

# POHJOLAN VOIMAN TOIMINTAYMPÄRISTÖN SKENAARIOT 2040



# SISÄLLYSLUETTELO

- Osa 1 Saatesanat
- Osa 2 Skenaarioissa taustalla vaikuttavat trendit
- Osa 3 Skenaariosisällöt
- Osa 4 Skenaario 1: Pysähtyneisyys
- Osa 5 Skenaario 2: Kriisitalous
- Osa 6 Skenaario 3: Energianviejä
- Osa 7 Skenaario 4: Investointikohde

# SAATESANAT

## OSA 1.

# OSA 1: SAATESANAT

## Hyvä lukija,

energia-alan toimintaympäristö on muuttunut merkittävästi ja muutos vaikuttaa vain kiihtyvän. Päivitimme vuonna 2024 toimintaympäristön kehityksen skenaariomme, jotka oli laadittu vuonna 2021. Ymmärtääksemme paremmin tulevaisuuden mahdollisuuksia ja uhkia esitimme itsellemme jälleen kysymyksiä, kuten ”Entä, jos?” ja ”Mitä sellaista voisi tapahtua, joka ei ole ilmeistä?”.

## Mitä skenaariot ovat?

Skenaariotyön olennainen oppi on, että skenaariot eivät ole ennusteita eikä niitä tehtäessä pidä pysähtyä miettimään sitä, kuinka todennäköistä jokin on. Skenaariot ovat kokonaisvaltaisia kuvauksia mahdollisista ja vaihtoehtoisista tulevaisuuden toimintaympäristöistä. Ne kuvaavat ulkoisen toimintaympäristön kehitystä ja auttavat ymmärtämään toimintaympäristön muutoksia, tapahtumien syy-seuraussuhteita ja skenaarioiden vaikutuksia. Tässä esitetyt skenaariot liittyvät Pohjolan Voiman toimintaympäristön muutoksiin.

## Miksi skenaarioita tehdään?

Skenaariotyön avulla emme pyrkineet yhden todennäköisimmän tulevaisuuden ennustamiseen, vaan Pohjolan Voiman strategisen ajattelun, tulevaisuuteen liittyvän näkemyksen ja vuorovaikutuksen kehittämiseen. Emme yritä skenaarioiden pohjalta väittää, mitä toimintaympäristössä tulee varmasti tapahtumaan. Skenaarioiden tarkoituksena on vahvistaa edellytyksiämme ymmärtää ajankohtaisia ilmiöitä ja niiden vaihtoehtoisia kehityskulkuja sekä parantaa reagointikykyämme ja muutosvalmiutamme. Tarkoituksenamme ei myöskään ole valita yhtä skenaariota muiden jou-

kosta asettamalla skenaarioita preferenssi- tai todennäköisyysjärjestykseen, vaan tarkastella skenaarioiden muodostamaa kokonaisuutta. Tulevaisuudessa toteutuvat tapahtumakulut ovat usein yhdistelmiä eri skenaarioista.

## Miten skenaariot on rakennettu?

Pohjolan Voiman skenaariotyössä oli tarkoitus vahvistaa näkemystämme mahdollisista toimintaympäristöistä vuoteen 2040. Viimeisen parin vuoden aikana toimintaympäristö on ollut voimakkaassa muutoksessa muun muassa koronakriisin ja Ukrainan sodan sekä niiden seurausten vaikutuksesta. Esimerkiksi vauhdittunut energiamurros, yleinen kustannuskehitys, Suomen Nato-jäsenyys, arvoketjujen muutos, investointitahdin hidastuminen sekä huoltovarmuus- ja omavaraisuuskysymykset ovat laittaneet liikkeelle totutusta poikkeavia kehityskulkuja ja antaneet aiheen tarkastella tehtyjä skenaarioita uudelleen. Päivitettyihin skenaarioihin tuli merkittävä määrä muutoksia, koska tarkasteluun on otettu mukaan globaali näkökulma ja toimintaympäristön voimakas muutos.

Skenaarioiden päivitystyössä meitä tuki skenaariotyöhön erikoistunut konsulttiyhtiö Capful.

## Ilkka Tykkyläinen

Toimitusjohtaja  
Pohjolan Voima Oyj

# SKENAARIOISSA TAUSTALLA VAIKUTTAVAT TRENDIT

## OSA 2.



# SKENAARIOISSA TAUSTALLA VAIKUTTAVAT TRENDIT

## Pohjolan Voiman skenaarioiden jatkuvuudet, pysyvyydet ja varmuudet



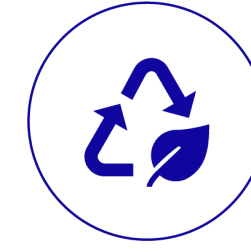
### Ilmastonmuutos ja ympäristökriisi

- Ihmistoiminnasta johtuvat ennennäkemättömät muutokset ilmastossa ja luonnon monimuotoisuudessa uhkaavat kasvavassa määrin luontoa, ihmishenkiä, elinkeinoja ja hyvinvointia ympäri maailman.
- Luontokato ja ilmastonmuutos vahvistavat toisiaan. Ne johtuvat ihmisen taloudellisesta toiminnasta. Kumpaakaan ei pysty ratkaisemaan ellei molempia torjuta yhdessä.
- Siirtyminen kohti kestävämpää yhteiskuntaa edellyttää kestävyysmurrosta. Tämä tarkoittaa muutosta kohti ekologisesti kestävää taloutta, joka ei perustu luonnonvarojen ylikulutukseen ja fossiilisiin polttoaineisiin.
- Kestävä talous nojaa vähähiilisiin sekä kiertotaloutta ja monimuotoisuutta edistäviin ratkaisuihin. Uudistavan liiketoiminnan rooli kasvaa.



### Yleinen epävarmuus

- Pällekkäiset riskit, kuten sotilaalliset kriisit, kyberuhat, ympäristökriisit, kauppasodat ja tekoälydisruptio luovat vakavia turvallisuushuolia.
- Poliittisesti monet aiemmin annettuna otetut toimintatavat ja päätökset on kyseenalaistettu ja luottamus sovittuun heikkenee.
- Edes siitä ei ole varmuutta, selviääkö demokratia nykyisestä murroksestaan. Riski sille, että ihmiset, organisaatiot ja kokonaiset valtiot kääntyvät sisäänpäin kasvaa merkittävästi.
- Jatkuvien kriisien ja epävarmuuksien keskellä ihmisten, erityisesti nuorten jaksaminen ja mielenterveys on koetuksella.
- Huoltovarmuuden ja varautumisen rooli politiikassa ja taloudessa on kasvanut. Epävarmuudesta johtuen ”rahalla on hintansa” ja tämä vaikuttaa investointihalukkuuteen.



### Resurssiniukkuus

- Globaalin väestön kasvaessa ja vaurastuessa energian, veden, viljelysmaan ja monien keskeisten raaka-aineiden tarve kasvaa voimakkaasti. Jo nyt globaali talous kuluttaa noin 1,5-kertaisesti sen, mitä maapallo tuottaa vuosittain.
- Resurssiniukkuus näkyy jo nyt korkeampina liiketoiminnan kustannuksina ja uhkaa raaka-aineiden saatavuutta tulevaisuudessa.
- Kiertotalous, jossa raaka-aineet ja resurssit pysyvät arvoketjuissa mahdollisimman pitkään, on keskeinen avain vihreään siirtymään ja ilmasto- ja biodiversiteettikriisiin
- Varsinaisen resurssien niukkuuden lisäksi tietyt kriittiset resurssit keskittyvät harvojen toimijoiden ja valtioiden käsiin.



### Teknologian kehitys

- Tekoälyn ja robotiikan kehitys etenee asteittain. Nopea kehityksen myötä organisaatioilta vaaditaan sopeutumiskykyä, ketteryyttä ja valmiutta omaksua uusia teknologioita.
- Tekoälyä ja robotiikkaa integroidaan moniin työn osa-alueisiin, mikä parantaa tehokkuutta, säästää kustannuksia ja kehittää asiakaspalvelua. Nopea kehitys asettaa myös haasteita yhteiskunnalle ja lainsäätäjille.
- Energiasektorilla teknologian kehitys näkyy esimerkiksi suunnittelu-automaation, robotisoitujen prosessien ja työtehtävien muutoksina.
- Teknologian kehittyminen mahdollistaa ja vauhdittaa uusien kiertotalouteen ja vihreään siirtymään liittyvien innovaatioiden kehittämisen.
- Tekoälyn ja automatisaation nopea kehitys luo myös sosiaalisia, taloudellisia ja teknologisia riskejä.

# SKENAARIOSISÄLLÖT

## OSA 3.



# SKENAARIOT LYHYESTI

Neljä vaihtoehtoista Pohjolan Voiman toimintaympäristöä vuodelta 2040



## Skenaario 1 "Pysähtyneisyys"

Epämääräinen kansainvälinen tilanne ja heikko talouskehitys jarruttavat kehitystä. Suomen talous supistuu ja kärsii investointien puutteesta. Energian tarve säilyy ennallaan, eikä tuotantoa juurikaan uudisteta.



## Skenaario 2 "Kriisitalous"

Sotaisa ja kriisiytynyt maailma vaikuttaa Suomeen voimakkaasti; talous sakkaa ja yhteiskunta kurjistuu. Energiankulutus vähenee ja kaikki tuotantomuodot pysyvät huoltovarmuuden korostuessa hyväksytyinä. Varautuminen korostuu.



## Skenaario 3 "Energianviejä"

Globaali blokkikilpailu ei johda vakavaan kriisiin ja Euroopan talous kasvaa kohtuullisesti. Suomi tuottaa puhdasta energiaa eurooppalaiselle teollisuudelle, muttei itse onnistu houkuttelemaan huomattavia teollisuusinvestointeja.



## Skenaario 4 "Investointikohde"

Viileä yhteisymmärrys Kiinan ja USA:n välillä luo stabiilin tilanteen, jossa taloudet kasvavat. Kovista kestävyysvaatimuksista hyötyvä Suomi tuottaa merkittävästi puhdasta energiaa, mikä houkuttelee investointeja.



# PÄIVITETTYJEN SKENAARIOIDEN KITEYTYKSET

## Neljä vaihtoehtoista Pohjolan Voiman toimintaympäristöä vuodelta 2040

	Skenaario 1 ”Pysähtyneisyys”	Skenaario 2 ”Kriisitalous”	Skenaario 3 ”Energianviejä”	Skenaario 4 ”Investointikohde”
<b>Geopolitiikka, talous, EU, vastuullisuus, teknologia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geopoliittinen tilanne on hyvin yksinapainen. Yhdysvallat on merkittävä suurvalta ja suurin talous. Kiinan ”kupla on puhjennut” ja se kärsii talousvaikeuksista</li> <li>Taloukasvu on matalaa ja korkotaso on korkeahko.</li> <li>Hajaantunut ja päätöksentekokyvytön EU myötäilee USA:n globaalia johtajuutta.</li> <li>Kestävyyssmurroksen tavoitteet ja toteutus pirstaloituvat alueellisesti.</li> <li>Teknologian kehitys eriytyy voimakkaasti rajoittajiin ja vapauttajiin.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geopoliittinen tilanne on epävakaa ja sota Euroopassa laajenee.</li> <li>Talouden kokonaiskuva on kurjistuva ja kaksijakoinen. Korot ovat korkeat.</li> <li>EU jakautuu ja Pohjola vahvistaa keskinäistä yhteistyötään.</li> <li>Talouksien ajautuessa kriisiin vihreältä siirtymältä on kadonnut sekä poliittisten päättäjien että kansalaisten tuki.</li> <li>Valtiot monopolisoivat teknologiaa ja kehittävät sitä aggressiivisesti sotilas- ja turvallisuuskäyttöön.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kolme vahvaa blokkia USA, Kiina ja EU käyvät geopoliittista suurvaltakilpailua. BRICS-maat haastavat länttä.</li> <li>Taloukasvu on keskinkertaista ja korkotaso on kohtuullinen.</li> <li>EU saa liittovaltiomaisia rakenteita. Sen sisämarkkinat ja yhteistyö vahvistuvat.</li> <li>Pariisin ilmastopöytäkirjan tavoitteisiin sitoudutaan globaalisti, mutta osin vastahakoisesti</li> <li>Tekoälyn kehitystä ja käyttöä rajoitetaan kansainvälisesti turvallisuussyistä.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>USA ja Kiina hallitsevat kaksinapaista maailmaa ja maiden välillä vallitsee kylmä yhteisymmärrys.</li> <li>Talouden kehitys on globaalisti vahvaa ja korkotaso on alhainen.</li> <li>EU on konfliktien vahvistama dynaaminen ja nykymuotoinen.</li> <li>Kunnianhimoisia reguloituja ilmastotoimia ajetaan globaalisti.</li> <li>Digitalisaatio läpileikkaa yhteiskunnan toimintoja. Tekoäly kehittyy voimakkaasti ja kiihdyttää teknologian kehitystä.</li> </ul>
<b>Kilpailukyky, investoinnit, sähköistyminen, sähkön kulutus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suomi ei houkuttele investointeja. Nykyinen teollisuus ei uudistu ja teollisuutta poistuu.</li> <li>Energiaintensiivisen teollisuuden supistumisen vuoksi sähkön kulutus pysyy ennallaan tai jopa vähenee.</li> <li>Sähköistymiskehitys etenee liikenteen ja lämmityksen puolella.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suomen talous sakkaa ja yhteiskunta kurjistuu. Sotateollisuus menestyy.</li> <li>Kriisitalous ohjaa Suomen teollisuutta. Kansainväliset ja kotimaiset teollisuuden investoinnit ovat vähentyneet radikaalisti. Kiertotalouteen panostetaan pakon edessä.</li> <li>Sähkön kulutus vähenee energiatehokkuuden kehityksen ja kysynnän vähentymisen myötä.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suomi tuottaa puhdasta energiaa eurooppalaiselle teollisuudelle, muttei itse onnistu houkuttelemaan teollisuusinvestointeja.</li> <li>Suomesta tulee eurooppalaisen teollisuuden päästöttömyyttä tukeva puhtaan energian vientimaa.</li> <li>Sähkön tuotantoon, joustoratkaisuihin ja varastointiin panostetaan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kilpailukyky on voimissaan ja korkean jalostusasteen investointeja syntyy. Kilpailu investoinneista on kiihtynyt.</li> <li>Sähkön tuotanto ja kulutus kasvavat huomattavasti.</li> <li>Suomen 24/7 saatavilla oleva, ennustettava sähkö houkuttelee vetyyn ja biogeeniseen hiilidioksidin ja niistä jalostettaviin lopputuotteisiin liittyviä investointeja.</li> </ul>
<b>Tuotantomuodot, energiamarkkinat, energiaverkot, kilpailukenttä</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ydinvoima on kohtuullisen hyväksyttyä, mutta vastustus on nousussa. Lisäksi on uusiutuvaa ja fossiilista tuotantoa.</li> <li>Venäjä-suhteiden elpymisen myötä on tapahtunut asteittainen lähentyminen Venäjän markkinaan.</li> <li>Energiaverkkojen osalta nojaututaan nykyiseen malliin.</li> <li>Isot kansainväliset energiayhtiöt hallitsevat kilpailukenttää ja konsolidaatiokehitys etenee.</li> <li>Teknologiatoimijat kasvattavat rooliaan arvoketjuissa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sähköistyminen etenee hitaasti</li> <li>Lähes kaikki tavat tuottaa energiaa pysyvät hyväksytyinä, polttamisen osuus säilyy, mutta uusiutuvien investoinnit hyytyvät.</li> <li>Energiainfrastruktuurin uudistamiseen ei panosteta ja erityisesti lämmön puolella vikatilanteet yleistyvät.</li> <li>Energiamarkkinoiden toimintamalli on keskusjohtoinen, jossa omavaraisuus ja huoltovarmuus korostuvat.</li> <li>Paikallisilla ja alueellisilla toimijoilla on merkittävä rooli energiaomavaraisuuden ja toimitusvarmuuden turvaamisessa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energiantuotanto pohjautuu merkittävilta osin maa- ja merituulivoimalla, ydinvoimalla sekä pumppuvoimalla tuotettuun sähkөөn,</li> <li>Lämmöntuotanto on lähes täysin sähköistynyt. CHP-laitoksia on korvattu sähkökattiloilla, lämpöpumpuilla ja hukkalämpöjen hyödyntämisen avulla.</li> <li>Verkkoinvestoinnit lisääntyvät, EU tukee rajasiirtoyhteyksien vahvistamista.</li> <li>Eurooppalaisilla energiamarkkinoilla on yhteiset kaikkia sitovat pelisäännöt.</li> <li>Kilpailukentällä vahva yhteistyö eri energia-alan toimijoiden ja sidosryhmien välillä.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energiajärjestelmän vakautta ja varmuutta on kehitetty ydinvoimatuotannon lisäpanostuksilla. Myös tuuli- ja aurinkovoimaa on kehitetty entisestään.</li> <li>Toimijat panostavat varastoinnin kehittämiseen ja joustoratkaisuihin.</li> <li>Pohjoismaissa on yhteiset energiamarkkinat ja rinnalla on kansallisia markkinoita muualla Euroopassa.</li> <li>Vetyverkkoihin investoidaan merkittävästi ja tavoitteena on vetytalouden kehittäminen.</li> <li>Kilpailukentällä paljon uusia toimijoita, jotka disruptoivat alaa mm. alustamallien kautta.</li> </ul>



- + Lisääntyy / kasvaa
- Vähenee / laskee
- +/- Pysyy suunnilleen samana

# KESKEISTEN MUUTTUIJEN KEHITYS SKENAARIOISSA

Muuttujat	Skenaario 1 ”Pysähtyneisyys”	Skenaario 2 ”Kriisitalous”	Skenaario 3 ”Energianviejä”	Skenaario 4 ”Investointikohde”
Suomen BKT markkinahintaan	-	--	+	++
Kv-suhteiden kehitys	-	--	+	++
Markkinoiden avoimuus	-	---	+	++
Teolliset investoinnit	-	--	+	+++
Energiateollisuuden investoinnit	-	-	++	+++
Rajasiirtokapasiteetti Suomesta/Suomeen	+/-	+/-	+++	++
Rajasiirtokapasiteetti Pohjoismaista/Pohjoismaihin	+/-	-	+++	++
Vesivoiman tuotanto	+/-	+/-	+	- (pumppuvoima +)
Tuulivoiman tuotanto	+	+/-	++	+++
Ydinvoiman tuotanto	+/-	-	+++	++
Tuotanto biomassalla	+	++ (turve)	-	--
Sähkönkulutus Suomessa	+/-	--	++ (erit. lämmitys)	+++
Tuotanto fossiilisilla	+ (maakaasu)	++	--	--
Vedyn rooli	+/-	-	++	+++
Varastointikapasiteetti	+	+/-	+	++
Hiilineutraaliustavoitteet	-	--	++	+++
E-hiilivedyt	+/-	+/-	++	++



A dynamic, high-speed photograph of water splashing, creating a sense of movement and energy. The water is captured in various stages of motion, from a sharp splash to a more diffuse spray, all in shades of blue and white.

# SKENAARIO 1 PYSÄHTYNEISYYS

## OSA 4.



# Skenaario 1: ”Pysähtyneisyys” 1/2

## KIINA –RIIPPUVUUKSISTA PYRISTELLÄN EROON JA TALOUSKASVU SAKKAA

Geopoliittinen tilanne on hyvin yksinapainen. Yhdysvallat on merkittävä suurvalta ja maailman suurin talous, joka sanelee pitkälti myös kansainväliset säännöt. Kilpailu on kovaa ja ulkomaisten yritysten pääsyä USA:n markkinoille on vaikeutettu markkinoita säänteleviä lakeja muuttamalla. Maiden väliset talousnäkyvät ovat eriytyneissä, isossa kuvassa talouskasvu jää aiempaa alemmalle tasolle.

Venäjän uhka on lieventynyt Ukrainan sodan päättyttyä ja vallan vaihduttua nykyistä maltillisemmaksi. Myös Kiinan ”kupla on puhjennut” ja maa kärsii talousvaikeuksista. Tästä huolimatta Kiinaa pidetään USA:n kansallisessa turvallisuusstrategiassa yhä merkittävänä geopoliittisena haasteena. USA:n protektionismi ja tuotantoketjujen kotiuttaminen jatkuu ja voimistuu. Tuotantoa järjestellään ”ystävällisten maiden kesken”. Tästä tarjoutuu Euroopan yrityksille joitain uusia mahdollisuuksia.

Kiinaan liittyvistä epävarmuuksista johtuen myös muut maat ja niissä toimivat yritykset purkavat Kiina-riippuvuuksiaan hajauttamalla tuotanto- ja toimitusketjuja muualle Kaakkois-Aasiaan ja Eurooppaan. Kiina-riippuvuuksista irrottautuminen hidastaa merkittävästi energiamurrosta. Erityisesti aurinko- ja tuulivoimateknologioiden sekä akkuvarastoinnin raaka-aineiden ja varastointiteknologioiden kehitys on hidastunut huomattavasti.

## EU:N PÄÄTÖKSENKYKY RAMPAUTUU SISÄISTEN RISTIRIITOJEN VUOKSI

Hajaantunut sekä päätöksentekokyvytön EU joutuu myötäilemään Yhdysvaltojen globaalia johtajuutta. ”Amerikka ensin” -ajattelu on vahvaa ja EU:n suuntaan kohdistuvat kaupankäynnin rajoitteet ja epäedullinen sääntely vahvistuvat. USA pystyy vaikuttamaan aiempaa enemmän myös Euroopan sääntely-ympäristöön. Jotkut EU:n jäsenmaista tekevät yhä pysyvämpiä irtiottoja liberaaleista arvoista ja luovat suhteita Venäjän suuntaan edullisen energian ja kauppasopimusten toivossa.

Osa EU-maista pyrkii yhä ajamaan melko kunnianhimoista ympäristöpolitiikkaa, mutta laitaoikeistolaisimmat maat vastustavat ympäristötoimia. Tämä johtaa ympäristöregulaation tiukennusten hylkäämiseen ja paikoittain päinvastaiseen kehitykseen. Ympäristöä hyödyttävät, mutta monesti kalliimmat investoinnit esim. uusiutuvaan energiaan joutuvat vastatuuleen. EU-tasoisista hiilineutraalisuus- ja luontotavoitteista (mm. luonnon monimuotoisuus) ollaan valmiita tinkimään, ja toimia toteutetaan osin hidastetulla aikataululla.

Ympäristöpolitiikka on jatkuva kädenväännön aihe myös kansainvälisellä tasolla. Vaikka Kiinan kaltaiset keskusjohtoiset maat pystyvät tarvittaessa tekemään (ja myös paikoitellen te-

kevät) nopeampia ja vaikuttavampia päätöksiä ympäristön ja ilmaston osalta, pirstaloituvat kestävyysmurroksen tavoitteet ja toteuttaminen alueellisesti. Tästä johtuen ilmastotoimet ovat kokonaisuudessaan riittämättömiä. Ilmasto onkin matkalla reilusti 1,5 asteen ylittävään lämpenemiseen vuoteen 2050 mennessä. Muuttuva ilmasto ja levottomuudet ajavat globaalia muuttoliikettä. Päästökaupasta on käytännössä luovuttu. Ilmasto-, talous- ja sotapakolaisuus Eurooppaan lisääntyvät, mikä voimistaa edelleen laitaoikeiston nousua.

## EPÄVARMUUS JA TUKIEUROJEN PUUTE KARKOTTA TEOLLISUUTTA

Pitkään jatkunut epävarmuus, heikko talouskasvu sekä korkeahko korkotaso ovat vaikeuttaneet teollisuuden tilannetta Suomessa. Kysyntä on heikkoa, eikä vienti kasva riittävästi. Sekä sääntely-ympäristö yhdistettynä heikkoon talouskehitykseen tekee Suomesta ja osin EU:s-takin vähemmän houkuttelevan alueen innovatiivisille yrityksille. Investoinnit suuntautuvat sinne, missä kyetään tarjoamaan merkittäviä tukia ja pitkäaikaisempaa näkymää regulaatioon.

Investointiympäristön ollessa heikko, nykyisen teollisuuden uudistuminen ei etene toivotulla nopeudella. Teollisuutta myös poistuu Suomesta osin siksi, ettei se kykene päivittämään tuotetarjontansa, osin siksi, että muualla on suotuisimmat edellytykset toiminnalle. Energiain-tensiivisen teollisuuden supistumisen vuoksi myös sähkön kulutus pysyy ennallaan tai jopa vähenee. Sähköistyminen etenee yhteiskunnan muilla osa-alueilla, kuten liikenteessä ja lämmityksessä, mutta teollisuuden supistumisen aiheuttama muutos kumoaa muilla sektoreilla tapahtuneen kasvun vaikutuksen.

## EUROOPAN ENERGIANTUOTANTOPALETISSA FOSSIILISET JA UUSIUTUVAT TÄYDENTÄVÄT YDINVOIMAN MERKITTÄVÄÄ ROOLIA

Uusiutuvan energian kasvua ovat 2020-luvun alkupuolen rajun kasvuvaiheen jälkeen rajoittaneet useat eri tekijät. Eurooppalainen poliittinen ilmapiiri on kokenut muutoksen, kun ilmastotavoitteista ollaankin valmiita tinkimään. Vihreän siirtymän tukia on leikattu samalla, kun korkotaso on pysynyt melko korkeana. Pula uusiutuvan tuulivoima- ja aurinkovoimatuotannon tarvitsemista raaka-aineista ja komponenteista on hidastanut vihreän siirtymän edistymistä.

Energiajärjestelmän uudistumista on hidastanut myös suurien investointien välttely. Panostukset on pistetty ensisijassa nykyisten tuotantolaitosten elinkaaren pidentämiseen ja tuotannon tehostamistoihin. Tämä näkyy esimerkiksi siinä, että nykyisten ydinvoimaloiden käyttöikä on jatkettu. Kaikkiaan perinteistä ydinvoimaa hyödynnetään paljon. Ydinvoimalla on Euroopan maissa laaja hyväksyntä ja sillä tuotetaan merkittävä osa sähköstä. Muutamia uusiakin investointeja on tehty. Suuren kokoluokan ydinvoimaprojekteja on käynnistetty varsinkin perinteisissä ydinvoimamaissa.

## SKENAARIO 1

Suomen BKT markkinahintaan	-
Kv-suhteiden kehitys	-
Markkinoiden avoimuus	-
Teolliset investoinnit	-
Energiateollisuuden investoinnit	-
Rajasiirtokapasiteetti Suomesta/Suomeen	+/-
Rajasiirtokapasiteetti Pohjoismaista/Pohjoismaihin	+/-
Vesivoiman tuotanto	+/-
Tuulivoiman tuotanto	+
Ydinvoiman tuotanto	+/-
Tuotanto biomassalla	+
Sähkönkulutus Suomessa	+/-
Tuotanto fossiilisilla	+
Vedyn rooli	+/-
Varastointikapasiteetti	+
Hiilineutraaliustavoitteet	-
E-hiilivedyt	+/-



# Skenaario 1: ”Pysähtyneisyys” 2/2

Pienten modulaaristen ydinvoimalaitosten kehitystä on kansainvälisellä tasolla edistetty monin eri tavoin. Suomessa sitä vastoin pienet modulaariset ydinvoimalaitokset eivät ole kilpailukykyisiä eivätkä sen takia tarpeellisia ja tämän myötä niiden luvitus ei ole niin nopeaa ja joustavaa, kuin toimijat haluaisivat, eikä niiden edistämistä tueta. Myös SMR:n hyväksyttävyydessä on selkeitä alueellisia eroja.

Yleinen asenneympäristö mahdollistaa lisääjän polttamiselle, myös Pohjoismaissa. Erityisesti keskisessä Euroopassa hyödynnetään edelleen merkittävässä määrin fossiilisia polttoaineita, jopa kivihiiltä. Suomen lämmöntuotannossa erityisesti metsäteollisuuden sivutuotteiden polttamisella on ratkaisevan tärkeä rooli. Haaveita vähittäisestä polttamisesta luopumisesta kuitenkin elätellään ja siinä SMR-ratkaisut nähdään yhtenä merkittävänä keinona kaupunkien kaukolämpötarpeen kattamiseksi.

Kaasun rooli Euroopan energiajärjestelmässä on merkittävä ja sitä käytetäänkin ennen kaikkea ns. ”siltapolttoaineena” siirryttäessä pois kivihiilestä. Kaasumootoreita ja -turbiineja käytetään energian tasaamiseen, säätövoimaksi tietyissä Euroopan maissa. Nämä energiamurroksen siirtymäkauden ratkaisut mahdollistavat pyrkimyksen vähäpäästöiseen energiajärjestelmään. Venäjä-suhteiden elpymisen myötä myös venäläisen kaasun käyttö jatkaa kasvuaan ja tämä näkyy erityisesti Itä- ja Keski-Euroopan maiden energiaportfoliossa. LNG:n lisäksi hyödynnetään venäläistä putkikaasua. Myös liikettä takaisin Venäjän rahoittamaan ydinvoimateknologiaan on nähtävissä Itä- ja Keski-Euroopassa.

Sähkön hinnan vaihtelu ja ajoittaiset korkeat hinnat ovat saaneet osakseen voimakasta kriittisyyttä, minkä johdosta hyvä sähkön toimitusvarmuus ja hintavaihteluiden kohtuullistaminen on otettu tärkeiksi tavoitteiksi. Käyttöön otetun kapasiteettimekanismin avulla onkin haluttu varmistaa perusvoiman riittävyys kotitalouksien ja elinkeinoelämän tarpeisiin huippukulutuksen tunteina ja huolehtia kohtuuhintaisen sähkön riittävydestä myös esimerkiksi pidempien pakkasjaksojen aikana. Kapasiteettimarkkinan todellinen tarve on kuitenkin jäänyt vähäiseksi kaasun ja hiilen käytön johdosta. Suomen energiajärjestelmässä vesivoimalla on edelleen ratkaisevan tärkeä rooli kaivatun säätövoiman tuottamisessa.

Energiaverkkojen kehittämiseen ja integroitumiseen ei juurikaan panosteta, vaan verkkojen osalta nojaututaan pitkälti nykyiseen malliin. Merkittävään sähköverkkojen vahvistamiseen ei ole tarvetta sähkön kulutuksen pysyessä nykyisellään ja uusiutuvan tuotannon kehityksen hidastuessa. Kaukolämpö- ja kaasuverkoilla on edelleen merkittävä rooli ja niiden ylläpidosta huolehditaan. Vetyverkkoja kehitetään vain joillakin yksittäisillä alueilla, paikallisen teollisuuden ja vedyntuotannon tarpeita vastaaviksi.

## ISOT KANSAINVÄLISET TOIMIJAT VALTAAVAT ENERGIA-ALAA JA KONSOLIDOITUMISKEHITYS KIIHTYY

Monikansalliset energiayhtiöt, joilla on huomattava markkinavoima ja vaikutusvaltaa häiritsevät perinteisiä energia-alan toimijoita. Maailmanlaajuinen läsnäolo antaa niille mahdollisuuden hajauttaa riskejä, päästä uusille markkinoille ja suojautua talouden epävakaudelta.

Yritystojen myötä toimijakentässä tapahtuukin muutoksia. Toimijat, jotka pystyvät hyödyntämään edistyneen teknologian avulla valtavan määrän dataa, ottavat suuremman roolin arvoketjuissa. Monet suuret energiayhtiöt harjoittavat vertikaalista integraatiota, jolloin niillä on omaisuutta ja toimintoja useissa energia-alan arvoketjun vaiheissa ja useilla eri alueilla. Kehnoimpaan taloustilanteeseen joutuneet energiayhtiöt joutuvat yritystojen kohteeksi tai poistuvat kokonaan markkinoilta. Myös kuntatalouden heikko tilanne on johtanut siihen, että kunnat ovat myyneet omistuksiaan paikallisista yhtiöistä.

## INFORMAATIOTEKNOLOGIAN KEHITTÄMINEN JA HYÖDYNTÄMINEN ON ERIYTYNUT VOIMAKKAASTI HYÖDYNTÄJIIN JA RAJOITTAJIIN

Informaatioteknologian kehitys on voimakkaasti eriytynyt. Osa maista ja toimijoista haluaa tehdä radikaalejakin toimia kehityksen rajoittamiseksi, osa puolestaan kuuluu ns. vapauttajien leiriin ja edistää mahdollisimman vapaata datan ja teknologian hyödyntämistä esimerkiksi palveluiden kehittämisessä. Energiasektorilla informaatioteknologian kehittäminen on auttanut lisäämään erityisesti energiatehokkuutta.

Rajoittamiskehitykseen on vaikuttanut tiedon ja teknologian käyttö hyvin kyseenlasiin tarkoituksiin ja epäeettiseen toimintaan. Disinformaation leviäminen digitaalisten kanavien kautta, kuvan ja äänen manipulointi sekä tietovarkaudet ovat aiheuttaneet haasteita tiedon luotettavuudelle ja sen jakamiselle. Tämä saa väestön ja joidenkin suurempien toimijoiden mielipiteet kääntymään digitalisaatiokehitystä vastaan jopa siinä määrin, että itseä koskevat tiedot halutaan blokata. Kilpailu yksityisyydensuojasta kiihtyy.

EU ottaa tiukan linjan ja rajoittaa tekoälyn kehitystä voimakkaalla regulaatiolla. Tämä johtaa siihen, että alue ja sen toimijat pelaavat itsensä ulos AI-kilpailusta. Euroopan jäädessä jälkeen tekoälyn kehittämisessä, myös AI-yritysten omistukset valuvat Euroopan ulkopuolelle.

## SKENAARIO 1

Suomen BKT markkinahintaan	-
Kv-suhteiden kehitys	-
Markkinoiden avoimuus	-
Teolliset investoinnit	-
Energiateollisuuden investoinnit	-
Rajasiirtokapasiteetti Suomesta/Suomeen	+/-
Rajasiirtokapasiteetti Pohjoismaista/Pohjoismaihin	+/-
Vesivoiman tuotanto	+/-
Tuulivoiman tuotanto	+
Ydinvoiman tuotanto	+/-
Tuotanto biomassalla	+
Sähkönkulutus Suomessa	+/-
Tuotanto fossiililla	+
Vedyn rooli	+/-
Varastointikapasiteetti	+
Hiilineutraaliustavoitteet	-
E-hiilivedyt	+/-



A dynamic background image showing a close-up of water splashing, with many bubbles and droplets in motion, creating a sense of energy and movement. The color palette is various shades of blue.

# SKENAARIO 2 KRIISITALOUS

OSA 5.



# Skenaario 2: ”Kriisitalous” 1/2

## KANSAINVÄLISTEN JÄRJESTELMIEN RAKENTEET MURTUVAT JA EU NATISEE LIITOKSISTAAN

Geopoliittinen tilanne on epävaka ja sota Euroopassa laajenee. Autoritaarinen hallintatapa valtaa alaa demokralialta. USA:n vaikutusvalta ja sen kyky sekä halukkuus toimia Natossa ovat heikentyneet sisäisten ristiriitojen kärjistymisen vuoksi. Epävakaus johtaa globaalisti sääntöpohjaisuuden murtumiseen. Venäjän ja Kiinan vaikutusvalta kasvaa, joskin Kiinan talous kärsii irtikytkennoistä. Kiinan johto joutuu turvautumaan yhä autoritaarisempaan hallintaan tyytymättömyyden kasvaessa. Kiinan ja Venäjän ote Afrikasta on vahvistunut niiden ajaessa omia kaupallisia ja suurvaltaintressejään. Huomattava osa teknologisista innovaatioista syntyy Länsimaiden ulkopuolella.

Sotaisa maailmantilanne johtaa nykyistä suurempiin väestöliikkeisiin. Monet maat ovat valmiita estämään siirtolaisuutta jopa voimankäytöllä. Siirtolaisuus voimistaa myös Euroopassa äärioikeiston kannatusta sekä integraatiokehityksen vastustajien äänenpainoja. Niiden päämääränä on mm. yhteisistä perussopimuksista luopuminen. Esimerkiksi Euroopassa monet maat ovat palauttaneet rajatarkastukset ja käyttävät tarvittaessa aseellistakin voimaa pakolaisten maahanpääsyn estämiseksi. Osa EU:n jäsenistä haluaa kuitenkin edelleen viedä integraatiokehitystä vahvasti eteenpäin. Ääripäät johtavat EU:n sisäiseen jakautumiseen. EU:n natistessa liitoksistaan Pohjoismaat vahvistavat yhteistyötään. Tavoitteena on luoda vahva Pohjola, joka pyrkii olemaan sekä Euroopassa että globaalisti tärkeä toimija.

Eriasteiset ja -laajuiset konfliktit sekä sabotaasi yleistyvät Euroopassa. Maiden huoltovarmuutta koetellaan hybridivaikuttamisen muodossa. Suomeen kohdistuu sotilaallista uhkaa, joka ei ole vielä kuitenkaan realisoitunut sodaksi.

## TALOUS SAKKAA JA YHTEISKUNTA KURJISTUU

Aiemmin sovittuihin asioihin ei voi luottaa ja esimerkiksi kaupankäyntiä määrittäneet toimintamallit eivät enää päde. Epävakaus haastaa erityisesti globaaleja toimitusketjuja, mikä johtaa viivästyksiin ja saatavuusongelmiin. Kansainvälisten toimitusketjujen täydellinen irtikyttä ei ole mahdollista, mutta valtiot pyrkivät huolehtimaan strategisesta omavaraisuudesta ja määrittelevät uudelleen valtioiden välisiä keskinäisriippuvuuden ehtoja. Toimitusketjuja pyritään vahvistamaan parantamalla tiedonkulkua ja ennustettavuutta, käyttämällä useampia alihankkijoita sekä kehittämällä vaihtoehtoisia kotimaisia tuotteita. Itämeren tilan-

teen ollessa kireä, Suomi pyrkii varmistamaan toimituksiaan enenevässä määrin pohjoisten maarajojen kautta. Erittäin voimakas riippuvuus merikuljetuksista on kuitenkin vieläkin todellisuutta ja Itämeren turvallisuustilanteen muutoksilla on aina nopeita ja vakavia vaikutukset Suomeen.

Kauppasodat kärjistyvät hidastaen maailmantalouden ja -kaupan kasvua. Valtioiden asettamat tullit haittaavat myös niiden omaa teollisuutta. Talouden kokonaiskuva on kaksijakoinen. Osa valtioista selviää paremmin, mutta monen maan taloudet ajautuvat kriisiin ja näivettyvät. Suomi kuuluu tähän häviäjien joukkoon.

Suomen väestö vanhenee ja huoltosuhde heikkenee samalla, kun yhteiskunta köyhtyy ja eriarvoistuu. Tämä lisää epävakautta ja heikentää yhteiskuntarauhaa. Kansalaisten kriisinsietokyky on koetuksella sotaisassa maailmantilanteessa. Korkean tason osaajia ei kiinnosta kurjistuva maa ja maastamuutto yleistyy samalla, kun pakolaisten maahanpääsyä rajoitetaan. Väestönkehitys kääntyy laskuun.

## KRIISI VIE POHJAN INVESTOINNEILTA JA TUEN VIHREÄLTÄ SIIRTYMÄLTÄ

Teollisuuden investoinnit ovat Euroopassa lähes jäissä sekä epävarman geopoliittisen tilanteen että heikkojen talousnäkökymien vuoksi. Esimerkiksi merkittävät Saksan markkinat eivät vedä ja vienti on hyytynyt. Poukkoileva regulaatio ja selkeästi vähentyneet tuet hidastavat sekä uusien teollisuusinvestointien toteutumista että uusien teknologioiden käyttöönottoa. Pääsääntöisesti regulaatio ja sen valvonta vähenevät, mikä näkyy vastuullisuus- ja eettisyysperiaatteista lipsumisena.

Sodan laajentuessa Euroopassa, maat ovat entisestään lisänneet sotateollisuuden hankintojaan. Sotateollisuus ja turva-ala ovat lähes ainoita menestyjiä, myös Suomessa. Sotateollisuus sivuhaaroinen työllistää ihmisiä, mutta vie resursseja muilta teollisuuden aloilta.

Uusien innovaatioiden avulla pyritään luomaan ratkaisuja erityisesti huoltovarmuuteen ja kiertotalouteen liittyen. Kiertotalous on suhteellisessa nousussa, pääosin resurssipulan pakottamana. Sodan uhan pysyessä korkealla maat vahvistavat omavaraisuuttaan ja pyrkivät turvaamaan raaka-aineiden saantia yllättävissäkin markkinahäiriöissä. Suomi tekeekin panostuksia materiaalien käytön ja kierron tehostamiseen.

SKENAARIO 2		
Suomen BKT markkinahintaan	--	--
Kv-suhteiden kehitys	--	--
Markkinoiden avoimuus	---	---
Teolliset investoinnit	--	--
Energiateollisuuden investoinnit	-	-
Rajasiirtokapasiteetti Suomesta/Suomeen	+/-	+/-
Rajasiirtokapasiteetti Pohjoismaista/Pohjoismaihin	-	-
Vesivoiman tuotanto	+/-	+/-
Tuulivoiman tuotanto	+/-	+/-
Ydinvoiman tuotanto	-	-
Tuotanto biomassalla	++	++
Sähkönkulutus Suomessa	--	--
Tuotanto fossiilisilla	++	++
Vedyn rooli	-	-
Varastointikapasiteetti	+/-	+/-
Hiilineutraaliustavoitteet	--	--
E-hiilivedyt	+/-	+/-



## Skenaario 2: ”Kriisitalous” 2/2

Talouksien ajautuessa kriisiin kunnianhimoiselta vihreältä siirtymältä on kadonnut sekä poliittisten päättäjien että kansalaisten tuki. Globaalin politiikan painopiste on luonnon ja ympäristön sijaan talouden ja elintason tukemisessa. Ilmaston lämpeneminen kiihtyy ja sään ääri-ilmiöt yleistyvät. Maailma on matkalla kohti 3 asteen lämpenemistä (v. 2050). Lämpenemisen vaikutuksiin sopeutumiseen joudutaan käyttämään yhä enemmän resursseja.

### OMAVARAISUUS, HUOLTOVARMUUS JA ENERGIATEHOKKUUS KOROSTUVAT ENERGIARATKAISUISSA

Geopoliittinen epävarmuus ja heikko taloudellinen tilanne rajoittavat energijärjestelmän kehittämistä. Teollisuuden ja liikenteen sähköistyminen etenee nihkeästi. Pula esimerkiksi akkumateriaaleista ja kriittisistä komponenteista hidastaa merkittävästi kehitystä. Energia-köyhyyttä ja kilpailua raaka-aineista esiintyy niin kansainvälisellä kuin kansallisellakin tasolla. Energiatehokkuuden lisäämiseen on todellista motivaatiota niin teollisuuden, asumisen, palveluiden kuin liikenteenkin puolella.

Suomessa energian kokonaiskysyntä on laskussa, jolloin energiantuotantoakaan ei tarvitse merkittävästi lisätä. Investoinnit kohdistuvat lähinnä omavaraisuuden kasvattamiseen ja ylläpitämiseen. Asenneilmapiirin ja poliittisen suhtautumisen muuttumisen myötä lähes kaikki tavat tuottaa energiaa pysyvät hyväksytyinä. Pelotteet ydinuhasta sekä ydinvoimaloihin kohdistuvien sabotaasien uhka ovat kuitenkin yleistyneet ja tämä on johtanut ydinvoimavastaisuuden lisääntymiseen kansalaisten keskuudessa.

Polttamisen jatkaminen nähdään välttämättömänä epävarmoina aikoina. Perinteisten fossiilisten polttoaineiden ohella hyödynnetään mm. teollisuuden sivuvirtoja ja jätteitä. Puu-pohjaisilla polttoaineilla ja turpeella on Suomessa edelleen merkittävä rooli erityisesti lämmöntuotannossa. Lämmön ja sähkön yhteistuotantokapasiteetti alkaa kuitenkin vähitellen rapautumaan. Monet laitokset ovat tulleet käyttöikänsä päähän ja vikatilanteet yleistyvät.

2020-luvun tuulivoimainvestointien buumi on kuihtunut, eikä uusia tuulivoima- ja aurinkovoimainvestointeja ole juuri toteutettu. Vaikka investoinnit uusiutuvaan tuotantoon ovat lähes jäissä, energijärjestelmän tekninen kehittäminen ja digitalisaatiota edistävien ratkaisujen hyödyntäminen etenevät asteittain. Itse asiassa sotatilanne on jopa vauhdittanut AI- ja ICT-innovaatioiden kehittämistä. Teollisuus- ja energiatoimijoihin sekä laitteisiin ja kulkuneuvoihin kohdistuneista kyberhyökkäyksistäkin onnistutaan selviämään tehokkaan suojautumisen ansiosta.

Vallalla on keskusjohtoinen toimintamalli, jossa omavaraisuus ja huoltovarmuus korostuvat. Poikkeuslainsäädäntöä on sovellettu ja kriittisintä energian tuotantokapasiteettia väliaikaisesti sosialisoitu. Energian käyttäjiä suojellaan palaamalla reguloidumpaan markkinaan ja osin jopa hintasääntelyyn. Hinnat ovat tästä huolimatta melko korkealla tasolla. Rajasiirrot muihin pohjoismaihin toimivat yhä markkinaehtoisesti, mutta yhteydet ja energian saatavuus naapurimaista ovat aiempaa epävarmommalla pohjalla, johtuen osin Venäjän häirinnästä, osin kunkin maan pyrkimyksistä varmistaa ensisijaisesti oma huoltovarmuutensa ja edes jollain tasolla kohtuulliset energian hinnat.

### VERKKOIHIN EI TEHDÄ UUSIA KORJAUSINVESTOINTEJA JA VIKATILANTEET KIUSAAVAT ENERGIANSIIRTOA

Energiainfrastruktuurin kokonaisvaltaiseen suunnitteluun ja kehittämiseen ei panosteta riittävästi. Eri verkkojen välinen integroituminen ja joustojen mahdollistaminen eivät siis juuri etene. Infraa kehitetään lähinnä toimijoiden omista lähtökohdista käsin. Kehitystä haittaavat myös materiaalien ja komponenttien, kuten esimerkiksi kaapeleiden, muuntamoiden ja mikrosirujen saatavuusongelmat. Suomessa 2020-luvulla toteutetuista sähköverkkoinvestoinneista johtuen sähköverkon tekninen käyttöikä ei kuitenkaan vielä ole tullut vastaan.

Valtioiden rajat ylittävää siirtoinfraa kehitetään hitaasti. Normaalitylanteessa Pohjoismaiden välinen siirto toimii, mutta melko yleisissä ongelmatilanteissa jokainen pitää huolta ennen kaikkea omasta tontistaan. Ruotsi tarvitsee suhteessa paljon energiaa ja ylijäämää voidaan toimittaa sinne silloin, kun rajayhteydet toimivat. Viron 2020-luvulla toteuttamat siirtoverkkoinvestoinnit tuovat hieman lisäjoustoja etelän suuntaan.

Sekä tuulivoimatuotanto että sähköverkot kärsivät ongelmista ylläpitoressurssien puutteellisuuden, myrskytuhojen yleistymisen ja hybridi-vaikuttamisen vuoksi. Myös lämmöntuotannossa ja -siirrossa vikatilanteet ovat melko yleisiä ja toimitusvarmuus on koetuksella tämän tästä. Pahimmillaan joudutaan turvautumaan säännöstelyyn, jotta tärkeimpien kohteiden sähkön- ja lämmönsaanti pystytään turvaamaan.

2020-luvun unelmat Euroopan laajuisesta vetyinfrastruktuurista on haudattu. Esimerkiksi Suomessa vetytalous on kehittynyt vain joillakin yksittäisillä paikkakunnilla ja rajatuilla alueilla.

## SKENAARIO 2

Suomen BKT markkinahintaan	--
Kv-suhteiden kehitys	--
Markkinoiden avoimuus	---
Teolliset investoinnit	--
Energiatehokkuuden investoinnit	-
Rajasiirtokapasiteetti Suomesta/Suomeen	+/-
Rajasiirtokapasiteetti Pohjoismaista/Pohjoismaihin	-
Vesivoiman tuotanto	+/-
Tuulivoiman tuotanto	+/-
Ydinvoiman tuotanto	-
Tuotanto biomassalla	++
Sähkönkulutus Suomessa	--
Tuotanto fossiilisilla	++
Vedyn rooli	-
Varastointikapasiteetti	+/-
Hiilineutraaliustavoitteet	--
E-hiilivedyt	+/-



# SKENAARIO 3 ENERGIANVIEJÄ

OSA 6.



# Skenaario 3: ”Energianviejä” 1/2

## ”KOLMEN VAHVAN” TAISTELU VALLASTA KIRISTYY JA NOUSEVAT MAAT HAASTAVAT LÄNTTÄ

Kolme vahvaa blokkia USA, Kiina ja EU käyvät geopoliittista suurvaltakilpailua ja vallalla on ”demokraattinen länsi vastaan autoritaariset valtiot” -asetelma. Myös jotkut globaalin etelän maat, kuten Intia ja Brasilia nostavat rooliaan suurvaltakilpailussa haastaen länttä ja vallitsevaa järjestelmää.

Maailmankauppa ja taloudellinen yhteistyö ovat epäjärjestyksessä. Blokkien kilpailu näkyy alueellisina konflikteina, kauppasotina ja hybridivaikuttamisena, jossa testataan toistuvasti osapuolten varautumiskyvykkyyttä. Epäluottamus johtaa etupiirijattelun voimistumiseen ja kilpailuun resursseista. Blokit kehittävät häiriönsietokykyään ja varautumistaan. Toimitusketjut ovat pirstaloituneet ja paikallistuvat tuotanto- ja hankintatoimien keskittyessä tietyille alueille. Valtiot ja yritykset vähentävät riippuvuuttaan epävarmoihin toimittajiin.

Korkeasuhdanne maailmantaloudessa jatkuu, mutta talouskasvu hidastuu huippuvauhdista. Etenkin Euroopassa on merkkejä talouskasvun hidastumisesta, kun taas Yhdysvaltojen ja Intian taloudet kasvavat edelleen. Euroopan suurimpien kansantalouksien, kuten Saksan ja Ranskan, talouskasvu pysähtyy ja euroalueen talouskasvua kannattelevat lähinnä Etelä-Euroopan valtiot.

## HALU ILMASTONMUUTOKSEN EHKÄISEMISEEN YHDISTÄÄ LIITTOVALTIOMAISIA RAKENTEITA SAANUTTA EU:TA JA SUURVALTOJA

EU on vahvistanut asemaansa kansainvälisessä politiikassa, myös sen sisämarkkinat vahvistuvat. EU:n ydin saa vahvemmin liittovaltiomaisia rakenteita, mutta samalla uusia jäsenmaita koskevat osittain erilaiset säännöt ja velvoitteet. EU edistää yhteistä ulko- ja turvallisuuspolitiikkaa, jonka tavoitteena on rauhan säilyttäminen, unionin yhteisten arvojen turvaaminen sekä kansainvälisen yhteistyön edistäminen. Valtiontukipolitiikkaa ei onnistuta sääntelemään tehokkaasti.

Ilmaston lämpeneminen aiheuttaa globaalia huolta ja halu ilmastonmuutoksen hidastamiseen yhdistää paitsi EU:ta, myös suurvaltoja. Sitoutuminen Pariisin ilmastopöytäkirjaan on laajaa, mutta 2030-luvulla on solmittu myös muita uusia, merkittäviä ilmasto- ja biodiversiteettisopimuksia. Suurin osa isoista päästöjen tuottajamaista osallistuu niiden toimeenpanoon. Venäjä toimii osin vastahakoisesti pyrkien yhä asettamaan talouskasvun etusijalle. Kiina ja Intia vastaavasti lähtevät innolla mukaan sopimuksiin, sillä ne haluavat houkutellessa kansainvälisiä yrityksiä ja investointeja. Esimerkiksi uusiutuvan energian markkinat ovatkin kasvaneet Intiassa.

Yhteisten toimien avulla ilmastonmuutosta kyetään hillitsemään. Lämpeneminen tulee ennusteiden mukaan ylittämään Pariisin ilmastopöytäkirjan mukaisen 1,5 asteen, mutta vain muutamalla yksiköllä.

## PUHDASTA ENERGIAA TUOTTAVA SUOMI TUKEE EUROOPAN TEOLLISUUDEN VIHERTYMISTÄ

Euroopassa on haluttu erittäin määrätietoisesti edistää ilmastotavoitteiden ja vihreän siirtymän toteutumista. Uusiutuvan tuotannon, erityisesti tuuli- ja aurinkovoiman, lisäämismahdollisuudet tiheään asutussa Keski-Euroopassa ovat kuitenkin hyvin rajalliset.

Suomessa sitä vastoin on ollut sekä halua että tilaa merkittävään uusiutuvan tuotannon lisäämiseen. Suomen kunnianhimoisena tavoitteena on ollut ilmastokädenjäljen kasvattaminen. Valtion ajaman tuki- ja luvituspolitiikan myötävaikutuksella Suomesta onkin tehty ennätysvauhtia puhtaan energian maa. Toiveet uusiutuvaa sähköä hyödyntävien, korkea jalostusasteen teollisuusinvestointien sijoittumisesta Suomeen ovat kuitenkin jääneet toteutumatta. Jonkin verran datakeskusinvestointeja ollaan tosin saatu, mutta niiden kokonais- taloudelliset vaikutukset jäävät pieniksi. Erityisesti Saksa on vienyt voiton monessa investointikilpailussa voimakkaan oman tukipolitiikkansa avulla. Myös esim. Ruotsi, Ranska ja Yhdysvallat ovat valtiontuella pystyneet vakuuttamaan toimijat Suomen jäädessä ”nuolemaan näppejään”.

EU onkin päättänyt lähteä tukemaan Pohjoismaisen, erityisesti Suomessa tuotetun, uusiutuvan energian siirtämistä Euroopan markkinoille, sillä Saksan ja muun keskisen Euroopan teollisuuden vihertymistä on pidetty ehdottoman tärkeänä tavoitteena. Vedynjalostus tapahtuu yhä enemmän Pohjoismaisella energialla Saksassa ja Keski-Euroopassa. EU on kohdistanut mittavia rahallisia tukia rajat ylittävien siirtoyhteyksien kehittämiseen, minkä vuoksi myös yksityistä rahaa on saatu houkutellessa. Siirtokapasiteettia sekä Ruotsiin että Viroon ollaan vahvistamassa ja Suomesta viedäänkin mm. Ruotsiin ja sen kautta huomattavasti energiaa.

Siirtoyhteyksien kehittämisen lisäksi EU on halunnut lisätä uusien ydinvoimaloiden ja ydinvoimaa omistavien yritysten rahoitusta. Suomessakin on käynnistetty uusi ydinvoimahanke, jonka rakentamistyöt aloitettiin jo 2020-luvun lopussa. Perinteisen, suuremman kokoluokan, ydinvoiman lisäksi SMR-ratkaisujen toteuttamista ja käyttöönottoa on helpotettu ja nekin ovat lisääntymässä.

## SKENAARIO 3

Suomen BKT markkinahintaan	+
Kv-suhteiden kehitys	+
Markkinoiden avoimuus	+
Teolliset investoinnit	+
Energiateollisuuden investoinnit	++
Rajasiirtokapasiteetti Suomesta/Suomeen	+++
Rajasiirtokapasiteetti Pohjoismaista/Pohjoismaihin	+++
Vesivoiman tuotanto	+
Tuulivoiman tuotanto	++
Ydinvoiman tuotanto	+++
Tuotanto biomassalla	-
Sähkönkulutus Suomessa	++
Tuotanto fossiilisilla	--
Vedyn rooli	++
Varastointikapasiteetti	+
Hiilineutraaliustavoitteet	++
E-hiilivedyt	++



## Skenaario 3: ”Energianviejä” 2/2

EU:n komissio on kehittänyt ohjeistuksen jäsenmaiden energiavarastoinnin edistämiseen. Näiden suositusten tavoitteena on tukea energiavarastoinnin kehitystä Euroopassa ja edistää sen laajempaa käyttöönottoa energiemarkkinoilla. Jäsenvaltiot ovat sitoutuneet suositusten noudattamiseen ja Euroopasta on tulossa edelläkävijä uusiutuvan energian ja energiavarastoinnin alalla.

### MAA- JA MERITUULIVOIMAN VAIHTELEVAA TUOTANTOA TASATAAN PUMPPUVOIMAN AVULLA

Suomalainen energiantuotanto pohjautuu ydinvoiman lisäksi myös maa- ja merituulivoimalla tuotettuun energiaan. Luvitus on tukenut jo pitkään merituulivoiman ja laajamittaisen aurinkovoiman käyttöönottoa. Lainsäädäntö mahdollistaa tuulivoiman tuotannon myös Itä-Suomessa. Tuuli- ja aurinkosähkön kustannukset ovat laskeneet ja tuotanto kasvanut voimakkaasti. Tuuli- ja aurinkovoiman lisääntyessä on samalla kuitenkin huolehdittava ilmastonäkökulman lisäksi myös muista vastuullisuusasioista, kuten luontovaikutuksista.

Pumppuvoimalla on merkittävä rooli energijärjestelmän tasapainottamisessa, erit. Pohjois-Suomessa. Pumppuvoimaan tarvittavaa teknologiaa ei olla kuitenkaan vielä onnistuttu skaalaamaan täyteen potentiaaliin. Näin ollen pumppuvoiman lisäksi hyödynnetään uusia varastoinnin teknologioita ja digitalisaation mahdollistamia, aiempaa parempia joustoratkaisuja. Vety- ja hiilidioksidin talteenottoratkaisuja on otettu käyttöön sekä teollisuuden että energiantuotannon puolella. Biogeenisestä hiilivedystä on puolestaan alettu valmistaa synteettisiä polttoaineita.

Lämmöntuotanto on lähes täysin sähköistynyt, mikä on merkittävin maan sisäistä sähkönkulutusta lisäävä tekijä. Elinkaarensa loppuun tulleet CHP-laitokset on korvattu ja nyt tuotanto perustuu lähes täysin sähkökattiloiden, lämpöpumppujen ja hukkalämpöjen hyödyntämiseen (ml. hiilineutraalien hiilivetyjen valmistuksessa syntyvät hukkalämmöt). Hukkalämpöjen hyödyntämisen lisääntyminen on edistänyt myös halukkuutta investoida kaukolämpöverkkojen ylläpitoon ja kehittämiseen. Myös vetyinfran kehittämistä on pyritty edistämään alueellisesti. Vetyä tuotetaan lähinnä raaka-aineeksi hiilineutraalille hiilivedylle, ammoniakille ja paikallisesti teollisuuden käyttöön.

Teollisuuden ja liikenteen sähköistyminen on edennyt, mutta koska puhdasta sähköä käytävää teollisuutta ei ole tullut lisää, kotimainen kulutus ei ole merkittävästi kasvanut. Sähkön hinta jääkin melko matalalle tasolle. Sähkön viennin ohella osa ylimääräisestä sähköstä ja -lostetaan sähköpolttoaineiksi sekä omaa kulutusta kattamaan että vientiin.

### ENERGIA-ALAN TOIMIJAT TEKEVÄT TIIVISTÄ YHTEISTYÖTÄ VARMISTAAKSEEN JÄRJESTELMÄN TEHOKKUUDEN

Energiajärjestelmä on aiempaa integroituneempi, mikä tarkoittaa tuotannon, energiaverkkojen ja kulutuksen aiempaa tiiviimpää yhteistoimintaa. Yhteistyökuviot energia-alan eri toimijoiden sekä teollisuuden välillä ovat lisääntyneet. Myös julkisen ja yksityisen sektorin välinen yhteistyö on olennaista energiapolitiikan, sääntelyn ja infrastruktuurihankkeiden kehittämisessä ja toteuttamisessa. Paikalliset ja osin alueelliset vetyinfran kehittämishankkeet ovat esimerkkejä yhteistyön lisäämisen välttämättömyydestä.

Puhtaan siirtymän edistymistä ajaa myös kilpailu toimintakentässä ja joidenkin kansainvälisten toimijoiden tulo markkinoille. Kilpailussa pärjätäkseen eri toimijat solmivat uudentyyppisiä yhteistyökuvioita. Sektori-integraation myötä myös innovatiiviset liiketoimintamallit yleistyvät arvoketjujen eri osissa. Monialainen yhteistyö edistääkin puhtaan siirtymän tavoitteiden saavuttamista, mutta merkittävien, uusien investointien houkuttelemisessa Suomeen ei silti laajassa mittakaavassa onnistuta.

### TEKNOLOGIAN KEHITYSTÄ JA TEKOÄLYN HYÖDYNTÄMISTÄ JARRUTELLAAN SÄÄNTELYÄ TIUKENTAMALLA

Sähkön melko matalan hinnan ja korkean tuotantoasteen johdosta sähköstä tulee jälleen perushyödyke, johon kuluttajat eivät juurikaan kiinnitä huomiota. 2020-luvun alkupuolen energiakriisin kasvattama kuluttajien kiinnostus omaa energiankulutusta, tuotantoa ja joustomahdollisuuksien hyödyntämistä kohtaan on lopahtanut.

Digitalisaation ja tekoälyn kehitys edistää energijärjestelmien tehostumisen ja osittaisen automatisaation käyttöönottoa. Tekoälyteknologian laajamittaisen hyödyntämisen pelätään kuitenkin aiheuttavan lisää haavoittuvuuksia erityisesti kriittisessä infrastruktuurissa ja puolustusjärjestelmissä. Tästä johtuen tekoälyteknologiaa kehitetään tiukasti sosiaalisista, eettisistä ja turvallisuuteen perustuvista lähtökohdista käsin. EU:n varovaisuuslinjaan pohjautuen tekoälyä hyödyntäville yrityksille asetetaan kasvavia vaatimuksia läpinäkyvyyteen ja riskienhallintaan liittyen. Kaikkiaan teknologian kehitykseen suhtaudutaan epäileväisesti ja siihen liittyvä sääntely lisääntyy.

## SKENAARIO 3

Suomen BKT markkinahintaan	+
Kv-suhteiden kehitys	+
Markkinoiden avoimuus	+
Teolliset investoinnit	+
Energiateollisuuden investoinnit	++
Rajasiirtokapasiteetti Suomesta/Suomeen	+++
Rajasiirtokapasiteetti Pohjoismaista/Pohjoismaihin	+++
Vesivoiman tuotanto	+
Tuulivoiman tuotanto	++
Ydinvoiman tuotanto	+++
Tuotanto biomassalla	-
Sähkönkulutus Suomessa	++
Tuotanto fossiilisilla	--
Vedyn rooli	++
Varastointikapasiteetti	+
Hiilineutraaliustavoitteet	++
E-hiilivedyt	++



A dynamic background image featuring a close-up of water splashing, with numerous bubbles and droplets in motion, creating a sense of energy and freshness. The color palette is dominated by various shades of blue, from deep navy to bright cyan.

# SKENAARIO 4 INVESTOINTIKOHDE

OSA 7.



## Skenaario 4: ”Investointikohde” 1/2

### VAHVA GLOBAALI TALOUSKEHITYS RUOKKII KAHTA MAAILMAN SUURVALTAA, USA:TA JA KIINAA

USA ja Kiina hallitsevat kaksinapaista maailmaa viileässä yhteisymmärryksessä globaalien kriisien pakottamana. Kaksinapaisuus aiheuttaa painetta ja konflikteja kansainvälissä mitta-kaavassa, mutta konfliktit eivät kuitenkaan eskaloitu. Venäjän valta-asema on murentunut ja se on jäänyt kansainvälisen politiikan hylkiöksi, ja Kiinan vasallivaltioksi.

Kyber- ja hybrdivaikuttaminen lisääntyvät luoden konfliktin uhkia, mutta toisaalta vaikuttamisyrittämiä onnistutaan myös torjumaan aiempaa paremmin. Tässä asiassa ollaan myös valmiita tekemään yhteistyötä. Moniin muihinkin globaaleihin haasteisiin haetaan ainakin muodollisesti ratkaisuja yhdessä. Myös kansainväliset toimitusketjut toimivat melko hyvin, pois lukien vain Venäjä ja sen liittolaiset. Kriittiset raaka-aineet, tuotantohyödykkeet, puolijohdannaiset ja digitaaliset tuotteet liikkuvat globaaleilla markkinoilla, mikä osaltaan mahdollistaa teknisen kehityksen ja investoinnit.

Globaali talouskehitys on vahvaa ja ruokkii erityisesti USA:ta ja Kiinaa. Vientimarkkinat kasvavat vahvasti ja investointinäkömät kirkastuvat. Finanssipoliittisen elvytyksen myötä talouskasvu on nopeinta USA:ssa. Myös Kiinan ja euroalueen taloudet kasvavat vahvasti. Suurin osa teknologisista innovaatioista tuotetaan USA:ssa ja Kiinassa.

### VAIKEUKSIA KOHDANNUT EU VAHVISTUU JA KUNNIANHIMOISIA ILMASTOTOIMIA AJETAAN GLOBAALISTI

EU:lla on tiivis ydin ja politiikanteko virtaviivaistuu. Tämä mahdollistaa yhteisten strategisten tavoitteiden asettamisen ja niihin sitoutumisen, sekä aiempaa tehokkaamman päätösten toimeenpanon. EU:hun muodostuu aiempaa yhtenäisempi finanssipoliittikka mm. investointi- ja vihreän siirtymän rahastojen myötä. Vahva talouskehitys motivoi jäsenmaita toimimaan rakentavasti EU:ssa. Osa jäsenmaista saa luvan eritahtiseen etenemiseen esim. vihreän siirtymän osalta, mutta tämä tapahtuu yhteisen konsensuksen ohjaamana.

Laajalti oikeudenmukaisiksi koetut politiikkatoimet lisäävät kestävyysmurroksen hyväksyttävyyttä ja edesauttavat murroksen toteutumista demokratian ja oikeusvaltion periaatteita kunnioittaen. Euroopan komission ja YK:n kestävän kehityksen tavoitteet ajavat aiempia tiukempia pelisääntöjä. Myös OECD:n toimintaohjeet monikansallisille yrityksille yhtenäistävät yritysten vastuullisuustoimintaa. Suomalaiset yritykset ovat monilla mittareilla mitattuna vastuullisuudessa maailman kärkiluokkaa.

USA:n Inflation Reduction Act (IRA) on maan historian suurin ilmastomuutokseen vastaiseen taisteluun kohdistuva taloudellinen panostus. IRA tarjoaa maan toimijoille vahvoja kan-

nustimia kasvihuonepäästöjen vähentämiseen ja uusiutuvan energian kasvattamiseen. Tukitoimet ja kotimaisuusvaatimukset on rajattu koskemaan USA:ssa, Kanadassa ja Meksikossa valmistettavia ilmastoystävällisiä ratkaisuja, ja EU on tukitoimien ulkopuolella.

Globaalilla tasolla ilmastokriisin ratkaisemiseen on todellista tahtoa ja se näkyy myös rahoituksesta. Fuusioenergian tutkimiseen on tehty merkittäviä satsauksia erityisesti USA:ssa ja Kiinassa, mutta myös Eurooppa on pysynyt mukana kehityksessä. Fuusioenergialla tuotettu sähkö onkin muuttumassa haaveista todellisuudeksi.

### SUOMI MENESTYY INVESTOINTIKILPAILUSSA JA TOIMIALARAJAT YLITTÄVÄ YHTEISTYÖ TUOTTAI EDISTYKSELLISIÄ RATKAISUJA

Suomi on toteuttanut pitkäjänteistä politiikkaa, jonka tähtäimessä on hiilikädenjäljen kasvattaminen vuoteen 2040 mennessä. Suomessa on myös laadittu kansallinen strategia hiilidioksidin sidonnan vauhdittamiseksi. Lisäksi yrityksiä tuetaan puhtaiden ratkaisujen viennissä.

Kilpailu investoinneista on kiihtynyt EU:n sisällä ja globaalisti. Pääomasijoittajille on kertynyt runsaasti pääomia, yrityskauppoja ja investointeja tehdäänkin aktiivisesti. Investointien houkuttelemisessa Suomi on hyötynyt toimintaympäristönsä ennustettavuudesta ja ketteryydestä, luvituksen sujuvuudesta, verouudistuksesta, TKI-panostuksista sekä korkeasta osaamisen tasosta. Ehkä merkittävimmäksi tekijäksi investointien toteutumisen osalta on muodostunut 24/7 saatavilla oleva, ennustettava sähkö.

Suomen teollisuuden keskeisten toimialojen kilpailukyky on korkea. Toimialarajat ylittävä ja monitieteinen vuorovaikutus tuottaa edistyksellisiä ratkaisuja. Monimuotoisen yhteistyön avulla suomalaiset teollisuusyritykset ovat saaneet globaaleille markkinoille uusia, pitkälle jalostettuja ja korkeaa teknologiaa hyödyntäviä energiatuotteita.

Varjoa nopealle kehitykselle luo paheneva osaajapula. Aluksi pullonkaulaa loi uudentyypisten teknologioiden ja prosessien osaajien löytymiseen liittyneet haasteet, mutta nyt osaajapula on kroonistunut ja laajentunut koskemaan lähes koko energia-alaa.

### SUOMI HAKEE MÄÄRÄTIETOISESTI ROOLIA VETYTALouden MERKITTÄVÄNÄ PELURINA

Euroopassa eletään vetybuumin aallonharjalla ja Suomi on pitänyt kiinni tavoitteestaan kehittyä vetyvetoisesti puhtaan energian suurvallaksi. Suomi tuottaakin jo kymmenyksen Euroopan markkinoiden vetytarpeesta ja vetytalous on synnyttänyt Suomeen kymmeniä tuhansia uusia työpaikkoja.

## SKENAARIO 4

Suomen BKT markkinahintaan	++
Kv-suhteiden kehitys	++
Markkinoiden avoimuus	++
Teolliset investoinnit	+++
Energiateollisuuden investoinnit	+++
Rajasiirtokapasiteetti Suomesta/Suomeen	++
Rajasiirtokapasiteetti Pohjoismaista/Pohjoismaihin	++
Vesivoiman tuotanto	-
Tuulivoiman tuotanto	+++
Ydinvoiman tuotanto	++
Tuotanto biomassalla	--
Sähkönkulutus Suomessa	+++
Tuotanto fossiililla	--
Vedyn rooli	+++
Varastointikapasiteetti	++
Hiilineutraaliustavoitteet	+++
E-hiilivedyt	++



## Skenaario 4: ”Investointikohde” 2/2

Vetytalouden kehitys on vauhdittunut merkittävästi, sillä vihreän teräksen hinnassa on tapahtunut selkeä pomppaus ylöspäin. Vedyllä on merkittävä rooli paitsi energiaintensiivisen teollisuuden sähköistämisen, myös kokonaan uuden teollisuuden mahdollistajana. Uusista investoinneista merkittävä osa liittyy puhtaan vedyn ja siitä jalostettavien lopputuotteiden valmistamiseen (mm. teollisuuden tarvitsemat ammoniakki ja metanoli sekä liikenteen polttoaineet).

Pohjoismaissa kehitetään laajamittaista vihreän vedyn kaupan ja kuljetuksen järjestelmää sekä panostetaan infrainvestointeihin. Nordic Hydrogen Route yhdistää Perämerenkaaren kiertävän vetyputken avulla Suomen Ruotsin markkinoille. Inkoon kautta vedettävä putki puolestaan tulee piakkoin yhdistämään eteläisen Suomen Baltian kautta manner-Euroopan markkinoille.

Useat merkittävät ulkomaiset yhtiöt ovat etsineet Suomesta paikan tuotantolaitoksilleen sekä yhdistäneet voimansa muiden alojen vahvojen toimijoiden kanssa. Suomen ja Pohjoismaiden keskeisiä kilpakumppaneita ovat USA ja Saksa. Etenkin USA:ssa vetyteollisuudessa liikkuu paljon rahaa ja yksisarvisia vetyteknologiaa kehittäviä toimijoita rantautuu markkinoille.

### ENNUSTETTAVAN MÄÄRÄN PUHDASTA SÄHKÖÄ TUOTTAVA ENERGIAJÄRJESTELMÄ TUKEE VETYTALouden KEHITYSTÄ

Energiajärjestelmää on onnistuttu kehittämään niin, että se on mahdollistanut uusien teollisuusinvestointien syntyminen sekä koko yhteiskunnan voimakkaan sähköistymisen. Sähkön kulutus on lähtenyt selkeään nousuun erityisesti vetytalouden kehittymisen myötä. Energiajärjestelmän vakautta ja varmuutta on kehitetty ydinvoimatuotannon lisäpanostuksilla. Ydinvoima on nähtyärkevimpänä tapana lisätä tasaisen varmaa, puhdasta perusvoiman tuotantoa.

Kunnianhimoisista ilmastotavoitteista johtuen uusiutuvilla energianlähteillä tuotetun sähkön osuus on lisääntynyt merkittävästi. Erityisesti merituulivoiman osuus on kasvanut samalla, kun sen kustannustehokkuus on parantunut. Merituulivoiman lisäksi myös aurinkovoimaa on rakennettu ennätystahtia. Aurinkopaneelit ovat tulleet isoon osaan rakennuskantaa ja suuremman mittakaavan aurinkopuistoja on rakennettu erityisesti joutomaille ja käytöstä poistetuille turvetuotantoalueille. Kaikissa uusissa hankkeissa on ollut pakko huomioida myös luontoarvot, sillä hiilinieluista on pidettävä kiinni.

Pumppuvoimaa on tullut lisää, sillä varastoinnille ja säätövoimalle on tarvetta uusiutuvan tuotannon merkittävän lisääntymisen vuoksi. Ympäristövirtaamat ja lyhytaikaissäädöt ovat jonkin verran pienentäneet perinteisen vesivoiman roolia.

Vedyn ja sen oheistuotteiden tuotannon myötä myös lämmön tuotannossa tapahtuu murros. Lämmön ja sähkön yhteistuotannon rooli pienenee selkeästi, sillä vetyprosessissa syntyvä lämpö saadaan hyödynnettyä verkkoihin ja varastoihin. Jonkin verran polttavaa tuotantoa säilyy, mutta sen tuottama hiilidioksidi otetaan talteen vetyprosessissa hyödynnettäväksi. Myös biogeenisen hiilivedyn käyttö raaka-aineena on yleistynyt.

Yhtenäiset pohjoismaiset energiamarkkinat toimivat, mutta niiden rinnalla Euroopassa on myös kansallisia markkinoita. Esimerkiksi investointeja avokätisesti tukevat Saksa ja Ranska ovat muodostaneet omat energiamarkkinat. Energian hinta pystytään pitämään keskimäärin hyvin kilpailukyisellä tasolla. Hinnassa on kuitenkin edelleen vaihtelua.

### UUDET TOIMIJAT DISRUPTOIVAT ENERGIA-ALAN PELIKENTÄLLÄ JA HYÖDYNTÄVÄT LAAJASTI UUSIA TEKNOLOGISIA RATKAISUJA

Uudet toimijat muuttavat energia-alan toimintakenttää kiristäen kilpailua, vauhdittaen uusien ratkaisujen kehittämistä ja muuttaen tulonmuodostuslogiikkaa. Toimialaliukumat tuovat kilpailijoilta myös uusilta toimialoilta ja pysyvän kilpailuedun saaminen monialaisessa kilpailukentässä on yhä vaikeampaa. Kansainväliset teknologiajätit ovat tuoneet omia ratkaisujaan energiamarkkinoille ja osoittaneet myös kiinnostuksensa tuotantoliiketoimintaa kohtaan.

Harppauksin edennyt digitalisaatio läpilleikkaa yhä enemmän kaikkia yhteiskunnan toimintoja. Suuryritykset hallitsevat ja hyödyntävät valtavaa määrää dataa. Kilpailu digitaalisesta vallasta on kovaa ja tekoäly ja automaatio otetaan käyttöön toimitusketjuissa laajamittaisesti.

Myös energia-alan toimijat hakevat uusia välineitä sähkömarkkinoiden ja -järjestelmän muutokseen alustaloudesta ja alustaekosysteemistä. Digitaaliset käyttöalustat mahdollistavat valtavan datamäärän jalostamisen informaatioksi energia- ja materiaalivirtojen optimointiin sekä skaalaetujen hyödyntämiseen. Kvanttilaskennan asteittainen kehitys tuo teollisuusyritysten välisille alustaratkaisuille kehittyneempiä tapoja analysoida dataa ja suorittaa vaativaa laskentaa nopeasti ja tarkasti.

Tekoäly ja automaatio tuovat lisää tehokkuutta prosesseihin ja auttavat ratkaisemaan osajapulaa. Esimerkiksi uusia energiantuotantolaitoksia toimii jo lähes täysin miehittämättöminä. Teknologinen kehitys vastaa myös ilmastomuutoksen haasteisiin mahdollistamalla paremman energiatehokkuuden, lisäämällä älyä energiaverkkoon ja kiinteistöjen optimointiin sekä luomalla energia-alalle uusia ratkaisuja varastoinnin kehittämiseen, joustoon ja vetytalouteen.

## SKENAARIO 4

Suomen BKT markkinahintaan	++
Kv-suhteiden kehitys	++
Markkinoiden avoimuus	++
Teolliset investoinnit	+++
Energiateollisuuden investoinnit	+++
Rajasiirtokapasiteetti Suomesta/Suomeen	++
Rajasiirtokapasiteetti Pohjoismaista/Pohjoismaihin	++
Vesivoiman tuotanto	-
Tuulivoiman tuotanto	+++
Ydinvoiman tuotanto	++
Tuotanto biomassalla	--
Sähkönkulutus Suomessa	+++
Tuotanto fossiilisilla	--
Vedyn rooli	+++
Varastointikapasiteetti	++
Hiilineutraaliustavoitteet	+++
E-hiilivedyt	++



**RATKAISEVAA  
VOIMAA.**