

# Uuden ydinvoiman näkymät

Tarve  
Edellytykset  
Taloudellisuus

21.1.2025



Työ- ja elinkeinoministeriö  
Arbets- och näringsministeriet

# Sisälllys



- Työn toteutuksesta
- Ydinenergian käyttämisen näkymät ja vaihtoehdot
- Ydinenergian taloudellisuuden kehittämiseen liittyviä mahdollisia keinoja
- Yhteenveto
- Taustatietoa

# Työn toteutuksesta



Työ- ja elinkeinoministeriö  
Arbets- och näringsministeriet

# VM-TEM -keskustelut energiatoimijoiden kanssa eivät johtaneet yhtenäiseen tilannekuvaan



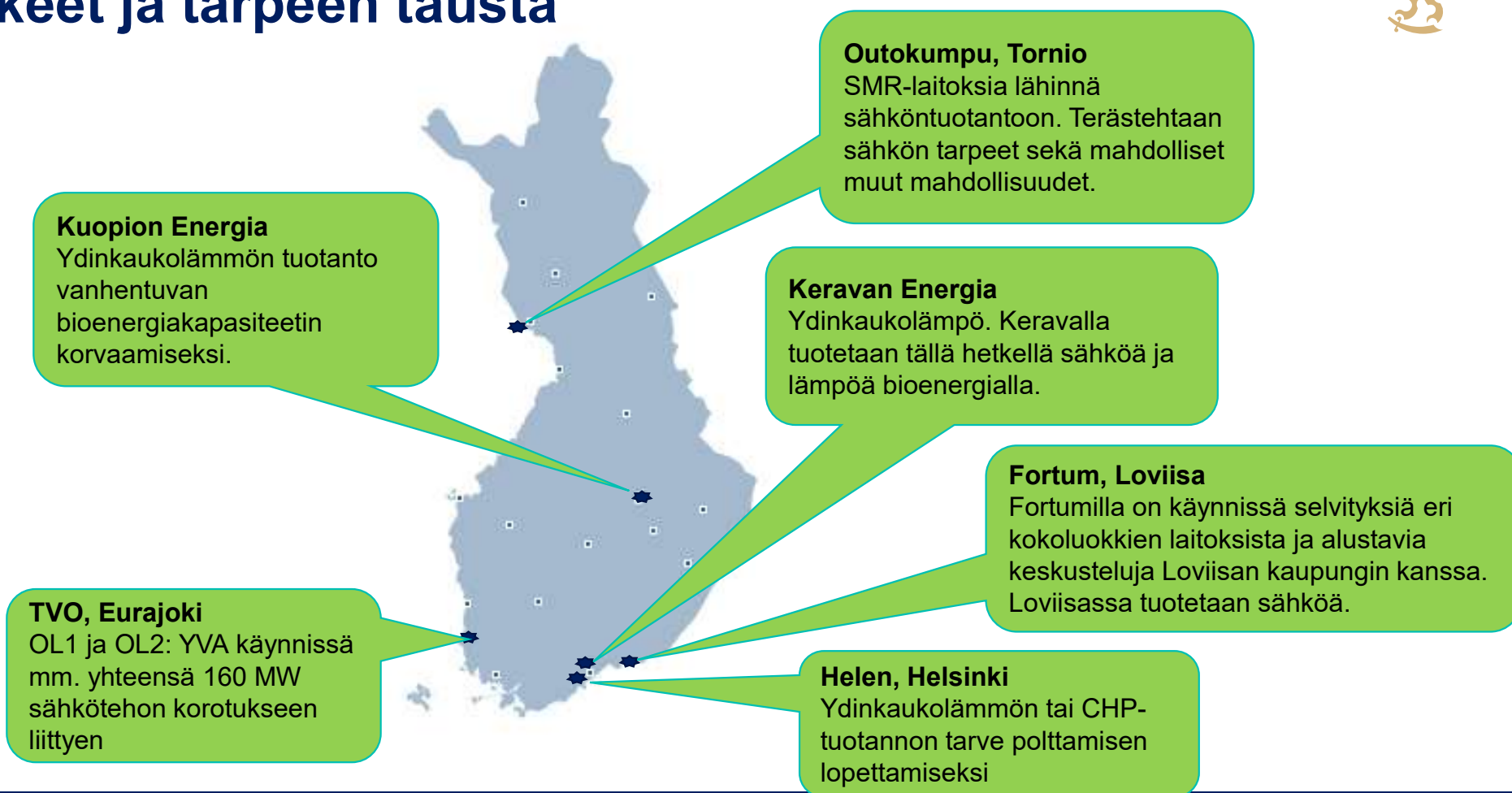
- **VM:n ja TEM:n johto on keskustellut energia-alan ja teollisuuden edustajien kanssa ydinenergian tulevaisuuden näkymistä energiajärjestelmässä erityisesti taloudellinen tilanne huomioiden**
  - Tavatut tahot: Fortum, PVO, Outokumpu, Microsoft, Google, Steady Energy, TVO, Energiateollisuus, Kuopion energia, Helen, UPM
- **Keskustelut ovat fokusoituneet hallitusohjelman linjauksiin, joiden mukaan**
  - 1) Suomeen tarvitaan lisää ydinvoimaa ja
  - 2) Hallitus edistää ydinenergiaprojektien rahoitusratkaisuja
  - Keskusteluissa ei ole keskitytty ydinenergiainsäädännön kokonaisuudistukseen, vaikka tätäkin on sivuttu.
- **Teollisuudella ei ole yhtenevää näkemystä seuraaviin kysymyksiin**
  - Mihin ydinvoimaa tulevaisuudessa käytetään?
  - Mikä on valtion rooli?
  - Voiko ydinenergia olla kannattava investointivaihtoehto ilman valtion taloudellista interventioita?

# Ydinenergian käyttämisen näkymät ja vaihtoehdot



Työ- ja elinkeinoministeriö  
Arbets- och näringsministeriet

# Tällä hetkellä alustavan suunnittelun piirissä olevat hankkeet ja tarpeen tausta



# Ydinenergian kysyntänäkymien yhteenveto



- **Tekoäly kiihdyttää rajusti datakeskusten tarvetta, odotettavissa mahdollisesti merkittävää sähköntarpeen kasvua.**
  - Tarpeet investoida myös sähköntuotantoon lähes välittömät tai lähiaikoina toteutuvat.
  - Yhdysvaltalaiset alan toimijat eivät tee eroa uusiutuvan ja ydinsähkön välillä.
- **Osalla kaukolämpöyhtiöistä tarve etsiä erityisesti bioenergialle korvaavia mahdollisuuksia ydinkaukolämmöstä 2030-luvulla.**
  - Ydinkaukolämpö voisi korvata polttoaineiden käyttöä lämmöntuotannossa ja varmistaa lämmönsaatavuutta kun esim. hukkalämpöjen käyttö lisääntyy.
- Puhtaan siirtymän osalta vetyhankkeet ovat keskeisin uuden kysynnän mahdollisuus, toistaiseksi investointipäätöksiä tehty hyvin vähän.
  - Säätely edistää lähinnä uusiutuvan sähkön hyödyntämistä.
- Suomen perinteisen energiaintensiivisen teollisuuden investointinäkymät hyvin haastavat.



# Uuden ydinenergiantuotannon toteutustapavaihtoehdot

Sähköä  
35 % energiasta  
hyödyksi  
Nykytoimijat (tai uusi)  
Nykyteknologiat  
Nykylaitokset  
Ydinjätehuoltoon  
ratkaisut

**Tehonkorotus**

**Uusi sähköntuotanto  
(suuri laitos tai SMR)**

Lämpöä (+mahd. sähköä)  
90 % energiasta  
hyödyksi  
Uudet toimijat  
Uudet teknologiat  
Uudet laitospaikat  
Ydinjätehuollon ratkaisut?

**SMR-yhteistuotanto**

**SMR-lämmöntuotanto**

Kotimainen teknologiavaihtoehto



# Uuden ydinenergian tuotannon toteutusvaihtoehdot – edellytykset huomioiden teknologiat, toimijat, sijainti



- **Case olemassa olevan laitoksen tehonkorotus 2020-luvun lopulla – voi toteutua ensin**
  - Edellyttää merkittäviä, mutta uutta laitosta selvästi vähäisempiä investointeja. Edellyttää uutta käyttö lupaa.
- **Case sähköntuotanto uudella ydinvoimalaitosyksiköllä aikaisintaan n. 2035 – Selvityksessä**
  - Suuren kokoluokan laitokset teknologisesti kypsempiä kuin SMR-vaihtoehdot, mutta molempia selvitetään.
  - Voidaan hyödyntää nykyisiä ydinvoimalaitosalueita tai niiden välitöntä lähialuetta.
- **Case sähkön ja lämmön yhteistuotanto ydinenergialla aikaisintaan n. 2035 mennessä – Edellyttää teknologiahaasteiden ratkeamista ja uusien voimalaitosalueiden käyttöönottoa**
  - Todennäköisesti hyödynnettäisiin SMR-ratkaisuja, joiden teknologioiden kypsyyks on heikompi kuin isoilla sähköntuotantolaitoksilla.
  - Tarvitaan uusia laitosalueita lähellä kaupunkeja ja teollisuutta, kaavoitus-, lupa- yms prosesseissa tulee kestämään.
  - Mahdollisesti uusi toimija luvanhaltijana, kyvykkyyden rakentaminen ja jätehuolto merkittäviä haasteita
- **Case lämmöntuotanto ydinenergialla aikaisintaan n. 2035 mennessä - Edellyttää teknologiahaasteiden ratkeamista ja uusien voimalaitosalueiden käyttöönottoa**
  - Teknologia ei kypsä. Teknologia-toimittajan konseptin pilotointia ja kehittämistä 2030 mennessä, sen jälkeen ensimmäisen kaupallisen laitoksen käyttöönotto.
  - Lämmön kysynnän kasvu hyvin maltillista, mutta biopolttoaineiden ja fossiilisten polttoaineiden korvaamisen vaihtoehto kiinnostaa. Tarvitaan uusia laitosalueita lähellä kaupunkeja ja teollisuutta, kaavoitus-, lupa- yms prosesseissa tulee kestämään.
  - Mahdollisesti uusi toimija luvanhaltijana, kyvykkyyden rakentaminen ja jätehuolto merkittäviä haasteita

# Uuden ydinenergian tuotannon toteutusvaihtoehdot – taloudelliseen kannattavuuteen liittyviä näkökohtia



- **Case olemassa olevan laitoksen tehonkorotus 2020-luvun lopulla – päätettäneen 2025**
  - Käytön jatkon ja tehonkorotuksen vaatimat investoinnit voivat toteutua markkinaehtoisesti. Mankala-konseptia haastaa korkovähennysoikeuden estyminen Mankala-yhtiöiltä.
  - Edellyttää merkittäviä, mutta uutta laitosta selvästi vähäisempiä investointeja.
- **Case sähköntuotanto uudella ydinvoimalaitosyksiköllä aikaisintaan n. 2035– Edellyttäneen valtion interventiota**
  - Markkinaehtoinen toteutus vaikuttaa haastavalta, mutta mahdollista edellyttäen ydinalan toimijan ja digitoimijoiden kaupallista yhteistyötä (pitkäaikainen ostosopimus tai vastaava).
  - Vastapuoliriskit: Ovatko ydinenergian mahdolliset asiakkaat valmiit sitoutumaan pitkiin ostosopimuksiin, ja jos ovat, kohtaako käsitys molemmille osapuolille kannattavista ehdoista?
  - Toisena vaihtoehtona tai edellisen lisänä tarvittaisiin valtion taloudellista interventiota.
  - Tshekissä ja Ruotsissa suunnitelmia miljardiluokan rahoitusratkaisuille. Tshekissä jo komission hyväksymä julkinen rahoitusmalli tiedossa. Nämä mallit voisivat nopeuttaa EU valtiontuki/-rahoituskäsittelyjä
- **Case sähkön ja lämmön yhteistuotanto ydinenergialla aikaisintaan n. 2035 mennessä – Kannattavuuden edellytykset olemassa**
  - Kehitettävät teknologiat ulkomailla ja kannattavuus mahdollista markkinaehtoisesti.
  - Kannattavuusnäkymät todennäköisesti sähköntuotantoa paremmat, kun tuotetusta ydinenergiasta voidaan saada käyttöön esim. 90 % sähköntuotannon 35 % sijaan. Kannattavuuden arviointiin sisältyy riskejä johtuen mm. teknologian epäkypsytydestä, jätehuollosta jne.
- **Case lämmöntuotanto ydinenergialla aikaisintaan n. 2035 mennessä - Kannattavuuden edellytykset olemassa**
  - Taloudellinen kannattavuus vaikuttaa mahdolliselta markkinaehtoisesti. Kannattavuuden arviointiin sisältyy riskejä.

# Ydinenergian taloudellisuuden kehittämiseen liittyviä mahdollisia keinoja



Työ- ja elinkeinoministeriö  
Arbets- och näringsministeriet

# Konteksti on hyvin keskeinen – mahdolliset työkalut tulee valita huolella



- **Sähkön saatavuus huippukulutustilanteessa: Ydinvoiman rooli?**
  - Ydinvoimantuotanto on tyypillisesti varsin vakaata. Tuotanto voi joustaa mutta siinä on rajoitteita teknologioista riippuen.
  - Energiatalouden perustapa: Lyhyen huipunkäyttöajan laitokset perustuvat pienen CAPEX:n ratkaisuihin
  - Ydinvoiman lisäksi on olemassa myös muita vaihtoehtoja, jotka voivat tuottaa sähköä huippukulutusaikana sekä mahdollistaa hinnanvaihteluiden tasaantumista.
- **Vaihtoehtoja kaukolämmössä on, yrityskohtaiset strategiat vaikuttavat niiden määrään**
  - Osalle yhtiöistä ei riitä siirtyminen uusiutuviin, vaan polttaminen halutaan lopettaa
  - Ainoastaan sähkөөn nojaavaan lämmitysjärjestelmään ei luoteta
  - Mikäli em. Rajaukset tehdään, on ydinenergia lähes ainoa vaihtoehto. Kaikki yhtiöt eivät tee em. Rajauksia.
- **Ydinvoiman tuotanto edellyttää toimivia sähkönsiirtoyhteyksiä**
  - Ydinvoiman tuotannon suunnitelmat eivät tällä tietoa aiheuta erityisiä toimenpidetarpeita
- **Vedyntuotanto ja vetyverkot**
  - Ydinvoimaan yhteys toistaiseksi kontekstuaalinen
- **Datakeskukset ja energiaintensiivinen teollisuus**
  - Energian kysyntää luoviin investointeihin voidaan vaikuttaa vero- ja teollisuuspolitiikalla

# Sähkön hinnan vaihtelu on fakta – toimijoilla erimielisyyttä oikeasta tavasta reagoida tähän



- **Osa hankekehittäjistä korostaa, että valtion tulisi taata teollisille investoijille halpa ja tasahintainen sähkö - Osa investoijista näkee välttämättömänä, että teolliset toimijat kykenevät joustamaan sähkökäytössä**
  - Koska pääosa sähköntuotantoinvestoinneista on myös jatkossa vaihtelevaa tuuli- ja aurinkovoimaa, sähkömarkkinoiden hinnat ovat myös jatkossa volatiileja
  - Otos viimeaikaisista investoinneista: Suuri määrä investointeja sähkökattiloihin (kaukolämpöyhtiöt), pumppuvoimaselvitykset (Kemijoki, PVO), Moottorivoimalaitokset (ainakin Tornion Voima), energiavarastoja jne.
  - Mikäli ensisijaisena tavoitteena on hintavaihteluiden poistaminen, vie tämä kannusteet kulutusjoustolta ja tällä hetkellä markkinaehtoisesti tapahtuvilta joustoinvestoinneilta. Ongelma ei poistu, eikä sähköjärjestelmään synny tarvittavaa joustoa.
  - Korkeiden sähkönhinnan aikakausien mahdollisuus ei välttämättä poistu huomioiden muut markkinavaikutukset (esim. poistuva tuotanto)
- **Osa sähköntuottajista vaatii markkinan laajuisia kapasiteettimekanismeja/CfD-tukijärjestelmiä ja osa tuottajista katsoo tämän tuhoavan markkinasignaalit**
  - Sekä sähkön käyttäjien että tuottajien tulisi ”nähdä markkinahinta”
- **Lämmön hyötykäyttö yli kaksinkertaistaa ydinvoimalan hyötysuhteen, osa toimijoista kyseenalaistaa lauhdesähkön tuotannon järkevyyden**
  - Miksi valtio tukisi meren lämmittämistä?

# Markkinan kehittämiseen liittyviä käynnissä olevia toimia



- **Sähkömarkkinoiden jouston lisäämistä selvitetään fossiilittoman jouston työryhmässä. Selvitetään myöhemmin varsinaisia kapasiteettimekanismeja ottaen huomioon Ruotsin ja Viron valmistelu.**
  - Tuloksia alkuvuodesta 2025
- **TEM/energiaosastolla valmistelleen HE:tä 400 kV verkon liittymissäännöistä ja verkon kehittämisvelvoitteen täsmentämisestä**
  - Tämä on edellytys, jotta uudet suuret sähkön tuotanto- ja kulutusinvestoinnit voidaan liittää kantaverkkoon
- **Ydinenergialakia valmistellaan**
  - Ei muuta radikaalisti taloudellisia edellytyksiä



# Uuden ydinenergian tuotannon toteutusvaihtoehdot – taloudellisuuteen liittyviä toimenpidevaihtoehtoja

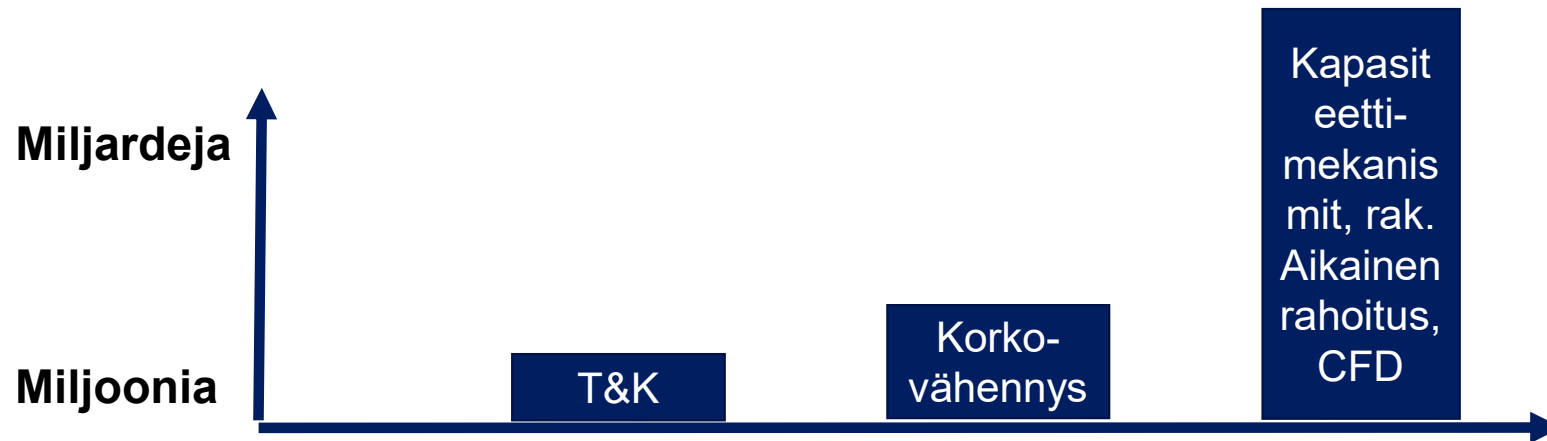
- **Case olemassa olevan laitoksen tehonkorotus 2020-luvun lopulla:**
  - Mankalan korkovähennysoikeuden mahdollistaminen kuten muilla yritys-konsepteilla
  - Vaikuttaa erittäin haastavalta tai mahdottomalta
  - Vastuutaho: VM
- **Case sähköntuotanto uudella ydinvoimalaitosyksiköllä aikaisintaan n. 2035**
  - Markkinaehtoisesta kannattavuudesta edellytysten jatkoselvittäminen – edellyttää yhteistyötä toimijoiden välillä.
  - Mahdolliset valtion instrumentit luonteeltaan hyvin järeitä. Valtion mahdollisten työkalujen jatkoselvityksiä huomioiden negatiivisten vaikutusten minimoimismahdollisuudet valtiontalouteen, sähkömarkkinoihin.
  - Edellyttää EU-valmistelua ja hyväksyntä aikatauluineen epävarmaa
  - Vastuutaho VM
- **Case sähkön ja lämmön yhteistuotanto ydinenergialla aikaisintaan n. 2035 mennessä**
  - Ei toimenpidetarpeita.
- **Case lämmöntuotanto ydinenergialla aikaisintaan n. 2035 mennessä**
  - Teknologiakehittämisen ja pilotoinnin edistäminen ja rahoittaminen
  - Voidaan toteuttaa nopealla aikataululla
  - Vastuutaho: TEM



# Alustavia huomioita erilaisista työkaluista (1/2)

- Valtiontukea voidaan myöntää **ydinenergiateknologioiden kehittämiseen ja pilotointiin**. Ydinkaukolämmön teknologioiden kehittäminen ja käyttöönotto edellyttää t&k-toimintaa alan yrityksissä ja tutkimuslaitoksissa. Rahoitustarve yhteensä max kymmeniä miljoonia.
- **Mankala-mallista** on erittäin hyvät kokemukset Suomessa ja sitä voidaan tulevaisuudessakin hyödyntää. Mankala-yhtiö suunnittelee tehonkorotusinvestointia. **Korkovähennysoikeus on erityiskysymys**. Riippuen kuinka Mankalan erityiskäytäntötarpeet käsitellään, sen aiheuttama kustannus valtiolle hankkeen koko olemassaoloaikana voi olla merkittävä.
- **Ydinvoimantuotannon rahoittaminen suuressa kokoluokassa tarkoittaa kapasiteettimekanismin, rakentamisaikaisen rahoituksen tai ns. CFD-instrumentin, tai kaikkien näiden käyttöönottoa**. Kyse on useiden miljardin rahoitusvastuiden ottamisesta valtiolle. Kustannusten tai riskien tarkkuutta ei välttämättä tiedetä etukäteen edes miljardin tarkkuudella, vaikka riskit voidaankin jollekin tasolle rajata.

## Taloudelliset vaikutukset valtiolle erilaisilla tukimuodoilla





# Alustavia huomioita erilaisista työkaluista (2/2) – case sähköntuotanto isossa kokoluokassa



- **Kapasiteettimekanismin** taloudelliset vaikutukset riippuvat siitä koskeeko se yksittäistä hanketta vai koko markkinaa (ml. olemassa olevat laitokset). Yhdenkin ydinlaitoksen taloudellinen edistäminen edellyttää mahdollisesti miljardiluokan taloudellisia panostuksia tai riskinottoa. Valittavalla mallilla on mallista riippumatta keskeisiä vaikutuksia sähkömarkkinoiden toimintaan. Mikäli uutta sähköntuotantoa tuetaan, se laskee nykyisten voimalaitosten arvoa. Mikäli kaikkea tuetaan, kustannukset joko valtiolle, loppukäyttäjille tai molemmille ovat todennäköisesti erittäin suuret.
- **CFD-instrumentti** (hinnanerosopimus) muistuttaa tuulivoiman edistämiseksi laadittuja preemioita (ns. ”syöttötariffi”). Sen vaikutukset sähkömarkkinaan voivat olla huomattavia ja kustannukset valtiolle vaikeasti ennakoitavissa. Uuden ainoastaan sähköä tuottavan ydinvoimantuotannon hintakilpailukyky ei vaikuta erityisen lupaavalta.
- **Valtion takuut tai vastaavat ainoastaan rakentamisajalle** ovat sähkömarkkinavaikutuksiltaan rajattuja. Ydinvoiman rakentamiskustannusten ennakointi voi olla vaikeaa, jolloin tarkka rahoituksen tarve ei ole välttämättä etukäteen tiedossa. Rahoitus ei aiheuttaisi valtiolle välttämättä merkittäviä suoraa kuluja, mutta lisäisi rahoitusriskejä suurilla summilla. Rahoitus toteutetaan todennäköisesti suurvallan kanssa yhteistyössä.

# Yhteenveto



Työ- ja elinkeinoministeriö  
Arbets- och näringsministeriet

# Energiamarkkinoiden ja sääntelyn kehittäminen jatkossakin avainasemassa



- **Pohjoismainen sähkömarkkinamalli on menestystarina ja se on tarjonnut keskimäärin Euroopan halvimpia sähkönhintoja**
  - Perustuu vahvasti EU-tason sääntelyyn, pohjoismaiseen yhteistyöhön ja pitkäjänteisiin valintoihin
  - Sähkömarkkinoiden jouston lisäämistä selvitetään fossiilittoman jouston työryhmässä. Tuloksia alkuvuodesta 2025
  - HE:tä 400 kV verkon liittymissäännöistä ja verkon kehittämisvelvoitteen täsmentämisestä
- **2022 kevät muutti valtavasti asioita energiamarkkinoilla – markkinatoimijat tarvitsevat aikaa investointien läpivientiin**
  - Nopeita energiainvestointeja ei juurikaan ole olemassa
  - Kokonaan uusi ydinenergiantuotanto valmista aikaisintaan noin 2035 (pl. Tehonkorotus), valtionrahoituksella rajalliset vaikutusmahdollisuudet aikatauluun
  - Kuluttajat oppivat jatkuvasti kaikissa kokoluokissa – osa vastustaa voimakkaasti, osa näkee pakollisena oppimisprosessina tässä vaiheessa
- **Toimialakohtainen sääntely, kuten ydinenergiasäännöstö**

# Eräitä toimenpidevaihtoehtoja



- **T&K:** SMR-ydinkaukolämpöteknologian kehittäminen ja pilotointi on tarpeen, jotta tämän teknologian käyttöönotto 2030-luvulla voisi olla mahdollista.
- **Korkovähennysoikeuden** käsittelyllä Mankala-yhtiöissä voi olla vaikutuksia olemassa olevien ydinlaitosyksiköiden tehonkorotusinvestointiin ja toteutukseen 2020-luvulla. Toteutuksessa hyvin suuria haasteita.
- **Jatkoselvitykset** ovat tarpeen koskien isojen sähköä tuottavien ydinvoimalaitosten taloudellisia rahoitusmalleja. Vaikutukset olisivat hyvin suuria, mikäli valtio toimeenpanisi jonkin mallin.

# Mahdollisia linjauksia energia- ja ilmastostrategiaan



- Seurataan ja selvitetään ydinenergian kysyntää ja tähän liittyviä toimenpidetarpeita. Huomioidaan muun muassa digitalouden, teollisuuden ja lämmitysratkaisuiden tarpeet. Raportoidaan tilannekuvasta Puhtaan energian ja huoltovarmuuden ministeriryhmälle säännöllisesti.
- Edistetään ydinenergia-alan tutkimus- ja kehittämistoimintaa sekä uusien teknologioiden pilotointia
- Vaikutetaan ydinenergian rahoitukseen liittyvään EU-lainsäädäntöön ja sen soveltamiseen huomioiden suomalaisten toimijoiden erityispiirteet
- Selvitetään ydinenergiaprojektien edistämiseen liittyvien mahdollisten työkalujen sovellettavuutta ja vaikutuksia huomioiden lainsäädäntö, valtiontalous ja markkinavaikutukset.

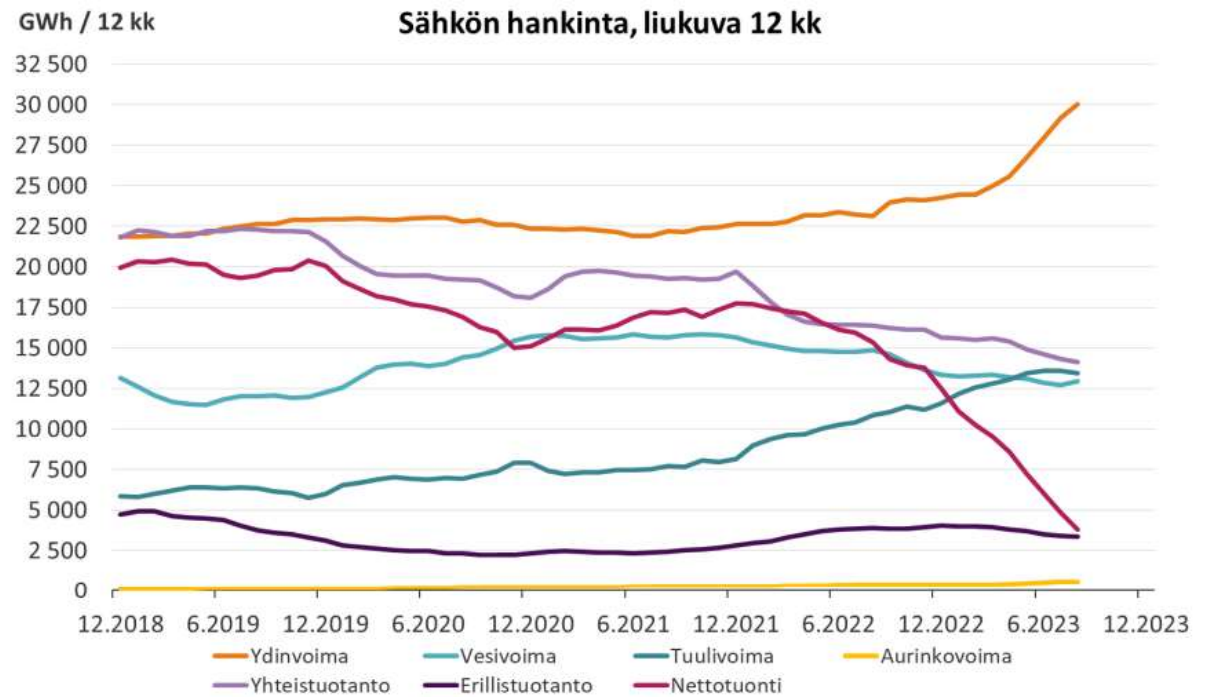
# Taustatietoa



Työ- ja elinkeinoministeriö  
Arbets- och näringsministeriet

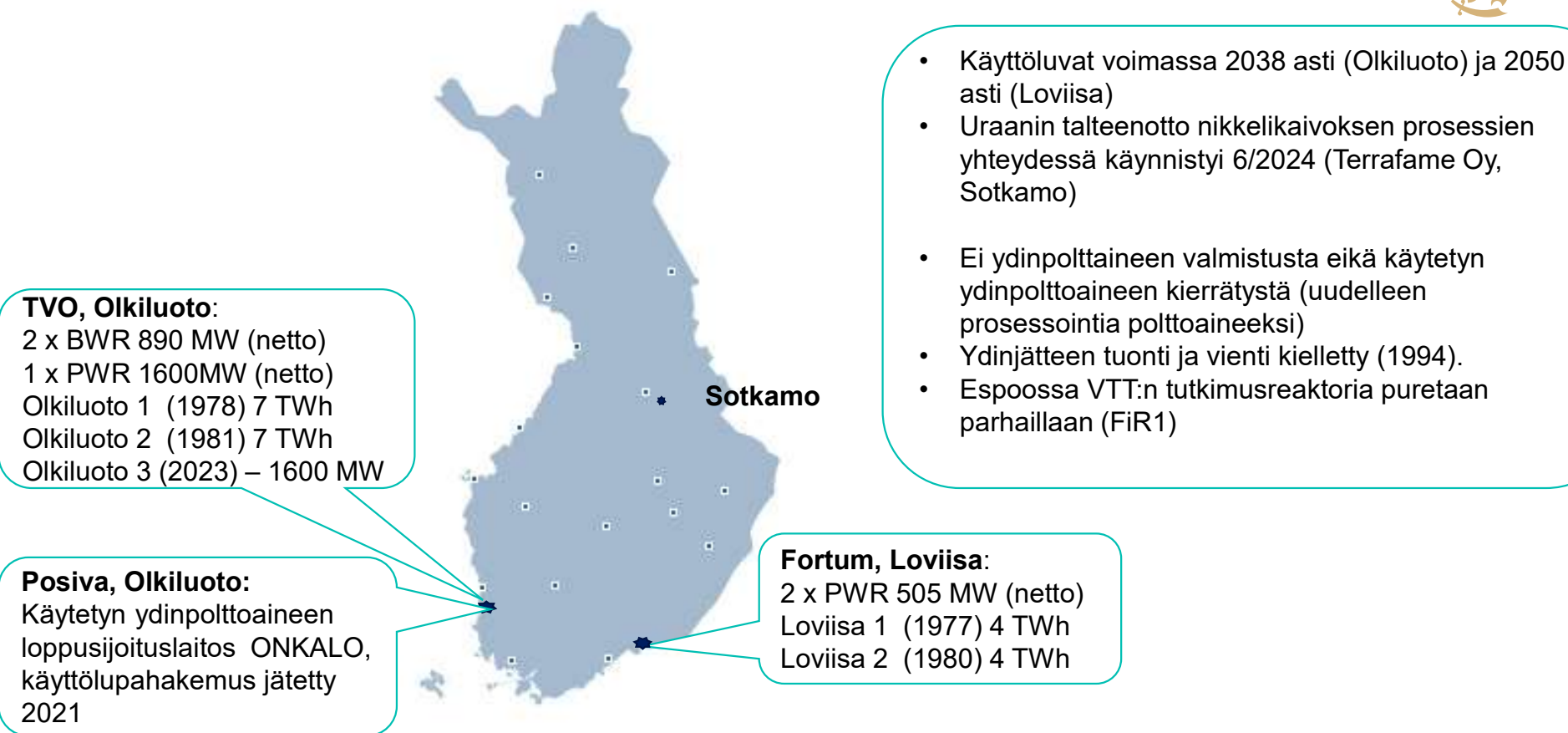
# Ydinenergia on Suomen tärkeimpiä energiamuotoja

- Suurin yksittäinen sähköntuotannon muoto energiamäärässä (GWh) mitattuna
- Toiseksi suurin sähköntuotannon kapasiteetti (GW) tuulivoiman jälkeen
- Ydinenergia ja tuulivoima kasvussa – Sähkön nettotuonti laskussa
- Kokonaisenergiankulutuksessa jaetulla kakkospaikalla puupolttoaineiden jälkeen, öljyn kulutus samaa luokkaa



Lähde: Energiateollisuus 11.9.2023

# Vuonna 2023 Suomessa tuotetusta sähköstä 41 % tehtiin ydinenergialla (Loviisa ja Olkiluoto)





# Puhtaan teollisuuden investointipotentiaali on suuri, mutta toteutus epävarmaa



- **Suomeen on suunnitteilla valtava määrä puhtaan teollisuuden ja niihin liittyvien puhtaan sähköntuotannon investointeja**
  - EK:n dataikkunan mukaan (10/2024 tieto) investointien kokonaisarvo on n. 270 mrd. euroa. Tästä valtaosa on tuulivoimaa. Viimeisen vuoden aina ovat lisääntyneet aurinkovoimaan ja vetyyn liittyvät hankkeet. Sähkön kulutukseen liittyviä hankkeita liittyy erityisesti konesaleihin ja sähkökattiloihin.
  - Fingrid on saanut liittymäkyselyitä sähköntuotannosta noin 400 GW, josta puolet on maatuulivoimaa, neljännes merituulivoimaa ja neljännes aurinkovoimaa. Suomen nykyinen tuotantokapasiteetti on 23 GW. Vastaavasti sähkön käytön liittymiskyselyitä on noin 35 GW.
  - Ruotsissa pääosa suunnitelluista investointihankkeista liittyvät sähkön kulutukseen ja vähemmässä määrin sähkön tuotantoon.
- **Investointeihin liittyy kuitenkin runsaasti epävarmuuksia**
  - Puhtaan teollisuuden ja siihen liittyvän sähköntuotannon muna-kana-ongelma
  - Kannattavuuden ja puhtaan teollisuuden lopputuotteiden kysynnän epävarmuus: Euroopan autoteollisuus, vihreän teräksen kysyntä, vedyn käyttökohteiden markkinat (esim. case Neste) jne.

# Kiitos!



Työ- ja elinkeinoministeriö  
Arbets- och näringsministeriet