

From: Iho Antti (LUKE) [antti.iho@luke.fi]

Sent: keskiviikko 10. toukokuu 2023 14.18

To: Luke Kirjaamo [kirjaamo@luke.fi]

Subject: HN-TUKI, Antti Iho

Attachments: Palokin voimalan käyvän arvon määrittelemisestä_07052023.docx

Liittyen maanantain ympäristöjaoston kuulemiseen, lähetin pyynnöstä perään myös sähköpostitse vastauksia siellä tulleeisiin kysymyksiin, sekä liitteen laskelman, jonka olen laatinut Palokin viranomais selvityksen liitteeksi. Sähköpostiviesti tässä alla.

Antti

--

Hei kaikki ympäristöjaoston jäsenet ja puheenjohtaja Saara-Sofia Siren,

Kiitos mahdollisuudesta tukea työtänne!

Lupasin tarkentaa muutaman asian. En myöskään malttanut olla kysymättä Jyväskylän yliopiston tutkija Jukka Syrjäselältä, haluaisiko hän tarkentaa haastatteluaan Maaseudun Tulevaisuudessa 5.7.2022. Sitä jossa hän korosti kalastuksen rajoituksia padon purun sijaan ja joka nousi googlen kautta keskusteluamme. Kyllä hän halusi.

Alla tarkennukseni tiiviisti. Näiden jälkeen pidemmät versiot viitteineen ja linkkeineen.

1. Kalateistä ei ole helppo saada toimivia, niiden kustannukset tuppaavat olemaan arvioitua suurempia, eivätkä ne korvaa patoaltaan alle jäänyttä elinympäristöä, eli koskea. Luonnonmukaiset uomat tarpeeksi isolla virtaamalla on hyvin mahdollista saada toimimaan, esim. Varkauden loppuvuonna 2022 avattu uoma tulee toimimaan. Siinä on 10 kuution virtaama, tyyppillinen on Suomessa yhden kuution molemmin puolin.
2. Luontomatkailun (retkeily, kalastus-, ratsastus-, lintumatkailu, ym.) potentiaalista en ole löytänyt euromääriä arvioita. On paljon huolellisia selvityksiä nykytilasta ja kehittämistoimista. Nykyisin luontomatkailu työllistää Suomessa noin 33 800 henkilöä. Kasvumahdollisuudet ovat merkittävät. Lisäviitteitä alla.
3. Pelastaisiko Palokki Saimaan vaelluskalat (järvilohi, järvitaimen, saimaannieriä, harjus)? Pohjois-Savon Ely-keskuksen kalastusbiologi Teemu Hentisen mukaan (*Hentinen on kalatalousviranomainen, jonka vastuualueella Vuoksen taimen ja järvilohi; oli myös mukana tekemässä Palokin viranomais selvitystä, joka tulee ulos joko tällä tai ensi viikolla*). Palokin koskien vapauttaminen tuottaisi vaelluskalojen vaelluspoikasia Saimaalle vuodessa 8 000 – 30 000 kpl riippuen muun muassa alueen kunnostusten onnistumisesta ja emokalojen määrästä. Tämä on hurja määrä. Alla Hentisen erittäin informatiivinen sähköpostiviesti laajemmin.
4. Jukka Syrjänen tarkentaa Maaseudun Tulevaisuuden juttua, jossa pidetään kalastuksen säätelyä tärkeämpänä kuin padon purkua. Syrjäsen neljän kohdan tarkennus: i) olivat toimittajan näkemyksiä, eivät suoraan hänen, ii) Virtavesilajiston ennallistamisessa patojen poisto on erittäin tärkeä toimenpide. Kirkasvetiset Palokin kosket välijärvineen olisivat vapautettuina ainutlaatuinen koskireitti Järvi-Suomessa, iii) kalastuksen säätely tähän päälle on välttämätöntä ja iv) lisää ekologista tutkimusta tarvitaan. Syrjäsen koko vastaus alla.

Laajemmat versiot yllä olevista:

1. Kalateiden toimivuudesta ja kustannuksista

Kalateiden rakentamiskustannuksista suhteessa kalatien korkeuteen löytyy arvio ympäristöministeriön vuonna 2021 päivitetystä ohjeistuksesta vesienhoidon toimenpiteiden suunnitteluun vuosille 2022–2027 (Vesirakentaminen, säännöstely ja vesistökunnostukset).

<https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/Vesirakentaminen%20s%C3%A4%C3%A4nn%C3%B6stely%20vesist%C3%B6kunnostukset%20ohjeistus%20vuosille%202022-2027%20ja%20lausuntopalaute%20p%C3%A4ivitetty%2026.8.202.pdf>

Kooste viimeaikaisista toteutuneista kalateiden kustannuksista löytyy Luken julkaisusta ”Kalatien tai luonnonmukaisen ohitusuoman tilaajana toimiminen, sivun 30 taulukosta 1. Toteutuneet kustannukset ovat olleet hieman korkeampia kuin YM:n mallin ennuste. Samasta julkaisusta löytyy myös yleiskatsaus kalateihin sekä tutkimusviitteitä https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/547500/luke-luobio_32_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Linnansaareltä ym (2016) löytyy kattava kooste kalateiden toimivuudesta suurissa joissa

https://www.researchgate.net/publication/308558211_FISH_PASSAGE_IN_LARGE_RIVERS_A_LITERATURE_REVIEW

Lukessa on paraikaa käynnissä projekti pienten kalateiden toimivuudesta:

<https://www.luke.fi/fi/projektit/pikateho>

2. Luontomatkailun potentiaalista

Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan Policy Brief 2/2018 tiivistää luontomatkailun tilanteen ja sen kehittämistarpeita. 7 sivun erittäin hyvä paketti, jossa annetut 4 lisäviitettä aihetta hyvin syventäviä.

https://tietokayttoon.fi/documents/1927382/2116852/2_2018_Miten+kehitt%C3%A4%C3%A4+luonnon+virkistys-+ja+matkailuk%C3%A4ytt%C3%B6%C3%A4+Suomessa/cf8d1534-7440-4956-b74b-d4531f03a347/2_2018_Miten+kehitt%C3%A4%C3%A4+luonnon+virkistys-+ja+matkailuk%C3%A4ytt%C3%B6%C3%A4+Suomessa.pdf

Kohdennetumpia selvityksiä on paljon. Esim. Pekka Kauppilan selvitys matkailun aluetaloudellisista vaikutuksista Kuusamossa:

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/103974/Kuusamo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Satokangas ym (2022) luotaavat Suomen kalastusmatkailun nykytilaa ja kehittämistarpeita:

https://issuu.com/lapinamk/docs/b_14_2022_satokangas_soppela_ranta

Mainittakoon myös että maa- ja metsätalousministeriön nimittämä työryhmä selvittää kalastusmatkailun kehittämisohjelmaa. Tavoitteena on edistää suomalaisten ja Suomeen suuntautuvaa kalastusmatkailua:

<https://mmm.fi/-/suomen-kalastusmatkailu-nousuun-kalastusmatkailun-edistamiseksi-nimitettiin-tyoryhma>

3. Kalastusbiologi Teemu Hentisen laajempi vastaus

Suomen ympäristökeskus (Syke) ja Pohjois-Karjalan ELY-keskus tekivät selvityksen Juojärven säännöstelyn lopettamisesta ja pohjakynnyksen rakentamisen vaihtoehtoista. Selvitys tehtiin Suomen ympäristökeskuksen vesistömallilla, jolla tarkasteltiin kahta eri pohjakynnysvaihtoehtoa nykyisessä ilmastossa ja eri ilmastomuutoskenaarioiden mukaisissa tilanteissa. Syken laskelmien pohjalta jatkettiin erilaisten pohjakynnysten mitoitusta ja hydrologisten vaikutusten arviointia. Jatkolaskelmien tarkoituksena oli selvittää, voidaanko pohjakynnyksellä saavuttaa sellainen hydrologinen tilanne, jossa Palokinkoskiin saadaan johdettua kalaston elinkierron kannalta riittävästi vettä ja jossa Juojärven, Rikkaveden ja Kaavinjärven käyttö ei olennaisesti heikkene tai vaikeudu.

Pohjapatojen avulla tulvahuippuja voidaan pienentää ja syksyn alimpia vedenkorkeuksia nostaa. Suomen ympäristökeskuksen pidemmän pohjapadon vaihtoehdossa tulvahuiput eivät nousisi nykyistä säännöstelykäytäntöä korkeammalle, mutta syksyn alimmat vedenkorkeudet laskisivat noin 10 cm alemmas kuin säännöstellyssä järvessä. Pitkällä pohjapadolla Juojärven tulva- ja kuivuustilanteita voitaisiin lieventää lyhyempään pohjapatoon verrattuna. Toisaalta pitkällä pohjapadolla lähtövirtaamahuiput kasvavat lyhyttä patoa suuremmiksi ja minimivirtaamat pienenevät. Ilmastonmuutoksen vaikutuksesta kevään tulvahuiput aikaistuvat ja siirtyvät osittain talvelle vuosisadan loppupuolella. Tulvahuippujen suuruudessa ei sen sijaan tapahdu merkittävää muutosta. Ilmastonmuutos sen sijaan pahentaa kesän ja syksyn kuivuustilanteita ja laskee Juojärven alimpia vedenkorkeuksia. Laskelmien perusteella voidaan tehdä johtopäätös, että säännöstely voidaan korvata pohjakynnyksellä siten, että Palokinkoskiin saadaan koskien ennallistamisen ja kalaston elinkierron palauttamisen kannalta kohtuullinen virtaama myös kuivimpina aikoina, ja että Juojärven, Rikkaveden ja Kaavinjärven alueille kohdistuvat menetykset ovat kohtuullisia. Pohjakynnys on mahdollista mitoittaa siten, että Juojärvessä, Rikkavedessä ja Kaavinjärvessä nykyinen säännöstelyn yläraja ylittyisi alustavasti kerran 10 – 30 vuodessa noin 2 – 15 senttimetrillä. Menetyksiin ja kuivimpien aikojen minimivirtaamaan vaikuttaa olennaisesti se, miten paljon ja miten pitkän ajan vettä saadaan varastoitua järveen kevään jälkeen.

Arvio poikastuotannosta Poikastuotanto rakennetuissa ja kunnostetuissa uomissa saattaa olla keskimäärin suurempi kuin luonnonuomissa. Tämä johtuu siitä, että rakennetuissa ja kunnostetuissa virtavesissä voidaan hyödyntää tietämystä parastuottoisista luonnonuomista ja tiedon avulla voidaan edelleen optimoida kunnostettavien alueiden toimenpiteitä. Vaelluspoikastuotantoa eri vesistöissä ja rakennetuissa uomissa on arvioinut muun muassa Järvenpää ja muut (2010). Olennaista poikastuotannon määrässä on kuoriutuneiden poikasten eloonjäämisprosentti ennen vaellusvaihetta, mihin vaikuttaa lähes täysin kunnostuksen laatu ja onnistuminen käytännössä. Valitettavasti Suomestakin löytyy useita kunnostuksia, joissa eloonjäämisprosentti on hyvin pieni. Kun käytetään vaelluspoikastuotannon arvoja 750 – 1250 kpl/ha/v, saadaan ennallistettavan Palokinkoskien 26 hehtaarin alueella lohikalojen vaelluspoikastuotannoksi noin 20 000 – 32 000 vaelluspoikasta vuodessa.

Palokin ratkaisut liittyvät koko Vuoksen alueen vaelluskalakantojen elvyttämismahdollisuuksiin sekä valtioneuvoston hyväksymien suunnitelmien ja ohjelmien sekä valtakunnallisten kalavarojen hoitosuunnitelmien tavoitteiden saavuttamiseen.

Järvilohesta Kaikissa nykyisissä järvilohen hoitokohteissa, ja myös Hiitolanjoella esiintyy järvilohen lisäksi taimenta. Heinävedenreitillä esiintyy ainoan luonnossa säilyneen arvokkaan vaellustaimenkannan lisäksi järvilohen luontaista lisääntymistä suhteellisen vähäisten järvi-istutusten seurauksena. Mahdollisen Palokinkoskien vapauttamisen jälkeen, järvilohen määrät ja luonnonlisääntyminen tulisi kasvamaan Heinävedenreitillä.

Ei ole tarkoituksenmukaista käsitellä järvilohia ja taimenta erikseen, vaan todeta että Palokin koskien vapauttaminen tuottaisi vaelluskalojen vaelluspoikasia Saimaalle 8 000 – 30 000 kpl riippuen muun muassa alueen kunnostusten onnistumisesta ja emokalojen määrästä. Se, mikä osuus niistä on järvilohen ja taimenen poikasia, on toissijainen asia.

Palokin koskien vapauttaminen turvaisi pitkällä aikavälillä Heinävedenreitillä arvokkaan ja ainoan jäljellä olevan luonnossa lisääntyvän vaellustaimenkannan. Nykyisillä poikastuotantoalueilla on suuri riski, että viimeinenkin vaellustaimenkanta häviää. Mahdollisen Palokin vapauttamisen jälkeen on todennäköistä, että sekä järvilohi että taimen lisääntyvät alueella. Vaikka täydellistä järvilohen luonnonkiertoa ei saavutettaisikaan Palokissa,

kudulle nousevia järvilohia voitaisiin hyödyntää koko järvilohikannan perinnöllisen monimuotoisuuden tukemiseen mm. käyttämällä niiden sukutuotteita tai villejä jokipoikasia emokalastojen perustamiseen. Palokki on virtaamiltaan yli kaksinkertainen Hiitolanjokeen verrattuna ja pudotuskorkeus on korkeampi kuin Hiitolanjoella.

4. Jukka Syrjäsen kommentti kokonaisuudessaan Maaseudun Tulevaisuuden kirjoitukseen.

1. Toimittajan kirjoittamat uutiset ovat toimittajan kirjoittamia ja siis enemmän tai vähemmän myös hänen näkemyksiään. Niihin ei pidä viitata haastattelun näkemyksinä sellaisenaan.
2. Palokin ja muiden padottujen koskien ennallistamisessa tahtoo julkisuudessa sekoittua ainakin kaksi osin eri asiaa: ekosysteemien ennallistaminen ja vaeltavien virtakutuisten lohikalapopulaatioiden elvytys. Virtavesiekosysteemien ennallistamisessa ja virtavesilajiston säilymisessä yleisesti kotimaamme luonnossa patojen poisto on tietenkin erittäin tärkeä toimenpide. Kirkasvetiset Palokin kosket välijärvineen olisivat vapautettuina ainutlaatuinen koskireitti Järvi-Suomessa. Reitin kosket olisivat luusuakoskia järvien ja lampien alla, joten niissä olisi suuri pohjaeläinbiomassa ja lajistorunsaus ja siten runsaasti ravintoa lohikalojen jokipoikasille. Koskialan palautuminen lisäisi myös ilman muuta edellytyksiä elvyttää niin paikallisia kuin vaeltavia lohikalapopulaatioita. Vaeltavien lohikalojen muikkurikkaat syönnösjärvet, Juojärvi, Suvasvesi ja Kermajärvi, sijaitsevat aivan koskireitin vierellä.
3. Vaeltavien lohikalapopulaatioiden ennallistamisessa ja elvytyksessä Etelä-Suomessa vapailla reiteillä puolestaan tärkeintä on kalastuksensääteily järvillä ja rannikkoalueilla. Kalastuksen aiheuttama poistuma populaatioista eli kalastuskuolevuus on ollut viimeiset 60 vuotta kestäättömän suuri.
4. Virtavesiekosysteemien ennallistaminen ja kunnostaminen sekä lohikalakantojen elvytys vaatisi seurakseen huomattavasti enemmän ekologista tutkimusta Etelä-Suomessa kuin mitä nyt tapahtuu. Tutkimuksen rahoitus on nyt onnettoman pientä. Ilman ekologista tutkimustietoa Laurinvirtoja voi syntyä lisää (*tässä viitataan Laurinvirran kalliiseen kokeilun, joka tähänastisten tulosten perusteella vaikuttaa epäonnistuneelta, Antti Ihon huomio*).

Tsemppiä neuvotteluihin,

Antti Iho

Palokin voimalan käyvän arvon määrittelemisestä

Antti Iho

Erikoistutkija, Luonnonvarakeskus (virkavapaalla 11.6.2023 asti)

10.4.2023

Tiivistelmä

Pohdin mahdollisuuksia arvioida Palokin voimalan tuottoarvoa olemassa olevien tuotantotietojen varassa. Ruotsin vesivoimateollisuuden vesivoimalaitoksille luoma, standardisoitu laskentatyökalu Snurran tarjoaa tähän yhden mahdollisuuden. Taustoitam laskentatapaa ja haarukoin voimalan tuottoarvon 23 ja 27 miljoonan väliin. Tuottoarvo voidaan myös laskea NOUSU-ohjelman tarpeisiin laaditulla laskurilla. Tällä tuottoarvo asettuu 18-25 miljoonan väliin. Eroja selittää kolme seikkaa: NOUSU-laskuri ottaa huomioon Palokin pian eteen tulevan investoinnin ajoituksen. Lisäksi NOUSU-laskurilla voidaan huomioida kalatien rakentamis- sekä ylläpitokustannukset. Ruotsin järjestelmässä rakennuskustannukset korvataan kuluja vastaan suoraan, eivätkä ne tule sen takia huomioiduksi laskurissa. Kolmanneksi sähkön hinta määritellään Ruotsin mallissa futuurien perusteella, NOUSU-laskurilla menneiden hintojen perusteella.

Arvonmääritysmenetelmistä

Lainsäädäntö tarjoaa vesivoimalaitoksen arvon määrittelemiselle kolme vaihtoehtoa. Kohteenkorvaus (LunL 30 §) voidaan määritellä kauppaa-arvon, tuottoarvon tai kustannusarvon perusteella. Kauppa-arvon soveltaminen on ensisijaista. Kauppa-arvo perustuu tarkastelun kohteena olevana voimalan kanssa vertailukelpoisten voimaloiden toteutuneisiin kauppahintoihin. Vesivoimaloiden kaupat ovat kuitenkin niin harvinaisia, ettei tehokkaita (ts. aidosti kohteen arvoa heijastelevia, kilpailullisten markkinoiden ehdot täyttäviä) markkinahintoja muodostu.

Vesivoimaloiden tapauksessa tulee käyttää seuraavaksi hierarkiassa olevaa tuottoarvomenetelmää. Tuottoarvomenetelmä arvioi kohteen tulevasta käytöstä saatavien vuotuisten nettotuottojen nykyarvon summaa, eli nettonykyarvoa (NPV, net present value). Nettonykyarvo voidaan laskea nykyhetkestä valittuun tulevaisuuden hetkeen T . Matemaattisesti NPV_T voidaan ilmaista seuraavasti:

$$NPV_T = \pi_0 + \frac{1}{1+r} \pi_1 + \left(\frac{1}{1+r}\right)^2 \pi_2 + \dots + \left(\frac{1}{1+r}\right)^T \pi_T$$

Vuoden t tuottojen ja kustannusten erotusta (nettotuottoa) kuvaa yhtälössä π_t ja r on diskonttokorko. Tuotot määräytyvät tuotetun sähkön määrän ja sille keskimäärin saadun sähkön hinnan perusteella. Hinnan arvioimisesta on jäljempänä oma kappaleensa.

Määrittelemällä diskonttotehtävä $\beta = \frac{1}{1+r}$ voidaan yhtälö kirjoittaa lyhyemmin $NPV_T = \sum_{t=0}^T \pi_t \beta^t$. Nettonykyarvo voidaan laskea myös tästä hetkestä ikuisuuteen olemassa olevalle tuotantolaitoksella valitsemalla $T = \infty$. Diskonttaus tuottaa nettotuottojen nykyarvon summasta äärellisen tässäkin tapauksessa. Diskonttokoron valinnasta on jäljempänä oma kappaleensa.

Kustannusarvomenetelmä tulisi käytettäväksi, mikäli kauppaa- tai tuottoarvoa ei voida määrittellä. Kustannusarvo määritetään todellisista tai todennäköisistä ja tarkoituksenmukaisista rakennus- tai muista tuotantokustannuksista. (Hepola ym 2023¹)

Ruotsin Vattenkraftens miljöfondetin käyttämä Snurran-laskuri

Ruotsi uusii kaikkien 2000 vesivoimalansa luvat täyttämään vesipuitedirektiivin ehdot. Tämän yhteydessä vesivoimateollisuus loi rahaston, Vattenkraftens miljöfond (vastedes: Rahasto, <https://vattenkraftensmiljofond.se/sa-sakrar-vi-en-hallbar-elproduktion/>). Rahastosta katetaan vesivoimalupien uusimisesta aiheutuvat kustannukset. Kustannukset muodostuvat sekä menetetyistä vesivoimasta että mahdollisista kalateistä ja alasvaellusrakenteista. Kiinteät investoinnit Ruotsin rahasto maksaa erikseen toteutuneiden kustannusten mukaan, mutta menetetyille vesivoimalle se käyttää kehittämänsä laskurin, Snurranin antamia arvoja. Menetetyn vesivoiman arvo määritellään ikuisuuteen ulottuvana nettonykyarvona. Laskennan yhteydessä lasketaan myös koko voimatuotannon nettonykyarvo ennen toimenpiteitä. Tätä voidaan oivallisesti käyttää Palokin kaltaisen kohteen arvon määrittelyssä.

Koska Snurran on vesivoimateollisuuden itsensä luoma ja parametrisoitu, tarkoituksena määrittellä vesivoimateollisuuden oman rahaston omille jäsenilleen maksamien korvausten suuruus, siinä on pyritty harhattomaan laskentatapaan. Toisin sanoen rahaston laatijoilla ei ole ollut kannustinta luoda laskentamallia, jolla systemaattisesti liioitellaan tai vähätellään voimalan arvoa.

Palokin arvon määrittelyn kannalta keskeistä on, että Snurranin arvonmäärittelyn taustalla olevat kustannukset nojaavat tuotantomäärän mukaan määräytyviin tuotantokustannuksiin (perustuu arvoihin. LANTMÄTERIET. 2018. PM Vattenkraftverk – Riktvärdesangivelse. Gävle: Lantmäteri.). Toisin sanoen rahasto on määritellyt kunkin suuruuselle voimalalle tyypillisen operatiivisen kulurakenteen sekä investointikustannukset, jotka jaetaan voimalan elinkaaren ajalle. Snurran tarvitsee arvon määrittäystä varten ainoastaan vuotuisen tuotantomäärän sekä arvion voimalan saamasta hinnasta verrattuna voimaloiden keskimäärin saamaan hintaan.

¹ Matti Hepola – Antti Iho – Antti Belinskij, Vesivoimalaitoksen arvon määrittely erityisesti pienvesivoimalan kohdalla. Ympäristöjuridiikka 1/2023.

Palokin tapauksessa tässä voidaan käyttää arviota Suomen hinnan ja futuureissa arvioidun systeemihinnan eroista (menneisyydessä 9%). On epäselvää, mikä olisi Palokin kohdalla oikea kerroin, "Utnyttjadefaktor". Kerroin heijastelee laitoksen kykyä tuottaa sähköä korkeammalla hinnalla kuin Ruotsin vesivoimalat keskimäärin. Arvo 1 olisi keskimääräinen ruotsalainen vesivoimala. Ruotsin voimaloiden altaiden kapasiteetti on merkittävästi suurempi kuin suomalaisten. Toisaalta Palokin allaskapasiteetti suhteessa voimalan kokoon on suuri (rakennevirtaama 40 kuutiota, Palokin keskimääräinen virtaama 21 kuutiota sekunnissa, Juojärven, Rikkaveden ja Kaavinjärven koko yhteensä hieman yli 300 km²). Palokin tuotantoa pystytään todennäköisesti sopeuttamaan sähkön tuntimarkkinoille siten, että keskimääräinen myytyä tuotantoyksikköä kohden saatu hinta on keskimääräistä sähkön hintaa suurempi.

Lasketaan arvo kahdelle skenaariolle:

- **skenaario A: Ruotsin säätökapasiteetti, Suomen hinta** (käytetään hintakerrointa 1,09)
- **skenaario B: Suomen säätökapasiteetti ja Suomen hinta kumoavat toisensa suhteessa Ruotsin säätökapasiteettiin ja systeemihintaan** (käytetään kerrointa 1).

Snurran antaa Palokin arvoksi

- skenaariossa A 340 478 261 Ruotsin kruunua eli **26 905 436 euroa** (18.3.2023 vaihtokurssi)
- skenaariossa B 266 624 495 Ruotsin kruunua eli **23 305 925 euroa**

Suomessa Nousu-ohjelman yhteydessä käytetty arviointimenetelmä

Snurranin heikkoutena voi pitää sitä, että siinä ei voi huomioida Palokin voimalan edessä olevaa kahta merkittävää kustannuserää: nyt suunnitteilla olevaa turpiini-investointia ja hyvin todennäköisesti laitokselle asetettavaa kalatievelvoitetta. Nämä vaikuttavat merkittävästi voimalan nettonykyarvoon. Snurran jakaa investointikustannukset tasaisesti yli ajan. Näin ollen ensi vuonna ja siitä eteenpäin 30 vuoden välein oleva suuri investointi on Snurranin mukaan nykyarvoltaan sama kuin 29 vuoden kuluttua ja siitä eteenpäin 30 vuoden välein eteen tuleva investointikustannus. Investointikustannukset siis tasoitetaan yli ajan ennen diskonttausta.

Nousu-ohjelmassa käytyjen voimalaneuvottelujen pohjalla on käytetty Luken julkaisemaa vesivoimalaskuria: <https://kalahavainnot.luke.fi/fi/vesivoimalaskuri> Laskurin periaatteita on kuvattu mm täällä: <https://www.luke.fi/fi/blogit/arvonmaaritys-sujuvoittaa-vapaaehtoisia-vaellusesteiden-poistoja>

Vesivoimalaskurin käyttö perustuu voimalaitoksen antamiin kustannus- ja investointitietoihin (investointien arvioidut ajankohdat ja kustannukset). Laskurin avulla voidaan laskea nettonykyarvo erilaisissa kustannusvaihtoehdoissa. Parasta olisi, mikäli arviointi voitaisiin

tehdä yhdessä voimayhtiön kanssa. Seuraavassa esimerkissä ikuisuuteen ulottuva tuottoarvo on laskettu seuraavin oletuksin:

- Voimalan vuotuiset käyttö- ja huoltokustannukset oletettakoon **100 000 €**:ksi
 - Voimala saa sähköstä hinnan, joka on arvioitu laitoksen todellisesta päiväkohtaisesta juoksutuksesta ja sen päivän sähkön hinnoista. Näin arvioiden Palokki voi arvioida saavan 15% preemion suhteessa pitkä aikavälin day-ahead hintaan (2006-2021 keskiarvo 41.6 €²) eli Palokin voimalan keskimäärin saama sähkön myyntihinta olisi tulevaisuudessa 47.9 €/MWh.
 - Voimala osallistuu myös reservimarkkinoille (Afryn raportti arvioi voimalan vuoden 2021 liikevaihdoksi 2 miljoonaa euroa ja reservimarkkinoilta saaduksi tuotoksi 31 000 euroa (1,55% liikevaihdesta)). Jos oletetaan, että reservimarkkinoilta saa vielä normaalia Palokin hintaa 20% korkeamman tuoton, tuotannosta 1,28% ohjautuisi reservimarkkinoille. Määräpainotetuksi hinnan keskiarvoksi tulisi tällöin **48,0 €/MWh** ($0,9872 \cdot 47,9\text{€} + 0,0128 \cdot 57,5\text{€} = 48,0\text{€}$). Sähkön hinnasta kappale erikseen tämän kappaleen jälkeen.
 - Turpiini-investoinnin hinnaksi oletettakoon **5 miljoonaa euroa**; oletetaan että vastaavan suuruinen investointi tulee eteen **kerran 30 vuodessa**
 - Turpiini-investointi **lisää voimalan tuottoa 3%**
 - Diskonttokoroksi asetetaan **5%** (sama kuin Snurranissa ja NOUSU-ohjelmassa)
 - Kalatieinvestoinnin kustannus määritellään samoin kuin Oikeusministeriön asettaman ns. nollavelvoitetöryhmän lausunnossa³, jossa viitataan Ympäristöministeriön laatimaan ohjeistukseen vesienhoidon toimenpiteiden suunnittelusta vuosille 2022–2027⁴. Sen mukaan yli 5 metrin pudotuskorkeuden kohteille kalatien kustannukset ovat 10 000 € (selvitys) plus suunnitteluun ja toteutukseen 115 000 € nousumetriä kohden. Kokonaiskustannus Palokin tapauksessa olisi siis 2 413 500 €.
- Ympäristöministeriön ohjeistuksen kustannusmallin osuvuutta voi arvioida esimerkkien kautta, jossa kalatien toteutunut kustannus tunnetaan.⁵ Hietaman kalatien toteutunut kustannus oli 2 050 000 € (pudotus 13,5 m, mallin ennuste 1 562 500 €), Leuhunkosken 1 440 000 € (pudotus 9m, mallin ennuste 1 045 000 €), Åmeinneforsin ja Billnäsin kalateiden toteutunut yhteiskustannus 3 100 000 € (mallin ennuste 1 401 500€) ja Kymijoen Korkeakosken 1 500 000 € (mallin ennuste 1 505 000 €). Näiden esimerkkien valossa mallin mukaan laskettua Palokin kalatien kustannusarviota (**2 413 500 €**) voi pitää optimistisena.

² <https://www.nordpoolgroup.com/en/Market-data1/Dayahead/Area-Prices/FI/Yearly/?view=table>

³ <https://oikeusministerio.fi/-/tyoryhma-ehdottaa-vesilakiin-tarkistuksia-vaelluskalakantojen-elvyttamiseksi>

⁴ <https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/Vesirakentaminen%20s%C3%A4%C3%A4nn%C3%B6stely%20vesist%C3%B6kunnostukset%20ohjeistus%20vuosille%202022-2027%20ja%20lausuntopalaute%20p%C3%A4ivitetty%206.8.202.pdf>

⁵ https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/547500/luke-luobio_32_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Kalateiden ylläpitokustannukset sama Ympäristöministeriön ohjeistus arvioi 3% rakennuskustannuksista. Palokissa tämä tarkoittaisi 72 405 € vuotuisia lisäkustannuksia. Arvio tuntuu korkealta, eikä sitä pääse vertaamaan toteutuneisiin kustannuksiin. Toisaalta Kemijoki Oy:n voimaloistaan itse tilaaman arvion mukaan kustannus voi olla realistinen.⁶ Yhdeksän eri voimalaitoksen kalateiden ylläpitokustannuksiksi arvioidaan 70 000 € - 90 000 € kalatietä kohden. Alasvaellusrakenteiden ylläpitokustannuksiksi arvioidaan 80 000 € euroa kalatietä kohden, mutta nimenomaan alasvaelluksen kustannusten voi olettaa olevan suurempia Kemijoella kuin Palokissa sen merkittävästi korkeamman virtaaman vuoksi. Jätämme alasvaelluksen operatiiviset kustannukset kokonaan huomiotta.
- Palokille asetettavassa mahdollisessa kalatievelvoitteessa voi myös olla ennallistamisvaatimuksia. Näistä voi tulla merkittäviä kustannuksia. Kaiken kaikkiaan kalatiekustannukset ovat hyvin merkittäviä voimalan tuottoarvon kannalta. Niihin liittyvien epävarmuuksia vuoksi laskemme kalatien operatiiviset kustannukset kahdella arvolla: optimistinen **10 000 €** vuotuinen kustannus, sekä Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen **72 405 €** kustannus. Emme siis huomioi alasvaelluksen investointi- tai operatiivisia kustannuksia, joista edelliset voivat Kemijoki Oyn laskelmien mukaan olla saman suuruiset kuin kalateiden kustannukset.

Voimalan tuottoarvo on kalliimmilla kalateiden operatiivisilla kustannuksilla **17 700 613 €**. Matalammilla kustannuksilla se on **18 832 677 €**. Arvioihin liittyy merkittävää epävarmuutta. On huomattava, että siihen ei kuulu mahdollisia ennallistamisvelvoitteiden kustannuksia, eikä alasvaellusratkaisun kustannuksia. Toisaalta hinta (48 €/MWh) on kymmenen euroa alhaisempi kuin AFRYN arvioima hinta vuodelle 2040. AFRYN hinnalla tuottoarvo olisi **23 801 708 € - 24 933 771 €**, riippuen kalateiden kustannusoletuksista. AFRYN hinta arvio on johdonmukainen futuurien tämänhetkisen tason kanssa (korjattuna systeemihinnan ja Suomen hinnan menneisyyden 9% erona, sekä Palokin saamalla 15% preemiolla)

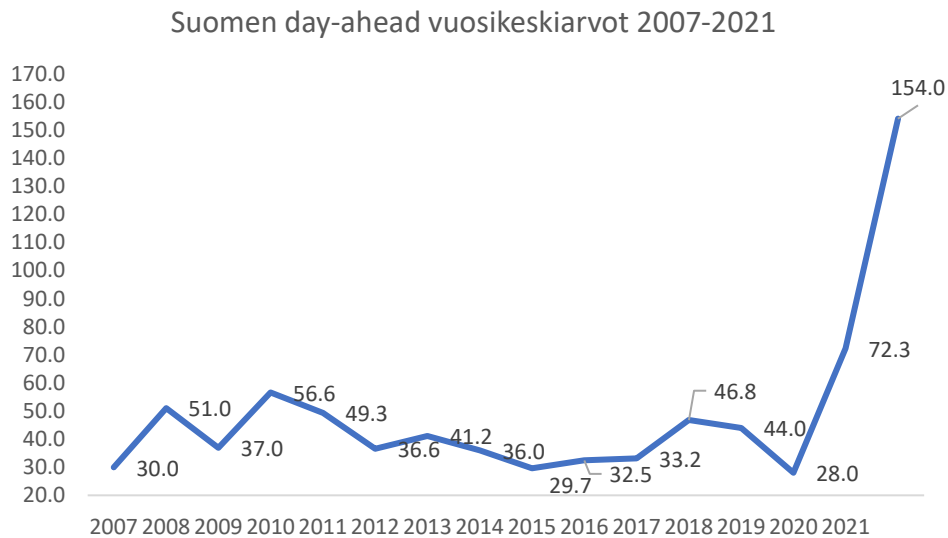
Kaiken kaikkiaan, tuottoarvon määrittelemiseen tulisi käyttää aikaa ja vaivaa.

Sähkön myyntihinnasta

Kuten yllä todettiin "Tuottoarvomenetelmä arvioi kohteen tulevasta käytöstä saatavien vuotuisten nettotuottojen nykyarvon summaa...". Nettonykyarvoa laskiessa tulee siis valita, miten arvioidaan tulevaisuuden hintakehitystä. **Nousu-ohjelmassa** käytettiin tähän tarkoitukseen 15 menneen vuoden keskihintojen keskiarvoa. Vuoden 2020 loppuun asti keskiarvo oli 40 €, vuoden 2021 loppuun asti 41.6 € (katso kuva 1). Mikäli vastaava menetelmää käytettäisiin edelleen, vuoden 2022 lopussa 15 menneen vuoden keskiarvohinta olisi 48,6 €/MWh. Venäjän hyökkäyssota loi kuitenkin hintadataan anomalian, joka ei (toivottavasti!) enää toistu. Tulevaisuuden arvioissa tulisi siis jättää sotahinnat pois

⁶ <https://www.kemijoki.fi/media/liite-2.-taloustieteellinen-analyysi-lapin-ely-keskuksen-ehdottamien-uusien-kalatalousvelvoitteiden-vaikutuksista10601294.1.pdf>

keskiarvosta. Arvonmäärityksellä pyritään nettonykyarvon realistiseen arviointiin, jolloin toisaalta edellytykset neuvotteluille ovat olemassa ja toisaalta ehkäistään ylisuurten kompensatioiden maksaminen. Lopullinen kauppahinta perustuu Nousu-hankkeessa aina osapuolien väliseen neuvotteluun.



Kuva 1. Day-ahead hinnat 2007-2022. <https://www.nordpoolgroup.com/Market-data1/Dayahead/Area-Prices/FI/Yearly/?view=table>

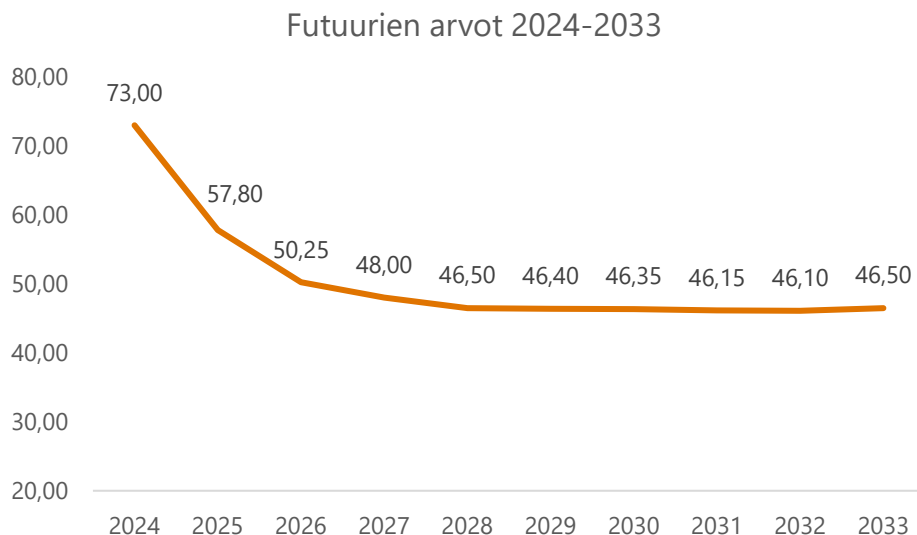
Ruotsin rahasto käyttää tulevaisuuden hintojen arvioimiseen sähkön pohjoismaisten markkinoiden futuurihintoja

(<https://vattenkraftensmiljofond.se/content/uploads/2021/02/vardering-av-produktionsbegransning-version-12.pdf>). NASDAQ noteeraa pohjoismaisten sähkömarkkinoiden futuureja kymmenen vuoden päähän. On huomattava, että Pohjoismaisilla markkinoilla on useita eri hinta-alueita.

Ruotsissa on neljä eri aluetta, Suomessa yksi. NASDAQ:N noteeraama hinta on ns. systeemihinta.⁷ Vuosina 2012-2021 se oli keskimäärin 36,6 €/MWh, kun se Ruotsin neljällä eri hinta-alueella oli keskimäärin 34,6 €/MWh (Ruotsin neljä aluetta 2012 lähtien) ja Suomen hinta-alueella 40,0 €/MWh. Kehittyvät siirtoyhteydet ja Suomessa voimakkaasti kasvava uusiutuvien tuotanto tulevat tasoittamaan hintaeroja. On kuitenkin syytä arvioida Palokin voimalan myynnistä saatavaa hintaa välillä SNURRAnin hinta sekä tätä **9%** korkeammalla hintatasolla. SNURRAnin ensimmäisen välilehden laskentasolu G60 tarjoaa tälle mahdollisuuden. Kuten yllä on pohdittu, tulee kuitenkin myös huomioida, että G60 arvioi nimenomaan arvioitavan voimalan suhteellista kykyä saada korkeampaa hintaa kuin ruotsalaiset voimalat keskimäärin. Toisaalta Palokin kyky saada keskiarvoa korkeampaa voimaa on ilmeinen (yllä olevissa laskelmissa siis oletettiin sen saavan 15% korkeampaa

⁷ <https://www.nordpoolgroup.com/en/Market-data1/Dayahead/Area-Prices/SYS1/Yearly/?view=table>

hintaa kuin kaikki tuotantomuodot Suomessa keskimäärin, eli Suomen day-ahead hintaa 15% korkeampaa hintaa).



Diskonttokorosta

Diskonttokorko heijastelee tuottovaatimusta, jonka voimalan omistaja investoimalleen pääomalle asettaa. Omistaja pitää kannattavana investointia, joka ylittää pääomalle asetetun tuottovaatimuksen. Pääoman tuottovaatimus on eri asia kuin pankkilainalle (tai talletukselle) asetettu korko, vaikkakin näihin vaikuttavat sama talouden fundamentit, kuten inflaatio-odotukset.

Diskonttokoron valinta vaikuttaa keskeisesti nettonykyarvoon. Vesilain intressivertailussa pyritään arvioimaan vesivoiman arvoa. Sillä voidaan tulkita tarkoitettavan vesivoiman pysyvää arvoa. Laissa käytetään sen laskemiseen 20 vuoden diskonttaamattomien vakiotuottojen summaa. Pysyvänä tulovirtana tämä vastaisi nettonykyarvoltaan samaa summaa, mikäli käytettäisiin diskonttokorkoa 5,25%.

Ennen Venäjän hyökkäyssodan kiihdyttämää inflaatiota NOUSU-hankkeen arvonmäärityksissä käytetty diskonttokorko oli 4%. Diskonttokoron valinnan pohjana ovat olleet toimialan itse käyttämät diskonttokorot. Erilaisia vesivoimalle käytettyjä diskonttokorkoja Suomessa: Pöyryn käyttämä Suomen energia-alalle: 6,3% (Pöyry Oyj (2018). "Kivihiilen käytön kieltämisen vaikutusten arviointi", Raportti TEM:ille); Fortumille käytetty 5,3% (Handelsbanken Equity Research (2020). "Results Comment, Fortum, February 6, 2020."); UPM:lle käytetty 5,52% (UPM (2020). "Annual Report 2019").

Vaikka diskonttokoron valintaan ei tulisi teoriassa vaikuttaa se, kuinka paljon investoinnin takana on omaa pääomaa ja kuinka paljon vierasta pääomaa, käytännössä se vaikuttaa. Näille pääomaluokille on käytännössä erilaiset tuottovaatimukset. Tuottovaatimusten

pääomaluokittain painotettua keskiarvoa kutsutaan nimellä WACC (Weighted Average Cost of Capital). Yhdysvaltojen National Renewable Energy Laboratory'n kattavassa raportissa vuodelta 2020 [<https://www.nrel.gov/docs/fy20osti/76881.pdf>] käydään läpi eri uusiutuvan energiamuotojen pääoman tuottovaatimuksia. Alla oleva kuva havainnollistaa eri teknologioiden eroja ja tiivistää myös ennusteet WACC:n muutoksista tulevaisuudessa:

Vesivoiman WACC oli 2020 hieman alle 5,5% ja sen ennakoitiin tipahtavan 5% tuntumaan lähivuosina.

Diskonttokoroissa on yrityskohtaisia eroja erilaisen rahoitusaseman takia. Nettonykyarvon määrittäminen kaikille samaa diskonttokorkoa käyttäen ei näin ollen osu mahdollisimman tarkasti jokaisen yrityksen voimalleen arviomaan arvoon. Tämä saattaa vaikuttaa eri yritysten halukkuuteen lähteä neuvotteluihin. Valtiollisella toimijalla ei kuitenkaan ole mahdollisuuksia löytää tarkkoja arvioita yritysten oikeasti käyttämistä diskonttokoroista. Näin ollen kaikille sama korko on perusteltu valinta.

Korko 4% on toimialan käyttämien erilaisten WACC:ien vaihteluvälin alapäästä. Poikkeuksena tästä on Compass Lexeconin 2019 Kemijoki Oy:lle laatima selvitys kalateiden kustannuksista. Tässä käytettiin diskonttokorkoa 1.9% [https://www.kemijoki.fi/media/esitykset/compass-lexecon_taloustieteellinen-analyysi-ehdotettujen-uusien-kalatalousvelvoitteiden-vaikutuksista.pdf]. Kyseessä on kuitenkin viranomaisille tarkoitettu laskelma, jonka strategisena tarkoituksena on aivan ilmeisesti ollut saada kalatieinvestoinnit näyttämään mahdollisimman kalliilta. Kyseessä ei siis ole yrityksen taloudellisen päätöksenteon taustalle tehty analyysi, josta voitaisiin päätellä mitään sen pääoman tuottovaatimuksista.

Ruotsin voimalarahaston diskonttokorko on 5%.

Pohdintaa optimoinnista

Mikäli Palokin padon purkaminen olisi yhtiön ja yhteiskunnan jaettu ja kiistaton tavoite, sen optimaalinen toteuttaminen olisi edelleen varsin mielenkiintoinen harjoitus. Optimaalisen ja mahdollisen alasajon väliin voi jäädä miljoonien ero. On selvää, että tuotannon optimoinnissa toimijalla (PKS) on parhaat taidot ja edellytykset. Mikäli padon purkaminen otettaisiin optimoinnin rajoitteeksi, tulisi vielä selvittää, miten kannattavaa olisi turpiinien uusiminen ja hybridiratkaisu, jossa voimalaa edelleen käytettäisiin säännöstelyyn ja voimantuottoon, mutta jossa tuloputki vietäisiin uuden pohjapadon yläpuolelle, mahdollistaen täysimittaiset kosket poikastuotantoalueineen. Tekninen toteutuskelpoisuus ja kannattavuus? Mikä olisi optimaalinen tuotannon jatkamisperiodi? Luvitus ja suunnittelu veisivät vuosia. Tänä aikana sähköä tulisi tuottaa maksimaalinen määrä. Mikä olisi yritystaloudellisesti paras valinta: tuotannon jatkaminen luvitusprosessin loppuun ja purku, vai hybridiratkaisu ja investointi uuteen koneistoon missä vaiheessa? Näihin kysymyksiin saadaan paras vastaus vain, mikäli optimaalisten ratkaisujen löytäminen uuden rajoitteen vallitessa on yhtiön taloudellisissa intresseissä.

Lopuksi

Tämä laskuharjoitus perustuu näkyväksi tehdyille oletuksille. Laskelmaa voi pitää esimerkkinä tavasta, jolla Palokin tuottoarvoa voisi lähteä haarukoimaan. Tuottoarvon arvioimiseen tulisi varata aikaa ja resursseja, ja selvittää mahdollisuutta saada yhtiöltä apua tuottoarvon taustalla olevien parametrien määrittelemiseen. Muita tärkeitä selvitettäviä asioita olisivat mahdollisten uusien kalatievelvoitteiden kustannukset. Ne vaikuttavat tuottoarvoon merkittävästi.