

Tiedotustilaisuus selvityksestä ydinenergian tuotannon edistämisen vaihtoehdoista (AFRY)

TEM 25.3.2026



Työ- ja elinkeinoministeriö
Arbets- och näringsministeriet

Selvitys ydinenergian tuotannon edistämisen vaihtoehtoista, kustannuksista ja sähkömarkkinavaikutuksista

Raportin esittelytilaisuus

AFRY Management Consulting Oy

25.3.2026



1

Ydinenergia ei ole yksi investointikategoria, vaan joukko hyvin erilaisia vaihtoehtoja jotka eroavat toisistaan merkittävästi niin laajuudeltaan kuin riskiprofiililtaan.

Selvityksessä on tarkasteltu useita eri ydinenergian teknologioita

Selvityksessä tarkastellut teknologiat

Näkökulma	Perinteinen ydinvoima	SMR-sähkö	SMR-CHP	SMR-lämpö	Käyttöön jatko ja tehonkorotus
Energiantuotanto	- Sähkö	- Sähkö	- Sähkö ja lämpö	- Lämpö	- Sähkö
Kuvaus	- Esim. Olkiluoto 3 - Etuna jo käytössä olevien laitoksien kautta saadut rakennus- ja käyttökokemukset - Kustannus- ja aikatauluylitykset ovat olleet yleisiä länsimaaisissa hankkeissa	- Laitossarjojen modulaarisuus ja korkeampi tehdasvalmistusaste tähtäävät ennustettavampaan hankkeiden läpivientiin ja kustannuksiin - Laitoksen tekninen ja laajempi kaupallinen toteutus on vielä kehitysvaiheessa	- Jotkin SMR-konseptit pystyvät teknisiltä ominaisuuksiltaan sekä sähkön että lämmön yhteistuotantoon - Mahdollinen vaihtoehto esimerkiksi kaukolämmön ja teollisuuden prosessilämmön tuotantoon - Suomessa soveltuvia riittävän suuria kaukolämpöverkkoja on rajatusti	- Pelkkää lämpöä tuottavat SMR-konseptit ovat pienempiä ja rakenteellisesti yksinkertaisempia - Pienemmän kokonsa ja investointikustannuksensa vuoksi sopivat laajemmin KL-verkkoihin vaihtoehtoksi esimerkiksi hakekattiloille	- Käyttöön pidentäminen tarkoittaa kriittisten järjestelmien uusimista, jotta laitoksen luotettava toiminta voidaan varmistaa yli suunnittelukäyttöön - TVO tutkii OL1- ja OL2-laitosten käyttöön jatkamista; nykyiset käyttöluvut päättyvät 2038
Tyypillinen yhden reaktorin kokoluokka	- Sähkö: 1000-1600 MW	- Sähkö: 80-470 MW	- Sähkö: 80-470 MW - Lämpö: 250-1360 MW	- Lämpö: 30-50 MW	- OL1 ja OL2 sähkö: 2 x 890 MW - Loviisa 1 ja 2 sähkö: 2 x 507 MW
Kehitysvaihe	<i>Kaupallisessa käytössä</i>	<i>Kehitysvaiheessa</i>	<i>Kehitysvaiheessa</i>	<i>Kehitysvaiheessa</i>	<i>Lukuisia esimerkkejä</i>

Huomiot: Reaktorien kokoluokat (teho) perustuvat työssä tarkasteltuun otokseen eri laitoskonsepteja

Lyhenteet: SMR = Small Modular Reactor (modulaarinen pienreaktori) | CHP = Combined heat and power (sähkön ja lämmön yhteistuotanto)

2

***Investointivaihtoehtojen
markkinaehtoisissa kannattavuuksissa on
suuria eroja***

Ydinenergiainvestointien kannattavuutta on tarkasteltu eri markkina- ja investointikustannusskenaariota vasten. Kannattavuuksissa on suuria eroja

Kassavirtatarkasteluun perustuva arvio ydinenergiainvestointien markkinaehtoisesta kannattavuudesta

Teknologia	Investoinnin tuotto (IRR)	Markkinaehtoinen kannattavuus
Perinteinen ydinvoima	1,7-6,2%	
SMR-sähkö	0,5-6,2%	
SMR-CHP	3,4-11,3%	
SMR-lämpö	5,5-11,9%	
Käyttöiän jatko	10,0-34,9%	

Markkinaehtoinen kannattavuus

- Markkinaehtoisesti haastava
- Riippuu investointikustannuksesta ja sähkön hinnasta
- Markkinaehtoisesti kannattava



Pelkkää sähköä tuottavat suuret ydinvoimalat ovat markkinaehtoisesti haastavia ja vaatisivat rahallista tukea kannattavuuden takaamiseksi



Lämpöä tuottavilla SMR-teknologioilla on paremmat edellytykset markkinaehtoiseen kannattavuuteen



Käyttöiän jatkoa on tässä selvityksessä arvioitu Olkiluoto 1:n ja 2:n kautta ja se on markkinaehtoisesti kannattavaa kaikissa työssä tarkastelluissa sähkömarkkinaskenaariossa

Myös muissa Euroopan maissa (Tšekki, Puola ja Iso-Britannia) – joissa kannattavuus on Suomea parempi korkeamman sähkön hintatason takia – on uusi ydinvoima todettu markkinaehtoisesti haastavaksi, jonka vuoksi sitä on tuettu tai suunnitellaan tuettavan

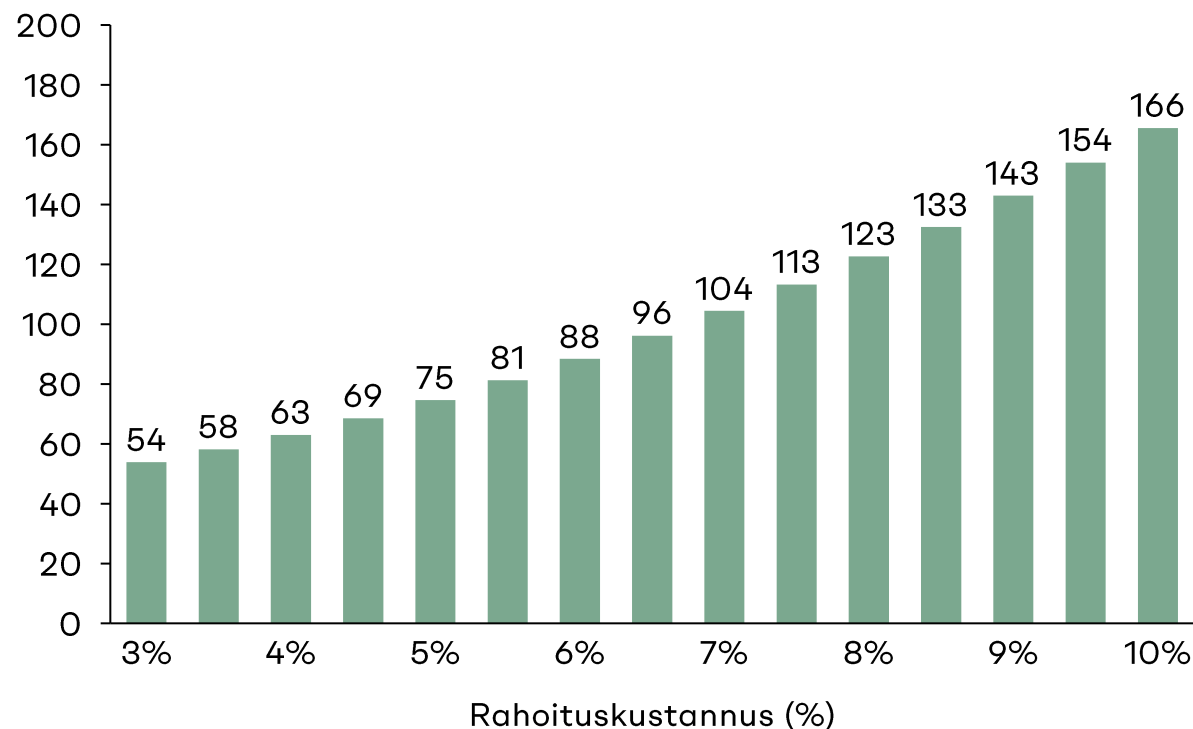
3

Erilaisilla tukikeinoilla voidaan vähentää hankkeelle kohdistuvia taloudellisia riskejä ja siten edistää investointien rahoitettavuutta ja toteutumista.

Ydinvoimahankkeiden rahoitus ja sen kustannus on keskeinen tekijä hankkeen toteutumiselle, kannattavuudelle, sekä tuotetun energian kokonaiskustannukselle

Esimerkki: rahoituskustannuksen vaikutus uuden perinteisen ydinvoimalaitoksen saavuttamaan sähkön kokonaiskustannukseen

Sähköntuotannon kokonaiskustannus (EUR/MWh, reaalinen)



Hankkeen rahoituskustannuksiin vaikuttavat merkittävästi riskienhallinta ja riskien jakautuminen eri osapuolten kesken

Projektiriski

- Länsimaissa kustannusylitykset ovat olleet jopa 80–300 % ja viivästykset merkittäviä
- Hankkeen kyky sietää rakennusaikaisia kustannus- ja aikatauluylityksiä on keskeinen kysymys rahoittajien näkökulmasta

Markkinariski

- Pitkä elinkaari (60 v) altistaa hankkeen energiamarkkinoiden kehityksen epävarmuuksille
- Rahoittajat edellyttävät riittävää näkyvyyttä tulovirtaan

Valtion vaikutusmahdollisuus

- Valtiolla on vähäinen kyky vaikuttaa suoraan projektiriskeihin
- Valtio pystyy edistämään rahoituksen saatavuutta, alentamaan sen kustannusta ja vahvistamaan kykyä kestää rakennusvaiheen kustannusylityksiä

Valtion vaikutusmahdollisuus

- Mikäli tuloille ei saada riittävää varmuutta, esimerkiksi PPA-sopimusten kautta, tarvitaan muita tulovirtaa vakauttavia mekanismeja rahoituksen riskienhallintaan

Huomiot: Rahoituskustannus (WACC= Weighted Average Cost of Capital) on nimellinen ja ennen veroja. Perinteisen ydinvoiman investointikustannus esitetty perusskenaariossa. Sähköntuotannon kokonaiskustannus (LCOE = Levelized Cost of Electricity) on laitoksen elinkaaren aikainen keskimääräinen kustannus allokoituna tuotetulle sähkölle.

Selvityksessä tarkastelluissa verrokkimaissa ydinvoimaa tuetaan tai suunnitellaan tuettavan yhdistelmällä suoria hintatukia ja rahoitusinstrumentteja

Ydinvoimainvestointien edistämiskeinot ja näiden hyödyntäminen tarkastelluissa verrokkimaissa

Arvioitu selvityksessä yksityiskohtaisesti
Esitelty selvityksessä lyhyesti
Arviointi ei sisältynyt selvitykseen



- Verrokkimaissa hyvin tyypillinen ja EU:n valtiontukisääntöjen mukainen ratkaisu on yhdistelmä:
 - 1) Suoraa hintatukea - tyypillisesti kahdensuuntainen hinnanerosopimus (CfD)
 - 2) Rahoitusinstrumentteja - valtiontakaus, korkotuki tai valtion pääomitus
- Esimerkiksi Ruotsin ja Puolan hiljattain ehdottamat tukimallit mukailevat pitkälti Tšekin hyväksyttyä ratkaisua

Suuren kokoluokan ydinvoimalaitosten tukeminen Suomessa edellyttäisi mittavaa, usean miljardin euron tukikokonaisuutta

Uuden ydinenergiainvestoinnin rahoitusvaje (tuen tarve) selvityksessä tarkastelluille teknologioille

Teknologia	Kapasiteetti (MW)	Tuen tarve (EURm)
Perinteinen ydinvoima	2 x 1 200	2 400 – 12 600
SMR-sähkö	6 x 400	2 400 – 21 300
SMR-CHP	300	0 – 1 500
SMR-lämpö	2 x 50	0 – 30
Käyttöään jatko	1 780	-



Tuen suuruusluokka olisi merkittävä suhteessa Suomen valtiontalouteen, mutta siihen liittyy huomattavaa epävarmuutta (investointikustannus, markkinahinta)



Rahoitusvaje voitaisiin kattaa pääomakustannuksia alentavalla tukimekanismilla, kuten korkotuella tai valtiontakauksella, tai SMR-lämmön osalta uuden teknologian demonstraatiotuella



Kustannushyötyjen perusteella olisi perusteltua varmistaa nykyisen kapasiteetin säilyminen markkinoilla mahdollisimman pitkään

Huomiot: 1) Rahoitusvajeella tarkoitetaan investoinnin negatiivisen nettonykyarvon erotusta nollaan. Nollanettonykyarvo kuvastaisi tilannetta, jossa investointi on kannattava. Työssä on tarkasteltu teknologioiden kannattavuutta eri investointikustannusten ja markkinahintojen skenaarioissa, joiden kautta tuen tarpeen vaihteluväli on määritetty. 2) Kapasiteetti on esitetty sähkötehonä, pois lukien SMR-lämpö, jolle kapasiteetti on esitetty lämpötehonä.

4

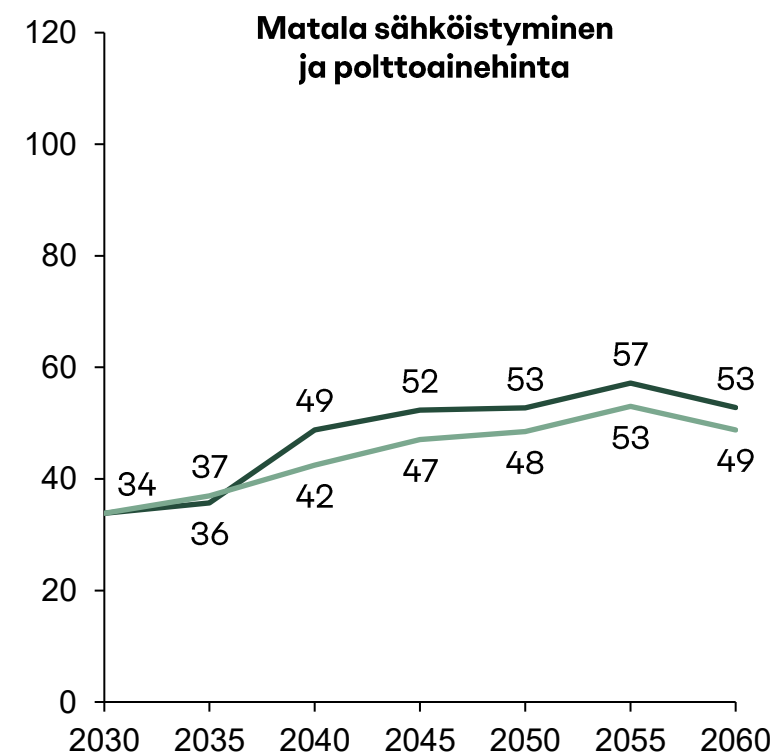
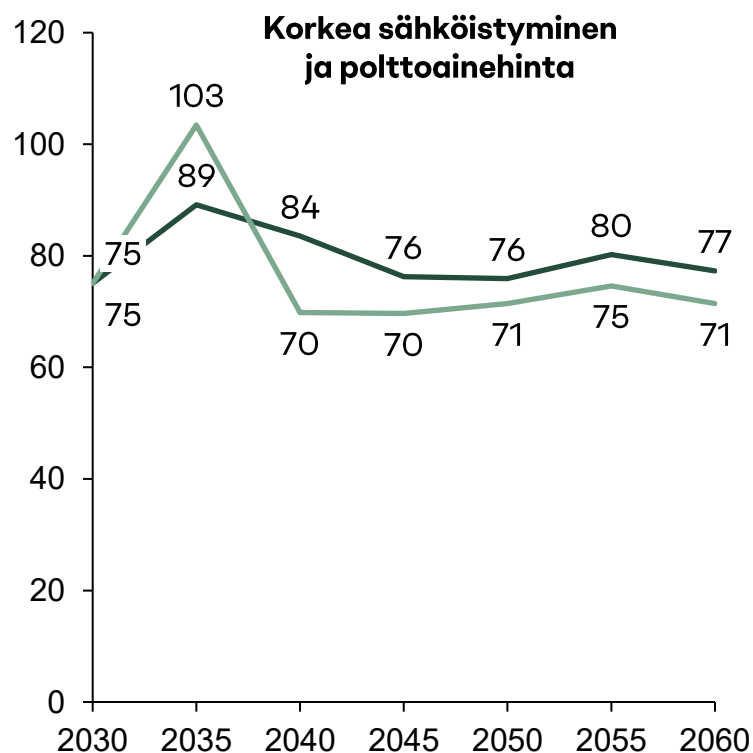
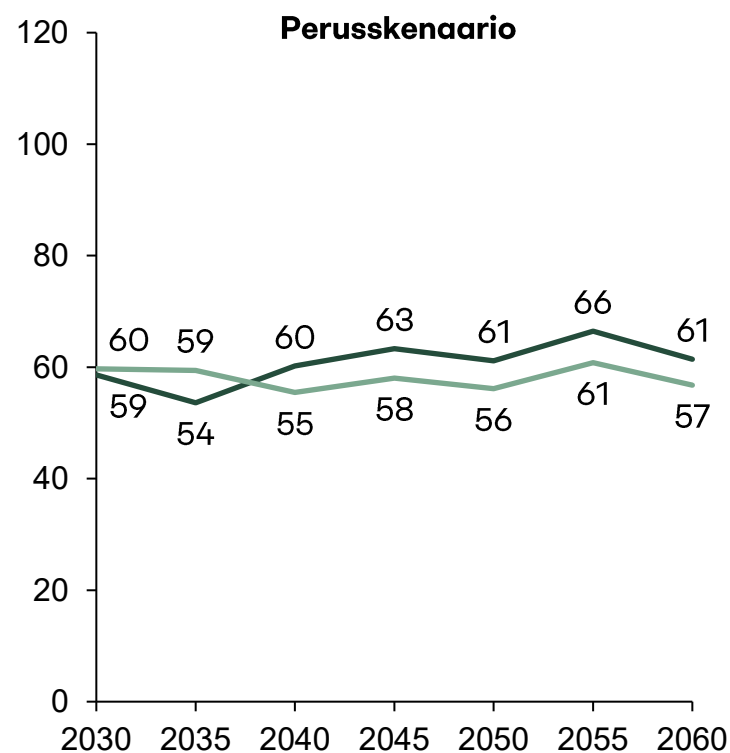
Ydinvoima hillitsee sähkön hintojen nousua ja vähentää niiden vaihtelua, mutta ei poista pohjoismaiden sähköjärjestelmän ja hintojen rakenteellista sääriippuvaisuutta.

Ydinvoiman lisärakentamisella on valmistuttuaan sähkön hintaa pitkällä aikavälillä alentava vaikutus

Sähkön vuosikeskihinta tarkastelluissa skenaarioissa

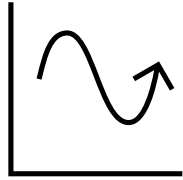
— Ilman ydinvoiman lisärakentamista — Ydinvoimaa +2400 MW

EUR/MWh, reaalinen



Huomiot: Mikäli sähkön vuosihinta toteutuisi skenaarioissa esitettyä alhaisempana, vaikuttaisi se negatiivisesti kaikkien tarkasteltujen hankevaihtoehtojen kannattavuuteen.

Ydinvoimalla on sähkön hintoja vakauttava vaikutus ja sillä on perustuotantoa arvoa sähköjärjestelmälle – tukemiseen liittyy myös riskejä



Hintavaihtelu

Ydinvoimalla on sähkön hintoja vakauttava vaikutus, mikä näyttäytyy mallinnetuissa skenaarioissa todella kalliiden hintojen vähentymisenä.

Pohjoismainen vesivoimaan perustuva sähköjärjestelmä ja sähkön hinta säilyy kuitenkin rakenteellisesti sääriippuvaisena uuden ydinvoiman rakentamisesta huolimatta.



Toimitusvarmuus

Ydinvoimalla on perustuotantona arvoa sähköjärjestelmälle ja sen merkitys toimitusvarmuuteen korostuu työssä mallinnetussa korkean kysynnän skenaariossa 2040-luvulla.



Tukimekanismin epävarmuudet

Ydinvoiman tukemiseen ja sähkömarkkinoiden toimintaan puuttumiseen voi liittyä vaikutuksiltaan myös haitallisia ja ennalta vaikeasti tunnistettavia riskejä.



Making Future