



# Energiaturvallisuus osana energiasirtymää

Paula Kivimaa  
Tutkimusprofessori, Syke  
Ilmastopaneelin jäsen

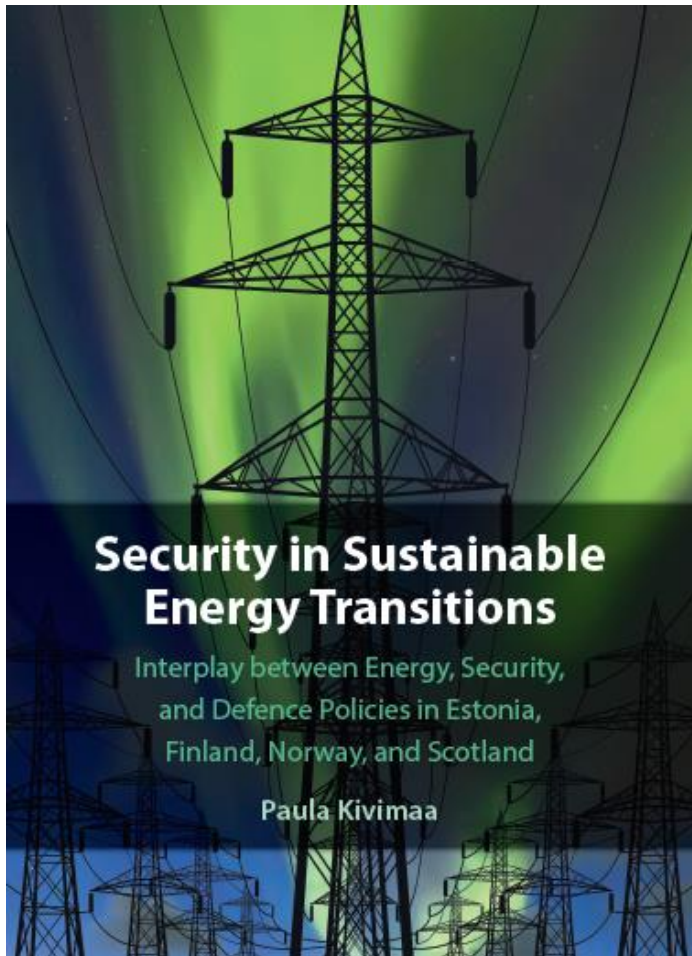


Suomen ympäristökeskus  
Finlands miljöcentral  
Finnish Environment Institute

# Lyhyt esittely

- **Koulutus:** MSc Environmental Technology (Energy Policy option), 2022 & FT (organisaatiot ja johtaminen), HSE, 2008
- **Suomen ympäristökeskus (Syke)** vuodesta 2003-, tutkimusprofessori 2019-
- **University of Sussex, UK:** Science Policy Research Unit & Sussex Energy Programme, 2015-2021
- **Asiantuntijatehtävät (esimerkkejä):**
  - Ilmastopaneelin jäsen, 2020-2027
  - European Commission, Joint Research Centre, Scientific Committee on Partnership for Regional Innovation, 2021-2023
  - EASAC working group on Security of sustainable energy supplies, 2023-2025
  - European Commission, Joint Research Centre, Expert Group on Fair and Sustainable Economy, 2024-2025
  - European Commission, DG GROW Fellow, 2025
  - EASAC energy steering panel co-chair, 2026-2028

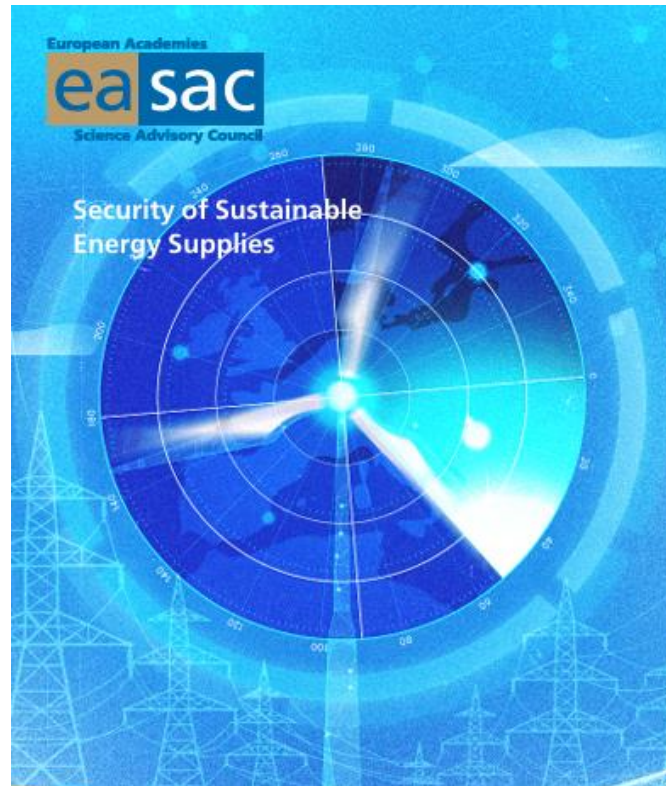
# Energiaturvallisuuteen kytkeytyvät tutkimukset taustalla



## Security in Sustainable Energy Transitions

Interplay between Energy, Security, and Defence Policies in Estonia, Finland, Norway, and Scotland

Paula Kivimaa



European Academies  
**ea sac**  
Science Advisory Council

## Security of Sustainable Energy Supplies

OXFORD

Oxford Open Energy, 2025, 4, oiaf008  
<https://doi.org/10.1093/oenenergy/oiaf008>  
Review

Transformative innovation policy in energy transition and digitalization: a geopolitical and security perspective

Paula Kivimaa<sup>1,2,\*</sup>, Chux Daniels<sup>3,3</sup> and Dhanasree Jayaram<sup>4</sup>

Environmental Innovation and Societal Transitions 59 (2026) 101109



Contents lists available at ScienceDirect

Environmental Innovation and Societal Transitions

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/eist](http://www.elsevier.com/locate/eist)



Synergies and tensions between decarbonisation, security and strategic autonomy in EU energy policy

Paula Kivimaa<sup>a,\*</sup>, Hanna Entsaló

*Finnish Environment Institute Syke, Latokartanonkaari 11, 00790 Helsinki, Finland*

Energy Research & Social Science 118 (2024) 103775



Contents lists available at ScienceDirect

Energy Research & Social Science

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/erss](http://www.elsevier.com/locate/erss)



Original research article

“We rather not connect trade to politics, let alone geopolitics” – The changing role of Russia as a landscape pressure for zero-carbon energy transitions

Paula Kivimaa<sup>a,\*</sup>, Marja Helena Sivonen<sup>a,b</sup>

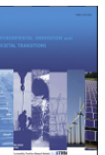
*Environmental Innovation and Societal Transitions 59 (2026) 101109*



Contents lists available at ScienceDirect

Environmental Innovation and Societal Transitions

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/eist](http://www.elsevier.com/locate/eist)



How will renewables expansion and hydrocarbon decline impact security? Analysis from a socio-technical transitions perspective

Paula Kivimaa<sup>a,b,\*</sup>, Marja Helena Sivonen<sup>a,c</sup>

# Mitä ”turvallisuus” voi tarkoittaa?

- **Negative security**

- Fokus perinteisessä, valtiota uhkaavissa sotilaallisissa ja muissa uhkissa
- Turvallisuus uhkia vastaan
- Turvallisuusuhat ovat laajentuneet sotilaallisista uhkista mm. ympäristöturvallisuuteen

- **Positive security**

- Liittyy siihen, miten ihmiset kokevat turvallisuuden ja vapautta ”turvattomuudesta”
- Yhteisöjen ja yksilöiden voimaannuttaminen (yhteisöllinen resilienssi)
- Oikeudenmukaisuuden edistäminen – esim. reilu siirtymä

- **Securitisation (=turvallistaminen)**

- Aiheen siirtäminen tavallisesta politiikasta osaksi turvallisuuspolitiikkaa ja ”suljettujen ovien taakse”
- Koettu vähentävän poliittista läpinäkyvyyttä ja demokratiaa
- Voi olla myös positiivista, kun lisätään asian poliittista painoarvoa (esim. ilmastoturvallisuus)

# Uhkiin keskittyvä kova turvallisuus

## Ympäristön tilan heikkeneminen aiheuttaa turvattomuutta

- ympäristökatastrofit
- ympäristömyrkyt ja saasteet
- lisääntyvät konfliktit
- yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen heikentyminen
- terveyden heikentyminen
- ihmishenkien menetys

## Ympäristö konfliktien välineenä tai kohteena

- iskut vesi- ja energiainfrastruktuuriin
- meri- ja sisävesiväylät sodankäynnin kohteina
- kilpailu kriittisistä raaka-aineista
- ympäristön ja luonnon tila heikkenee konfliktien tai sodankäynnin seurauksena (luonnontuhonta) tai sivuvaikutuksena



**Ympäristö ja luonto kytkeytyvät turvallisuuteen monin tavoin**

# Hyvinvointia vahvistava positiivinen turvallisuus

## Ympäristön hyvä tila mahdollistaa turvallisen elämän

- + luonnon tarjoamat palvelut ja terveyshyödyt
- + luonnonvarojen kestävä käyttö
- + ilmastonmuutoksen hillintä sekä siihen varautuminen ja sopeutuminen
- + huoltovarmuus

## Ympäristöyhteistyö rakentaa kestävästä rauhaa

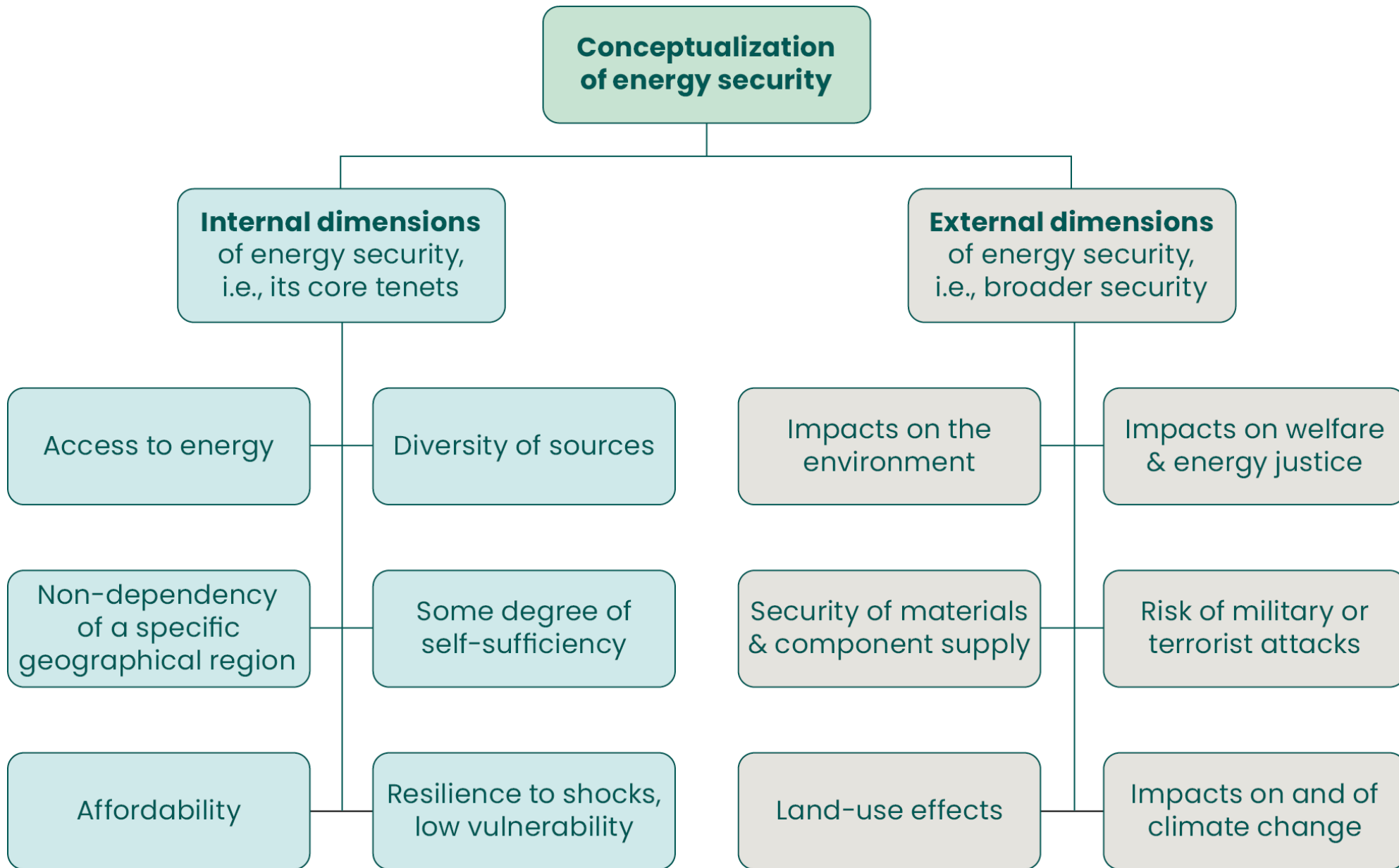
- + rauhanvälitys ja -rakennus ympäristötyön kautta
- + kansainvälinen yhteistyö ja diplomatia
- + yhteisöt ja kunnat aktiivisina toimijoina
- + yhteisöllisyys ja psykologisen resilienssin vahvistaminen

# Energiaturvallisuuden käsite

- **Energiajärjestelmän tärkein tehtävä on tuottaa tarpeeksi energiaa yhteiskunnan tarpeisiin** (kotitaloudet, yhteiskunnan palvelut, teollinen tuotanto, sairaudenhoito, maanpuolustus, jne.).
  - Tämä tulee toteuttaa siten, että se ottaa huomioon (1) yhteiskunnallisen hyvinvoinnin ja ihmisten toimeentulon, (2) ilmastonmuutoksen ja ympäristön, (3) siirtymän oikeudenmukaisuuden sekä (4) energian saatavuuden turvaamisen.
- **Toimitus- ja huoltovarmuudesta tulee siirtyä laajempaan energiaturvallisuuden käsitteeseen** (sisältää myös mm. ilmastoriskit, kansalaisten energiaresilienssi, kriittisten raaka-aineiden saatavuus, kyber)
- **RePower-CEST-hankkeessa tuotettiin ”energiaturvallisuuden tavoitetila”**

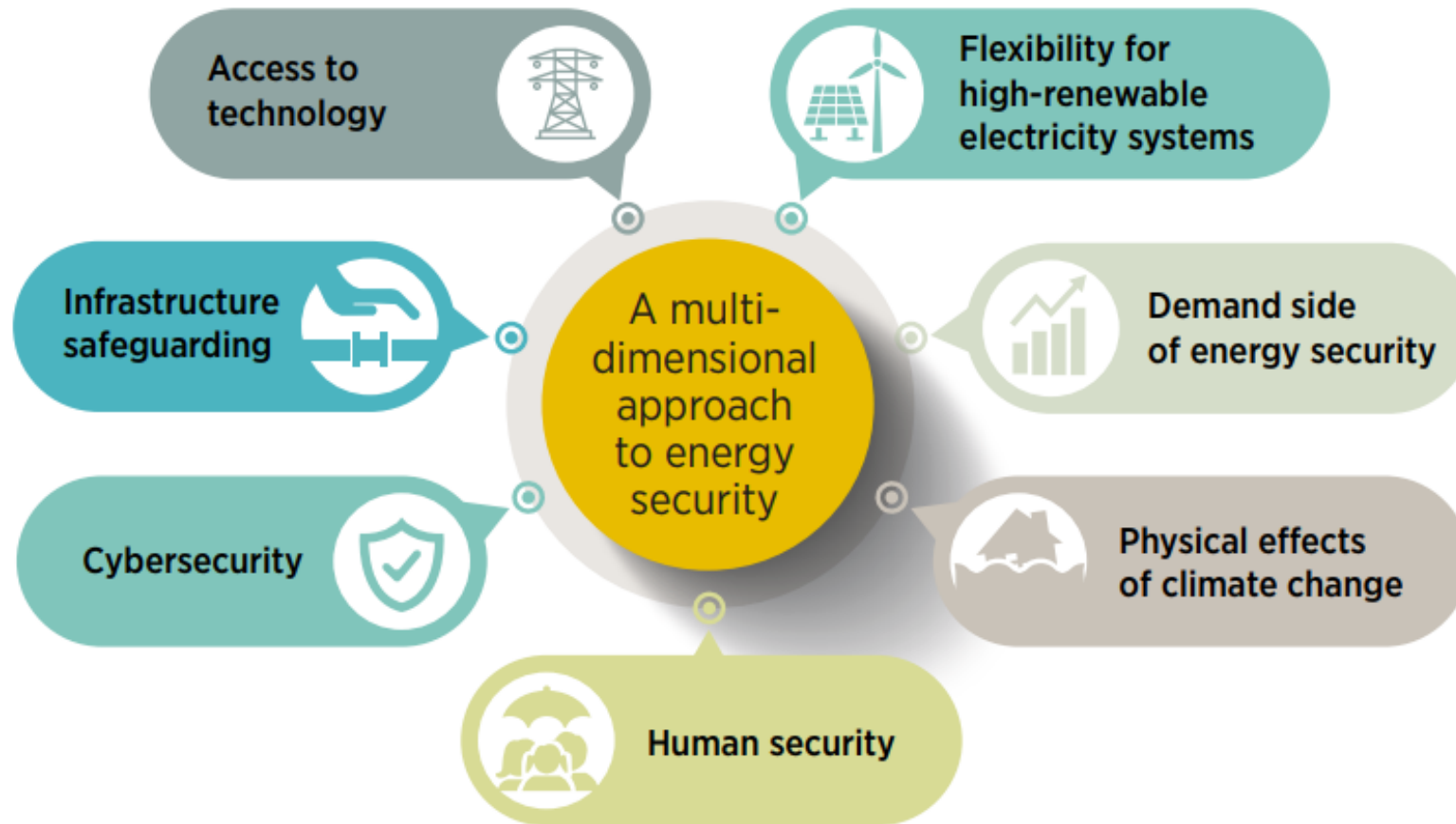
# Energian ja turvallisuuden historiallinen suhde

- **Energia maailmansotien kontekstissa (Johnstone & McLeish, 2022)**
  - Sota-aika lisäsi kysyntää öljylle ja öljytuotteille, kun hiilen tuotanto kohtasi vaikeuksia
  - WW1 nopeutti siirtymää öljyyn
  - WW2 lisäsi öljyinfrastruktuurin rakentamista (sotavoimien riippuvuus)
- **1970-luvun öljykriisi**
  - Energiapolitiikka omaksi sektorikseen, energiatehokkuustoimet
- **Maakaasukriisit 2006, 2009**
  - Hintakiistat Venäjän ja EU:n välillä, toimituskatkot Ukrainaan
- **Ydinvoimalaonnettomuudet**
  - Chernobyl 1986, Fukushima 2011
  - Ydinvoiman siviili ja sotilaallisen kehityksen suhde (Johnstone & Stirling, 2020)



# Energiasiirtymä korostaa uusia energiaturvallisuuden lähestymistapoja

FIGURE S.4 A multi-dimensional approach to energy security



**Landscape**

Climate change

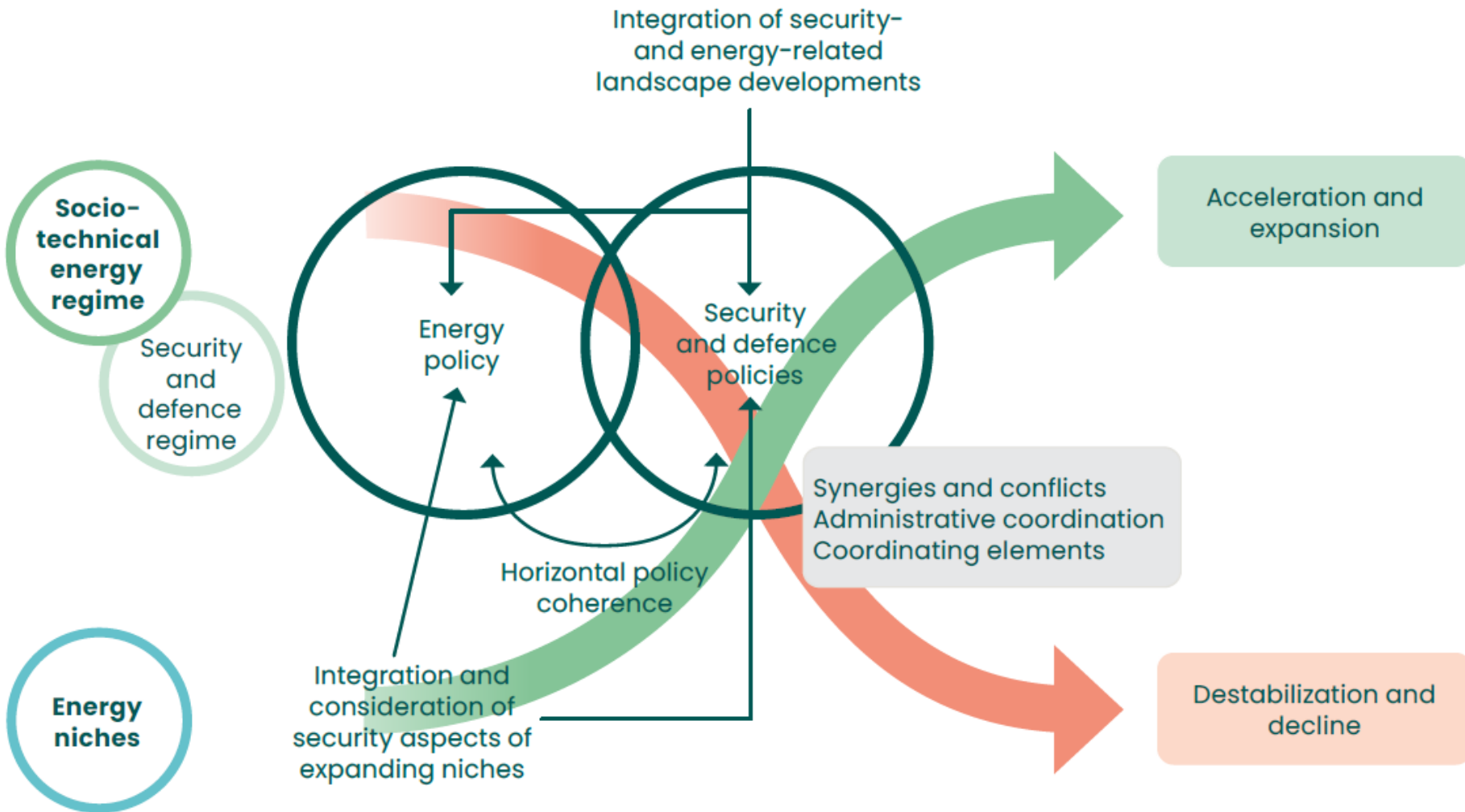
Global / regional energy and materials markets

**Geopolitical developments (esp. Russia)**

Digitalization and cyber threats

Changing social-political culture

Tensions and conflicts related to energy resources and land use



Based on adaptations from Geels, 2002, Loorbach et al., 2017; Kivimaa and Sivonen, 2021; Hebinck et al., 2022; Lazarevic et al., 2022.

# Energiasiirtymän turvallisuusvaikutukset

- Vähentynyt riippuvuus fossiilisista polttoaineista
- Valtioiden muuttuvat valtasuhteet
- Järjestelmien monimutkaistuminen mutta hajautumisen hyödyt
- Tuulivoiman vaikutukset ilmavalvontajärjestelmiin
- Digitalisaatio ja kyberuhat
- Jännitteet ja konfliktit liittyen fossiilisten alasajoon
- Kuluttajien ja yhteisöjen voimaannuttaminen



# EASAC peräänkuuluttaa uudenlaista ajattelua energiaturvallisuuteen

European Academies Science Advisory Council (EASAC)

## New Thinking: Invest in Europe

Put energy efficiency first with circular economy  
Transition away from fossil fuels  
Enhance cyber and physical security  
Incentivise flexibility and market integration  
Produce fuels and technologies in Europe  
Prioritise decentralised systems  
Empower communities with a fair transition  
Diversify suppliers



More resilient systems  
More value creation in Europe  
Better trade balance  
Fewer climate and health costs  
Less energy poverty




Investments in sustainable energies are investments in Europe's energy security!

## No Security without Energy Security

### Key Energy Security Threats

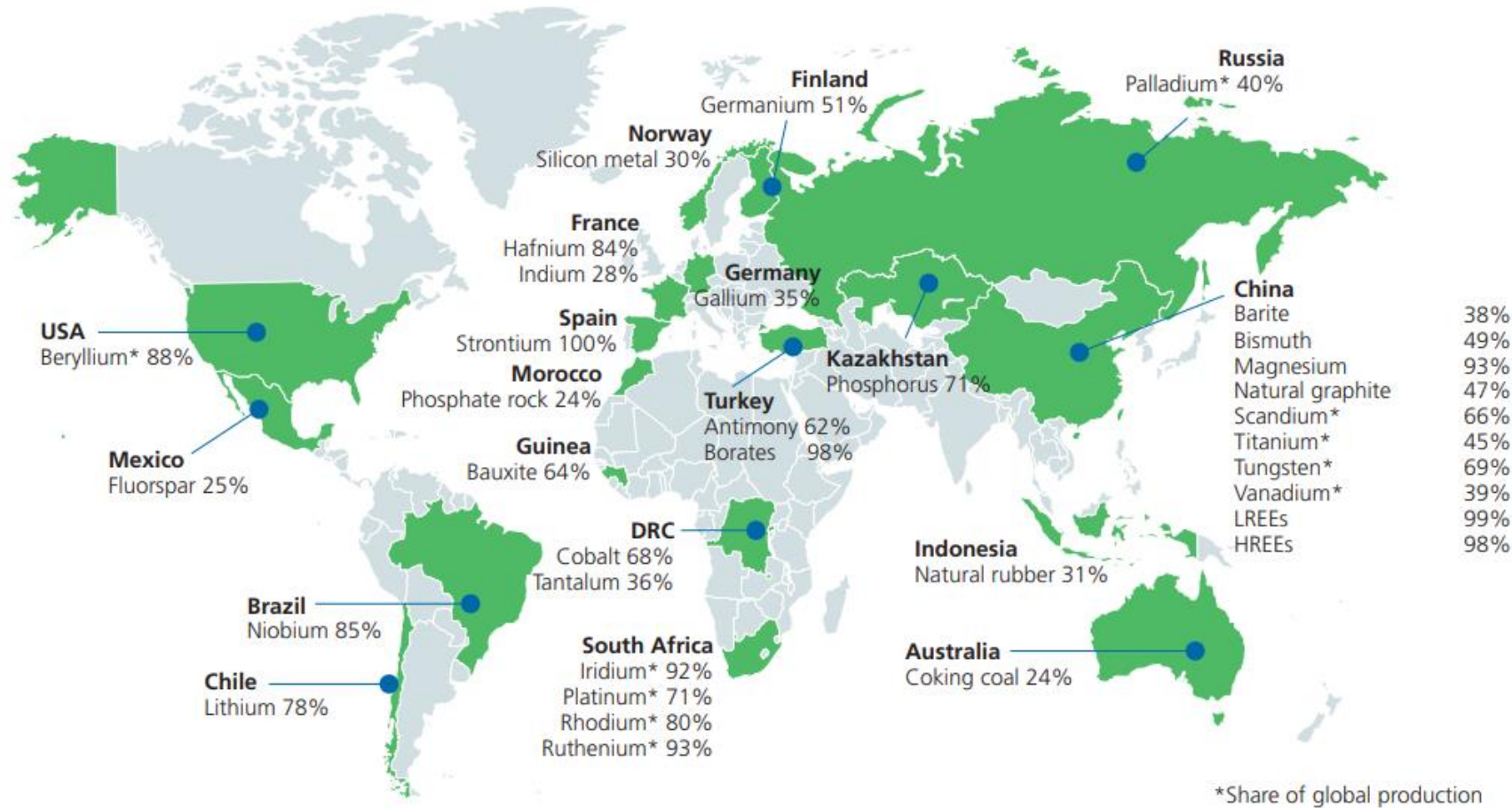
- Geopolitical disruption
- Increase of physical and cyberattacks
- Interruption of fuel and technology supply chains
- Volatile prices and growing energy poverty
- Escalating climate costs
- Lack of system flexibility

### Old Thinking: Import to Europe



98% 2022	98% 2022	45% 2022	45% 2024
Rare-Earth Elements (REEs)	Crude oil and petroleum products	Gas from Russia	LNG from the USA
Source: European Commission	Source: European Commission	Source: European Commission	Source: European LNG Tracker

# Energiasiirtymä parantaa energiaturvallisuutta mutta luo uusia riippuvuuksia kriittisistä raaka-aineista



**Figure 11** The biggest suppliers of critical raw materials to the EU (percentage of annual EU consumption) in 2020 included Africa, Latin America, China, and the USA (EC 2020c). Abbreviations: HREEs, heavy rare-earth elements; LREEs, light rare-earth elements.

Lähde: EASAC (2025): Security of Sustainable Energy Supplies

# Kyberturvallisuus (EASAC, 2025)

- Euroopassa vakava puute kyberturvallisuustaidoissa (Niinistö 2024)
- Energiasektori sisältää useita organisaatioita, joilla toisensa kanssa linkittyneitä IT-järjestelmiä, ja kaikki järjestelmän osat sisältävät haavoittuvuuksia
  - Operational technology (OT) – järjestelmät lähellä fyysistä energiaprosessia
  - Administrative information technology – taloushallinta, asiakkaat, huolto
- Energiasektorin kyberturvallisuuden hallinta vaikeaa, sektorin fragmentaation ja suuren toimijajoukon takia

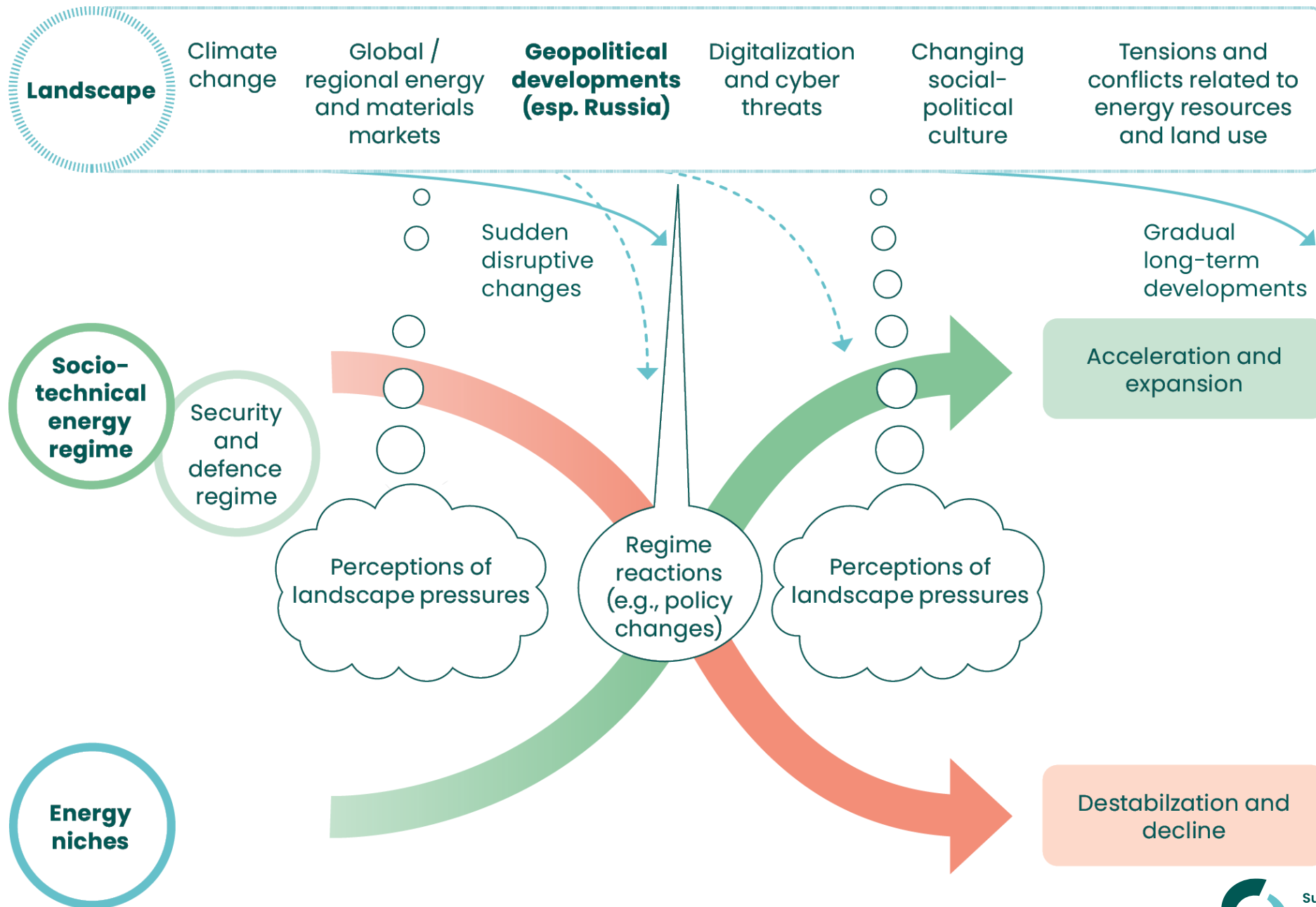
“Components of IT and OT systems come from an extensive mix of software and hardware supply chains. Typically, any given component is built up with a large share of program code that was not developed by the specific component developer and vendor. So, much of the software is reused and often contains an amalgamation of open source and proprietary software. This means that in addition to the increased complexity and traceability challenges introduced by the supply chain, there are also risks of common points of failure for multiple, seemingly independent components. Hence, a vulnerability in a particular software component in one supply chain can lead to a multitude of vulnerable IT/OT systems in multiple organisations.” p. 39

# EASAC recommendations

1. **Phasing out fossil fuels** and switching to sustainable energies
2. Financing for **strengthening electricity infrastructure** and protection against cyber-attack
3. Investments in **implementation of energy security policies** and commitments are key
4. **Integrated energy markets** will improve energy security, sustainability (climate, biodiversity), and affordability (cost of living crisis)
5. **Citizen engagement** can reduce societal tensions and promote the energy transition
  1. verified information on energy security, costs of energy options, how energy markets work, and support schemes for low-income households and vulnerable groups.
6. **'Energy efficiency first'** for electrification of end uses with sustainable electricity supplies
7. **Grid flexibility management** is becoming increasingly important
8. **Backup electricity generation** will be needed for the long term, notably for long dunkelflauten
9. A more **circular economy** will improve energy security by reducing energy demand
10. **Diversity of suppliers and coordinated purchasing** are needed for fossil and sustainable fuels
11. Improved foresight of geopolitical developments would help with managing energy security
12. Much can be done with proven technologies, but **further research and innovation** is justified

# Miten turvallisuus on vaikuttanut kestävään energiasiirtymään?





Based on adaptations from Geels, 2002; Loorbach et al., 2017; Kivimaa and Sivonen, 2021; Hebinck et al., 2022; Lazarevic et al., 2022.

# Miten näkemykset geopolitiikasta vaikuttavat energiasiirtymään?

- **Geopoliittiset näkemykset ovat vaikuttaneet eri suuntiin ennen vuotta 2022**
  - Suora turvallisuusuhka **Virossa** – johti palavan kiven ja desynkronisaation edistämiseen
  - Epäsuora implisiittinen uhka mutta suosittu kauppapartneri **Suomessa**
  - Kaukaisempi vaikutus **Norjassa** – mutta kuten Suomessa kahdenlaisia näkemyksiä
- **Vuodesta 2022**
  - Kriittisen infrastruktuurin suojele korostuu
  - Norjan öljy ja kaasu tärkeää EU:n energiaturvallisuudelle
  - Kriittisten materiaalien saatavuuskysymykset



# Energia- ja turvallisuuspolitiikan vuorovaikutus Suomessa

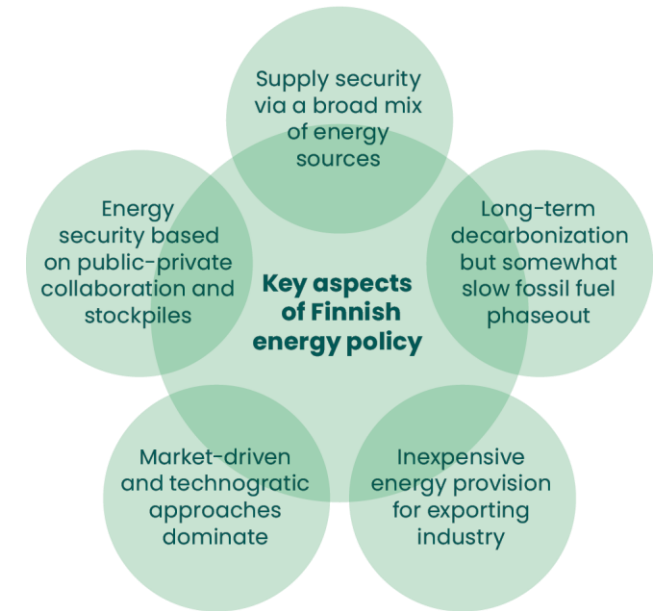
## 2020-21, Suomella oli koordinoivia keinoja ja potentiaalia politiikkakoherenssiin

- Ilmasto- ja energiastrategiaprosessit
- Kokonaisturvallisuuden lähestymistapa
- Huoltovarmuuskeskus
- Sähköpooli, lämpöpooli, harjoitukset, tiedonvaihto

## Monen asiantuntijan mukaan vuorovaikutus ei ollut riittävää < 2022

- Epäsuora ohjeistus olla huomioimatta Venäjä-riski
- Hyvä, mutta ei kovin konkreettinen yhteistyö
- Siilot ja fragmentaatio, kenelläkään ei kokonaisvaltaista vastuuta, taloudellisten tekijöiden (yli)korostuneisuus

## 2022 jälkeen, merkittävä muutos geopoliittisten tekijöiden huomioimisessa





**Lack of security concerns in energy policy hindering regime decline:** Intentional disconnect of geopolitics (Russia) with energy policy until 2022

**Security rhetoric and positive security approach hindering regime decline:** Framing peat as vital for energy security and employment

**Multi-directional effects on the energy transition:** Strong public-private collaboration, involving also defence, around energy security (energy pools)

**Policy interplay supporting transition:** Increasing focus on connections between defence and climate change

**Negative security approach hindering niche expansion:** Operation of defence radars prevented expansion of wind power in Eastern Finland

**EU policy supporting niche expansion:** Implementation of EU RePower policy

**Positive security approach supporting regime decline:** EU just transition mechanism aiding peat phaseout

- transition hindering effect
- transition supporting effect
- uncertain effect

# Politiikkaviestejä: turvallisuuden ja energiasiirtymän yhteensovittaminen

## Julkisen ohjauksen koherenssi tai sen puute selittyy usein poliittisella ohjauksella

- Vuoden 2022 poliittisten painopisteiden muutosten takia koherenssille on nyt enemmän mahdollisuuksia – mutta edellyttää ilmastotavoitteiden kunnianhimoa
- EU-tasolla tarvitaan strategisen autonomian yhteensovittamista kestävyys siirtymien kanssa

## Energiasiirtymä edellyttää energiaturvallisuuden ja huoltovarmuuden uudelleen määrittelyä

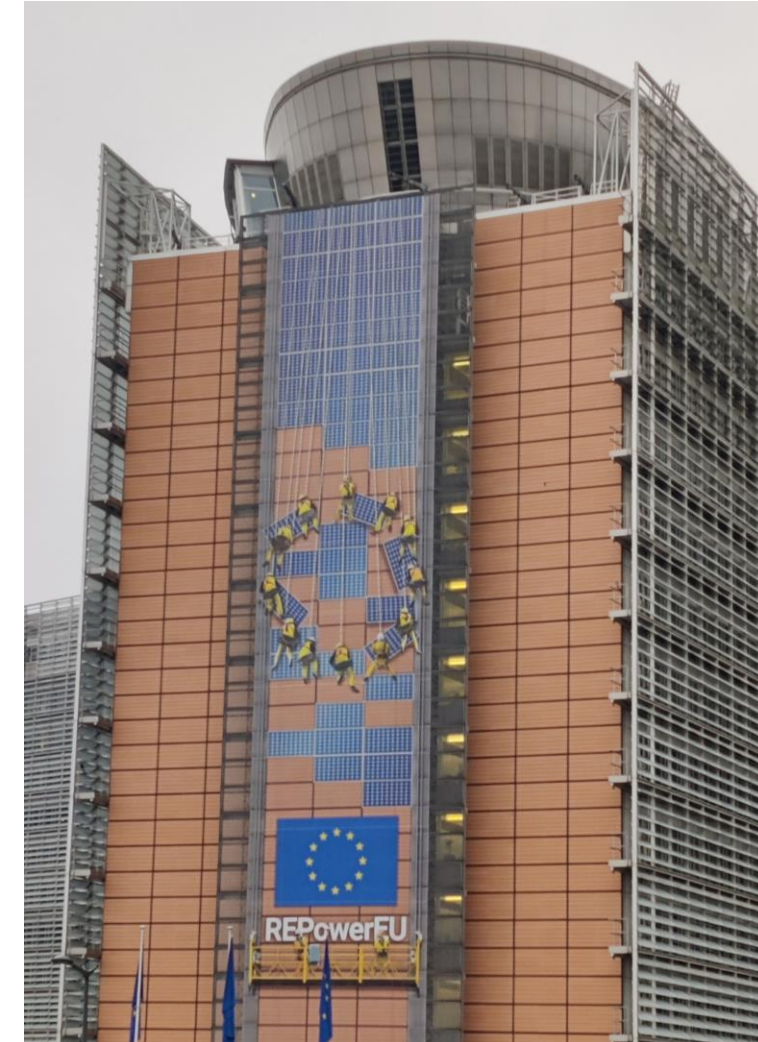
- Tärkeitä elementtejä: maiden välisten sähkönsiirtoinfrastruktuurin ja -sopimusten turvaaminen, energian varastointi, hajautetut älyverkot, tiivis julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyö, uudet kysyntäjoustopuolien liiketoimintamallit, energian kysynnän kasvun hillintä.

## Tulevaisuudessa energiaturvallisuus edellyttää sekä geopolittisten että ilmastoturvallisuusnäkökohtien huomioimista

- Energijärjestelmät tulee rakentaa siten, että ne ovat resilienttejä ilmastonmuutoksen suorille ja epäsuorille vaikutuksille
- Energiasiirtymä vaikuttaa maankäyttöön ja kv. kauppaan yhdessä etenevän ilmastonmuutoksen kanssa

# EU:n energiapolitiikka ja turvallisuus

- EU:n energiapolitiikka vaikuttaa myös Suomen energiasiirtymään
- RePower –ohjelma toi energiaturvallisuuden keskiöön
  - DG ENER revisioi energiaturvallisuusinfrastruktuuria ja laajentaa käsitystään energiaturvallisuudesta (mm. kyberuhat, ilmastonmuutokseen sopeutuminen)
- EU:n kilpailukyky- ja turvallisuustavoitteet yhdessä korostavat ”avointa strategista autonomiaa”
- Haaste energiasiirtymän nopeuden ja hinnan sekä strategisen autonomian välillä
  - EU:n sisäinen teknologia/materiaalituotanto lisää kustannuksia ja hidastaa siirtymää
  - Energiasiirtymä on jo nyt luonut uusia riippuvuuksia kriittisistä raaka-aineista ja teknologisista komponenteista (esim. kiinalaiset aurinkopaneelit)



# Synergiat ja jännitteet kestävyuden ja strategisen autonomian välillä

## Politiikkatavoitetaso

- Enemmän synergiaa kuin ristiriitoja, mm. uusiutuvan energian skaalaus, energia- ja resurssitehokkuus, sähköistyminen
- Ristiriidat: kapea energiaturvallisuuden käsite ennen 2022, nopea siirtyminen pois venäläisestä maakaasusta → nouseva LNG riippuvuus Yhdysvalloista

## Ohjauskeinotaso

- Synergiaa tavoittelevia keinoja jo käytössä: NZIA, CRMA, CBAM, luvitus
- Ristiriidat riittävät epäilyihin ohjauskeinojen toimeenpanosta

## Politiikkaprosessitaso

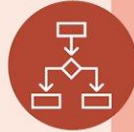
- Lisääntyvä vuorovaikutus komission osastojen välillä luo synergiaa
- Ristiriidat: EU:n jäsenvaltioiden eroavat intressit, strategisen autonomian epäselvä määrittely, luvitusprosessien toteutuminen (mm. hitaus, ympäristövaikutukset/riskit)

# Energiaturvallisuuden tavoitetilä

1. Energiasiiitymän turvallisuus kattaa monipuolisen **geopoliittisten, ilmasto-, kyber- ja muiden riskien ennakoinnin**.
2. Toimitusvarmuus sähköistyvässä järjestelmässä rakentuu **useista varavoima- ja energiaratkaisuista** (akut, sähkökattilat, vesivoima, kulutusjousto, sähköverkot).
3. **Energiätehokkuuden ja kiertotalouden rooli** kasvaa energiakulutuksen kasvun hillitsemiseksi, johtaen tuontienenergian vähentämiseen.
4. Huoltovarmuuden takaamiseksi **varastoidaan biopolttoaineita, turvetta ja fossiilisia polttoaineita hätätilanteita varten** (rooli pienenee siirtymän myötä).
5. Fossiiliton **energiatuotanto perustuu eri lähteisiin ja on hajautettua** eri puolille eri puolille Suomea ja erikokoisiin yksiköihin (huomioiden maankäyttö-, ympäristö- ja sosiaaliset vaikutukset epäsuorien riskien vähentämiseksi).
6. **Kansalaisten energioresilienssi** rakentuu teknisen ja yhteistoiminnallisen varautumisen pohjalle.

## Energiaturvallisuus

### Energiajärjestelmän organisointi



- Hajautus alueellisesti ja eri lähteisiin
- Useat varavoima- ja energiaratkaisut
- Julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyö
- Polttoaineiden varastointi hätätilanteita varten
- Kansalaisten energiasesilienssi

### Kansallinen ja EU-konteksti



- Energiatehokkuus ja kiertotalous tuontienergian vähentämiseksi
- EU:n yhteiset energiamarkkinat ja siirtoyhteydet
- Innovaatiotoiminta ja teolliset investoinnit
- Kriittisten materiaalien kotimainen tuotanto ja EU:n sisäiset arvoketjut
- Koordinointi hallinnonalojen välillä

### Globaali konteksti



- Monipuolinen riskien ennakointi
- Varautuminen ilmastonmuutokseen

**Yhteistyö – Osaaminen – Monipuolisuus**