

Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnalle

Asia: E 61/2019 vp Valtioneuvoston selvitys: EU:n komission tiedonanto vihreän kehityksen ohjelmasta (Green deal) 11.12.2019

Aihe: Teknologian rooli Euroopan vihreän siirtymän toteutuksessa

EU:n komission vihreän kehityksen ohjelman tavoitteena on tehdä Euroopasta ensimmäinen maanosa, joka saavuttaa ilmastoneutraaliuden toiminnassaan vuoteen 2050 mennessä. Ilmastoneutraaliudella tarkoitetaan ihmisen toiminnasta aiheutuvien ilmaan vapautuvien hiilipäästöjen vähentämistä lähes nolnaan.

Kunnianhimoisten ilmastotavoitteiden toteuttaminen vaatii laaja-alaista innovaatiotoimintaa ja teknologioiden hyödyntämistä. Ilmastoneutraalius olisi jo mahdollista saavuttaa olemassa olevilla teknologioilla, jos kustannustehokkuus ja lainsäädännön esteet pystyttäisiin ylittämään. Toistaiseksi kuitenkin, esimerkiksi Valtioneuvoston kanslian TEAS¹ -selvityksen mukaan, hajautetun uusiutuvan energian osalta fossiilisten polttoaineiden käytön ja uusiutuvan energian suhteelliset hintaerot ovat liian pieniä, jotta uusiutuvan energian investoinnit olisivat kannattavia. Myös lainsäädäntö laahaa usein teknologisen kehityksen jäljessä hidastaen teknologian kaupallistumista, kuten on nähtävissä älykkäiden sähköverkkojen ja uusien ruokakonseptien markkinoiden vahvistumisen osalta. Ilmastotavoitteiden toteutumisen esteenä ei ole teknologinen kehitys vaan haasteet teknologioiden laajamittaisessa käyttöönotossa.

Teknologiset ratkaisut ilmastoneutraaliuden tavoitteiden saavuttamisen yhteydessä jakautuvat kaikille vihreän ohjelman politiikan aloille:

- Puhdas energia
- Kestävä Teollisuus
- Rakentaminen ja kunnostaminen
- Kestävä liikkuvuus
- Biologinen monimuotoisuus
- Pellolta pöytään
- Ympäristön pilaantumisen torjunta

Keskityn seuraavassa käsittelemään teknologian roolia puhtaan energian, kestävän teollisuuden, rakentamisen ja kunnostamisen, kestävän liikkumisen ja kestävän ruokaketjun (pellolta pöytään) näkökulmista. Tässä lausunnossa esittelen sellaisia teknologioita, joiden kaupallistuminen niin, että ne edistävät Euroopan vihreän siirtymän toteutusta, on todennäköistä ennen vuotta 2050. Biologisen monimuotoisuuden ja ympäristön pilaantumisen torjuntaa ei käsitellä erikseen, mutta niiden toteutuminen tapahtuu muiden politiikan alojen kautta. Lähteinä ovat VTT:n asiantuntijat (mainittu kunkin alueen kohdalla erikseen). Asiantuntijoilta saamani tiedon tulkinnasta ja jäsentämisestä tässä lausunnossa vastaa allekirjoittanut.

Puhdas energia

(Asiantuntijat: Eemeli Tsupari, Kari Mäki)

Energiajärjestelmän muutoksella on keskeinen merkitys ilmastoneutraaliuden saavuttamisessa. Suomessa asetettujen tavoitteiden mukaan kaikki uudet energiainvestoinnit ovat vähähiilisiä jo vuoteen

¹ Pekka Peura, Erkki Hiltunen, Ari Haapanen, Karoliina Auvinen, Risto Soukka, Hannu Törmä, Susanna Kujala, Johanna Pohjola, Anne Mäkiranta, Petri Välisuo, Kaisa Grönman, Rathan Kumar, Saija Rasi, Eeva Lehtonen, Perttu Anttila. 2017. Hajautetun uusiutuvan energian mahdollisuudet ja rajoitteet (HEMU). Valtioneuvoston selvitys ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 35/2017.

2030 mennessä. Uusiutuvan energian ratkaisuista pääasiassa aurinko- ja tuulisähkö mahdollistavat tulevaisuuden yhteiskunnan laajamittaisen sähköistymisen niin liikenteen, asumisen kuin teollisuuden toiminnoissa. Tämä vaatii valtavaa tuuli- ja aurinkosähkön tuotannon lisäystä, mutta myös ratkaisuja, joissa hyödynnetään mm. sivutuotteina syntyviä lämpövirtoja. Matalalämpöverkkoratkaisut esimerkiksi asuinkorttelien lämmittämisessä sekä asuntojen energiatehokkuuden kasvattaminen ovat sähköistämiseen verrattuna ensisijaisia ratkaisuja kohteissa, joissa se on mahdollista.

Tulevaisuuden toimintamallit hyötyvät älykkästä energiaverkosta (sähkö tai lämpö), joka mahdollistaa energian syöttämisen verkkoon yksittäiseltä tuottajalta, energian käytön joustoon kannustamisen esimerkiksi hinnoittelulla ja energian varastoinnin akkuihin ja muihin varastoihin, esimerkiksi maahan (maalämpö). Energijärjestelmän tulee mahdollistaa uusiutuvaan energiaan siirtyminen ja yhteiskunnan sähköistyminen kustannustehokkaasti ja energiantoimituksen luotettavuutta vaarantamatta. Järjestelmän älykkyydellä ja joustavuudella ja olemassa olevan kaukolämpöjärjestelmän tehokkaalla hyödyntämisellä voidaan saavuttaa nämä tavoitteet yhtäaikaisesti ja riittävän nopealla aikataululla. Kuluttajien itse tuottama energia, paikalliset energiayhteisöt, kulutusjoukot ja energian varastointi ovat esimerkkejä älykästä energiaverkkoa hyödyntävistä toimintamalleista. Energiayhteisöjen avulla voitaisiin saavuttaa merkittäviä tehokkuushyötyjä ja omavaraisuutta, mutta niiden käytännön soveltamista rajoittavat regulaatioon liittyvät näkökulmat.

Erityisesti tuulen ja auringon avulla tuotettu energia integroitaneen tulevaisuudessa vedyn tuotantoon vedestä ja mahdollisesti erilaisista hiilivetylähteistä. Samanaikaisesti teollisuuden sivutuotevety hyödynnetään nykyistä tehokkaammin. Niin ikään toteutetaan hiilidioksidin talteenottoa päästöistä ja mahdollisesti myös ilmasta. Hiilidioksidista ja vedystä voidaan tuottaa hiilivetyjä, esimerkiksi synteettistä metaania, joka toimii polttoaineena. Vetyä voidaan käyttää myös sähkön tuotantoon polttokennotekniikalla. Hiilineutraaliin energiantuotantoon voidaan päästä myös biopolttaineita polttamalla, mutta suuntaus on, että esimerkiksi puuta hyödynnettäisiin enemmän jotenkin muuten kuin polttamalla (kts. Kestävä teollisuus).

Tulevaisuuden energiaa, erityisesti lämpöä, voidaan tuottaa myös pienillä ydinreaktoreilla (small modular reactors), joita voitaisiin yhteiskunnallisesta hyväksyttävyydestä riippuen hyödyntää esimerkiksi asuinalueilla ja laivoissa. Tämäkin teknologia on täysin jo hyödynnettävissä olevaa, mutta pullonkaulan teknologian laajamittaiseen käyttöönottoon aiheuttavat lähinnä turvallisuuden hallinnasta syntyvät kustannukset ja yhteiskunnallinen hyväksyttävyys.

Kestävä teollisuus

(Asiantuntijat: Marko Jurmu, Ali Harlin, Päivi Kivikytö-Reponen, Ilkka Hannula)

Teollisuuden kehittämisen teknologioissa määräävä suunta on tällä hetkellä teollisen toiminnan tuottavuuden parantaminen digitalisaation avulla. Esimerkiksi Business Finland rahoittaa parhaillaan valmistavan teollisuuden Reboot IoT Factory -hanketta, jonka tavoitteena on tehostaa ja digitalisoida valmistavan teollisuuden toimintaa, sekä SEED -hanketta, joka tähtää vastaavasti digitalisaation hyödyntämiseen prosessiteollisuudessa. Tämän tehostamisen vaikutuksena teollisuuden resurssitehokkuus paranee ja päästöt vähenevät entisestään. Reboot ja SEED -hankkeissa tehostetaan toimitusketjuja digitalisaation avulla, automatisoidaan toimintaa, kehitetään työvoiman työskentelyä digitalisoituvassa ympäristössä ja tuotannossa. Kehitettäviä teknologioita ovat: tekoäly, digitaalinen kaksonen, lisätty ja virtuaalinen todellisuus, prosessiautomaatio ja robotiikka, 3D tulostus sekä puettava teknologia.

Kestävän teollisuuden kannalta sementti- ja terästeollisuudella on merkittävä rooli, sillä sementti- ja terästeollisuus vastaavat yhdessä yli 40 %:sti teollisuuden CO₂-päästöistä. Sementtiteollisuuden CO₂-päästöt syntyvät pääasiassa materiaaleista. Terästeollisuuden CO₂-päästöt puolestaan syntyvät pääosin pelkistykseen käytettävän koksen tuotannosta ja käytöstä. Kemianteollisuudessa CO₂-päästöt jakautuvat tasan raaka-aineiden ja energian tuottamisesta. Päästöjen vähentämisessä on siis keskityttävä raaka-aineiden hiilineutraaliuteen ja materiaalitehokkuuteen sekä lämmön tuottamiseen biopolttaineilla tai vedyllä, energiatehokkuuteen ja uusiutuvan sähkön käyttämiseen.

Kemian- ja metsäteollisuuden kestävä kehitys ja Suomen raaka-ainevarojen ja hiilen sitomisen näkökulmasta keskeinen raaka-aine on puu. Puu on tehokas ja kasvava rakennusmateriaali. Puusta voidaan tuottaa perinteisen puutavaran, paperin ja energian lisäksi muita materiaaleja, kuten komposiitteja, fossiilisia muoveja korvaavia materiaaleja, ja tekstiilejä, sekä kemikaaleja ja biopoltonestekomponentteja. Biotuotetehdas on alusta, joka tuottaa puusta sellun lisäksi, energiaa, mäntyöljyä, tärpättiä, ligniiniä. Lannoitteita, biokaasua, liikennepolttoaineita, glaubersuolaa, sakkoja ja tuhkaa. Selluloosa on tulevaisuuden supermateriaali, jonka avulla voimme korvata fossiilisia raaka-aineita ja luoda täysin uusia kestäviä tuotteita.

Sellupohjaisen tekstiilituotannon ohella kestävä tekstiiliteollisuus saanee mahdollisuuksia tulevaisuudessa myös kierrätyskuiduista: Valkeakoskelle on avattu tehdas, joka tuottaa tekstiilijätteestä tekstiilin raaka-ainetta (MTV uutiset 25.2.2020).

Merkittävä kysymys on myös raaka-aineiden riittävyys. Teknologiateollisuuden eri sektorit, rakennussektori, liikenne sekä lisääntyvä sähköistyminen, digitalisaatio ja uusiutuvan energian laitteistot tarvitsevat runsaasti mineraalipohjaisia raaka-aineita. Esimerkiksi tuulivoima, sähköistyminen ja akkuteknologia, ovat riippuvaisia kriittisistä kaivosteollisuuden raaka-aineista, kuten antimoni, beryllium, koboltti, germanium, indium, platinaryhmän metallit (PGM), grafiitit, harvinaiset maametallit (REE), piimetalli ja volframi². Jotta kriittisten metallien saatavuus olisi turvattu, olisi panostettava erilaisin toimin nimenomaan raaka-aineiden riittävyyteen. Tällaisin toimia voisivat olla kriittisten raaka-aineiden korvaaminen yleisesti saatavilla olevilla materiaaleilla, käyttökierron pidentäminen ja käytön tehostaminen sekä metallien kierrätysasteen nostaminen. Tällä hetkellä vain 8,6 % raaka-aineista kiertää³, johon olisi hyvä saada muutos nopeasti mineraalien riittävyyden takaamiseksi ja kestävä kehityksen turvaamiseksi.

Muoviteollisuudessa siirtyminen fossiilivapaaseen muovin tuotantoon vaatii suurimmaksi osaksi sekin kiertotaloutta kierrätetyn muovin uudelleen käytön muodossa, mutta myös uusiutuvien raaka-aineiden hyödyntämistä. Tekniikka&Talous -lehden (6.3.2020) mukaan nykyisen muovituotannon kaltainen fossiilivapaan muovin tuottaminen vaatisi 50 milj. t kierrätettyä muovia ja 40 milj. t uusiutuvaa raaka-ainetta. Metalliteollisuuden hiilivapaa tuotanto puolestaan vaatisi metallien kierrätyksen ohella lupaavan vetypelkistysmenetelmän käyttöönottoa raudan jalostamiseksi malmista ilman hiiltä vedyn avulla, mutta se vaatii paljon sähköä (Tekniikka&Talous 6.3.2020).

Teollisten tuotteiden ja palveluiden koko elinkaaren viisas suunnittelu sekä tehokkaat, päästöttömät ja jätteettömät teknologiat ovat avainasemassa kestävä kehityksen mukaisissa toimissa.

Rakentaminen ja kunnostaminen

(Asiantuntijat: Pekka Tuominen, Terttu Vainio, Kari Mäki)

Uudisrakentamisessa ollaan jo parhaillaan lähes nollaenergia -tasolla. Lisäksi kansallinen korjausrakentamisen strategia 2020-2050 tähtää siihen, että myös vanha rakennuskanta saatetaan samalle tasolle. Tavoitteena on vähentää vanhan, eli 2020 mennessä valmistuneen rakennuskannan päästöjä 90 %. Keinoja saavuttaa tavoite ovat poistuma ja tilatehokkuus (30%), energiatehokkuuden parannukset (20%) ja fossiilisista polttoaineista luopuminen (40 %).

Rakentamisen ja kunnostamisen osa-alueen osalta tärkeä seikka on tilatehokkuus. Vajaakäyttöön tai tyhjilleen jääviä tiloja ei kannata lämmittää, joten poistuma on väistämätöntä mm. aluerakenteen muutosten takia. Tilatehokkuutta saadaan aikaan moni- ja yhteiskäyttöisillä tiloilla sekä työn tekemisen tapojen muutoksilla. Energiatehokkuutta parannetaan kustannus- ja resurssitehokkaimmin älykkäillä automaatiojärjestelmillä ja uudenaikaisilla lämpö-, ilmanvaihto- ja sähköjärjestelmillä. Esimerkkejä näistä ovat lämpöpumput, LED valaistus, lämmityksen ja sähkön kulutusjoustoteknologiat, dynaaminen

² Kriittinen raaka-ainelista päivitetään säännöllisesti, tällä hetkellä 23.3.2020 voimassa on vuoden 2017 lista, https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_en

³ <https://pacecircular.org/sites/default/files/2020-01/Circularity%20Gap%20Report%202020.pdf>, <http://screen.eu/wp-content/uploads/2020/01/SCREEN-D10.5-SCREEN-Final-Report.pdf>

lämmityksen ohjaus sekä aurinkopaneelit. Ulkovaipan rakenteiden uusiminen kannattaa yhdistää ajankohtaan, missä niiden korjaus on muutoinkin tarpeellista. Uudella ikkunateknologioilla voidaan vähentää merkittävästi lämpöhäviöitä ja hyödyntää aurinkoenergiaa lämmityksessä.

Kestävä kiinteistönpito ja rakentaminen ulottuvat koko rakennuksen elinkaaren lähtien hankesuunnittelusta ja päättyen rakennuksen purkamiseen. Rakentamisen ja rakennusmateriaalien suhteellinen merkitys päästövähennysten saavuttamisessa kasvaa sitä mukaa kun käytönaikainen energiankulutus ja päästöt pienenevät. Kestävä kiinteistönpito ja rakentamista tukevia teknologioita ovat: tietomallitekniikan (BIM) hyödyntäminen suunnittelussa, rakentamisessa kiinteistöpidossa ja käytössä, dynaaminen energiasimulointi, älykkäällä ohjauksella (digitaalinen kaksonen), kulutusjousto-optiolla ja reaaliaikaisella seurannalla varustettu talotekniikka, energiatehokkaat ulkovaipparakenteet sekä vähäpäästöiset tai kierrätetyt rakennusmateriaalit.

Kestävä liikkuminen

(Asiantuntija: Juhani Laurikko)

Ajoneuvojen osalta teknologioilla voidaan vastata kestävä liikkuvuuden tavoitteisiin kolmella tavalla: 1) vähentämällä ajoneuvon liikkumiseen tarvittavan energian tarvetta (kulkuvastusta) ja kehittämällä energian talteenottoa ajoneuvoissa, 2) käyttämällä uusiutuvaa tai enemmän vetyä suhteessa hiileen sisältävää polttoainetta, ja 3) tuottamalla enemmän mekaanista energiaa polttoaineen sisältämästä energiasta eli parantamalla ajoneuvon moottorin muuntohyötysuhdetta. Ajoneuvojen aerodynamiikan parantamisen ohella uusia kehitettäviä teknologioita ovat esimerkiksi rekkojen ketjuuttaminen (platooning) ja automaattiajaminen, joiden avulla voidaan tehostaa ajoneuvojen energiatehokkuutta. Synteettiset polttoaineet, joita valmistetaan uusiutuvan energian avulla hiilidioksidista ja vedystä saattavat olla käytettävissämme kaupallisesti ehkä kymmenen vuoden kuluttua (yle.fi 24.3.2019).

Polttomoottoriauton vaihtoehtoisia uusiutuvia polttoainevaihtoehtoja ovat: nestemäiset biopolttoaineet, biokaasu ja vety. Vety toimii myös polttokennoauton energianlähteenä. Käytännössä polttokennoauto on sähköauto, jossa tarvittava sähkö tuotetaan autossa polttokennotekniikalla. Sähkömoottoreissa energianlähteenä on sähkö, joka ladataan auton akkuun. Mitä kevyempi ajoneuvo on, sitä suurempi mahdollisuus sitä on liikuttaa sähkötekniikan avulla. Siksi tieliikenteen raskaat ajoneuvot, meriliikenne ja lentoliikenne ovat hankalammin sähköistettäviä. Lentokoneiden todennäköinen tulevaisuuden polttoaine on biokerosiini, meriliikenteen nesteytetty kaasu ja raskaan liikenteen biodiesel. Nesteytetty kaasu on vaihtoehto myös raskaaseen tieliikenteeseen. Raideliikenne tulee toimimaan tulevaisuudessa sähköllä ja biodieselillä. Meriliikenteessä tuulienergia ja sähkö ovat lisäratkaisuja, joilla voidaan tehostaa uusiutuvan energian käyttämistä. Myös ydinvoima on mahdollinen teknologia meriliikenteessä.

Liikkumisen kestävien ratkaisuiden skaalautuminen, erityisesti kuluttajien keskuudessa, on hyvin pitkälti kiinni tavoista toimia. Kestävä liikkuu teknologioiden vahvistuminen yhteiskunnassa voi olla seurausta esimerkiksi sitä kautta, että ihmiset eivät enää omista omaa autoa, vaan liikkuvat liikkuu palveluilla, joihin kuuluvat joukkoliikenteen ohella erilaiset yhteiskäyttöautojen liiketoimintamallit. Tällöin teknologian näkökulmasta korostuu alustateknologian kehitys, joka mahdollistaa yhteiskäyttöautojen joustavan käyttämisen.

Pelloilta pöytään

(Asiantuntija: Emilia Nordlund)

VTT:n Elintarviketalous 4.0⁴ vision mukaan kestävä elintarviketalouden tulevaisuuden kulmakiviä ovat kasvipohjaiset ruokaratkaisut, kiertotalous sekä myös ruoantuotanto, joka ei ole pelloista tai eläimistä riippuvaista. Paikallinen tuotanto, ketterä jakelu sekä yksilölliset tuotteet ja palvelut, ovat tulevaisuudessa tärkeässä osassa ja vahvistavat ravitsemuksen roolia osana ennaltaehkäisevää terveydenhuoltoa. Teknologian näkökulmasta näiden ”Pelloilta pöytään”-konseptien toteuttamisessa korostuvat digitaaliset alustaratkaisut, mittausteknologiat, tietotalous ja robotiikka sekä uudet innovatiiviset elintarviketeknologiat mukaan lukien teollinen bioteknologia.

⁴ <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/visions/2017/V9.pdf>

Kestävän ruoantuotannon ratkaisuja on ainakin kolmenlaisia: 1) raaka-aineiden uudenlainen ja tehokkaampi käyttö ruoaksi - sivuvirtojen minimointi ja hyötykäyttö ruokatuotannossa, 2) kasvintuotannon hyödyntäminen rehun sijasta suoraan ruoaksi ihmisille, ja 3) solumaatalouden valjastaminen ruoantuotantoon - esimerkiksi mikrobit tuottamaan ravintoaineita. Raaka-aineiden uudella käytöllä tarkoitetaan esimerkiksi erotusmenetelmiä kauralle: kauran kuidut, proteiinit ja hiilihydraatit voidaan hyödyntää laajemmin eri tuotteissa. Solumaatalouden avulla hyödyntäen teollisen bioteknologian ratkaisuja päästään eläimistä ja pelloista vapaaseen ruoantuotantoon. Mikrobit voivat tuottaa esimerkiksi eläinproteiineja, kuten munanvalkuaista ilman kanaa tai maitoproteiineja ilman lehmää. Solumaatalouden yksittäisiä kaupallisia ratkaisuja on jo olemassa, mutta lainsäädännön muodostavat esteet erityisesti Euroopassa hidastavat niiden markkinoiden avautumista. Lainsäädännön haaste tulee kuitenkin poistumaan 2050 mennessä.

Kangasalla, 16.4.2020

Nina Wessberg
HT, DI, Erikoistutkija



VTT

EU Green Deal ja teknologian kehityksen mahdollisuudet

**Eduskunnan Tulevaisuusvaliokunta,
asiantuntijakuuleminen**

Nina Wessberg, 17.4.2020

16/04/2020 VTT – beyond the obvious

EU Green Deal – Euroopan vihreän kehityksen ohjelma

Kuinka teknologia voisi auttaa saavuttamaan hiilineutraliuden 2050 mennessä?

Politiikan alat – teknologian painopistealueet

- Puhdas energia
- Kestävä Teollisuus
- Rakentaminen ja kunnostaminen
- Kestävä liikkuvuus
- Biologinen monimuotoisuus (vaikutukset muiden painopistealueiden kautta)
- Pelloilta pöytään
- Ympäristön pilaantumisen torjunta (vaikutukset muiden painopistealueiden kautta)

Teknologia ei ole este ilmastoneutraaliuteen 2050

- Teknologiat tarjoavat jo keinot ilmastoneutraaliuden saavuttamiseen
 - Energia, teollinen tuotanto, rakentaminen, liikkuminen ja ruoka pystytään teknisesti toteuttamaan ilmastoneutraalisti
- Haasteet liittyvät kustannuksiin ja yhteiskunnalliseen hyväksyttävyyteen, sekä siihen kuinka onnistutaan siirtymään kiertotalouteen ja uusiutuvien raaka-aineiden käyttöön (luopumaan fossiilisista raaka-aineista)

Puhdas energia

Eemeli Tsupari
Kari Mäki

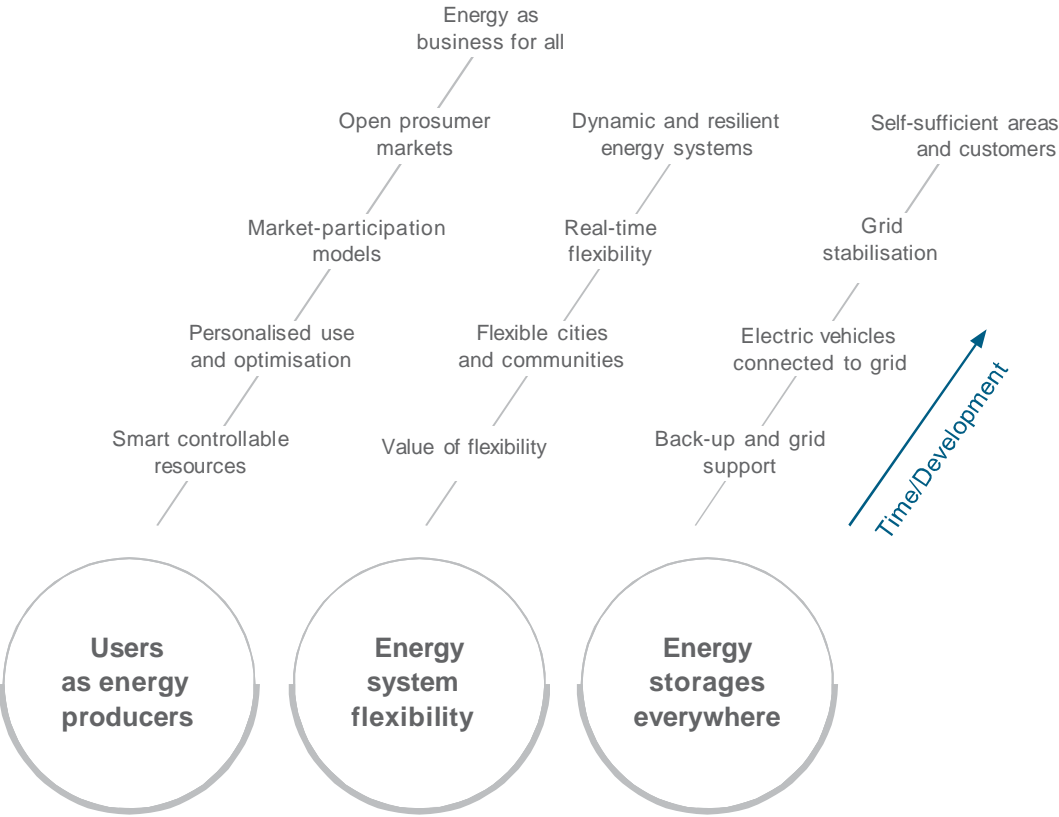
Our technology choices to achieve low carbon society in 2030

- **System integration** of variable renewable energy (wind and solar)
 - Hydrogen and Carbon Capture and Utilisation (CCU)
- **Bio-CCUs** in energy production and industry to lower atmospheric CO₂ concentrations and offset emissions across sectors and time
- Flexible **hybrid renewable** solutions
- **Small Modular Reactors** in electricity and heat applications
- Smart and efficient utilisation of **waste streams**

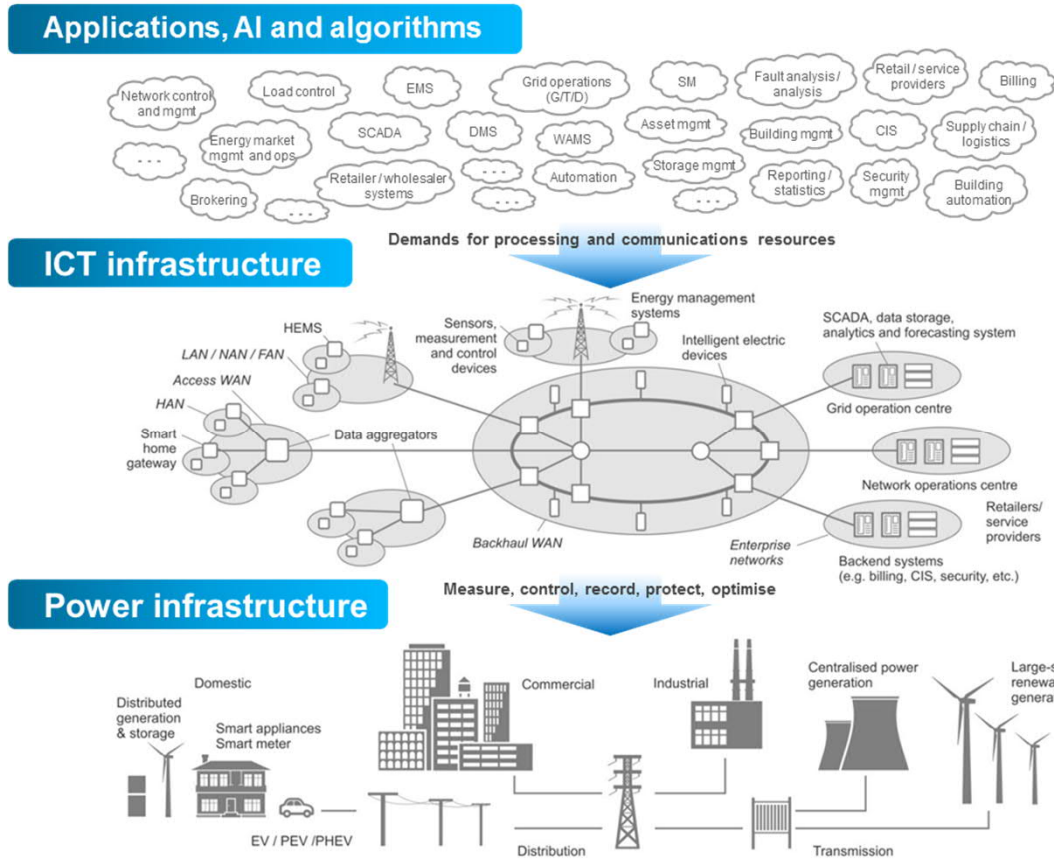
Smart Energy opportunity pathways



16.4.2020 VTT – beyond the obvious



Digitalisation integrating layers



Kestävä teollisuus

Marko Jurmu

Ali Harlin

Päivi Kivikytö-Reponen

Ilkka Hannula



Digitalisation of manufacturing industry rebootiotfactory.com

- *“Reboot increased our capacity in such extent that we can transfer more production to Finland.”*
- Heli Huhtala, GE Healthcare

Grand Challenges

Grand Challenge 1:
Cognitive Supply Network

Lead: Ponsse, UO

Grand Challenge 2:
Robotics Fusion

Lead: GE, VTT

Grand Challenge 3:
Labour at Digital Work Environment

Lead: ABB Vaasa, UO

Grand Challenge 4:
Digital Production

Lead: Nokia, Aalto

Co-Innovation & Ecosystems (SME & Factory & Research)

Advanced Technology Research (Proof-of-Concepts)

Platforms & Scale-Up (Commercialization of PoCs)

Management & operational excellence

IoT Communities of Practice



ARTIFICIAL INTELLIGENCE



DIGITAL TWIN



A/V REALITY



ROBOTIC PROCESS AUTOMATION



3D PRINTING



WEARABLES



ROBOTICS



DATA ANALYTICS



2.9 Gt
Rauta
& teräs

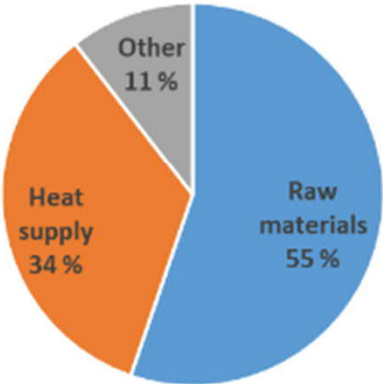


3.0 Gt
Sementti

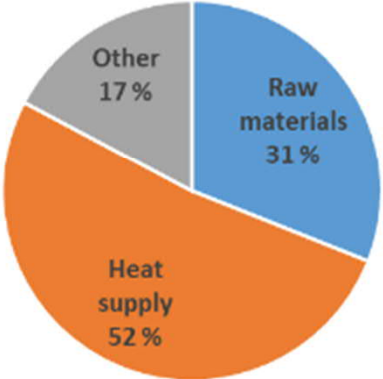
**SEMENTTI- JA TERÄSTEOLLISUUS VASTAAVAT
YHDESSÄ YLI 40% TEOLLISUUDEN PÄÄSTÖISTÄ**

Teollisuuden päästöissä energia on vain osa tarinaa

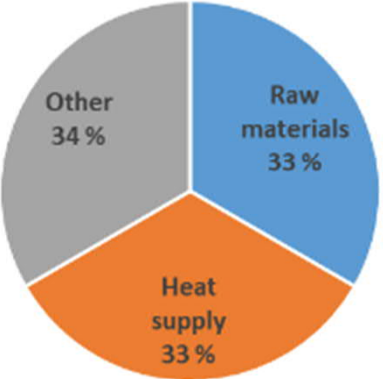
CO₂ emissions from cement



CO₂ emissions from Iron and steel



CO₂ emissions from Chemicals



Ratkaisuja

Päästöjen vähentäminen raaka-aineista

- Tarjontapuolen ratkaisut
 - Hiilidioksidin talteenotto
 - Raaka-aineen korvaaminen
- Kysyntäpuolen ratkaisut
 - Materiaalitehokkuus
 - Kierrätys ja uudelleen käyttö
 - Kysynnän vähentäminen

Päästöjen vähentäminen lämmöntuotannosta

- Energiatehokkuus
- Polttoaineen vaihto
 - Biopolttoaineet
 - Kestävä vety
- Lämmön sähköistäminen (>500°C)
 - Täysi sähköistäminen
 - Hybridit (polttoaine + sähkö)

Puu on tulevaisuuden supermateriaali



Puusta supermateriaaliksi!

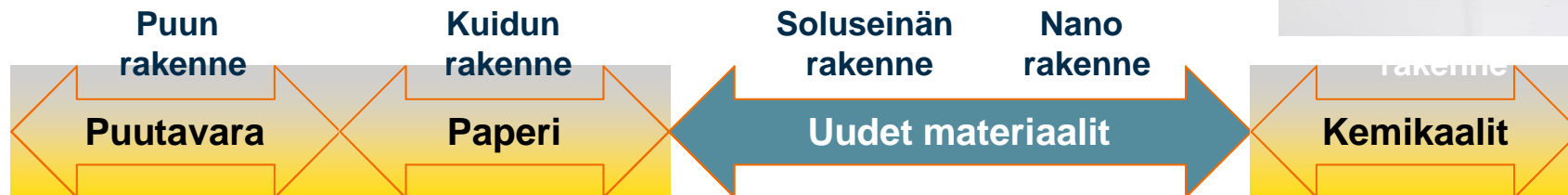


Mikä on puun oikea arvo?

erittäin luja, läpinäkyvä, värikäs,
kevyt, reagoi, vettähykivä,
sähköä johtava, eriste,
energiavarasto, suodatin



Kuva: Puustelli



Biotuotetehdas



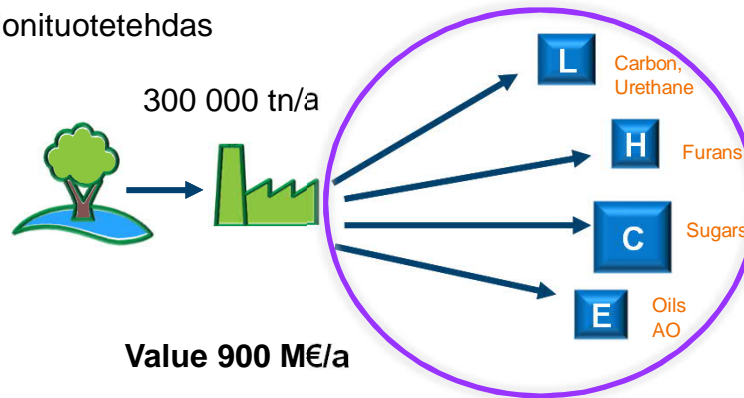
Mahdollistaa tehtaaseen integroitujen laitosten syntymisen

Tulevaisuuden monituotetehdas luo korkean lisäarvon tuotteita

1,3 M ton sellua (6,5 Mm³ puuta):

- Räätelöityjä kuitutuotteita
- Sähköä 1400 GWh/a
- Lämpöä 7000 GWh/a
- Puuenergiaa 1200 GWh/a
- Mäntyöljyä ja tärpähtiä
- Ligniiniä
- Lannoitteita ja biokaasua
- Glaubersuolaa (kierrätys)
- Sakkoja ja tuhkaa

Monituotetehdas



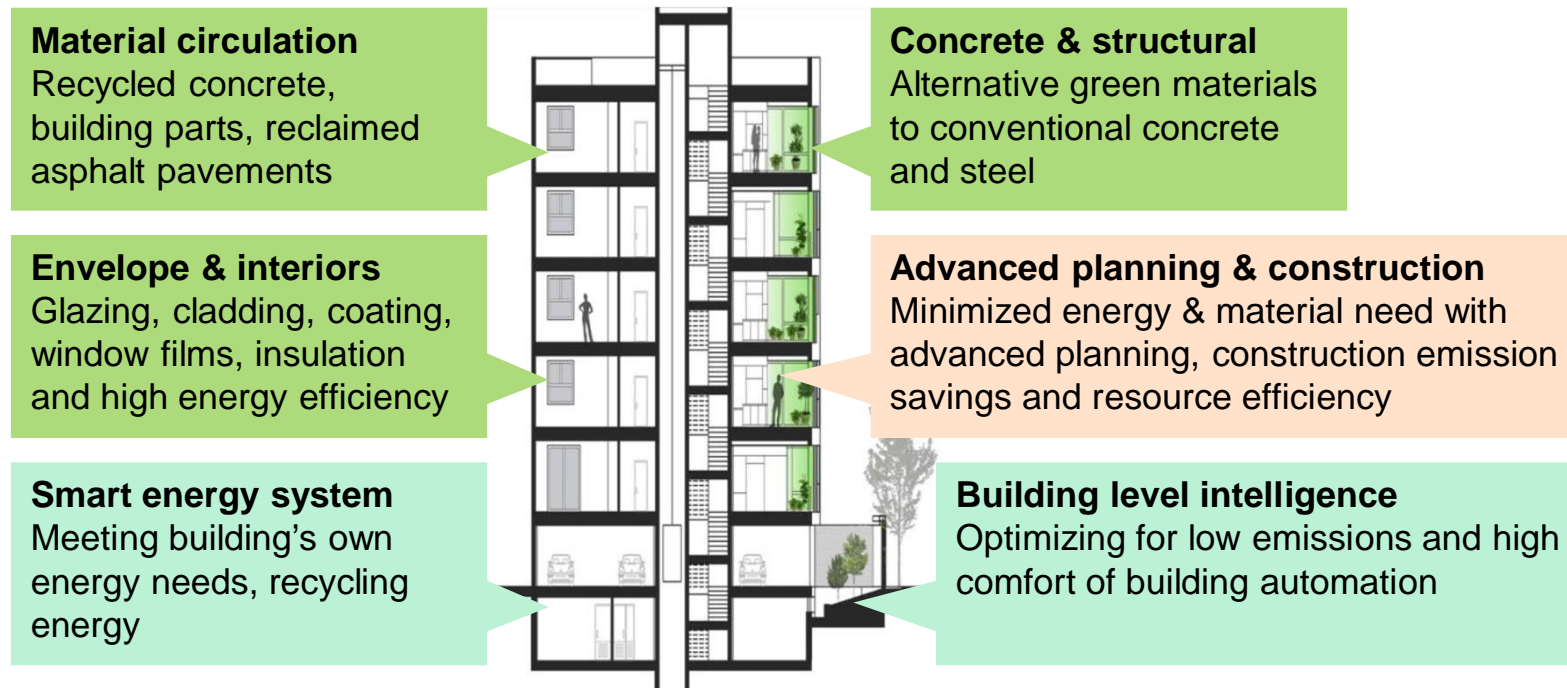
Rakentaminen ja kunnostaminen

Pekka Tuominen

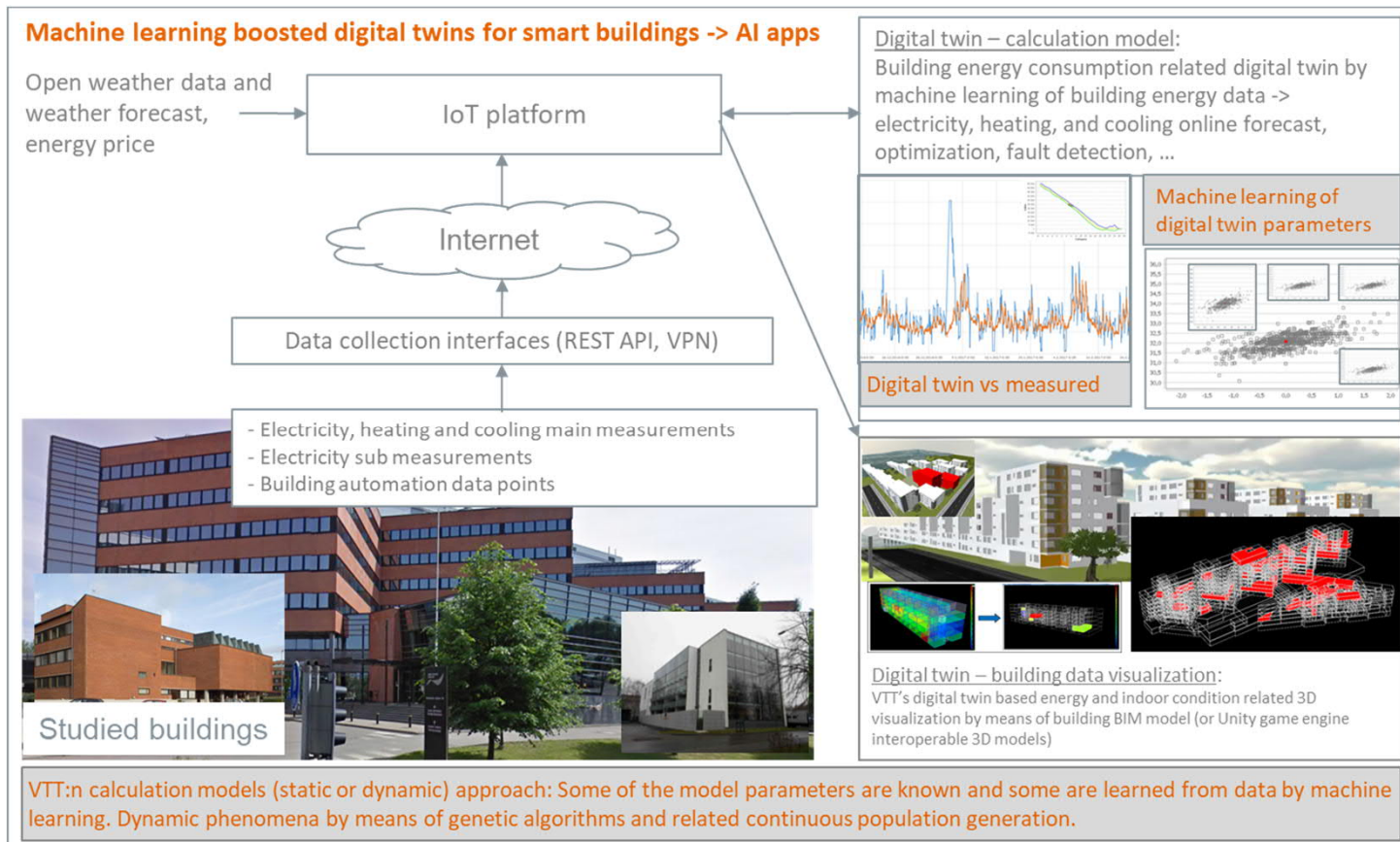
Terttu Vainio

Kari Mäki

How to achieve a carbon positive building



Digital twin of built environment





Korjausrakentamisen strategia 2050

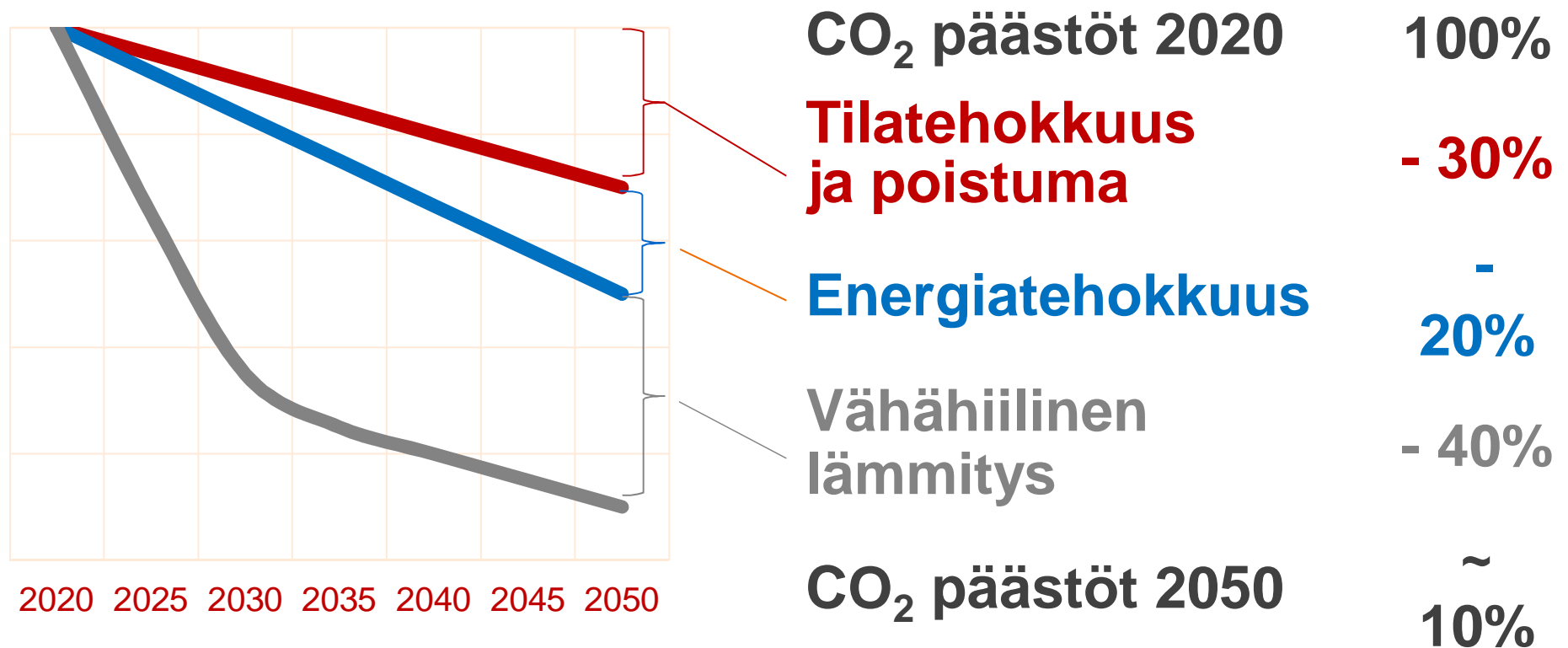
- Strategiset linjaukset
- Toimenpiteet

Direktiivin 2010/31/EU 2a artikla:

EU jäsenvaltioiden on laadittava kattava strategia, joka tähtää erittäin energiatehokkaaseen ja hiilivapaaseen rakennuskantaan vuoteen 2050 mennessä sisältäen olemassa olevien rakennusten muuntamisen lähes nollaenergiarakennuksiksi kustannustehokkaasti.

Terttu Vainio, VTT
11.2.2020

Erittäin energiatehokas ja vähähiilinen rakennuskanta 2050 mennessä



Tilatehokkuuden parantaminen



- Organisaatioiden rohkeat kiinteistö- ja tilastrategiat
- Moni- ja yhteiskäyttöiset tilat

Vajaakäytössä olevista tiloista luopuminen

- Alueellinen väestökehitys \Rightarrow purkuavustus ARA kohteille

Vajaakäytössä olevan kaupunkitilan hyödyntäminen

- Kaupunkikehitys \Rightarrow kaupunkien tarjoamat porkkanat & purkavaa uusrakentamista helpottava As Oy lain muutos

Energiatehokkuuden parantaminen lämpöhäviöitä vähentämällä

- Älykäs ohjaus ja teknologia lämpö-, IV- ja sähköjärjestelmiin
 - Ilmaislämmön hyödyntäminen ja hukkalämmön vähentäminen
 - Kulutuksen reaaliaikainen seuranta ja poikkeamiin puuttuminen
- Käyttöikänsä päässä olevien ikkunoiden uusiminen
- Ulkovaipan lisäeristys, mikäli ulkovaipan rakenne on muutoinkin perusteellisen korjauksen tarpeessa



IoT
Digital Twins

Kestävä liikkuminen

Juhani Laurikko

PÄÄSTÖJEN vähentäminen – kolme tietä

Vähennetään ajoneuvon liikkumiseen tarvittavan energian tarvetta eli kulkuvastusta ja kehitetään energian talteenottoa

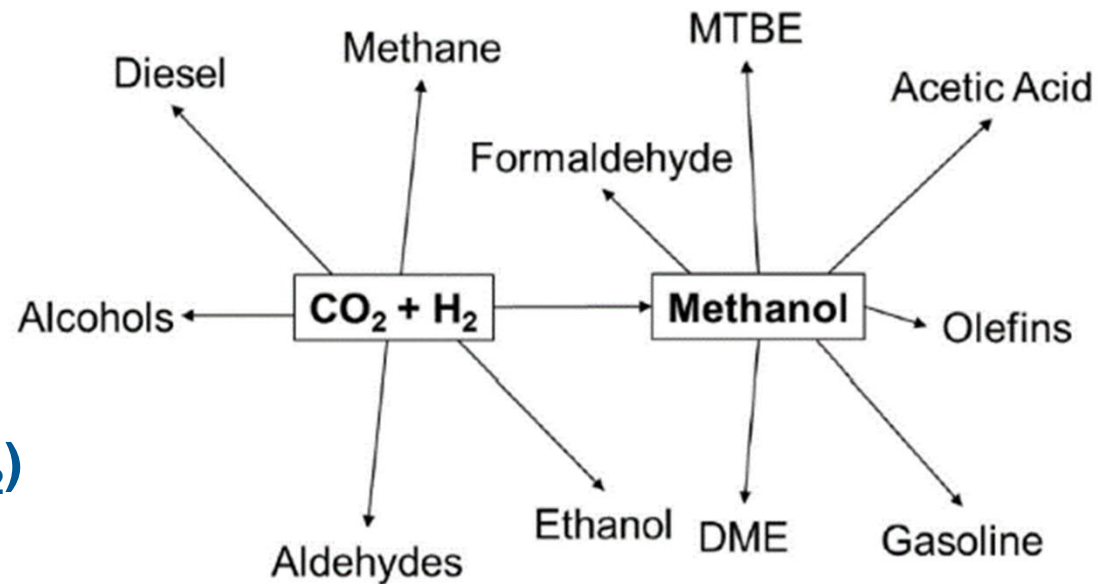
Käytetään uusiutuvaa tai enemmän vetyä suhteessa hiileen sisältävää polttoainetta



Tuotetaan enemmän mekaanista energiaa polttoaineen sisältämästä energiasta eli parannetaan muuntohyötysuhdetta

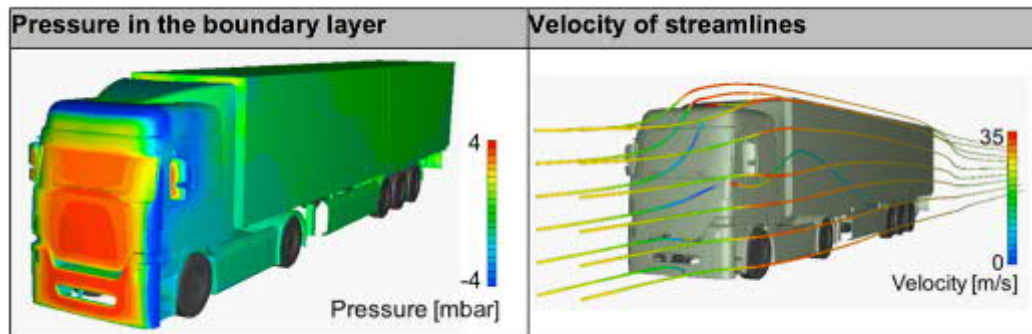
Tulevaisuuskuva?

- Periaatteessa voimme tehdä kaiken *mitä nyt jalostamme raakaöljystä* käyttämällä vain hiilidioksidia (CO_2) ja vetyä (H_2)
- Synteettiset polttoaineet



Ilkka Hannula/VTT, Figure modified from Spath & Dayton 2003, NREL/TP-510-34929

Uusia kehityskohteita

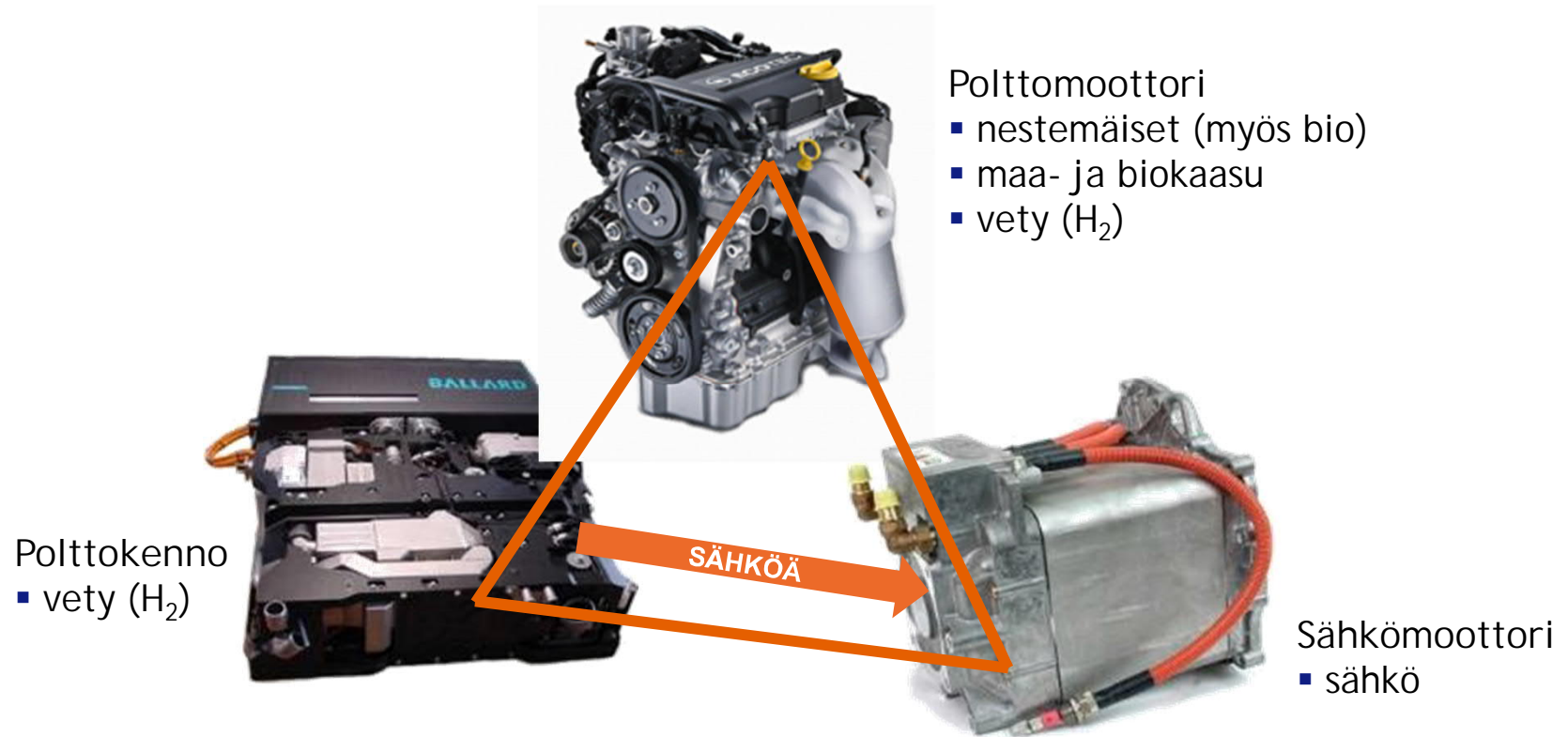


“Platooning” ja
automaattiajaminen

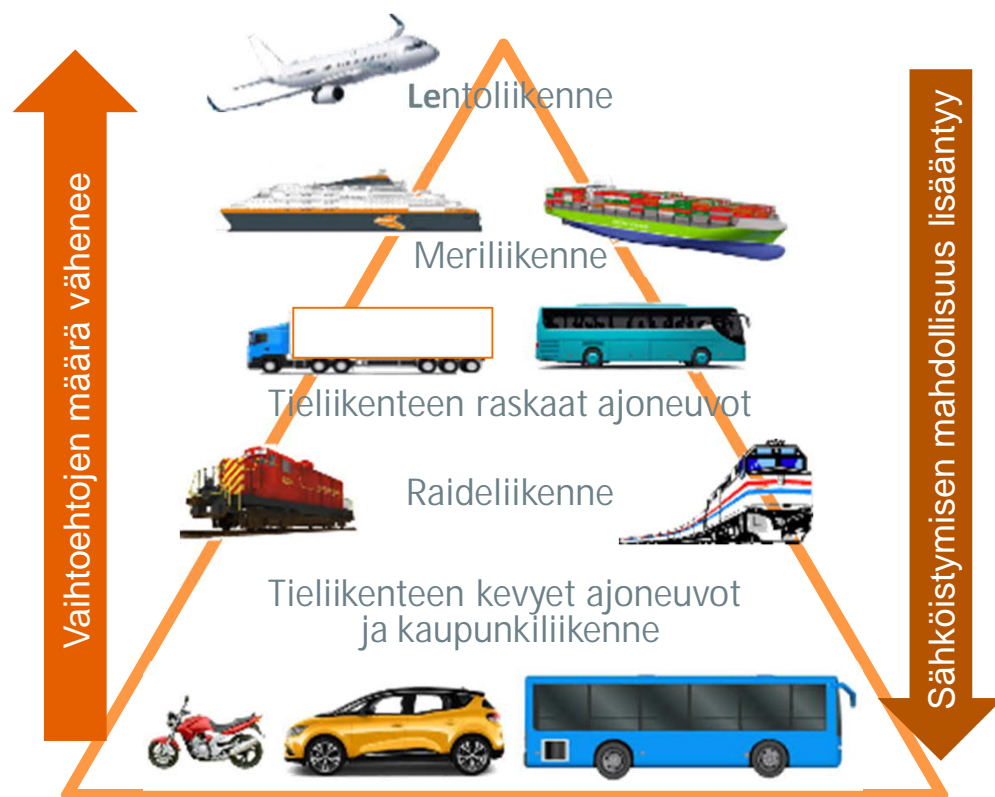
Aerodynamiikan parantaminen



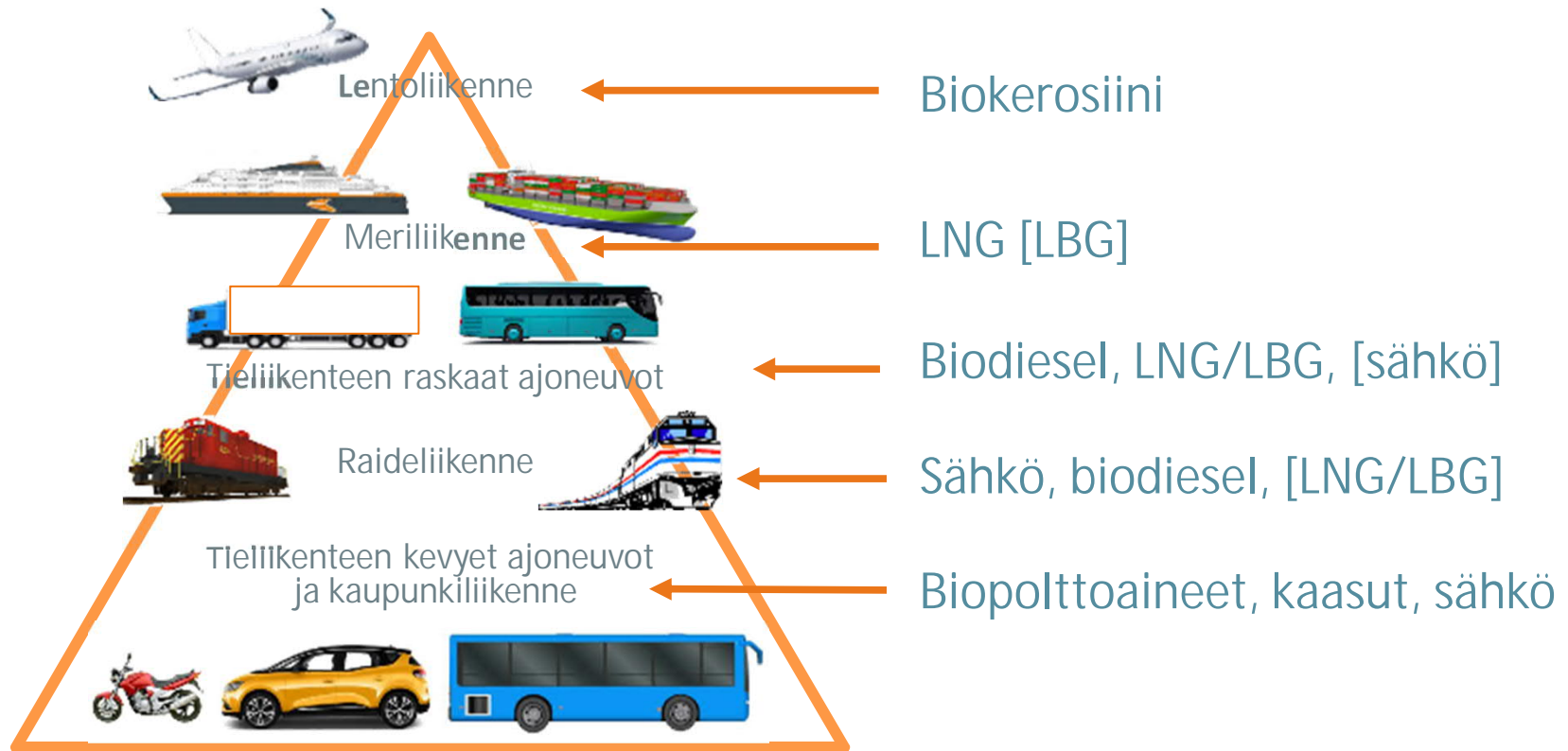
Energian kantaja määrää voimalaitteen



Käyttökohteiden ”hierarkia”



Mahdolliset vaihtoehdot



Roottoripurjesovelluksia – Viking Grace



Suomen ensimmäinen sähkölautta

Liikennöi reitillä Parainen – Nauvo

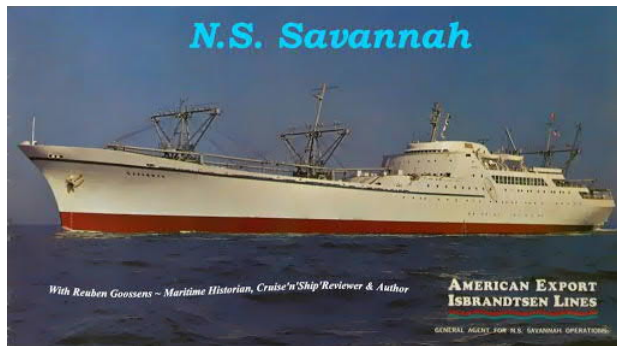
Reitin yhdensuuntainen matka 1,6 km



L/Y Elektra, omistaja Finnferries

<http://www.energiatalous.fi/?p=1905>

Ydinkäyttöiset laivat



Pelloilta pöytään

Emilia Nordlund

Elintarviketalous 4.0



Ratkaisuja kestävään ruoantuotantoon

(VTT Ruoka4.0)

1. Raaka-aineiden uusi käyttö
 - Esimerkiksi erotusmenetelmät kauralle kuituja, proteiinia ja hiilihydraattia sisältävien jakeiden valmistamiseksi
2. Rehujen raaka-aineista ruokaan sopiviksi
 - Hybridiraaka-aineet, joista on poistettu haitalliset ainesosat ja hyödynnety arvokkaat ainesosat
3. Mikrobien avulla ruokaa, energiaa ja ravintoaineita, solutehtaat
 - Eläimistä ja pelloista vapaa ruoantuotanto
 - Ravintoaineita bioreaktoreissa solujen avulla
 - mikrobi- ja kasvisolut tuottamaan ainesosia herkullisten ruokien valmistukseen
 - Mikrobit tuottavat eläinproteiineja, kuten munanvalkuaista ilman kanaa ja maitoproteiineja ilman lehmää

bey⁰nd

the obvious

Nina Wessberg
nina.wessberg@vtt.fi
+358 40 742 8185

@VTTFinland
@NintsuW

www.vtt.fi