

Pyhäsalmen pumppuvoimalaitos – Suomen suurin yksittäinen säätöresurssi





Taustaa – Yhteiskunnan sähköistyminen

- Yhteiskuntamme sähköistyy ja sähköistymiskehitys kasvattaa merkittävästi sähkön kysyntää. Samaan aikaan sähköntuotannon päästöjen vähentäminen lisää sääriippuvaista tuotantoa ja vähentää perinteistä säätökykyistä kapasiteettia.
- Kustannustehokkainta on tuottaa valtaosa tarvittavasta sähköstä uusiutuvalla energialla, erityisesti maatuulivoimalla. Ohjaamattomana tuotantomuotona tuulivoima tarvitsee kuitenkin tuekseen säädettävää sähkön tuotantoa ja joustavaa kulutusta.
- Sääriippuvasen ohjaamattoman tuotannon takia sähkömarkkinoiden hintavaihtelut eli –volatiliteetti on kasvanut merkittävästi. Vuodessa on siten aiempaa enemmän hetkiä, jolloin sähkön hinta on merkittävästi korkeampi kuin nykyisin, sekä hetkiä, jolloin sähkön hinta on lähellä nollaa. Nykyinen sähkömarkkinoiden kehitys tulee voimistamaan hintavaihteluiden kasvua tulevaisuudessa.
- Säättö- ja tasesähkömarkkinoiden hintakattoja nostetaan nykyisestä tasostaan merkittävästi.
- Kasvava vaihtelevan tuotannon määrä ja vanhojen fossiilisten voimalaitosten alasajo lisäävät merkittävästi tarvetta tuotantopuolen joustoratkaisuille.

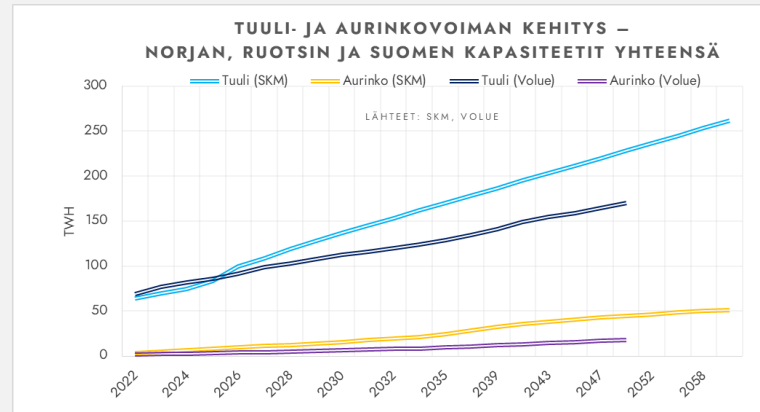
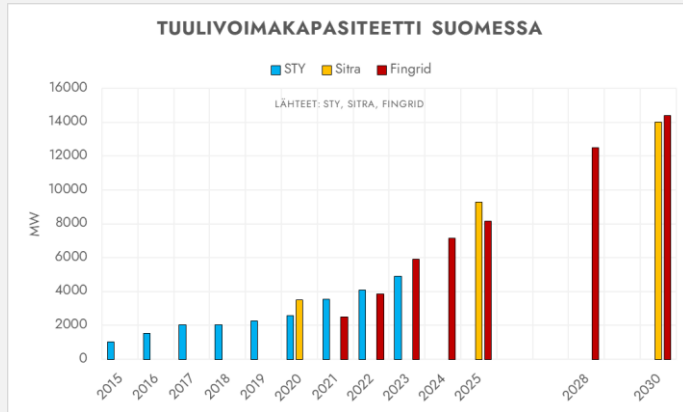


EPV:n tuotantoportfolioon etsitään joustoja

- Sitran tuoreimpien ennusteiden mukaan power-to-x-to-power-kapasiteetti (P2X2P) tulee tarjoamaan teollisessa mittakaavassa viikoittaista ja pidemmän aikavälin joustavuutta vasta lähempänä 2040-lukua. Samoihin aikoihin akkujärjestelmien uskotaan puolestaan hoitavan osittain päivänsisäistä säätöä. Joustoratkaisuille on kuitenkin tarvetta jo paljon tätä aiemmin.
- Varastojen ja joustavan tuotannon merkitys riskienhallinnan työkaluna kasvaa EPV:lle. EPV:n taseriskit lisääntyvät tulevaisuudessa entisestään, kun tuulivoimakapasiteettia lisätään. Tehon riittävyys korostuu ja tuulettoman ja tuulisen ajan vaihtelut lisääntyvät. Sähkömarkkinoiden ääritapaukset, kuten huomattavat tuulivoimaennustevirheet, lisäävät suurten hintapiikkien esiintymisen todennäköisyyttä markkinoilla.
- EPV etsii tasehallinnan työkalupakkiinsa ratkaisuja, joilla mahdollistetaan tuotantoportfolioon joustavuus sääriippuvaisen energiantuotannon rinnalla myös tulevaisuudessa.

Tuulivoimakapasiteetin kehitys on nopeaa

- Tuulivoimaa tullaan rakentamaan merkittäviä määriä lisää.
- Suomessa tuulivoimakapasiteetti kolmikertaistuu jo muutaman vuoden sisällä.
- Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa tuulivoima jatkaa nopeaa tasaista kasvuaan pitkälle tulevaisuuteen.
- Tulevaisuudessa myös aurinkovoiman osuus tulee lisäämään vaihtelevan uusiutuvan energian määrää.



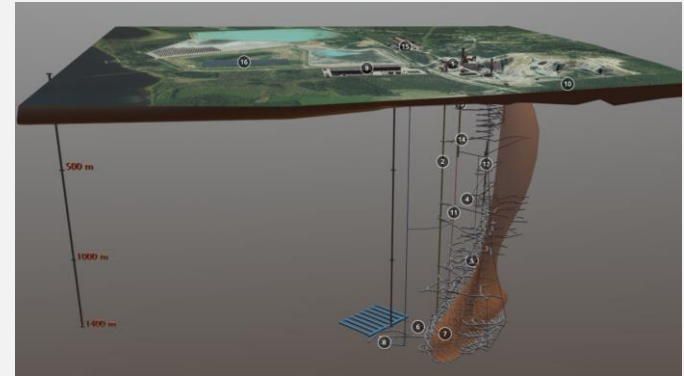
Pyhäsalmen pumppuvoimalaitossuunnitelma

-Suomen merkittävin sähköenergiavarasto

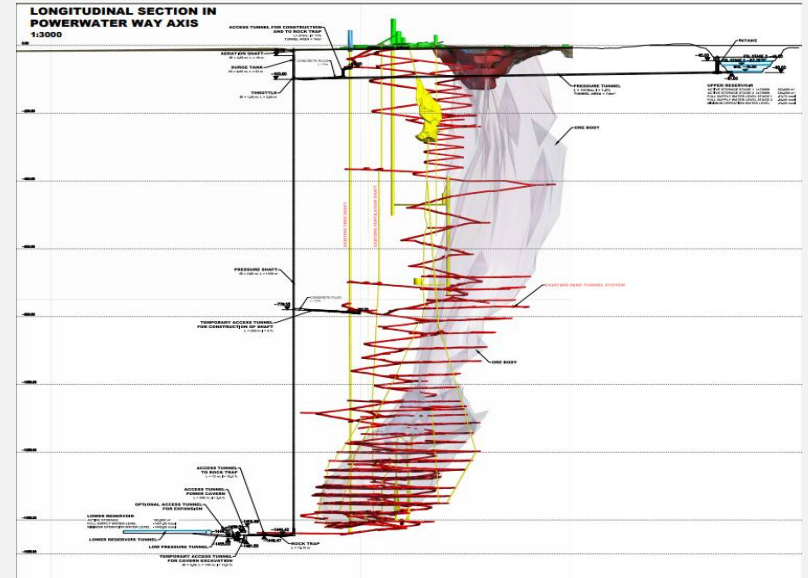


Pumppuvoimalaitoksen olennaiset tiedot

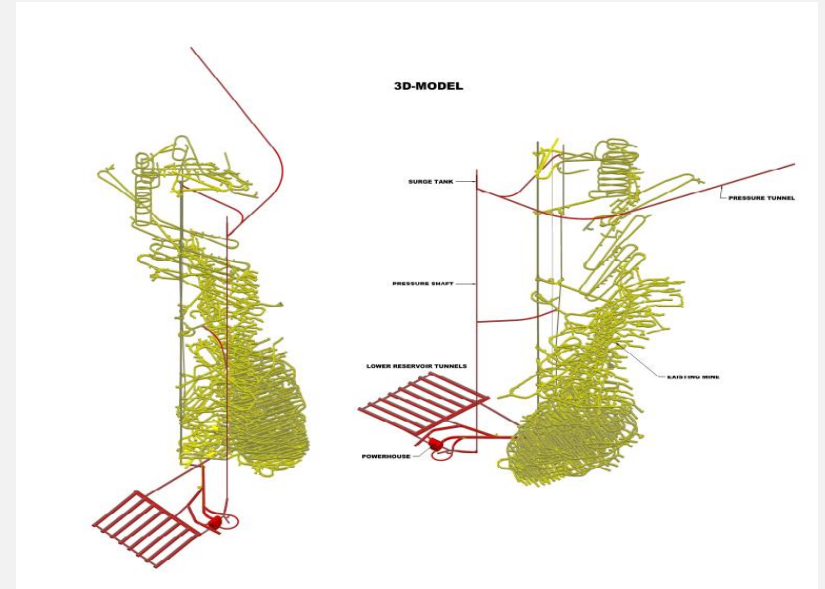
- Pumppulaitoksen vesivarastot muodostuvat ylä- ja ala-altaasta. Vettä pumpataan matalan sähkön hinnan aikana alavarastosta ylävarastoon. Kun sähkön hinta on korkea, vettä juoksutetaan yläaltaasta alavesivarastoon tuottaen sähköä. Eli ei itsessään tuota energiaa, vaan toimii uusiutuvan sähkön varastona.
- Varastoidun energian määrä ja teho riippuu veden määrän tilavuudesta ja pudotuskorkeudesta.
- Pumppusäätövoima on toistaiseksi ainoa laajasti hyödynnetty ja kaupallinen teknologia sähkön pidempiaikaiseen varastointiin.
- Pyhäsalmen pumppuvoimalahanke lukuina:
 - Teho: ± 75 MW (+ tuotantoa, - latausta) $\rightarrow$ 150 MW säätökapasiteettia
 - Varastokapasiteetti: 530 MWh
 - Varaston koko: 7/9 h (tuotanto/lataus)
 - Hyötysuhde (round-trip): 77 %



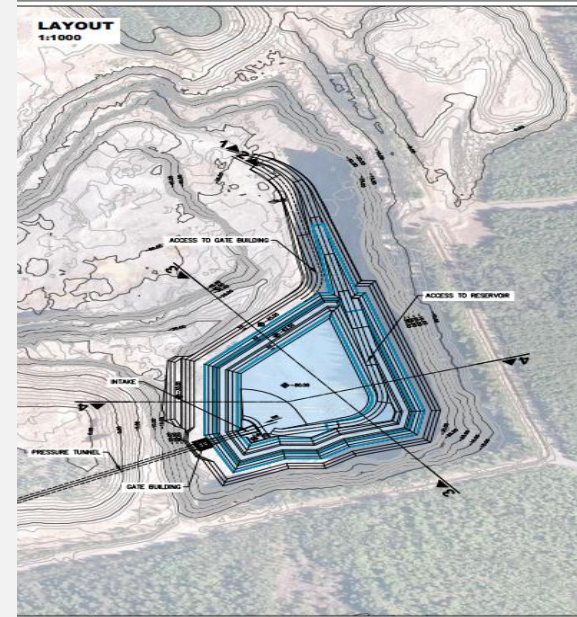
- Nykyisen kaivoksen toiminta päättyy vuoden 2022 kevään aikana ja olemassa oleva infra jää osaltaan myös pumppuvesivoimalaitoksen käyttöön.
- Maanpäältä kaivoksen pohjalle vie n. 11 km pitkä ajotunneli, jota hyödynnetään rakennusaikana laite ja betonikuljetuksiin.
- Nykyisin käytössä oleva Timo-kuilu sisältää henkilöhissin sekä malmin nostolaitteiston, jolla pumppuvesivoimalaitoksen louhittavat louhemassat nostetaan maanpinnalle ja siirretään olemassa olevaan avolouhokseen loppusijoitettavaksi tai murskataan hyötykäyttäväksi vaikka lähistön tuulivoimatyömaiden infrarakentamiseen.



- Nykyinen kaivostoiminta oheisissa kuvissa on kuvattu keltaisella värillä ja punaisella on kuvattu pumppuvesivoimalaitoksen vuoksi louhittavat tunnelit ja alueet:
 - 1,2 km horisontaalinen tunneli
 - 1,4 km vertikaalinen tunneli
 - Voimalaitoshuone
 - Alavesialtaat
 - Työnaikaiset tunnelit sekä tarvittavat kulkutunnelit

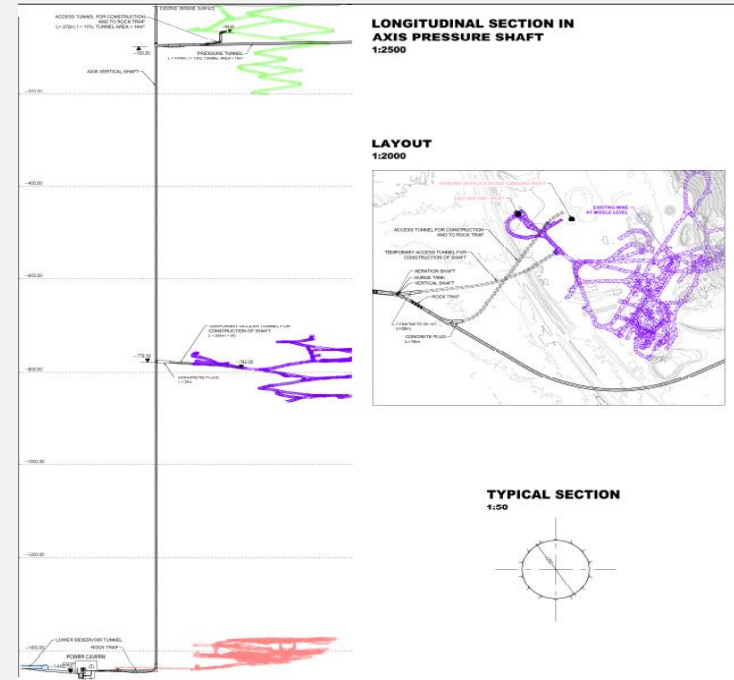


- Yläaltaana käytetään olemassa olevaa avolouhosta.
 - Avolouhoksessa riittää reilusti tilavarausta, jos laitoksen varastointikapasiteettia tahdotaan tulevaisuudessa lisätä (ala-allasta joudutaan louhimaan suuremmaksi).
- Yläaltaan ja siitä lähtevän tunnelin liityntäkohtaan tulee patoluukkujärjestelmä, jolla voidaan sulkea veden meno voimalaitokselle.
- Yläaltaasta johdetaan n. 1,2 km pitkää horisontaalista tunnelia pitkin vesi vertikaaliseen painevesitunneliin.

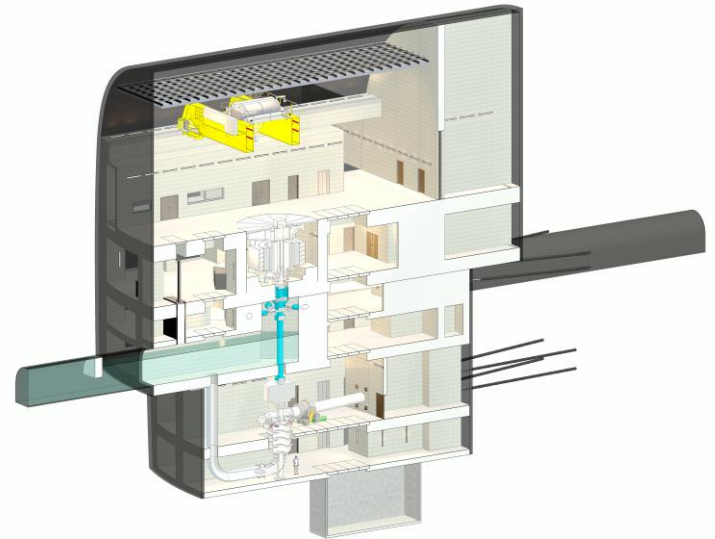


Pyhäsalmi pumppuvesivoimalaitos

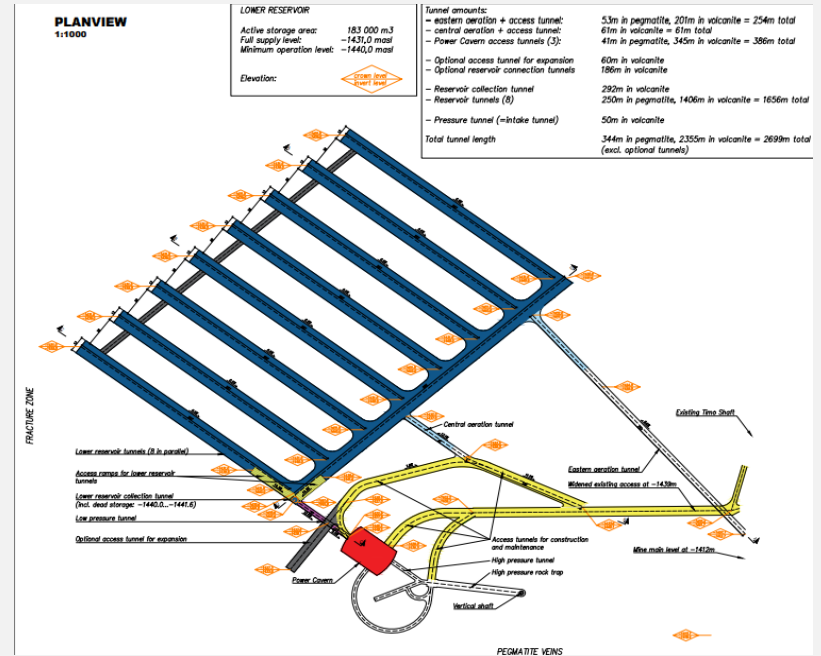
- Painevesitunneli on pituudeltaan 1,4 km ja se porataan kahdessa osassa.
 - Suuri pudotuskorkeus mahdollistaa alhaisemman virtausnopeuden ja pienemmän altaan koon.
- Painevesitunnelin seinämiä ei ole tarkoitus pinnoittaa, vaan seinä jää suoraan porauspinnalle.
- Tunnelin halkaisija tulee olemaan maksimissaan 2,5 m tai mahdollisesti 1,8 m, jolloin pienennetään riskiä, että tunnelin seinästä lohkeaa kiviainesta.
- Painevesitunnelin alapäässä ennen voimalaitoshallia tunneli kääntyy horisontaaliseksi ja siihen sijoitetaan ns. kiviansa, jossa veden virtausta pienennetään tunnelin laajennusosassa.



- Painevesitunnelin jälkeinen horisontaalinen tunneli pinnoitetaan teräksellä turbiinille saakka.
- Voimalaitoshalliin sijoitetaan kaikki tarvittavat mekaaniset sekä sähköiset laitteistot.
- Turbiini on Pelton-tyyppinen turbiini ja on kytkettynä samalle akselille pumpun kanssa (välissä irrotettava kytkin).
- Generaattori toimii pumppausmoodissa myös moottorina.
- Vesi pumpataan samaa vesireittiä takaisin yläaltaaseen.
- Voimalaitoshalli sijoitetaan 100 m turvaetäisyydelle vertikaalisesta painevesitunnelista.

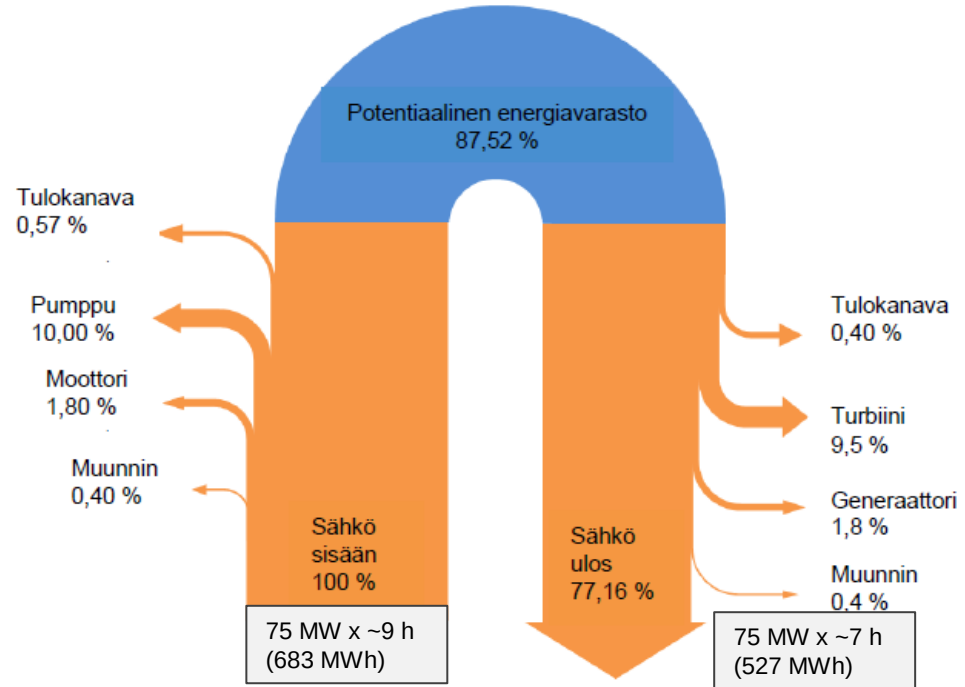


- Ala-altaiden louhintatilavuus on 187 000 m³
 - Louhintatekniikalla on suuri merkitys louhinnan yksikköhintaan. Tunnelilouhinnan ja pengerlouhinnan kombinaatiolla saavutetaan alhaisin yksikköhinta.
- Kokonaisuudessaan louhintaa tulee n. 300 000 m³.



Järjestelmän tehokkuus yhden syklin aikana

- Pumppuvoimalaitoksen latauksen ja purun hyötysuhde on suuntaansa noin 88 %.
- Kokonaishyötysuhde (roundtrip) on näin ollen noin 77 %.
- Lataamiseen tarvittava energiamäärä on 683 MWh ja purettava energiamäärä 527 MWh.
- 75 MW:n teholla tämä tarkoittaa noin 9 tunnin lataus- ja 7 tunnin purkuaikaa.
- Merkittävimmät hyötysuhdehäviöt tapahtuvat pumpussa/turbiinissa.





Pyhäsalmi pumppuvesivoimalaitos

- Pumppuvoimalaitoksen tärkeimmät tekniset laitteistot ovat:
 - Vesitekninen laitteisto (yläaltaan laitteisto, ala-altaan laitteistot)
 - Mekaaninen laitteisto (Pelton turbiini, pumppu, hydraulinen vaihteisto)
 - Sähkölaitteisto (moottorigeneraattori, muuntaja, tukilaitteisto)
- Yksikkö voi toimia erilaisissa toimintatiloissa, joista merkittävimmät ovat pumppu- ja turbiinitila.

Pumppu-turbiini -yksikkö

Hyötysuhde

77,16 %

Teho

±75 MW

Varaston koko

Turbiini-tila

527 MWh

Pumppaus-tila

683 MWh

Käynnistysajat

Seisovasta tilasta täyteen tuotantoon

60 s

Seisovasta tilasta täyteen pumppaukseen

80 s

Täydestä pumppaustilasta täyteen tuotantoon

40 s

Täydestä tuotantotilasta täyteen pumppaukseen

30 s

- Ainoa vesivoimalaitos Suomessa, jolla ei ole suoria ympäristövaikutuksia
 - Hanke perustuu jo olemassa olevan kaivosinfrastruktuurin hyödyntämiseen
 - Ei vaadi patoja tai säännöstelyaltaita, kuten tavallinen vesivoima tai perinteiset pumppuvoimalaitokset
 - Suljettu vesikierto, mahdolliset pinnansäädöt voidaan tehdä valvotusti ja tarvittaessa hoitaa puhdistusjärjestelmien kautta





Hankkeen vaikutukset CO₂ -päästövähennyksiin

- Hankkeella saadaan aikaan merkittäviä päästövähennyksiä, kun varastointiin käytetään pelkästään uusiutuvaa energiaa. Samalla voidaan vähentää EPV:n tuotantoportfoliossa olevien voimalaitosten turveajoa säätötarkoitukseen.
 - Tällöin päästövähennykset ovat jopa 0,2 MtCO₂/a.
 - Vertailun vuoksi; Tornion Voima 0,3 MtCO₂ v. 2020.





Hankkeen vaikutukset paikallistalouteen

- Rakentamisen aikana jopa 250 yhtäaikaista työpaikkaa ja valmistumisensa jälkeen 5-20 työpaikkaa.
- Pumppuvoimalaitoksen toteutuminen mahdollistaa myös muiden kaivostiloihin suunniteltujen uusiokäytön toimintojen toteuttamisen, jotka voivat lisätä alueen työllisyyttä, osaamisen hyödyntämistä sekä kaivosalueen kehittämistä monipuolisena yritys- ja tutkimusympäristönä.
- Infrapalvelut ostetaan paikalliselta yritykseltä palveluntuottosopimuksen kautta.
- Kiinteistöverokertymä Pyhäjärven kaupungille.



Yhteenveto

- Pumppusäätövoima on toistaiseksi ainoa laajasti hyödynnetty ja kaupallinen teknologia sähkön pidempiaikaiseen varastointiin. Se on myös tällä hetkellä yleisesti kannattavin tapa varastoida sähköä.
- Pumppuvoimalaitoshankkeelle myönnettiin 2.9.2021 TEM:in uusiutuvan energian investointitukea 26,3 M€, joka vastaa 21 % hankkeen investointikustannuksista. Investointituki on ehdollinen Euroopan komission hyväksynnälle.
 - Hankkeen kokonaisinvestointikustannukset ovat 125,3 M€
 - Tulevaisuudessa sähkötaseen tasapainottamiseen tullaan tarvitsemaan entistä enemmän päivänsisäistä kaupankäyntiä ja työkaluja sen toteuttamiseksi.
 - Pumppuvesivarasto tarjoaa parhaimmillaan 150 MW:n edestä säätökapasiteettia.
 - Pumppuvesivarasto mahdollistaa taseriskisuojan suuria säätöhintoja vastaan.
 - Ei ympäristövaikutuksia.
 - Voidaan saavuttaa merkittäviä päästövähennyksiä, kun päästään korvaamaan polttamalla tehtyä säätövoimaa.
 - Työllisyysvaikutukset sekä verokertymä ylläpitävät alueen hyvinvointia ja taloutta.
 - Projektin läpimenoaika on n. 4 vuotta.

