

Tuotantoinnovaatiot tuotannon suorituskyvyn kehittämisessä

Miia Martinsuo

Tampereen teknillinen yliopisto, Tuotantotalouden ja tietojohdamisen laboratorio

Miia Martinsuo (2017) Tuotantoinnovaatiot tuotannon suorituskyvyn kehittämisessä. *Stoori, STOrin jäsenlehti* (4) 32-36.

Yritykset uudistavat tuotantotoimintaansa erilaisin investoinnein sekä teknologian että toimintamallien kehittämisellä. Tutkimuksemme tarkasteli tuotantoinnovaatioiden yhteyttä tuotannon sijaintimuutoksiin ja tuotannon suorituskyvyn parannuksiin suomalaisissa, ruotsalaisissa ja tanskalaisissa valmistavissa yrityksissä. Tulokset osoittavat, että yritysten aktiivisuus prosessi-innovaatioissa sekä strateginen ote tuotannon sijaintipäätöksiin selittää tuotannon kustannustehokkuuden parannuksia, kun taas valmistusteknologiainnovaatiot ja toimitusketjuinovaatiot selittävät osittain paremmuutta toimituskyvyssä. Aiemmat kokemukset tuotannon sijaintimuutoksista eivät selitä menestymistä suoraan, vaan nimenomaan strategisen sijaintiharkinnan positiivisten vaikutusten kautta. Jussi Heikkilä aloitti aiemmissa Stoori-lehdissä juttusarjan Roaming (Reshoring of manufacturing) –tutkimusprojektimme tuloksista, ja tässä osassa keskityn tuotantoinnovaatioihin ja siihen, miten ne kytkeytyvät tuotannon sijaintipäätöksiin ja suorituskyvyn kehittämiseen. Tuloksia käsitellään laajemmin Roaming-projektin loppuraportin yhdessä luvussa (Martinsuo & Chaoji 2017) sekä tulevilla artikkeleilla (Martinsuo & Johansson tulossa; Chaoji & Martinsuo tulossa).

Johdanto

Tuotannollisen toiminnan jatkuva mielenkiinnon kohde on se, miten tuotannon suorituskykyä saadaan parannettua tai uudistettua, kun kilpailu kiihtyy ja toimintaympäristöt muuttuvat. Tuotantoinnovaatioilla tarkoitetaan niitä uusia keinoja, joilla yritys muuttaa kapasiteettitasoa, suorituskykyä tai laatua tuotannossaan pysyväisluontoisesti. Osa tuotantoinnovaatioista kohdentuu tuotantojärjestelmään ja sen teknisiin ratkaisuihin – esimerkiksi uudenlaisiin laiteominaisuuksiin, automaatioon tai robotisaatioon (Khanzanchi et al. 2007, Gomez and Vargas 2012). Toiset tuotantoinnovaatiot koskevat prosesseja, toimitusketjuja tai arvontuottoa eli enemmänkin käytäntöjä, ihmisten toimintatapoja ja tarjooman luonnetta (esim. Reichstein and Salter 2006, Hervas-Oliver et al. 2014). Tietenkin myös toiminnanohjauksen tietojärjestelmiä ja niiden myötä tuotannonohjauksen automatisointia on tarkasteltu tärkeänä tuotannollisena innovaationa (Swink & Nair 2007). Osa innovaatioista voi olla disruptiivisia eli häiritseviä ja haastaa kokonaan yrityksen toiminnan logiikan (esim. Christensen 1997).

Roaming (Reshoring of manufacturing) –tutkimusprojektin yhdessä osatehtävässä tarkastelimme tuotantoinnovaatioiden merkitystä tuotannon suorituskyvyn kehittämisessä ja erityisesti tuotannon uudelleensijoittelun kannalta suomalaisissa, ruotsalaisissa ja tanskalaisissa yrityksissä. Stoorin edellisessä numerossa esiteltiin kysely, joka toteutettiin tuotannollisissa yrityksissä Suomessa, Ruotsissa ja Tanskassa. Kyselyyn vastasi 847 henkilöä erilaisista yrityksistä. Koko kyselyn toteutuksen ja vastaajien yksityiskohdat on esitetty projektin raportissa (Heikkilä 2017) ja osatulokset sijaintimuutosaktiivisuutta koskien Stoorin edellisessä numerossa.

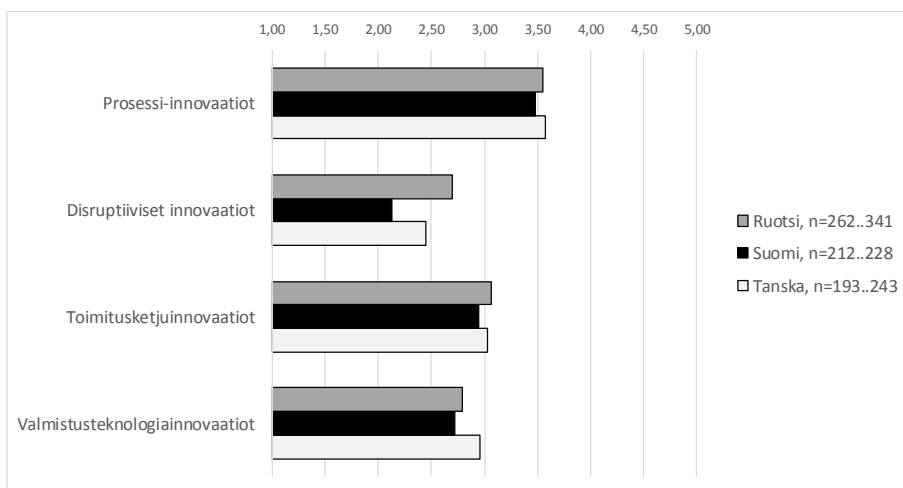
Tuotantoinnovaatioiden osalta selvitimme useiden eri kysymysten kautta kohdeyritysten ja niiden valitun tehtaan tuotantoinnovaatioaktiivisuutta erityisesti viimeisen viiden vuoden aikana (valmistusteknologian, prosessien, toimitusketjujen ja disruptiivisissa innovaatioissa, skaala $I=ei$

lainkaan..5=erittäin paljon) ja tarkastelun kohteena olevan tehtaan suorituskyvyn kehitystä (kustannustehokkuuden parantuminen ja paremmuus toimituskyvyssä ml. laatu, joustavuus, toimitusaika, skaala *1=vahvasti eri mieltä, 5=vahvasti samaa mieltä*). Tiedustelimme myös tuotannon sijaintipäätöksen strategisuutta - vastaajien kokemusta tuotannon kansainvälisen uudelleensijoittamisen tärkeydestä (skaala *1=vahvasti eri mieltä, 5=vahvasti samaa mieltä*) - ja sitä, ovatko yritykset uudelleensijoittaneet tuotantoaan viemällä tuotantoa ulkomaille (offshoring) tai tuomalla tuotantoaan takaisin kotimaahan (backshoring, skaala *0=ei, 1=kyllä*). Tutkimus ei kattanut toiminnanohjauksen innovaatioita eikä jatkuvaan parantamiseen liittyviä inkrementaalisia innovaatioita eikä yritysten suorituskykyä edellä kuvattua laajemmin.

Monenlaista tuotantoinnovaatioaktiivisuutta

Tiedustelimme useilla erilaisilla kysymyksillä, missä määrin kohdeyritykset ovat toteuttaneet erilaisia innovaatioita tuotannossaan lähivuosina. Kyselytulokset kertovat, että yritykset ovat aktiivisimpia erilaisissa prosessi-innovaatioissa (resurssijärjestelyt, rutiinien muutos, liiketoimintaprosessien muutos, ansaintamallien muutos; keskiarvo 3,53) ja toimitusketjuinovaatioissa (uudet palvelut, uudet asiakassuhteet, uudet toimittajasuhteet, kilpailijayhteistyö, keskiarvo 3,02). Yritysten aktiivisuus oli näitä jonkin verran vähäisempää valmistusteknologiainnovaatioissa (esim. uudet prosessiteknologiat, digitalisaatio, uudet materiaalit, automaatio, robotisaatio, keskiarvo 2,82) ja disruptiivisissa innovaatioissa (asiakassuhteiden, toimitusketjujen, arvolupausten, toimittajasuhteiden tai prosessien tuleminen tarpeettomaksi, keskiarvo 2,46). Yleisesti ottaen tulokset viittaavat siihen, että tarkastelun kohteena olevien yritysten tuotantoinnovaatiotoiminta ei ole erityisen aktiivista, vaikkakin vastauksissa on toki hajontaa.

Kuva 1 havainnollistaa maiden välisen vertailun tulokset tuotantoinnovaatioissa. Vastausten mukaan ruotsalaiset ja tanskalaiset yritykset arvioivat innovaatioaktiivisuuttaan jonkin verran korkeammaksi kuin suomalaiset. Prosessi-innovaatioissa ja toimitusketjuinovaatioissa ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, kun taas valmistusteknologiainnovaatioissa ($p < 0,05$) ja disruptiivisissa innovaatioissa ($p < 0,001$) on.



Kuva 1. Maiden välinen vertailu tuotantoinnovaatioissa.

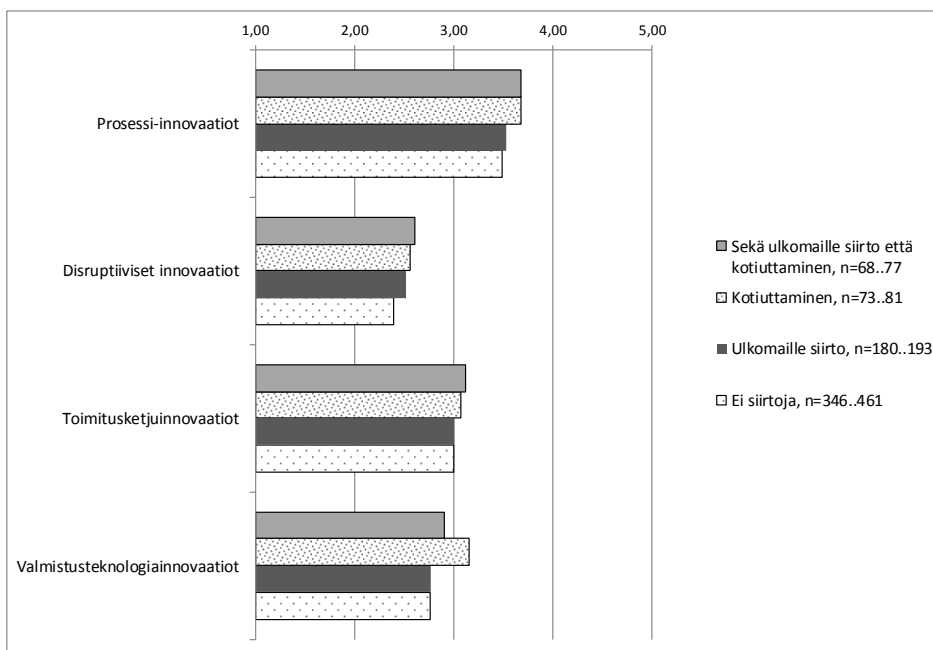
Tarkastelimme yritysten strategista otetta tuotannon sijaintipäätöksiin eri tavoin (sijaintimuutokset saavat huomiota; sijaintimuutoksilla on vaikutus liiketoiminnan tulevaan suuntaan; offshoringin ja backshoringin kokeminen strategisina vaihtoehtoina yrityksen globaalien tuotantoverkoston kehittämisessä). Vastaajien mukaan strateginen ote sijaintipäätöksiin on keskimäärin kohtalaisella

tasolla (keskiarvo 3,27). Maiden välillä on tilastollisesti merkitsevä ero: vastaajat Tanskassa ovat arvioineet tuotannon sijaintipäätösten strategisuuden korkeammalle kuin vastaajat Suomessa ja Ruotsissa ($p < 0,05$).

Tuotantoinnovaatiotoiminta ja tuotannon sijaintimuutokset

Halusimme ymmärtää, ovatko tuotantoinnovaatiot jollain tavalla sidoksissa tuotannon sijaintimuutoksiin. Tätä varten ryhmittelimme vastaajien yritykset aluksi sen mukaan, missä määrin ne ovat uudelleensijoittaneet tuotantoaan. Suurin osa vastaajien yrityksistä ($n=461$) ei ole tehnyt tuotannon sijaintimuutoksia (ei siirtoja), kun taas 193 yritystä oli siirtänyt tuotantoa ulkomaille (ulkomaille siirto), 81 yritystä oli tuonut tuotantoa ulkomailta takaisin kotimaahan (kotiuttaminen), ja 77 yritystä oli siirtänyt tuotantoa sekä ulkomaille että takaisin kotimaahan (sekä ulkomaille siirto että kotiuttaminen).

Kuva 2 esittää näiden ryhmien välisen vertailun tuotantoinnovaatioaktiivisuuden osalta. Analyysi osoittaa, että sijaintipäätöksiltään erilaiset yritykset eivät eroa toisistaan tilastollisesti merkitsevällä tasolla toimitusketjuinnovaatioissa, ja disruptiivisten innovaatioiden ja prosessi-innovaatioiden osalta erot ovat pieniä ja tilastollisesti vain melkein merkitseviä ($p < 0,05$). Tendenssi näissä innovaatiotyypeissä on samankaltainen: innovaatioaktiivisuus on lievästi vahvempaa, jos myös tuotannon sijaintimuutoksia tehdään, kuin jos sijaintimuutoksia ei tehdä. Tilastollinen ero on merkitsevä valmistusteknologiainnovaatioissa: yritykset, jotka ovat kotiuttaneet tuotantoaan, ovat olleet myös muita aktiivisempia valmistusteknologiainnovaatioissa ($p < 0,01$).



Kuva 2. Tuotantoinnovaatioiden aktiivisuuden vertailu yrityksissä, joilla on erilainen kokemus tuotannon siirroista.

Tulos ei tarkoita sitä, että tuotannon kotiuttaminen aiheuttaisi valmistusteknologiainnovaatioita tai päinvastoin. Sen sijaan tulos kertoo siitä, että niissä yrityksissä, joissa tuotantoa kotiutetaan, on myös tehty valmistusteknologiainnovaatioita jonkin verran muita yrityksiä aktiivisemmin. Tämä kytkeä on kiinnostava, sillä valmistusteknologiainnovaatioita voidaan edistää kotimaassa esimerkiksi tutkimuksen keinoin, kun taas tuotannon sijaintipäätökset edellyttävät yrityksen johdon ja toisinaan kansainvälisten omistajatahojen strategisia linjauksia yrityksen globaalien läsnäolon osalta.

Lisäanalyysi paljastaa, että aiemmat tuotannon sijaintimuutostokemukset selittävät erittäin merkittävästi ja positiivisesti strategista otetta tuotannon sijaintipäätöksiin (joskin vain kohtalaisella selitysteella, $R^2=0,09$, $p<0,001$). Ulkomaille siirron kokemus (beta 0,16, $p<0,001$) ja kotiuttamisen kokemus (beta 0,09, $p<0,05$) ovat yhteydessä siihen, kuinka tärkeänä tuotannon tulevat sijaintimuutokset siinä nähdään yrityksen strategiassa. Tämä löydös saattaa kertoa oppimiseffektistä: tuotannon sijaintimuutostokemukset kerryttävät osaamista ja tietoa, jota myöhemmin pystytään hyödyntämään strategisella tasolla tuotannon sijoittelua harkittaessa. Myös tehtaiden määrä selittää sijaintimuutosten strategisuutta (enemmän tehtaita - sijaintimuutosten strateginen ote vahvistuu), ja maiden välillä on selkeitä eroja.

Innovaatio toiminnan ja suorituskyky muutosten yhteydet

Käsittelimme kyselyssä tehtaan suorituskyky muutoksia kahdelta suunnalta: tiedustelimme parannuksia kustannustehokkuudessa (kokonaiskustannusten ja yksikkökustannusten aleneminen viime vuosina, parantunut tuottavuus ja tuotekannattavuus) sekä paremmuutta toimituskyvyssä (toimialajohtajuus tuotelaadussa, toimitusajoissa ja joustavuudessa). Vastaajat arvioivat molemmat tulosmuuttajat varsin korkealle: kustannustehokkuusparannus (keskiarvo 3,85) ja paremmuus toimituskyvyssä (keskiarvo 4,13). Maiden välillä oli selkeitä eroja: Tanskan vastaajat arvioivat tehtaansa suorituskyvyn Suomea ja Ruotsia korkeammalle sekä kustannustehokkuusparannuksissa ($p<0,001$) että toimituskyvyssä ($p<0,05$), ja myös Ruotsin vastaajien arviot olivat Suomea korkeampia kustannustehokkuusparannuksissa. Myös tuotannon sijaintimuutostokemusten osalta suorituskyky tulokset erosivat lievästi: tuotantoon kotiuttaneiden yritysten toimituskyky tulos oli korkeampi kuin muilla yrityksillä (mutta kustannustehokkuusparannusten osalta ei ollut eroa).

Teimme regressioanalyysin kustannustehokkuusparannuksia ja toimituskyvyn paremmuutta selittävästä tekijöistä erityisesti yritysten taustatekijöiden, tuotantoinnovaatioiden ja sijaintimuutostokemusten osalta. Tulokset kertovat, että tuotantoinnovaatioista lähinnä prosessi-innovaatiot selittävät kustannustehokkuusparannuksia (beta 0,23, $p<0,001$), ko. malli on selitysteeltaan vahva ($R^2=0,15$, $p<0,001$), ja yrityksen koolla, tuotteiden uutuudella ja vakioinnilla sekä kotimaalla on myös oleellinen vaikutus, kun taas muiden innovaatiotyyppien vaikutus on heikko ja ei-merkittävä. Toimituskyvyn paremmuutta koskeva malli on puolestaan selitysteeltaan heikko ja silti merkittävä ($R^2=0,04$, $p<0,001$), ja siinä valmistusteknologiainnovaatiot selittävät toimituskykyä (beta 0,08, $p<0,05$), kun taas yrityksen taustatekijöillä ei ole tilastollisesti merkittävää roolia. Tuotannon sijaintimuutoksilla on em. malleihin pieni kiinnostava lisäys: toimituskyvyn mallissa aiempi tuotannon ulkomaille siirto on yhteydessä heikompaan toimituskykyyn, mutta tekee merkittäväksi toimitusketjuinovaatiot (valmistusteknologiainnovaatioiden sijasta). Tämä täydennetty malli on kuitenkin selitysteeltaan edelleen heikko. Kustannustehokkuusparannuksen mallissa aiemman tuotannon siirron kokemuksella ei ole suorituskykyä vahvistavaa tai heikentävää merkitystä.

Päätelmät ja jatkotutkimus

Olemme tässä tutkimuksessa avanneet uutta näkymää siihen, miten yritysten tuotantoinnovaatioaktiivisuus toteutuu Suomen, Ruotsin ja Tanskan valmistavissa yrityksissä ja miten se voi kytkeytyä tuotannon sijaintipäätöksiin ja suorituskyvyn kehittymiseen. Tulokset viittaavat siihen, että tuotantoinnovaatioilla ja tuotannon sijaintimuutoksilla on jokin toisiaan tukeva kytkös. Tämä motivoi tekemään jatkotutkimusta siitä, kuinka tuotantoinnovaatioita voidaan tukea suomalaisen(kin) tuotantotoiminnan elävöittämiseksi kansainvälisellä kentällä. Tulokset kertovat myös, että eri tuotantoinnovaatiotyyppien suorituskykylogiikka on erilainen. Tämä löydös kannustaa tarkastelemaan tarkemmin, mitä hyötyjä erilaiset yritykset saavat erilaisista tuotantoinnovaatioista ja millä keinoin ne saavat hyödyt tehokkaammin käyttöön.

Valmistavien yritysten johtajille ja kehittäjille tulokset kertovat, että suorituskyvyn parantamiseksi on tarvetta kohdentaa huomiota tuotantostrategiaan, sen mukaisesti uudistustoimenpiteisiin ja siihen, miten erilaiset tuotannon investoinnit kytkeytyvät toisiinsa. Tuotantostrategia usein määrittää suorituskyvypäämäärät ja priorisoi keinot, joilla päämääriin tähdätään. Koska kustannustehokkuuden ja toimituskyvyn edeltäjät ovat tuotantoinnovaatioiden ja sijaintipäätösten osalta erilaisia, tuloksemme kannustavat harkitsemaan tuotannollisten uudistusten kokonaisuutta strategisesti. Erityisesti tuotantoinnovaatioiden ja tuotannon sijaintipäätösten yhteisvaikutus voi olla oleellinen: tuotannon siirtojen suorituskykyhyödyt eivät välttämättä toteudu, jos teknologia samalla vanhenee tai jos valmistusteknologian sijaintikohtaisia erityispiirteitä tai prosessi-uudistusvaatimuksia ei osata ottaa huomioon. Tulokset myös kannustavat tietoisiiin prosessi-innovaatioihin. Teollisen internetin ajalla paljon innovaatiotyötä tehdään informaatiotekniikan ja sen myötä toiminnanohjauksen alueella, mutta myös prosessien perusrantelua ja resurssikehitystä tarvitaan.

Suomalaisessa tutkimuskentässä tuotannon ja valmistusteknologian innovaatioita on tarkasteltu yllättävän vähän toimintatapojen ja toimitusketjujen kehittämisen sekä laajemmin liiketoiminnan uudistamisen kannalta. Olemme jatkaneet tutkimusta valmistusteknologioitaan uudistavissa yrityksissä erityisesti laadullisella otteella ja tarkastelemme radikaalien valmistusteknologiainnovaatioiden edellytyksiä, käynnistämistä ja ohjausta (Chaoji & Martinsuo 2016a,b, tulossa) sekä uuden valmistusteknologian omaksumista ja toimitusketjuvaikutuksia (Martinsuo & Luomaranta tulossa). Kerromme näistä tuloksista Stoorissa tulevana vuonna. Myös toiminnanohjaukseen liittyvät, sensoroinnin ja jatkuvan seurannan mahdollistamat radikaalit uudistukset teollisen internetin ajalla voivat avata uusia tutkimusmahdollisuuksia. Koska toimialatason muutokset ja murrokset ovat käytännössä hitaita ja pohjoismaiden teollinen ympäristö on suuriin kehittyneisiin teollisuusmaihin verrattuna varsin ainutkertainen, olisi tässä ympäristössä erityisen kiinnostava tutkia myös tuotantoinnovaatioiden leviämistä ja kopioitumista yritysten välillä.

Kirjallisuutta

- Chaoji, P. & Martinsuo, M. (2016a) Creation of radical manufacturing technology innovations in and between firms. Paper presented at *EUROMA European Operations Management Association Conference*, 19-22 June, 2016, Trondheim, Norway.
- Chaoji, P. & Martinsuo, M. (2016b) Successful creation of radical manufacturing technology innovations. In: Koskinen, K.T., Kortelainen, H., Aaltonen, J., Uusitalo, T., Mathew, J. & Laitinen, J. (Eds.) *Proceedings of the 10th World Congress on Engineering Asset Management (WCEAM 2015)*, pp. 121-132, Springer.
- Chaoji, P. & Martinsuo, M.* (tulossa) Processes for creating radical manufacturing technology innovations. Unpublished manuscript in review.
- Christensen, C. (1997) *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, Boston, MA, Harvard Business School Press.
- Gomez, J. & Vargas, P. (2012) Intangible resources and technology adoption in manufacturing firms. *Research Policy* 41: 1607-1619.
- Heikkilä, J. (toim.), (2017) *Relocation of Nordic manufacturing*. Tampere: Tampere University of Technology, Industrial and Information Management.
- Hervas-Oliver, J., Sempere-Ripoll, F. & Boronat-Moll, C. (2014) Process innovation strategy in SMEs, organizational innovation and performance: a misleading debate? *Small Business Economics* 43: 873-886.
- Khazanchi, S., Lewis, M. & Boyer, K. (2007) Innovation-supportive culture: the impact of organizational values on process innovation. *Journal of Operations Management* 25: 871-884.
- Martinsuo, M. & Chaoji, P. (2017) Manufacturing innovations and their implications on manufacturing relocation. In: Heikkilä, J. (Ed.) *Relocation of Nordic manufacturing*, pp. 45-62. Tampere: Tampere University of Technology, Industrial and Information Management.
- Martinsuo, M. & Johansson, M. (tulossa) The strategic renewal of manufacturing toward improved operational performance: The role of manufacturing innovation and manufacturing relocation. Unpublished manuscript in review.
- Martinsuo, M. & Luomaranta, T. (tulossa) Implementing additive manufacturing in SMEs: overcoming the barriers to adopting new manufacturing technologies. Unpublished manuscript in progress.
- Reichstein, T. & Salter, A. (2006) Investigating the sources of process innovation among UK manufacturing firms. *Industrial and Corporate Change* 15(4): 653-682.
- Swink, M. and Nair, A. (2007) Capturing the competitive advantages of AMT: Design–manufacturing integration as a complementary asset. *Journal of Operations Management* 25(3): 736-754.