



Muistio

## Yliopistojen tehokkuus ja tuottavuus Pohjoismaissa

Liittyy tarkastukseen: Riksrevisionen: Resurseffektivitet och produktivitet vid Sveriges lärosäten i nordisk jämförelse: RiR 2019:21

Tekijä: Tanja Kirjavainen

Päivämäärä: 24.6.2019

Diaarinumero: 213/54/2019

Lisätietoja: Tanja Kirjavainen

## Yhteenveto

Ruotsin tarkastusvirasto on arvioinut Pohjoismaisten yliopistojen ja korkeakoulujen tehokkuutta ja tuottavuutta vuosina 2011–2016. Mukana arvioinnissa oli kaikkiaan 68 yliopistoa kaikista Pohjoismaista. Suomesta yliopistoja oli 13. Ammattikorkeakoulut sekä Suomesta että Tanskasta eivät olleet mukana arvioinnissa. Valtiontalouden tarkastusvirasto osallistui tarkastukseen toimittamalla osan Suomen yliopistoja koskevasta aineistosta sekä osallistumalla asiantuntijaryhmän työskentelyyn.

Tulosten mukaan Pohjoismaiset yliopistot olisivat voineet tuottaa keskimäärin 10 prosenttia enemmän tuotoksia käyttämällään resursseilla vuosina 2011–2016. Eniten tehostamisvaraa oli suomalaisilla yliopistoilla. Ne olisivat tulosten mukaan voineet lisätä opintopisteiden, tohtorin tutkintojen, tieteellisten julkaisujen ja paljon viitattujen julkaisujen määrää keskimäärin 17 prosenttia käyttämällään panoksilla. Tehottomuus kuitenkin pieni selvästi eniten suomalaisilla yliopistoilla, sillä vuonna 2016 niiden tehottomuus oli keskimäärin suunnilleen Ruotsin yliopistojen tasolla, noin 6,8 prosenttia. Tanskan ja Ruotsin yliopistot olivat koko ajanjaksolla tehokkaimpia.

Yliopistojen tuottavuus parani tarkastelujaksolla keskimäärin 0,4 prosenttia vuodessa vuosina 2011–2016. Tämä johtui teknologisesta muutoksesta. Sen sijaan tehokkuuden muutos oli keskimäärin -0,4 prosenttia vuosittain. Tehokkuuserot toisin sanoen kasvoivat yliopistojen välillä, ja niiden kyky maksimoida tuotosten määrää annetuilla panoksilla heikentyi.

Tuottavuuskehityksessä oli eroja eri Pohjoismaiden välillä. Eniten tuottavuus parani Tanskassa ja Suomessa, joissa se kasvoi lähes 2 prosenttia vuosittain. Norjassa sen sijaan tuottavuus heikkeni 0,6 prosenttia vuosittain. Suomalaisissa yliopistoissa sekä tehokkuuden että teknologinen muutos olivat tarkastelujaksolla positiivisia. Teknologisen muutoksen osuus oli tehokkuuden muutosta suurempaa.

Niissä Pohjoismaissa, joissa tuottavuuskehitys oli positiivista, on tehty tarkastelujaksolla erilaisia tuottavuuteen vaikuttaneita toimenpiteitä. Suomessa leikattiin tarkastelujaksolla, yliopistouudistuksen jälkeen yliopistojen rahoitusta säästösyistä. Vuonna 2013 toteutettu yliopistojen rahoitusjärjestelmän muutos on saattanut vaikuttaa saatuihin tuloksiin. Ruotsissa yliopistot ovat tehneet tuottavuussopimuksia ja Tanskassa astui voimaan vuonna 2013 niin sanottu Fremdriftsreformen, joka on yhtenäistänyt tutkintojen opintoaikoja ja siten lisännyt tuottavuutta. Tanskassa on lisäksi leikattu valtionosuuksia vuonna 2016. Norjassa tehtiin vuonna 2015 julkisen hallinnon tuottavuustoimenpiteitä, joiden vaikutukset eivät näy vielä tämän tarkastuksen tuloksissa. Teknologisesta muutoksesta johtunut tuottavuuden muutos oli positiivisinta Tanskassa, jota pidetään digitalisaation johtavana maana Pohjoismaissa. Viimeisen kymmenen vuoden aikana maan hallinnossa on toteutettu kolme suurta digitalisaatiostrategiaa, jotka todennäköisesti ovat myötävaikuttaneet myös yliopistojen myönteiseen tuottavuuskehitykseen.

Ruotsin tarkastusvirasto suosittaa tarkastusraportissaan, että ne ruotsalaiset yliopistot, joilla on tehokkuuslukujen perusteella tehostamisvaraa, tunnistavat tehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä ja ryhtyisivät tehokkuutta ja tuottavuutta parantaviin toimenpiteisiin.

Tehokkuutta tarkastuksessa arvioitiin DEA-menetelmän avulla. Tuottavuuden muutokset laskettiin Malmquist-indeksillä. Näitä menetelmiä on käytetty yleisesti tehokkuuden ja tuottavuuden arviointiin eri koulutusasteilla niin kansallisesti kuin kansainvälisestikin.<sup>1</sup> DEA-menetelmän etuna on, että sen avulla on mahdollista kuvata yhdellä luvulla monia panoksia käyttävien ja useita erilaisia tuotoksia tuottavien yksiköiden tehokkuutta Matemaattisesti DEA-menetelmä on lineaarisen optimoinnin sovellus. Käytettävissä olevien panos- ja tuotosmuuttujien perusteella analyysi identifioi ensinnäkin eräänlaisen verhoikäyrämenettelyn avulla tehokkaasti toimivat yliopistot, joiden tehokkuusluku on yksi. Nämä yliopistot muodostavat niin sanotun tehokkuusrintaman. Muille yliopistoille saadaan määritettyä niiden tehottomuuden astetta kuvaavat, ykköistä suuremmat tehottomuusluvut sen perusteella,

---

<sup>1</sup> Ks. esim. De Witte & López-Torres, 2017; Johnes & Portela & Thanassoulis, 2017.

kuinka kaukana ne ovat tehokkuusrintamasta. Tulosten avulla saadaan selville, kuinka paljon suuremman tuotoksen tehottomat yliopistot voisivat tuottaa, jos ne toimisivat itsensä kanssa vertailukelpoisten tehokkaiden yliopistojen tapaan. Kuten aina vertailuasetelmissa, myös tällä menetelmällä saadut tulokset ovat suhteellisia ja riippuvat käytetystä aineistosta.

Panoksina tarkastuksessa käytettiin alemman ja ylemmän korkeakoulututkinnon suorittaneiden, tohtorin tutkintoa suorittavien, opetus- ja tutkimushenkilökunnan ja muun henkilökunnan määrää sekä tilojen kokonaispinta-alaa. Tuotoksina olivat ECTS-pisteiden määrä kustannuskertoimella korjattuna sekä tohtorin tutkinnon suorittaneiden, tieteellisten julkaisujen sekä usein viitattujen julkaisujen määrä.

# Sisällys

<b>Yhteenveto .....</b>	<b>2</b>
<b>Johdanto .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Tehokkuuden ja tuottavuuden mittauksen menetelmät .....</b>	<b>6</b>
1.1 DEA-menetelmä .....	6
1.2 Bootstrapping tulosten luotettavuuden parantamiseksi .....	8
1.3 Tuottavuuden mittaaminen Malmquist-indeksillä .....	8
<b>2 Aineisto ja muuttujien kuvaus .....</b>	<b>9</b>
2.1 Aineiston rajaukset .....	9
2.2 Panos- ja tuotosmuuttujat .....	10
<b>3 Yliopistojen tehokkuudessa on eroja maittain .....</b>	<b>14</b>
<b>4 Yliopistojen tuottavuus on parantunut .....</b>	<b>17</b>
<b>Liitteet .....</b>	<b>19</b>
<b>Viitteet .....</b>	<b>22</b>

# Johdanto

Korkeakoulutuksen ja tutkimuksen osuus bruttokansantuotteesta oli Pohjoismaissa vuonna 2015 maasta riippuen 1,3–1,8 prosenttia. Opiskelijoita Pohjoismaisissa korkeakouluissa (yliopistoissa ja ammattikorkeakouluissa) oli 167 oppilaitoksessa lähes 1,3 miljoona. Henkilöstöä niissä työskenteli täysiaikaisesti lähes 170 000, joista noin 99 000 oli opetus- ja tutkimushenkilökuntaa. Korkeakoulutukseen panostetaan siis varsin mittavasti kaikissa Pohjoismaissa.

Korkeakoulujen toiminnasta kerätään varsin paljon erilaista tilastotietoa kaikissa Pohjoismaissa. Tätä tietoa ei kuitenkaan toistaiseksi ole käytetty sen selvittämiseen, miten ja kuinka tehokkaasti ne käyttävät resurssejaan erilaisten suoritteiden aikaansaamiseen koulutuksessa ja tutkimuksessa, vaikka tehokkuus- ja tuottavuusvaatimukset ovat kasvaneet kaikissa Pohjoismaissa.

Ruotsin tarkastusvirasto tarkasti ruotsalaisten yliopistojen tehokkuutta ja tuottavuutta vuonna 2011.<sup>2</sup> Tuon tarkastuksen suosituksena oli, että tehokkuuden ja tuottavuuden kehitystä tulisi seurata systemaattisesti eri näkökulmista. Kattavamman vertailuasetelman luomiseksi Ruotsin tarkastusvirasto laajensi vuoden 2011 tarkastelua kaikkiin Pohjoismaihin. Vuoden 2019 Pohjoismaisten yliopistojen tehokkuutta ja tuottavuutta arvioineessa tarkastuksessa oli mahdollista saada tietoa toisaalta tehokkuuseroista ja tuottavuudesta ruotsalaisten yliopistojen kesken ja toisaalta suhteessa muiden Pohjoismaiden yliopistoihin vuosina 2011–2016. Vaikka eri Pohjoismaiden korkeakoulujärjestelmät poikkeavatkin hieman toisistaan, ovat maat kuitenkin yhteiskuntajärjestykseltään hyvin samankaltaisia. Sen vuoksi vertailuasetelma näiden maiden välillä on perusteltu ja tuottaa hyödyllistä tietoa toiminnan kehittämisen tueksi.

Suomen Valtiotalouden tarkastusvirasto ei tehnyt tästä aiheesta omaa tarkastusta, vaan osallistui Ruotsin tarkastusviraston tekemään tarkastukseen toimittamalla suomalaisia yliopistoja ja ammattikorkeakouluja koskevaa tilastotietoa siltä osin kuin sitä ei ole ollut saatavilla kansainvälisestä European Tertiary Education Register<sup>3</sup>’stä eli ETER-tietokannasta<sup>3</sup>. Valtiotalouden tarkastusvirasto osallistui myös Ruotsin tarkastusviraston järjestämiin asiantuntijaryhmätapaamisiin. Ruotsin tarkastusviraston tarkastus tarjoaa tietoa myös suomalaisten yliopistojen tehokkuudesta ja tuottavuudesta suhteessa muiden Pohjoismaiden yliopistoihin. Suomen osalta tarkastuksen analyysit koskivat vain yliopistoja, koska ammattikorkeakoulujen tutkimusjulkaisujen määrä ei täyttänyt analyysin minimivaatimusta.

Tämä muistio on tehty Ruotsin tarkastusviraston tarkastuskertomuksen pohjalta. Muistiossa esitellään lyhyesti pohjoismaisten korkeakoulujen tehokkuuseroja ja tuottavuutta koskevat tulokset. Näiden lisäksi Ruotsin tarkastusviraston tarkastuksessa tarkasteltiin ruotsalaisten yliopistojen tehokkuuseroihin yhteydessä olevia tekijöitä sekä opintojen kulkua kahdessa erillisessä koulutuksessa. Näiden analyysien tuloksia ei käsitellä tässä muistiossa. Tarkastuksen tavoitteena oli tutkia ruotsalaisten yliopistojen teknistä tehokkuutta ja tuottavuuden muutoksia suhteessa muihin pohjoismaisiin yliopistoihin. Tarkastuksen tehokkuuseroja ja tuottavuuskehitystä koskevat tarkastuskysymykset olivat seuraavat:

1. Onko resurssien käyttö tehokasta suhteessa muihin pohjoismaisiin yliopistoihin?
2. Onko yliopistojen tuottavuus kehittynyt positiivisesti tarkastelujaksolla?

Kokonaisuudessa Ruotsin tarkastusviraston julkaisema tarkastuskertomus löytyy osoitteesta <https://www.riksrevisionen.se/om-riksrevisionen/kommunikation-och-media/nyhetsarkiv/2019-06-20-svenska-larosaten-havdar-sig-val-i-en-nordisk-jamforelse.html>.

---

<sup>2</sup> Riksrevisionen, 2011.

<sup>3</sup> <https://www.eter-project.com/#/home>.

# 1 Tehokkuuden ja tuottavuuden mittauksen menetelmät

Tarkastuksessa yliopistojen tehokkuutta arvioitiin DEA-menetelmällä (Data Envelopment Analysis). Tuottavuuden muutoksien arviointiin käytettiin Malmquist-indeksiä. Seuraavassa esitellään lyhyesti molempia menetelmiä.

## 1.1 DEA-menetelmä

Lineaariseen optimointiin perustuvan DEA-menetelmän käyttö on viimeisten vuosikymmenten aikana yleistynyt julkisten palvelujen tehokkuuden arvioinnissa. DEA-menetelmän etu vaihtoehtoisiin tilastollisiin menetelmiin nähden on sen joustavuus: Menetelmän avulla yksiköitä on mahdollista arvioida, vaikka tiedossa ei olisi panos- ja tuotoshintoja. Menetelmä toimii myös tilanteessa, jossa yksiköt käyttävät samanaikaisesti useita panoksia ja tuottavat useita tuotoksia. Lisäksi useiden tuotosten välille ei välttämättä tarvitse määrittää niiden suhteellisen tärkeyden osoittavaa painokerrointa, vaan laskentamalli tuottaa kullekin yksikölle automaattisesti sille edullisimmat painot. Myöskään oletusta panosten ja tuotosten välillä vallitsevasta tuotantoteknologiasta ei tarvitse tehdä. Riittää, että panosten ja tuotosten välillä vallitsee riippuvuussuhde.

Yliopistojen tehokkuutta arvioitiin DEA-menetelmällä juuri sen joustavuuden vuoksi. Vertailussa haluttiin ottaa huomioon molemmat yliopistojen perustehtävät – tutkimus ja opetus – minkä vuoksi niillä oli useita tuotoksia.

DEA-menetelmä on lineaarisen optimoinnin sovellus, jossa tavoitteena on maksimoida yksikön tehokkuus vertailuryhmän sisällä. Menetelmä muodostaa verrattavista yksiköistä lineaarikombinaationa niin sanotun tehokkuusrintaman. Kaikkien vertailtavien yksiköiden tulee sijaita joko tällä rintamalla tai sen sisäpuolella. Tehokkuusrintamalla sijaitsevat yksiköt saavat tehokkuusluvukseen ykkösen, ja muiden yksiköiden tehokkuusluku määräytyy niiden suhteellisesta etäisyydestä tehokkuusrintamaan nähden. Koska kyse on vertailusta tietyllä aineistolla, on DEA-menetelmällä saadut tulokset suhteellisia.

Tässä tarkastuksessa laskelmissa on käytetty DEA-menetelmän vakioskaalatuotoista mallia, jonka mukaan yliopistojen tuotosten pitäisi voida kasvaa (tai laskea) samassa suhteessa tuotannossa käytettyjen panosten kanssa. Toisin sanoen, jos tehokkaan yksikön resurssit puolitetaan, se voi tuottaa korkeintaan puolet aikaisemmasta tuotannosta. Vastavasti jos resurssit kaksinkertaistetaan, yksikön pitäisi pystyä tuottamaan kaksinkertainen tuotos. Käytännössä yksikkökooko voi joko lisätä tai vähentää tehokkuutta. Ongelmana on, ettei tätä tuotannon mittakaavasta aiheutuvaa tehokkuutta pystytä erottamaan yksikköjen muista tekijöistä pelkkien panos- ja tuotoshavaintojen perusteella. Kuitenkin, jos vakioskaalatuottojen oletuksen perusteella tehokkaiksi yksiköiksi tulee erikokoisia yksiköitä, sitä voidaan pitää riittävän hyvänä kuvauksena tuotantomahdollisuuksista.

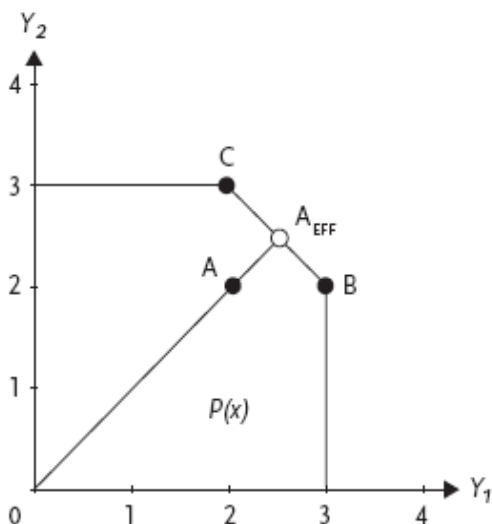
DEA-menetelmällä on mahdollista tarkastella yliopistojen tehokkuutta joko olettamalla, että ne minimoivat panosten käyttöä annetuilla tuotoksilla tai vaihtoehtoisesti maksimoivat tuotoksen määrää annetuilla panoksilla. Oletettaessa vakioskaalatuotot tällä oletuksella ei ole merkitystä, sillä molemmat oletukset tuottavat periaatteessa saman tuloksen koska tehokkuusluvut ovat toistensa käänteislukuja.

Seuraavassa havainnollistetaan DEA-menetelmää yksinkertaistetun esimerkin avulla. Esimerkissä tuotetaan kahta tuotosta  $y_1$  ja  $y_2$  käyttämällä yhtä panosta  $x$ . Taulukossa 2 on esitetty kolmen kuvitteellisen yliopiston A, B ja C panokset ja tuotokset. Kaikki esimerkin yliopistot käyttävät saman määrän (4 yksikköä) panoksia, mutta kahden tuotoksen määrä vaihtelee yliopistoittain. Taulukosta nähdään, että yliopisto A tuotosten määrä on pienempi kuin yliopistojen B ja C.

Taulukko 1: Esimerkki DEA-menetelmästä kun käytetään yhtä panosta kahden tuotoksen tuottamiseen.

Yliopisto	Panos ( $x$ )	Tuotos 1 ( $y_1$ )	Tuotos 2 ( $y_2$ )
A	4	2	2
B	4	3	2
C	4	2	3

Taulukon tilannetta on havainnollistettu kuviossa 2. Siinä X- ja Y-akseleilla on kuvattu tuotosten  $y_1$  ja  $y_2$  määrä annetuilla panoksilla yliopistoissa A, B ja C. Pisteet A, B ja C kuvaavat taulukon 2 yliopistojen tuotosten määrää. Suurin mahdollinen tuotoksen määrä on kolme yksikköä tuotosta  $y_1$  ja kolme yksikköä tuotosta  $y_2$ . Tätä kuvaa horisontaalinen viiva 3 yksiköstä tuotosta  $y_2$  pisteeseen C samoin kuin 3 tuotosta pisteestä  $y_1$  pisteeseen B. DEA-menetelmässä oletetaan, että jos on mahdollista tuottaa sekä määrä B että C, on myös mahdollista tuottaa määrä, joka on pisteiden B ja C välissä. Tätä kuvaa viiva pisteiden B ja C välissä. Nämä kolme lineaarista viivaa ( $3 y_1 - B - C - 3 y_2$ ) kuvaavat niin sanottua tuotantomahdollisuuksien käyrää eli sitä tuotoksen määrää, joka on mahdollista kyseisillä panoksilla tuottaa kyseisessä havaintoaineistossa. Vaihtoehtoisesti tämä käyrän voidaan sanoa kuvaavan niin sanottuja parhaita käytänteitä (best practices).



Kuvio 1: DEA-menetelmän kuvaus oletettaessa, että yliopistot maksimoivat tuotoksen määrää.

Tuotantomahdollisuuksien käyrä tai vaihtoehtoisesti tehokkuusrintama kuvaa siis tuotosten ja panosten välistä suhdetta kaikkein tehokkaimmilla yliopistoilla. Menetelmässä oletetaan, että rintamalla olevien yliopistojen ei ole mahdollista lisätä tuotosten määrää lisäämättä myös panosten määrää, mistä johtuen nämä yksiköt ovat kaikkein tehokkaimpia. Kaikki tuotosten  $y_1$  ja  $y_2$  kombinaatiot, jotka ovat tuotantomahdollisuuksien käyrän sisäpuolella, on myös mahdollista tuottaa annetuilla panoksilla. Kaikki nämä kombinaatiot sijaitsevat kuviossa 2 tuotantomahdollisuuksien alueella  $P(x)$ . Yliopisto A sijaitsee sen sijaan tuotantomahdollisuuksien käyrän sisäpuolella ja on sen vuoksi tehottomampi kuin yliopistot B ja C. Tehottomuuden mitta yliopistolle A saadaan suhteuttamalla tuotantomahdollisuuksien käyrän osoittama potentiaalinen tuotoksen määrä  $A_{EFF}$  yksikön toteutuneeseen tuotoksen määrään A eli origosta (O) piirrettyjen suorien  $OA_{EFF}$  ja  $OA$  välisenä suhteena, joka ilmaisee prosentuaalisesti potentiaalisen tuotoksen lisäyksen. Mitta toisin sanoen ilmaisee prosentuaalisesti sen, kuinka paljon enemmän yksikkö A olisi panoksillaan voinut tuottaa tuotoksia  $y_1$  ja  $y_2$ .

## 1.2 Bootstrapping tulosten luotettavuuden parantamiseksi

DEA-menetelmä on deterministinen menetelmä, jossa tehokkuusrintama määritetään tarkasteltavasta aineistosta. On kuitenkin mahdollista, että tehokkuusrintaman sijainti poikkeaa aineistolla määritetystä tehokkuusrintamasta. Menetelmä voi toisin sanoen ali- tai yliarvioida tehottomuuden. Tämän ongelman ratkaisemiseksi on kehitetty bootstrappingiin perustuva menetelmä, jota myös tässä tarkastuksessa on käytetty.<sup>4</sup> Menetelmässä aineistosta valitaan kerralla satunnaisesti tietty määrä yksiköitä, joille lasketaan tehokkuusluvut. Otanta ja tehokkuusluvun laskenta otokselle toistettiin tarkastuksessa 2 000 kertaa. Näin saatiin muodostettua tehokkuusrintama, joka on tarkempi kuin yhden laskennan perusteella muodostettu tehokkuusrintama. Menetelmän etuna on myös se, että sen avulla on mahdollista laskea jokaisen yksikön tehokkuusluvulle luottamusväliä ja käyttää tilastollista päättelyä sen selvittämiseksi, eroaako yksikön tehokkuusluku tilastollisesti merkitsevästi nolasta.<sup>5</sup>

## 1.3 Tuottavuuden mittaaminen Malmquist-indeksillä

Edellä kuvattiin sitä, miten arvioidaan tuotantoyksiköiden resurssien käytön tehokkuutta ja tehokkuuseroja tietyllä ajanjaksolla, esimerkiksi yhden vuoden aikana. Liitteessä 1 määritellään tarkemmin, miten tehokkuusluvut lasketaan. Tarkasteltaessa tuotannon muutoksia yli ajan käytetään kokonaistuottavuuden käsitettä. Sen avulla voidaan tarkastella sekä tuotantoteknologian että tehokkuuden muutosta. Tässä tarkastuksessa tuottavuudella tarkoitetaan näin määriteltyä kokonaistuottavuutta.

Tavallisia tuottavuuden mittoja ovat esimerkiksi työvoiman tuottavuus ja pääoman tuottavuus, jotka mittaavat käytännössä tuotannon muutosta työntekijää tai pääomayksikköä kohti. Näiden osittaismittojen ongelma on, etteivät ne ota huomioon muutoksia, jotka tapahtuvat samanaikaisesti sekä panoksissa että tuotoksissa. Esimerkiksi teknisten apuvälineiden käyttöönoton seurauksena voi olla mahdollista vähentää henkilöstön ja kasvattaa tuotoksen määrää. Siksi olisi parempi käyttää sellaista tuottavuuden mittausta, joka ottaa nämä molemmat muutokset huomioon. Yksi tällainen mitta on Malmquist-tuottavuusindeksi, joka kehitettiin 1980-luvun lopussa ja jonka avulla on mahdollista ottaa huomioon useita panoksia ja tuotoksia samanaikaisesti. Malmquist-indeksi voidaan myös jakaa tekijään, joka kuvaa tehokkuuden muutoksen aiheuttamaa kasvanutta tai pienentynyttä tuotantoa, ja tekijään, joka kuvaa tuotantoteknologian muutosta, esimerkiksi tietoteknisen kehityksen johdosta. Yliopistojen tuottavuutta tässä tarkastuksessa mitattiin Malmquist-indeksillä. Indeksien laskentaa kuvataan tarkemmin liitteessä 2.

---

<sup>4</sup> Bootstrappingin ohella voidaan käyttää myös muita otantaan takaisinpanolla perustuvia menetelmiä kuten jackknife (ks. esim. Efron, 1979).

<sup>5</sup> Katso esim. Simar & Wilson (1998, 1999, 2000, 2008).



## 2 Aineisto ja muuttujien kuvaus

Ruotsin tarkastusvirasto teki tarkastuksen aikana yhteistyötä kaikkien Pohjoismaisten tarkastusvirastojen eli Tanskan, Suomen, Norjan, Islannin ja Färsearten tarkastusvirastojen kanssa. Virkamiehet näissä virastoissa avustivat joiltakin osin tietojen keräämisessä ja tarkistivat aineistojen laadun oman maansa osalta. Tehokkuus- ja tuottavuustarkasteluissa käytettävä aineisto kerättiin useista eri lähteistä. Näitä olivat eri maiden tilastoviranomaiset, Euroopan korkeakoulutietokanta (European Tertiary Education Register, yliopistojen ja korkeakoulujen suoraan toimittamat tiedot ja Ruotsin tieteellinen neuvosto (Vetenskapsrådet). Ruotsia koskevia tietoja kerättiin myös Ruotsin yliopistojen arviointineuvostolta (Universitetskanslersambetet, UKÄ), oppilaitosten vuosikertomuksista ja Ruotsin valtiontyöntäjiltä (Arbetsgivarverket). Suomen yliopistoja ja ammattikorkeakouluja koskevat tiedot poimittiin tilastotietokanta Vipusesta, siltä osin kuin niitä ei ollut saatavilla ETER-tietokannasta.

### 2.1 Aineiston rajaukset

Pohjoismaissa toimi kaikkiaan noin 160 yliopistoa vuosina 2011–2016. Tässä vertailussa niistä oli mukana 68, joista 13 oli suomalaisia yliopistoja. Ruotsista yliopistoja ja korkeakouluja oli 27, Norjasta 16, Tanskasta 8 ja Islannista 3. Lisäksi mukana oli Fär yksi yliopisto Färsearilta. Aineistoon sisältyvät korkeakoulut on listattu Ruotsin tarkastusviraston tarkastuskertomuksen taulukossa 2 sivuilla 22–23.<sup>6</sup> Suomesta mukana olivat Aalto-yliopisto, Helsingin, Itä-Suomen, Jyväskylän, Lapin, Oulun, Tampereen, Turun ja Vaasan yliopistot, Svenska handelshögskolan, Tampereen ja Lappeenrannan teknilliset yliopistot sekä Åbo Akademi.

Vaikka pohjoismaiset yliopistot muistuttavat hyvin paljon toisiaan, on niissä kuitenkin eroja, jotka vaikeuttavat keskinäistä vertailua. Esimerkiksi Ruotsi ja Islanti eroavat muista Pohjoismaista siinä, että niiden korkeakoulujärjestelmä on yhtenäinen eikä jakaudu tutkimussuuntautuneisiin ja ammatillisesti suuntautuneisiin oppilaitoksiin, kuten Suomessa ja Tanskassa. Nämä erot järjestelmissä vaikuttivat joidenkin muiden tekijöiden lisäksi siihen, mitä yliopistoja valikoitui lopulliseen analysoitavaan aineistoon.

Koska tarkastuksen tavoitteena oli arvioida yliopistojen tehokkuutta ja tuottavuutta sekä opetuksen että tutkimuksen näkökulmasta, tarkasteluun otettiin mukaan ainoastaan yliopistoja, joissa oli tietty määrä tutkimustoimintaa tieteellisten julkaisujen määrällä mitattuna. Minimivaatimukseksi määriteltiin, että yliopistolla oli vähintään 10 tieteellistä artikkelia vuosittain. Vaatimuksesta tehtiin poikkeus Färsearten yliopiston suhteen. Vaatimuksen johdosta aineistosta jäivät pois ammattikorkeakoulut Suomesta ja Tanskasta. Lisäksi taideaineisiin keskittyneet yliopistot, urheilukorkeakoulut sekä maanpuolustukseen ja poliisien kouluttamiseen keskittyneet korkeakoulut eivät sisällyneet aineistoon. Kauppakorkeakoulut ovat mukana kaikista maista lukuun ottamatta Tukholman kauppakorkeakoulua, jonka tilastotiedot olivat puutteelliset.

Tehokkuuden mittauksessa käytetty DEA-menetelmä on herkkä poikkeaville havainnoille. Poikkeavien havaintojen tunnistamiseen ei ole olemassa mitään tarkkaa menetelmää, vaan tarjolla on useita vaihtoehtoisia menetelmiä. DEA-menetelmää käytettäessä on tärkeää tunnistaa sellaiset äärihavainnot, jotka ovat tehokkuusrintamalla. Tässä tarkastuksessa käytettiin menetelmää, jota on testattu käytännön sovelluksissa ja joka toimii tutkimustulosten perusteella hyvin.<sup>7</sup> Tässä menetelmässä identifioidaan niin sanotut supertehokkaat yksiköt, jotka siis ovat muodostamassa tuotantorintamaa mutta poikkeavat selvästi muista havainnoista.<sup>8,9</sup>

<sup>6</sup> Riksrevisionen, 2019.

<sup>7</sup> Banker & Chang (2006) ja Banker ym. (2017).

<sup>8</sup> Banker & Gifford, 2008.

<sup>9</sup> Yksiköt, joiden supertehokkuusluku on alle 0,75, ovat supertehokkaita yksiköitä. Tällaista yksikköä tulisi tarkastella lähemmin sen selvittämiseksi, onko kyse selvästi poikkeavasta havainnosta. Kyseistä 0,75 rajaa ovat käyttäneet mm. Agrell & Niknazar (2014) ja Edvardsen ja muut (2017).

Tässä tarkastuksessa laskettiin kaikille yksiköille supertehokkuusluku ja sen perusteella aineistosta poistettiin 6–7 oppilaitosta vuodesta riippuen. Näistä oppilaitoksista löytyy tarkempi kuvaus luvussa 4. Kyseiset oppilaitokset ovat siis tehokkaita, ja ne eivät ole mukana lopullisessa aineistossa sen vuoksi, että niiden toiminta poikkesi selvästi muista oppilaitoksista.

## 2.2 Panos- ja tuotosmuuttujat

Tarkastuksessa oli tavoitteena arvioida sekä opetuksen että tutkimuksen tehokkuutta, joten tehokkuusanalyysin panokset ja tuotokset valittiin siten, että ne mittaavat näitä molempia toimintoja. Panosten ja tuotosten valinnassa testattiin myös useita erilaisia vaihtoehtoisia malleja.

### Panosmuuttujat

Tässä tarkastuksessa raportoidussa mallissa yliopistojen tehokkuutta arvioitiin käyttämällä viittä panosmuuttujaa, jotka olivat

- opetus- ja tutkimushenkilökunnan määrä henkilötötyvuosina (Full-time equivalents)
- muun henkilökunnan määrä henkilötötyvuosina
- alemmaa ja ylempää korkeakoulututkintoa suorittavien opiskelijoiden määrä korjattuna opiskelijoiden taustalla
- tohtorin tutkintoa suorittavien opiskelijoiden määrä
- tilojen kokonaispinta-ala (m<sup>2</sup>).

Tarkastuksen kuluessa havaittiin, että maiden välillä oli eroja siinä, miten opetus- ja tutkimushenkilökuntaan ja muuhun henkilökuntaan kuuluvat yliopistojen työntekijät määriteltiin. Jotta nämä erot eivät vaikuttaisi tehokkuuteen, käytettiin tarkastuksessa jakoa *opetus- ja tutkimushenkilökuntaan* ja *muuhun henkilökuntaan*. Jotta tohtorin tutkintoa suorittavien opiskelijoiden määrää ei laskettaisi panoksena kahteen kertaan, niiden määrä ei ole mukana opetus- ja tutkimushenkilökunnassa. Suomen osalta tämä tarkoittaa sitä, että yliopistojen luvuissa ei ole mukana ensimmäisen portaan henkilöstöä eli tutkijakoulutettavia ja nuorempia tutkijoita, joista suurin osa on tohtorin tutkintoa suorittavia. Vuosien 2011–2015 tiedot on saatu ETER-tietokannasta ja vuoden 2016 tiedot jokainen maa toimitti erikseen. Suomea koskevat tiedot vuodelta 2016 on poimittu Vipusesta.

Tiedot *alempaa ja ylempää korkeakoulututkintoa suorittavien opiskelijoiden määrästä* on saatu ETER-tietokannasta vuosille 2011–2015. Koska opiskelijoiden taustat ja aikaisempi opintomenestys vaihtelevat yliopistoittain, on tämä pyritty ottamaan huomioon korjaamalla opiskelijoiden määrää aiemmalla koulumenestyksellä mitattuna maasta riippuen joko toisen asteen tutkintotodistuksen keskiarvolla, ylioppilaskoemenestyksellä tai sisäänpääsy-pistemäärällä. Jokaisen maan tiedot standardoitiin erikseen jakamalla maan opiskelijoiden tulokset kyseisen maan kyseisen vuoden korkeimmalla arvosanalla. Suomen osalta käytettiin ensimmäisen vuoden opiskelijoiden ylioppilaskirjoitusten kaikkien aineiden arvosanojen keskiarvoa. Nämä tiedot kerättiin yhteisvalintarekisteristä. Koska tietoja oli saatavilla ainoastaan vuosilta 2015–2016, Suomen tietoja korjattiin kaikilta vuosilta näiden kahden vuoden keskiarvotiedoilla.

Tilakustannukset ovat yksi yliopistojen suurimmista menoeristä. Niiden käyttö tässä tarkastuksessa ei kuitenkaan ollut mahdollista siksi, että vertailukelpoista tietoa ei kaikista vertailumaista ollut saatavilla. Sen vuoksi vaihtoehtoisena pääomakustannusten mittana käytettiin yliopistojen käytössä olevien tilojen kokonaispinta-alaa. Aiemman Ruotsin tarkastusviraston tekemän vastaaventyyppisen tarkastuksen perusteella tilojen kokonaispinta-ala oli varsin hyvä approksimaatio tilakustannuksille.<sup>10</sup> Tiedot yliopistojen tilojen kokonaispinta-aloista saatiin näitä tietoja ylläpitäviltä viranomaisilta kustakin Pohjoismaasta. Suomen yliopistoja koskevat tiedot saatiin opetus- ja kulttuuriministeriöstä.

---

<sup>10</sup> Riksrevisonen, 2011.

## Tuotosmuuttajat

Tuotosmuuttujina lopullisessa tehokkuutta ja tuottavuutta arvioineessa mallissa olivat seuraavat:

- alempaa ja ylempää korkeakoulututkintoa suorittavien opiskelijoiden suorittamien ECTS-opintopisteiden määrä korjattuna koulutusalojen kustannuseroilla<sup>11</sup>
- tohtorin tutkintojen määrä, liukuva keskiarvo<sup>12</sup>
- tieteellisten julkaisujen määrä tieteellisissä aikakauskirjoissa, liukuva keskiarvo
- paljon viitattujen tieteellisten julkaisujen määrä tieteellisissä aikakauskirjoissa, liukuva keskiarvo.

Edellä luetellut tuotosmuuttajat mittaavat suurinta osaa yliopistojen tuotoksista. Suoritettujen opintopisteiden ja tohtorin tutkintojen määrää käytetään mittaamaan epäsuorasti perus- ja jatkotutkintojen sekä tutkijakoulutuksen läpimenoa. Opintopisteissä on mukana ainoastaan tutkintoon johtavan koulutuksen opintopisteet. Tohtorintutkintojen määrässä ei ole mukana lisensiaatintutkintoja, koska niitä ei ole mahdollista suorittaa Tanskassa, Norjassa, Islannissa eikä Färsaarilla. Koska tohtorintutkintojen määrä saattaa vaihdella vuosittain paljonkin, käytetään liukuvaa keskiarvoa, mikä vaikuttaa erityisesti opiskelija- ja henkilöstömäärältään pienten yliopistojen tuloksiin. Sama koskee kahta julkaisujen määrää mittaavaa tuotosmuuttujaa. Julkaisujen ilmestymisvuodella saattaa olla suuri vaikutus erityisesti pienten yliopistojen tuotosten määrään, joten liukuvan keskiarvon avulla tasoitetaan tätä vuosittaista vaihtelua.

Molemmat tieteellisten julkaisujen määrää mittaavat muuttajat on kerännyt Vetenskapsrådet Ruotsin tarkastusviraston toimeksiannosta. Ne perustuvat Web of Science -tietokannassa esitettyihin tieteellisiin julkaisuihin.<sup>13</sup> Paljon siteeratuilla tieteellisillä julkaisuilla tarkoitetaan julkaisuja, jotka ovat tietokannassa eniten viitatus kymmenen prosentin joukossa.<sup>14</sup> Tämän muuttujan avulla pyritään ottamaan huomioon tutkimuksen laadun vaihtelut yliopistoissa ja korkeakouluissa. Tieteellisille julkaisuille vaihtoehtoisena muuttujana testattiin myös alanormeerattujen viittausten määrää. Tämän muuttujan avulla on mahdollista kontrolloida eroja kirjoittajakäytännöissä eri tieteenalojen välillä. Lisäksi kyseinen muuttuja ottaa huomioon sen, että tietokannassa olevien julkaisujen kattavuus saattaa vaihdella tieteenaloittain. Esimerkiksi tietokannan kattavuus humanistilla aloilla on alhaisempi. Tämä saattaa vaikuttaa niiden yliopistojen tuloksiin, joissa humanististen alojen osuus on suuri. Tuloksia, joissa on käytetty alanormeerattujen julkaisujen määrää toisena tieteellisen toiminnan mittarina, kommentoidaan tämän muistion luvussa 3.

## Kuvailutietoa pohjoismaisista yliopistoista

Yliopistojen keskimääräinen koko vaihteli varsin paljon maittain (ks. taulukko 2). Alemman ja ylemmän korkeakoulututkintoa suorittavien määrällä mitattuna yliopistot olivat keskimäärin suurimpia Tanskassa. Suomalaiset yliopistot olivat tällä mittarilla kooltaan pienimmästä päästä. Niissä opiskeli keskimäärin vajaat 11 000 alemman ja ylemmän korkeakoulututkinnon suorittajaa. Tohtorintutkinnon suorittajia suomalaisissa yliopistoissa oli keskimäärin eniten. Myös täysipäiväisen (full-time equivalent) opetus- ja tutkimushenkilöstön määrällä mitattuna suomalaiset yliopistot olivat Tanskan, Ruotsin ja Norjan yliopistoja pienempiä.

<sup>11</sup> Tarkastuksessa käytettiin Tanskan yliopistojen ja korkeakoulujen rahoitusjärjestelmässä käytettyjä painokertoimia sen vuoksi, että ne sopivat parhaiten ETER-tietokannan koulutusaluokitukseseen. Korjauksen avulla otetaan huomioon se, että joillakin koulutusaloilla kustannusrakenne on korkeampi opintojen laajuuden, ryhmäkokojen tai opetuksessa tarvittavien opetusvälineiden ja laitteiden vuoksi.

<sup>12</sup> Lisensiaatintutkinnot eivät ole mukana tässä muuttujassa sen vuoksi, ettei niitä ole mahdollista suorittaa Tanskassa, Norjassa, Islannissa ja Färsaarilla. Erillisissä analyyseissa testattiin myös sitä, että lisensiaatintutkinnot olivat mukana tuotosmuuttujassa siten, että ne olivat puolet tohtorin tutkinnosta.

<sup>13</sup> Julkaisujen määrä on yhteisjulkaisujen osalta ositettu eri yliopistoille kirjoittajien osoitteen tai nimen perusteella, jotta niitä ei laskettaisi useaan kertaan. Julkaisujen määrään on laskettu artikkelit (*article*) ja katsausartikkelit (*review*). Tarkempi selostus bibliometrinen menetelmä löytyy julkaisusta Nordforsk (2017).

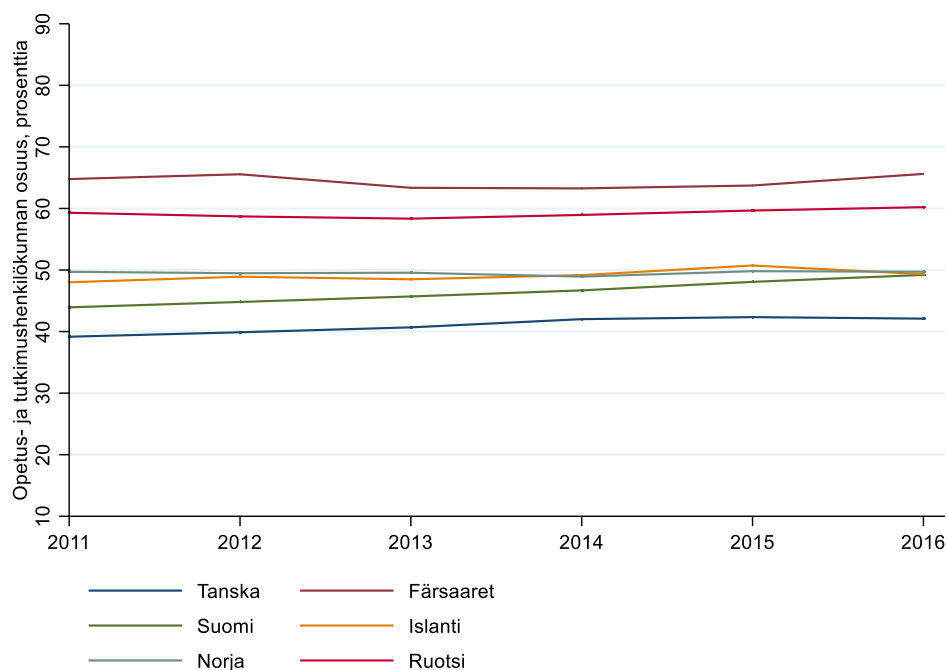
<sup>14</sup> Viittausten määrä lasketaan kolmen vuoden ikkunassa, mikä tarkoittaa sitä, että viittaukseksi lasketaan julkaisut, joiden julkaisusta on kulunut kaksi vuotta. Viittaukset, joissa kirjoittaja viittaa omaan julkaisuun, eivät ole mukana laskelmissa.

Täysipäiväistä muuta henkilökuntaa suomalaisissa yliopistoissa oli kuitenkin keskimäärin hieman enemmän kuin Norjassa ja Ruotsissa.

Taulukko 2: Panos- ja tuotosmuuttujien yliopistokohtainen keskiarvo maittain vuosina 2011–2016.

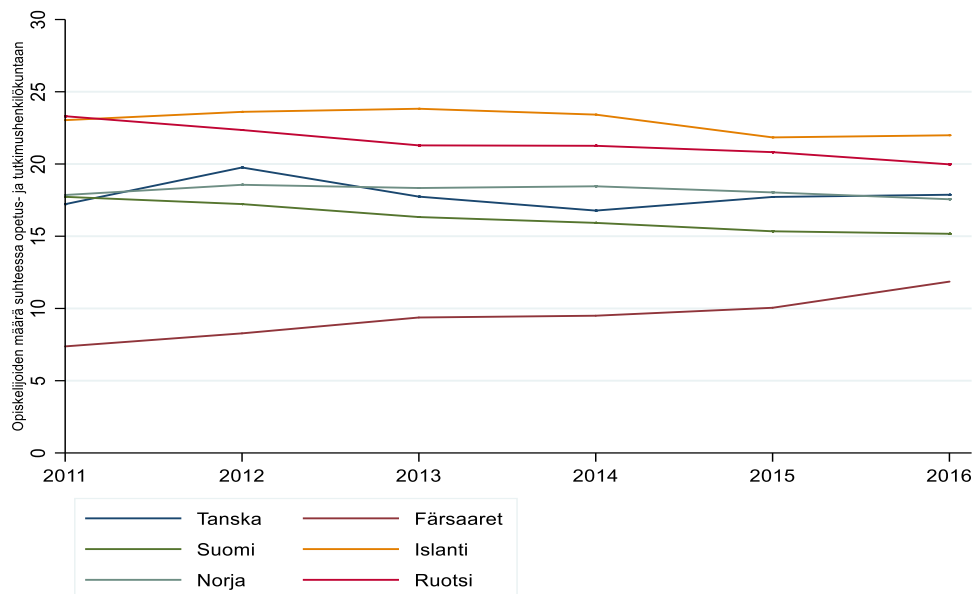
	Tanska	Färsaaret	Suomi	Islanti	Norja	Ruotsi
<b>Panokset</b>						
Alempaa ja ylempää korkeakoulu-tutkintoa suorittavien opiskelijoiden määrä	19 535	778	10 850	5 820	12 322	16 319
Tohtorintutkintoa suorittavien opiskelijoiden määrä	1 186	12	1 508	182	580	779
Opetus- ja tutkimushenkilökunnan määrä (FTE)	1 359	82	816	248	836	1 019
Muun henkilökunnan määrä (FTE)	2 046	45	963	268	799	756
Tilojen yhteispinta-ala (neliöt)	367 310	8 145	160 290	19 389	196 257	157 112
<b>Tuotokset</b>						
Suoritettujen ECTS-pisteiden määrä	754 897	45 515	345 734	267 543	513 451	527 757
Tohtorintutkintojen määrä	246	4	135	21	87	101
Julkaisujen määrä	737	3	373	96	251	409
Paljon viitattujen julkaisujen määrä	116	0,1	42	9	27	52
Yliopistojen ja korkeakoulujen lkm	8	1	13	3	16	27

Opetus- ja tutkimushenkilöstön osuus koko henkilökunnan määrästä oli Suomessa varsin alhainen muihin Pohjoismaihin verrattuna. Osuus kasvoi noin 45 prosentista 50 prosenttiin vuosina 2011–2016 ja oli vuonna 2016 samalla tasolla Norjan ja Islannin kanssa. Ainoastaan Tanskassa osuus oli Suomea alhaisempi, noin 40 prosenttia.



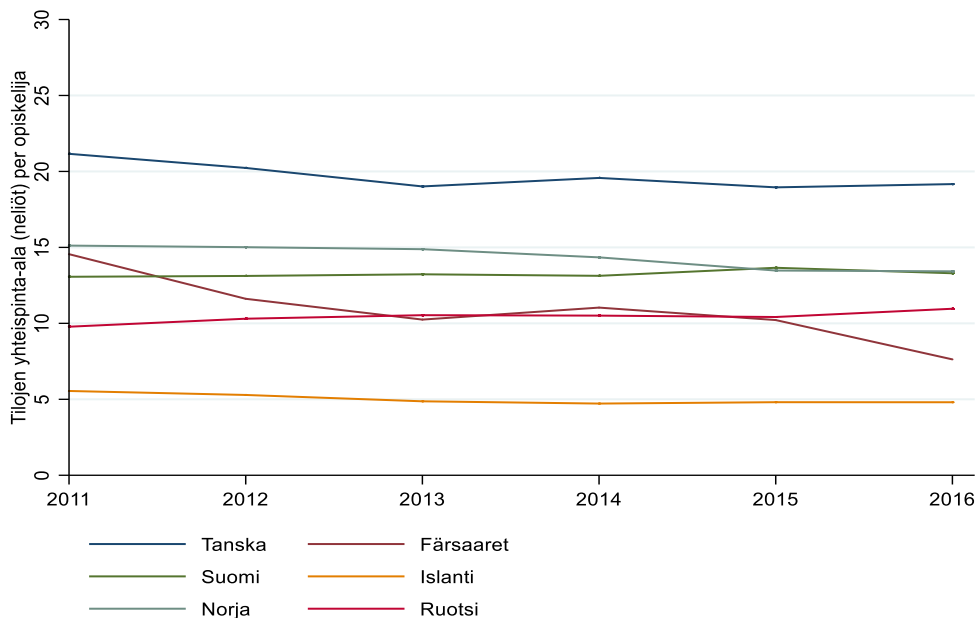
Kuvio 2: Opetus- ja tutkimushenkilökunnan osuus henkilöstöstä maittain vuosina 2011–2016 pohjoismaisissa yliopistoissa. Lähde: ETER-tietokanta, SCB, Vipunen ja osallistujamaiden toimittamat tilastot.

Alemman ja ylemmän korkeakoulututkinnon suorittavien opiskelijoiden määrään suhteutettuna opetus- ja tutkimushenkilöstöä oli suomalaisissa yliopistoissa Färssaarten yliopiston jälkeen eniten Pohjoismaissa, ja prosenttiosuus laski vuoden 2017 noin 17 opiskelijasta noin 15 opiskelijaan vuonna 2016.



Kuvio 3: Opiskelijoiden määrä suhteessa opetus- ja tutkimushenkilökunnan määrään maittain vuosina 2011–2016 pohjoismaisissa yliopistoissa. Lähde: ETER-tietokanta, SCB, Vipunen ja osallistujamaiden toimittamat tilastot.

Tilan käytössä suomalaiset yliopistot olivat keskikastissa Pohjoismaissa. Suomea tehokkaampaa tilan käyttöä oli Ruotsissa, Islannissa ja Färssaarilla, kun tilojen määrä suhteutettiin opiskelijamäärään. Suomessa tilaa oli noin 15 neliometriä opiskelijaa kohti.



Kuvio 4: Tilojen kokonaispinta-ala (m<sup>2</sup>) per opiskelija maittain vuosina 2011–2016 pohjoismaisissa yliopistoissa. Lähteet: ETER-tietokanta, SCB, Vipunen ja osallistujamaiden toimittamat tilastot.

### 3 Yliopistojen tehokkuudessa on eroja maittain

Tehokkuuseroja arvioitiin kahdessa vaiheessa siten, että ensin aineistona oli kaikki yliopistot, jotka täyttivät valituille muuttujille asetetut vaatimukset. Tässä vaiheessa selvitetiin tehokkuuserojen lisäksi sitä, muodostaako tehokkuusrintamaa mahdollisesti yksiköt, joiden toiminta on selvästi muista yliopistoista poikkeavaa. Toisin sanoen jokaiselle yliopistolla laskettiin niin sanottu supertehokkuusluku. Toisessa vaiheessa analyysit tehtiin ilman näitä poikkeavia havaintoja. Seuraavassa kuvataan ensin lyhyesti supertehokkuusluvun perusteella havaittuja poikkeavia yliopistoja ja sen jälkeen esitetään saatuja tehokkuuslukuja ja tuottavuuden muutosta, jotka on laskettu ilman näitä selvästi poikkeavia yliopistoja.

Koska DEA-menetelmä on herkkä poikkeaville havainnoille, on tavanomaista, että ensimmäisessä vaiheessa pyritään selvittämään, onko aineistossa tämänkaltaisia yksiköitä. Jos poikkeavia havaintoja löytyy tarkasteltavasta aineistosta, ne on parempi jättää pois analyysistä, jotta ne eivät vääristäisi tuloksia. Myös tässä tarkastuksessa käytettiin ensimmäisessä vaiheessa DEA-mallia, jonka avulla etsittiin panosten ja tuotosten perusteella muista selvästi poikkeavat yliopistot. Supertehokkuusluvun suuruuden (0,75) perusteella aineistosta poistettiin vuodesta riippuen 6–7 yliopistoa. Ne on esitetty taulukossa X.

Suomalaisia yliopistoja ei poikkeavien yksiköiden joukossa ollut lainkaan. Analyysin perusteella Islannin kolme yliopistoa olivat selvästi poikkeavia kaikkina tarkasteluvuosina, ja Färsaarten yliopiston panos-tuotosrakenne poikkesi selvästi muista vuosina 2011–2014. Näin ollen ne eivät olleet analyysissä mukana kyseisinä vuosina. Näiden yliopistojen lisäksi lopullisesta analyysistä jätettiin supertehokkuusluvun perusteella pois joitakin hyvin erikoistuneita yliopistoja, kuten Karoliininen instituutti, Tanskan teknillinen yliopisto, Kööpenhaminen IT-yliopisto, Sogn og Fjordanen korkeakoulu sekä Kuninkaallinen teknillinen korkeakoulu kaikkina tarkasteluvuosina.

Tulosten luotettavuuden varmistamiseksi tehokkuusluvut laskettiin DEA-menetelmällä käyttämällä bootstrapping-menetelyä. Tuloksia tulkittaessa on syytä pitää mielessä, että kyse on aina suhteellisesta tehokkuudesta siten kuin luvussa 2 kuvattiin. Tästä syystä esimerkiksi keskimääräinen tehottomuus saattaa vaihdella vuodesta toiseen.

Pohjoismaisten yliopistojen keskimääräinen tehottomuus oli 10,1 prosenttia vuosina 2011–2016. Tämä tarkoittaa sitä, että ne olisivat voineet tuottaa keskimäärin 10,1 prosenttia enemmän tuotoksia käyttämällänsä panoksilla. Keskimääräinen tehottomuus vaihteli jonkin verran vuodesta toiseen. Alhaisimmillaan se oli vuosina 2011 ja 2016, jolloin se oli vajaat 8 prosenttia. Korkeimmillaan tehottomuus oli vuonna 2014, jolloin se kasvoi vajaaseen 15 prosenttiin.

Taulukko 3: Yliopistojen keskimääräinen tehostamispotentiaali Pohjoismaissa vuosina 2011–2016 maittain DEA-menetelmän tulosten perusteella.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2011–2016
Ruotsi, %	4,5	5,7	7,4	12,2	7,7	6,2	7,3
Tanska, %	5,3	7,8	9,1	10,6	3,8	2,0	6,4
Norja, %	4,9	7,7	11,4	14,4	11,5	11,6	10,2
Suomi, %	19,1	20,3	19,7	22,6	17,2	6,8	17,6
Islanti, %	-	-	-	-	-	-	-
Färsaaret, %	-	-	-	-	0	0	0
<b>Keskimääräinen tehostamispotentiaali, %</b>	<b>7,8 %</b>	<b>9,5 %</b>	<b>11,2 %</b>	<b>14,8 %</b>	<b>10,0 %</b>	<b>7,1 %</b>	<b>10,1 %</b>
Tehokkaiden yksiköiden lkm	33	27	21	17	23	30	
Yksiköiden lkm	62	61	62	62	62	61	

Tehottomuus vaihteli jonkin verran maittain. Koko tarkastelujaksolla Tanskan ja Ruotsin yliopistojen tehottomuus oli alhaisinta. Koko ajanjaksolla ne olisivat voineet tuottaa keskimäärin 6–7 prosenttia enemmän tuotoksia käyttämällä resursseilla. Suomalaiset yliopistot olivat keskimäärin tehottomimpia. Suomalaisen yliopistojen tuotosten määrä olisi käytetyillä panoksilla voinut olla keskimäärin vajaat 18 prosenttia suurempaa. Huomattavaa on, että vuonna 2016 suomalaiset yliopistot tehostivat selvästi resurssiensa käyttöä tehottomuuden laskiessa vuosien 2011–2014 jopa yli 20 prosentista vajaaseen 7 prosenttiin.

Tehokkuusrintamalla olevien yliopistojen määrä vaihteli vuodesta toiseen varsin paljon. Vuosina 2011 ja 2016 noin puolet yliopistoista oli tehokkuusrintamalla. Sen sijaan vuonna 2014 siellä oli vain vajaa kolmannes.

Ruotsin tarkastusviraston julkaisemassa tarkastusraportissa esitetään vielä yksityiskohtaiset tehokkuusjakaumat jokaiselle vuodelle. Näistä jakaumista käy ilmi yksittäisten yliopistojen tehokkuusluvut sekä tehokkuuslukujen luottamusvälit. Kuten taulukon 3 tuloksista voi olettaa, olivat suomalaiset yliopistot tarkastelujakson alkuvuosina suurimmaksi osaksi tehokkuusjakauman alapäässä. Vuonna 2011 tehokkuusrintamalla oli kolme yliopistoa. Vuonna 2016 lukumäärä oli noussut kuuteen yliopistoon eli lähes puolet suomalaisista yliopistoista ei olisi pystynyt lisäämään tuotosten määrää ilman, että myös panosten määrää olisi nostettu. Yksityiskohtaiset kuviot vuoden 2016 tehokkuusjakaumasta löytyy tarkastusraportin sivulta 34 ja muut vuodet liitteestä 2 sivuilta 68–72.<sup>15</sup>

## Herkkyyshanalyysit

Edellä kuvattujen tulosten herkkyyttä testattiin useilla tavoilla muun muassa käyttämällä kustannuskertoimia, vaihtoehtoisia muuttujia sekä selvittämällä opiskelija-aineksen vaikutusta. Testien mukaan tulokset eivät olleet erityisen herkkiä eli niiden voidaan sanoa kuvavan suhteellisen hyvin tehokkuuseroja ja tuottavuuden muutoksia.

Kuten jo edellä aineistokuvauksen yhteydessä mainittiin, ECTS-pisteiden määrää korjattiin Tanskan käyttämällä kustannuskertoimilla. Tanskan kustannuskertoimien lisäksi tulosten herkkyyttä testattiin käyttämällä Ruotsin kustannuskertoimia ja Suomessa aiemmin käytettyjä kustannuskertoimia. Ruotsalaisten kustannuskertoimien käyttö vaikutti kaikkien maiden tehokkuuslukuihin pienentävästi. Eniten sillä oli vaikutusta Tanskan yliopistojen tehokkuuteen. Suomalaisilla kustannuskertoimilla oli vain pieni vaikutus tuloksiin.

Edellisten lisäksi tehokkuuslaskelmia tehtiin myös siten, ettei ECTS-pisteitä korjattu kustannuskertoimilla. Tämä paransi kaikkien maiden tehokkuuslukuja, ja suurin vaikutus sillä oli Suomen yliopistojen tehokkuuteen. Suomessa on toisin sanoen muihin Pohjoismaihin verrattuna vähemmän kalliiden koulutusalojen koulutusta, kuten lääketieteen ja teknologian koulutusta.

Tulosten herkkyyttä testattiin myös sillä, miten opiskelijoiden aikaisemman koulumenestyksen huomioon ottaminen vaikuttaa tuloksiin. Saatujen tulosten mukaan toisen asteen koulumenestyksen vaikutus oli varsin pieni.

Tilakustannukset vaihtelevat alueittain, minkä vuoksi yliopiston sijainnilla voi olla vaikutusta siihen, miten suurissa tiloissa ne toimivat. Edullisilla alueilla tilat voivat olla suurempia. Tehokkuuslaskelmia tehtiin myös siten, että mallissa ei ollut mukana yliopistojen tilojen kokonaisalaa. Tämä vaikutti eniten suomalaisten yliopistojen tehokkuuteen siten, että ne olivat muiden maiden yliopistoja tehokkaampia tilojen käytössä. Muiden maiden tehokkuuslukuihin pinta-alojen pois jättäminen vaikutti vain marginaalisesti.

Henkilöstön jakautuminen akateemiseen ja muuhun henkilökuntaan vaihteli systemaattisesti eri Pohjoismaiden välillä, kuten edellä kuviossa 3 kävi ilmi. Jos nämä erot johtuvat siitä, miten henkilöstöä luokitellaan näihin ryhmiin, voi sillä olla vaikutusta tehokkuuslukuihin. Sen vuoksi laskelmia tehtiin siten, että opetus- ja tutkimushenkilökunta sekä muu henkilökunta olivat mallissa yhtenä yhteenlaskettuna muuttujana. Tämä vaikutti eniten Suomen tehokkuuslukuihin, jotka olivat vertailumaista heikoimpia.

---

<sup>15</sup> Riksrevisionen, 2019.

Tehokkuuslaskelmia tehtiin myös siten, että tohtorin tutkintojen lisäksi otettiin Suomen ja Ruotsin osalta huomioon myös lisensiaatintutkinnot siten, että ne vastasivat puolta tohtorin tutkinnosta. Tällä oli vain hyvin pieni vaikutus tehokkuuslukuihin.

Tulosten herkkyyttä tieteellisten julkaisujen mittaamistavalle testattiin ensiksi siten, että käytetyt kaksi muuttujaa yhdistettiin. Tällä ei ollut mitään selvää vaikutusta tuloksiin. Toiseksi tehtiin laskelmia, joissa tieteellisten ja paljon viitattujen julkaisujen sijasta käytettiin alanormeerattujen viittausten määrää. Tämä mitta ottaa huomioon eri tieteenalojen väliset erot viittauksissa ja on siten vähemmän herkkä eri tieteenalojen julkaisutraditioiden eroille. Tälläkään muutoksella ei ollut suurta vaikutusta tuloksiin.



## 4 Yliopistojen tuottavuus on parantunut

Tässä luvussa esitetään tuloksia yliopistojen tuottavuuden kehityksestä vuodesta 2011 vuoteen 2016. Arvioinnissa käytetyn Malmquist-indeksin avulla on tuottavuuden muutos mahdollista jakaa tehokkuuden muutoksen ja teknologiseen muutokseen. Tehokkuuden muutoksella tarkoitetaan sitä, että yliopistot ovat muuttaneet sijaintiaan suhteessa tehokkuusrintamaan eli tehokkuusjakauma on joko pienentynyt tai suurentunut. Teknologisella muutoksella tarkoitetaan tehokkuusrintaman siirtymää. Sillä viitataan käytännössä esimerkiksi parantuneeseen tietokonekapasiteettiin, uusiin teknisiin ratkaisuihin, joilla helpotetaan tutkijoiden yhteistyötä, tai muihin digitalisaatioon liittyviin toimenpiteisiin. Tuottavuuden keskimääräiset vuosittaiset muutokset on esitetty maittain taulukossa 4.

Taulukko 4: Keskimääräinen vuosittainen tuottavuuden muutos maittain jaoteltuna tehokkuuden muutokseen ja teknologiseen muutokseen vuosina 2011–2016, Malmquist-indeksi, prosenttia. Lähde: Ruotsin tarkastusviraston laskelmat.

Maa	Tuottavuuden muutos	Tehokkuuden muutos	Teknologinen muutos
Ruotsi	0,3 %	-0,5 %	0,8 %
Tanska	1,9 %	0,7 %	1,3 %
Norja	-0,6 %	-1,7 %	1,1 %
Suomi	1,8 %	0,7 %	1,1 %
<b>Keskimääräinen muutos kaikissa yliopistoissa</b>	<b>0,4 %</b>	<b>-0,4 %</b>	<b>0,9 %</b>

Yliopistojen tuottavuus parani tarkastelujaksolla vuosittain keskimäärin 0,4 prosenttia vuosina 2011–2016. Parantuminen johtui teknologisesta muutoksesta. Sen sijaan tehokkuuden muutos oli keskimäärin -0,4 prosenttia vuosittain. Tehokkuuserot toisin sanoen kasvoivat yliopistojen välillä, ja niiden kyky maksimoida tuotosten määrää annetuilla panoksilla siis heikentyi.

Tuottavuuskehityksessä oli eroja eri Pohjoismaiden välillä. Eniten tuottavuus parani Tanskassa ja Suomessa, joissa se kasvoi lähes 2 prosenttia vuosittain. Norjassa tuottavuus sen sijaan heikkeni 0,6 prosenttia vuosittain. Suomalaisissa yliopistoissa sekä tehokkuuden että teknologinen muutos olivat tarkastelujaksolla positiivisia. Teknologisen muutoksen osuus oli tehokkuuden muutosta suurempaa.

Niissä Pohjoismaissa, joissa tuottavuuskehitys oli positiivista, on tehty tarkastelujaksolla erilaisia tuottavuuteen vaikuttaneita toimenpiteitä. Suomessa leikattiin tarkastelujaksolla, yliopistouudistuksen jälkeen yliopistojen rahoitusta säästösyistä. Myös vuonna 2013 Suomessa toteutettu rahoitusjärjestelmän muutos on saattanut vaikuttaa tuloksiin. Ruotsissa yliopistot ovat tehneet tuottavuussopimuksia ja Tanskassa astui voimaan vuonna 2013 niin sanottu Fremdriftsreformen, joka on yhtenäistänyt tutkintojen opintoaikoja ja siten lisännyt tuottavuutta. Tanskassa on lisäksi leikattu yliopistojen valtionosuuksia vuonna 2016. Norjassa tehtiin vuonna 2015 julkisen hallinnon tuottavuustoimenpiteitä, joiden vaikutukset eivät näy vielä tämän tarkastuksen tuloksissa. Teknologinen muutos oli positiivisinta Tanskassa, jota pidetään digitalisaation johtavana maana Pohjoismaissa. Viimeisen kymmenen vuoden aikana maan hallinnossa on toteutettu kolme suurta digitalisaatiostrategiaa, jotka todennäköisesti ovat myötävaikuttaneet myös yliopistojen positiiviseen tuottavuuskehitykseen.

Ruotsin tarkastusviraston tarkastusraportissa on myös esitetty tuottavuuskehitys yliopistoittain. Kuten jo edellä kerrotuista tuloksista saattaa olettaa, oli tuottavuuskehitys positiivista suuressa osassa eli noin 60 prosentissa Pohjoismaisia yliopistoja. Merkille pantavaa oli myös, että lähes 90 prosentilla yliopistoja keskimääräinen vuosittainen tuottavuuden

muutos oli -5 ja 5 prosentin välillä. Suomalaisissa yliopistoissa tuottavuuden muutos oli positiivista kahta yliopistoa lukuun ottamatta. Nämä yliopistokohtaiset tuottavuuskehitystä kuvaavat tulokset löytyvät raportista sivulta 44.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> Riksrevisionen, 2019.

# Liitteet

## Liite 1: Tehokkuusluvun laskenta DEA –menetelmässä olettaen, että tuotannossa vallitsee vakioskaalatuotot

Matemaattisesti tehokkuusluvun laskennassa käytettävä lineaarisen optimoinnin ongelma muotoillaan seuraavasti silloin kun yliopistojen määrä on  $K$  ja ne käyttävät  $N$  kappaletta erilaisia panoksia (input) tuottaakseen  $M$  kappaletta erilaisia tuotoksia (output).  $\mathbf{x}_j$  on panosten  $N$  vektori yliopistolle  $j$  ja  $\mathbf{y}_j$  on tuotosten  $M$  vektori samalle yliopistolle.

Tuotantoteknologia voidaan tällöin määritellä seuraavasti:

$$T = \{\mathbf{x}_j \text{ voidaan tuottaa } \mathbf{y}_j\} \quad (1)$$

Tuotantorintamaa puolestaan kuvaa yhtälö (2)

$$TE = \{(\mathbf{x}_j, \mathbf{y}_j) \in T, (\mathbf{x}_j, \lambda \mathbf{y}_j) \notin T \text{ jos } \lambda > 1\} \quad (2)$$

Yhtälössä (2)  $\lambda$  on painokerroin, ja teknisen tehokkuuden vallitessa tuotoksen määrää ei ole mahdollista nostaa, ellei resurssien määrää nosteta. Siten yliopisto on tehoton, jos on mahdollista määritellä  $\lambda > 1$  siten, että  $(\mathbf{x}_j, \lambda \mathbf{y}_j) \in T$ , jolloin  $\lambda$  kuvaa tehottomuuden suuruutta. Jos esimerkiksi  $\lambda = 1,10$  on yliopiston  $j$  mahdollista lisätä tuotoksen määrää  $1,10$ :llä eli yliopiston tehottomuus on 10 prosenttia.

Käytettäessä DEA-menetelmää ensimmäisessä vaiheessa määriteltiin ne yliopistot, jotka muodostavat tehokkuusrintaman ja ovat siten tehokkaita. Tehokkuusrintama muodostettiin tehokkaiden yliopistojen konvekseista kombinaatioista. Tämä tarkoittaa sitä, että jos on olemassa kaksi tehokasta yliopistoa, joista toisen tuotos on 10 yksikköä ja toisen 20 yksikköä, on aina mahdollista konstruoida hypoteettinen yliopisto näiden kahden yliopiston lineaarikombinaationa, jonka tuotos on 15. Koska DEA-menetelmässä käytetään lineaarista optimointia määritettäessä tuotantorintamaa, nimitetään teknologiaa myös paloittain lineaarisiksi.

Menetelmässä ratkaistaan seuraava lineaarisen optimoinnin ongelma:

$$\max \lambda_j \quad (3)$$

ehdoilla

$$\sum_{k=1}^K z_k x_{k,n} \leq x_{j,n}, n = 1, \dots, N \quad (4)$$

$$\sum_{k=1}^K z_k y_{k,m} \geq \lambda_j y_{j,m}, m = 1, \dots, M \quad (5)$$

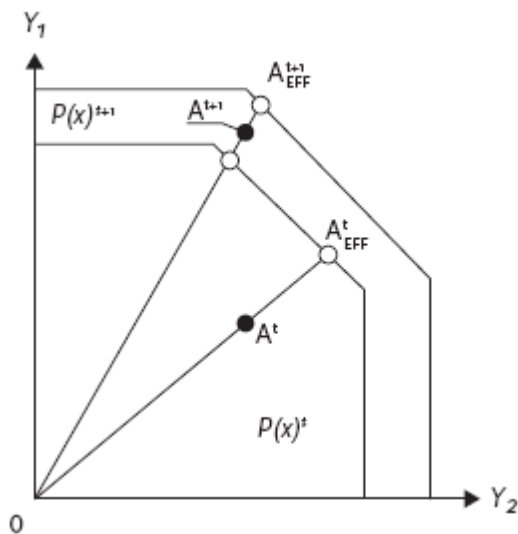
$$z_k \geq 0 \text{ (CRS)} \quad (6)$$

Yhtälö (3) määrittää laskettavan tehokkuusluvun, ja tavoitteena on minimoida etäisyys tehokkuusrintamaan. Yhtälö (4) määrittää panosmuuttujat.  $z$ -muuttujat ovat painoja, joita käytetään muodostettaessa tehokkaiden yliopistojen konvekseja lineaarikombinaatioita. Jos yliopisto ei ole tehokas, sitä ei käytetä muodostamaan tehokkuusrintamaa ja sen  $z$ -muuttuja saa arvon 0. Yhtälön (5) oikealla puolella on  $\lambda$ -tehokkuusluku. Jos tuotoksen määrää ei ole mahdollista lisätä, saa  $\lambda$  arvon 1 ja muussa tapauksessa se on suurempi kuin 1. Yhtälö (6) määrittää sen, että painot  $z_k$  ovat suurempia tai yhtä suuria kuin nolla. Tässä analyysissä on oletettu, että tuotannossa vallitsee vakioskaalatuotot (CRS). Tämä tarkoittaa sitä, että analyysissä oletetaan tuotoksen lisääntyvän samassa suhteessa kuin panoksia lisätään. Muuttamalla yhtälön (4) rajoitteita voidaan mallittaa vaihtoehtoisia skaalatuotto-oletuksia.

## Liite 2. Tuottavuuden muutoksen laskenta Malmquist-indeksin avulla.

Indeksin arvoa laskettaessa muodostetaan ensin tehokkuusrintama kullekin vuodelle DEA-menetelmän avulla. Jokaisen yliopiston tuottavuuden muutosta kahden periodin välillä arvioidaan ottamalla huomioon muutos sekä tehokkuusrintaman sijainnissa että yliopiston sijainnissa suhteessa tehokkuusrintamaan. Tehokkuusrintaman siirtymä kuvaa teknologista muutosta ja yliopiston muutos suhteessa tehokkuusrintamaan tehokkuuden muutosta.

Malmquist-indeksin laskentaa havainnollistetaan kuviossa 2, jossa kuvataan samaa yliopistoa A kuin edellä kuviossa 1.  $P(x)^t$  kuvaa tuotantomahdollisuuksien käyrää periodille 1 ja  $P(x)^{t+1}$  vastaavaa käyrää periodille 2. Periodien 1 ja 2 välillä tuotantoteknologia on muuttunut siten, että tuotantomahdollisuuksien käyrä on siirtynyt ulospäin. Tämä tarkoittaa sitä, että oppilaitokset voivat tuottaa suuremman määrän tuotosta samalla määrällä panoksia.



Kuvio 5: Malmquist-indeksi tuottavuuden muutoksen laskennassa.

Kuten kuviosta 2 nähdään, on yksikön A tuotos ( $A^t$  ja  $A^{t+1}$ ) molempina periodeina tuotantomahdollisuuksien käyrien sisäpuolella. Tehottomuuden aste periodilla 1 saadaan laskettua suhdelukuna  $(0 - A^t)/(0 - A^{t, EFF})$  ja periodilla 2 suhdelukuna  $(0 - A^{t+1})/(0 - A^{t+1, EFF})$ . Periodilla 2 yliopisto A on hieman tehokkaampi kuin periodilla 1, sillä se on lähempänä tuotantomahdollisuuksien rintamaa siitäkin huolimatta, että myös tuotantomahdollisuuksien rintama on siirtynyt.

Laskettaessa Malmquist-indeksin arvoa muodostetaan jokaiselle yliopistolle neljä lineaarisen optimoinnin ongelmaa, joista saadaan neljä erilaista tehokkuuslukua. Kaksi näistä perustuu poikkileikkaustilanteeseen kullakin periodilla siten, että yliopistoa verrataan samalla periodilla muihin oppilaitoksiin. Kaksi muuta tehokkuuslukua perustuu muutoksiin yli ajan siten, että yliopiston tuotantoa periodilla 1 verrataan muiden yliopistojen tuotantoon periodilla 2 ja yliopiston tuotantoa periodilla 2 verrataan yliopistojen tuotantoon periodilla 1. Malmquist-indeksin arvo lasketaan näiden neljän tehokkuusluvun avulla periodeilla  $t$  ja  $t+1$  käyttämällä apuna Shepardin etäisyysfunktioita.<sup>17</sup> Etäisyysfunktio ja tekninen tehokkuus ovat suoraan yhteydessä toisiinsa seuraavasti:

$$\frac{1}{D_o(x, y)} = \lambda \quad (7)$$

<sup>17</sup> Shepard, 1953 ja 1970.

missä  $D_o(x, y)$  yhtälössä (7) on tuotospuolen etäisyysfunktio. Malmquist-tuottavuusindeksi voidaan määrittellä näiden etäisyysfunktioiden avulla ja jakaa osiin kuten edellä kuvattiin seuraavasti:

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \times \left( \frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

Luvut sulkujen ja neliöjuuren sisällä yhtälössä (8) kuvaavat ensimmäistä edellä mainittua osakomponenttia. Ne mittaavat etäisyyttä tuotantomahdollisuuksien käyrän ja yliopiston tuotoksen välillä kyseisinä periodeina. Kertomalla nämä luvut ja ottamalla neliöjuuri saadaan keskimääräinen tuotantomahdollisuuksien käyrien etäisyys näiden kahden periodin välillä.

Luvut neliöjuuren edessä kuvaavat toista osakomponenttia. Ne mittaavat tehokkuudessa tapahtuneita muutoksia eli yliopiston muuttunutta etäisyyttä tuotantomahdollisuuksien rintamaan. Jos luku on suurempi kuin 1, on etäisyys pienentynyt eli yliopisto on tehostanut resurssiensa käyttöä.

## Viitteet

- Agrell, P. ja P. Niknazar (2014), Structural and behavioral robustness in applied best-practice regulation, *Socio-Economic Planning Sciences*, 48(1), s. 89–103.
- Banker, R. ja H. Chang (2006), The super-efficiency procedure for outlier identification, not for ranking efficient units, *European Journal of Operational Research*, 175(2), s. 1311–1320.
- Banker, R., Chang, H., ja Z. Zheng (2017), On the use of super-efficiency procedures for ranking efficient units and identifying outliers, *Annals of Operations Research*, 250(1), s. 21–35.
- Banker, R. ja J. Gifford (1988), *A relative efficiency model for the evaluation of public health nurse productivity*, Carnegie Mellon University, Pittsburgh.
- De Witte K. ja L. López-Torres (2017), Efficiency in education: a review of literature and a way forward, *Journal of the Operational Research Society*, 68(4), s. 339–363.
- Edvardsen D., Førsund F., ja S. Kittelsen (2017), Productivity development of Norwegian institutions of higher education 2004–2013, *Journal of the Operational Research Society*, 68(4), s. 399–415.
- Efron B. (1979), Bootstrap methods: Another look at the jackknife, *The Annals of Statistics*, 7(1), s. 1–26.
- Johnes J., Portela M. ja E. Thanassoulis (2017), Efficiency in education, *Journal of the Operational Research Society*, 68(4), s. 331–338.
- Nordforsk (2017), *Comparing research at Nordic higher education institutions using bibliometric indicators covering the years 1999–2014*, Policy paper 4/2017.
- Riksrevisionen (2011), Använder lärosätena resurserna effektivt? Effektivitet och produktivitet för universitet och högskolor, RiR 2011:2.
- Riksrevisionen (2019), Resurseffektivitet och produktivitet vid Sveriges lärosäten i nordisk jämförelse, RiR 2019:21.  
[https://www.riksrevisionen.se/download/18.3373103216b691cfbc821376/1560940863445/RiR\\_2019\\_21\\_ANPASSAD.pdf](https://www.riksrevisionen.se/download/18.3373103216b691cfbc821376/1560940863445/RiR_2019_21_ANPASSAD.pdf)
- Simar L., ja P. Wilson (1998), Sensitivity analysis of efficiency scores: How to bootstrap in nonparametric frontier models, *Management Science*, 44(1), s. 49–61.
- Simar L., ja P. Wilson (1999), Estimating and bootstrapping Malmquist indices, *European Journal of Operational Research*, 115(3), s. 459–471.
- Simar L., ja P. Wilson (2000), A general methodology for bootstrapping in non-parametric frontier models, *Journal of Applied Statistics*, 27(6), s. 779–802.
- Simar L., ja P. Wilson (2008), Statistical inference in nonparametric frontier models: Recent developments and perspectives, i Fried H., K. Lovell ja S. Schmidt (toim.), *The measurement*

*of productive efficiency and productivity change*, s. 421–521, New York, NY: Oxford University Press.