:n ja Suomen asettamiin ilmastotavoitteisiin pyrittäessä.

---

Asiasanat: minivesivoima, minivesivoimapotentiaali

## **ABSTRACT**

Tampere University of Applied Sciences  
Mechanical and production engineering  
Machine and device automation, Industrial management

LARIKKA, MIKA:  
Mini hydro and the potential of it in Finland

Bachelor's thesis 34 pages, appendices 4 pages  
May 2012

---

In this final year project the aim was to explore mini hydro and the untapped possibilities of it in Finland. The potential of mini hydro is not very well known in Finland when compared to bigger sectors of hydro power. The main thing was to make a summary about mini hydro in Finland by reviewing the history, the current state and the potential of mini hydro in the future.

The basic information and the exploitation of the mini hydro were reviewed in the beginning of this thesis and the benefits and disadvantages were also explored after the basics. A couple of Finnish companies were also mentioned that manufacture mini hydro turbines.

The Finnish legislation related to the construction of mini hydro was reviewed also by the compliance. The impacts of mini hydro on the environment, society and the electricity grid were studied too.

Hydroelectric power share of renewable energy sources in Finland is the largest but during this project it came out that the share of renewable energy sources could be easily much more than it is at the moment. In particular, there are great increasing possibilities for mini hydro. The capacity of mini hydro should be increased that we could achieve the climate goals that the European Union and Finland have set.

---

Key words: mini hydro, mini hydro potential

## SISÄLLYS

LYHENTEET JA TERMIT .....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 VESIVOIMATEKNOLOGIA.....	7
3 PIENVESIVOIMA.....	9
3.1 Pienvesivoiman historia Suomessa.....	9
3.2 Pienvesivoiman edut ja haitat .....	11
3.3 Energian- ja sähköntuotanto pienvesivoimalla.....	12
3.4 Nykyiset voimalat .....	13
3.5 Alan yrityksiä Suomessa.....	13
4 RAKENTAMISEEN LIITTYVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ.....	16
4.1 Vesilaki lyhyesti vesivoiman yhteydessä .....	16
4.2 Esimerkki minivesivoimahankkeesta .....	17
5 PIENVESIVOIMAN KÄYTTÖ .....	19
5.1 Käytön vaikutukset .....	19
5.1.1 Ympäristö.....	19
5.1.2 Sähköverkko.....	20
5.1.3 Yhteiskuntavaikutukset.....	21
5.2 Kustannukset.....	21
6 TULEVAISUUS, KEHITTÄMINEN JA POTENTIAALI .....	23
6.1 EU:n ja Suomen tavoitteet .....	25
6.2 Tulevaisuudennäkymät .....	26
7 POHDINTA.....	29
LÄHTEET.....	30
LIITTEET .....	31
Liite 1. Pienvesivoimalan vesiluvan hankintaprosessin kulkukaavio (Pienvesivoimaopas 2012. 17).....	31
Liite 2. Koskiensuojelulaki (35/1987) ja siihen kuuluvat vesistöt ja vesistöalueet, joihin ei myönnetä uutta vesilupaa vesivoimarakentamista varten (Finlex 2012).....	32

## LYHENTEET JA TERMIT

Energia	Energian yksikkö on joule (J). Vesivoimaloiden yhteydessä käytetään energian yksikkönä kWh ja sille kuuluvia kerrannaissuureita GWh, MWh tai TWh. $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$ .
Generaattori	Sähkötekkinen kone, jolla turbiiniakseliin liitettynä muutetaan turbiinin mekaaninen energia sähköenergiaksi.
Teho	Tehdyn työn tai käytetyn energian määrä jossakin aikamäärässä. Tehon yksikkö on SI-järjestelmän mukaan Watti (W). Vesivoimaloiden yhteydessä laitoskoosta riippuen käytetään yksiköitä kW, MW tai GW.

### Vesivoiman mittayksiköt

Teho	W	1000 W= 1 kW	1000 kW= 1 MW	1000 MW= 1 GW	
Energia	kWh		1000 kW= 1 MWh	1000 MW= 1 GWh	1000 GWh= 1 TWh

## 1 JOHDANTO

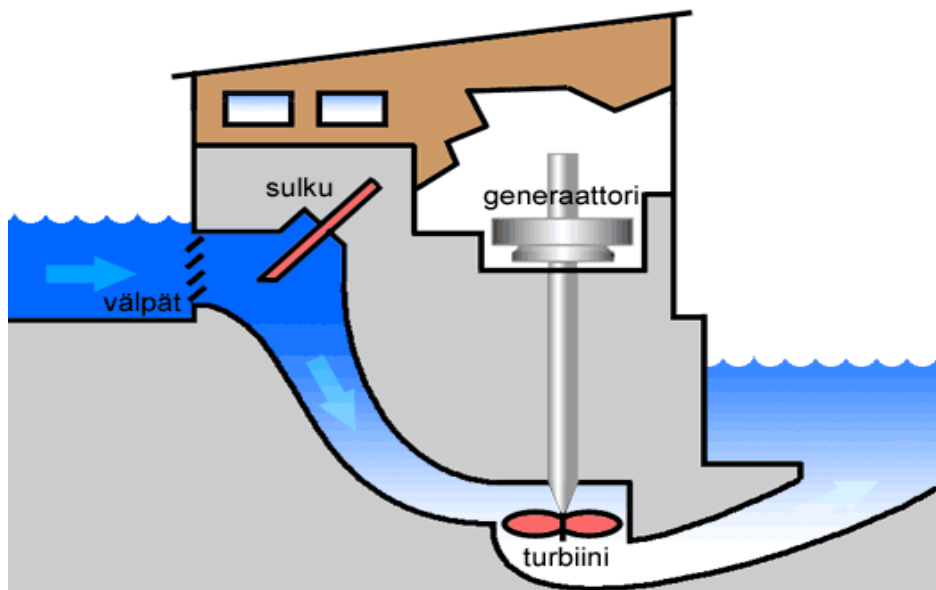
Vesivoima on Suomen merkittävin sähköntuotantomuoto uusiutuvista energialähteistä. Kiinnostus vesivoiman tuotannon lisäämiseen onkin kasvanut viime vuosina ympäristövastavuutensa ansiosta.

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan yleisesti vesivoimaa, sen historiaa Suomessa ja vaikutusta ympäristöön sekä perehdytään tarkemmin laituskooltaan pienimpiin eli minivesivoimaloihin. Minivesivoimaloita tutkitaan myös lainsäädännölliseltä näkökannalta ottamalla esille muun muassa Euroopan unionin ilmasto- ja päästötavoitteet. Kiristyvät ilmastotavoitteet ovat myös minivesivoiman kannalla, sillä vesivoimasta ei muodostu ilmakehään haitallisia hiilidioksidipäästöjä, joiden vähentäminen on nykyään esillä kaikessa energiantuotannossa. Ympäristövaikutusten lisäksi työssä tutkitaan myös minivesivoiman vaikutuksia yhteiskuntaan.

Työssä selvitetään myös nykyisiä toimivia minivesivoimaloita Suomessa, niitäkin jotka on jo poistettu käytöstä, mutta jotka tämän päivän ympäristöpolitiikan ja vaatimusten vuoksi olisi eduksi ottaa uudestaan käyttöön. Tärkeimpänä tavoitteena onkin selvittää pienvesivoiman, tarkalleen ottaen alle yhden megawatin suuruisten voimaloiden, tuotantopotentiaalia ja mahdollisuuksia nykypäivän Suomessa.

## 2 VESIVOIMATEKNOLOGIA

Vesivoima on uusiutuva, päästötön kotimainen energiantuotantomuoto, joka perustuu putouksessa virtaavan veden liike-energian hyödyntämiseen kahden eri vesitason välillä. Veden virratessa turbiinin läpi turbiini pyörittää generaattoria, joka muuttaa veden liike-energian sähköksi (kuva 1). Syntyvä sähkö puolestaan johdetaan eteenpäin muuntajan kautta sähköverkkoon kuluttajille. (Energiateollisuus 2012.)



Kuva 1 Vesivoimalan periaatekuva (Pohjois-Karjalan AMK ja Motiva Oy 2003)

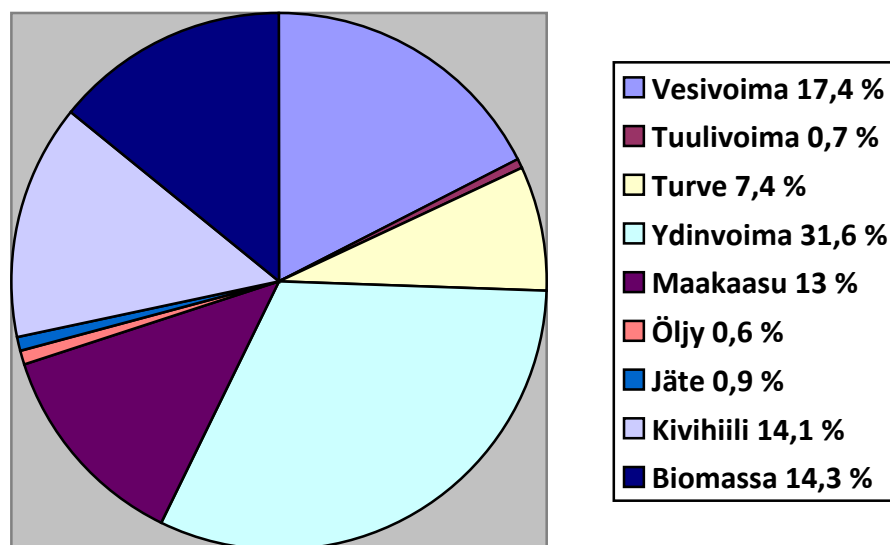
Voimalassa hyödynnettävä putous voi olla syntynyt luonnollisesti tai patojen avulla muodostettu. Voimaloiden putouskorkeudet vaihtelevat kyseessä olevan laitoksen tehon mukaan. Vesivoimalaitokset jaetaankin nimellistehojensa perusteella kolmeen eri kokoluokkaan: mini-, pien- ja suurvesivoimaan. Minivesivoimalla tarkoitetaan alle 1 MW:n, pienvesivoimalla 1–10 MW:n ja suurvesivoimalla yli 10 MW:n tehoista vesivoimalaa. (Motiva 2011.)

Pienvesivoimaloille tyypillinen putouskorkeus on 2–6 metriä, kun puolestaan isommissa voimaloissa Suomessa putouskorkeus on useita kymmeniä metrejä. Putouskorkeudeltaan Suomen kolme suurinta voimalaa ovat: Jumiskon voimala 96 metriä, Pamilon voimala 49,4 metriä sekä Pyhäkosken voimala 32,3 metriä. (Pienvesivoimaopas 2009.)

Valtaosa Suomen vesivoimaloista on joki- tai säännöstelyvoimalaitoksia, ja niiden tehoalue vaihtelee pienistä alle 1 MW:n voimaloista isoihin 170 MW:n vesivoimalaitoksiin (Energiateollisuus 2012.)

Suomen noin 400:sta sähköä tuottavasta voimalasta noin puolet, yli 220 kappaletta, on vesivoimaloita vuonna 2012. Suomessa vesivoima on uusiutuvista sähköntuotantomuodoista kaikkein merkittävin. Yhteenlaskettuna näiden vesivoimaloiden tuotantokapasiteetti on noin 3190 MW ja vesivoiman osuus koko Suomen sähköntuotannosta vaihtelee vuosittain 10–20 %:n välillä vesitilanteesta riippuen. (Motiva 2011.) Vuonna 2011 vesivoiman osuus Suomen sähköntuotannosta oli 17,4 % (kuva 2) sen ollessa toiseksi suurin sähköntuotantomuoto ydinvoiman jälkeen (Energiateollisuus 2012). Minivesivoiman osuus vesivoimalla tuotetusta energiasta on noin 1 % ja pienvesivoiman osuus noin 8 % (Motiva 2011).

Uusiutuvia energiamuotoja hyödynnettäessä Suomi on yksi maailman johtavista maista. Sähköntuotannossa uusiutuvien energialähteiden osuus on yli neljännes, ja koko Suomen energian kulutuksesta uusiutuvista energialähteistä saadaan noin neljännesosa. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2012.) Uusiutuvia energialähteitä Suomessa verrattaessa vesivoiman osuus on toiseksi suurin bioenergian ollessa suurin sähköntuottaja (Energiateollisuus 2012.)



Kuva 2 Sähköntuotanto Suomessa energialähteittäin vuonna 2011 (Energiateollisuus 2012)



### 3 PIENVESIVOIMA

Euroopan unioni määrittelee pienvesivoimaloiksi kaikki laitokset, joiden nimellisteho on pienempi kuin 10 MW (Pienvesivoimaopas 2009, 4.) Pienvesivoimalaitokset voidaan jakaa tehonsa mukaan kahteen sektoriin, minivesivoimaan ja pienvesivoimaan. Minivesivoimaan lasketaan kuuluvaksi alle 1 MW:n tehoiset voimalat ja pienvesivoimaan 1–10 MW:n suuruiset voimalat. Nämä kaksi sektoria kattavat tehoalueen muutaman kymmenen kilowatin sähköistetyistä myllyistä ja padoista aina isompiin kymmenen megawatin voimaloihin saakka (Motiva 2011.)

Suomessa tyypillinen pienvesivoimalaitos on rakennettu koskipaikkaan, jossa veden virtauksen voimaa on osattu hyödyntää jo pitkään. Eurooppalainen pienvesivoimasektori sisältää kuitenkin useita erilaisia voimalatyyppejä Suomeen verrattuna johtuen pääosin maiden erilaisista pinnanmuodoista. Suomi on pinnanmuodoiltaan tasaisempi, joten putoamiskorkeudet eivät yllä yhtä suuriksi kuin esimerkiksi vuoristoisilla seuduilla, kuten Alpeilla. Vettä ei voida myöskään varastoida Suomessa aivan samanlaisia valtavia määriä kuin muissa maissa. Suuremmat putoamiskorkeudet antavat paremmat sähköntuotantomäärät ja voimalan kannattavuus taataan jo pienemmilläkin virtausmäärillä. Nykyaikaisella tekniikalla ja kehittyneellä suunnittelulla Suomessakin voidaan kuitenkin saada enemmän hyötyä irti jokivoimaloiden pienemmistä putouskorkeuksista (Pienvesivoimaopas 2012, 4).

#### 3.1 Pienvesivoiman historia Suomessa

Vesivoima on yksi ihmiskunnan vanhimpia energiantuotantomuotoja tulen keksimisen jälkeen. Nykyään vesivoimasta puhuttaessa se yhdistetään automaattisesti sähköntuotantoon, mutta asia ei kuitenkaan ollut näin vielä silloin, kun vesivoima oli vasta kehityskaarensa alussa, jolloin sähköstä ei ollut tietoaakaan. (Pienvesivoimakartoitus 2005, 11). Varhaisin tieto pienvesivoiman käytöstä ja kehityksestä Suomessa on peräisin 1300-luvulta talonpoikien myllyistä, joissa lautasiivet pyörittivät pystyakselin kautta jauhinkiveä (Vesi- ja ympäristöhallitus 1995, 7). 1400–1524-lukujen Suomesta myllyjä tunnetaan reilut 100 kappaletta ja näistä noin puolet sijaitsi Hämeessä (Ympäristöministeriö 2010). 1500-luvulla alettiin siirtyä vaaka-akselisiin vesiratasmyllyihin ja myös

ensimmäiset vesisahat perustettiin rannikolle (Wessberg 1999, 3–4). 1850-luvulle tultaessa vesimyllyjä oli jo noin 4000 ja vesisahojakin noin 200 kappaletta.

Veden virtausta on hyödynnetty vesivoiman syntyvaiheissa tuottamaan käyttövoimaa erilaisille työkoneille, kuten sahoille ja myllyille, mutta ajan kuluessa ja teollistumisen myötä vesivoimaa opittiin käyttämään hyödyksi sähköntuotannossa. 1800-luvun alussa kehitettiin vesiturbiini, mikä tehokkuudellaan alkoi syrjäyttää vesirattaita 1800-luvun lopulla. (Ympäristöministeriö 2010.) Vesirattaiden tilalle alettiin asentaa turbiineja jo 1840-luvulla, mutta pääasiassa tämä muutos tapahtui vasta 1920-luvulta eteenpäin. (Vesi- ja ympäristöhallitus 1995, 8.) Vesistöjen ja myllyjen käyttöoikeudet olivat tuohon aikaan erittäin korkeassa arvossa ja lähes kaikki vähänkin kannattavat vesistöt hyödynnettiin vesivoiman käyttöön (Pienvesivoimakartoitus 2005, 11).

Minivesivoima alkoi kehittyä sähkön kehittämisen seurauksena kohteissa, joissa vesivoimaa oli hyödynnetty työkoneita varten jo aikaisempina vuosina ja perusedellytykset sähköntuotantoon olivat jo valmiiksi olemassa. Sähkövoiman tuottaminen vesivoimaa hyödyntäen alkoi noin 100 vuotta sitten ja voimalat olivat kokoluokaltaan minivesivoimasektoriin kuuluvia. (Pienvesivoimakartoitus 2005, 11.) Nämä laitokset tuottivat sähköä omistajiensa talouden tarpeisiin, mutta saattoivat harvoissa tapauksissa olla jopa pienen kylän apuna sähköntuotannossa (Vesi- ja ympäristöhallitus 1995, 8). Tarkoituksena minivesivoiman syntyessä oli taata yhtäjaksoinen energiantuotanto käyttämällä putouskorkeudeltaan matalia voimaloita, jotka olivat rakennusasteeltaan alhaisia. Suomen teollistumisessa minivesivoimalla oli suuri rooli, sillä esimerkiksi metsäteollisuus sai 1900-luvun alussa noin 60 % energiastaan vesivoimasta ja tuolloin vesivoiman kokonaiskapasiteetti oli jo yli 12 MW. (Pienvesivoimayhdistys 2009.)

Suurin muutos Suomen vesivoimakapasiteetin kasvun kannalta tapahtui 1950- ja 1960-luvuilla sotien jälkeen, jolloin sähköntuotannosta jopa 90 % oli vesivoiman varassa. Teollisuuden kehityksen ja kasvaneen energiantarpeen myötä vesivoimalat kokivat uudistumisen noin 60 vuotta sitten, jolloin taloudelliset näkökulmat alkoivat tulla selvemmin esille energiantuotannossa ja alettiin keskittyä isompiin vesivoimaloihin, jolloin minivesivoiman käyttö alkoi hiipua. Minivesivoiman osuuden heikentymiseen silloisessa Suomessa vaikuttivat myös ne asiat, että vesivoimateknologia oli vielä varsin kehittymätöntä, sillä teknologia ei mahdollistanut voimaloiden automatisointia ja kaikkein

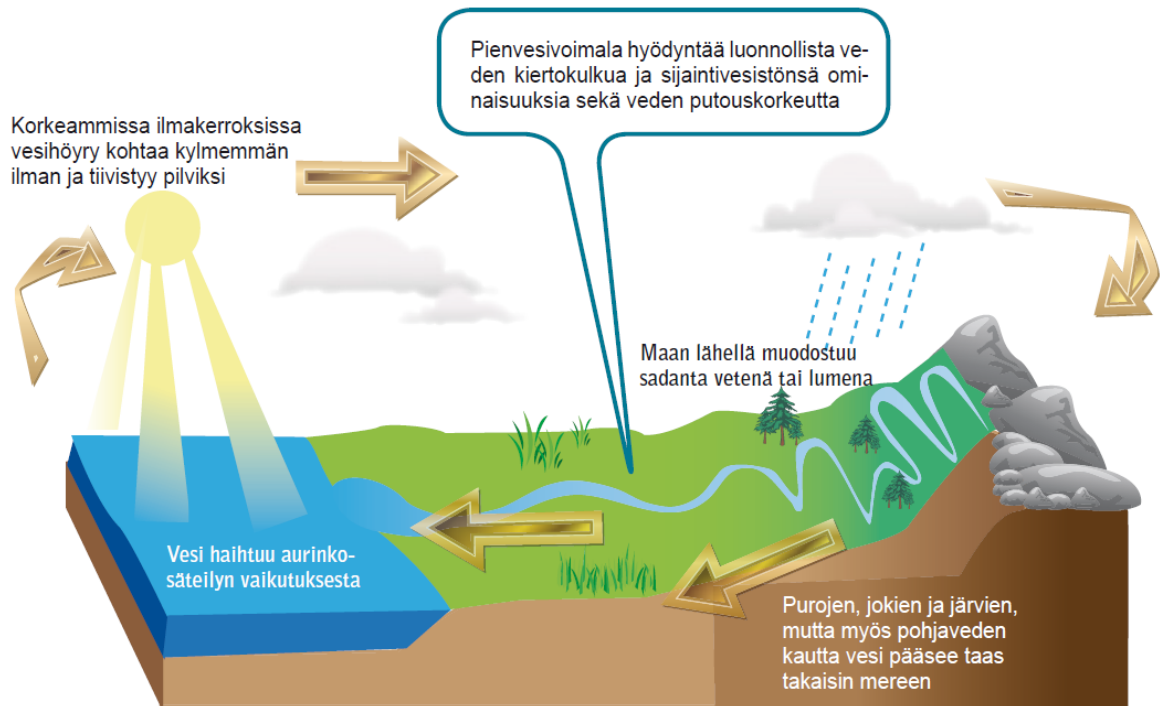
pienimmätkin voimat oli miehitettävä käytön ajaksi. Nämä ongelmat eivät kuitenkaan olleet niin merkittäviä isommissa, yli 1 MW:n tehoisissa voimaloissa. (Pienvesivoimakartoitus 2005, 11.)

2000-luvulle tultaessa Suomen vesimyllyjen aika on loppunut, mutta niitä on olemassa yhä noin 600 kappaletta. Useasta myllystä on kuitenkin jäljellä vain rauniot ja suuremmassa osassa tapauksia myllyrakenteita ei ole jäljellä enää lainkaan. Jotkin myllyt ovat yhä käytössä ja osan käyttötarkoitus on muuttunut alkuperäisestä aivan toisenlaiseksi niiden toimiessa esimerkiksi museoina, kahviloina ja kesämökkeinä. (Ympäristöministeriö 2010.)

### **3.2 Pienvesivoiman edut ja haitat**

Pienvesivoimasta ja vesivoimasta yleisesti puhuttaessa tärkeimpänä etuna voidaan pitää uusiutuvuutta ja ympäristöystävällisyyttä, sillä pienvesivoimaloiden ympäristölleen aiheuttamat haitat ovat hyvin vähäisiä. Vesivoiman polttoaineina toimivat virtaava vesi ja painovoima, joten vesivoimaa ei lasketa aineen polttamiseen perustuviin energiantuotantomuotoihin vaan uusiutuviin energialähteisiin (kuva 3). Vesi ei pilaannu eikä vähe- ne virratessaan voimalan läpi millään tavalla. Vesivoimalla hoidetussa energiantuotantoprosessissa huomattavia muita etuja ovat muun muassa se, että tuotantoprosessissa ei muodostu hiilidioksidi- tai kasvihuonepäästöjä eikä jätettä. Vesivoimalla tuotetussa sähkössä päästöjä ei muodostu ilmaan, veteen eikä maaperään. Kasvihuonepäästöjä ei myöskään pääse syntymään polttoaineen kuljetuksessa eikä valmistuksessa. (Pienvesivoimaopas 2009, 5.)

Pienvesivoimalla on myös hyvin usein erittäin tärkeä paikallinen merkitys, sillä paikallinen sähköntuotanto parantaa luonnollisesti sähkön saantivarmuutta, alentaa sähkönsiir- tokustannuksia ja pienemmät voimat löytävät helpommin oman paikkansa ympäristös- tä kuin isot vesivoimalaitokset. Nykyään energiantuotannossa pidetään tärkeänä ympäris- töystävällisyyttä, mutta mikäli voimalaitokset pilaavat maisemaa, niin ihmiset ovat hy- vin helposti siinä tapauksessa rakenteilla olevaa voimalaa vastaan. Pienten vesivoima- loiden aiheuttamat maisemalliset ja ekologiset vaikutukset jäävät kuitenkin vähäisiksi ja ne ovat näin helpommin sopeutettavissa ympäristöönsä. Pienet voimat eivät esimer- kiksi vaadi isojen voimaloiden tapaan erillisiä vesialtaita toimiakseen. (Motiva 2011.)



Kuva 3 Veden ikuinen kiertokulku on vesivoiman tae (Pienvesivoimaopas 2012, 5)

Pienvesivoimaloilla on pienemmät rakennuskustannukset kuin isoilla vesivoimaloilla, ja laitokset maksavat perustamiskustannuksensa nopeasti takaisin pitkällä käyttöiällään, joka on 60–100 vuotta. Pienvesivoimaloiden rakentaminen on myös nopeaa, ja riskit eivät ole niin suuria kuin isojen voimaloiden kanssa. Nykyaikaiset kehittyneet automaation mahdollisuudet mahdollistavat sen, että nykyiset laitokset eivät vaadi henkilöstöä niin paljon kuin vanhat voimalat. (Motiva 2011.)

### 3.3 Energian- ja sähköntuotanto pienvesivoimalla

Suomessa sähköä tuottavia yrityksiä on noin 120. Verrattaessa muihin Euroopan maihin Suomen sähköntuotanto on hyvin hajautettua erilaisille tuotantomuodoille. Monipuolisuus sähkön tuotantorakenteessa on etu, mikä takaa sähkön saannin varmuutta. Suomessa ihmiset ovat vuosia vähätelleet pienvesivoiman mahdollisuuksia energiantuotannossa, mutta parina viime vuonna suhtautumiseen on tullut muutos. Muualla Euroopassa

vesivoiman ja erityisesti pienvesivoiman merkitys on tullut ihmisten tietoisuuteen ilmastomuutoksesta puhuttaessa sekä Kioton päästötavoitteiden ansiosta. (Pienvesivoimayhdistys 2009.)

### **3.4 Nykyiset voimalat**

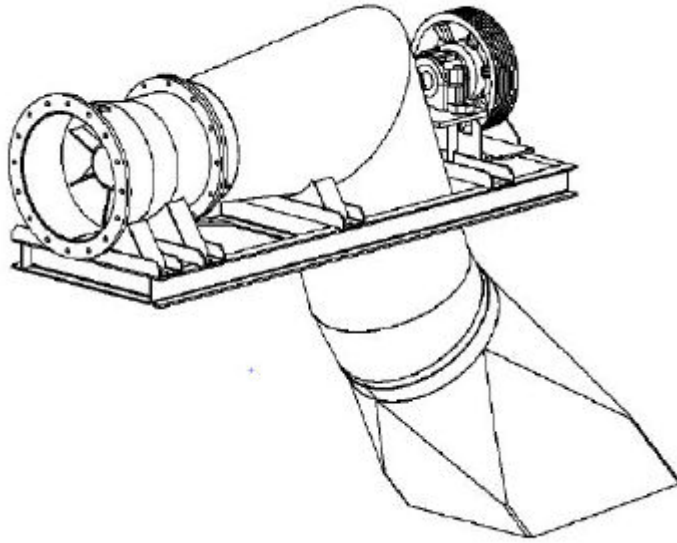
Suomen vesistöissä on suuri määrä lakkautettuja vesivoimaloita, joiden käytölle nykyaika tarjoaa paljon paremmat edellytykset kuin aikaisemmin niiden lopetettua toimintansa. Noin puolet nykyisistä toimivista vesivoimalaitoksista on yli 50 vuotta vanhoja, ja voimaloiden ikä asettaakin tiettyjä haasteita voimaloiden käytölle ja huollolle. (Pienvesivoimaopas 2009, 6.) Tekniikan kehittyminen näkyy kuitenkin myös vesivoimaloissa, ja vaikka voimalat saattavatkin näyttää ulkoa hyvin samalta kuin vuosikymmeniä sitten, ne sisältävät uutta tekniikkaa ja omaavat paremman hyötysuhteen kuin aiemmin. Teknologian kehittyminen on mahdollistanut muun muassa automatisoidut ja rakenneratkaisuiltaan yksinkertaistuneet voimalat, jotka ovat rakennuskustannuksiltaan edullisemmat. (Pienvesivoimayhdistys 2009.)

Suomessa on tällä hetkellä noin 300–400 pienvesivoimalaa, joilla on valmiina vesiluvat ja rakenteet. Osa näistä on käytössä tälläkin hetkellä ja osa on käyttämättömänä odottamassa mahdollisuuttaan. Näitä käyttämättömiä voimaloita täytyy tietysti myös uudistaa, mutta nykyaikaisilla välineillä ja laitteilla niiden käyttöönotto tai kunnostaminen ei muodostu ongelmaksi. (Rautiainen 2008, 33.)

Vuonna 2011 Suomessa oli käytössä olevia pienvesivoimaloita 150 kappaletta, joista 67 oli teholtaan alle 1 MW (Motiva 2011). Tilastoitujen ja valtakunnalliseen sähköverkkoon liitettyjen laitosten lisäksi Suomessa oli vuonna 2009 myös lähes 100 sellaista voimalaa, jotka tuottivat omistajilleen kotitaloussähköä (Pienvesivoimayhdistys 2009).

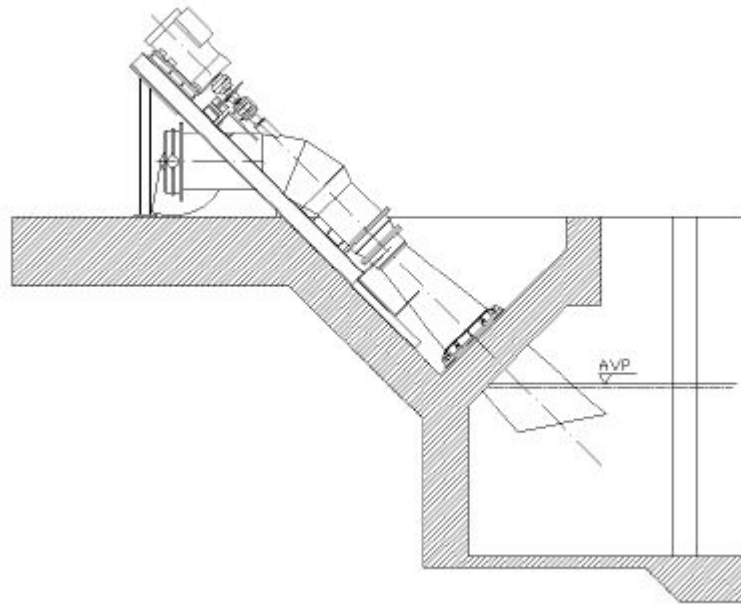
### **3.5 Alan yrityksiä Suomessa**

Saahkarin Kone Ky Rautalammilla valmistaa potkuriturbiineja minivesivoimalaitoksiin ja lupaa tehoksi tarpeen mukaan 20–200 kW (kuva 4). Valmistajan mukaan turbiinit suunnitellaan tapauskohtaisesti, jotta vesistöön sijoitettuna veden energia saataisiin käytettyä mahdollisimman tehokkaasti hyödyksi. (Saahkari 2012.)



**Kuva 4 Vaaka-akselinen putkuri-putkiturbiini (Saahkarin Kone 2012)**

Tyypillisinä asennuskohteina Saahkarin Kone Ky mainitsee vanhat vesivoimalaitokset, joiden koneistot kaipaavat päivitystä, sekä vanhat käytöstä poistetut myllyt, jotka halutaan ottaa uudestaan hyötykäyttöön. Uutta turbiinia asennettaessa vanhat vesirakenteet voidaan hyödyntää sijoittamalla turbiini vanhaan myllyyn tai voimalaan, jolloin mahdollistetaan säästö rakennuskustannuksissa. Turbiini voidaan suunnitella tapauksen mukaan joko pysty-, vaaka- tai vinoakseliseksi (kuva 5), jolloin mahdollistetaan turbiinin sovitus hyvin erilaisiin asennuspaikkoihin, joissa tilaa ei välttämättä ole käytössä liikaa. Saahkarin Kone Ky:n rakennusratkaisuissa kaikki sähköiset laitteet sijoitetaan kuivaan tilaan, jolloin huolto ja kunnonvalvonta konetilassa helpottuvat. (Saahkari 2012.)



**Kuva 5** Vinoakselinen potkuri-putkiturbiini (Saahkarin Kone 2012)

Toinen esimerkki suomalaisesta vesiturbiinivalmistajasta on Waterpumps WP Oy, jonka historia alkaa jo vuodesta 1972. Tämä yritys on keskittynyt vesiturbiinien valmistukseen, vesivoiman tekniseen suunnitteluun sekä tulvanhallinta laitteiden suunnitteluun. Yritys hoitaa tarvittaessa kaiken vesivoimalaitoksen perustamiseen liittyvän aina suunnittelusta ja laitteiden valmistuksesta niiden toimitukseen ja asennukseen. Yrityksen toimintafilosofiana on suunnitella ja tuottaa innovatiivisia vesivoimaratkaisuja tarpeen mukaan ja tavoitteena on täyttää asiakkaiden toiveet hyvin toimivasta ja kannattavasta vesivoimateknologiasta. (WPOY 2005.)

Waterpumps WP Oy valmistaa minivesivoimasektorille kahdenlaisia turbiiniratkaisuja, putki- ja kompaktiturbiineja. Putkiturbiineissa tehoalue on 20–700 kW, ne omaavat pitkät huoltovälit ja voidaan asentaa joko pysty- tai vaakasuuntaisesti. Kompaktiturbiinit ovat rakenteeltaan pienempiä ja ovat helpommin sovitettavissa vanhojen voimaloiden rakenteisiin. Tehoalue pienemmissä kompaktiturbiinimalleissa on 700 kW asti ja huoltovälit ovat myös pitkät putkiturbiinien tapaan. (WPOY 2005.)

## 4 RAKENTAMISEEN LIITTYVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ

### 4.1 Vesilaki lyhyesti vesivoiman yhteydessä

Vesiympäristöä muuttava hanke ja energiantuottaminen vaativat aina viranomaisen luvan. Tässä tapauksessa vesivoima ei poikkea yhtään muista energiantuotantotavoista. Tällä hetkellä suurimmalla osalla käyttämättömänä olevista laitoksista vesiluvat ovat edelleen voimassa, sillä Suomessa vesirakenteen käyttämättömyys ei ole syy vesiluvan raukeamiseen. Mikäli vanhoja laitoksia kuitenkin päätetään alkaa kehittää, se vaatii vesilupien uusimista ja nykyisten vesilain säädösten noudattamista. Vanhat laitokset soveltavatkin usein vesilakia ilman sen viimeisimpiä lisäyksiä. Uusitun vesiluvan myötä vanha voimalaitos voi joutua uusien velvoitteiden eteen nykyisten säädösten kanssa. Tästä esimerkkinä on kalateiden rakennus, joka on nykyisin aiempaa paljon enemmän esillä muiden ympäristöasioiden ohella.

Vesialueiden ja vesivarojen käyttöä sääntelevä vesilaki uudistui kokonaan uudistuksen tullessa voimaan 1. tammikuuta 2012. Uudistuneen vesilain (587/2011) tarkoituksena on turvata ja parantaa Suomen vesivarojen ja vesistöympäristöjen kestäväää käyttöä, ehkäistä käytöstä aiheutuvia haittoja sekä tehostaa vesilupien käsittelyä aikaisempaan verrattuna. Uudistettu vesilaki ei vaikuta aiemman lain perusteella myönnettyihin lupiin ja oikeuksiin vaan ne ovat yhä voimassa sellaisenaan ja niihin sovelletaan pääasiallisesti aiempaa lainsäädäntöä. (Ympäristöministeriö 2012.) Vesivoiman ja varsinkin minivesivoiman harjoittajat ovat kritisoinneet aiemman vesilain mukaisia lupa-asioita niiden suorittamisen hitauden ja monimutkaisuuden vuoksi (Vesivoimatuotannon määrä- ja lisäämismahdollisuudet Suomessa 2005, 12).

Vesilaki koskee luonnollisesti myös vesivoiman hyödyntämistä sekä veden säännöstellystä. Kuten edellisessä väistyneessä vesilaissa (264/1961), myös uuden lain mukaan oikeudet liikkua vesistössä ja ottaa vettä vesistöistä henkilökohtaisiin tarpeisiin kuuluvat kaikille. Vesiluvan myöntää aikaisemman lain mukaisesti aluehallintovirasto. Uuteen lakiin on sisällytetty mahdollisuus vesiluvan raukeamiseen, mikäli hanke ei enää täytä alkuperäistä merkitystään tai luvan haltijaa ei ole enää. (Edilex 2012.) Uuden vesilain mukaan vesivoimalaitoksen rakentamiseksi katsotaan myös voimalaa varten tehtävät perkaustyöt sekä uuden uoman tekeminen. Rakentamiseksi luetaan myös muut vesivoiman käyttöönottoon katsottavat toimenpiteet.



## 4.2 Esimerkki minivesivoimahankkeesta

Esimerkkinä vanhan myllyn sijainnin uudelleen hyödyntämisestä mainittakoon Eurakosken vesivoimalaitoksen kunnostustyö. Eura–Kiukaisen kunnassa sijaitseva mylly oli raunioitunut vuonna 1971 (kuva 6), jonka jälkeen se oli ollut käyttämättömänä vuoteen 2005 saakka. Lisäksi myllyn puiset maanpäälliset rakenteet olivat tuhoutuneet tulipalossa. Vuonna 2005 alettiin selvittää lupa-asioiden voimassaoloa ja vesioikeuden omistaja olikin hoitanut lupansa mukaisesti kohteen ylläpidon ja säännöstelyvelvoitteen. Ympäristökeskus tulkitsi lupa-asian positiivisella kannalla eli vaikka myllyn vesivoimaa ei ollut hyödynnetty 34 vuoteen, niin uutta ympäristölupaa ei tarvinnut hakea, mikäli myllyn käyttöehdot ja vesimäärät pysyisivät vanhan luvan mukaisina. (Pienvesivoimaopas 2009, 24.)



**Kuva 6 Eurakosken raunioitunut mylly ennen uudistusta (Pienvesivoimaopas 2009)**

Eurakosken voimalan hankkeen toteuttaminen sujui nopeasti pääosin lupa-asian nopean tulkinnan vuoksi. Mikäli olisi jouduttu anomaan uutta vesilupaa, niin aikatauluviiveet sekä uuden luvan hakemiseen liittyvät kustannukset olisivat saattaneet estää hankkeen toteutumisen. Näinpä siis vanhan luvan voimassaololla oli suuri merkitys hankkeen onnistumisessa ja tällaista vesiluvan tulkintaa pitäisi soveltaa myös muissa vastaavissa tapauksissa vanhojen myllyjen ja patojen uusiokäytön edistämiseksi. (Pienvesivoimaopas 2009, 24.)

Hankkeen käynnistämisen ja toteuttamisselvityksen jälkeen voimalan kunnostustyöt kestivät vain noin 11 kuukautta ja uusi voimala oli jo käyttökunnossa vuoden 2006 jouluaattona (kuva 7). Kyseisen voimalan arvioidaan tuottavan noin 60 pientalon sähkötarpeen. Eurakosken voimalan kunnostuksen kannattavuuteen vaikutti tietyt asiat, jotka tekivät kunnostuksen mahdolliseksi: padon ohitus- ja tulvaluukut olivat kunnossa, voimalan uudistustyöt saivat työ- ja elinkeinoministeriön investointiavustuksen sekä jo edellä mainittu lupa-asioiden nopea tulkinta. (Pienvesivoimaopas 2009, 24.)



**Kuva 7 Eurakosken uudistettu 84 kW voimalaitos valmiina joulukuussa 2006 (Pienvesivoimaopas 2009)**

Pienvesivoimayhdistys Ry on laatinut yhteistyössä PR vesisuunnittelu Oy:n kanssa pienvesivoimaoppaan, josta löytyy kaavio vesiluvan hankintaprosessista (liite 1). Kaaviosta on nähtävillä kuinka monimutkainen uuden vesiluvan hankintaprosessi voi käytännössä olla. Tämänkin vuoksi vanhojen mylly- ja sahapatojen edelleen voimassa olevia lupia olisi järkevää hyödyntää ottamalla ne uudestaan vesivoiman käyttöön ja välttää näin uusien lupien hakemista.

## 5 PIENVESIVOIMAN KÄYTTÖ

### 5.1 Käytön vaikutukset

Pienvesivoiman käytöllä on erilaisia vaikutuksia ympäristöönsä aivan kuten muillakin energiantuotantomuodoilla. Pienvesivoima ei vaikuta sitä ympäröivään kasvillisuuteen, mutta esimerkiksi kalojen kiertoon sillä voi olla vaikutusta. Tämäkin asia on otettava huomioon pienvesivoimalaa rakennettaessa. Myös perinne- ja kulttuuriarvot vanhojen voimaloiden yhteydessä merkitsevät ihmisille ja paikkakunnille usein hyvinkin paljon esimerkiksi nähtävyyksinä. Monet vanhoista voimaloista ovat olleet keskeisessä asemassa paikallisen teollisuuden kehityksessä menneinä vuosina, ja ne halutaankin säilyttää osana paikallista kulttuurimaisemaa. (Pienvesivoimaopas 2009, 18.)

#### 5.1.1 Ympäristö

Vesivoima on mielipidemittausten mukaan hyväksytyin energiantuotantomuoto Suomessa (Energiateollisuus 2012.). Tämä siitäkin huolimatta, että luonnonsuojelu- ja eri ympäristöorganisaatiot monesti kiistävät pienvesivoiman positiiviset vaikutukset ympäristölle ja samalla yrittävät korostaa sen negatiivisia vaikutuksia. Vesivoiman lisärakentaminen on kuitenkin tarkkaan määritelty koskiensuojelulaissa niiden koskien ja joki-laaksojen osalta, joihin ei enää saa rakentaa vesivoimaa (liite 2). Suojellut vesistöt tavaltaan taistelevat juuri sitä faktaa vastaan, että suurin osa suomalaisista pitää vesivoimaa kaikista mieluisimpana energiantuotantomuotona, mutta täällä vesistöt ovat niin suojeltuja, että kaikkea vesivoiman potentiaalia ei saada otettua käyttöön. (Pienvesivoimaopas 2009, 18.)

Ympäristölleen ainoat haitat vesivoiman käytöstä ovat paikallisia ja tulevatkin lähinnä maisemavaikutuksista, voimalan tuottamasta äänestä ja voimalan vaikutuksista kalojen liikkeisiin vesistöissä. Maisemavaikutuksillakin on kaksi erilaista puolta, sillä vanhat padot ja myllyt ovat jo muodostuneet osaksi paikallista maisemaa ja ihmisten mielestä ne kuuluvat sinne ja useimmille niihin saattaa liittyä henkilökohtaisia muistoja. (Pienvesivoimayhdistys 2009.) Mahdollinen uusi voimalahanke taas erottuu ympäristöstään liian selvästi, ja ihmiset voivat olla helpommin sitä vastaan.

Vesivoiman haitallisia vaikutuksia ympäristöönsä voidaan pääosin estää tai vähentää erilaisin ympäristönhoitotoimenpitein. Vesilainkin mukaan kaikki ympäristölle aiheutetut vahingot on pyrittävä aina ensisijaisesti estämään tai korvaamaan rahallisesti. (Vesivoimatuotannon määrä ja lisäämismahdollisuudet Suomessa 2005, 12.)

Suomen hiilidioksidi- ja rikkidioksidipäästöihin minivesivoimalla on selkeä vaikutus. Jokainen vesivoimalla tuotettu GWh energiaa vähentää 400 tonnilla hiilidioksidipäästöjä ja rikkidioksidipäästöjä 2,6 tonnilla. (Reiter 2012.) Tällä hetkellä pienvesivoiman vuotuinen energiantuotanto on yli 1200 GWh ja se vähentää Suomen hiilidioksidipäästöjä noin 770 000 tonnilla ja rikkidioksidipäästöjä 2700 tonnilla (Pienvesivoimaopas 2009, 18.)

### **5.1.2 Sähköverkko**

Pienvesivoimalla tuotettu, mahdollisesti sähköverkkoon johdettu, sähkö on taajuudeltaan 50 Hz. Pienvesivoimalla tuotetulla sähköllä on hyvin suuri paikallinen merkitys sen vähentäessä sähkön siirtokustannuksia ja parantaessa sähkön saantivarmuutta. (Pienvesivoimayhdistys 2009.) Pienvesivoimalalle ominainen piirre on sen sijainti, joka on joen uomassa. Voimalan tuottamaa lähenergiaa päästään hyödyntämään silloin, kun sitä hyödyntävät asuinalueet sijaitsevat joen rantojen läheisyydessä. (Reiter 2012.) Oma paikallinen pienvesivoimala myös varmistaa patojen tai myllyjen yhteydessä näiden rakennusten kunnossapidon. (Pienvesivoimayhdistys 2009.) Pienvesivoimatuotanto on vakaa, ja sillä voi olla jopa 5000 käyttötuntia vuosittain. Pienvesivoimala pystytään rakentamaan lähelle kuluttajaa, ja tämän vuoksi verkkohäviöitä ei pääse syntymään. (Reiter 2012.)

Minivesivoimalla tuotettu sähkö on mahdollista liittää paikalliseen sähköverkkoon, mutta se vaatii monen asian huomioonottamista. Sähkön laadun on tällöin täytettävä standardien mukaiset vaatimukset eikä se saa aiheuttaa ongelmia muille samaan verkkoon liittyneille. Sähkön laatu on riippuvainen laitoksen koosta, laitteistosta sekä kyseisen jakeluverkon ominaisuuksista. Suosituksena voimalan liittämisestä sähköverkkoon on se, että paikallinen sähkönjakeluyhtiö olisi mukana projektissa alusta lähtien. (Motiva 2011.)

Sähköverkkoon liittämisen oikeus on laissa varmistettu, ja se tarjoaakin pienvesivoimatuottajalle pieniä etuja. Liittäminen verkkoon aiheuttaa myös kustannuksia, sillä verkko-yhtiöillä on oikeus määrittellä teknillinen toteutus ja varmistaa näin ollen verkkoon liitetyn sähkön laatu. (Reiter 2012.)

### **5.1.3 Yhteiskuntavaikutukset**

Euroopan pienvesivoimayhdistyksen (ESHA) mukaan 220 eurooppalaisen kodin sähköntarve vuodessa on yhteensä 1 GWh. Suomessa yhden pientalon keskimääräinen kotitaloussähköntarve vuosittain on noin 6000 kWh ja kerrostaloasunnon kulutus noin 3500 kWh vuodessa. Yksi 1000 kW:n pienvesivoimala tuottaa sähköä vuosittain noin 5 GWh, joka kattaa käytännössä noin 800 suomalaisen pientalon sähköntarpeen. Yksi 100 kW minivesivoimala tuottaa sähköä vuosittain noin 500 MWh eli keskimäärin 80 pientalon tarpeeseen. 20 kW:n voimala tuottaa sähköä keskimääräisesti vuosittain 100 MWh, mikä vastaa noin 15 pientalon tarpeeseen. (Reiter 2012, 2.)

Minivesivoiman omakäyttö on kannattavaa ja jo 100 kW:n suuruisen voimalan vuosittain tuottama 500 GWh:n energian rahallinen myyntiarvo on noin 20 000 euroa vuosittain. Rahallinen käyttöarvo puolestaan nousee noin 60 000 euroon vuotta kohti. (Reiter 2012.) Pienvesivoiman käytöllä ja kehittämisellä on ollut vaikutusta myös vientiin, sillä uusiutuvan energian alan teknologian kysyntä on viime vuosina kasvanut ja näin ollen siitä on tullut merkittävä osa suomalaista vientiä.

## **5.2 Kustannukset**

Vesivoimalaa rakennettaessa ja kehitettäessä investointikustannukset ovat aina tapauskohtaisia. Tähän vaikuttavat muun muassa putouskorkeus ja mahdollisten perustusten rakentaminen alusta lähtien. Kustannuksissa säästetään varmasti, mikäli vanhoja jo rakennettuja perustuksia, kuten vanhoja patoja ja myllyjä, voidaan hyödyntää uuden turbiinin käyttöönotossa. Vesivoimaan investoiminen vaatii usein pitkää sitoutumista, eivätkä nykyiset valtiovallan antamat tuet kaikissa tapauksissa riitä kannustamaan omistajia tarpeeksi investointeihin pitemmällä aikavälillä. (Pienvesivoimaopas 2009, 4.)

Suomen pienvesivoimayhdistys on kerännyt tietoja erikokoisten vesivoimaloiden investointikustannuksista omaan selvitykseensä, josta saa suuntaa siitä, kuinka paljon suurin piirtein eri hankkeisiin on sijoitettu rahaa tehoyksikköä kohden. Suomen pienvesivoimayhdistyksen selvityksestä voi tehdä itse arvioita siitä, kuinka paljon pienvesivoimahanke vaatisi investointeja, jos otetaan huomioon esimerkiksi putouskorkeus ja laitospääte. EU:n tukeman Euroopan pienvesivoimayhdistyksen (ESHA) kustannuskäyristä on myös apua omaa pienvesivoimalaa suunnittelevalle. (Pienvesivoimaopas 2009, 4.)

Muihin uusiutuviin energialähteisiin verrattaessa pienvesivoiman kehittäminen vaatii suurempia pääomakustannuksia käyttökulujen pysyessä vähäisinä. Esteenä kuitenkin laitosten vanhojen laitosten kehittämiseksi uusien rakentamiselle katsotaan olevan pienentuottajille maksettava hinta energian myymisestä sekä Suomen valtion osallistumattomuudella kustannuksissa tukemiseen. (Reiter 2012.)

Vaikka nykyään onkin tarjolla paljon tietoa pienvesivoimalan perustamista suunnittelevalle, niin silti on hyvä muistaa, että omien eri pienvesioppaisiin perustuvien investointilaskelmien lisäksi kannattaa kysyä neuvoa ammattilaiselta, joka suorittaisi paikkansa-pitävän investointilaskelman voimalan kustannuksille. (Pienvesivoimaopas 2009, 4.)

## 6 TULEVAISUUS, KEHITTÄMINEN JA POTENTIAALI

Minivesivoiman lisäämismahdollisuudet ovat rajalliset erityisesti ympäristönsuojelullisista syistä. Kannattavuudeltaan suotuisimmat kohteet on jo hyödynnetty tai suojeltu uudelta rakentamiselta. Vesivoiman kannattavuus vaihtelee kokoluokkien mukaan ja uusien minivesivoimaloiden rakentamisen on katsottu olevan kannattavaa, mikäli kohteen tarjoama teho nousee yli 0,5 MW:n. Vanhoissa käyttämättömissä vesivoimaloissa kannattavuuden raja on 0.1 MW. (Vesivoimatuotannon määrä ja lisäämismahdollisuudet 2005, 14.)

Vanhoissa padoissa ja myllyissä, joissa vesirakenteet ovat vielä kunnostettavissa ja joista vesivoiman tuotto on katkaistu aikojen saatossa, piilee runsaasti mahdollisuuksia tulevaisuuden varalle. Näitä jo olemassa olevia voimaloita peruskorjaamalla ja palauttamalla tuotantoon saadaankin edullisimmin kasvatettua vesivoimakapasiteettia. Myös patojen ohivirtausenergian (kalateiden) hyödyntämistä täytyisi miettiä sekä laittaa uusia pienvesivoimalahankkeita vireille. Se, että Suomessa pienvesivoimaa on hyödynnetty jo 1900-luvun alusta lähtien ja valtaosa voimaloista on vanhentuneita, on haaste, mutta toisaalta myös suuri mahdollisuus, sillä vanhojen voimaloiden nykyaikaistamisella, kuten tehonnostoilla ja automatisoinnilla, vesivoiman tehontuottoa pystytään lisäämään huomattavasti. (Pienvesivoimaopas 2009, 4.)

Vaikka vesivoiman päästöttömyys tukeekin sen käytön lisäämistä tulevaisuudessa, niin vesivoiman tulevaisuuteen liittyy silti epävarmuuksia. EU:n vesipolitiikka on tavoitteiltaan vaativa. Niinpä erilaisten ympäristötekijöiden noustessa tulevaisuudessa yhä suurempaan arvoon näiden ympäristötarpeiden huomioiminen tulee myös rajoittamaan minivesivoiman mahdollista tehokkuutta. Yksi esimerkki tästä on kalateiden eli ohijuokstusten lisäämistarve. (Energiateollisuus 2012.)

Minivoimalaitostekniikka kehittyy jatkuvasti ja tulevaisuudessa nykypäivän voimalat pystytäänkin hyödyntämään nykyistä paremmin, jolloin voimaloiden potentiaalinen teho ja vuosittainen energiatuotanto tulevat kasvamaan nykyisestä. Vuotuista energiantuotantoa saadaan myös lisättyä ottamalla paremmin huomioon vesistökohtaiset ominaisuudet ja yhdistämällä tämä uuden tekniikan mukanaan tuomaan automaatioon. (Pienvesivoimakartoitus 2005, 21.)

Ehdotuksia minivesivoiman kehittämisen edistämiseksi on tarjottu, mutta ilman julkista tukea minivesivoimasektorin kehittäminen ei ole kannattavaa. On arvioitu, että nykyisten käytössä olevien vesivoiman investointitukien ja energiatuotannon verotusta kevenävien tukien määrät eivät riitä tavoiteltuun uuden vesivoimatuotannon käyttöönottoon. Nykyisten käytöstä poistettujen voimaloiden sekä vanhojen patojen ja myllyjen haltijat ovat myös epävarmoja siitä, kuinka kannattavaa on peruskorjata vanhaa tai rakentaa täysin uutta. Lisäksi on myös epätietoisuutta siitä, ovatko vanhat vesiluvat yhä kunnossa ja kuinka vaikea niitä on uusia tarvittaessa sekä millaisia ympäristöllisiä vaatimuksia minivesivoimalaan liittyy ja kuinka paljon ne vaikuttavat voimalan kannattavuuteen. (Pienvesivoimakartoitus 2005, 29.)

Suomessa arvokkaimpia koskia vesirakentamiselta suojaa koskiensuojelulaki ja sen tehtävänä on suojella virtavesiluontoa (35/1987). Tämä laki suojaa siinä mainittuja vesistöjä ja vesistöjen osia uusien voimalaitosten rakentamiselta ja siihen luetaan mukaan 53 vesistöä tai niiden osaa (liite 2). Lisäksi erillislaeilla on säädetty Ounasjoen (703/1983) ja Kyröjoen (1139/1991) suojelemisesta vesivoimarakentamiselta. Koskien virkistyskäytön ja luontomatkailun kannalta koskiensuojelulain takaamat säilyvät maisema- ja luonnonarvot ovat erittäin tärkeitä, kalaston suurta taloudellista merkitystä unohtamatta. (Ympäristöministeriö 2011.)

Saataessa käyttöön vanhoissa saha- ja myllypadoissa piilevä lisäpotentiaali, minivesivoimaa voitaisiin saada käyttöön yli 100 MW:n edestä (Pienvesivoimayhdistys 2009). Minivesivoiman lisäämismahdollisuuksia Suomessa on tutkittu kahdessa suuressa selvityksessä. Energiateollisuus Ry:n selvityksessä ”Vesivoimatuotannon määrä ja lisäämismahdollisuudet Suomessa” keskityttiin suurempaan pienvesivoimasektoriin ja Kauppa- ja teollisuusministeriön selvityksessä ”Pienvesivoimakartoitus, minivesivoimasektori <1 MW” tutkittiin tähän opinnäytetyöhön liittyvän sektorin, minivesivoiman, potentiaalia. Minivesivoimasektoria tutkittaessa on huomattu, että tietoja ei ole saatavilla kaikista laitoksista. Isompaa pienvesivoimasektoria tutkittaessa olemassa olevat tiedot laitoksista ovat kattavia ja helpottavat jäljellä olevan potentiaalın selvittämistä. Alle 1 MW:n kokoisten voimaloiden tietoja ei täysin ole saatavilla, joten selvityksien lukemat on täydennetty vuoden 1980 julkaistua koski-inventointia hyväksikäyttäen. (Pienvesivoimakartoitus 2005, 4.) Minivesivoiman realistisen nykytehon vuonna 2005 arvioitiin



selvitysten perusteella olevan 40–45 MW (Vesivoimatuotannon määrä ja lisäämismahdollisuudet Suomessa 2005, 14).

## 6.1 EU:n ja Suomen tavoitteet

EU on asettanut jäsenmailleen merkittäviä lisäystavoitteita uusiutuvasta energiasta, niinpä vesivoimalla ja erityisesti pienvesivoiman käytöllä ja lisäämisellä on Euroopassa suuri merkitys tällä hetkellä ja tulevaisuudessa. Uusiutuvan energian osuuden pitäisi nousta kokonaisenergian tuotannossa 38 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä eli uusiutuvan energian määrä kolminkertaistuisi nykyisestä tämän tavoitteen toteutuessa. Tavoite vaatii kaikkien uusiutuvien energialähteiden hyödyntämistä mahdollisimman tarkasti ja tehokkaasti. (Pienvesivoimayhdistys 2009.)

Suomi on sitoutunut EU:n asettamiin tavoitteisiin muiden Euroopan Unionin jäsenmaiden kanssa ja pyrkii vähentämään kasvihuonepäästöjään tulevaisuudessa kasvattamalla uusiutuvan energian määrää energian tuotannossa. Energian säästön ohella tämä on kaikkein suurimpia keinoja saavuttaa Suomen ilmastotavoitteet. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2012.) Pienvesivoimalla tuotetun sähkön määrä on mahdollista kaksinkertaistaa nykyisellä potentiaalilla vuoteen 2020 mennessä, joten päästötöntä pienvesivoimaa lisäämällä ilmastotavoitteiden saavuttaminen helpottuisi. (Pienvesivoimaopas 2009.)

Työ- ja elinkeinoministeriö, ympäristöministeriö sekä maa- ja metsätalousministeriö ovat laatineet yhteistyönä uusiutuvan energian kansallisen toimintasuunnitelman. Suunnitelma sisältää uusiutuvaa energiaa koskevia tavoitteita, vaadittuja arvioita energian loppukulutuksesta vuosina 2010–2020, kehittämiskeinoja ja politiikan tukitoimenpiteitä uusiutuvaa energiaa koskien. Pohjana Suomen suunnitelmassa ovat kansalliset ilmasto- ja energiastrategiat sekä hallituksen linjaukset uusiutuvan energian lähteistä ja tarvittavista taloudellisista ohjauskeinoista. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2012.) Uusiutuvan energian lisäämisestä vesivoimaa hyödyntäen on suunnitelmassa säädetty seuraavaa:

Ilmasto- ja energiastrategian mukaisesti vesivoiman tuotantoa lisätään keskivesivuonna noin 0,5 TWh 14 TWh:iin vuonna 2020. Lisäys koostuu olemassa olevien voimalaitosten tehonkorotuksista sekä pienvesivoimasta.

Pienvesivoimaa edistetään olemassa olevalla investointitukijärjestelmällä (energiatuki). Työ- ja elinkeinoministeriö on muuttanut tuen myöntämisen linjauksia siten, että tukea voidaan myöntää ennen maksimissaan 1 MW:n laitosten sijasta 10 MW:iin saakka.

## 6.2 Tulevaisuudennäkymät

Kauppa- ja teollisuusministeriön energiaosaston vuonna 2005 tilaamassa selvityksessä on tutkittu rakentamattoman mini- ja pienvesivoiman lisäämismahdollisuuksia ja sähkön tuotannon lisäämismahdollisuuksia jo rakennetuissa voimalaitoksissa. Vesivoiman lisäämismahdollisuuksia selvitettiin kyselyillä vesivoimaloiden omistajille ja näin saatiin tietoja nykyisistä voimaloista. Kyselyiden perusteella saatiin kerättyä tietoa nykyvoimaloista ja mahdollisista hankkeista, joissa tavoiteltaisiin lisätehoa tai energiaa. Voimaloiden omistajilta saatujen vastausten määrä kattoi noin 98 % suomalaisten vesivoimaloiden tehosta ja energiasta. (Vesivoimatuotannon määrä ja lisäämismahdollisuudet Suomessa 2005, 15.)

Kyseisen selvityksen perusteella käyttämätöntä vesivoimapotentiaalia on Suomessa yhteensä 2130 MW, joka vuosituotantona vastaa 9715 GWh vuosituotantoa. Edellä esitetyistä luvuista osa on kuitenkin suojeltujen vesistöjen osuutta, jonne ei saada rakentaa vesivoimaa. Suojelemattoman vesistöpotentiaaliosuus on 663 MW ja 2352 GWh vuodessa, josta minivesivoiman osuus on 144 MW ja 1021 GWh vuodessa. Suojellun minivesivoimapotentiaaliosuus on 148 MW ja 916 GWh (taulukko 1). (Pienvesivoimakartoitus 2005, 5.)

**Taulukko 1 Minivesivoiman lisäyspotentiaaliosuuden keskiarvoja. Optimistinen ja realistinen ennuste (Pienvesivoimakartoitus 2005, 5)**

Vesivoimapotentiaali, Alle 1 MW	Suojelematon	Suojeltu	Yhteensä
Teho (MW)	144	148	292
Energia (GWh/a)	1021	916	1937

Suojelemattoman potentiaalin kokonaisarvioista vähennettiin vielä pienempien koskien kannattamaton potentiaali sekä Vuotoksen hankkeen korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä hylkäämä hanke. Tämän jälkeen suojelemattomien vesistöjen toteutettavissa olevaksi tehopotentiaaliksi jää 580 MW ja 986 GWh (taulukko 2). (Vesivoimatuotannon määrä ja lisäämismahdollisuudet Suomessa 2005, 26.)

**Taulukko 2 Ennuste suojelemattoman vesivoimapotentialin toteutumisesta (Vesivoimatuotannon määrä ja lisäämismahdollisuudet Suomessa 2005)**

Ennuste suojelemattoman vesivoimapotentialin toteutumisesta			
Vuodet	Teho (MW)	Energia (GWh/a)	Vältetyt CO <sub>2</sub> -päästöt (1000t)
2005–2010	175	251	97–209
2011–2015	235	331	129–276
2016–2020	61	205	80–171
2020–	109	199	77–166
Yhteensä	580 MW	986	383–822

Arviot käyttämättömän vesivoiman potentiaalin hyödyntämisen kannattavuudesta vaihtelevat eri selvityksien välillä hieman. Suomen minivesivoimapotentialista olisi eri arvioiden perusteella taloudellisesti kannattavaa ottaa käyttöön noin 22–75 MW vuoteen 2020 mennessä. Kannattaviksi arvioituja minivesivoimakohteita on Suomessa kaikkiaan noin 350 kappaletta. (Motiva 2011.)

Minivesivoiman lisäyspotentialista puhuttaessa on otettava huomioon, että kaikki pienimuotoinen uusiutuva energiatuotanto nousee kustannuksiltaan suuremmaksi kuin suuremmissa mittakaavassa toteutettu energiantuotanto (Reiter 2012). Tässä tulee esille kannattavuuskysymys ja Kauppa- ja teollisuusministeriön selvityksessä myös tämä on otettu huomioon minivesivoiman lisäyspotentialia arvioitaessa. Optimistisesti minivesivoiman lisäyspotentialia tarkasteltuna sen kokonaispotentialiksi saadaan 414 MW ja vuosittaiseksi tuotetun energian maksimimääräksi 1955 GWh. Nämä luvut pitävät

sisällään sekä kannattavan, heikommin kannattavan, kannattamattoman sekä suojellun lisäyspotentiaalin. (Pienvesivoimakartoitus 2005, 5.)

Kokonaispotentiaali koostuu seuraavista luvuista: kannattavan minivesivoiman osuus on 130 MW/671 GWh/a, heikommin kannattavien 73 MW/298 GWh/a ja kannattamattoman minivesivoiman osuus 34 MW/156 GWh/a. Suojellun minivesivoimapotentiaalin osuus on 177 MW/830 GWh/a ja sen potentiaalista tehty vain yksi ennuste, johon luku perustuu. (Pienvesivoimakartoitus 2005, 5.)

Tämän vesivoimapotentiaalin käyttöönotto vaatisi ensinnäkin nykyisten laitosten omistajien motivoimista sekä taloudellista tukea. Voidaan kuitenkin todeta, että nykyisen minivesivoimasektorin heikentynyt tilanne johtuu varsinkin ylisuuresta suojellusta potentiaalista, teknillisistä alemmista suoritusarvoista, kuten hyötysuhteesta, sijainnista vähäjärvisemmissä vesistöissä sekä rakennuskannaltaan vanhemmista laitoksista. Varsinkin se, että alun perin vesivoima tuli Suomeen minivesivoiman muodossa näkyy myös nykyisten toimivien kuin myös hylättyjen laitosten kunnossa monen laitoksen ollessa yhä alkuperäisellä paikallaan. (Ks. kuva 8.)



**Kuva 8 Hylätty myllypato (Ruosteinen 2010)**

## 7 POHDINTA

Työtä tehdessä on käynyt ilmi, että lisäyspotentiaalia on minivesivoimasektorilla selvästi olemassa esimerkiksi vanhojen myllypatojen takana, mutta sen käyttöön saaminen vaatisi asiaan omistautumista vesilupien omistajilta ja uusilta yrittäjiltä. Olemassa olevia ehjiä patorakenteita tulisi hyödyntää ja vanhojen menetettyjen rakenteiden tilalle rakentaa uusia. Lisäksi minivesivoimasektorin tukeminen valtion taholta auttaisi minivesivoiman hyödyntämättömän potentiaalin käyttöönottoa. Huomattava määrä koskia on Suomessa liitetty myös koskiensuojelulakiin, mutta vapaata käyttämätöntä ja kannattavaksi laskettua potentiaalia on yhä hyödyntämättömänä eri vesistöissä.

Tällä hetkellä vesivoimayrittämisestä kiinnostuneet näkevät minivesivoimalan perustamisen liian isona riskinä. Tähän mielipiteeseen vaikuttaa vahvasti se, että minivesivoimaa ei tueta tarpeeksi, vaan jätetään yrittäjät liian yksin asian kanssa. Toisaalta uudessa vesilaissa on otettu huomioon lupa-asioiden hoitaminen ja sitä on muutettu hieman helpommaksi aiempaan lakiin nähden. Vesilupien hakemisen helpottamisen pitäisi osaltaan kannustaa vesivoimasta kiinnostuneita jatkamaan hankkeitaan eteenpäin. Täytyy muistaa, että koskivoiman omistus ja voimassa oleva vesilupa ovat edelleen perusedellytykset vesivoiman harjoittamiselle.

Nykyään puhtaaseen energiantuotantoon tähdittäessä vesivoiman täytyisi nostaa osuuttaan muiden uusiutuvien energialähteiden joukossa. Minivesivoiman olemassa oleva käyttämätön potentiaali on selvä, mutta sen käyttöönotto vaatisi myös tukea voimaloiden kehittämiseen ja uudelleen rakentamiseen. Mikäli energiantuotannossa jatkosakin panostetaan ainoastaan uusiutuviin energialähteisiin, niin mielestäni vesivoimaan olisi hyvä panostaa aiempaa enemmän, ja tarkoitan tällä juuri minivesivoimasektorin voimaloita. Jossakin vaiheessa tietysti olisi myös syytä tutkia koskiensuojelulain piiriin kuuluvia vesistöjä ja niiden mahdollista hyödyntämistä minivesivoiman käyttöön vesistöympäristöä kuitenkin pilaamatta.

Kun muutama vuosikymmen sitten pienimmät vesivoimalat lakkautettiin niiden ollessa joidenkin mielestä hyödyttömiä, niin nyt tilanne on toinen. Meillä on Suomessa suuri potentiaali lähes unohdettua energiantuotantopotentiaalia vanhoissa myllyissä ja padoissa ja nyt niiden hyödyntämisen aika on tullut jälleen.

## LÄHTEET

Edilex. Luettu 8.5.2012

[www.edilex.fi](http://www.edilex.fi)

Energiateollisuus ry. Luettu 21.2.2012.

[www.energia.fi](http://www.energia.fi)

Finlex. Luettu 8.5.2012

[www.finlex.fi](http://www.finlex.fi)

Kauppa- ja teollisuusministeriö. Energiateollisuus Ry. Vesivoimatuotannon määrä ja lisäämismahdollisuudet. 2005. Luettu 1.5.2012

Kauppa- ja teollisuusministeriö. PR Vesisuunnittelu Oy. Pienvesivoimakartoitus, mini-vesivoimasektori <1MW 2005. Luettu 1.4.2012.

Motiva Oy. Luettu 21.2.2012.

[www.motiva.fi](http://www.motiva.fi)

Pienvesivoimayhdistys ry. PR Vesisuunnittelu Oy. Pienvesivoimalaopas 2009. Luettu 15.2.2012.

[www.pienvesivoimayhdistys.fi/](http://www.pienvesivoimayhdistys.fi/)

Reiter, P. 2012. Uusiutuvan energian ja rakennusalan yhteistyö, Pienvesivoimatuottajan näkökulmasta. Luettu 15.5.2012

[www.slideshare.net/Maamerkit/peter-reiter-1742012-uusiutuvan-energian-ja-rakennusalan-yhteisty-pienvesivoimatuottajan-nkkulmasta-hydyt-potentiaali-sijainti-ehdot-esteeet](http://www.slideshare.net/Maamerkit/peter-reiter-1742012-uusiutuvan-energian-ja-rakennusalan-yhteisty-pienvesivoimatuottajan-nkkulmasta-hydyt-potentiaali-sijainti-ehdot-esteeet)

Ruosteinen. Luettu 16.5.2012

[www.ruosteinen.com](http://www.ruosteinen.com)

Saahkarin Kone Ky. Potkuriturbiineja pienvesivoimalaitoksiin. Luettu 23.2.2012

<http://www.pienvesivoima.fi/>

Työ- ja elinkeinoministeriö. Suomen kansallinen toimintasuunnitelma uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian edistämisestä direktiivin 2009/29/EY mukaisesti. Luettu 18.4.2012.

Vesi- ja ympäristöhallitus. Mikkelin vesi- ja ympäristöpiirin alueen vanhat vesivoimalaitokset 1995. Luettu 2.5.2012

Wessberg, N. 1999. Mitä on suomalainen energiantuotanto? Luettu 8.5.2012

WPOY. Luettu 10.5.2012

[www.wpoy.com](http://www.wpoy.com)

Ympäristöministeriö. Kansalaisen tärkeät vesiluvat. 2012. Luettu 8.5.2012

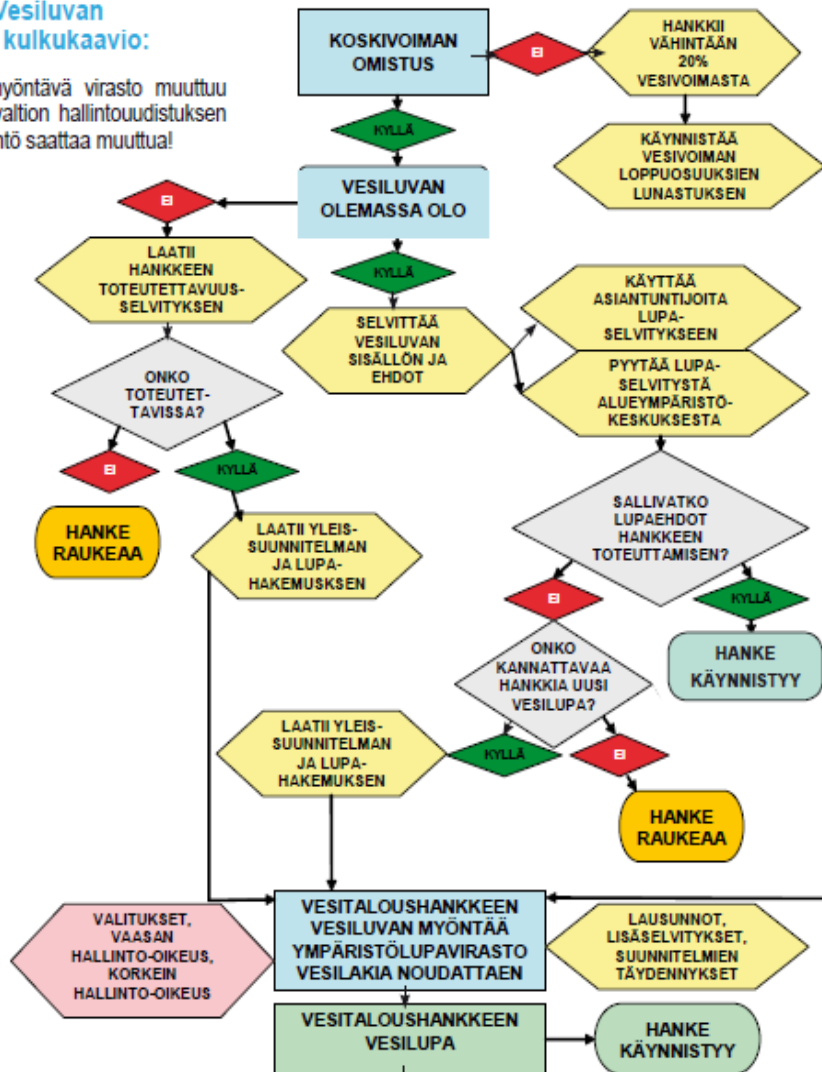
[www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi)

## LIITTEET

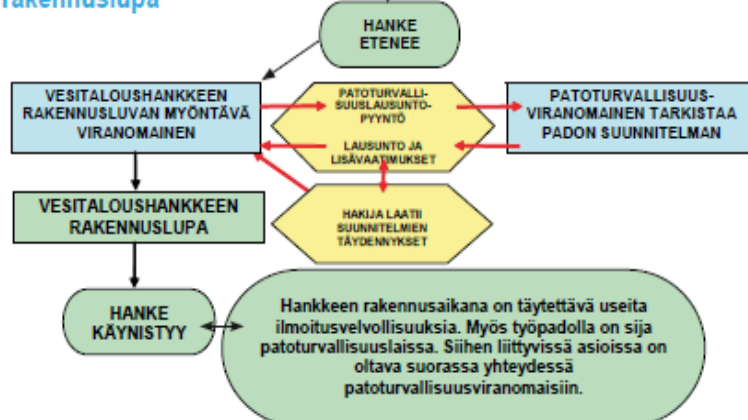
Liite 1. Pienvesivoimalan vesiluvan hankintaprosessin kulkukaavio (Pienvesivoimaopas 2012. 17).

### Pienvesivoimalan Vesiluvan hankintaprosessin kulkukaavio:

Huomioon: vesiluvan myöntävä virasto muuttuu vuodesta 2010 alkaen valtion hallintouudistuksen yhteydessä. Myös käytäntö saattaa muuttua!



### Vesiluvan sisältämä rakennuslupa ja patoturvallisuus



Liite 2. Koskiensuojelulaki (35/1987) ja siihen kuuluvat vesistöt ja vesistöalueet, joihin ei myönnetä uutta vesilupaa vesivoimarakentamista varten (Finlex 2012).

- 1) Partakoskessa ja Kärnäkoskessa Savitaipaleen kunnassa;
- 2) Kermanvirran Kermankoskessa Heinäveden kunnassa;
- 3) Karvionkoskessa Varisveden ja Kermajärven välillä Heinäveden kunnassa;
- 4) Konnuskoskessa Konnusveden ja Saviveden välillä Leppävirran kunnassa;
- 5) Pielisen reitissä Pankajärven yläpuolisissa vesistöissä Lieksan, Nurmeksen ja Kuhmon kaupungeissa;
- 6) Nurmijoessa Haapajärven ja Sälevjärven välissä Sonkajärven kunnassa;
- 7) Keyritynjoessa ja Puntinjoessa Juankosken, Nilsiä ja Rautavaaran kunnissa;
- 8) Tiilikanjoessa Rautavaaran kunnassa;
- 9) Vaikkojoessa Juuan ja Kaavin kunnissa;
- 10) Koitajoessa valtakunnanrajan ja Kahvisaaren välissä Ilomantsin kunnassa;
- 11) Haapajoen–Ukonjoen vesistössä Ilomantsin kunnassa ja Lieksan kaupungissa;
- 12) Kymijoen alaosassa Koivukosken alapuolelle asti Kotkan kaupungissa;
- 13) Kymijoessa Hirvijärven ja Tammijärven välillä Pyhtään ja Ruotsinpyhtään kunnissa;
- 14) Kymijoen Ahvionkoskessa, Kultaankoskessa ja Pernoonkoskissa Anjalankosken ja Kotkan kaupungeissa;
- 15) Kivijärven reitissä Lemm, Luumäen, Savitaipaleen ja Valkealan kunnissa sekä Anjalankosken ja Kouvolan kaupungeissa;
- 16) Kalkkistenkoskessa Päijänteen ja Ruotsalaisen välissä Asikkalan kunnassa;
- 17) Arvajan reitissä Kuhmoisten ja Längelmäen kunnissa ja Jämsän kaupungissa;
- 18) Kuusaankoskessa, Lujankoskessa ja Kapeenkoskessa Kuhnamon ja Saraveden välissä Laukaan kunnassa ja Äänekosken kaupungissa;
- 19) Huopanankoskessa ja Keihärinkoskessa Vuosjärven ja Pihkurinselän välillä Viitasaaren kunnassa;
- 20) Koliman koskireitissä Kärnäkoskesta Kymönkoskeen Viitasaaren kunnassa;
- 21) Naarakoskessa Naarajärven ja Kuhnamon välillä Äänekosken kaupungissa;



- 22) Saarijärven reitissä Leuhunkosken yläpuolella Karstulan, Kyyjärven, Multian, Perhon, Pylkönmäen ja Soinin kunnissa sekä Alajärven ja Saarijärven kaupungeissa;
- 23) Rautalammin reitissä Kuhankosken yläpuolisessa vesistössä Hankasalmen, Jäppilän, Kangasniemen, Karttulan, Keiteleen, Kiuruveden, Konneveden, Laukaan, Maaningan, Pielaveden, Pihtiputaan, Pyhäjärven, Rautalammin, Sumiaisen, Tervon, Toivakan, Vesannon ja Viitasaaren kunnissa, Pieksämäen maalaiskunnassa sekä Iisalmen, Kuopion ja Pieksämäen kaupungeissa;
- 24) Puuskankoskessa Pienen Sämpiän ja Tuusjärven välissä Mäntyharjun kunnassa;
- 25) Kiskonjoen – Perniönjoen vesistössä Karjalohjan, Kiikalan, Kiskon, Muurlan, Perniön, Perttelin, Pohjan, Sammatin, Suomusjärven, Särkisalun ja Tenholan kunnissa sekä Salon kaupungissa;
- 26) Kokemäenjoen Kilpikoskessa sekä Rautaveden Kutalanvuolteessa ja Hiedanvuolteessa Vammalan kaupungissa ja Äetsän kunnassa;
- 27) Kuokkalankoskessa ja Herralankoskessa Ahtialanjärven ja Kirkkojärven välillä Lempäälän kunnassa;
- 28) Pihlajaveden reitissä Virtain, Keuruun ja Ähtärin kaupungeissa;
- 29) Noormarkunjoen Myllykoskessa Noormarkun kunnassa;
- 30) Lapväärtinjoen–Isojoen vesistössä Kristiinankaupungissa sekä Isojoen, Karijoen, Kauhajoen ja Teuvan kunnissa;
- 31) Ähtävänjoen alaosassa Evijärven alapuolelle asti Evijärven kunnassa ja Pietarsaaren maalaiskunnassa;
- 32) Perhonjoessa Murikinkoskesta rautatiesillalle Kruunupyyn kunnassa ja Kokkolan kaupungissa;
- 33) Lestijoen vesistössä Himangan, Kälviän, Lestijärven, Lohtajan ja Toholammin kunnissa sekä Kannuksen kaupungissa;
- 34) Siiponjoessa Kalajoen kunnassa;
- 35) Kalajoen alaosassa Hamarinkosken alapuolelle asti Alavieskan ja Kalajoen kunnissa sekä Ylivieskan kaupungissa;
- 36) Pyhäjoen alaosassa Haapakosken alapuolelle asti Pyhäjoen, Merijärven ja Haapaveden kunnissa sekä Oulaisten kaupungissa;
- 37) Siikajoen alaosassa Pöyrynkosken alapuolelle asti Ruukin ja Siikajoen kunnissa;
- 38) Kuhmon reitin Saarikoskessa ja sen yläpuolisessa vesistössä Kuhmon kaupungissa;
- 39) Kiiminkijoen vesistössä Haukiputaan, Kiimingin, Ylikiimingin, Pudasjärven, Puolangan ja Utajärven kunnissa;

- 40) Iijoen vesistön keski- ja yläosassa Kuusamon, Posion, Pudasjärven, Puolangan, Ranuan, Suomussalmen, Taivalkosken, Yli-Iin ja Ylikiimingin kunnissa;
- 41) Kuivajoen vesistössä Kuivaniemen, Ranuan ja Simon kunnissa;
- 42) Simojoen vesistössä Posion, Ranuan, Simon ja Tervolan kunnissa sekä Rovaniemen maalaiskunnassa;
- 43) Vähäjoen vesistössä Tervolan kunnassa ja Rovaniemen maalaiskunnassa;
- 44) Auttijoen vesistössä Rovaniemen maalaiskunnassa ja Posion kunnassa;
- 45) Käsmäjoen vesistössä Sallan kunnassa ja Kemijärven kaupungissa;
- 46) Kemijoen ja Tenniöjoen yhtymäkohdan yläpuolisissa vesistöissä Savukosken ja Sallan kunnissa;
- 47) Tornionjoen – Muonionjoen sivuvesistöissä Enontekiön, Kittilän, Kolarin, Muonion, Pellon ja Ylitornion kunnissa, Rovaniemen maalaiskunnassa sekä Tornion kaupungissa;
- 48) Tenojoen sivuvesistöissä Inarin ja Utsjoen kunnissa;
- 49) Näätämojoen vesistössä Inarin ja Utsjoen kunnissa;
- 50) Juutuanjoessa ja sen yläpuolisissa vesistöissä Inarin ja Utsjoen kunnissa;
- 51) Ivalojoen vesistössä Inarin, Enontekiön, Kittilän ja Sodankylän kunnissa;
- 52) Tuulomajoen vesistössä Inarin, Sallan, Savukosken ja Sodankylän kunnissa; sekä
- 53) Koutajoen vesistössä Kuusamon, Posion ja Sallan kunnissa.