

Energiasiiirtymä, resilienssi ja turvallisuus

Paula Kivimaa

**Tutkimusprofessori, Ilmasto ja yhteiskunta
Suomen ympäristökeskus**



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

Lähtökohtia

- Energiasiirtymän nopeutuminen
- Siirtymä ei vaikuta vain tekniseen ulottuvuuteen vaan myös siihen miten turvallisuutta pitää ajatella
- Energiapolitiikan koherenssia puolustus- ja turvallisuuspolitiikan kanssa ei juuri tutkittu
- Liian vähän huomiota turvallisuuteen kestävyys siirtymien kontekstissa



Kuva: shoultz / Alamy Stock Photo, 2012

Pohjautuu

- Suomen akatemian rahoittama 5-vuotinen tutkimusprojekti kestävän energiasiiirtymän ja turvallisuuden yhteyksistä, 2019-2024
- RePower-CEST-hanke Suomen puhtaan energiasiiirtymän vauhdittamiseksi, 2024-2025
- EASAC-raportti ”Security of Sustainable Energy Supplies”, 8.4.2025

Security in Sustainable Energy Transitions

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

Paula Kivimaa



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

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 öljykriisit**
 - 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)



Climate change

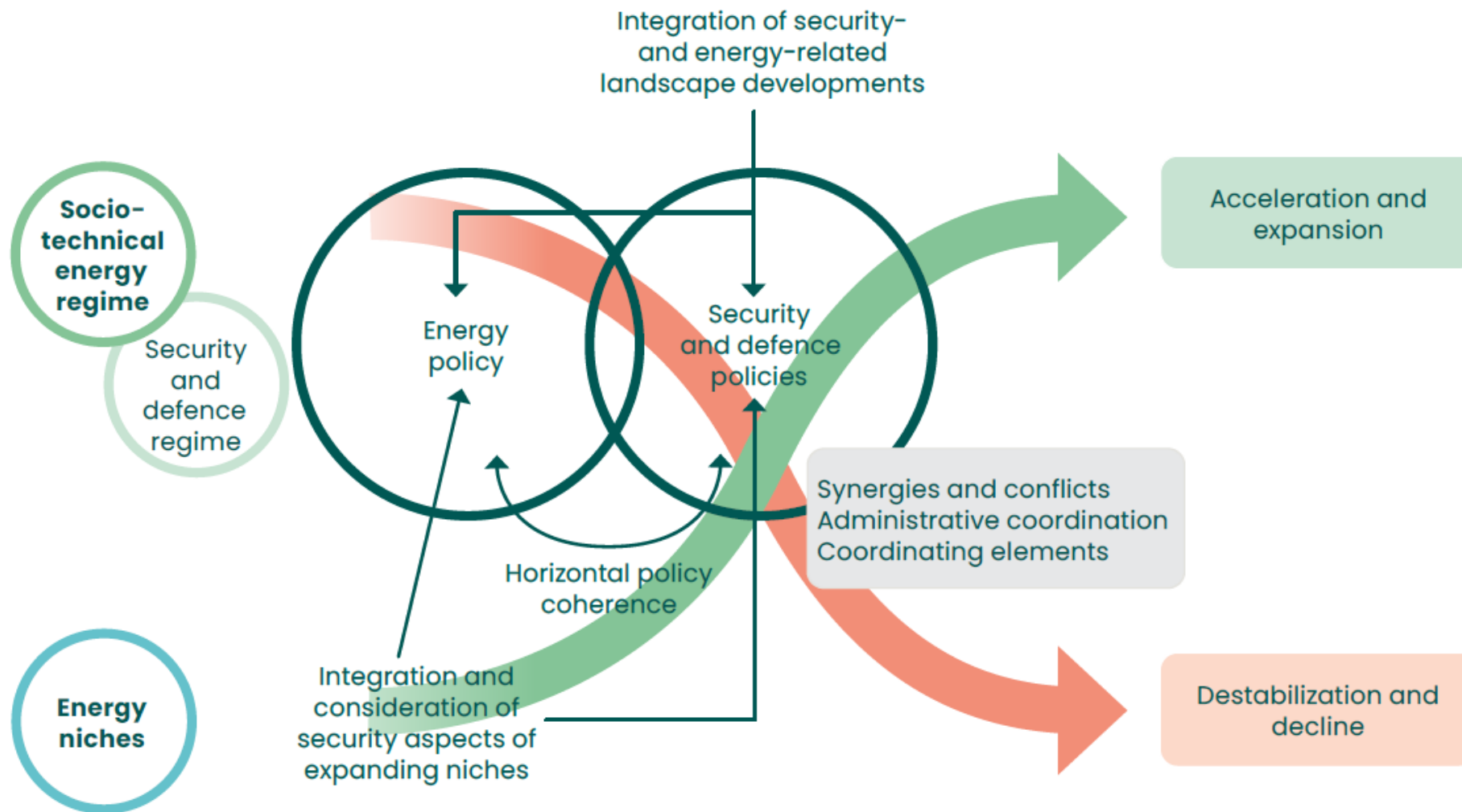
Global / regional energy and materials markets

Geopolitical developments (esp. Russia)

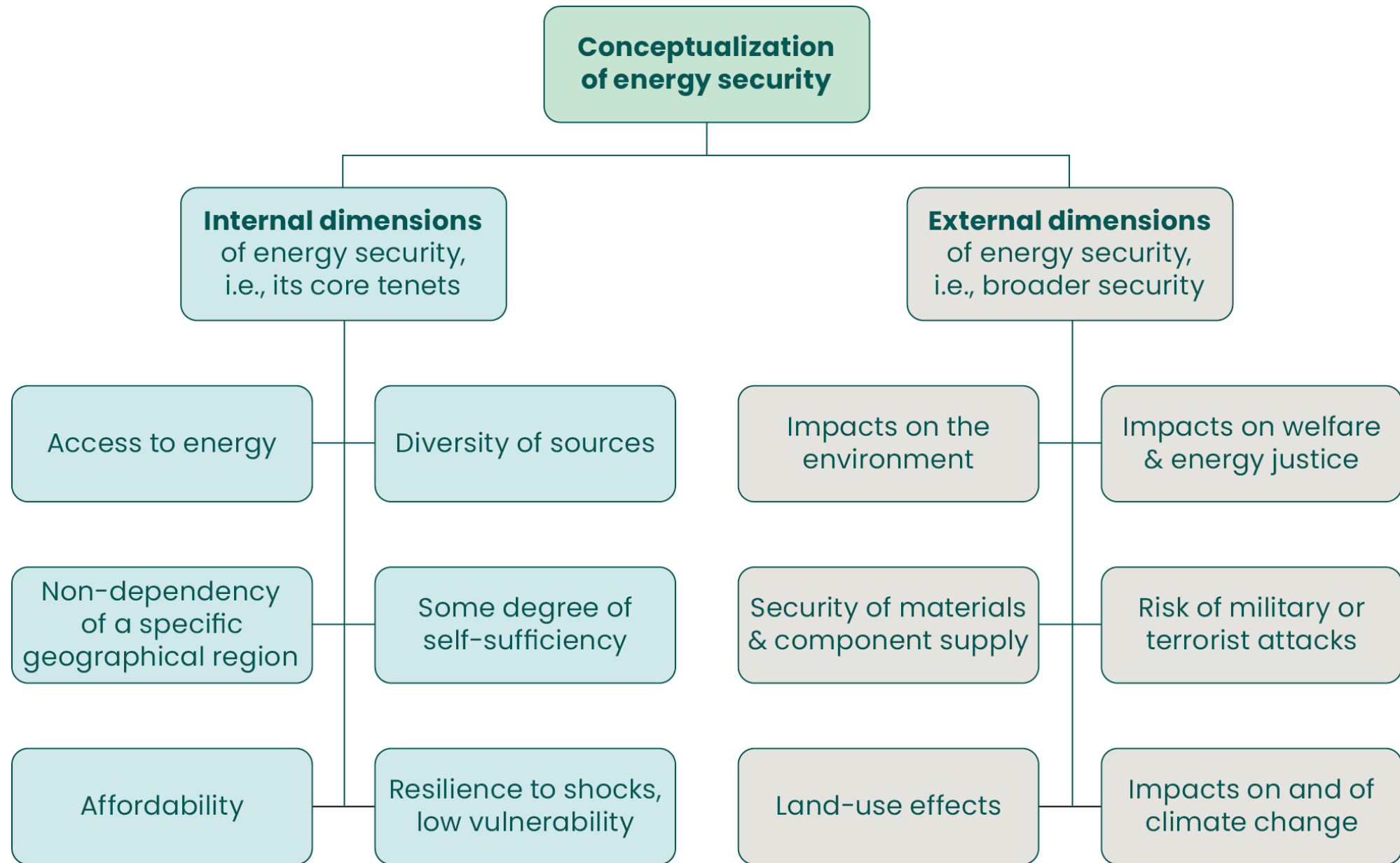
Digitalization and cyber threats

Changing social-political culture

Tensions and conflicts related to energy resources and land use

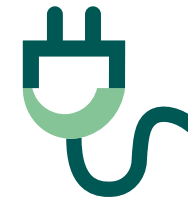
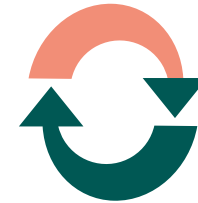


Based on adaptations from Geels, 2002; Loorbach et al., 2017; Kivimaa and Sivonen, 2021; Hebinck et al., 2022; Lazarevic et al., 2022.



Resilienssi käsitteenä

- Laajentunut mm. ekosysteemitutkimuksesta kriisien hallintaan – monitieteiden lähestymistapa tärkeä
- Järjestelmän jatkuva kyky estää kriisejä, mukautua ja vastata kriiseihin, sekä uusiutua kriisien seurauksena
- Osittain mitattavissa (mm. sähköverkkojen kestävyys kyberiskuja vastaan), mutta myös laadullinen ilmiö (mm. psykologinen tai institutionaalinen resilienssi)



Resilienssistä on tullut ”muoti-ilmio”

- Euroopan komissio korostaa resilienssiä hallinnoalat ylittävästi
 - Cyber Resilience Act (2024)
 - Competitiveness Compass (2025): risks for security and resilience emanating from dependencies, ”innovation resilience”, ”economic resilience”, ”food security and resilience”, ”resilience of digital, transport and space infrastructure”, **”climate resilience”**
 - Water Resilience Strategy (2025)
 - Clean Industrial Deal (2025): market and economic resilience, circularity enhancing resilience, non-price criterion for public procurement, **industrial value chain resilience**
- Tavoite näkyy komission rahoituksessa:
 - Aluekehitysrahoituksesta osa kohdistetaan turvallisuuteen/resilienssiin
 - Näkyy myös uudessa Horizon-haussa, esim.
 - HORIZON-CL2-2025-01-TRANSFO-11: Migration and climate change: building resilience and enhancing sustainability
 - HORIZON-CL2-2025-01-DEMOCRACY-04: Open strategic autonomy, economic and research security in EU foreign policy

Miksi turvallisuus on tärkeää puhtaan energiasiirtymän kontekstissa?



Kuva: Paula Kivimaa, 2021

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, turpeen alasajoon
- Kuluttajien ja yhteisöjen voimaannuttaminen



EASAC: kansalaisten sitoutuminen voi vähentää ristiriitoja ja parantaa turvallisuutta

- **Vuorovaikutus kansalaisten ja paikallisyhteisöjen kanssa**
 - Yleinen ja jatkuva (esim. energianeuvonta, “energiakahvilat”)
 - Hankekohtainen kommunikaatio ja osallistaminen
- **Inflaatio ja haastavat ajat**
 - Mahdollisuudet, rahoitus, tiedon puute
 - Tarvitaan tukikeinoja pienituloisille ja haavoittuville ryhmille



Kuva: Sofia Patama, 2022

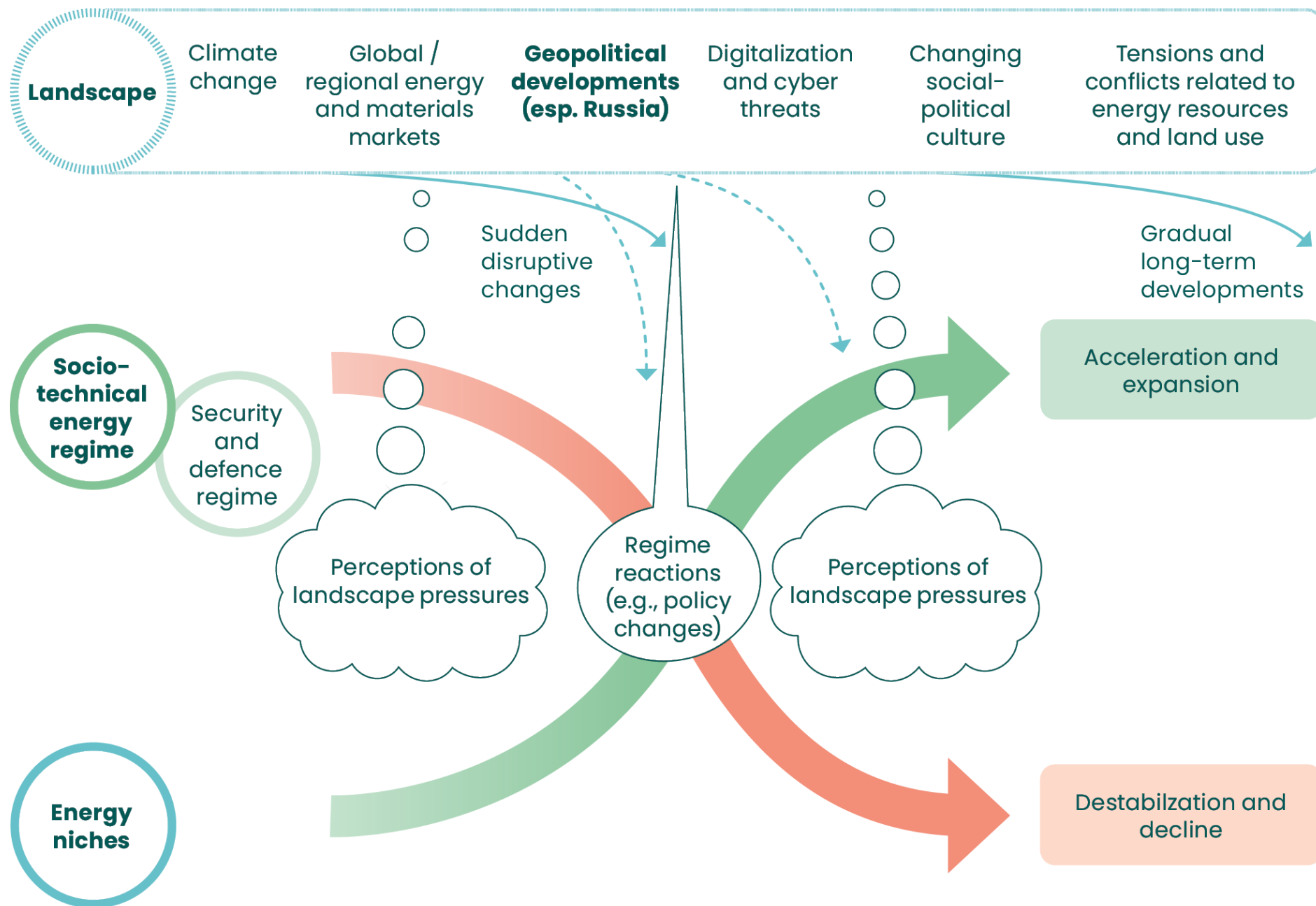
Miten energiasiirtymän turvallisuutta ja resilienssiä voi lisätä?

- **Energiankäytön tehostaminen energiatehokkuuden sekä kysyntäjouston avulla**, mutta
 - Sähkön käytön voimakas lisääntyminen tulevaisuudessa
- **Fossiilittoman energiantuotannon hajauttaminen**
 - Panostukset tuulivoiman ohella mm. aurinko- ja pienydinvoimaan
 - Tuotannon hajauttaminen eri puolille maata
- **Verkkoyhteyksien vahvistaminen naapurimaihin**, mutta
 - Tarvitaan verkkoyhteyksien valvonnan ja suojelun vahvistamista – mikä rooli puolustusvoimilla ja NATO:lla? Kuka maksaa?
- **Innovaatiotoimintaan panostaminen mm. sähkön varastointi, elektrolyysilaitteet**, mutta
 - Mistä saadaan riittävä rahallinen investointi? Investointien turvallisuus?
- **Kriittisten komponenttien ja materiaalien lisääntyvä tuotanto EU:ssa**, mutta
 - Riippuvuus on joka tapauksessa suurta, joten vaihtoehtoisten materiaalien kehitys, kiertotalous sekä saatavuuden hajauttaminen on tärkeää
 - Tärkeä keskustella ja ratkaista kriittisten materiaalien tuotannon ympäristö- ja sosiaalisista vaikutuksista ennen kuin tuotantoa lisätään

Miten turvallisuus on vaikuttanut kestävään energiasiirtymään?



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute



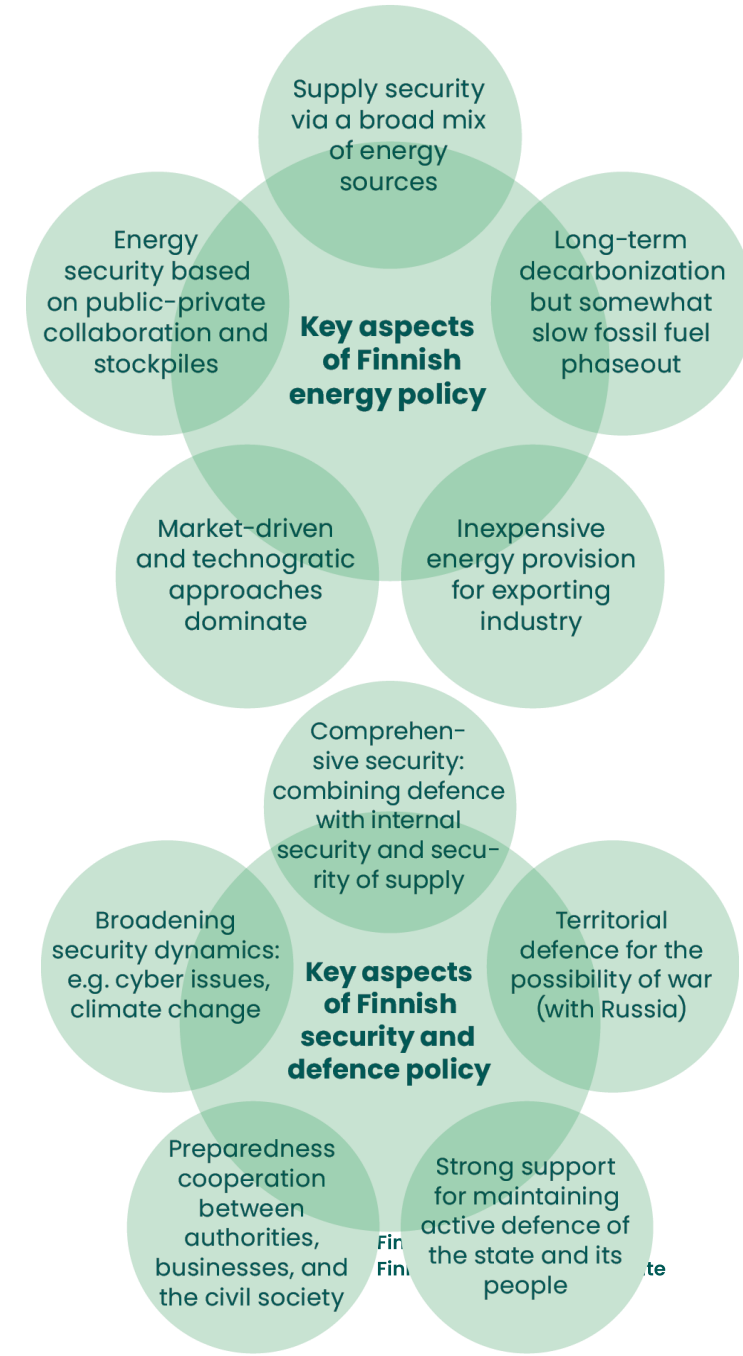
Miten näkemykset geopolitiikasta vaikuttavat energiasiirtymään?

- 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
- **DG ENER (2025)** – energiaturvallisuus infrastruktuuri: hajauttaminen, ilmasto- ja kyberturvallisuus



Energia- ja turvallisuuspolitiikan vuorovaikutus

- **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**



Keskeiset energia-turvallisuusasiat (aineistossa)

- **Tuulivoima ja tutkat**
 - Pitkäaikainen prosessi ongelman ratkaisemiseksi
 - Teknologisten ratkaisujen epävarmuus edelleen ongelma
 - **Tuulivoimakysymysten kokonaisvaltainen käsittely tärkeää** – energiaturvallisuus, maanpuolustus, ympäristövaikutukset ja oikeudenmukaisuus yhdessä
- **Turve ja sen edistäminen perinteisen energiaturvallisuuden argumentein**
 - Turpeen osuus energiatuotannosta vain 2-7% luokkaa
 - Saanut merkittävää politiikkatukea energiaturvallisuuden perusteella
 - Aiheen käsittely politisoitunut – **vaatii kokonaisvaltaista turvallisuus-ympäristötarkastelua**
- **Nord Stream 2**
 - Mahdollisia geopoliittisia ja turvallisuusriskejä ei käsitelty, keskityttiin ympäristöriskeihin, riskit depolitisoitiin – **mitä voimme oppia esim. Kiina-riskeihin?**

Keskeisiä energia-turvallisuusasioita (nyt)

- Kriittisten raaka-aineiden saatavuus

- Kiina-riippuvuus (erityisesti jalostamisessa)
- Pohjoisen Euroopan metalli- ja mineraalivarat – kytkökset ympäristö- ja oikeudenmukaisuusvaikutuksiin
- **Ympäristökestävyyteen kytkeytyvät seikat:** kiertotalouden kehittäminen, vaihtoehtoisten raaka-aineiden etsintä, kaivos- ja jalostustoiminnan aiheuttamien ympäristövaikutuksien hillintä

- 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
- Energiasektorin kyberturvallisuuden hallinta vaikeaa, sektorin fragmentaation ja suuren toimijajoukon takia

- Energianvarastointi

- Iso tarve erilaisille varastointi- ja tasausratkaisulle täydentämään tuuli- ja aurinkovoiman lisäystä
- Esim. akut, pumpattava vesivoima, kysyntäjousto, elektrolyysilaitteet, kaukolämpö
- **Ympäristökestävyyteen kytkeytyvät seikat:** uusiutuvan energian sekä varastoinnin ympäristövaikutukset ja kapasiteetin sijoittuminen, maankäyttökysymykset

Ilmastonmuutos on yhä enemmän uhka kansalliselle turvallisuudelle

- Ilmastonmuutoksen suorat ja epäsuorat riskit – energia/ruoka/taloudellinen turvallisuus
- Ilmastonmuutosuhka ja –seuranta puolustussektorilla
- Kokonaisturvallisuuden mallilla tärkeä rooli – mutta historiallisesti mm. energiakysymykset yleisellä tasolla
- Resilienssi ilmastonmuutoksen vaikutuksien kohtaamiseksi





Pursuing sustainability transitions and open strategic autonomy. A policy mix perspective on synergies and trade offs

JRC Working Paper Series For a Fair, Innovative and Sustainable Economy, 07/2024

Kivimaa, P., Rogge, K

2024



Mitä 'avoin strateginen autonomia' tarkoittaa energiasiirtymälle?



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

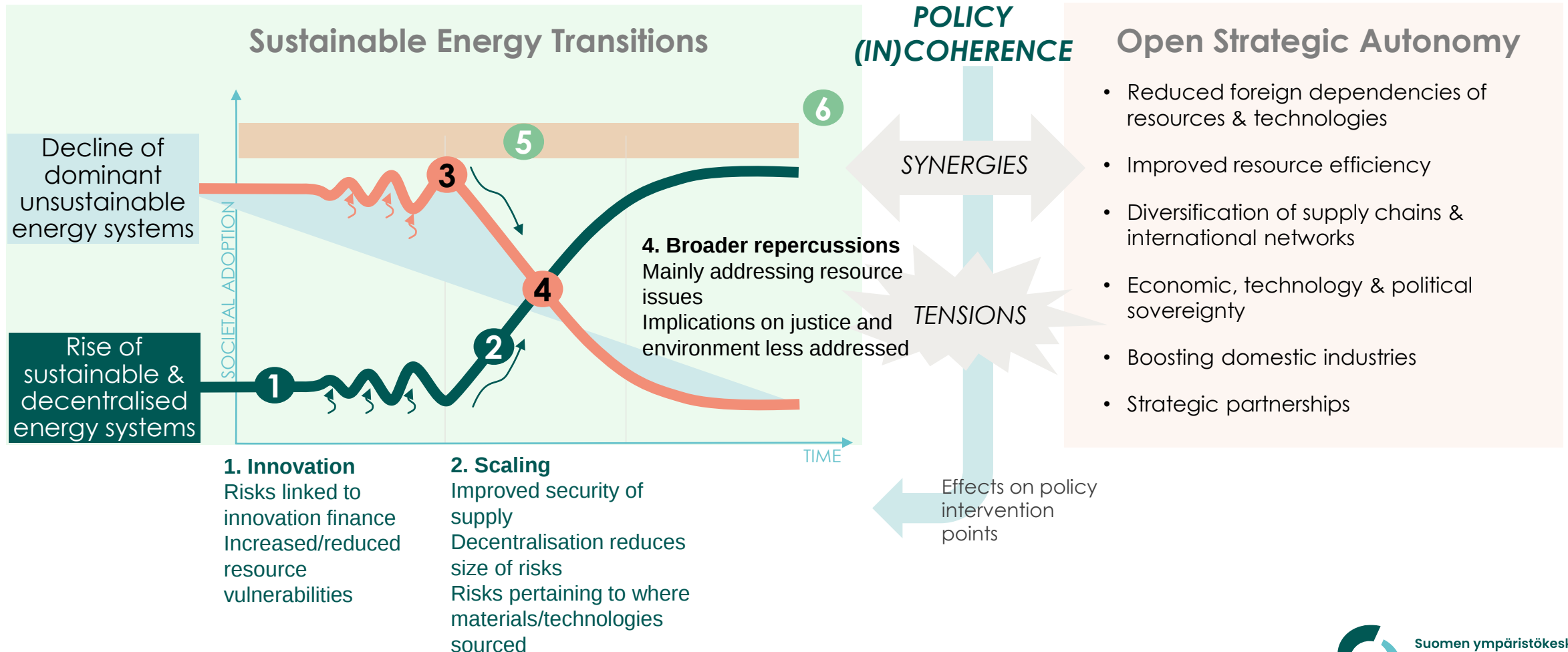
Avoin strateginen autonomia EU:n uusi tavoite

- Yritys vähentää EU:n ulkoisia riippuvuuksia kriittisillä sektoreilla (Miró, 2023)
- Avoimuuden haku samalla ollen resilientti ja omista tavoitteista huolehtiva (Schmitz and Seidl, 2023)
- Kansainvälisten häiriöiden ja vaikutusyritysten vähentäminen, ja strategisten kansainvälisten suhteiden korostaminen (Kroll, 2024).
- Globaalista avoimuudesta kohti kaupan geopolitisoitumista (Schmitz and Seidl, 2023)
- Muiden maiden vastaavia politiikkoja:
 - US: Inflation Reduction Act, Chips and Science Act
 - China: Belt and Road Initiative

3. Fossil fuel phaseout
Reducing dependencies.
Increasing economic & political sovereignty

5. System interaction
Focus on energy-industrial
system interconnections

6. Landscape tilt
Mix of incentives & fuzzy
conceptualisation of OSA



Johtopäätöksiä

- **Energiasiiirtymä yleisesti ottaen parantaa turvallisuutta ja resilienssiä, mutta se myös aiheuttaa kielteisiä vaikutuksia, joihin ohjauksella tulee puuttua**
 - Esim. mistä kriittisten infran rahoitus tulee, sähköistymiseen liittyvät tekniset riskit, kriittisten raaka-aineiden ja komponenttien saatavuus.
- **Energiaturvallisuus on toimitus- ja huoltovarmuutta laajempi kysymys**
 - Esim. ilmastonmuutokseen ja sotilaallisiin uhkiin varautuminen
- **T&K ja innovaatiotoimintaa tarvitaan!**
 - Esim. uudet energiavarastointiratkaisut, ja EU:n sisäisten innovaatioarvoketjujen rakentaminen
- **Energiajärjestelmän resilienssiä voi edistää lisäämällä positiivista turvallisuutta**
 - Esim. kansalaisten energioresilienssi, energiaköyhyyden ennalta ehkäisy