



**FUTURES PLATFORM**

# **Ilmastonmuutoksen osatekijöiden ennakointi**

Kooste Futures Platformilla tehdystä arviointiprosessista (ilmiökohtainen tarkastelu)

Aluekehityssuunnittelija Teemu Juntunen, Pohjois-Savon liitto

[teemu.juntunen@pohjois-savo.fi](mailto:teemu.juntunen@pohjois-savo.fi), puh. 044 7142670



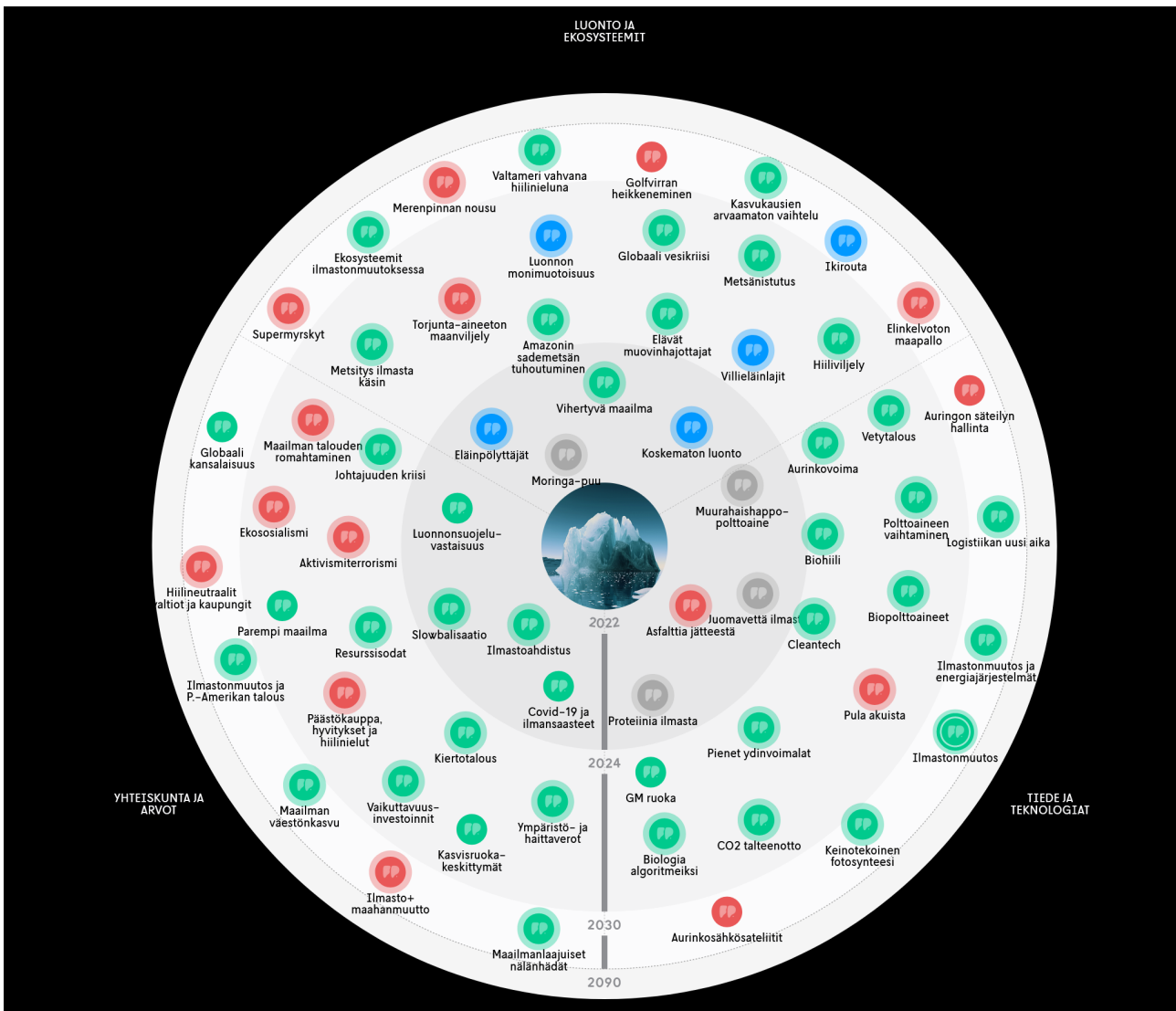
## SISÄLLYS

TAUSTAA.....	2
Valtava vaikutus lyhyellä aikavälillä.....	2
Biopolttoaineet (Vahvistuva, 2025-2029) .....	2
Kasvukausien arvaamaton vaihtelu (Vahvistuva, 2030-2040).....	2
Aurinkovoima (Vahvistuva, 2024-2028) .....	3
Kiertotalous (Vahvistuva, 2024-2028) .....	4
Pula akuista (Villi kortti, 2025-2029) .....	4
Johtavuuden kriisi (Vahvistuva, 2023-2028) .....	5
Amazonin sademetsän tuhoutuminen (Vahvistuva, 2024-2029).....	5
Globaali vesikriisi (Vahvistuva, 2024-2029).....	6
Supermyrskyt (Villi kortti, 2045-2055) .....	6
Ilmastopakolaisuus ja maahanmuutto (Villi kortti, 2029-2039).....	7
Maailman talouden romahtaminen (Villi kortti, 2030-2040).....	7
Valtava vaikutus pitkällä aikavälillä .....	8
Cleantech-ilmio (Vahvistuva, 2024-2028) .....	8
Pienet ydinvoimalat (Vahvistuva, 2030-2040) .....	8
Vaikuttavuusinvestoinnit (Vahvistuva, 2024-2028) .....	9
Slowbalisaatio (Vahvistuva, 2023-2025) .....	9
Maanviljely ilman torjunta-aineita (Villi kortti, 2025-2029).....	10
Vetytalous (Vahvistuva, 2023-2028) .....	11
Biohiili (Vahvistuva, 2024-2028).....	11
Etelämantereen sulaminen ja merenpinnan nousu (Villi kortti, 2040-2120).....	12
Valtameri vahvana hiilinieluna (Vahvistuva, 2030-2040).....	12
Ilmastonmuutos ja energiajärjestelmät (Vahvistuva, 2029-2041) .....	13
Hiilidioksidin talteenotto (Vahvistuva, 2024-2028).....	13
Maailmanlaajuiset nälänhädät (Vahvistuva, 2022-2024).....	14
Koskematon luonto (Heikkenvä, 2020-2023).....	15
Maailman väestönkasvu (Vahvistuva, 2029-2039).....	15
Resurssisodat (Vahvistuva, 2024-2028) .....	16
Ikirouta (Heikkenevä, 2065-2075).....	16
Ekosysteemit ilmastonmuutoksessa (Vahvistuva, 2029-2039).....	17
Elinkelvoton maapallo (Villi kortti, 2079-2121).....	17

## TAUSTAA

Ilmastonmuutoksen osatekijöiden ennakointi toteutettiin Futures Platform -työkalulla. Futures Platform on kansainvälinen, laajasti tulevaisuudentutkijoiden käytössä oleva työkalu tulevaisuuden trendien/ilmioiden ennustamiseen. Työkalu sisältää taustalla tietokannan (taustalla myös tekoäly), joka sisältää runsaasti kansainvälisten tutkijoiden ympäri maailmaa ajantasaisesti tallentamaa tietoa tulevaisuuden mahdollisista trendeistä/ilmioistä. Prosessi toteutettiin 2.11.-9.12.2022 välisenä aikana. Prosessiin osallistettiin maakunnan eri organisaatioita laajasti. Vastaajina oli niin yksittäiset henkilöt kuin erikseen kootut ryhmät.

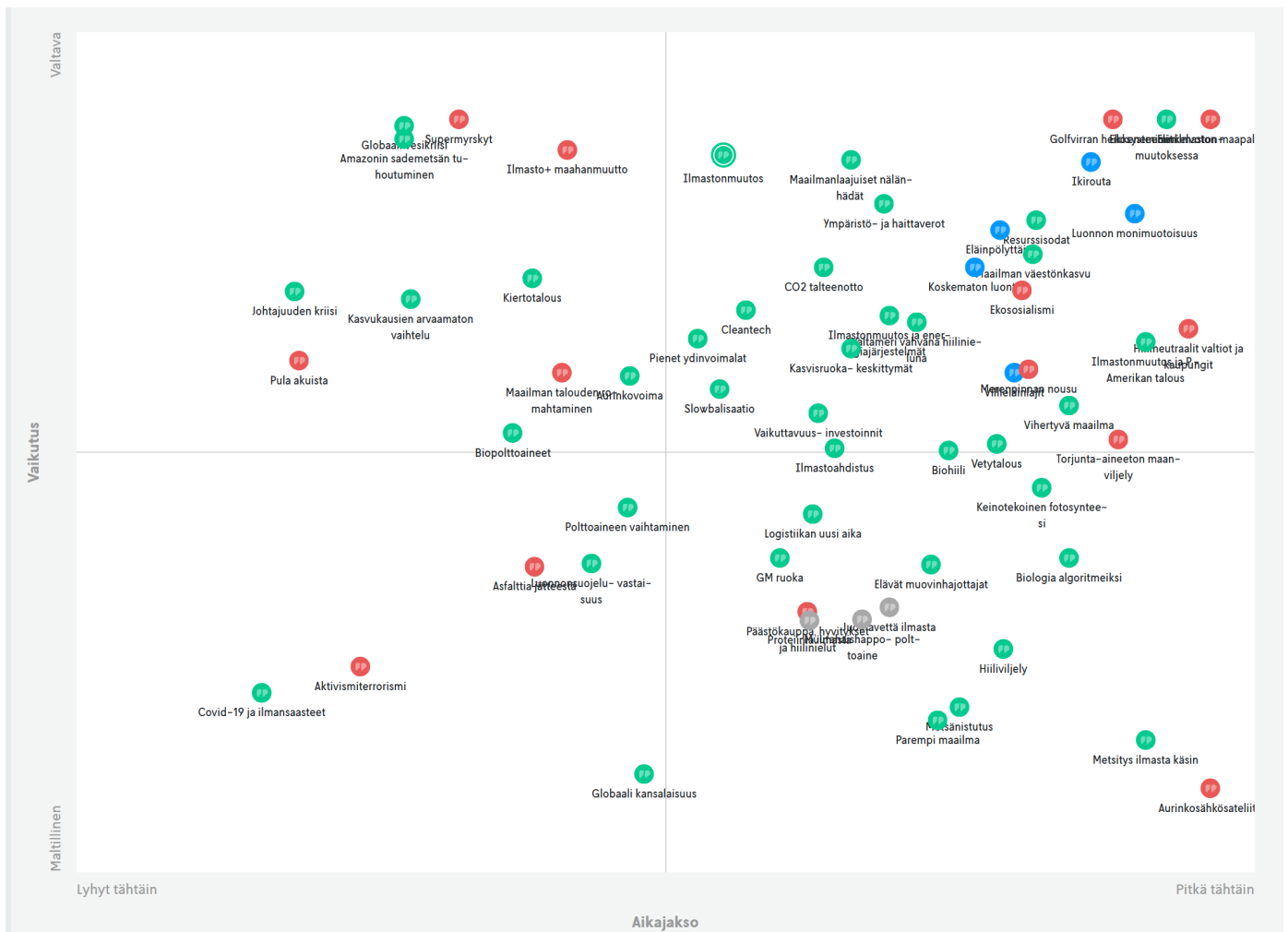
Prosessissa vastaajia pyydettiin arvioimaan eri ilmiöiden vaikutusta (maltillinen-valtava) ja kriittisintä/merkittävintä aikajaksoa. Alla käytössä ollut ennakointikartta.



Tähän koosteeseen on otettu tarkasteluun vain ne ilmiöt, joita äänestettiin kolme kertaa tai enemmän. Lisäksi ilmiöistä rajattiin pois ne, joiden vaikutusta arvioitiin maltilliseksi. Eli tarkastelussa on vain nelikentän yläosan ilmiöt (ks. kuva alla).



# FUTURES PLATFORM



Kunkin ilmiön jälkeen suluissa on arvio siitä, onko ilmiö vahvistuva, heikkenevä, villi kortti vai heikko signaali. Lisäksi suluissa on alustassa valmiiksi ollut arvio siitä, milloin ilmiö on ajankohtainen. Nämä vuosilukuarviot voivat siis poiketa siitä, mikä on ollut vastaajien näkemys (lyhyt aikaväli – pitkä aikaväli). Jos haluaa tarkempaa tietoa esim. poisjätetyistä ilmiöistä tai muuten tästä prosessista, voi olla yhteydessä kansilehdessä mainittuun henkilöön.



## VALTAVA VAIKUTUS LYHYELLÄ AIKAVÄLILLÄ

### Biopolttoaineet (Vahvistuva, 2025-2029)

Esimerkiksi puuta, kasveja tai erilaisia jätteitä voidaan käyttää biopolttoaineen raaka-aineena. Raaka-aine voidaan hyödyntää suoraan polttamalla tai sitä voidaan jatkojalostaa eri muotoihin, kuten polttonesteiksi. Vaikka biopolttoaineet vaikuttavat lupaavilta, näyttää siltä, että niillä on vielä monia esteitä ohitettavanaan ennen kuin niistä kehittyvät valtavirran uusiutuvan energian muoto.

Yksi todennäköinen skenaario on, että biopolttoaineiden käyttö pysyy suppeana kustannustehokkaampien kilpailijoiden takia. Todennäköisin skenaario on, että biopolttoaineiden käyttö rajoittuu ainakin lyhyellä aikavälillä tietyille sektoreille sen sijaan, että ne nousisivat uudeksi kauttaaltaan fossiiliset polttoaineet korvaavaksi pääenergianlähteeksi. Biopolttoaineiden kustannustehokkuus laahaa paitsi fossiilisten polttoaineiden myös erityisesti muutamien uusien energianlähteiden kuten synteettisten polttoaineiden, vedyn sekä hiilidioksidia ja auringonvaloa käyttävien reaktorien jäljessä.

Toinen mahdollinen skenaario on se, että tutkimus biopolttoaineiden talteenottoteknologian parissa nostaa biopolttoaineiden käytön seuraavalle tasolle. Tutkijat jatkavat sitkeästi työtä vaihtoehtoisten energialähteiden ja uusien ympäristöystävällisempien biopolttoaineiden erottelu- ja talteenottomenetelmien parissa. Esimerkiksi selvityksiä ruoantähteiden ja ruokajätteen, metsäteollisuuden jätteiden sekä muun biomateriaalijätteen uudelleenkäytöstä tehdään aktiivisesti. Jotkut asiantuntijat ovat myös ehdottaneet, että järvistä, joissa mikrobit luonnollisesti hajottavat biomassaa ja tuottavat metaania, voisi muodostua toimiva ja kestävä biopolttoaineiden lähde.

Näiden mahdollisten lähteiden lisäksi myös uusi tutkimustyön alla oleva kalvoteknologia voisi avata tien edullisempaan ja tehokkaampaan biopolttoaineiden tuotantoon. Tietynlainen ohutkalvovyhdistelmä puhdistaa ja erottelee biopolttoaineen raaka-aineista aikaisempia menetelmiä tehokkaammin, mikä saattaa pudottaa biopolttoaineiden tuotantokustannuksia. Kun nämä uudet biopolttoaineiden lähteet ja tuotantomenetelmät kypsyvät kaupalliselle tasolle, biopolttoaineiden rooli energiasektorilla on hyvin erilainen kuin nyt.

### Kasvukausien arvaamaton vaihtelu (Vahvistuva, 2030-2040)

Entistä arvaamattomammat sään vaihtelut vaikuttavat merkittävästi sääolosuhteille herkkään maatalouteen. Siksi arvaamattomasti vaihtelevat kasvukaudet, kuivuudet ja tulvat, myrskyt ja hurrikaanit, lumimyrskyt, äärimmäiset lämpötilat sekä tuholaisien ja tautien lisääntyminen vaikuttavat paitsi viljelijöihin ja maanomistajiin myös koko elintarvikeketjuun.

Ilmastonmuutoksen kiihtyessä viljelymenetelmiin tarvitaan säävaihteluiden vaikutuksia mitätöiviä toimia. Nämä saattavat koostua uusista tuotantolaitoksista, riskien seulonnasta, holistisesta maatalojen hallinnoinnista, tutkimustyöstä, suunnittelumuutoksista sekä sijoituksista uusiin patoihin, muureihin ja puihin, jotka toimivat suojina vettä ja tuulta vastaan. Saatetaan kokeilla myös muita käytäntöjä, kuten satojen peittämistä, peltometsäviljelyä, agroekologiaa, erilaista kestävää



# FUTURES PLATFORM

viljelyä, permakulttuuria sekä sadevesimäärien hallitsemista esimerkiksi sadepilvien kylvämisen ja IoT-pohjaisen kastelujärjestelmien avulla.

Kasvukausien vaikea ennakoitavuus vaatii useita korjaavia toimenpiteitä. Tämä tarkoittaa lisääntyvää sijoitusten tarvetta sekä tarvetta muutoksille nykyisissä toimintatavoissa. Seuraukset voivat olla vakavia etenkin maailman köyhimmälle väestölle, jos korjaavia toimenpiteitä ei saada toteutettua ajoissa. Arvaamaton sään vaihtelu vaikuttaa ruokaturvaan, kotitalouksien talouteen, elintarvikkeiden hintoihin ja lopulta myös yhteiskunnan vakauteen.

Toisaalta satokausien muutokset voivat myös mahdollistaa uusien kasvien viljelyn uusilla alueilla ja näin ollen laajemman tuotevalikoiman. Mikäli sijoitukset maatalouden kestävyuden ja joustavuuden parantamiseksi kohdistetaan oikein, monien ihmisten elinolosuhteet saattavat jopa kohentua.

## Aurinkovoima (Vahvistuva, 2024-2028)

Aurinkovoiman käyttö on jatkuvassa kasvussa. Tuotantokustannusten halpeneminen on tehnyt aurinkovoimasta yhden tärkeimmistä uusiutuvan energian muodoista. Joidenkin arvioiden mukaan aurinkovoima saattaa muodostua suurimmaksi yksittäiseksi sähkönlähteeksi vuoteen 2050 mennessä.

Aurinkoenergiateknologian kehitys edistyy jatkuvasti, ja uusia konsepteja ja ideoita tuotetaan nopealla tahdilla. Esimerkiksi Yalen yliopiston tutkijat ovat havainneet, että hiilinanoputkia hyödyntämällä perinteisten piiperustaisten kennojen energiantuottotehoa voidaan parantaa olennaisesti.

Useat kehitysprojektit ovat tehokkuuden lisäämisen ohella keskittyneet korvaajan löytämiseen nykyisten kennojen pääasialliselle rakennusaineelle, piille. Esimerkiksi muovista on jo rakennettu toimivia aurinkopaneeleja ja siitä onkin esitetty yhtä mahdollista halpaa piin korvaajaa.

Kolmas mielenkiintoinen aurinkokennojen kehitystä koskeva tutkimus liittyy perovskiitin hyödyntämiseen. Perovskitistä on niin ikään povattu piin korvaajaa, sillä siitä valmistetut kennot olisivat nykyistä tehokkaampia, kevyempiä, taipuisampia ja luonnollisesti myös edullisempia. Perovskitikennot voivat myös hyödyntää valon eri aallonpituuksia nykyisiä kennoja paremmin.

Aurinkovoimaa tullaan todennäköisesti hyödyntämään yhdessä muiden uusiutuvien energianlähteiden kanssa tavoilla, joissa jokaisen energianlähteen vahvuuksilla pyritään paikkaamaan toisen lähteen heikkouksia. Ongelmaksi saattaa kuitenkin jossakin vaiheessa muodostua resurssiallokaatio eri energianlähteiden kehitysprojektien välillä. Mikäli esimerkiksi aurinko-, tuuli- ja vesivoima alkavat yhä enemmän kilpailla samasta tutkimusrahoituksesta, saattaa olla, että kunkin alan kehitys hidastuu.

Yhä tehokkaammat aurinkosähkön tuotannon muodot voivat myös vaikuttaa maailman geopoliittiseen ja geoekonomiseen tilanteeseen. Fossiilisten polttoaineiden tuottajamaat todennäköisesti menettävät vientituloja aurinkovoiman vastatessa yhä suuremmasta osasta energiantuotantoa. Tämä voi tarkoittaa alemmaa elintasoja ja epävakautta alueille, jotka ovat riippuvaisia öljy- ja kaasutuloista, mutta taas huomattavia lisätuloja maille, joilla on etulyöntiasema halvan aurinkoenergian tuotannossa ja siirrossa kuluttajamaihinkin.



# FUTURES PLATFORM

## Kiertotalous (Vahvistuva, 2024-2028)

Kiertotalous on nouseva tuotantomalli, jolla pyritään vähentämään jätettä ja saasteita suunnittelemalla materiaalivirtojen kulkua kestävän kehityksen periaatteiden mukaisesti. Raaka-aineiden tehokas käyttö ja kierrättäminen hyödyttävät sekä ympäristöä että taloutta. Kiertotalousmalliin siirtymisestä on etua myös ihmisille, sillä se mahdollistaa nykyisten elämäntyyliemme ylläpitämisen, luo uusia työpaikkoja ja vähentää ilmansaasteita.

Mallin taloudellinen hyöty saavutetaanärkevien prosessien, uusien teknologioiden ja materiaalien, tehokkaan kierrättämisen ja energiasäästöjen avulla. Konkreettiset ympäristöhyödyt puolestaan syntyvät kasvihuonepäästöjen vähentymisestä ja ekosysteemien säilymisestä.

Monet valtiot ajavat kestävä kehitystä, ja konkreettiset mallit sen soveltamiseksi ovat elintärkeitä. Kiertotalous on jo EU:n kärkihankkeita, ja useat muut taloudet kehittävät samanlaisia strategioita. Lisäksi uutta mallia ovat edistäneet monet monikansalliset yritykset ja heidän asiakkaidensa lisääntyvä ympäristötietoisuus. Arvioiden mukaan globaalitalous voisi hyötyä vuodessa jopa yli biljoona dollaria ja luoda 100 000 työpaikkaa vuoteen 2025 mennessä, mikäli yritykset siirtyvät kiertomalliin.

Ilmastonmuutos ja resurssipula ovat globaaleja huolenaiheita, jotka ovat nostaneet uusien ja tehokkaiden tuotanto- ja kulutustapojen tarvetta. Kasvava maailman väestö ja kehittyvien maiden teollistuminen tulevat lisäämään entistään kestävien ratkaisujen kysyntää ja käyttöönottoa.

Hallitukset tulevat kehittämään konkreettisia toimenpiteitä ja tarjoamaan taloudellisia kannustimia yrityksille, jotka tarjoavat vihreitä tuotteita ja tukevat kierrätysuunnitelmia. Yritykset ottavat kiertomalleja käyttöönsä, kun positiivisten esimerkkien määrä kasvaa ja taloudellisesta hyödyistä tulee näkyvää. Siirtyminen lineaarisen talouden mallista kiertotalouteen edellyttää myös nykyisen kulutuskulttuurin muuttumista. Yleistä tietoisuutta aiheesta lisätään opettamalla eri kouluasteilla kestävien valintojen tekemistä ja tehostamalla kuluttajille ja kansalaisille suunnattua tiedottamista.

## Pula akuista (Villi kortti, 2025-2029)

Sähkön kysyntä verkon ulkopuolella ja kulutuspiikkien aikaan kasvaa. Akkujen markkinapotentiaali on valtava, mutta niihin liittyy myös suuren markkinahäiriön riski, sillä jotkin niihin tarvittavista raaka-aineista, kuten litium, koboltti ja nikkeli, saattavat muuttua liian harvinaisiksi ja kalliiksi. Ilman energian varastointimahdollisuuksien voimakasta kasvua on mahdollista, että olemme matkalla kohti uutta energiakriisiä.

Siirryttäessä fossiilisista polttoaineista tuuli- ja energiavoimaan tasainen energiansaanti on ensiarvoisen tärkeää niin kuluttajille kuin teollisuudellekin. Tasaisen sähkönsaannin turvaamiseksi tarvitaan suuria energiavarastoja, jotka voivat joustavasti antaa virtaa tarvittaessa. Ilman nopeasti laajenevaa energian varastointikapasiteettia sähkökriisin riski kasvaa.

Suuret energian varastointijärjestelmät ovat keskeisessä asemassa tulevaisuuden kestävässä sähkövoimajärjestelmissä. Ne ovat välttämätön tekijä sääolosuhteista riippuvaisissa aurinko- ja tuulivoimajärjestelmissä. Vaikka energiantuotannossa olisi laajempaa vaihtelua, suuret akut toisivat energian jakelujärjestelmään vakautta ja joustavuutta.



# FUTURES PLATFORM

Tarvitaan kuitenkin merkittäviä parannuksia, jotta energian varastoinnista saataisiin oikeasti kestävä. Tällä hetkellä käytetyin akkutyypin on litiumioniakku, joka on riippuvainen kobolttin, litiumin ja nikkelin kaltaisista harvinaisista mineraaleista. Niiden hankintaketjuihin liittyy paljon riskejä. Suurin osa tuotannosta ja prosessoinnista on maantieteellisesti keskitettyä ja tapahtuu maissa, joissa työntekijöiden oikeuksia on tiedettävästi poljettu ja ihmisoikeusrikkomuksia raportoitu. Myös käytettyjen akkujen käsittely on oma ongelmansa. Tällä hetkellä tyhjiä akkujen kierrätys ei lähellekään vastaa uusien akkujen kysyntää. Akkuteollisuudella on vielä paljon tehtävää ennen kuin voidaan puhua kestävästä kehityksestä sen yhteydessä.

## Johtavuuden kriisi (Vahvistuva, 2023-2028)

Epävakaassa, epävarmassa, vaikeaselkoisessa ja epämääräisessä VUCA-maailmassa (volatile, uncertain, complex, ambiguous) vaaditaan johtajuutta, jossa perinteiset mallit on korvattu sisäisiä ja ulkoisia ekosysteemejä ymmärtävällä johtajuusmallilla. Egojen hallitseminen on keskeisessä roolissa tässä muutoksessa. Nöyrä ja moraalisesti suoraselkäinen johtajuus vie organisaatioita kohti menestystä. Tätä heijastaa esimerkiksi LRN Corporationin tekemä kysely, jossa 87 % vastaajista uskoo, että tarve moraalisesti suoraselkäiselle johtajuudelle on nyt suurempi kuin koskaan. Johtajien tulee antaa alaisilleen vapauksia ja luottamusta käskyjen sanelun sijaan.

Viime vuosikymmeninä organisaatioista on tullut entistäkin monimuotoisempia. Johtajien täytyy pystyä tekemään yhteistyötä hyvin erityyppisten henkilöiden kanssa, jotta näiden luovuus, yhteistyökyky ja innovaatiot saataisiin hyödynnettyä parhaalla mahdollisella tavalla. Nykypäivän johtajuuskriisi täytyy pystyä ratkaisemaan sekä organisaatio- että myös globaalilla tasolla, koska globaalit haasteet, koskivatpa ne taloutta, terveyttä tai geopolitiikkaa, vaativat sitä tullakseen järkevästi ratkaistuksi.

Tämän päivän johtajat tulevat kohtaamaan kasvavaa epäluottamusta, mikäli he eivät sopeudu monimuotoisuuteen eivätkä kykene päästämään irti minäkeskeisestä, hierarkkisesta johtajuudesta. Kyvyttömyys muuttaa johtamistyyliä saattaa myös hidastaa organisaation kasvua ja tehdä siitä haavoittuvamman ennaltanäkemättömien riskien edessä. Poliitikassa moraalisen johtajuuden ja maailmanlaajuisen yhteistyön puute voi johtaa vakaviinkin seurauksiin ilmastonmuutoksen, tuloerojen ja uutta teknologiaa koskevan eettisen pohdinnan osalta.

## Amazonin sademetsän tuhoutuminen (Vahvistuva, 2024-2029)

Sademetsien kyky sitoa hiilipäästöjä itseensä on parempi kuin muilla kasvillisuustyypeillä. Tämän takia maailman suurin sademetsä Amazon kykenee varastoimaan valtavia määriä hiilidioksidia. Näin ollen Amazonin tuhoutuminen heikentää sademetsän kykyä kompensoida nousevia hiilidioksidipäästöjä ja vähentää ilmastokriisin vaikutuksia. Metsän osittaisen tuhoamisen ja polttamisen takia Amazonin syvänteestä on tullut hiilidioksidin nettotuottaja. Tutkijoiden mukaan Brasilian Amazonin sademetsä on päästänyt hiilidioksidia ilmaan lähes 20 % enemmän kuin se on sitonut.

Yhden skenaarion mukaan sademetsän tuhoutuminen jatkuu hallinnon toimimattomuuden takia tulevaisuudessakin. Vahvoja toimia saatetaan kuitenkin jossain vaiheessa ottaa käyttöön, mikäli hallintoon kohdistuu merkittävää julkista painetta. Jossain vaiheessa hallinnot säätävät ja ottavat käyttöön ympäristöohjelmia ja -aloitteita hoitaakseen ongelman juurisyyn, mihin pakottavat globaalit pyrkimykset vähentää ilmastonmuutoksen vaikutuksia. Esimerkiksi karjankasvatuksen





# FUTURES PLATFORM

yleistyminen hidastuu, kun siirrytään kasvipohjaisiin ruokavalioihin ja kun kestävyystoimet kuten hiiliviljely yleistyvät. Lopulta Amazonin metsäkato laantuu.

Synkimmässä skenaariossa metsäkato kiihtyy ja Amazon muuttuu kuivaksi, savannimaiseksi ekosysteemiksi. Naudanlihan kysynnän kasvun takia karjankasvatus jatkaa merkittävänä metsäkadon ajurina. Lähes 70 % kaikesta Brasilian metsäkadosta johtuu karjankasvatuksesta. Kuivuus pahenee sademetsässä monien syiden, kuten ilmastonmuutoksen ja ihmisen toiminnan, seurauksena ja muuttaa Amazonin sademetsän lopulta savannimaiseksi ympäristöksi.

## Globaali vesikriisi (Vahvistuva, 2024-2029)

Useat suurkaupungit kärsivät pohjavesien vähittäisestä loppumisesta, ja kaupungistumisen sekä ilmastonmuutoksen pelätään pahentavan vesipulaa etenkin maailman megakaupungeissa. Pohjaveden arvioitiin loppuvan muun muassa Bangaloresta ja Kapkaupungista vuoteen 2020 mennessä, mutta tiukoilla vedensääntelytoimenpiteillä nämä kaupungit ovat onnistuneet ostamaan lisää aikaa itselleen. Lisääntyvä kuivuus uhkaa kuitenkin jatkuvasti monia pohjavesialueita. Lisäksi ongelmana on myös maailman vesivarantojen epätasainen jakautuminen.

Kuivuvat alueet ja kuivuus eivät kuitenkaan ole puhtaasta vedestä kiinnostuneiden ainoita tulevaisuudenhuolia. Vesivarantoja yksityistetään nopealla vauhdilla. Wall Streetin investointipankit ja muut sijoittajat ovat ostajina. Kaiken lisäksi monilla yrityksillä, kuten esimerkiksi Nestléllä ja Coca Colalla, on oma intressinsä kontrolloida puhtaan veden käyttöä, koska ne pyrkivät siirtämään juomaveden kulutuksen yhä kasvavissa määrin pullotettuun veteen.

Kasvava vedentarve on ongelma, koska veden säästämisen ja puhtaan veden tuotannon keinot ja teknologiat eivät kehity kyllin nopeasti. Lisäksi väkiluvun kasvu lisää vedentarvetta entisestään myös ruoan- ja energiantuotannossa. Vesikriisin ratkaisemiseksi tarvitaankin globaalia yhteistyötä veden kysynnän sääntelemiseksi ja vesivarantojen käytön optimoimiseksi.

Mikäli vesipulaa ja ilmastonmuutosta ei oteta vakavasti, massiiviset nälänhädät ja muuttoaalto vaikuttavat vääjäämättömiltä monissa maailmankolkissa. Puhtaan veden tuotanto ja jakelu sekä veden säästäminen kulutusta pienentämällä ovat muuttumassa yhä tärkeämmiksi tavoitteiksi sekä julkisella että yksityisellä sektorilla. Kuivuus saattaa merkitä megakaupunkien loppua ja lisätä muuttoliikettä huomattavasti. On täysin mahdollista, että puhtaasta vedestä tulee yksityistä omaisuutta samalla tavoin kuin öljy on ollut menneinä vuosikymmeninä tai että paheneva vesipula johtaa sotiin, joissa tärkein tavoite on varmistaa pääsy puhtaan veden äärelle. Pohjoisesta poliittisesta ja taloudellisesta näkökulmasta katsottuna puhdasvesivarannot näyttävät joko uhkalta tai mahdollisuudelta.

## Supermyrskyt (Villi kortti, 2045-2055)

Ilmastonmuutoksen aiheuttamien lämpötilojen nousun takia hirmumyrskyt liikkuvat hitaammin ja viiptyvät todennäköisesti kauemmin kullakin alueella. Lisäksi ennustetaan, että tulevaisuuden hirmumyrskyt tuovat mukanaan entistäkin tuhoisampia sateita. Yhden arvion mukaan ilmassa kiertää 5 – 8 % enemmän vesihöyryä kuin sukupolvi sitten. Lämmin ilma sisältää enemmän vesihöyryä kuin kylmä ilma, joten sadetta on luvassa paljon enemmän. Hitaammin etenevät ja kosteammat hirmumyrskyt aiheuttavat tuhoisia tulvia.

Ilmastonmuutos saattaa muuttaa suihkuvirtauksia, mikä puolestaan voi tehdä hirmumyrskyjen reiteistä entistä mutkikkaampia ja vaikeampia ennustaa.



# FUTURES PLATFORM

## Ilmastopakolaisuus ja maahanmuutto (Villi kortti, 2029-2039)

Ilmastonmuutos voi tehdä useat nykyiset asuinalueet elinkelvottomiksi jo lähivuosikymmeninä. Tämä synnyttäisi valtavan ilmastopakolaisuuden aallon, johon ihmiskunnan olisi nopeasti sopeuduttava. Arviot ilmastosiirtolaisten määrästä vaihtelevat 25 miljoonasta 1,5 miljardiin vuoteen 2050 mennessä.

Ilmaston huomattavan lämpenemisen seurauksena entistä rankempia sateita saava trooppiin alue laajenee etelään ja pohjoiseen, mutta monet nykyisin vehreät alueet, kuten Välimeren alue, muuttuvat kehittyvästä kuivuudesta johtuvan aavikoitumisen seurauksena mahdollisesti jopa pysyvästi elinkelvottomiksi. Ilmastonmuutos lisää hyvin monen tyyppisiä sään ääri-ilmiöitä. Aavikoitumiskehityksen lisäksi esimerkiksi tulvien, tsunamien ja hirmumyrskyjen aiheuttamien tuhojen takia yhä useampi ihminen saattaa tulevaisuudessa jäädä täysin tyhjän päälle. Ilmaston lämpeneminen voi aiheuttaa myös kierteen, jossa merenpinta nousee paljon ennakoitua nopeammin jättäen tiheän ihmisasutuksen alueet tulevaisuudessa veden alle. Pahimmillaan ilmastonmuutos voi myös pysäyttää Golf-virran, mikä voi johtaa huomattavaan kylmenemiseen alueilla, jotka nyt nauttivat leudosta ilmastosta.

Suurien ihmismassojen uudelleen asuttaminen niin valtioiden sisälle kuin rajojen ulkopuolelle tuo mukanaan laaja-alaisia ongelmia. Hitaiden muutosten seurauksiin pystytään varautumaan paremmin etukäteen, mutta ympäristökatastrofien nopeat seuraukset ovat vaikeasti ennakoitavissa.

Riittävä ruuantuotannon, vedensaannin ja asuntojen järjestäminen nousee välittömästi haasteeksi, puhumattakaan uuden toimeentulon löytämisestä ja uuteen yhteiskuntaan sopeutumisesta pitkällä tähtäimellä. Isot ja hallitsemattomat muuttovirrat aiheuttavat ongelmia yhteiskuntien taloudelliselle ja sosiaaliselle kestäväyydelle. Pahimmillaan kriisejä seuraavat levottomuudet ja konfliktit, jotka entistään vaikeuttavat tilannetta.

## Maailman talouden romahtaminen (Villi kortti, 2030-2040)

Velkatasot ovat korkealla useimmissa länsimaissa tällä hetkellä. Rakenteelliset muutokset, liiallinen riskinotto, globaalit kriisit ja sodat tai vain huonosti hoidettu talouspolitiikka saattavat aiheuttaa hintakuplia ja yllättäviä tarjonnan vaihteluita, jotka voivat horjuttaa talouden tasapainoa ja jossain määrin myös sitä uskoa, johon nykyinen talousjärjestelmä perustuu. Tämä voi seisauttaa koko maailman talouden kehityksen. Uuteen tilanteeseen sopeutuminen ja romahtaneen järjestelmän korvaaminen uudella olisi pitkälinen prosessi, jonka aikana globaali talous ja yhteiskunnat joutuisivat painimaan vuosien ajan jatkuvan epävakauden kanssa.

Yhtenä skenaariossa tässä ilmiössä on, että maailmanlaajuisesti vallitseva myllerrys ja puutteellinen rahapolitiikka johtavat hallitsemattomaan inflaationkehitykseen. Samalla kun globaali suurvaltakilpailu kiihtyy, yhä suurempi osa väestöstä on työiän ulkopuolella eikä tuottavuus juurikaan kasva, mikä kannustaa lisääntyvään velanottoon. Perushyödykkeiden ja raaka-aineiden kuten muun muassa lannoitteiden, viljan ja öljyn hinnat nousevat dramaattisesti. Inflaatio kasvaa, mutta länsimaiden keskuspankit eivät pysty nostamaan korkotasoja ja pitämään inflaatiokehitystä aisoissa kasaantuneiden massiivisten velkojen takia. Sitä vastoin elvytyskeinoja jatketaan, mikä johtaa hyperinflaatioon. Tämä aiheuttaa äkillisen shokin maailman taloudessa, ja lähes kaikki kauppa seisahtuu. Ihmiset hamstraavat tarvikkeita ja vaihtokauppa yleistyy. Ruoasta on pulaa, ja



# FUTURES PLATFORM

joillain alueilla kärsitään jopa vakavaa nälänhätää. Länsimaalaiset valuutat on sidottu dollariin. Hyperinflaatio ratkaisee korkean velkaantuneisuuden ongelman lyhyellä aikavälillä.

Toisessa skenaariossa markkinoiden vapauttaminen johtaa kestävämpään omistusten arvon ja velan nousukierteeseen, mikä johtaa lopulta markkinoiden kutistumiseen ja finanssikriisiin. Pitkän kasvun aikakauden jälkeen valtiot päättävät säännöstelyn purkamisesta finanssialan vapauttamiseksi. Lyhyellä aikavälillä tämä johtaa tuottavuuden kasvuun, talouskasvuun sekä korkeaan työllisyyteen. Samaan aikaan omaisuuserien ja asuntojen markkina-arvot nousevat ylenpalttisesti. Kerääntyneen velan suuruuden vuoksi kupla lopulta puhkeaa. Pääomaa virtaa turvallisiin omistuksiin, kuten USA:n valtion obligaatioihin. Kodinomistajien ja kotitalouksien nettovarallisuus romahtaa, ja seuraa ulosmittausten aalto. Pidemmällä aikavälillä talouden romahdus johtaa tuottavuuden nousuun tuottamattomien yritysten konkurssien myötä.

## VALTAVA VAIKUTUS PITKÄLLÄ AIKAVÄLILLÄ

### Cleantech-ilmio (Vahvistuva, 2024-2028)

Cleantech tarkoittaa ympäristöystävällisiä ja tehokkaita teknologiaan perustuvia ratkaisuja, jotka mahdollistavat kestävä tuotannon ja kulutuksen. Sillä pyritään muun muassa vähentämään päästöjä ja saasteita, lisäämään energia- ja resurssitehokkuutta sekä parantamaan ilman ja veden puhdistustekniikoita. Tällä hetkellä cleantechin kehitys on keskittynyt uusiutuvaan energiaan, liikenteeseen ja sähkömoottoreihin, informaatioteknologiaan, valaistukseen sekä vihreään kemiaan.

Puhtaiden ja vihreiden innovaatioiden ennakoidaan ajavan seuraavaa taloudellista vallankumousta teollistuneissa valtioissa, ja kehittyvien talouksien toivotaan seuraavaan tätä lännen mallia. Koska maapallon väestömäärä kasvaa, teknologioiden tarve ihmisten perustarpeiden turvaamiseksi kasvaa. Lisäksi paheneva resurssipula ja ilmastonmuutos edellyttävät, että nämä tarpeet on täytettävä aiempaa vähemmällä resursseilla ja pienemmällä ekologisella jalanjäljellä.

Isot liiketoimintamahdollisuudet odottavat yrityksiä, jotka pystyvät tarjoamaan materiaali- ja energiatehokkaita ratkaisuja sekä vastaamaan uusiin päästövaatimuksiin. Näiden yritysten nopea kasvu tarkoittaa myös talouden ja työllisyyden paranemista.

Uusien kestävien teknologioiden hyödyntäminen tuo pitkällä aikavälillä huomattavia resurssi- ja kustannussäästöjä valtioille, organisaatioille ja yksilöille, vaikka niiden käyttöönotto aluksi saattaa vaatia mittavia investointeja

### Pienet ydinvoimalat (Vahvistuva, 2030-2040)

Uudentyyppiset turvalliset, helposti operoitavat ja verrattain edulliset modulaariset pienydinreaktorit ovat tulossa markkinoille jo lähivuosien aikana. Tehtaassa valmiiksi tehtävistä ja rekan lavalla yhtenä osana paikalleen kuljetettavista laitoksista odotetaan nopeaa ratkaisua päästöjen vähentämiseen jo useissa maissa. Yhden pienen reaktorin teho on muutamasta kymmenestä megawattista aina 300 megawattiin asti, mikä riittää pienen tai jopa keskisuuren kaupungin energiatarpeisiin.



# FUTURES PLATFORM

Pienydinreaktorit eivät sinänsä ole uusi asia. Esimerkiksi pieniä kevytvesireaktoreita on ollut käytössä ydinsukellusveneissä. Ensimmäiset uudet reaktorityypit, joille haetaan käyttöönottolupia tai joita rakennetaan esimerkiksi USA:ssa, Kiinassa ja Kanadassa, ovat kevytvesiteknoologiaan pohjautuvat reaktorit. Kevytvesireaktoreiden lisäksi myös muunlaisia tutkittavia tai lisensointiprosessissa olevia reaktorityyppejä ovat nopeat neutronireaktorit, korkean lämpötilan grafiittihidasteiset reaktorit ja erilaiset sulasuolareaktorit. Useimpien reaktorityyppien kohdalla valmistajat lupaavat teknologian kaupallistamisen tapahtuvan ennen vuotta 2030, mutta reaktorien laajan mittakaavan käyttöönotto tapahtunee vasta 2030-luvun jälkeen.

Pienten reaktoreiden modulaarisuus mahdollistaa niiden massatuotannon tehtaassa, josta ne voidaan kuljettaa suoraan rakennuspaikalle koottavaksi, mikä parantaa sekä rakentamisen laatua että tehokkuutta.

Yksinkertaisen muotoilun ja suhteellisen korkean luontaisen turvallisuutensa ansiosta pienet ydinvoimalat voivat onnistua alueilla, joille tavanomaiset ydinvoimalat eivät ole päässeet leviämään. Ne saattavat avata uusia markkina-alueita etenkin kehittyvissä maissa. Koska pieniä modulaarisia reaktoreita suunnitellaan sijoitettavaksi maan alle, ne ovat myös todennäköisemmin turvassa terroristien hyökkäyksiltä tai maanpäällisiltä luonnonkatastrofeilta. Lähitulevaisuudessa pienydinvoimaloita saatetaan sijoittaa huomattavissa määrin tiheään asutuille alueille kehittyneissä maissa ja myöhemmin myös kehittyvissä maissa.

## Vaikuttavuusinvestoinnit (Vahvistuva, 2024-2028)

Vaikuttavuusinvestoinnit ovat uusi omaisuuslaji, jonka tarkoituksena on saada aikaan positiivista muutosta taloudellisen tuoton rinnalle ympäristön tai yhteiskunnan näkökulmasta. Ilmiötä ajaa kasvava halu luoda kestävämpi maailma ja tarttua sitä eniten uhkaaviin ongelmaryppäisiin, kuten saasteet, ilmastonmuutoksen aiheuttamat luonnonkatastrofit sekä yhteiskuntapoliittiset jännitteet. Tämän tyyppisen investoinnin odotetaan kasvavan kohtalaisen nopeasti tulevina vuosina. Vaikuttavuusinvestointi on läheinen termi muille samankaltaisille ilmiöille kuvaaville termeille, kuten valvutunut kapitalismi, vastuullinen sijoittaminen ja eettinen sijoittaminen.

## Slowbalisaatio (Vahvistuva, 2023-2025)

Käsite slowbalisaatio (slowbalisation) tarkoittaa globalisaatioprosessien eli maailman valtioiden ja näiden talouksien yhteyksien tiivistymisen hidastumista. Vuoden 2008 finanssikriisi, USA:n ja Kiinan väliset kauppasodat, covid-19-pandemia sekä Ukrainan sota lukeutuvat merkittäviin tapahtumiin, jotka ovat osoittaneet globaalien talousjärjestelmien haavoittuvuuden. Globalisaatio ei hyytymisestään huolimatta kuitenkaan ole pysähtymässä, mutta hitaamman globalisaation ajat saattavat jäädä pysyviksi. Tämä voi johtaa vahvempien alueellisten talousalueiden syntyymiseen.

Valtiot ja taloudellisesti yhtenäiset alueet kuten EU ovat entistä valmiimpia suojaamaan omia markkinoitaan. Myös geopoliittiset riskit heijastuvat talouteen, sillä investoijat pyrkivät välttämään valtioita, joiden turvallisuustilanne on epäselvä tai huolestuttava. Covid-19-pandemia sekä Ukrainan sota ovat myös osoittaneet tarpeen keskittyä kansalliseen huoltovarmuuteen toimitusketjujen tehokkuuden sijaan erityisesti kriittisten tuotteiden kuten lääkeaineiden, ruuan ja energian saannin varmistamiseksi.

Slowbalisaation selkein vaikutus on maailman taloudellisen aktiviteetin hidastuminen. Vaikka alueellisiin blokkeihin keskittyvä kaupankäynti ei tarkoita elintason romahdusta, se voi lisätä



# FUTURES PLATFORM

taloudellisia ja poliittisia jännitteitä talousalueiden välillä sekä johtaa alhaisempaan talouskasvuun sekä alueellisesti että globaalisti.

Ei myöskään ole täysin selvää, että globalisaatio palaisi entiselle kasvu-uralleen. Maailman kehittyneet taloudet nojaavat yhä vahvemmin palveluihin ja digitaalisiin tuotteisiin. Lisäksi automaation avulla voidaan tuotantoa tuoda lähemmäs loppukäyttäjiä, mikä osaltaan vähentää kansainvälisen kaupan tarvetta. Siispä tulevaisuudessa yhä suurempi osa globaalista taloudesta saattaakin koostua palvelujen kaupankäynnistä aineellisen globalisaation kasvaessa paljon hitaammalla tahdilla.

## Maanviljely ilman torjunta-aineita (Villi kortti, 2025-2029)

Mehiläisten massakuolemat ovat johtaneet huomattaviin viljelykasvien satotappioihin, koska kasvien pölytys ei ole hoitunut enää yhtä tehokkaasti kuin ennen. Viimeaikaiset tutkimukset osoittavat, että maanviljelykseen käytettävistä torjunta-aineista ja hyönteismyrkyistä leviää haitallisia kemikaaliyhdistelmiä myös luonnonvaraisiin kasveihin. On mahdollista, että torjunta-aineista joudutaan luopumaan kokonaan, jotta maanviljelyä pystytään kestävästi jatkamaan tulevaisuudessa. Todennäköisin vaihtoehto on, että torjunta-aineiden käyttöä pitää vähentää merkittävästi terveys- ja ympäristösyistä, mutta niistä ei välttämättä voida luopua täysin maailman ruokaturvaa uhkaamatta.

Viimeisten 50 vuoden aikana maailman väestö on yli kaksinkertaistunut, mutta viljelysmaat ovat kasvaneet vain 10 %. YK:n elintarvike- ja maatalousjärjestö FAO arvioi, että 20–40 % globaalista sadosta menetetään vuosittain kasvituholaisten vuoksi. Väestönkasvu, lisääntyvät ilmastohaasteet sekä elintarvikkeiden hintoja nostavat geopoliittiset jännitteet uhkaavat kasvavasti ruokaturvaa, joten satojen menetyksiin ei ole juurikaan varaa.

Tutkijat ovat löytäneet kemikaaliyhdistelmän, joka on todennäköisesti syy mehiläisten massakuolemiin. Neonikotinoideiksi kutsuttuja kemikaaleja on epäilty jo pidemmän aikaan yhdeksi osatekijäksi, ja nyt on myös saatu todellista näyttöä niiden haitallisuudesta mehiläisille. Viimeisimmät tutkimukset viittaavat kuitenkin siihen, että syypanä mehiläisten lamaantumiseen ovat torjunta-aineista ja hyönteismyrkyistä syntyvät monimutkaisemmat kemikaaliyhdistelmät. Viljelykasveille elintärkeiden pölyttäjiä massakuolemiin on kiinnitetty huomiota, koska niiden katoaminen on johtanut satomäärien laskuun. Torjunta-aineet leviävät mehiläisyhdyskuntien mukana viljelykasveista myös muualle luontoon vaikuttaen maan rakenteeseen, vesijärjestelmiin ja lopulta myös ihmisiin.

On mahdollista, että kasvinviljelyssä joudutaan luopumaan kokonaan torjunta-aineiden käytöstä tai ainakin vähentämään käyttöä reilusti. Jos torjunta-aineettomasta maanviljelystä tulisi pakollista ja haluaisimme samanaikaisesti vastata kasvavan väestön nopeasti kasvaviin ravitsemustarpeisiin, vuosikymmenien ajan käytössä olleiden viljelytapojen tulisi muuttua radikaalisti. Ensinnäkin se saattaisi tarkoittaa sitä, että GMO-tutkimus, -testaus ja -viljely kasvavat merkittävästi erityisesti niiden kasvien osalta, jotka pystyvät tehokkaasti taistelemaan tuholaisia ja kasvitauteja vastaan. Tämä puolestaan toteutuakseen edellyttäisi suuria muutoksia sekä kansainvälisessä että alueellisessa lainsäädännössä, säännöissä ja käytänteissä.

Toiseksi, jos GMO-tutkimus hyväksytään ja otetaan käyttöön, se saattaa myös käynnistää laaja-alaisen luomuruoan ja puhtaan viljelyteknologian tutkimuksen ja uudenlaisten viljelykasvien



# FUTURES PLATFORM

testailun ja tuottamisen sekä kannustaa merkittäviin kansainvälisiin investointeihin, joilla pyritään kasvattamaan viljelykelpoisen maan pinta-alaa ja vastaamaan suurempaan ruuantuotannon tarpeeseen. Mikäli torjunta-aineiden avulla ei voida enää lisätä ruoantuotantoa, on yhä kriittisempää kehittää koko ruoan valmistus- ja toimitusketjua hävikin tuhoamiseksi ja ruoan tasapuolisen saannin varmistamiseksi.

## Vetytalous (Vahvistuva, 2023-2028)

Saasteeton vety voi tulevaisuudessa olla sekä tärkein käytössä oleva polttoaine että pääasiallinen energian varastoinnin muoto. Vetytaloudella tarkoitetaan tilannetta, jossa vety on korvannut nestemäiset polttoaineet sekä ajoneuvojen että lämmitysjärjestelmien osalta ja syrjäyttänyt akut pääasiallisena energiavarastona. Vetytalouden suurimmat haasteet liittyvät taloudellisiin ja teknologisiin kysymyksiin.

Vedyn tulevaisuus polttoaineena riippuu kahdesta asiasta. Ensinnäkin tulee löytää taloudellinen ja ympäristöystävällinen tapa tuottaa sitä. Toiseksi vedyn varastointiin, kuljetukseen ja jakeluun liittyvät turvallisuusriskit on ratkaistava.

Uusiutuvat energianlähteet voivat mahdollisesti ratkaista ensimmäisen ongelman. Esimerkiksi aurinkosähkön roima halpeneminen voi edistää vetytuotantoa. Itse asiassa vety saattaa tarjota ratkaisun uusiutuvien energialähteiden varastointihaasteisiin: ylijäämäenergialla tuotetaan vetyä, joka varastoidaan ja joka tarvittaessa voidaan muuttaa takaisin sähköksi, hyödyntää ajoneuvojen polttoaineena tai pumpata kaasuverkkoon.

Polttokennot, jotka hajottavat materiaalit vedyksi kemiallisten reaktioiden kautta, ovat eräs mahdollinen ratkaisu vedyn turvalliseen varastointiin ja kuljetukseen. Esimerkiksi metaanipolttokennot ovat vetyä edullisempia ja helppokäyttöisempiä. Toinen vaihtoehto on muurahaishappo, joka on orgaaninen synteettinen reagentti. Toisin kuin metalli- ja metanolipolttokennot, jotka vaativat korkeaa lämpötilaa vedyksi muuntamiseen, muurahaishappopolttokennot voivat toimia myös paljon alemmissa lämpötiloissa, mikä tekee niistä sopivia monenlaisiin käyttötarkoituksiin.

Uusia menetelmiä vedyn käyttämiseen polttoaineena ilmaantuu sitä mukaa, kun tutkimus alalla kiihtyy. Esimerkiksi hiljattainen läpimurto on suprajohtava metallinen vety, jota saadaan painamalla vetyä metalliseen muotoon, ja jatkokehityksen myötä se voi mahdollisesti aloittaa uuden aikakauden energiankuljetus- ja elektroniikkateollisuudessa. Toinen hiilivapaa polttoaine on vetyä tyypeen sitomalla saatava vihreä ammoniakki, joka on helposti kuljetettavissa, käytettävissä ja muutettavissa nesteeksi.

Mikäli teknologiset haasteet saadaan ratkaistua ja vedystä tulee taloudellisesti käyttökelpoinen energianlähde, ihmiskunnalla on hallussaan käytännössä rajattomat ja saasteettomat polttoainevarannot. Ilmastomuutoksen torjunta ja monet muut ympäristöhaitat kyettäisiin tällöin voittamaan ja talousjärjestelmä muuttuisi todennäköisesti huomattavasti. Myös maailman geopoliittinen tilanne kokisi mullistuksen vanhojen öljyn- ja kaasuntuottajamaiden painoarvon – ja todennäköisesti myös talouden – romahtaessa.

## Biohiili (Vahvistuva, 2024-2028)

Biohiili on biomassasta kuivatuslauksella tuotettua hiiltä. Biohiiltä voidaan käyttää maanparannusaineena ja polttoaineena, mutta sitä tutkitaan myös vaihtoehtona



# FUTURES PLATFORM

ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi, sillä tässä muodossa maahan sijoitettu hiili pysyy vakaasti ja tehokkaasti varastoituna. Tieteellistä yksimielisyyttä biohiilen hyödyistä ilmastonmuutoksen torjunnassa ei kuitenkaan ole.

Biohiili tarjoaa merkittäviä mahdollisuuksia eri teollisuudenaloille, kuten maataloudelle, energia-alalle, kompostointiin ja hulevesien hallintaan. Se voi vähentää kustannuksia, parantaa tehokkuutta ja tarjota kestävän vaihtoehdon kemiallisille lannoitteille ja fossiilisille polttoaineille. Kemiallisten lannoitteiden korvaaminen biohiilellä voisi myös parantaa veden laatua, sillä siten pohjaveteen joutuisi vähemmän kemikaaleja. Lisäksi biohiili voi mahdollisesti estää metsäkatoa: biohiilen ansiosta maaperässä on enemmän ravintoaineita, mikä mahdollistaa kestävämmän maatalouden.

Biohiili on kaiken kaikkiaan lupaava materiaali ilmastonmuutoksen hillitsemisessä. Se vähentää kasvihuonekaasupäästöjä, parantaa jätehuoltojärjestelmiä ja tuottaa uusiutuvaa energiaa. Biohiilen kaupallinen käyttö voi myös luoda uusia markkinoita, joilla erilaisia biohiilityyppejä tuotetaan eri tarkoituksiin ja eri toimialoilla.

## Etelämantereen sulaminen ja merenpinnan nousu (Villi kortti, 2040-2120)

Uuden tutkimuksen mukaan Etelämantereen jäätikön sulamisen seurauksena merenpinnan nousu voi olla huomattavasti nopeampaa ja mittavampaa kuin tähän asti on ennakoitu. Mikäli ilmastonmuutoksen kiihtymistä ei saada hallintaan, merenpinta voi nousta yli metrin jo ennen vuosisadan loppua ja useita metrejä pian sen jälkeen. Tällä voi ympäristöongelmien lisäksi olla muitakin kauaskantoisia seurauksia. Taloudellinen, sosiaalinen ja poliittinen epävakaus voivat olla vääjäämättömiä merenpinnan noususta kärsivillä rannikkoalueilla.

Yhä useampi kaupunki saattaa kadota merenpinnan kohoamisen seurauksena tulevien vuosikymmenten aikana. Esimerkiksi alavat maat kuten Bangladesh sekä erityisesti pienet saarivaltiot Tyynellä ja Intian valtamerellä kohtaavat vakavia tuhoja merenpinnan nousun pahentaessa merkittävästi voimakkaiden trooppisten pyörremyrskyjen aiheuttamia myrskyvirtauksia. Useat kaupungit kiirehtivätkin sijoittamaan suojaaviin toimenpiteisiin, kuten rantavallien ja aallonmurtajien rakentamiseen. Tekniset ratkaisut saattavat olla tehokkaita lyhyellä aikavälillä, mutta ympäristöön liittyvät toimenpiteet, kuten mangrovemetsien ja kosteikkojen palauttaminen ennalleen ennaltaehkäisemään tulvien vaikutuksia, voivat auttaa laajemmin ilmastonmuutoksen hillitsemisessä sekä kestävien ratkaisujen luomisessa.

## Valtameri vahvana hiilinieluna (Vahvistuva, 2030-2040)

Viimeaikainen Nasan tukema tutkimus antaa viitteitä siitä, että valtameret saattavat olla vahvoja hiilinieluja, mikä vaikuttaa suoraan valtioiden globaalien hiilibudjettien määrittelyyn sekä ilmastonmuutoksen torjuntastrategioiden ja teknologioiden kehitykseen. Viimeaikaisilla ja potentiaalisilla tulevaisuuden havainnoilla voi olla se haittavaikutus, että ne luovat valheellista turvallisuudentunnetta ihmisten hiilidioksidipäästöistä ja ruokkivat näin ilmastonmuutoksen kieltävää retoriikkaa.

Viimeaikaiset Nasan tukemat tutkimukset antavat näyttöjä siitä, että Eteläisen jäämeren rooli hiilinieluna saattaa olla merkittävämpi kuin on aiemmin luultu. Ilmasta käsin tehtyjen havaintojen mukaan vesi Antarktiksella ympärillä sitoo enemmän hiilidioksidia kuin se vapauttaa. Tämä on huomattava aiemman tiedon ja poikkitieteellisen yhteistyön mahdollistama edistysaskel kohti kattavampaa kokonais käsitystä merten hiilidioksidin talteenotosta.



# FUTURES PLATFORM

Tarkemmilla arvioilla ja ymmärryksellä merten merkityksestä hiilinieluinä on todennäköisesti suora vaikutus siihen, miten valtiot ja kansainvälinen yhteisö määrittelevät globaaleja hiilibudjetteja. Tulevaisuuden edistyksellistä satelliittikuvausteknologiaa ja sensorialustoja hyödyntävä tutkimus voi paljastaa, ovatko globaalit hiilidioksidipäästöt luultua suurempia. Se voi myös paremmin valaista maalle sijoittuvien hiilinielujen ja merten hiilinielujen todellista osuutta hiilidioksidin talteenotossa.

On mahdollista, että tulevaisuuden havainnot merten hiilidioksidin talteenotosta auttavat kehittämään uusia ilmastonmuutoksen hillitsemiskeinoja ja teknologioita, jotta esimerkiksi meriperäisiä ratkaisuja kuten merilevän viljelyä taikka veden ravinteiden manipulointia voitaisiin paremmin hyödyntää.

## Ilmastonmuutos ja energiajärjestelmät (Vahvistuva, 2029-2041)

Energiajärjestelmät koostuvat energiantuotanto ja -jakeluverkostoista. Historiassa keskeisimmät näiden järjestelmien haasteet ovat liittyneet energiantuotantoon ja energian välittämiseen. Viime aikoina ilmastonmuutoksen aiheuttamat äärimmäiset sääilmiöt, kuten kuivuus, myrskyt, hurrikaanit, tulvat ja äärimmäiset lämpötilat, ovat yleistyneet. Esimerkiksi myrskyt voivat aiheuttaa sähkökatkoja ja vaikuttaa tuulivoimantuotantoon ja kuivuus saattaa vaikeuttaa vesivoimantuotantoa.

Ilmastonmuutoksen takia äärimmäiset sääilmiöt ovat yleisempiä ja aikaisempaa tuhoisampia. Esimerkiksi viimeisen kolmen vuosikymmenen aikana pohjoisen Atlantin hurrikaanit ovat voimistuneet, ja Ruotsin kaupungeissa tehdyn tutkimuksen mukaan äärimmäinen sääilmiö voisi vähentää sähkön toimitusvarmuutta 16 % aiheuttaen sähkökatkoja ja merkittäviä taloudellisia menetyksiä. Näiden kehityskulkujen takia on syntymässä globaali tarve selviytymiskykyisille ja tulevaisuudenkestäville energiajärjestelmille.

Yhden skenaarion mukaan on globaali tarve ilmastokestäville ratkaisuille. Äärimmäisten sääilmiöiden yleistyessä ympäri maailmaa kehittyneet valtiot suunnittelevat vihreitä ja ilmastokestäviä energiajärjestelmiä sekä kansainvälisiä varoitusjärjestelmiä. Kaupungit hyödyntävät mikroverkkoja taatakseen energian saatavuuden. Sekä kehittyvät että kehittyneet valtiot sisällyttävät äärimmäisten sääilmiöiden tuntemuksen opinto-ohjelmiin ja kouluttavat armeijaa pelastustehtäviin.

Toisessa skenaariossa ilmastokestävät ratkaisut jakautuvat alueittain. Äärimmäiset sääilmiöt vaikuttavat joihinkin alueisiin, kuten rannikoihin, merkittävästi enemmän kuin toisiin, joten vain näiden alueiden ilmastokestävyys on tarpeellista varautua. Vähemmän alttiit alueet keskittyvät sen sijaan vihreän teknologian ja energiajärjestelmien kattavuuden kehittämiseen.

Jotkin yritykset erikoistuvat ilmastokestävien ratkaisujen tuottamiseen äärimmäisille sääilmiöille alttiilla alueilla. Näillä alueilla toimii tuhojen lieventämiseen ja ilmiöihin sopeutumiseen erikoistuneita palveluita, joita ei käytetä kansallisella tasolla. Tämä johtaa paikallisesti tehokkaaseen, mutta kansallisesti koordinoimattomaan katastrofiapuun. Tässä skenaariossa haavoittuvat alueet ovat merkittävästi ilmastokestävämpiä kuin muut alueet.

## Hiilidioksidin talteenotto (Vahvistuva, 2024-2028)

Hiilidioksidin keräämisen, varastoinnin ja uudelleenkäytön mahdollistavat innovaatiot ovat yksi keino vähentää CO<sub>2</sub>-päästöjä. Hiilidioksidin talteenottoon teollisuuden prosesseista sekä suoraan ilmasta etsitään jatkuvasti uusia teknologioita ja biologisia ratkaisuja. Tämän kehitystyön keskeisenä





# FUTURES PLATFORM

haasteena on saada innovaatiot käyttökustannuksiltaan kannattaviksi sekä leviämään globaalisti mahdollisimman nopeassa aikataulussa.

Ilmastonmuutoksen ja tiukentuvien kansainvälisten tavoitteiden myötä paineet CO<sub>2</sub>-päästöjen vähentämiseen, talteenottoon, säilömiseen ja uusiokäyttöön (CCS) ovat nousseet entistä suuremmiksi. Jotta globaali alle kahden asteen lämpötilannousutavoite olisi realistinen, pitäisi UNECE:n mukaan hiilidioksidia pystyä ottamaan talteen ja säilömään erityisesti teollisuuden prosesseista vähintään miljardi tonnia vuosittain vuoteen 2030 mennessä.

Global CCS Institutun mukaan vuonna 2019 maailmassa oli 19 toimivaa CCS-järjestelmää, neljä rakenteilla ja 28 eri kehitysvaiheissa. CCS-teknologioiden ohella myös kasvien kyvyllä sitoa CO<sub>2</sub>-päästöjä on asetettu korkeita odotuksia.

Pitkällä tähtäimellä on vaikea arvioida, nouseeko jokin hiilidioksidin talteenottomenetelmä tai sen tuottamista vähentävä innovaatio toista suurempaan rooliin, sillä menetelmien hyödyntämiseen liittyy kehitys muilla sektoreilla. On mahdollista, että CO<sub>2</sub>:n talteenottoon tarvitaan yllättävän paljon energiaa ja tämän energian tuottamiseen tarvitaan uusiutuvia energianlähteitä tai raaka-aineita. Alan kehitykseen liittyvistä epävarmuustekijöistä huolimatta Columbian yliopiston Earth Institute arvioi, että CO<sub>2</sub>:n jatkokäyttömahdollisuudet todennäköisesti laajenevat ainakin erilaisiin polttoaineisiin, rakennusmateriaaleihin, kemianteollisuuden tuotteisiin, hiilikuituihin, tekstiiliteollisuuteen ja kalanruokien tuottamiseen.

## Maailmanlaajuiset nälänhädät (Vahvistuva, 2022-2024)

Maailman väestön kasvaessa ja keskiluokkaistuessa ruoantuotannon tarve nousee huomattavasti. Samalla ilmastonmuutos, eroosio sekä sodat ja muut kriisit vaikuttavat olennaisesti ruoan tuotanto- ja jakeluketjuihin. Erityisesti sota Ukrainan ja Venäjän välillä on iskenyt kovaa globaaleihin elintarviketoimitusketjuihin. Esimerkiksi öljyjen ja viljatuotteiden maailmanmarkkinahinta lähes kaksinkertaistui huhtikuun 2020 ja 2021 välillä, ja maailma on tällä hetkellä matkalla kohti nälänhätää, joka saattaa jatkua seuraavalle vuosisadalle saakka. Ruoan omavaraisuusasteiden vaatimuksia nostetaan tulevaisuudessa eri valtioissa todennäköisesti huomattavasti.

Ruoan tuotantomäärät ovat nykyisillä tuotantotavoilla ovat vaarassa pienentyä kuin kasvaa, koska esimerkiksi ruoan tuotantoon soveltuvat alueet vähenevät. Yksi keskeisimmistä syistä tähän on ilmastonmuutos ja sen mukanaan tuomat ongelmat kuten kuivuus, rankkasateet ja hirmumyrskyt. Samalla tehomaatalouteen liittyvät kasvihuonepäästöt, sademetsien tuho ja eroosio kiihdyttävät ilmastonmuutosta.

Jo ennen kuin täysimittainen sota Venäjän ja Ukrainan välillä syttyi, ruoan hinnan nousun sekä tuotanto- ja jakeluketjujen häiriöiden vuoksi FAO arvioi jopa yli 840 miljoonan ihmisen kärsivän aliravitsemuksesta vuoteen 2030 mennessä. Nyt odotettavissa oleva tilanne on luonnollisesti vieläkin pahempi. Maailman ruokaohjelman (WFP) mukaan yli 50 % siitä ruoasta, jolla ruokitaan vähäosaisia, tulee Ukrainasta. Nyt saaretut ukrainalaiset satamat lähettivät ruokaa 38 kehittyvään valtioon, kuten Kameruniin, Kongon demokraattiseen tasavaltaan, Libyaan, Nigeriaan, Etelä-Sudaniin sekä Jemeniin.

Sodan päättäminen ja mustan mullan peltojen palauttaminen takaisin ruokatuotantoon on äärimmäisen tärkeää maailman ruokatilanteen kannalta. Tämän lisäksi on kuitenkin nähtävissä myös monia muita keinoja helpottaa maailman nälänhätää, ja todennäköisesti käyttöön pitää ottaa



# FUTURES PLATFORM

uusia keinoja tuottaa ruokaa aiempaa tehokkaammalla ja kestävämmällä tavalla. Esimerkiksi GMO-tekniikan tarjoamat ratkaisut on todennäköisesti otettava jossain vaiheessa laajasti käyttöön ongelman ratkaisemiseksi, jotta kasveista voidaan tehdä ravinnepitoisempia, tuhohyönteisille ja kasvitaudeille vastustuskykyisempiä sekä vaikeisiin ja vaihteleviin viljelyolosuhteisiin helpommin sopeutuvia. Ihmisten on todennäköisesti myös muutettava kulutustottumuksiaan ruoan suhteen ruokahävikin estämiseksi ja siirryttävä hyönteis- sekä kasvispainotteiseen ruokavalioon etenkin länsimaissa, joissa lihan kulutus on tällä hetkellä valtaisa.

## Koskematon luonto (Heikkenvä, 2020-2023)

Maailmassa on erämaaluontoa tällä hetkellä yhteensä 30,1 miljoonaa neliökilometriä eli noin 23 prosenttia maapallon maapinta-alasta. Koskematon luonto on katoamassa kovaan tahtiin ihmisen vallatessa ja muokatessa yhä isompia pinta-aloja hyötykäyttöön.

Maailman erämaa-alueista hyötykäyttöön on otettu 10 prosenttia 1990-luvun alun jälkeen. Alueellisesti kato on ollut kaikkein kiivainta Etelä-Amerikassa, jossa erämaan osuus on laskenut 30 prosenttia. Afrikka on toinen merkittävä alue, jonka koskemattoman luonto-alueen ala on vähentynyt samassa ajassa 14 prosenttia.

Uusiutumattomien luonnonvarojen väheneminen ja kasvavan väestön tarpeet lisäävät paineita hyödyntää uusia alueita. Erämaiden rooli ilmaston, ekosysteemien ja eri lajien selviytymisen kannalta kuitenkin tunnustetaan, ja kehityskulku herättää monenlaisia huolenaiheita. Samaan aikaan myös ymmärrys luonnon arvosta osana ihmisen henkistä hyvinvointia on kasvussa.

Koskemattoman luonnon taloudellisesta hyödyntämisestä käydään entistä kiivaampaa keskustelua ja uusien alueiden valtaaminen herättää laajempaa vastustusta. Näkemys luonnon arvosta moninaistuu, minkä vuoksi myös suojelemisen lähtökohdaksi asetetaan aikaisempaa laajempia näkökulmia. Poliittisilta päättäjiltä vaaditaan uusia toimenpiteitä erämaa-alueiden suojelemiseksi, mutta myös erilaiset yhteisöt työskentelevät erämaaluonnon säilyttämiseksi.

## Maailman väestönkasvu (Vahvistuva, 2029-2039)

Väestön kasvu on ollut räjähdysmäistä viimeisen 50 vuoden aikana: maailman väkiluku on tuplaantunut. Tämä on ollut mahdollista ravinnontuotannossa, terveydenhuollossa ja hygieniassa tapahtuneiden kehitysaskelien ansiosta, joiden myötä imeväis- ja lapsikuolleisuus on laskenut selkeästi sekä ihmisten eliniänodote noussut kaikkialla huomattavasti aiempaa pidemmäksi.

YK arvioiden mukaan yli puolet vuoteen 2050 ennakoidusta 2,2 miljardin väestönlisäyksestä tapahtuu Afrikassa. Aasian väestömäärän ennakoitaan puolestaan nousevan 750 miljoonalla. Näiden jälkeen kasvu on suurinta, mutta huomattavasti maltillisempaa, Latinalaisessa Amerikassa, Karibian alueella, Pohjois-Amerikassa ja Oseaniassa.

YK:n ennusteiden mukaan Eurooppa on ainoa maailman alueista, jonka väkiluku alhaisen syntyvyyden myötä todennäköisesti laskee nykyisestä ja jossa 60 vuotta täyttäneiden ihmisten määrä kaksinkertaistuu vuoteen 2050 mennessä. Muuttoliike väestönkasvun alueilta nähdäänkin mahdollisuutena, jonka avulla voitaisiin heikentää joitakin väestön ikääntymisen kielteisiä seurauksia Euroopassa.

Maailman väestönkasvu seuraa S-käyrää kuten useimmat trendit. Väestökehityksellä on pitkä "häntä," joka muodostuu tasaisen kasvun vaiheesta ja jota seuraa teollisen ajan kiihtyvä kasvu.



# FUTURES PLATFORM

Nopeimmillaan väestönkasvu oli 1960- ja 1990-lukujen välissä. YK arvioi, että maailman väestönkasvun saturaatiopiste saavutetaan tämän vuosisadan puolivälissä, jonka jälkeen kasvu joko jatkuu hitaana, pysähtyy, tai väkiluku jopa kääntyy laskuun.

Lisääntyvän väestön vaikutukset näkyvät moninaisina taloudellisina, sosiaalisina ja ympäristöllisinä paineina ympäri maailman. Haasteita odotetaan muun muassa ravinnontuotannossa, puhtaan veden ja luonnonvarojen riittävyudessa, turvallisuudessa, terveydenhuollossa, koulutuksessa, työelämässä, kaupunkisuunnittelussa ja ympäristön kestäkyvyssä.

## Resurssisodat (Vahvistuva, 2024-2028)

Jo nyt suuret valtiot ovat valmiita sotilasvoimin varmistamaan omien kansallisten kaupp- ja huoltoreittiensä varmuuden sekä merellä, maalla että ilmassa. Tulevaisuudessa tämä huoltoketjujen turvaaminen saattaa ulottua jopa suoraan raaka-aineiden tuotantopaikkaan asti. Valtioiden siirtyessä kasvavissa määrin kohti uusiutuvia energiamuotoja kuten aurinkoa ja tuulta turvautuminen öljyn, maakaasun ja hiilen kaltaisiin uusiutumattomiin energialähteisiin saattaa tulla tarpeettomaksi. Kuitenkaan materiaaleja aurinkopaneelien, tuuliturbiinien, sähköajoneuvojen ja akkujen rakentamiseen ei missään nimessä ole rajattomasti. Mikäli eri uusiutumattomien luonnonvarojen lähteet vähenevät tai jopa ehtyvät tulevaisuudessa eikä teknologinen kehitys mahdollista käytettyjen resurssien tehokasta uusiokäyttöä, saattavat valtiot turvautua erilaisiin voimapolitiikan muotoihin huoltovarmuutensa ylläpitämiseksi.

Yhden skenaarion mukaan on odotettavissa sotia luonnonvaroista, ja ensimmäisen niistä käydään MENA-alueella Niilin veden hallinnasta. Egypti ja Sudan päätyvät vakavaan kiistaan Niilin vesien jakamisesta Etiopian kanssa, joka evää tasapuolisen vesien kohdentamisen. Lisäksi ilmastonmuutoksen ja kasvavien väestömäärien pahentamassa esiintyvää kuivuutta veden saannin turvallisuus on uhattuna Egyptissä ja Sudanissa. Alati eskaloituvat jännitteet tulevat lopulta johtamaan sotaan vedestä.

On myös olemassa monia mahdollisia tapauksia, joissa kiistat mineraaleista ja harvinaisista maametalleista laajenevat sodiksi, sillä maailman siirtyessä koko ajan kohti uusiutuvaa energiaa tulee mineraalien ja harvinaisten maametallien kysyntä nousemaan pilviin. Varsinkaan pienet valtiot eivät välttämättä yksinkertaisesti pysty suojelemaan itseään suurempia toimijoita vastaan, jotka ovat päättäneet ottaa haltuunsa alueen varannot. Näin pienet mutta luonnonvaroiltaan rikkaat valtiot saattavat ajautua suurempien maiden holhoukseen. Kiihkeän resurssikamppailun maailmassa vyöhykkeet, joilla on haluttuja luonnonvaroja mutta joilla ei sijaitse sotilaallisesti vahvoja valtioita, saattavat muuttua epästabiileiksi suurempien toimijoiden pyrkiessä saamaan yliotteen alueesta. Vastaavasti jo ennestään romahtaneita valtioita saatetaan yrittää estää nousemasta, jotta niiden luonnonvarat pysyisivät vahvempien osapuolten rajoittamattoman käytön kohteena. Toisessa skenaariossa teknologiset ratkaisut ja sitovat sopimukset luonnonvaroista estävät konfliktien laajenemisen

## Ikirouta (Heikkenevä, 2065-2075)

Ikiroudalla tarkoitetaan maa-ainesta, joka pysyy jäätynään enemmän kuin kaksi vuotta kerrallaan. Ainakin Siperiassa ikirouta on tällä hetkellä sulamassa, eikä sulaminen liene kovin kaukana muillakaan ikirouta-alueilla. Ikiroudan häviämällä voi olla huolestuttavia seurauksia: sulaminen vapauttaa ikiroutaan sitoutuneita kasvihuonekaasuja, mikä puolestaan voi käynnistää itse itseään ruokkivan prosessin, joka nopeuttaa huomattavasti ilmastonmuutosta. Sulamisen tuomat uudet



# FUTURES PLATFORM

kaivosteollisuusmahdollisuudet saattavat myös paljastaa vanhoja bakteereita ja viruksia, jotka saattavat aiheuttaa sairauksia, joita vastaan ihmiskunta ei ole varautunut. Ikiroutaan on myös sitoutunut elohopeaa, jonka vapautumisella saattaisi olla hyvin haitallisia seurauksia lukuisille elämänmuodoille.

## Ekosysteemit ilmastonmuutoksessa (Vahvistuva, 2029-2039)

Tutkimusraporttien mukaan ilmasto on lämmennyt 0,85 °C vuoden 1880 jälkeen. Tämän ajanjakson kymmenen lämpimintä vuotta ovat olleet viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana. Ilmaston lämpeneminen on jo vaikuttanut merkittävästi ympäristöön ja monien eliölajien elinolosuhteisiin. Eläimet, kasvilajit ja taudit ovat levinneet laajemmille alueille ja uusiin ekologiisiin lokeroihin. Muita todettavissa olevia ilmiöitä ovat olleet merenpinnan nousu, sademäärän muutokset sekä epätavallisten sääilmiöiden määrän lisääntyminen.

Jos ilmaston ja ekosysteemien muutos jatkuu nykyisen trendin mukaisesti, se ei ole uhka ainoastaan eläimille ja kasveille vaan myös meille ihmisille. Suurimpia vaikeuksia uskotaan aiheutuvan kehittyville maille, joilla ei ole riittäviä resursseja vastata muutoksen tuomiin haasteisiin. Ilmastonmuutoksesta saattaa seurata kuivuutta, puhtaan veden puutetta, hankaluuksia ruoantuotannossa, luonnonkatastrofeja ja tauteja. Vuonna 2020 julkaistun tutkimuksen mukaan jopa 20 % maapallon maa-alasta voi kohdata vuoteen 2100 mennessä kuivumisesta johtuvia ongelmia. Tämä tarkoittaisi elinolosuhteiden heikentymistä yli 2 miljardille ihmiselle.

Lyhyellä aikavälillä ilmastonmuutos voi tarjota myös mahdollisuuksia, kuten paremmat olosuhteet maataloudelle ja kasvavat markkinat teknisille ratkaisuille. Ilmaston ja ekosysteemien pitkän aikavälin muutoksista aiheutuvien haittojen hillitsemiseksi on luotu ylikansallisia sopimuksia ja toteutettu kansallisia toimenpiteitä. Uusien cleantech-ratkaisujen kehitykseen ja käyttöönottoon on kannustettu kasvihuonepäästöjen vähentämiseksi. Lisäksi ilmastonmuutos on osatekijänä vaikuttanut ympäristötietoisuuden heräämiseen ja saanut ihmiset pohtimaan toimiensa ja valintojensa eettisiä ja ekologisia vaikutuksia.

## Elinkelvoton maapallo (Villi kortti, 2079-2121)

Ilmastonmuutos jatkaa etenemistään. Tutkijat ovat varoittaneet, että useampi eri skenaario voisi toteutuessaan laukaista mekanismin, joka nostaisi Maapallon keskilämpötilan ainakin 4 – 5 astetta esiteollista tasoa korkeammaksi. Ihmisten aiheuttamien päästöjen täydellinen pysäyttäminenään ei tässä ”Hothouse Earth” -skenaariossa enää auttaisi.

Kiihtyvän lämpenemisen mahdollisia laukaisijoita ovat esimerkiksi ikiroudan nopea sulaminen, pohjoisen pallonpuoliskon täydellinen sulaminen kesäisin sekä – yhtenä oleellisimmista – metsien itsestään kiihtyvä tuhoutuminen (forest dieback). Pohjoisen pallonpuoliskon kesäiset metsäpalot ja Amazonin kaskeaminen ovat varoittavia esimerkkejä tällaisen luisun mahdollisista alkusävelistä.

Useimmat tutkijat uskovat, että jos ihmiskunta jatkaa nykyisellä linjalla, Maapalloa odottaa juuri tämä kohtalo ja ensimmäiset lakipisteet ohitetaan jo 2040- tai 2050-luvulla.

”Hothouse Earth” -skenaariossa merenpinta nousisi 10 – 60 metriä, mikä hukuttaisi monet rannikkokaupungit ja saarivaltiot. Ekosysteemien heikkeneminen tai täydellinen sortuminen kestäisi vuosisatojen sijaan vain vuosikymmeniä. Maailma luisuisi tilanteeseen, jossa nälänhätä, kuivuus ja massakuolemat ovat tavallisia. Monissa osissa maailmaa kesien helleaallot muuttuisivat niin



# FUTURES PLATFORM

kuumiksi, että tervekin ihminen kuolisi muutamassa tunnissa. Kaikenlaisia katastrofeja tapahtuisi koko ajan enemmän, ja ne olisivat entistä tuhoisampia.

Miljardeit ihmisiä jäisivät vaille kotia, mikä johtaisi hallitsemattomaan maahan- ja maastamuuttoon kaikkialla, samoin kuin siitä seuraavaan sotimiseen resursseista. Hygienian ja yleisen terveydenhuollon rapautuminen aiheuttaisi monien vaarallisten tautien leviämisen. Sähkö- ja dataverkko, poliittiset ja tiedeinstituutiot, maailmantalous, valuutat ja oikeusjärjestelmä lakkaisivat ajan mittaan olemasta.

Pienet, onnekailla alueilla asuvat ryhmät tai erittäin hyvin varustellut bunkkeriyhteisöt voisivat potentiaalisesti selvitä vaikeiden vuosikymmenten tai vuosisatojen läpi. On kuitenkin myös hyvin mahdollista, että ihmislaji kuolisi sukupuuttoon lukemattomien eläin-, hyönteis- ja kasvilajien mukana.