

Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisuja  
No. 101/2024

Pekka Neittaanmäki  
Informaatioteknologia Tiedekunta  
Jyväskylän yliopisto

# Omia kokemuksia tutkijakoulutuksesta ja ehdotuksia koulutuksen kehittämiseen



Kirjoittaja: Pekka Neittaanmäki  
Kannen kuva: Teemu Rahikka

Copyright © 2024  
Pekka Neittaanmäki and University of Jyväskylä

ISBN 978-951-39-9931-5 (verkkoj.)  
ISSN 2323-5004

Jyväskylä 2024

# Omia kokemuksia tutkijakoulutuksesta ja ehdotuksia koulutuksen kehittämiseen

Pekka Neittaanmäki

2024



## Sisällysluettelo

1	Johdanto .....	6
OSA I	Kokemuksiani tutkijakoulutuksesta .....	7
2	Tutkijakoulutus professorin päätehtäviä.....	7
3	Väitöskirjan perustyytit.....	7
4	Jatkokoulutuksen rahoitus ja väitöskirjojen ohjausmalli .....	8
5	Tutkimuksen vaiheet .....	10
6	Yritysyhteistyön kehittäminen .....	13
7	Kesäkoulu ja kansainväliset konferenssit osana tutkijakoulutusta .....	14
8	Väitelleiden urakehitys .....	15
9	Tietokanta väitöskirjojen ohjaajista .....	16
Osa II	Kansallinen TKI strategia vuosille 2023–2030 .....	17
10	Kansallisia TKI-linjauksia .....	17
11	T&K-henkilöstön määrä ja arvioitu tarve.....	17
12	Tohtoreiden määrä ja työllistyminen .....	18
13	Tutkimustiedon hyödyntäminen .....	22
Osa III	Tutkijakoulutuksen kehittäminen .....	24
14	Tutkijakoulutuksen tavoitteet.....	24
15	Väitöskirjan muoto ja kolmen vuoden tavoite .....	25
16	Opetus- ja kulttuuriministeriön tavoitteet .....	26
17	Kirjoituksia tohtorikoulutuksesta ja työelämäyhteistyöstä .....	27
	Lähteet .....	28
	Liite 1. Ohjaamani väitöskirjat .....	30
	Liite 2. Mathematics Genealogy Project.....	34

# Kokemuksia tutkijakoulutuksesta ja ehdotuksia koulutuksen kehittämiseen

Pekka Neittaanmäki

## 1 Johdanto

Keskeinen osa kansainvälisen kilpailukyvyn parantamista on tavoite nostaa tutkimus- ja kehityspanostukset (T&K) neljään prosenttiin bruttokansantuotteesta vuoteen 2030 mennessä. T&K-kulut jakaantuvat tällä hetkellä ja suunnitelmien mukaan myös lähivuosina suhteessa 1/3 julkisella ja 2/3 yksityisellä sektorilla.

TKI-rahoituslain mukainen rahoitustason nousu edellyttää T&K-työtä tekevän henkilöstön merkittävää lisästarvetta. Nykyiseen kulurakenteeseen perustuvan arvion mukaan vuosittainen lisätarve olisi lähes 9 000 henkilöä. Kehittämishjelmassa on arvioitu tarvittavan vuosittain noin 2000 tohtorikoulutettua T&K-tehtäviin.

Nykyinen tutkijakoulutusvolyymi on alle 1700 tohtoria/vuosi, mikä ei ole riittävä. Tästä syystä valtionrahoitusta kohdennetaan yliopistoille vuosina 2024 ja 2025 yhteensä 1000 uuden tutkijakoulutettavan palkkaamiseen. Tohtorikoulutuspilotin tavoitteet ovat:

1. Lisätä tohtoreiden määrää Suomessa huomioiden maan huoltovarmuus
2. Pilotoida nykyistä joustavampaa tohtorikoulun prosesseja ja sisältöä
3. Lisätä tohtorikoulutettujen liikkuvuutta yliopistojen, yritysten, tutkimuslaitosten ja muiden organisaatioiden välillä ja kannustaa vastavalmistuneita tohtoreita monipuolisille tutkijanurille
4. Tuottaa tietoa tohtorikoulutuksen prosesseista, sekä kerätä tietoa kolmannen syklin tutkintoaikojen mahdollisesta sääntelytarpeesta
5. Kehittää ohjauksen käytänteitä sekä tieteellisen ja taiteellisen jatkotutkinnon suorittamisen integroitumista aiempiin opintoihin (mm. mahdollisuus suorittaa maisterintutkinto väitöskirjatutkimuksen aikana)
6. Lisätä tohtoreiden työllistymistä laajasti yhteiskunnan eri sektoreille.

Tarkastelen tässä raportissa, kuinka tutkijakoulutusta tulisi kehittää. Tämä raportti on kolmiosainen. Osassa I kerron käyttämästäni toimintamalleista ja kokemuksistani tutkijakoulutuksessa. Osassa II tarkastellaan kansallista TKI-strategiaa ja sen tavoitteita vuosille 2023–2030. Osassa III esitän omien kokemuksieni pohjalta, kuinka tutkijakoulutus tulisi järjestää, jotta asetettuihin tavoitteisiin päästäisiin.

## OSA I Kokemuksiani tutkijakoulutuksesta

Seuraavissa luvuissa kerron kokemuksiani tutkijakoulutuksesta lähes 40 vuoden ajalta. Käsittelem mm. seuraavia aiheita: väitöskirjojen tyypit, ohjausjärjestelyt, rahoitus ja yritys yhteistyö sekä kokemukseni jatko-opiskelijoiden ohjauksesta.

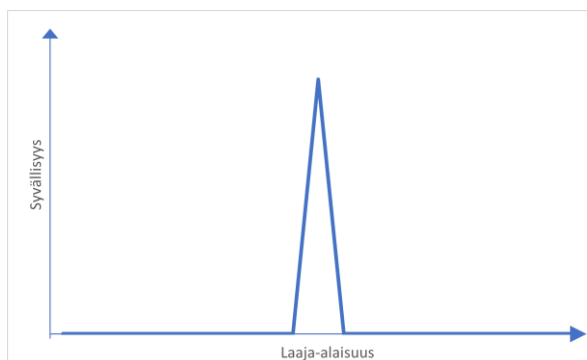
### 2 Tutkijakoulutus professorin päätehtäviä

Tutkijakoulutus on yksi tärkeimmistä yliopistojen tehtävistä. Olen pitänyt sitä tärkeimpänä tehtävänä omalla yliopistourallani.

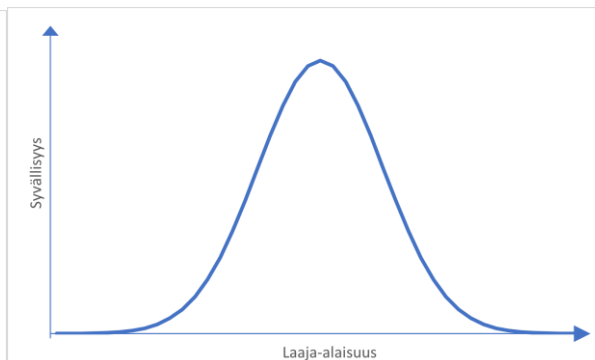
Vuosien varrella ohjauksessani tai opastuksessani on ollut yli 200 jatko-opiskelijaa tai jatko-opiskelua suunnittelevaa. Heistä yli 150 on aloittanut ryhmässäni väitöskirjan tekemisen. Tähän mennessä (1/2024) heistä 129 on väitellyt ja parikymmentä on aktiivivaiheessa (Liite 1). Osa jatko-opiskelusta kiinnostuneista ei ole kuitenkaan aloittanut jatko-opintoja tai on keskeyttänyt ne. Osa aloittaneista opiskelijoista on siirtynyt muihin tutkimusryhmiin jatkaen väitöskirjatyötään. Yleensä jatko-opintojen keskeyttämisen syynä on ollut siirtyminen työtehtäviin, joissa väitöskirjan tekeminen on ollut hankalaa. Myös rahoituksen puute tai siirtyminen ulkomaille on ollut keskeyttämisen syy.

### 3 Väitöskirjan perustyyppit

Väitöskirjoja on neljä perustyyppiä, joita kuvataan syvyys/laaja-alaisuus mittareilla. Kuvassa 1 on hahmoteltu tyyppin 1 väitöskirja. Siinä tavoitteena on ratkaista jokin avoin ongelma tai kehittää uusi menetelmä. Tyyppin 2 väitöskirja on Gaussin käyrän tyyppinen laaja-alaisempi, mutta se ei sisällä terävää kärkeä (kuva 2).



Kuva 1. Tyyppin 1 väitöskirja



Kuva 2. Tyyppin 2 väitöskirja

Tyyppin 3 väitöskirja on hyvin laaja-alainen ja sisältää hyödyllistä, uutta tietoa. Tyyppin 4 väitöskirja on edellisen kombinaatio, arabialaista kirkkoa muistuttava kokonaisuus. Työ on laaja-alainen ja sisältää myös uusia mielenkiintoisia parannuksia olemassa oleviin tuloksiin tai metodeihin.



Kuva 3. Tyypin 3 väitöskirja



Kuva 4. Tyypin 4 väitöskirja

Helpoiten hallittavissa ovat julkaisuista koostuvat väitöskirjat. Julkaisut tehdään yhteistyössä yliopistoissa työskentelevien tutkijoiden kanssa. Tällaiset väitöskirjat ovat yleensä tyyppiä 1 tai 2. Työelämässä olevien väitöskirjat ja elämäntyöväitöskirjat ovat useimmiten tyyppiä 3 tai 4. Tavallisin tyyppin 4 väitöskirja on nippuväitöskirja, joka on suuntautunut yhteiskunnan tai yritysten kehittämistarpeiden mukaisille aloille.

Ohjaamani väitöskirjat on lueteltu liitteessä 1. Arvioni mukaan tyyppiä 1 olevia väitöskirjoja on noin 1/4, tyyppiä 2 noin 1/3, tyyppiä 3 noin 1/4 ja tyyppiä 4 noin 1/6. Suurin osa ohjaamistani väitöskirjoista käsittelee matemaattista mallittamista, numeerista analyysiä, optimointia, optimisäätöä, singalinkäsittelyä, tekoälyä sekä näitä menetelmiä hyödyntäviä yritysten ja julkisten organisaatioiden sovelluksia. Kymmenen viime vuoden aikana väitöskirjojen aihepiirit ovat laajentuneet koulutusteknologiaan, palveluprosesseihin, kyberturvallisuuteen sekä lääketieteellisiin sovelluksiin. Urallaan professoriksi edenneet ovat tehneet yleensä tyyppin 1 väitöskirjan ja osallistuneet tutkijakoulutukseen.

#### 4 Jatkokoulutuksen rahoitus ja väitöskirjojen ohjausmalli

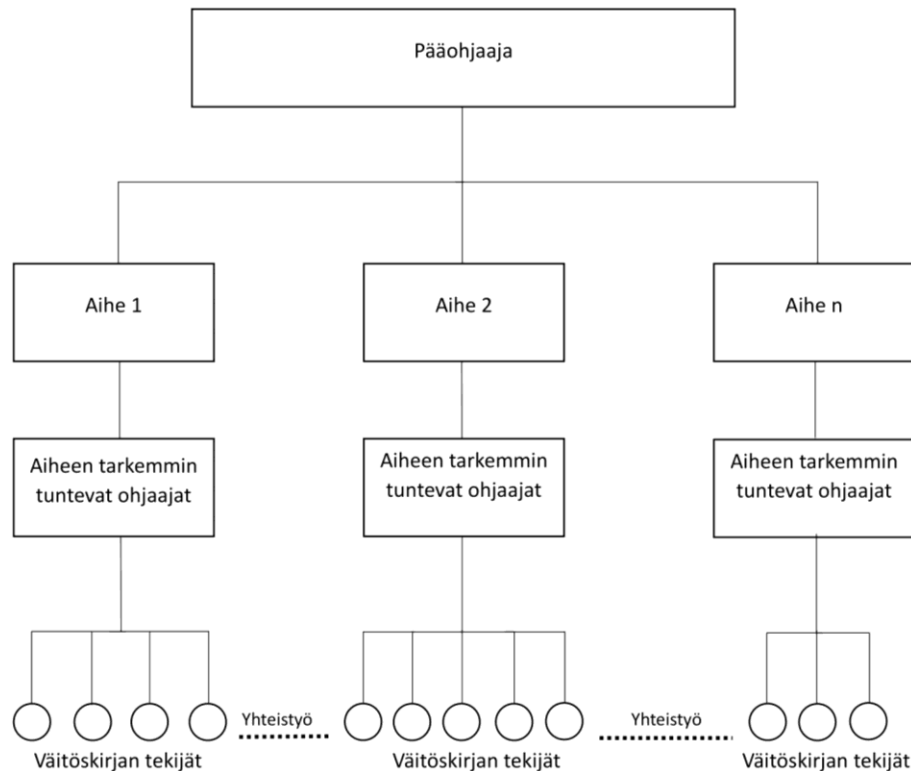
Jatko-opiskelijat jakaantuvat kahteen ryhmään: päätoimiset tai sivutoimiset yliopistolla työskentelevät ja työelämässä osa-aikaisesti väitöskirjaa tekevät jatko-opiskelijat. Jatko-opiskelun ja väitöskirjan tekemisen rahoitus on hyvin ongelmallinen. Vain pieni osa jatko-opiskelijoista saa rahoituksen neljäksi vuodeksi. Suurin osa saa osarahoituksen stipendeinä, osa toimii opetustehtävissä tai on töissä tutkimushankkeissa, yrityksissä tai julkisella sektorilla.

Väitöskirjan aiheen valinta ja vaatimustaso on vaikea asia. Kokemattomuuttaan lahjakas opiskelija saattaa valita liian kunnianhimoisen ja laaja-alaisen aiheen. Tutkimusryhmässä jo maisterivaiheessa toimiminen helpottaa aiheen valintaa. Usein myös tutkijavierailulla olevat ulkomaalaiset professorit ovat auttaneet asiassa. Opiskelija on esitellyt aiheensa ja saanut palautteen. Parhaassa tapauksessa palautteen antanut alan asiantuntija on osallistunut myös ohjaukseen.

Ryhmässäni käytössä oleva väitöskirjan ohjausmalli on esitetty kuvassa 5. Pääohjaaja on kokenut ja kakkosohjaajana tai -ohjaajina toimivat tietyn alan tuntevat henkilöt. Aiheet ovat samalta alueelta ja ryhmä muodostaa isomman kokonaisuuden. Yhteistyö ryhmän sisällä on oleellinen asia. Väitöskirjan tekijä saa päivittäistä tukea ryhmän sisällä ja alan kakkosohjaajilta. Myös alojen välillä on yhteistyötä mm. metodien osalta. Pääohjaaja huolehtii kokonaisuudesta. Kyseessä on perhemalli.



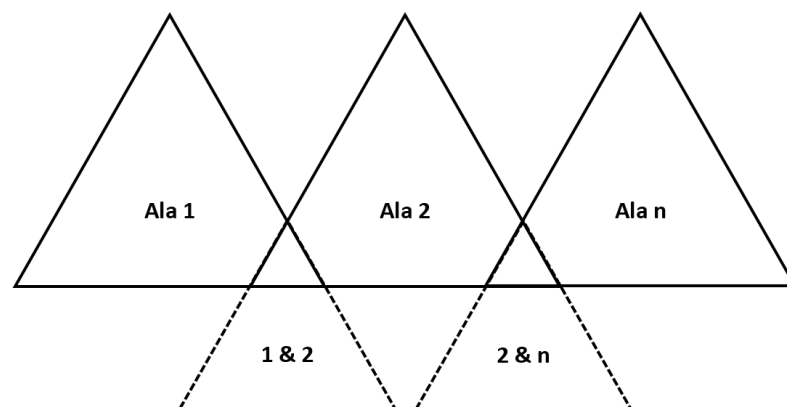
Pääohjaajan rinnalla toimivat kakkosohjaajat ovat tyypillisesti post doc -tutkijoita tai määräaikaista apulaisprofessoreita, jotka eivät vielä voi toimia pääohjaajina ja jotka edelleen toimivat pääohjaajan tutkimusryhmässä. Kakkosohjaajina toimii myös dosentteja tai tohtoreita tutkimuslaitoksista tai yrityksistä. Kansainvälistä yhteistyötä edistää malli, jossa ohjaajana toimii partneriyliopiston professori.



Kuva 5. Väitöskirjan ohjausmalli

Post doc -koulutus on ollut osa tutkijakoulutusta. Jo jatkokoulutusvaiheessa osallistutaan nuorempien ohjaamiseen. Väiteltävään tutkija saa omia jatko-opiskelijoita ohjattavakseen. Akateemisen urakehityksen kannalta osallistuminen tutkijakoulutukseen on hyvin tärkeää. Liitteestä 1 ilmenee myös oppilaitten aktiivisuus väitöskirjojen ohjauksessa.

Tutkimusaiheiden valintaa on hahmoteltu kuvassa 6. Tutkimusalat valitaan usein niin, että ne ovat esim. kahden alan leikkauskohdassa. Yhdistämällä kahden alan osaamista (ohjaajien tukemana) saadaan synnytettyä uutta tietoa, 1 & 2, 2 & n, jne.



Kuva 6. Uuden tiedon luomisen malli

Seuraavassa on muutama esimerkki 1980- ja 1990-luvuilla yritysten ja julkisten organisaatioiden kanssa toteutetuista pitkäkestoista keskittämishankkeista:

- Tekes-hanke: Teräksen jatkuvavalu, mallinnus ja prosessin optimisäätö, TKK, JY, metallialan yritykset;
- Valmetin hanke: Paperikoneen toimintojen mallinnus, rakenteiden optimointi ja toiminnan optimisäätö;
- Keski-Suomen keskussairaalan päivystyspoliklinikan toimintojen simulointi ja optimointi.

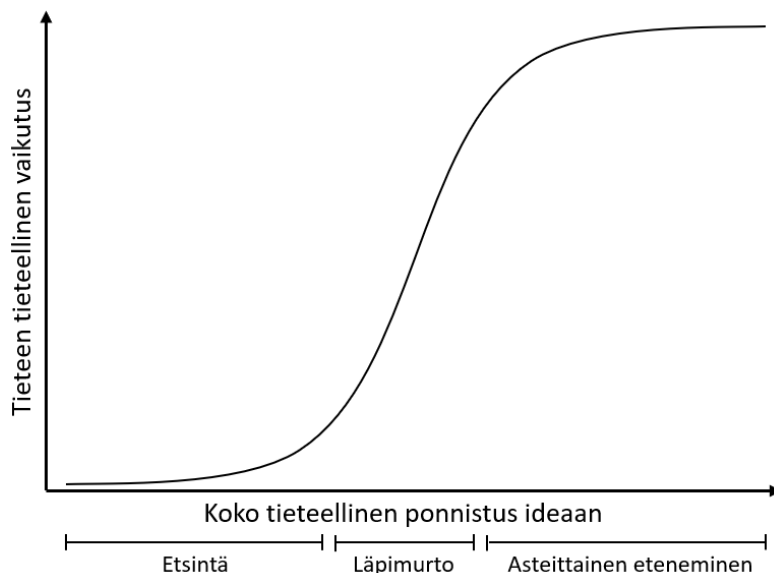
Hankkeet toteutettiin kuvien 5 ja 6 mallin mukaan. Kaksi ryhmää erikoistui laskentametodien (numeerinen lineaarialgebra, optimointi, optimisäätö, inversio-ongelmat) kehitykseen ja muut ryhmät sovellusalueisiin yhteistyössä yritysten ja julkisten organisaatioiden kanssa. Yhteistyötä tehtiin myös sekä suomalaisten että ulkomaalaisten yritysten ja tutkimuslaitosten kanssa.

## 5 Tutkimuksen vaiheet

Tieteellisen tutkimuksen elinkaaren kolme vaihetta havainnollistetaan S-käyrää käyttäen seuraavasti (kuva 7, /23/):

1. etsintä,
2. läpimurto,
3. asteittainen eteneminen.

Vaiheiden 2 ja 3 työ idean parissa perustuu tutkijoiden vaiheessa 1 tekemään työhön. Vaihetta 1 sanotaan perustutkimukseksi, vaihetta 2 soveltavaksi tutkimukseksi ja vaihetta 3 sovellus- ja kaupallistamisvaiheeksi.



Kuva 7. Vaaka-akseli kuvaa mallin kolme vaihetta: etsintä, läpimurto ja asteittainen eteneminen. Pystyakseli kuvaa idean vaikutusta yhteisöön (/3,23/)

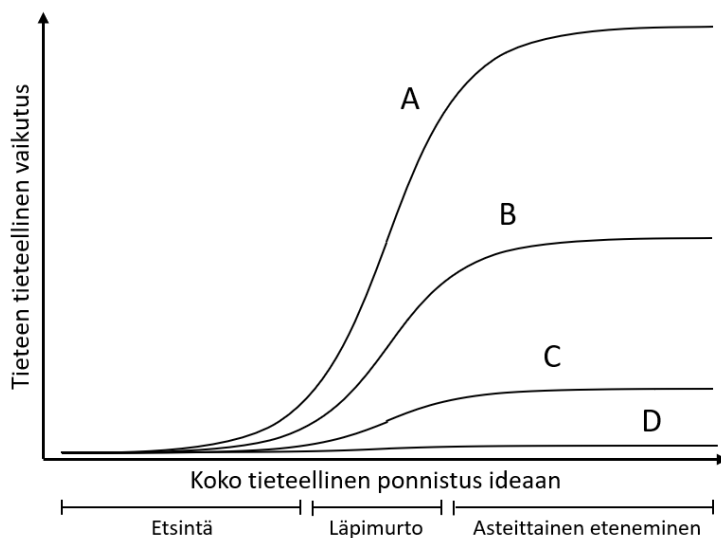
Vaiheessa 1 tehdyllä perustutkimuksella on yleensä vain vähän havaittuja vaikutuksia, mutta se luo tarvittavan perustan myöhemmille läpimurroille. Ongelmana vaiheen 1 tutkijalle on vakuuttaa arvioitsijat tukemaan tutkimusta. Varsin usein vaiheessa 1 rahoitus on vähäistä, kun tutkijan tai tutkijaryhmän tieteellinen tunnettavuus on vähäistä.

Vaiheessa 2 perustuloksen merkitys huomataan ja tuloksia markkinoidaan eri foorumeilla. Perustutkimusta hyödyntävillä tutkijoilla tuen saaminen on helpompaa. Vaiheen 2 jälkeen usein käynnistyy pienin askelin etenevä soveltava vaihe 3. Sovellus- ja kaupallistamis- mahdollisuudet innostavat jatkamaan tutkimusta.

Sanotaan että 90 % oleellisista asioista saa vastauksen jo vaiheissa 1 ja 2. Buumin myötä rahoituksen määrä ja samalla myös tutkijoiden määrä monikertaistuu, mutta lisäarvo tieteen kannalta vähenee. Vaiheessa 3 toimivat tutkijat muodostavat yhteisön, joka saa lisää rahoitusta.

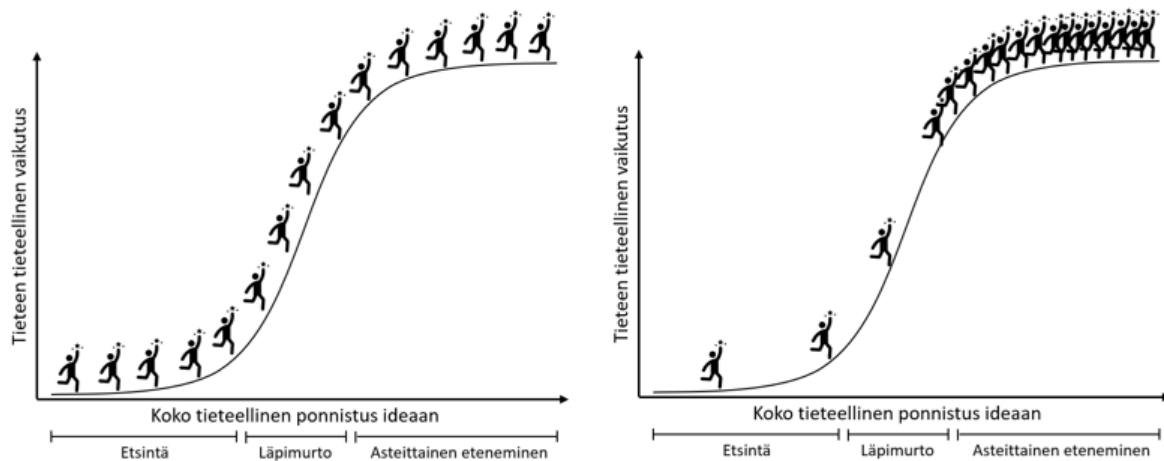
Esimerkkinä vaiheen 1 työstä on Linus Torvaldsin pro gradu –työ, jonka merkitystä ei aluksi ymmärretty. Myös professori Teuvo Kohosen 1960-luvulta alkanut tekoälyn kehittämistyö TKK:ssa Espoossa sai aluksi vähän huomiota. Suomessa on useita tapauksia matematiikan, biologian, kemian, fysiikan ja tekniikan eri alojen perustutkimuksesta, joka myöhemmin on johtanut läpimurtoteknologioihin Suomessa tai ulkomailla. Esimerkkeinä perustutkimukseen panostavista yrityksistä mainittakoon Nokia, Vaisala, ABB, Wärtsilä, Fortum, Neste, Valmet, UPM, MetsäGroup, Stora Enso, Orion, Outokumpu, Kemira, Valio.

Tieteellisen työn vaikuttavuutta havainnollistetaan käyrillä A, B, C ja D kuvassa 8. Tutkimus A johtaa merkittäviin tieteellisiin läpimurtoihin. Idea B johtaa tulokseen, jonka merkitys on vähäisempi kuin idean A. Vaikka ideoiden C ja D kehittämiseen panostetaan, ne eivät johda tuloksiin. Panostus ei kannata. Kaikkien ideoiden A, B, C ja D varhainen tutkiminen on kuitenkin tärkeää.



Kuva 8. Ideoiden A, B, C ja D vaikuttavuus suhteessa panostuksiin (/3,23/)

Tutkimuksen tulosten ja tutkijoiden arvioinnin painopisteen siirryttyä JUFO-pisteiden ja H-indeksipainotteiseksi tutkijoita on ohjattu tekemään pienten askelten tutkimusta, joka hyödyntää aikaisempaa syvällistä tutkimusta. Aikana, jolloin viittauksia ei korostettu, osa tutkijoista oli halukas osallistumaan perustutkimukseen. Nykyään on siirrytty viittausindeksi-aikakauteen. Tämä muutos on siirtänyt tutkijoita pitkäjänteisestä perustutkimuksesta pienin askelin tapahtuvaan tutkimukseen. Kuva 9 havainnollistaa tutkijoiden painopisteen siirtymistä.



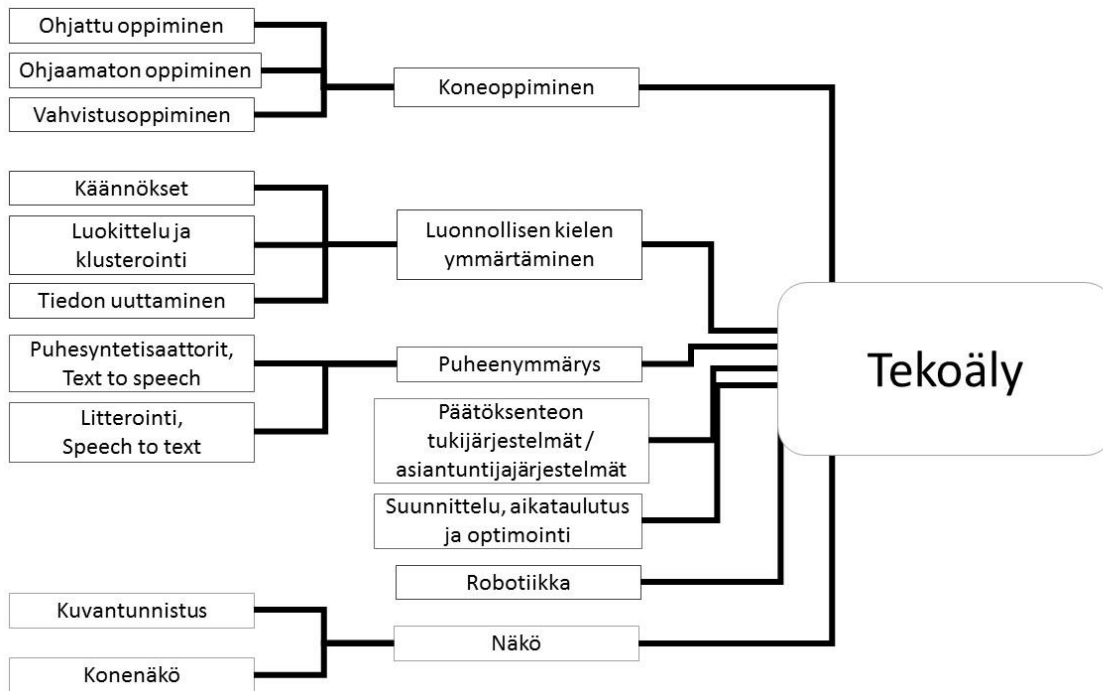
Kuva 9. Tutkijoiden siirtyminen riskialttiista alkuvaiheen tutkimuksesta lyhyen tähtäimen tutkimuskäytäntöihin (/3,23/)

Digitalisaatio on vaikuttanut tutkimustoimintaan. Se on muuttanut myös perinteistä kuvan 7 toimintamallia. Esimerkiksi tieto- ja ohjelmistotekniikan kehitys on mahdollistanut matematiikan hyödyntämisen yhä useammassa käytännön ongelmassa. Tämä voidaan esittää kaavana

$$\text{tulos} = \text{järki(menetelmä)} \times \text{rauta}.$$

Menetelmäkehitys ja tietokoneiden kehitys kulkevat rintarinnan. Tietokoneen entistä nopeammista prosessoreista ei saada täyttä hyötyä, elleivät matemaattiset algoritmit ja ohjelmistot kehity samaan tahtiin (/3/).

Kalliista ja teknisesti vaikeasti toteutettavasta kokeellisesta tutkimuksesta on siirrytty kiihtyvällä vauhdilla käyttämään matemaattisia, tietoteknisiä ja tekoälypohjaisia menetelmiä. Reaalimaailman tilannetta kuvataan data- tai matemaattispohjaisella mallilla. Tämä luo aivan uusia mahdollisuuksia kaikilla tieteenaloilla. Tekoälyteknologia vauhdittaa simulointimallien kehittämistä ja uusien ratkaisujen löytymistä (kuva 10). Kvanttitietokoneiden kehittämisen myötä myös tiede siirtyy uuteen kehitysvaiheeseen. Tekoälyalalla on viisi viime vuotta eletty kuvan 9 mukaista hypetysaikakautta. Tekoälyn perus- ja soveltavien vaiheiden kehitystyötä on tehty eri sovellusaloilla 50 vuotta.



Kuva 10. Tekoäly ja johdannaisteknologiat (/3/)

## 6 Yritysyhteistyön kehittäminen

Vain pieni osa yrityksistä näkee yliopistoyhteistyön ja tohtorikoulutuksen osana yrityksen strategiaa (/2,4,5,19/). Yleensä henkilöstönsä tutkijakoulutuksesta kiinnostuneiden yritysten kanssa tehdään yhteistyösopimus. Suomessa tällaisia yrityksiä on liian vähän. Yritykset, joissa on tohtorintutkinon suorittaneita, jakaantuvat kahteen ryhmään:

1. Suuret vientiyritykset, joilla panostukset T&K toimintoihin ovat merkittävät;
2. Innovatiiviset startup-yritykset.

Työelämässä olevien tutkijakoulutus toteutuu pääsääntöisesti näillä tavoin:

1. Väitöskirjan tekijä siirtyy tiedeyhteisön ulkopuolelle työelämään väitöskirjan ollessa kesken.
2. Idea väitöskirjan tekemisestä syntyy työelämässä kehittämishakkeen yhteydessä.
3. Haave väitöskirjan tekemisestä toteutuu työuran loppupuolella.
4. Yritys kannustaa työntekijöitä kehittämään itseään ja tukee väitöskirjan tekemistä.

Yritykset, joissa on useampi tohtori, yleensä motivoivat henkilöstöä tekemään väitöskirjoja. Yritys näkee siitä olevan etua mm. siten, että tutkijakoulutuksen saaneet näkevät yrityksen kiinnostavana työyhteisönä (/2,4,5, 19/).

Ideaalitilanteessa yrityksessä on dosentti tai työelämäprofessori. Ohjaus tapahtuu yleensä osana yhteishanketta. Ohjattava voi työskennellä osan ajastaan yliopistolla (päivä viikossa, 1–2 viikon tai kuukauden jaksoja).

Yrityksissä julkisella rahoituksella tehtävissä tutkimushankkeissa työskentelevillä pitäisi olla tutkijakoulutus.

## 7 Kesäkoulu ja kansainväliset konferenssit osana tutkijakoulutusta

Kesäkoulussa opiskelijoille tarjoutuu mahdollisuus kansainväliseen toimintaan kotikentällään ([Jyväskylä Summer School](#)). Tällä on ollut suuri vaikutus. Kesäkoulu on järjestetty vuodesta 1991 alkaen. Kesäkoulun yhteydessä jatko-opiskelijat ja tulevat jatko-opiskelijat saavat tuntuman kansainväliseen tiedemaailmaan. Kesäkoulu on toiminut myös uusien jatko-opiskelijoiden rekrytointikanavana. Kesäkoulun 30-vuotisjuhlaa juhlittiin vuonna 2021 ([kesäkoulussa juhlitaan ja verkostoidutaan verkossa](#)).

Konferenssit ovat olleet kesäkoulun lisäksi keskeinen osa tutkijakoulutusta. Ne ovat tärkeitä etenemisprosessin kannalta. Konferensseista saa lisämotivaatioita. Jyväskylän yliopiston matematiikan laitoksella ja IT-tiedekunnassa järjestetyt workshopit ja konferenssit on listattu taulukossa 1.

Taulukko 1. Jyväskylässä järjestetyt laskennallisten tieteiden konferenssit

Konferenssi	Vuosi
CM3 – Computational Multi Physics, Multi Scales and Multi Big Data in Transport, Modeling, Simulation and Optimization, Transport	2023
CSAI-Computational sciences and Artificial intelligence 2019 – ECCOMAS	2019
CMAM-7-Computational Methods in Applied Mathematics	2016
CM3 – Computational Multi Physics, Multi Scales and Multi Big Data in Transport, Modeling, Simulation and Optimization	2015
RMMM -Reliable Methods in Mathematical Modelling, 2013	2013
IFAC Workshop on Control Applications of Optimization	2009
EUROGEN 2007 – ECCOMAS	2007
ECCOMAS 2004	2004
Finite Element Methods Three-dimensional Problems	2000
5th French-Russian-Finnish Workshop on Experimentation, Mathematical Modeling and Computation in Engineering Sciences	2000
ENUMATH99 Third European Conference on Numerical Mathematics and Advanced Applications	1999
EUROGEN99	1999
Finite Element Methods: Superconvergence, Post-processing and A Posteriori Estimates	1996
ICIAM 1995	1995
Domain Decomposition Methods and Free Boundary Problems	1992
Computer Aided Mathematics	1991
Symposium on Finite Element Method in Simulation	1990
Numerical Methods for Free Boundary Problems	1990
Minisymposium on Numerical Methods for Magnets and Semiconductors	1988
Numerical Simulation Models	1986
Numerical Analysis, Summer School	1985

Konferenssit aloitettiin pienmuotoisina noin 20 osanottajan tapahtumilla. Suurin tapahtuma oli ECCOMAS 2004, jossa oli yli 1000 osallistujaa. Tähän mennessä järjestetyissä 21 tapahtumassa on vierailut yhteensä 2000 tieteenekijää 30 eri maasta. Vieraileviksi puhujiksi on kutsuttu alan johtavia tutkijoita mm. Euroopan maista (Ruotsi, Saksa, Ranska, Italia, Tšekki, Romania, Espanja, Englanti, Venäjä) sekä Israelista, USA:sta, Kiinasta ja Japanista.

Konferenssit ovat toimineet rekrytointikanavana sekä tutkijakoulutuksen vauhdittajana. Jatko-opiskelijat ovat esitelleet tuloksiaan tutussa ympäristössä ja saaneet arvokasta palautetta. Osallistuminen konferenssin järjestelyihin on ollut osa jatkokoulutusta. Myös maisterivaiheen opiskelijoita on kannustettu kesäkoulun lisäksi osallistumaan konferensseihin. Yleensä konferensseista kootaan ulkomaalaisen kustantajan kanssa yhteistyössä kirja, johon jatko-opiskelijat kirjoittavat ensimmäiset artikkelinsa.

Kesäkoulu ja konferenssit ovat tuoneet alan johtavia tutkijoita vieraaksi. Osa on jäänyt pidemmäksi ajaksi Jyväskylään. Yhteistyö on jatkunut kymmeniä vuosia. Jatko-opiskelijat ovat saaneet tukea vierailijoilta. Pitkäaikainen yhteistyö on luonut pohjan myös tieteellisten kirjojen laatimiseen. Olen kannustanut post doc -tutkijoita laatimaan väitöskirjansa pohjalta tieteellisen monografian. Ilahduttavan moni on näin tehnytkin.

## 8 Väitelleiden urakehitys

Urasuunnittelu on oleellinen osa tutkijakoulutusta. Oma osaamisprofiili täsmentyy jo väitöskirjan tyyppiä (kuvat 1–4) valittaessa.

Ohjausmalli (kuva 5) ja poikkitieteellisyys (kuva 6) sekä Jyväskylän yliopiston järjestämät konferenssit ovat antaneet väitöskirja- ja post doc -tutkijoille mahdollisuuden päteviin eri tehtäviin. Opettaminen on ollut yksi tärkeä osa koulutusta kuten myös ulkomaille suuntautuneet konferenssimatkat ja tutkijavierailut. Post doc -tutkijoita on otettu mukaan opetustehtäviin, väitöskirjojen ohjaajiksi ja konferenssien järjestelyihin ja rahoitushakemusten valmisteluun. Monipuolinen post doc -aktiiviteetti pätevoittää akateemiselle työuralle, esim. yliopistonlehtori, professori.

Myös tutkijaryhmän tunnettavuus on auttanut väitelleiden urakehitystä. Yhtenä mittarina on väitelleiden akateeminen urakehitys. Tähän mennessä ohjauksessani valmistuneet tohtorit on listattu liitteessä 1. Liitteestä ilmenee myös oppilaitteni aktiivisuus väitöskirjojen ohjauksessa. Suurin piirtein puolet ohjauksessani väitelleistä työskentelee opetus ja tutkimustehtävissä yliopistoissa tai ammattikorkeakouluissa. Noin 25 % (33) on saavuttanut professorin pätevyuden. Heistä 13 työskentelee tai on työskennellyt professorina Suomessa. Suomen lisäksi heitä työskentelee professoreina eri puolella maailmaa Ruotsissa, Saksassa, Venäjällä, USA:ssa, Kanadassa, Ecuadorissa, Etelä Afrikassa ja Hong-Kongissa. Lisäksi osa väitelleistä on nimitetty dosentiksi Jyväskylän yliopistoon tai muihin yliopistoihin.

Väitelleiden ikä on vaihdellut 24–60 vuoden välillä. Suurin osa on ollut alle 30-vuotiaita. Professoriksi edennyt ryhmä on ollut suurimmalta osaltaan 24–28-vuotiaita väitellessään. Osalla varusmiespalvelus on lisännyt lähes vuodella väittelyikää. Nuorimpana professoriksi nimitetty on ollut 27-vuotias nimityshetkellä.

## 9 Tietokanta väitöskirjojen ohjaajista

North Dakota State University ylläpitää yhdessä American Mathematical Society (AMS) kanssa maailmanlaajuista listaa matemaattisten alojen väitöskirjojen ohjaajista ([Mathematics Genealogy Project](#)). Ohjaajien Top 75 -lista on liitteessä 2. Suurin osa listalla olevista on USA:n yliopistoista. Väitöskirjojen vaatimustaso vaihtelee hyvin paljon varsinkin yksityisissä yliopistoissa. Julkiset yliopistot Euroopassa ja USA:ssa ovat vertailukelpoisia, jos väitöskirjaan johtavat jatko-opinnot ja väitöskirjan edellyttämä vaatimustaso on tavoitteiltaan sama.

Taulukkoon 2 on koottu TOP 10 väitöskirjan ohjaajat. Tein väitöskirjani professori Willi Jägerin ja hänen oppilaidensa tutkimuksiin pohjautuen. Väitöskirjan tekemisen jälkeen siirryin tutkijakoulutuksessa saksalaisen osittaisdifferentiaaliyhtälöiden koulukunnan aiheista ranskalaisen koulukunnan tutkimusaiheisiin. Ne olivat lähempänä yritysmaailman sovelluksia. Roger Temamin kirjat ja julkaisut tulivat tutuiksi jatko-opiskelijoille. Useat jatko-opiskelijat tekivät osan väitöskirjastaan tai olivat post doc -tutkijoina Ranskassa.

Taulukosta 2 ilmenee, että väitöskirjojen ohjaus on hyvin pitkäjänteinen tehtävä. Ohjauksen aikana arvokasta kymmenien vuosien osaamista siirretään uusille sukupolville. Harvardin professori Ronold King ojasi väitöskirjoja 55 vuoden aikana. Professori Roger Temam on ohjannut väitöskirjoja yli 50 vuoden ajan ja useat professorit (A. Whinston, W. Jäger, A. Mikhalev ja E. Gelenbe) yli 40 vuoden ajan. University of Southern California on yksityinen yliopisto, jossa vaatimustaso väitöskirjoille on erilainen kuin julkisissa yliopistoissa.

Taulukko 2. Top 10 väitöskirjan ohjaajat

Nimi ja yliopisto(t)	Aika	Ohjauksia
C.-C. Jay Kuo University of Southern California (private university)	1991–	173
Roger Temam Paris XI, Indiana University	1972–2022	130
Pekka Neittaanmäki Jyväskylän yliopisto	1987–	129
Shlomo Sawilowsky Wayne State University	1992–	111
Andrew Whinston University of Texas at Austin, Purdue University	1970–2016	108
Alexander Mikhalev Moscow State University, Moldavian Academy of Science	1970–2017	101
Ronold King Harvard University	1944–1999	100
Willi Jäger Universität Münster, Universität Heidelberg	1973–2018	100
Erol Gelenbe Imperial College London, University of London, Duke University, Paris V, Paris XI, New Jersey Institute of Technology, University of Central Florida, Alexandria University	1974–2019	95
Leonard Ornstein Universiteit Utrecht	1918–1940	95



## Osa II Kansallinen TKI strategia vuosille 2023–2030

Tässä osassa tarkastellaan lähivuosien TKI-strategiaa, tutkijakoulutukselle asetettuja tavoitteita sekä tämänhetkistä tohtorikoulutuksen saaneiden työllistymistä julkisella ja yksityisellä sektorilla.

### 10 Kansallisia TKI-linjauksia

Koulutuksen ja tutkimuksen lisärahoituksen linjauksia löytyy lähteistä /8,13/. TKI-rahoituslain mukainen rahoitustason nousu edellyttää T&K-työtä tekevän henkilöstön merkittävää lisäystä. Nykyiseen kulurakenteeseen perustuvan arvion mukaan vuosittainen lisätarve olisi lähes 9000 henkilöä (/13/).

Korkeimmin koulutettuja ammattilaisia ei ole tarpeisiin nähden riittävästi. Tästä syystä valtionrahoitusta yliopistoille lisätään ja T&K-toiminnan tukemiseksi rahoitusta korvamerkitään osaajien määrän nostamiseen mukaan lukien tutkijakoulutus. Suunnitelmassa /13/ korostetaan soveltavan tutkimuksen merkitystä. Soveltava tutkimus tukee laadukkaan perustutkimuksen tuottaman uuden osaamisen hyödyntämistä laajalaisesti yrityksissä.

Tavoitteena on kohdentaa rahoitusta yhteiskunnallisten haasteiden ratkaisemiseen (esim. vihreä siirtymä, digitalisaatio), sekä murrosteknologioiden kehittämiseen. Kansallisen strategian mukaisesti lisätään valtionrahoitusta yliopistoille ja osa rahoitusta kohdennetaan työelämän tarpeen mukaisesti tutkijakoulutettujen osaajien määrän nostamiseen samalla ylläpitäen tutkijakoulutuksen korkeaa laatua. Rahoitusta ammattikorkeakouluille lisätään ja korvamerkitään jatkuvan oppimisen hankkeisiin sekä T&K-toiminnan kehittämiseen. Myös rahoitusta Suomen Akatemialle ja Business Finlandille lisätään.

Valtioneuvoston suunnitelmassa /13/ on esitetty TK-henkilöstön määrällisten tavoitteiden lisäksi myös sisällöllisiä tavoitteita:

1. Tutkijoiksi koulututtavilla täytyy olla selkeä näkymä urapolusta.
2. Tutkijakoulutukseen on kehitettävä joustavia ratkaisuja, jotka mahdollistavat tohtorin tutkinnon suorittamisen keskimäärin nykyistä selvästi lyhyemmässä ajassa.
3. Tutkijakoulutuksen sisältöjä on muokattava huomioimaan akateemista ympäristöä laajemmat työelämän tarjoamat tutkijanurat.

### 11 T&K-henkilöstön määrä ja arvioitu tarve

Tutkimus- ja tuotekehitystehtävissä työskenteli vuonna 2021 kaikkiaan 87 000 henkilöä, joista yrityksissä 52,8 % (46 000) ja korkeakouluissa tai muulla julkisella sektorilla 47,2 % (41 000) (/10,12/). T&K henkilöstöstä tohtorin tutkinto oli 17 400 henkilöllä (20 %). Lisäksi kahdella kolmasosalla on muu yliopisto- tai ammattikorkeakoulututkinto. Muun kuin korkeakoulututkinnon suorittaneiden osuus oli 14 %. Tutkimus- ja kehittämistyötä tehneistä tohtoreista yli kaksi kolmasosaa (12 000) työskenteli korkeakouluissa, 18 % (3100) yrityksissä ja 13 % (2200) julkisella sektorilla (/9,10/).

Yritysten T&K henkilöstöstä vain 7 %:lla (3.100) oli tohtorin tutkinto. Muu yliopistotutkinto oli lähes puolella ja ammattikorkeakoulututkinnon suorittaneita oli 31 %. Yksi kehittämishanke on tiivistää yhteistyötä tutkijakoulutuksessa (/9,10/).

Yritysten T&K menoista 78 % oli luonteeltaan kehittämistoimintaa. Soveltavan tutkimuksen osuus menoista oli 17 % ja perustutkimuksen 5 %. Soveltavan ja perustutkimuksen tehtävissä on noin 10 000 henkilöä. Noin 3100 tohtorin määrä yrityksissä on tähän nähden vähäinen.

Kolme toimialaa (elektroniikka, tietokoneet ja sähkölaitteet, informaatio ja viestintä sekä muut koneet ja laitteet) kattaa 60 % yritysten T&K-menoista. Kemian teollisuus ja lääkkeet, tukkukauppa ja agentuuritoiminta, rakentaminen, arkkitehtuuri yms. palvelut sekä kulkuneuvot kattavat noin 40 % (/9,10/).

Koska kulurakenteet julkisella ja yksityisellä sektorilla ovat erilaiset, T&K-rahoitustason nousun edellyttämästä vuosittaisesta 9000 T&K-työtä tekevän lisäyksestä laskennallisesti lähes 5000 sijoittuisi yksityiselle sektorille (T&K-menotavoite 2/3) ja runsaat 4000 sijoittuisi julkiselle sektorille (T&K-menotavoite 1/3). Tohtoreiden osuutta T&K-henkilöstöstä on nostettava. Uusia T&K-työhön siirtyviä tohtoreita tarvittaisiin vuosittain yli 2000 vuosina 2024–2030 (/13,14/). Tavoitteena on lisätä tohtoreiden osuutta T&K-henkilöstöstä nykyisestä 20 prosentista 22 prosenttiin.

Yritysten T&K-toiminnot kohdentuvat suurelta osin tekniikan eri osa-alueille. Tämä pitää huomioida koulutuksen suuntaamisessa. Yliopistoissa ja ammattikorkeakouluissa opiskeli tekniikan aloilla (ICT ja muut tekniikan alat) vuonna 2021 yhteensä 95 373 opiskelijaa (yliopistoissa 41 703 ja ammattikorkeakouluissa 52 671). Tutkintoja suoritettiin vuonna 2021 yhteensä 14 358 (yliopistoissa 6891 ja ammattikorkeakouluissa 7487) (/9,10/).

Ongelmana on se, että nykyinen 1600–1800 tohtorintutkintojen volyyymi ei riitä arvioituun 2000 tohtorintutkinnon suorittaneen T&K-henkilön lisäykseen. Tekniikan aloilta väittelee 23 % eli noin 400 väittelijää vuosittain. Määrä on suunnilleen sama kuin hyvinvointi- ja terveysaloilla. Väittelijöistä on luonnontieteellisiltä aloilta noin 16 % sekä kauppa, hallinto ja oikeustieteistä noin 6 %.

Iso osa väitöskirjan tehneistä on jo työelämässä. Vain osa valmistuneista tohtoreista on suuntautunut yritysten tarpeiden mukaisille aloille. Tutkijakoulutusta ja rekrytointiongelmia on käsitelty artikkeleissa /2–7/.

T&K-panostukset ja bruttokansantuote vaihtelevat eri maakunnissa. Kärkimaakuntia T&K-panostuksissa ovat Uusimaa, Pirkanmaa, Pohjois-Pohjanmaa, Pohjanmaa, Satakunta ja Keski-Suomi (/5–7,11/).

## 12 Tohtoreiden määrä ja työllistyminen

Vuosittain valmistuneiden tohtoreiden määrä kasvoi tasaisesti vuoteen 2016 saakka, jonka jälkeen suunta on ollut pienoisessa laskussa (Taulukko 3). Taulukosta 4 ilmenee tohtoreiden määrän kehitys ja heidän osuutensa väestöstä koko maassa ja Keski-Suomessa.

Taulukko 3. Opiskelijamäärät ja tutkinnot 2001–2022

<b>Vuosi</b>	<b>Yliopisto-opiskelijoita</b>	<b>Tutkintoja yhteensä</b>	<b>Tohtorin tutkintoja</b>	<b>%-osuus tutkinnoista</b>
2001	162 939	16 822	1 206	7.2 %
2002	164 312	17 708	1 223	6.9 %
2003	169 846	18 197	1 257	6.9 %
2004	173 974	18 293	1 399	7.6 %
2005	176 061	19 176	1 422	7.4 %
2006	176 555	19 410	1 409	7.3 %
2007	176 304	22 310	1 526	6.8 %
2008	164 068	38 211	1 526	4.0 %
2009	168 475	23 831	1 642	6.9 %
2010	169 404	29 118	1 520	5.2 %
2011	168 983	28 482	1 653	5.8 %
2012	169 041	29 357	1 655	5.6 %
2013	167 179	30 322	1 730	5.7 %
2014	163 759	31 164	1 869	6.0 %
2015	157 436	32 773	1 884	5.7 %
2016	154 736	31 881	1 890	5.9 %
2017	153 262	31 014	1 753	5.7 %
2018	153 429	30 773	1 794	5.8 %
2019	153 767	31 707	1 720	5.4 %
2020	156 577	35 818	1 843	5.1 %
2021	159 545	31 320	1 613	5.2 %
2022	163 681	30 801	1 625	5.3 %

Taulukko 4. Tohtorien osuus väestöstä Suomessa ja Keski-Suomessa

	Koko maa			Keski-Suomi		
	Yhteensä	Tutkijakoulutusaste	Osuus	Yhteensä	Tutkijakoulutusaste	Osuus
2000	4 244 782	23 248	0,5 %	215 263	1169	0,5 %
2001	4 263 314	24 480	0,6 %	216 521	1222	0,6 %
2002	4 279 286	25 652	0,6 %	217 124	1274	0,6 %
2003	4 299 635	26 869	0,6 %	218 548	1351	0,6 %
2004	4 322 051	28 141	0,7 %	219 893	1446	0,7 %
2005	4 348 676	29 429	0,7 %	221 039	1514	0,7 %
2006	4 375 774	30 722	0,7 %	221 409	1585	0,7 %
2007	4 405 894	32 115	0,7 %	222 669	1672	0,8 %
2008	4 435 152	33 520	0,8 %	223 924	1734	0,8 %
2009	4 463 104	34 884	0,8 %	225 028	1800	0,8 %
2010	4 487 599	36 104	0,8 %	225 915	1847	0,8 %
2011	4 512 285	37 430	0,8 %	226 772	1929	0,9 %
2012	4 535 282	38 709	0,9 %	227 552	2008	0,9 %
2013	4 556 249	40 302	0,9 %	227 768	2117	0,9 %
2014	4 575 145	41 657	0,9 %	227 741	2171	1,0 %
2015	4 591 285	42 782	0,9 %	228 286	2224	1,0 %
2016	4 609 119	44 042	1,0 %	229 019	2309	1,0 %
2017	4 622 706	45 735	1,0 %	229 311	2387	1,0 %
2018	4 635 685	48 507	1,0 %	229 413	2486	1,1 %
2019	4 654 256	49 634	1,1 %	229 852	2510	1,1 %
2020	4 672 932	50 833	1,1 %	230 257	2590	1,1 %
2021	4 696 447	51 857	1,1 %	231 183	2645	1,1 %
2022	4 723 642	52 787	1,1 %	231 902	2709	1,2 %

Vuosi valmistumisen jälkeen noin 5 % valmistuneista tohtoreista on työttömänä. Osa valmistuneista on muuttanut ulkomaille (/14/). Väitelleiden työttömyystilanne aloittain vuonna 2021 on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Väitelleiden työttömyystilanne aloittain vuonna 2021 (Tilastokeskus, /4,9/)

Koulutusala	Työttömiä
Biologia ja biotieteet	101
Fysikaaliset tieteet, kemia ja geotieteet	97
Humanistiset alat (paitsi kielet)	142
Kasvatusalat	17
Kauppa	65
Kielet	21
Luonnontieteet	52
Maa- ja metsätalous	36
Matematiikka ja tilastotiede	26
Oikeustieteet	5
Taidealat	17
Tekniikka	135
Terveys- ja sosiaalialat	73
Tietojenkäsittely ja tietoliikenne (ICT)	17
Yhteiskuntatieteet	99
Muut koulutusalat	38
<b>Yhteensä</b>	<b>941</b>

Vuosina 2022 ja 2023 työttömien tohtoreiden määrä on pysynyt samassa tasolla eli tohtoreiden työttömyysaste on alle 2 % tasolla (/14/). Työttömyys tosin vaihtelee eri koulutustasoilla kuten taulukosta 5 ilmenee. Osa tutkijakoulutuksen saaneista ei ole koulutustaan vastaavissa tehtävissä. Osaamispotentialiaali ei ole 100 % yhteiskunnan käytössä.

Eri innovaatiostrategioissa on puhuttu tutkimustiedon ja tutkijakoulutuksen saaneiden siirtymisestä yritysmaailmaan. Työelämään siirtymiseen on kuitenkin kiinnitetty vähän huomiota ja osaamispotentialiaalista vain osa hyödynnetään. Yhteiskunnassa ei ole ymmärretty tutkijakoulutuksen merkitystä. Tohtorintutkinnon suorittaneita pidetään valitettavan usein liian teoreettisina ja korkeamman koulutuksen arvoa vähätellään (/9/). Yksityiselle sektorille työllistytään eniten tekniikan alan ja vähiten kasvatusalan tohtorikoulutuksella (/14/).

Vaikka vuosittain investoimme huomattavia summia tohtorikoulutukseen, Suomessa tohtorit ovat vain pienessä roolissa yksityissektorin tutkimus- ja kehityshankkeissa. Tohtorien osuus yksityissektorien T&K-hankkeissa on viime vuosina kasvanut, mutta siitä huolimatta vain noin 7 % yksityissektorin perustutkimuksen ja 17 % soveltavan tutkimuksen henkilöstöstä on tohtoreita. Tohtoreita on siis yritysten tutkimus- ja kehitystöissä Suomessa lopulta hyvin vähän. Naapurimaissamme tilanne on sen sijaan toinen. Esimerkiksi Ruotsissa lähes 20 % tohtorikoulutettavista on yksityissektorilla töissä ja saa rahoituksensa tohtoriopintoihinsa yrityksestä. Tällaisissa tapauksissa tohtorikoulutettavat ovat yrityksessä töissä ja tekevät samaan aikaan tohtoriopintoja yliopistossa. Tämän takia Ruotsissa lähes 90 % tekniikan ja teknologian alan väitelleistä tohtoreista on työmarkkinoilla.

Yrityksissä työskentelevistä tohtoreista merkittävä osa on lääkärikoulutuksen saaneita henkilöitä, jotka työskentelevät yksityisillä lääkäriasemilla. Tämä alentaa entisestään varsinaisessa tutkimus- ja kehitystehtävissä työskentelevien tohtoreiden osuutta. Yrityksissä, joissa ei palkata tutkimuksen ammattilaisia, ei ymmärretä, että tutkimusosaaminen luo valmiuden ottaa vastaan uutta tietoa ja vastata yrityksen tarpeista nouseviin tutkimuskysymyksiin.

Yrityksiin sijoittavien olisi hyvä tietää, millaista osaamispääomaa ja uuden tiedon tuottamis- ja analysointipotentialiaa on yrityksissä ja niiden johdossa. Ulkomailla tähän kiinnitetään paljon suurempaa huomiota. Yritysten tutkimus- ja kehityshankkeiden rahoittajien tulisi kiinnittää huomiota uuden tutkimustiedon siirtymiseen yrityksiin.

Business Finland on merkittävä yritysten tutkimus- ja kehitystoiminnan rahoittaja. Sillä voisi olla nykyistä aktiivisempi rooli tutkimustiedon siirtämisessä yrityksiin. Menettely voisi olla seuraavanlainen. Yritysten Business Finlandilta saaman tuen kriteereihin lisätään kannustimeksi, että palkattavat henkilöt ovat saaneet tutkijakoulutuksen. Erityisesti kannustetaan ulkomaalaisten Suomessa koulutettujen rekrytoimista hankkeisiin, jotta osaaminen säilyy Suomessa. Lisäksi uusissa tutkijakoulutusohjelmissa pitäisi ottaa tavoitteeksi rotaatio yritysten ja yliopistojen välillä esimerkiksi 3–6 kuukauden jaksoina.

Työttömyyden lisäksi osa tutkijakoulutettavista on työtehtävissä, jotka eivät vastaa korkeaa koulutustasoa. Meillä tutkijakouluttajilla pitäisi olla myös vastuu siitä, että tutkijakoulutus on yhteiskunnan osaamistarpeet huomioivaa ja autamme valmistuneita oppilaitamme työuralla. Yliopistoilla sekä Opetus- ja kulttuuriministeriöllä tutkijakoulutuksen rahoittajina on vastuu myös suunnata panostukset osaamistarpeiden mukaan.

### 13 Tutkimustiedon hyödyntäminen

Tieteessä tuttu sanonta on ”julkaise tai kuole”. Maailmassa julkaistaan tiedon uutuusarvoon nähden liikaa. Tiedeyhteisön kannustimet tukevat tätä niin Suomessa kuin kaikkialla tiedemaailmassa. Maailmassa on noin 300 000 yliopistoa. Intiassa on yli 5300 yliopistoa, Indonesiassa yli 3200, USA:ssa yli 3100, Kiinassa n. 2500, Brasiliassa n. 1200, Meksikossa n. 1100, Venäjällä n. 1000 ja Japanissa n. 990 ([number-of-universities-worldwide-by-country](#)). Ilman tekoälypohjaisia tiedonhakujärjestelmiä on mahdotonta löytää, mitä uutta tietoa on julkaistu.

Tieteellisiä lehtiä on Tieteellisten seurain valtuuskunnan (TSV) arvion mukaan jopa 70 000. Suomen kansallisessa julkaisuforumissa JuFo:ssa on tasoilla 1–3 yhteensä yli 24 000 ISSN-tunnuksellista julkaisusarjaa, joista valtaosa on lehtiä. Kirjakustantajia on tasoilla 1–3 vajaa 1400. Vaikka OKM:n rahallinen korvaus julkaisusta on pieni osa julkaisun tekemisen kuluista, JuFo-pisteet ohjaavat tutkijoiden toimintaa. Samalla tavalla kaupallisten kustantajien ja tieteellisten seurojen julkaisemien tieteellisten lehtien viittausindeksit ohjaavat tutkijoiden toimintaa. Meritoitumisen mittareina keskeisiä ovat JuFo-pisteet ja artikkeleiden saamat viittaukset (sitaatti-indeksit). Yliopistojen arvioinnissa mm. Hollannissa on siirretty käyttämään tutkimuksen vaikuttavuutta kriteerinä.

Julkaisujen merkittävyyttä määritettäessä tulisi välillä arvioida, kuinka tuloksia voidaan hyödyntää käytännön tasolla julkisella ja yksityisellä sektorilla. Yliopistot ovat kehittäneet avoimen tiedon julkaisujärjestelmiä, joissa tutkimusartikkeli julkaistaan jo siinä vaiheessa, kun sitä tarjotaan tieteelliseen lehteen. Nykyään liian usein tutkimustuloksista kerrotaan vasta sitten, kun ne on julkaistu 1–3 vuoden viiveellä tieteellisissä lehdissä. Kansallisella tasolla tapahtuvalle tutkimustuloksista tiedottamiselle ja niiden hyödyntämiselle tulisi olla omat kannustimensa.

Idean keksimisestä sen julkaisemiseen kuluu aikaa tyypillisesti 1–5 vuotta. Nopeasti uudistuvilla aloilla tutkimustulokset saattavat olla vanhentuneita jo ennen kuin ne julkaistaan. Osa tutkijoista julkaisee tuloksensa omilla [www-sivuillaan](#) tai yksikkönsä [archive-sivulla](#) välittömästi, kun tulokset on saatu kirjoitettua artikkelimuotoon.

Suurten kielialueiden maissa (mm. Iso-Britannia, USA, Venäjä, Kiina, Espanja, Saksa, Ranska) tutkimustiedon välittäminen on helpompaa kuin pienten kielialueiden tiedemaissa. Suomessa ei ole kansalliseen kieleen pohjautuvaa tiedekanavaa. Yksi mahdollisuus voisi olla tekoälypohjainen tekstianalytiikkaan pohjautuva järjestelmä. Se auttaisi yliopistoja sekä yliopistojen ulkopuolisia tahoja paremmin löytämään uusia tutkimustuloksia. Aihetta on käsitelty lähteessä /4/.

## Osa III Tutkijakoulutuksen kehittäminen

Tässä osassa esitän omien kokemuksieni pohjalta, kuinka tutkijakoulutus tulisi järjestää, jotta asetettuihin tavoitteisiin päästäisiin.

### 14 Tutkijakoulutuksen tavoitteet

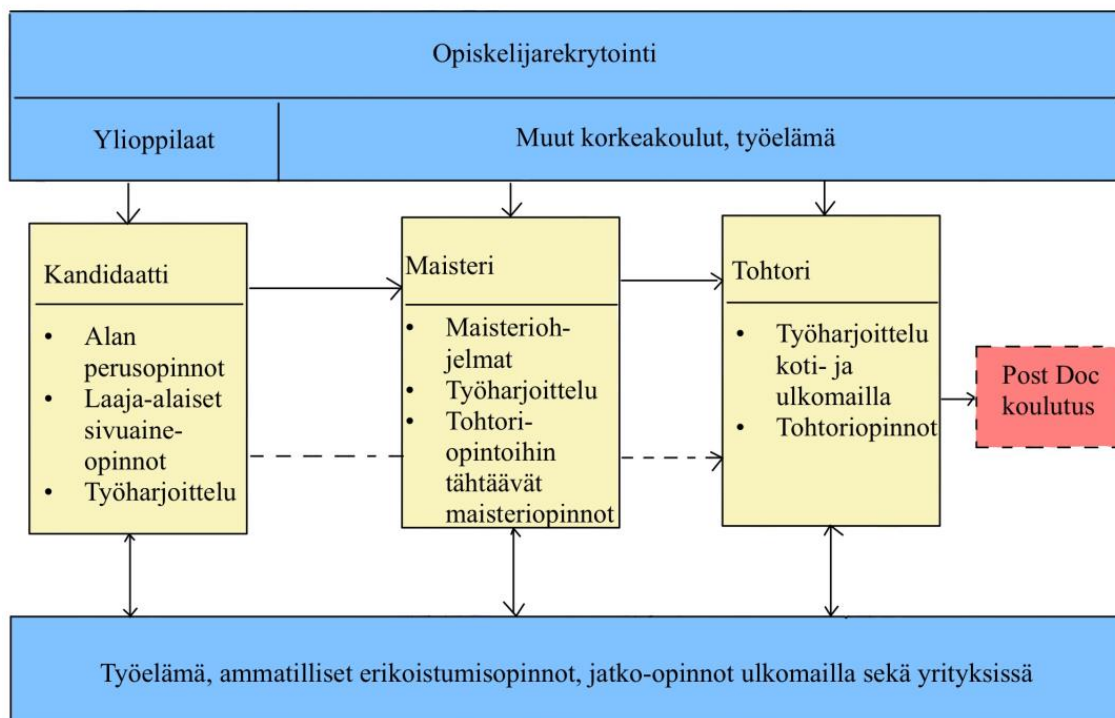
Seuraavassa luettelen toimenpiteitä, joista omien kokemusteni pohjalta on ollut hyötyä:

1. Tohtorikoulutukseen suuntaudutaan jo perusopintojen aikana. Mahdollisuus jatko-opintoihin tuodaan esille jo ensimmäisenä opintovuonna. Tieteellisissä kilpailuissa (koululaisten olympialaiset, kansalliset kilpailut) ja luonnontieteisiin painottuneissa lukioissa menestyneille sekä muita erityismeriittejä saavuttaneille opiskelijoille tarjotaan mahdollisuutta väitöskirjaan tähtäävään opintosuunnitelmaan jo opiskelun ensimmäisenä vuonna.
2. Eri vuosikurssien hyvin menestyneet opiskelijat otetaan kesäharjoittelijoiksi tai osa-aikaisiksi apulaisiksi tutkimusryhmiin. Tavoitteena on kirjoittaa ensimmäiset tieteelliset raportit jo kandidaattiopintojen yhteydessä.
3. Lahjakkaille opiskelijoille laaditaan henkilökohtainen opintosuunnitelma, joka tähtää alempaan tutkintoon kahdessa ja ylempään tutkintoon yhdessä vuodessa. Tavoitteeksi asetetaan niin laadukas kandi- ja maisterityö, että siitä voidaan tehdä julkaisu tieteellisiin julkaisusarjoihin.
4. Opiskelijoita kannustetaan suorittamaan osa opinnoistaan kansallisesta ja kansvälisestä opintotarjonnasta.
5. Kampuksella vierailevat ulkomaalaiset tutkijat pitävät esitelmiä ja keskustelevat opiskelijoiden kanssa. Ulkomaalaisten huippuyliopistojen tapaan parhaiten tutkimustyössään edenneet professorit pitävät kurseja myös kandidateille.
6. Tohtorikoulutettujen liikkuvuutta yliopistojen, yritysten, tutkimuslaitosten ja muiden organisaatioiden välillä lisätään ja vastavalmistuneita tohtoreita kannustetaan monipuoliselle tutkijauralle. Opintoihin liitetään jo perusopintojen aikana vierailuja ja opiskelua toisessa yliopistossa Suomessa tai ulkomailla, samoin harjoittelua yrityksessä. Vastaavasti yrityksessä työskentelevät potentiaaliset jatko-opiskelijat työskentelevät yliopistoissa osa-aikaisesti.
7. Kampuksella järjestetään kansainvälisiä kesä- ja talvikouluja sekä konferensseja.
8. Opiskelija voi valita opintopolun kuvan 11 eri vaihtoehdoista. Esivalinta tohtoriohjelmaan on jo kandidateissa tai maisteriopintojen yhteydessä.
9. Ohjaajia on kolme, joista yksi on toisesta yliopistosta tai yrityksestä.
10. Urasuunnittelu ja perehdyttäminen työelämään otetaan osaksi tutkijakoulutusta.
11. Post doc -jakso on keskeinen osa tutkijakoulutusta.

Yhtenä keskeisenä tekijänä ovat monipuoliset metodiopinnot. Niiden merkitystä tutkijakoulutuksessa on käsitelty artikkeleissa /15–18/.



## PERUS- JA TUTKIJANKOULUTUS



Kuva 11. Tutkijakoulutuksen eri kanavat

Ennen nykyistä tutkintoasetusta oli mahdollisuus hakeutua jatko-opiskelijaksi jo kandidaateissa. Uusissa tohtoriohjelmissä kuvan 11 malli voidaan ottaa käyttöön antamalla opiskelijoille ehdollinen jatko-opinto-oikeus. Se sisältäisi yksilölliset maisteri- ja jatko-opinnot. Gradu olisi vaativa ja tähtäisi tieteellisiin julkaisuihin. Opiskelija työskentelisi osa-aikaisesti tutkimusprojekteissa sekä talvi- että kesäaikaan. Opiskelua olisi 11 kk/vuosi. Teoreettisilla aloilla perustutkinto suoritettaisiin 2–3 vuodessa, väitöskirja 2–3 vuodessa.

### 15 Väitöskirjan muoto ja kolmen vuoden tavoite

Väitöskirja on muodoltaan nippuväitöskirja tai monografia. Urani alkuaikoina kaikki väitöskirjat olivat monografioita. Viime vuosina suurin osa väitöskirjoista on ollut nippuväitöskirjoja tai hybridityyppisiä, joissa on julkaisuja, mutta osa uusista tuloksista on sisällytetty väitöskirjan alkuosaan ja tuloksista tehdään soveltuvin osin jälkikäteen artikkeli. Paras tulos saavutetaan, kun laaditaan julkaistujen artikkeleiden pohjalta monografia tai alkuperäinen tavoite on ollut monografia. Muutamissa tapauksissa väitöskirjan pohjalta on laadittu tieteellinen kirja. Jos tavoitteeksi otetaan jatko-opintojen ja väitöskirjan tekeminen kolmessa vuodessa, on monografia ainoa realistinen tavoite.

Nippuväitöskirjassa viivästystekijänä on artikkelien julkaisuprosessin (arvioinnin) hitaus ainakin korkeatasoisissa lehdissä. Kokeellisissa tieteissä väitöskirjan valmistuminen kolmessa vuodessa on hyvin hankala saavuttaa. Käytännössä kokeellisten alojen väitöskirjassa kolme vuotta on liian lyhyt aika ja joudutaan joko kokonaan tai ainakin osittain käyttämään vanhaa dataa. Tämä laskee väitöskirjan uutuusarvoa merkittävästi.

## 16 Opetus- ja kulttuuriministeriön tavoitteet

Seuraavassa tarkastellaan Opetus- ja kulttuuriministeriön asettamia tavoitteita ja esitetään toimenpiteitä tavoitteiden saavuttamiseksi.

**Tavoite 1.** Tuottaa tietoa tohtorikoulutuksen prosesseista sekä kerätä tietoa kolmannen syklin tutkintoaikojen mahdollisesta sääntelytarpeesta.

Tutkijakoulussa on useita eri väyliä:

1. Vaativimmat perusopinnot ns. tutkijalinjalla.
2. Työelämässä oleville mahdollisuus jatko-opintoihin.
3. Urasuunnittelu ja työelämään perehdyttäminen osa tutkijakoulutusta.
4. Hakeutuminen jatko-opiskelijaksi on joustava: kandi tai maisteritutkinnon jälkeen, osana työuraa, täydentävien opintojen jälkeen ammattikorkeakoulusta sekä ulkomaisista yliopistoista.

Kerätään esimerkiksi 10 vuoden ajalta tietoa tohtorinkoulutusprosesseista ja hyödynnetään parhaita käytäntöjä jo pilottivaiheessa. Myös joustavuus on tärkeää. Jatko-opiskelijaksi pitäisi olla mahdollista siirtyä jatkuvasti, ei vain kaksi kertaa vuodessa.

**Tavoite 2.** Kehittää ohjauksen käytänteitä sekä tieteellisen ja taiteellisen jatkotutkinnon suorittamisen integroitumista aiempiin opintoihin (mm. mahdollisuus suorittaa maisterintutkinto väitöskirjatutkimuksen aikana).

Seuraavat käytännöt olisivat kokemuksen pohjalta toimivia:

1. Vanha hyvin toiminut kuvan 11 joustava toimintamalli otetaan uudelleen käyttöön.
2. Tutkijakoulutukseen valmistavat maisteriopinnot ja gradu/DI-työ sisällytetään osaksi väitöskirjaa.
3. Opiskelijoilla on joustava mahdollisuus valita väitöskirjan profiili (kuvat 1–4) osana urasuunnitelmaa.
4. Opiskelijoille järjestetään mahdollisuus työskennellä yritysten ja julkisen organisaatioiden kehittämis- ja tutkimusprojekteissa ja ulkomaalaisissa yliopistoissa.
5. Kaksoistohtorintutkinto yhteistyössä ulkomaalaisen yliopiston kanssa on osa tutkintoa.
6. Eryteisesti kiinnitetään huomiota väitelleiden työllistymismahdollisuuksiin.
7. Tehdään yritysten ja/tai julkisten organisaatioiden kanssa yhteistyösopimuksia tohtorintutkintoon tähtäävästä henkilöstökoulutuksesta.

**Tavoite 3.** Lisätä tohtoreiden työllistymistä laajasti yhteiskunnan eri sektoreille.

Keskeisiä toimenpiteitä ovat:

1. Huomioidaan tohtoreiden tarpeet ja suunnataan väitöskirjojen aiheet tämän mukaan.
2. Julkisiin korkeatasoisiin valtion virkoihin tulee palauttaa vaatimus tohtorintutkinnosta.
3. Pidetään tohtorintutkintoa meriittinä eikä haittana myös kunnallisella tasolla. Yritysmaailmassa Suomessa ei tohtorin tutkintoa arvosteta samalla tavalla kuin maailman johtavissa teollisuusmaissa. Yliopistoilla on oma analysoinnin paikka tutkijakoulutuksen sisällöllisessä suuntaamisessa vastaamaan työelämän tulevia tarpeita.

4. Eri innovaatiostrategioissa on puhuttu tutkimustiedon ja tutkijakoulutuksen saaneiden siirtymisestä yritysmaailmaan. Työelämään siirtymiseen pitää kiinnittää huomiota. Nykyisin tutkijakoulutettujen osaamispotentiaalista vain osa hyödynnetään.
5. Julkisessa rahoituksella tehtävissä tutkimushankkeissa tulee palkata tutkijakoulutuksen saaneita henkilöitä. Rahoituksen saamisessa tämä olisi yksi kriteereistä.
6. Sekä yksityisen että julkinen sektori ostaa sadoilla miljoonilla konsultointipalveluita. Konsulteilta tulee edellyttää kunnon koulutusta ja erityisesti tutkimuksellisissa tehtävissä tohtorin tutkintoa.
7. Kansainvälisen yhteistyön lisätään tutkijakoulutuksessa.

Ulkomaalaisten väitöskirjan tekijöiden määrä on lisääntynyt viime vuosina. Kansainvälinen yhteistyö on välttämätöntä asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Tähän tarjoutuu monia mahdollisuuksia ja myös rahoitusta EU:n sisällä. Yhteistyö EU:n ulkopuolisten maiden kanssa on ongelmallisempaa. Koulutustaso eri maiden yliopistoissa vaihtelee ja sen myötä myös opiskelijoiden taso.

Viime aikoina on paljon keskusteltu kaksoistohtorintutkinnoista. Ulkomaalainen opiskelija tekee väitöskirjan ensin omassa yliopistossaan ja samaa aihetta jatkaen väitöskirjan myös Suomessa. Molemmassa vaiheissa on ohjaajat kummastakin maasta. Suomessa tapahtuvaan työskentelyyn sisällytetään harjoittelu yrityksissä tai julkisella sektorilla. Aiheen valinnassa huomioidaan ennakoitavissa oleva työvoimatarve. Tavoitteena on, että väittelijä työllistyy Suomessa.

Tutkijakoulutuksen uudistamisen tarpeita on esitetty useilla foorumeilla (/1,19–22/). Aihetta on käsitelty myös artikkeleissa /2–9,13,14/. Tohtoreiden urakehitystä ja työllistymistä on tarkasteltu raporteissa /24–27/. Vuonna 1994 suunnattiin merkittävästi rahoitusta tutkijakoulutuksen laajentamiseen Suomessa. Tuolloin Jyväskylän yliopistossa tehtiin kehittämisohjelma /28/.

## 17 Kirjoituksia tohtorikoulutuksesta ja työelämäyhteistyöstä

Seuraavana on tohtorikoulutusta ja työelämään sijoittumista käsitteleviä www-sivuja.

### Tohtorikoulutuksen uudistaminen ja rahoitus

- <https://okm.fi/-/tutkijankoulutuksen-pilotointi-alkamassa>
- <https://unifi.fi/tohtorikoulutuksen-uudistaminen/>
- <https://www.aka.fi/tutkimusrahoitus/hae-rahoitusta/haut/haut/tohvapaasti-haettavat-tutkimusalat-tohtorikoulutuspilotti-20242027/>

### Tohtorit ja työelämä sekä tohtoreiden työllistyminen:

- <https://vipunen.fi/fi-fi/kkyhteiset/Sivut/TK-henkil%C3%B6voimavarat.aspx>
- <https://www.etk.fi/blogit/tohtorikoulutus-kannattaa-edelleen-seka-tyollisyyden-etta-palkan-nakokulmasta/>
- <https://www.aalto.fi/fi/yhteisty/aalto-yliopistosta-valmistuneet-tohtorit-tyoelamassa>
- <https://sites.utu.fi/hiiskuttua/tohtorit-tyoelamassa-mita-vaittelyn-jalkeen/>
- [https://ucpori.fi/tohtori\\_tyoelamassa](https://ucpori.fi/tohtori_tyoelamassa)

- <https://www.loimu.fi/verkkolehden-artikkeli/miten-tohtorit-tyollistyvat/>
- <https://www.uwasa.fi/fi/uutishuone/uutiset/tohtorikoulutus-vie-yha-useammin-myos-yrittymaailmaan>
- <https://thl.fi/-/thl-ja-ita-suomen-yliopisto-aloittavat-ainutlaatuisen-yhteistyon-tohtorikoulutuksessa-1>
- <https://www.ttl.fi/ajankohtaista/uutinen/vaitoskirjatutkijoita-tyoelaman-teemoihin-tyoterveyslaitos-ja-ita-suomen-yliopisto-aloittavat>
- <https://www.aalto.fi/fi/yritysyhteistyo/kansainvaliset-tohtorit-tyoelamassa-valmiina-tulevaisuuden-haasteisiin>
- <https://www.laakarilehti.fi/terveydenhuolto/tohtorikoulutuksen-uudistus-herattaa-huolta-helsingin-laaketieteellisen-professoreissa/>
- <https://www.jyu.fi/fi/opiskelijalle/tohtoriopiskelijan-ohjeet/tohtoriopinnot/tutkijakoulusta-tyoelamaan-urasuunnittelu-tohtoriopinnoissa>

#### Väitelleiden tarinoita:

- <https://jenniraikkonen.fi/vaitoskirja-tyon-ohessa-onko-siina-jarkea/>
- <https://tyotanakyvissa.fi/miten-minusta-tuli-tohtori-opiskelu-harrastuksena/>

#### Lähteet

1. Neittaanmäki, P. (toim.). *Muutos tieteen maailmassa: Tutkimus, tiede ja yliopistot 2010*, Atena 1996.
2. Neittaanmäki, P. Tohtoreita enemmän yrityksiin ja johtopaikoille. *Tiedepolitiikka*, 45(2):56–57, 2020.
3. Neittaanmäki, P. Tutkimusrahoitusta ja tutkijankoulutusta uudistettava. *Tiedepolitiikka*, 45(3):7–18, 2020.
4. Neittaanmäki, P. Tutkijankoulutuksen ja tutkimustoiminnan tulosten tehokkaampi hyödyntäminen: Yhteenveto käydystä tiede- ja koulutuspoliittisesta keskustelusta. *Tiedepolitiikka*, 46(3):40–45, 2021.
5. Neittaanmäki, P. Koulutuksen ja tutkimuksen merkitys maakuntien kehityksessä. *Tiedepolitiikka*, 46(1):50–53, 2021.
6. Neittaanmäki, P. Tutkimus- ja kehittämismenot sekä bruttokansantuote maakunnittain vuosina 2017–2021. Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisu 97/2023, Jyväskylän yliopisto. <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/85293>
7. Neittaanmäki, P. Yliopistokoulutuksen ja -tutkimuksen kehitys ja vaikuttavuus Suomessa. *Tiedepolitiikka* 48(1), 33–38, 2023
8. Korkeakoulutus ja tutkimus 2030-luvulle: Vision tiekartta. OKM, 2019. [https://okm.fi/documents/1410845/12021888/Korkeakoulutus+ja+tutkimus+2030-luvulle+VISION+TIEKARTTA\\_V2.pdf](https://okm.fi/documents/1410845/12021888/Korkeakoulutus+ja+tutkimus+2030-luvulle+VISION+TIEKARTTA_V2.pdf)
9. Parlamentaarisen TKI työryhmän loppuraportti. Valtioneuvoston julkaisu 2021:95. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-516-0>
10. Tutkimus- ja kehittämistoiminnan menot, henkilöstö ja työvuodet alueittain, 2011–2022. Tilastokeskus. [https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_tkke/statfin\\_tkke\\_pxt\\_13tn.px](https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_tkke/statfin_tkke_pxt_13tn.px)

11. Tulot ja tuotanto alueittain, vuosittain, 2000–2022. Tilastokeskus.  
[https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_altp/statfin\\_altp\\_pxt\\_12bd.px/](https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_altp/statfin_altp_pxt_12bd.px/)
12. Suomen tilastollinen vuosikirja 2022. Tilastokeskus, 2022.
13. Tutkimus- ja kehittämistoiminnan rahoituksen käyttöä koskeva monivuotinen suunnitelma. Valtioneuvosto, 2023. <https://vnk.fi/documents/10616/146554548/T&K-rahoituksen+monivuotinen+suunnitelmaluonnos+110123.pdf/15629148-096f-7705-e163-000f64f7205f/T&K-rahoituksen+monivuotinen+suu>
14. Holopainen, H. Tohtorit työelämässä: Tilastokatsaus 2023. Sivistystyönantajat, 2023  
<https://www.sivista.fi/wp-content/uploads/2023/09/Tilastokatsaus-tohtoreihin-2023-2.pdf>
15. Järvinen, P., Järvinen, A. *Tutkimustyön metodeista*. Opinpajan kirja, Tampere, 2011
16. Järvinen, P. *On research methods*. Opinpajan kirja, Tampere, 2012
17. Järvinen, P. A new paradigm for design science and action research. Report, Tampere University, 2023. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-03-3258-7>
18. Järvinen, P. How to choose an adequate research method? Report, Tampere University, 2023. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-03-3259-4>
19. Välimaa, J., Kuutti, H., Virmasalo, I., Ylönen, I. (toim.). *Tohtori tuli taloon? Tutkimus tohtoreista ja pk-yrityksistä*. Koulutuksen tutkimuslaitos, Jyväskylän yliopisto, 1998
20. Välimaa, J. *Opinteillä oppineita: Suomalainen korkeakoulutus keskiajalta 2000-luvulle*. University Press of Eastern Finland, 2018
21. Perko, T. (toim). *Tiede muutosten maailmassa*. Atena, 1990
22. Näätänen, R. *Yliopistot ja Suomen tulevaisuus*. WSOY, 1999
23. Bhattacharya, J., Packalen, M. Stagnation and scientific incentives. Working Paper 26752, National Bureau of Economic Research, 2020
24. Holopainen, H. Tohtoreiden monet urat. Sivistystyönantajat 12/2017  
[https://tieteentekijat.fi/assets/uploads/2020/01/Sivista\\_Tohtoreiden\\_monet\\_urat\\_-julkaisu.pdf](https://tieteentekijat.fi/assets/uploads/2020/01/Sivista_Tohtoreiden_monet_urat_-julkaisu.pdf)
25. Miten tohtorit työllistyvät. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2016:3  
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/64972/MitenTohtoritTyollistyvat.pdf>
26. Yhä useampi tohtori työskentelee yksityisellä sektorilla. Vipunen, 9/2021  
<https://tilastoneuvos.vipunen.fi/2021/09/17/yha-useampi-tohtori-tyoskentelee-yksityisella-sektorilla/>
27. Tohtoreiden työllistyminen, sijoittuminen ja tarve. Suomen Akatemian julkaisuja 4/03  
[https://www.aka.fi/globalassets/awanhat/documents/tiedostot/julkaisut/4\\_03-tohtoritarve.pdf](https://www.aka.fi/globalassets/awanhat/documents/tiedostot/julkaisut/4_03-tohtoritarve.pdf)
28. Kohti tuloksellista tutkijankoulutusta. Jyväskylän yliopiston jatkokoulutustyöryhmän loppuraportti, 1994

## Liite 1. Ohjaamani väitöskirjat

Ohjaamani väitöskirjat ja oppilaiden ohjaamien väitöskirjojen eli jälkeläisten määrä on esitetty taulukossa 6. Jälkeläisiä voi olla useammassa polvessa.

Taulukko 6. Ohjaamani väitöskirjat ja ohjattavieni jälkeläiset (tilanne 1/2024)

<b>Nimi</b>	<b>Yliopisto</b>	<b>Vuosi</b>	<b>Jälkeläisiä</b>
<a href="#">Ruotsalainen, Keijo</a>	Jyväskylän yliopisto	1987	1
<a href="#">Tiihonen, Timo</a>	Jyväskylän yliopisto ja Université de Nice-Sophia Antipolis	1987	32
<a href="#">Hara, Veikko</a>	Jyväskylän yliopisto	1988	3
<a href="#">Laitinen, Erkki</a>	Jyväskylän yliopisto	1989	2
<a href="#">Mäkinen, Raino</a>	Jyväskylän yliopisto	1989	9
<a href="#">Hokkanen, Veli-Matti</a>	Jyväskylän yliopisto	1990	
<a href="#">Mäkelä, Marko</a>	Jyväskylän yliopisto	1990	11
<a href="#">Männikkö, Timo</a>	Jyväskylän yliopisto	1990	1
<a href="#">Salmenjoki, Kimmo</a>	Jyväskylän yliopisto	1991	
<a href="#">Tai, Xue-Cheng</a>	Jyväskylän yliopisto	1991	11
<a href="#">Elijendy, Ahmed</a>	Jyväskylän yliopisto	1992	
<a href="#">Hämäläinen, Jari</a>	Jyväskylän yliopisto	1993	13
<a href="#">Miettinen, Markku</a>	Jyväskylän yliopisto	1993	
<a href="#">Miettinen, Kaisa</a>	Jyväskylän yliopisto	1994	20
<a href="#">Santanen, Jukka-Pekka</a>	Jyväskylän yliopisto	1994	
<a href="#">Tarvainen, Pasi</a>	Jyväskylän yliopisto	1994	2
<a href="#">Hiltunen, Kai</a>	Jyväskylän yliopisto	1995	
<a href="#">Kärkkäinen, Tommi</a>	Jyväskylän yliopisto	1995	18
<a href="#">Murgu, Alexandru</a>	Jyväskylän yliopisto	1995	
<a href="#">Niemistö, Antti</a>	Jyväskylän yliopisto	1996	
<a href="#">Risku, Pekka</a>	Jyväskylän yliopisto	1996	
<a href="#">Rossi, Tuomo</a>	Jyväskylän yliopisto	1996	3
<a href="#">Heikkola, Erkki</a>	Jyväskylän yliopisto	1997	2
<a href="#">Hokkanen, Joonas</a>	Jyväskylän yliopisto	1997	
<a href="#">Korotov, Sergey</a>	Jyväskylän yliopisto	1997	
<a href="#">Liu, Liping</a>	Jyväskylän yliopisto	1997	
<a href="#">Toivanen, Jari</a>	Jyväskylän yliopisto	1997	7
<a href="#">Kuzmin, Dimitri</a>	Jyväskylän yliopisto	1999	14
<a href="#">Hirvonen, Kullervo</a>	Jyväskylän yliopisto	2001	
<a href="#">Saarinen, Kari</a>	Jyväskylän yliopisto	2001	

<b>Nimi</b>	<b>Yliopisto</b>	<b>Vuosi</b>	<b>Jälkeläisiä</b>
<a href="#">Smolianski, Anton</a>	Jyväskylän yliopisto	2001	
<a href="#">Akimov, Vladimir</a>	Jyväskylän yliopisto	2002	
<a href="#">Kovalainen, Mikko</a>	Jyväskylän yliopisto	2002	
<a href="#">Seyukova-Rivkind, Ludmila</a>	Jyväskylän yliopisto	2002	
<a href="#">Virtanen, Pauli</a>	Jyväskylän yliopisto	2002	
<a href="#">Saalasti, Sami</a>	Jyväskylän yliopisto	2003	
<a href="#">Dementieva, Maria</a>	Jyväskylän yliopisto	2004	1
<a href="#">Frolov, Maxim</a>	Jyväskylän yliopisto	2004	
<a href="#">Kalvine, Viktor</a>	Jyväskylän yliopisto	2004	1
<a href="#">Kujala, Janne</a>	Jyväskylän yliopisto	2004	
<a href="#">Solbakov, Viatcheslav</a>	Jyväskylän yliopisto	2004	
<a href="#">Kärkkäinen, Kari</a>	Jyväskylän yliopisto	2005	
<a href="#">Matyukevich, Sergey</a>	Jyväskylän yliopisto	2005	
<a href="#">Nevala, Kalevi</a>	Jyväskylän yliopisto	2005	
<a href="#">Kohvakko, Natalia</a>	Jyväskylän yliopisto	2006	
<a href="#">Turchyn, Pavlo</a>	Jyväskylän yliopisto	2006	
<a href="#">Zhovtobryukh, Dmytro</a>	Jyväskylän yliopisto	2006	
<a href="#">Ruohonen, Toni</a>	Jyväskylän yliopisto	2007	1
<a href="#">Gorshkova, Elena</a>	Jyväskylän yliopisto	2008	
<a href="#">Kuznetsov, Nikolay</a>	Jyväskylän yliopisto	2008	17
<a href="#">Laitila, Erkki</a>	Jyväskylän yliopisto	2008	
<a href="#">Nousiainen, Tuula</a>	Jyväskylän yliopisto	2008	
<a href="#">Pavlova, Yulia</a>	Jyväskylän yliopisto	2008	
<a href="#">Pozharskii, Alexey</a>	Jyväskylän yliopisto	2008	
<a href="#">Sarafanov, Oleg</a>	Jyväskylän yliopisto	2008	
<a href="#">Valkonen, Tuomo</a>	Jyväskylän yliopisto	2008	
<a href="#">Kudryashova, Elena</a>	Jyväskylän yliopisto	2009	
<a href="#">Hakkinen, Markku</a>	Jyväskylän yliopisto	2010	
<a href="#">Pennanen, Anssi</a>	Jyväskylän yliopisto	2010	
<a href="#">Puurtinen, Tuomas</a>	Jyväskylän yliopisto	2010	
<a href="#">Jeronen, Juha</a>	Jyväskylän yliopisto	2011	2
<a href="#">Kuznetsova, Olga</a>	Jyväskylän yliopisto	2011	
<a href="#">Mali, Olli</a>	Jyväskylän yliopisto	2011	
<a href="#">Nikitin, Sergiy</a>	Jyväskylän yliopisto	2011	
<a href="#">Puranen, Tuukka</a>	Jyväskylän yliopisto	2011	
<a href="#">Skrypnyk, Iryna</a>	Jyväskylän yliopisto	2011	
<a href="#">Tuovinen, Tero</a>	Jyväskylän yliopisto	2011	1

<b>Nimi</b>	<b>Yliopisto</b>	<b>Vuosi</b>	<b>Jälkeläisiä</b>
<a href="#">Iqbal, Ahmer</a>	Jyväskylän yliopisto	2012	
<a href="#">Kabardov, Muaed</a>	Jyväskylän yliopisto	2012	
<a href="#">Kurkinen, Erkki</a>	Jyväskylän yliopisto	2012	1
<a href="#">Leskinen, Jyri</a>	Jyväskylän yliopisto	2012	
<a href="#">Vagaytsev, Vladimir</a>	Jyväskylän yliopisto	2012	
<a href="#">Wang, Hong</a>	Jyväskylän yliopisto	2012	
<a href="#">Zaidenberg, Nezer</a>	Jyväskylän yliopisto	2012	5
<a href="#">Kiseleva, Maria</a>	Jyväskylän yliopisto	2013	
<a href="#">Pölönen, Ilkka</a>	Jyväskylän yliopisto	2013	5
<a href="#">Saksa, Tytti</a>	Jyväskylän yliopisto	2013	
<a href="#">Solovyeva, Elena</a>	Jyväskylän yliopisto	2013	
<a href="#">Wolf, Guy</a>	Jyväskylän yliopisto	2013	
<a href="#">Yuldashev, Marat</a>	Jyväskylän yliopisto	2013	
<a href="#">Yuldashev, Renat</a>	Jyväskylän yliopisto	2013	1
<a href="#">Zaretskiy, Alexander</a>	Jyväskylän yliopisto	2013	
<a href="#">Anjam, Immanuel</a>	Jyväskylän yliopisto	2014	
<a href="#">Kurki, Matti</a>	Jyväskylän yliopisto	2014	
<a href="#">Puupponen, Hannu-Heikki</a>	Jyväskylän yliopisto	2014	
<a href="#">Rajamäki, Jyri</a>	Jyväskylän yliopisto	2014	1
<a href="#">Salhov, Moshe</a>	Jyväskylän yliopisto	2014	
<a href="#">Shabat, Gil</a>	Jyväskylän yliopisto	2014	
<a href="#">Hyvönen, Harri</a>	Jyväskylän yliopisto	2015	
<a href="#">Kiperberg, Michael</a>	Jyväskylän yliopisto	2015	
<a href="#">Matculevich, Svetlana</a>	Jyväskylän yliopisto	2015	
<a href="#">Poretckii, Aleksandr</a>	Jyväskylän yliopisto	2015	
<a href="#">Rotbart, Aviv</a>	Jyväskylän yliopisto	2015	
<a href="#">Tirronen, Maria</a>	Jyväskylän yliopisto	2015	
<a href="#">Aleksandrov, Konstantin</a>	Jyväskylän yliopisto	2016	
<a href="#">Kuula, Jaana</a>	Jyväskylän yliopisto	2016	
<a href="#">Kyppö, Jorma</a>	Jyväskylän yliopisto	2016	
<a href="#">Mokaev, Timur</a>	Jyväskylän yliopisto	2016	1
<a href="#">Nakari, Pentti</a>	Jyväskylän yliopisto	2016	
<a href="#">Nokka, Marjaana</a>	Jyväskylän yliopisto	2016	
<a href="#">Resh, Amit</a>	Jyväskylän yliopisto	2016	
<a href="#">Gavriushenko, Mariia</a>	Jyväskylän yliopisto	2017	
<a href="#">Heikkinen, Juho</a>	Jyväskylän yliopisto	2017	
<a href="#">Naveed, Kashif</a>	Jyväskylän yliopisto	2017	



<b>Nimi</b>	<b>Yliopisto</b>	<b>Vuosi</b>	<b>Jälkeläisiä</b>
<a href="#">Stankevich, Nataliya</a>	Jyväskylän yliopisto	2017	
<a href="#">Wilen, Lauri</a>	Jyväskylän yliopisto	2017	
<a href="#">Keto, Mauno</a>	Jyväskylän yliopisto	2018	
<a href="#">Aizenbud, Yariv</a>	Jyväskylän yliopisto	2019	
<a href="#">Eskelinen, Matti</a>	Jyväskylän yliopisto	2019	
<a href="#">Hummelholm, Aarne</a>	Jyväskylän yliopisto	2019	
<a href="#">Ifinedo, Eloho</a>	Jyväskylän yliopisto	2019	
<a href="#">Kari, Martti</a>	Jyväskylän yliopisto	2019	
<a href="#">Kenttälä, Veera</a>	Jyväskylän yliopisto	2019	
<a href="#">Leon, Roe</a>	Jyväskylän yliopisto	2019	
<a href="#">Mokaev, Ruslan</a>	Jyväskylän yliopisto	2019	
<a href="#">Annala, Leevi</a>	Jyväskylän yliopisto	2020	
<a href="#">Braithwaite, Billy</a>	Jyväskylän yliopisto	2020	
<a href="#">Moilanen, Hannu</a>	Jyväskylän yliopisto	2020	
<a href="#">Pöyhönen, Jouni</a>	Jyväskylän yliopisto	2020	
<a href="#">Ben-Yehuda, Raz</a>	Jyväskylän yliopisto	2021	
<a href="#">Blagov, Mikhail</a>	Jyväskylän yliopisto	2021	
<a href="#">Kovanen, Tiina</a>	Jyväskylän yliopisto	2021	
<a href="#">Rauhala, Juhani</a>	Jyväskylän yliopisto	2021	
<a href="#">Soininen, Jukka</a>	Jyväskylän yliopisto	2021	
<a href="#">Heinonen, Henri</a>	Jyväskylän yliopisto	2022	
<a href="#">Simola, Jussi</a>	Jyväskylän yliopisto	2022	
<a href="#">Akhtar, Waleed</a>	Jyväskylän yliopisto	2023	
<a href="#">Jauhiainen, Susanne</a>	Jyväskylän yliopisto	2023	
<a href="#">Mähönen, Jaana</a>	Jyväskylän yliopisto	2023	

## Liite 2. Mathematics Genealogy Project

North Dakota State University ylläpitää yhdessä American Mathematical Society (AMS) kanssa maailmanlaajuista listaa matemaattisten alojen väitöskirjojen ohjaajista ([Mathematics Genealogy Project](#)). Lista Top 75 väitöskirjojen ohjaajista on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Top 75 väitöskirjojen ohjaajat

Nimi	Ohjauksessa väitelleitä
<a href="#">C.-C. Jay Kuo</a>	173
<a href="#">Roger Meyer Temam</a>	130
<a href="#">Pekka Neittaanmäki</a>	129
<a href="#">Shlomo Noach (Stephen Ram) Sawilowsky</a>	111
<a href="#">Andrew Bernard Whinston</a>	108
<a href="#">Alexander Vasil'evich Mikhalëv</a>	101
<a href="#">Willi Jäger</a>	100
<a href="#">Ronold Wyeth Percival King</a>	100
<a href="#">Erol Gelenbe</a>	95
<a href="#">Leonard Salomon Ornstein</a>	95
<a href="#">Kurt Mehlhorn</a>	93
<a href="#">Dimitris John Bertsimas</a>	92
<a href="#">Ludwig Prandtl</a>	90
<a href="#">Yurii Alekseevich Mitropolsky</a>	88
<a href="#">Bart De Moor</a>	87
<a href="#">Rudiger W. Dornbusch</a>	85
<a href="#">Wolfgang Karl Härdle</a>	83
<a href="#">Olivier Jean Blanchard</a>	82
<a href="#">Andrei Nikolayevich Kolmogorov</a>	82
<a href="#">Selim Grigorievich Krein</a>	82
<a href="#">David Garvin Moursund</a>	82
<a href="#">Sergio Albeverio</a>	81
<a href="#">Stefan Jähnichen</a>	81
<a href="#">Richard J. Eden</a>	80
<a href="#">Bruce Ramon Vogeli</a>	80
<a href="#">Arnold Zellner</a>	79
<a href="#">Charles Ehresmann</a>	78
<a href="#">David Hilbert</a>	78
<a href="#">Johan F. A. K. van Benthem</a>	78
<a href="#">Daron Kamer Acemoglu</a>	77
<a href="#">Egon Krause</a>	77
<a href="#">Thomas Kailath</a>	76
<a href="#">Michael Irwin Jordan</a>	75
<a href="#">Wilhelm Magnus</a>	75
<a href="#">Lars-Erik Persson</a>	75

<b>Nimi</b>	<b>Ohjauksessa väitelleitä</b>
<a href="#">Tze Leung Lai</a>	74
<a href="#">Simon Asher Levin</a>	74
<a href="#">Shing-Tung Yau</a>	74
<a href="#">Holm Altenbach</a>	73
<a href="#">Neil Andrew Davidson</a>	73
<a href="#">Robert Merton Solow</a>	73
<a href="#">Béla Bollobás</a>	72
<a href="#">Beno Eckmann</a>	72
<a href="#">Edward Joseph McCluskey, Jr.</a>	72
<a href="#">Jean-Claude Nédélec</a>	72
<a href="#">Terence Paul Speed</a>	72
<a href="#">David Beauregard Bogy</a>	71
<a href="#">Cornelis Jacobus Gorter</a>	71
<a href="#">Eric Stark Maskin</a>	70
<a href="#">Robert Wayne Newcomb</a>	70
<a href="#">Albert Nikolayevich Shiryaev</a>	70
<a href="#">Wolfgang Wahlster</a>	70
<a href="#">Manfred Broy</a>	69
<a href="#">Peter Lukas Bühlmann</a>	69
<a href="#">Joost Nico Kok</a>	69
<a href="#">Rainer Nagel</a>	69
<a href="#">Anatoliy Mikhailovich Samoilenko</a>	69
<a href="#">Julian Seymour Schwinger</a>	69
<a href="#">Leonard Eugene Dickson</a>	68
<a href="#">Dale Weldeau Jorgenson</a>	68
<a href="#">Jürgen Jost</a>	68
<a href="#">C. Felix (Christian) Klein</a>	68
<a href="#">K. J. Ray Liu</a>	68
<a href="#">Alfio Quarteroni</a>	68
<a href="#">Min Xie</a>	68
<a href="#">Wayne Arthur Fuller</a>	67
<a href="#">Peter Charles Bonest Phillips</a>	67
<a href="#">J. (Jon) Peter May</a>	66
<a href="#">David Harold Blackwell</a>	65
<a href="#">Heinz-Gerd Hegering</a>	65
<a href="#">Hubert Stanley Wall</a>	65
<a href="#">Hein I. Waterman</a>	65
<a href="#">Wei Zhu</a>	65
<a href="#">Peter John Bickel</a>	64
<a href="#">David Roxbee Cox</a>	64









Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisuja  
No. 101/2024

ISBN 978-951-39-9931-5 (verkkoj.)  
ISSN 2323-5004