Koulutammeko energia-asiantuntijoita tulevaisuuteen?

Energia-alan yliopistokoulutuksen kartoitus ja analyysi

Jenni Ylä-Mella ja Eva Pongrácz
Oulun yliopisto

STEK

FITech NETWORK UNIVERSITY



SEOYK-hanke pähkinänkuoressa

- FITech-verkostoyliopiston esiselvitys sähkö- ja energia-alan yliopistokoulutuksesta ja sen kehittämistarpeista Suomessa
- Pitkän tähtäimen tavoitteena on edistää sähkö- ja energia-alan syventävien opintojen tarjonnan työnjakoa FITech-yliopistoissa ja tukea yliopistojen profiloitumista kehittämällä yhteistyössä koulutuksen sisältöjä sekä opetussuunnitelma- ja opetusyhteistyötä
- Selvitys tehtiin tammi-elokuun 2026 aikana, toteuttajana oli Oulun yliopisto ja rahoittajana Sähkötekniikan ja energiatehokkuuden edistämiskeskus STEK ry
- Lisätietoa ja hankkeen loppuraportti FITechin kotisivuilla

STEK
TUEMME SÄHKÖISTÄ TULEVAISUUTTA

FITech
NETWORK UNIVERSITY


Hankkeen tavoitteena oli selvittää:
Mitkä ovat alan tunnistamat tulevaisuuden osaamistarpeet?
Mitä sähkö- ja energia-alan opintojaksoja ja opintokokonaisuuksia yliopistot tarjoavat tällä hetkellä tutkinto-opiskelijoille ja jatkuvan oppimisen tarjonnassa?
Onko alalle kehittymässä erikoistumisaloja, joilla osaamistarpeet ja koulutus-tarjonta eivät tällä hetkellä kohtaa?
Miten eri yliopistot ovat profiloituneet sähkö- ja energia-alalla ja onko nykyisessä tarjonnassa päällekkäisyyksiä?
Millaisia haasteita yliopistot kohtaavat syventävien opintojen tarjonnassa?
Millaista yhteistyötä yliopistot tällä hetkellä tekevät koulutuksen tarjonnan suhteen?
FITech
NETWORK UNIVERSITY

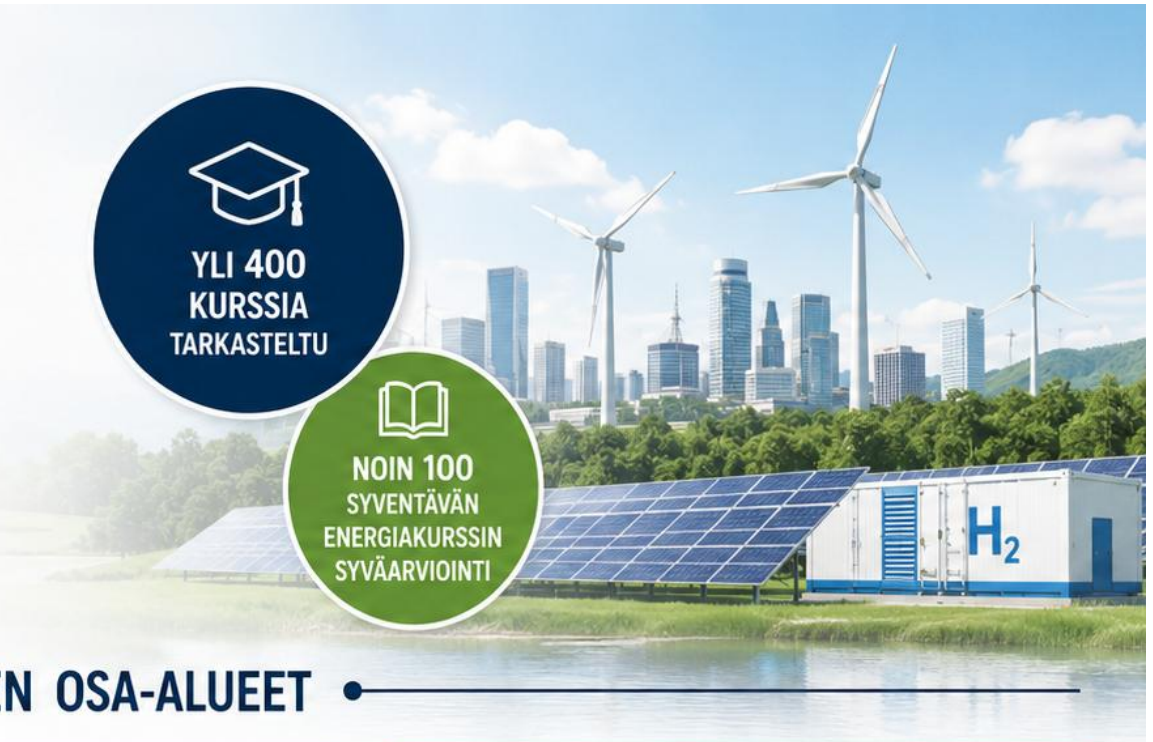
Kurssien kartoitus

KURSSIEN KARTOITUS

SEOYK-projekti arvioi yliopistokoulutusta energia- ja energiatekniikan aloilla

Perustuu yli 400 kurssia tarkasteluun ja noin 100 syventävän energiakurssin syväarviointiin

Keskeinen kysymys: Missä kannattaa tehdä yhteistyötä ja mitä osaamista energiamurros vielä edellyttää?



SELVITYKSEN OSA-ALUEET

OSA A: YHTÄLÄISYYDET JA PÄÄLLEKKÄISYYDET



Tunnistetaan yhteiset sisällöt ja päällekkäisyydet yliopistojen välillä.

Mahdollisuudet yhteisille opinnoille ja tehokkaalle yhteistyölle.

OSA B: ERIKOISTUNEET KURSSIT



Kartoitamme uniikkeja ja erikoistuneita kursseja, jotka tukevat kunkin yliopiston vahvuuksia.

Mahdollisuudet erikoistumisen ja profiilien vahvistamiseen.

OSA C: TULEVAT HAASTEET



Arvioimme energiamurroksen tulevia osaamistarpeita ja globaaleja trendejä.

Tunnistamme osaamisvajeet ja kehityskohteet tulevaisuuden koulutusta varten.

Kurssit

	Aalto-yliopisto Aalto-universitetet Aalto University	LUT University	Oulun yliopisto	Tampereen yliopisto Tampere University	Vaasan yliopisto	Turun yliopisto	Åbo Akademi
Energia- ja sähköjärjestelmät, älyverkot	⚠ 🗼🗼 🕷	⚠⚠⚠ ⚠ 🗼🗼 🗼🗼	⚠ 🕷🕷🕷	⚠⚠⚠ 🗼🗼🗼 🗼🕷	⚠⚠ 🗼🗼🕷 🕷🕷🕷	⚠⚠	
Energian varastointi, sähköautot	🔋🔋	🔋🔋	🔋	🔋 🚗	🔋🔋	🔋	
Energiamarkkinat, lainsäädäntö	📶 📶	📶 📶	📶	📶 📶 🔨	📶 📶 🔨	📶 📶 📶 📶	
Energiakantajat	🌬 ☀ 🛢 H_2 H_2 H_2	🌬 ☀ 🌀 🛢 ⚛ ⚛ ⚛	⚛ ⚛ H_2 H_2 🍃	🌬 ☀ 🌀 H_2	⚛	☀ H_2	🍃 🍃
Kaukolämpö lämpöpumput	🔥	🔥 ⚙ ⚙					
Älykkäät talot, kestävät kaupungit	🏙 🏙	🏙 🏙	🏙		🏙 🏙		
LCA; kiertotalous	♻		♻	♻	♻		

Energia-järjestelmä	Sähkö-verkot	Älykkät verkot	Uusiutuva energia	Energian varastointi	Sähköautot	Energia-markkinat	Lainsäädäntö	LCA, kiertotalous
⚠	🗼	🕷	🌀	🔋	🚗	📶	🔨	♻
Tuulivoima	Aurinko-voima	Ydinvoima	Biojalostamot	Vety	Muut ener-giakantajat	Kauko-lämpö	Lämpö-pumppu	Talot, kaupungit
🌬	☀	⚛	🍃	H_2	🛢	🔥	⚙	🏙

Energiaohjelmien yhteinen ydin – vahva perusta, enemmän yhteistyötä

Melko jokaisella energiaohjelmalla on samat kurssit. Nämä ovat useissa yliopistoissa opetettavia ydinsisältöjä, jotka muodostavat ohjelmien yhteisen kielen.

Energiaohjelmien yhteiset ydinsisällöt



Energiajärjestelmät

Energiajärjestelmän rakenteet, komponentit ja toiminta.



Sähköverkot

Sähköverkkojen suunnittelu, käyttö ja kehitys.



Älyverkot

Digitaaliset ratkaisut ja automaatio älykkäässä verkossa.



Energiemarkkinat

Markkinoiden toiminta, sääntely ja hinnoittelu.



Energian varastointi

Varastointiteknologiat, integraatio ja sovellukset.



Paikallinen vuorovaikutus on korvaamatonta

Vaikka olisikin päällekkäisyyttä, näitä kursseja kannattaa jatkossakin opettaa itse pedagogisista syistä: opiskelijat tarvitsevat paikallista vuorovaikutusta, yhteisöllisyyttä ja opetuksen mukauttamista omiin konteksteihin.

Suositus peruskursseille: enemmän yhteistyötä, enemmän vaikuttavuutta



Opettajien valtakunnallinen yhteistyö

Yhdessä olemme vahvempia – ja voimme kehittää opetusta vaikuttavammin.



Sisältöjen harmonisointi

Varmistetaan, että keskeiset teemat käsitellään kattavasti ja ajantasaisesti yliopistosta riippumatta.



Yhteinen terminologia

Luodaan ja sovitaan yhteisestä kielestä, joka selkeyttää oppimista ja yhteistyötä.



Vertaisverkosto opettajille

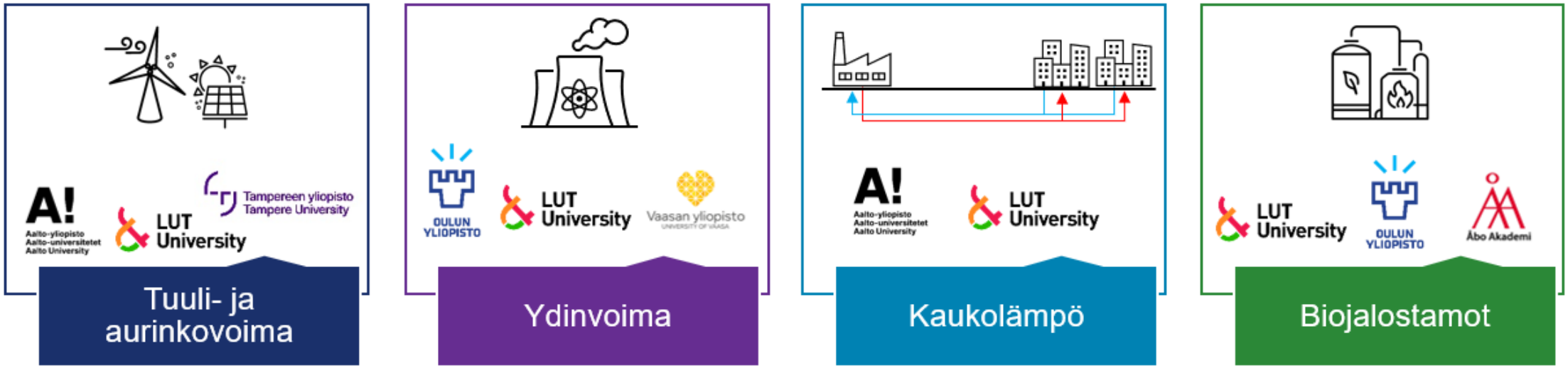
Rakennetaan aktiivinen opettajaverkosto, joka mahdollistaa jatkokurssien jakamisen yli yliopistorajojen.



Yhteistyö ei korvaa paikallista opetusta – se vahvistaa sitä. Yhteinen perusta mahdollistaa joustavamman ja laadukkaamman opetustarjonnan koko Suomessa.

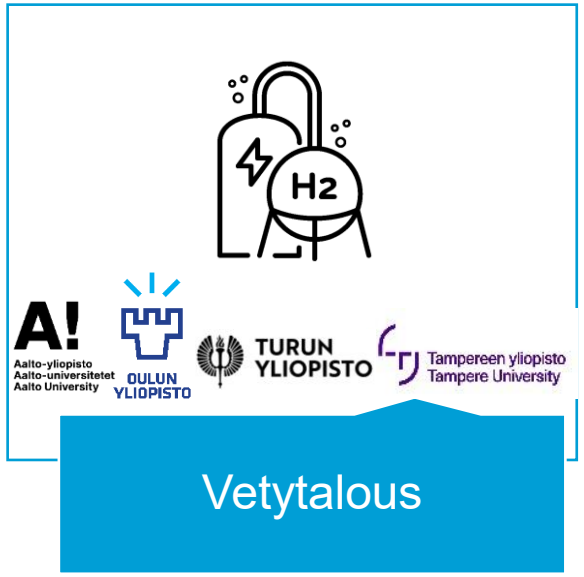


Erikoistumisalat



- Yliopistoissa on vahvoja osaamiskeskittymiä, joiden ympärille on rakentunut erityisosaamista tarjoavia opintojaksoja
- Soveltuvat erityisen hyvin valtakunnalliseen jakamiseen
- ***Osittain ovat jo tarjolla FITechissä***

Erikoistumisalat - rajatapaukset







- Esim. vetytalous teemassa yhteistyössä toteutuneita kursseja on jo ja niitä tarjotaan FITechin kautta
- Muissakin tapauksissa olisi hyödyllistä käynnistää opettajien välistä yhteistyötä ja tarkastella mahdollisuuksia yhteisiin tai modulaarisiin toteutuksiin


Tuuli- ja aurinkovoima
Ydinvoima
Kaukolämpö
Biojalostamot
Vetytalous
Älykkäät talot
Kestävät kaupungit
Elinkaariarviointi ja kiertotalous
Suosituksia yhteistyölle:
Verkostoituminen
» Kokemuksen jakaminen opettajien kesken
Resurssien optimointi
» Yhdessä suunnitellut ja jaetut kurssit
Modulaarinen suunnittelu
» Yhteinen teoria, yksilölliset harjoitukset
Verkkomateriaalit
» Yhteinen sisältö, laajempi saavutettavuus
Paikalliset resurssit
» Hyödynnetään paikallista osaamista ja infrastruktuuria


Energia- ja sähköalan yliopistokoulutuksen pääpiirteet
Tarjottujen kurssien perusteella voimme päätellä,
että Suomi on teknisesti ja teknologisesti erittäin hyvässä asemassa
1
SYSTEEMI-AJATTELU ON HYVIN EDUSTETTUNA
(energiajärjestelmät, älykkäät sähköverkot, järjestelmien mallintaminen)
2
TEKNOLOGIAN KATTAVUUS ON HYVÄ
(uusiutuva energia, ydinvoima, vety, varastointi)
3
KESTÄVYYS JA ELINKAARIAJATTELU OVAT LÄSNÄ
(LCA, kiertotalous, resurssitehokkuus)
H2

Tulevaisuuden haasteet

- Energia-alan toimintaympäristö on nopeasti muuttumassa
- Tulevaisuuden asiantuntijat joutuvat toimimaan järjestelmissä, joita leimaavat samanaikaisesti resurssiniukkuus, toimitusketjujen häiriöt, eri sektorien kytkeytyminen toisiinsa, poliittinen epävarmuus sekä yhteiskunnalliset oikeudenmukaisuuskysymykset
- Tällaisessa ympäristössä tekninen osaaminen säilyy välttämättömänä, mutta ei yksin riittävänä
- Tulevaisuuden energia-asiantuntijan on kyettävä yhdistämään tekninen, taloudellinen, institutionaalinen ja yhteiskunnallinen näkökulma päätöksenteossa

Paikalliset rajallisuudet
- Puhtaan sähkön riittävyys, verkon pullonkaulat, joustavuus
- Vesi, maa, kriittiset materiaalit

Globaalit häiriöt
- Kriittiset materiaalit ja komponentit
- Toimitusketjuhäiriöt

Epälineaarinen dynamiikka
- Verkon ylikuormitus, inertia
- Poliittisten prioriteettien vaihtuminen

Infrastruktuuri
- Polkkuriippuvuus ja lukitukset
- Investointien pitkä horisontti, epävarma kannattavuus

Sektori-integraatio
- Sähköistyminen, hukkalämmön hyödyntäminen
- Data, digitalisaatio, digitaaliset kaksoset, tekoäly optimoinnissa ja ohjauksessa

Lainsäädäntö ja luvitus
- Sääntely-ympäristön monimutkaisuus
- Johdonmukaisuus ja ennakoitavuus

Julkinen hyväksyntä
- Luottamus, osallistaminen ja vuorovaikutus
- Oikeudenmukaisuus: hyödyt ja haitat reilusti jaettuina

Kehittämiskohde 1: Niukkuuksien ja rajoitteiden huomioiminen

Puuttuu huomio:

Uusiutuvan energian laajenemisen rajat



Fyysiset, ympäristölliset ja sosiaaliset rajat rajoittavat suurta mittakaavan laajentamista.

Kilpailevat maa-, vesi- ja sähkötarpeet



Resurssit ovat rajallisia ja kilpailevat käyttötarkoitukset voivat aiheuttaa konflikteja ja kytkentöjä.

Sähköverkon pullonkaulat



Verkkokapasiteetin rajoitukset ja hitaat laajennukset voivat estää puhtaan sähkön toimituksen.

Kriittiset materiaalin pullonkaulat



Rajalliset materiaalivarannot ja keskittynyt tarjonta voivat rajoittaa siirtymän nopeutta ja kestävyyttä.

Toimitusketjun häiriöt ja geopoliittiset riskit



Häiriöt, riippuvuudet ja konfliktit voivat vaikuttaa toimitusvarmuuteen ja hintoihin.

Optimoinnin tulisi myös siirtyä:

Hintapohjaisesta optimoinnista → Epävarmuuteen perustuvaan optimointiin

Päätösten tulee olla kestäviä erilaisissa tulevaisuuden skenaarioissa, epävarmuuden ja yllätyksen edessä.



Kehittämiskohde 2: Riskit ja epävarmuustekijät

Opiskelijat ovat hyvin koulutettuja miten optimoida, mutta heiltä todennäköisesti puuttuu osaaminen **päätöksenteossa syvän epävarmuuden olosuhteissa**

Tarvitsemme enemmän painoarvoa **energiajärjestelmien stressitestaukseen**

Enemmän huomiota **kestävyyteen** pelkän optimoinnin sijaan

Ylioptimistiset teknologianarratiivit (erityisesti vedystä, joustavuudesta, sektori-integraatiosta) eivät välttämättä ole vääriä, vaan ehdollisia

Valmistuneiden olisi ymmärrettävä **mitä tapahtuu, kun ratkaisut epäonnistuvat**, sekä mitä kompromisseja ja teknologiariippuvuuksia nämä ratkaisut aiheuttavat



Kehittämiskohde 3: Geopoliittiset rajoitteet



Politiikka ja lainsäädäntö sisältöä löytyy opetuksessa, mutta se on pääasiassa kuvailevaa tai määräävää ja ensisijaisesti sääntelevää

Meiltä puuttuu keskittyminen poliittiseen taloustieteeseen, julkisen hyväksynnän ristiriitoihin, geopolitiikkaan ja siihen, miten ne voivat johtaa häiriöihin tai viivästyksiin

Lyhyesti sanottuna valmistuneemme ovat teknisesti päteviä, mutta poliittisesti naiiveja

Opetussuunnitelmien on kehityttävä puhtaasti teknisestä painopisteestä sosiotekniseen lähestymistapaan

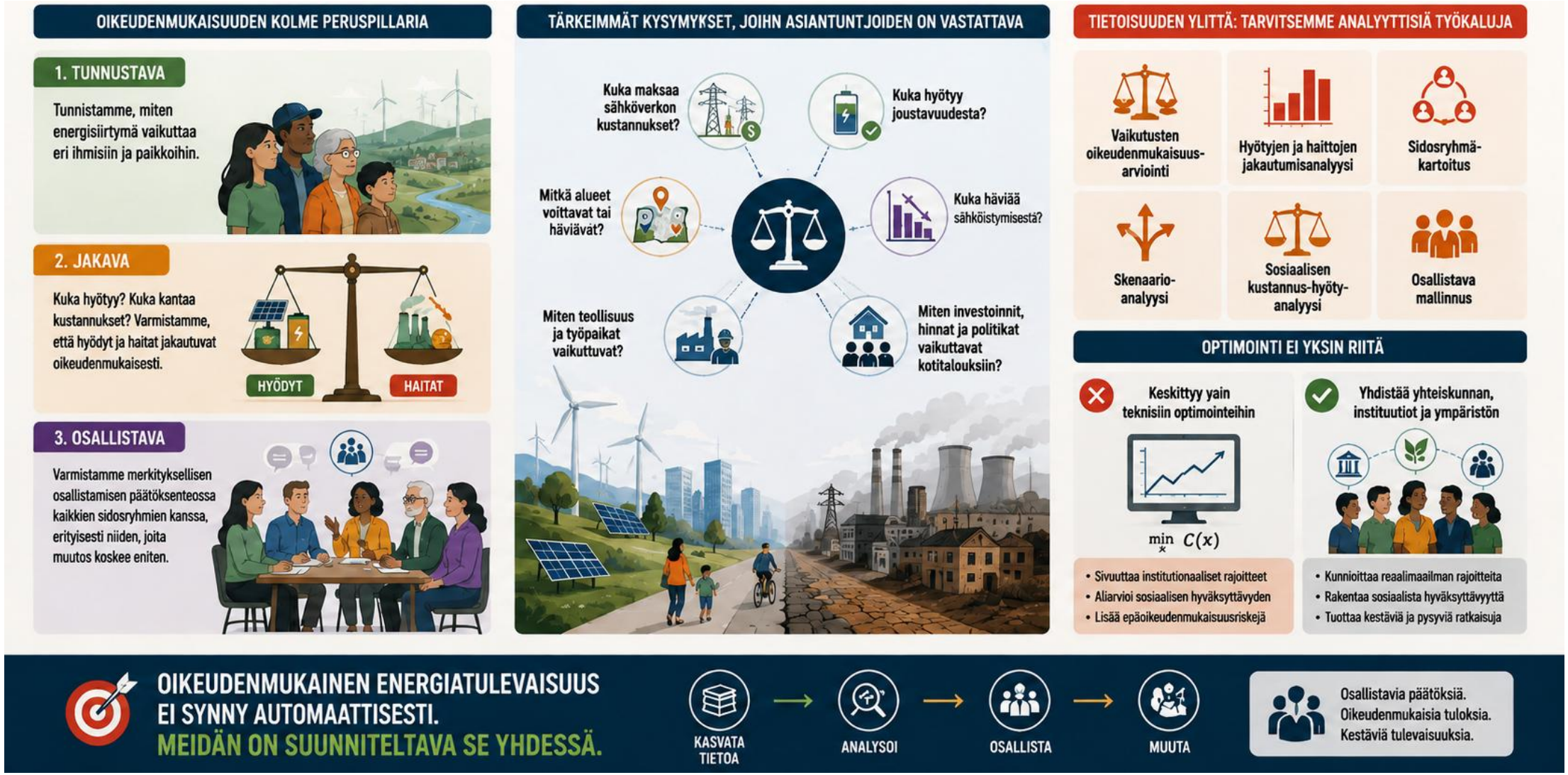
PUHTAASTI TEKNINEN PAINOPISTE → SOSIOTEKNINEN LÄHESTYMISTAPA

Meidän on upotettava poliittiset, taloudelliset ja sosiaaliset ulottuvuudet insinöörikursseihin

Varmisetaıan, että opiskelijat ymmärtävät, että teknisiä ratkaisuja on olemassa usein epävakaassa, poliittisessa viitekehyksessä

Tavoitteena valmistaa insinöörejä, jotka pystyvät ennakoimaan riskejä, tekemään parempia päätöksiä ja rakentamaan kestäviä ratkaisuja todellisessa maailmassa

Kehittämiskohde 4: Energiaoikeudenmukaisuus



Kehittämiskohde 5: Digitalisaation kriittinen tarkastelu



Kurssikartoituksen johtopäätökset



Yrityskysely ja -haastattelut

Yrityskyselyn toteutus

Webropol-kysely
touko–kesäkuussa

150 yritystä
sähkö- ja energia-alalta

Vastaukset toimialoittain:

Tuottajayhtiöt	76 / 11
Sähkönmyynti-/energiayhtiöt	41 / 4
Verkkoyhtiöt	8 / 5
Muut toimijat (ml. teknologia- ja laitetoimittajat, asiantuntija-, suunnittelu-, konsulttiyhtiöt)	25 / 3

Teams-haastattelut
kohdennetut kutsut

41 yritystä
haastatteluun kutsuttu

Haastatellut toimialoittain:

Tuottajayhtiöt	22 / 4
Sähkönmyyntiyyhtiöt	5 / 0
Verkkoyhtiöt	6 / 2
Muut	8 / 2

Kyselyn ja haastattelujen ydinsisältö

1 Tausta
Yrityksen toiminta-alue(et) ja osaajat/ammattinimikkeet

2 Energiamurroksen haasteet
Teemat ja aikajänne

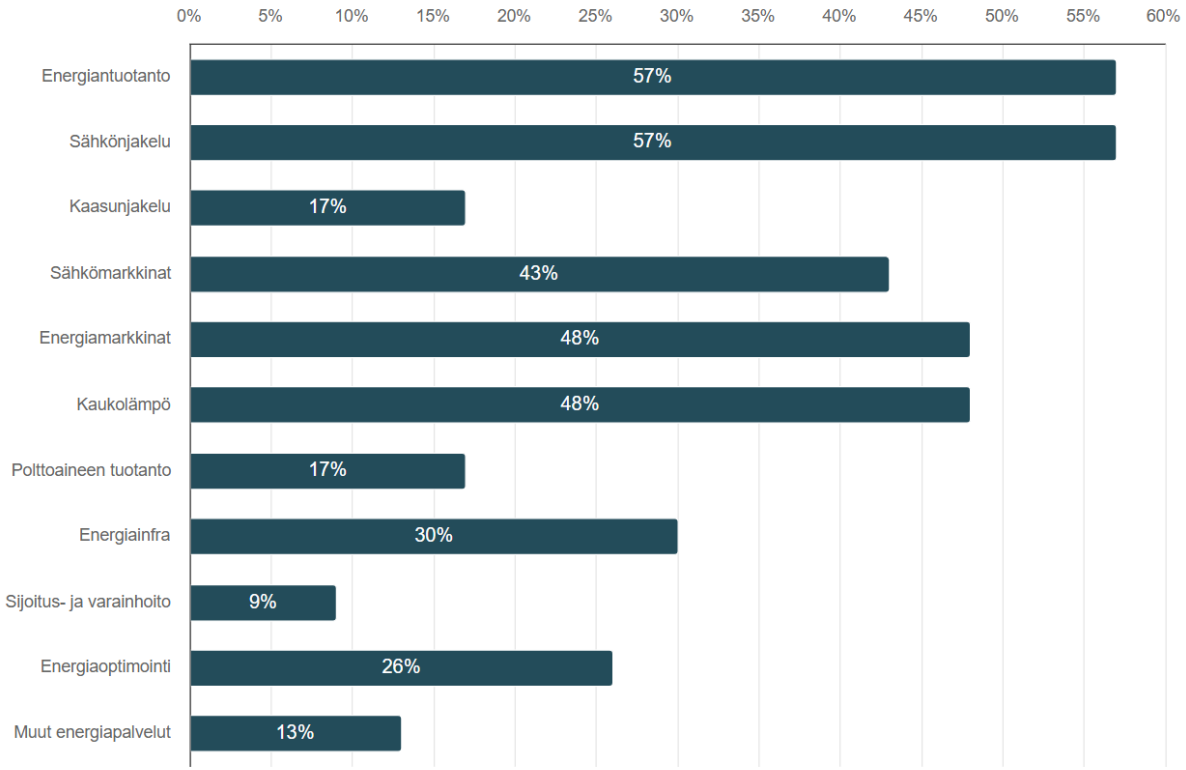
3 Osaaja- ja osaamistarpeet
Alat/teemat, aikajänne sekä demografinen muutos ja kv. osaajat
(vain haastattelu)

4 Yliopistoyhteistyö
Nykyiset tahot ja muodot, tulevaisuuden tarpeet ja kiinnostus

5 Vapaa sana
(vain haastattelu):
Terveiset alan koulutuksen kehittämiseen

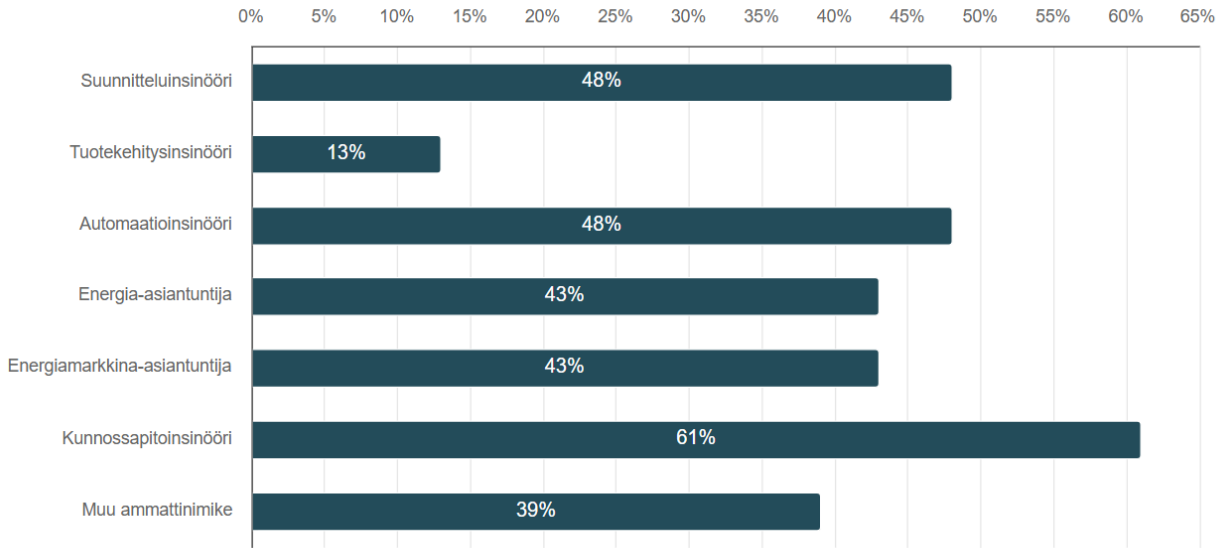
Yritysten toimialue ja osaajat

Vastaajien toimiala



Vastaajien määrä: 23, valittujen vastausten lukumäärä: 68

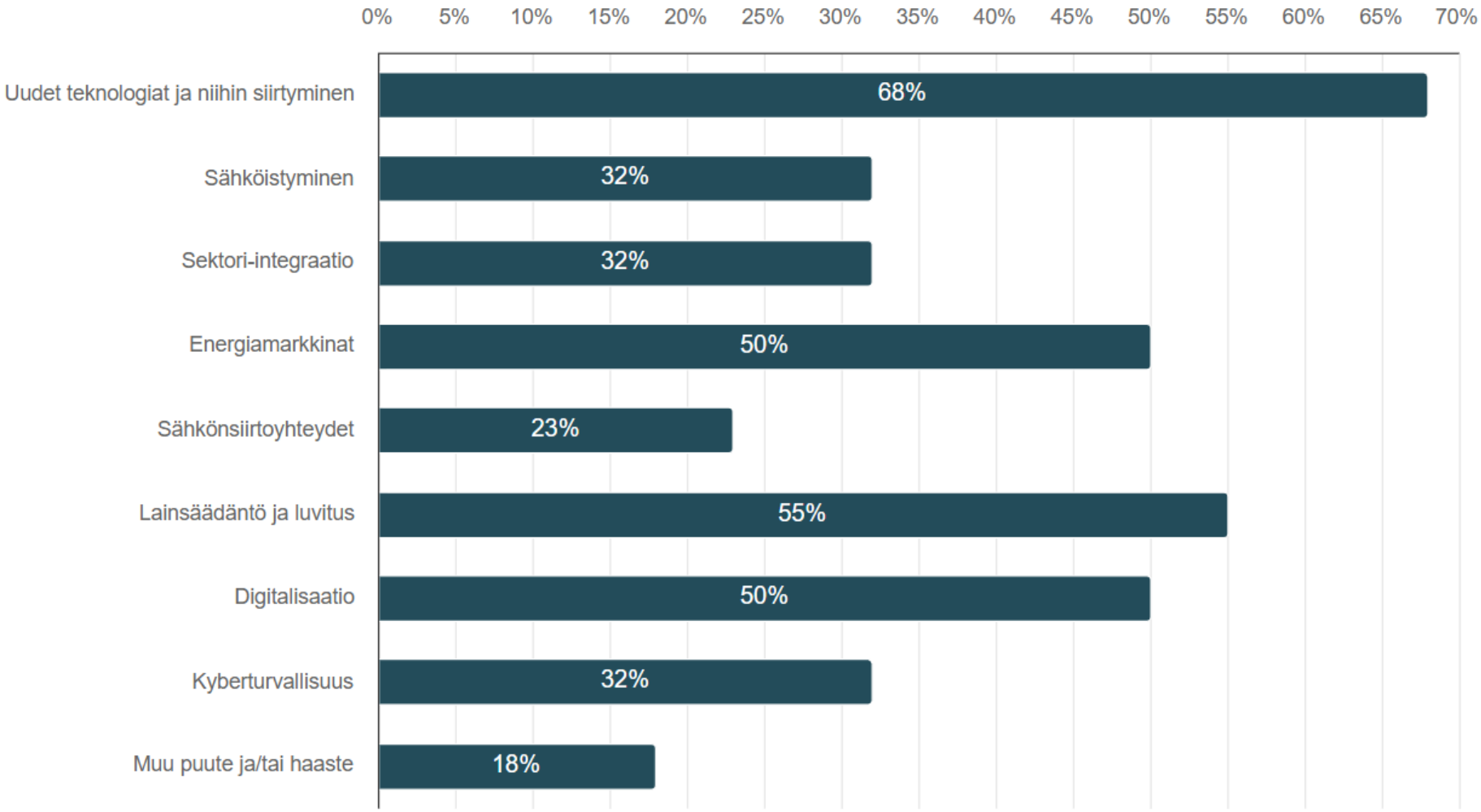
Tyypilliset ammattinimikkeet



Vastaajien määrä: 23, valittujen vastausten lukumäärä: 84

Muita mainittuja ammattinimikkeitä:
Käyttöinsinööri/päällikkö, kunnossapitomestari/-asiantuntija, käytönjohtaja, käytönsuunnittelija, sähkökäytön johtaja, sähköinsinööri, verkkopäällikkö, verkostoinsinööri/-suunnittelija, vuoroinsinööri, kehityspäällikkö, kehitysinsinööri, projektipäällikkö, projekti-insinööri, integraatioasiantuntija, mittausasiantuntija, data-analyytikko, dokumentointiasiantuntija

Tunnistetut osaamispuutteet ja -haasteet

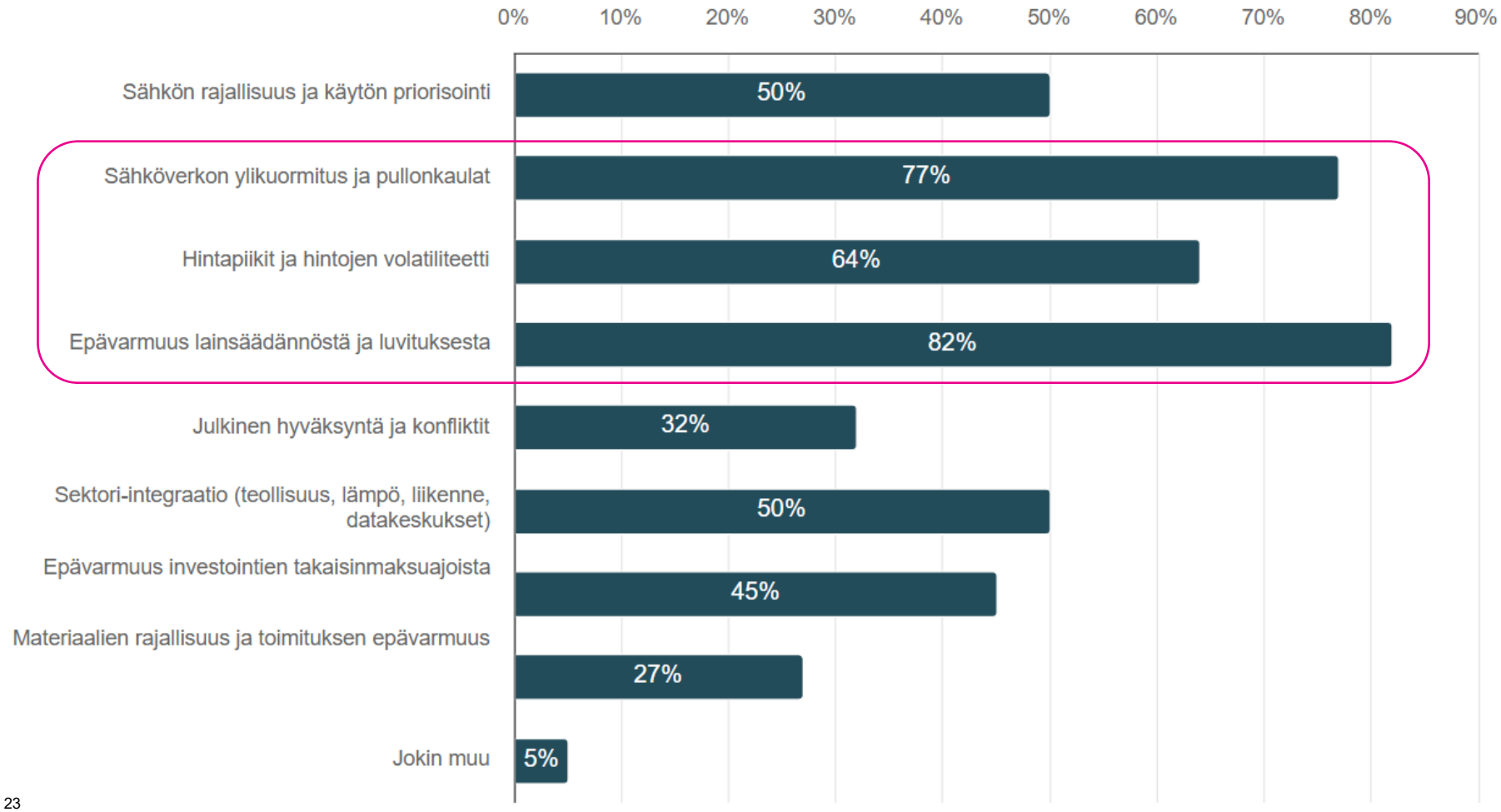


Muut puutteet/haasteet:

- Business transformaatio ja sen nopeuttaminen
- Tekoäly
- Sähkövoimaosaaminen (mm. sähköasemasuunnittelijat)
- Sähkömarkkinaosaaminen (erityisesti kauppatieteilijät, joilla riittävä osaaminen/ymmärrys energia-alasta; insinööreillä suhteellisen rajallinen osaaminen markkinoista ja niiden käyttäytymisestä)
- Ymmärrys koodaamisesta ja datan käsittelystä/analytiikasta
- Hyvät luku- ja kirjoitustaidot (vastavalmistuneilla nämä usein yllättävän heikot)

Vastaajien määrä: 22, valittujen vastausten lukumäärä: 79

Suomen energiajärjestelmän haasteet seuraavan 10-20 vuoden aikana

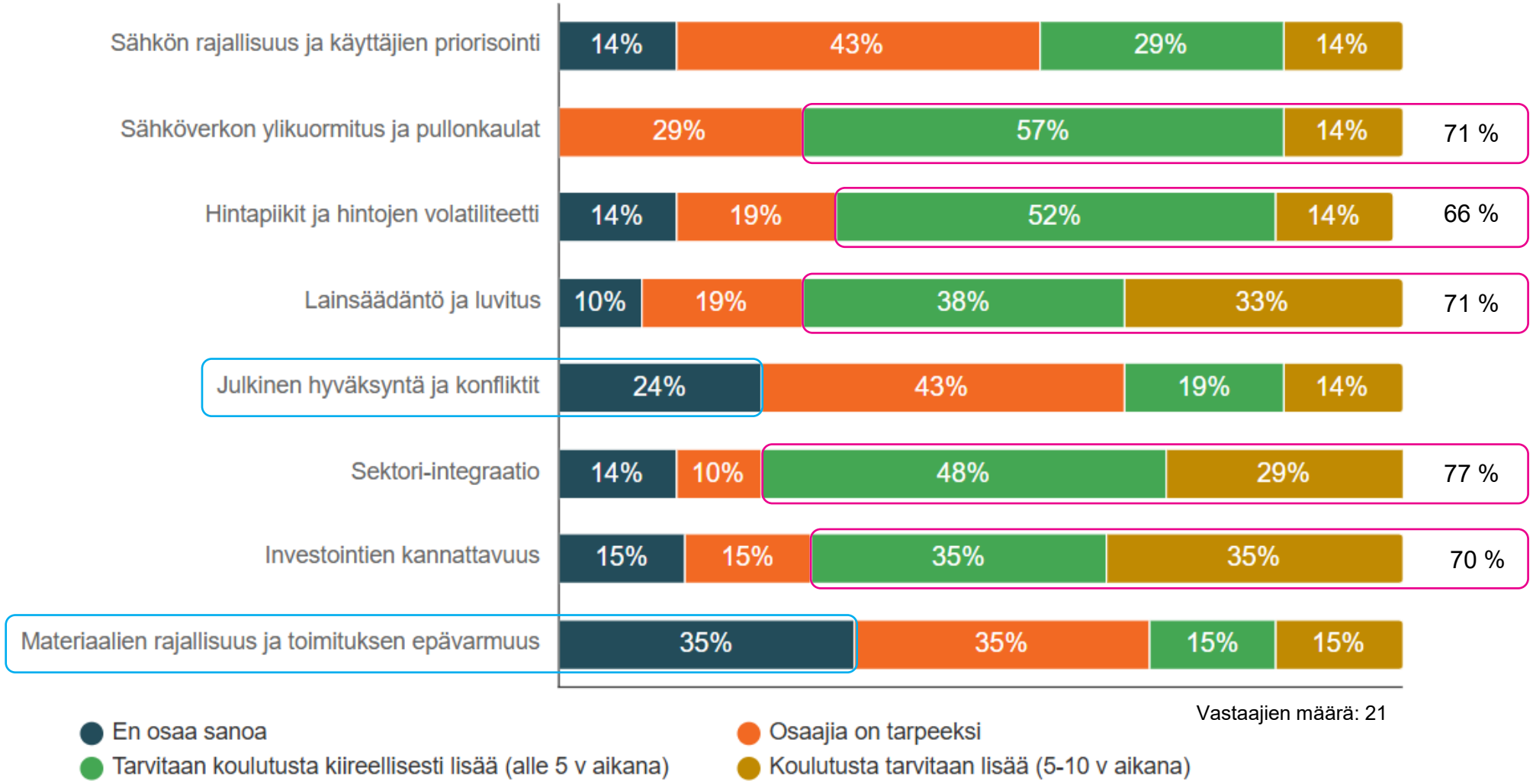


Mainitut muut haasteet:

- Sähkönjakeluverkon kapasiteetin ja rahoituksen riittävyys uuden infran rakentamiseen
- Poukkoileva ja ennustamaton lainsäädäntö, joka on osittain myös liian hidasta
- Nykyinen lunastusmenettely
- Henkilöstön riittävyys

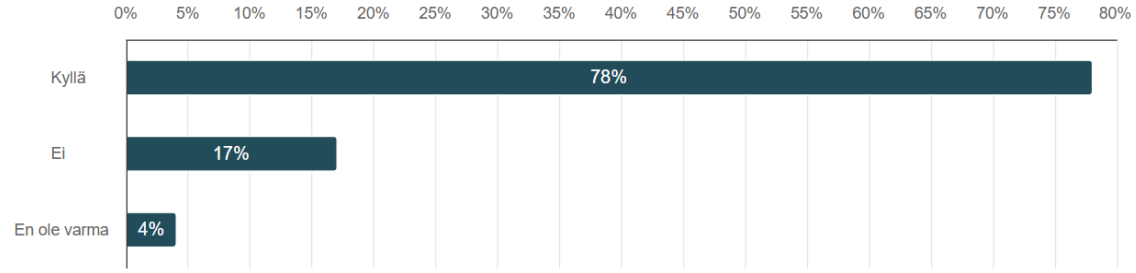
Vastaajien määrä: 22, valittujen vastausten lukumäärä: 95

Yiopistokoulutuksen tarve ja aikajänne

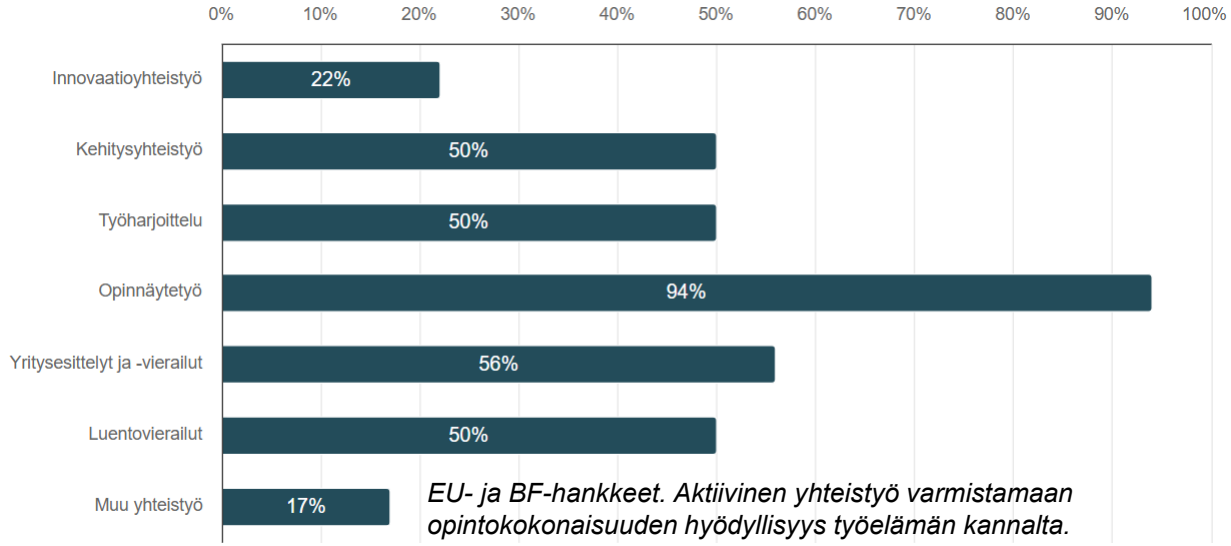


Yritys-yliopisto -yhteistyö

Nykyinen yhteistyö



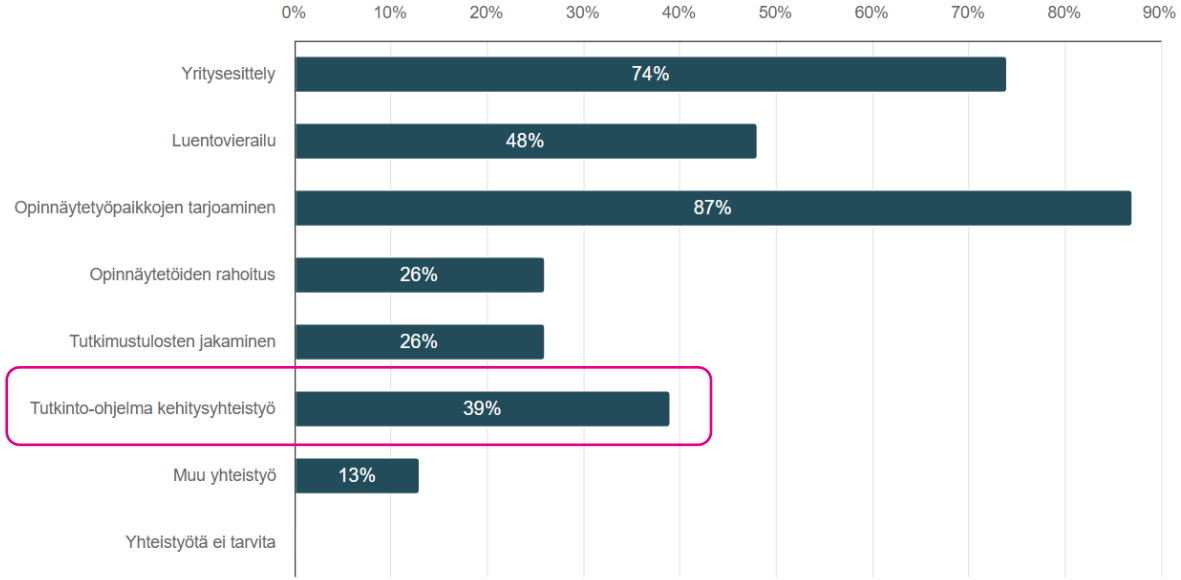
Vastaajien määrä: 23



EU- ja BF-hankkeet. Aktiivinen yhteistyö varmistamaan opintokokonaisuuden hyödyllisyys työelämän kannalta.

Vastaajien määrä: 18, valittujen vastausten lukumäärä: 63

Tulevaisuuden yhteistyömuodot



Vastaajien määrä: 23, valittujen vastausten lukumäärä: 72

Muita mahdollisia yhteistyömuotoja:

- Osallistuminen soveltuvien tutkimushankkeiden ohjaamiseen
- Monipuolisesti erilaiset mahdollisuudet, kun vain aihe/intressit osuvat kohdilleen. Tutkinto-ohjelmayhteistyökin kiinnostaa, mutta ei saa olla yritykselle liian kuormittavaa/aikaa vievää
- Tutkimusyhteistyö on mahdollista, mikäli yrityksen ja yliopiston intressit sekä yliopiston kyvykkyys osuvat kohdilleen

Yrityskysely: Yhteenveto

SEOYK

1 Energiamurroksen haasteita tunnistetaan hyvin yrityksissä



Tekniset/teknologiset haasteet:
Uudet teknologiat ja niihin siirtyminen, kapasiteetin riittävyys ja muut energiainfraan liittyvät haasteet

Markkinoihin ja liiketoimintaan liittyvät haasteet:
Energia- ja sähkömarkkinoiden toimintaympäristön nopea vaihtelu ja epävarmuustekijöiden hallinta

Sääntely- ja viranomaistoimintaan liittyvät haasteet:
Lainsäädäntö on vaikeasti ennustettavaa, mutta toisaalta myös hidasta muutostarpeseen verrattuna

2 Osaamis- ja osaajiatarve on akuutti, mutta tarpeet vaihtelevat paljon



- **Teknologiaosaaminen:**
  Digitalisaatio, datan käsittely/analysointi, perusymmärrys koodaamisesta, tekoäly, sähkövoimaosaaminen (suunnittelu- ja asennustyö)
- **Markkina- ja liiketoimintaosaaminen:**
  Energia- ja sähkömarkkinoiden dynamiikka, toimintaympäristöosaaminen, business transformaatio
- **Regulaatio-osaaminen:**
  Lainsäädäntö- ja luvitusasiat
- **Geneeriset taidot:**
  vuorovaikutus- ja viestintätaidot, matemaattiset taidot, luku- ja kirjoitustaito

3 Yritys-yliopisto –yhteistyötä tehdään jo paljon, mutta potentiaalia on vielä käyttämättä



Yleisiä yhteistyömuotoja:
Opinnäytetyöt, harjoittelu, luennot ja vierailut

Tulevaisuuden mahdollisuuksia:
Aktiivisempi vuoropuhelu ja yliopistokoulutuksen kehittäminen yhteistyössä työelämärelevanssin takaamiseksi, alueellisen vaikuttavuuden lisääminen, tutkimusyhteistyön lisääminen

4 Demografinen muutos ei vielä huoleta yrityksissä. Jatkuvan oppisen ja kv. osaajien tarvetta/potentiaalia ei tunnisteta (vain haastatteluista)



- **Pienenevät ikäryhmät** on tiedostettu, ei vielä näy rekrytoinneissa: isoilla kv. yrityksillä rekryt globaaleja, maakunnissa ja pienillä paikkakunnilla vaihtuvuus vähäistä ja osaajia avoimiin paikkoihin vielä riittävästi
- **Kv. osaajien** rekrytointien haasteena kielitaito
- **Uralla eteneminen:**
  Ammattikoulutus -> AMK -> YAMK

Kiitokset

FITechin koordinaatio yhteistyöstä
STEK projektin rahoituksesta

Projektin toteutukseen osallistuneet: Ronja Friman ja Antonio Caló