

Transportmodellen

Prof. Van de Voorde



uickprinter
Koningstraat 13
2000 Antwerpen
www.quickprinter.be

Online samenvattingen kopen via

www.quickprintershop.be

Like us on Facebook!



www.facebook.com/quickprintershop

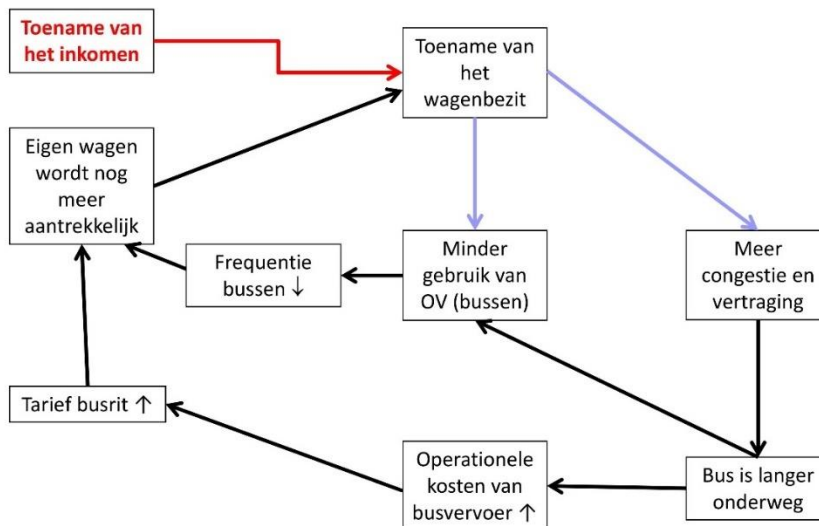
1. Inleiding

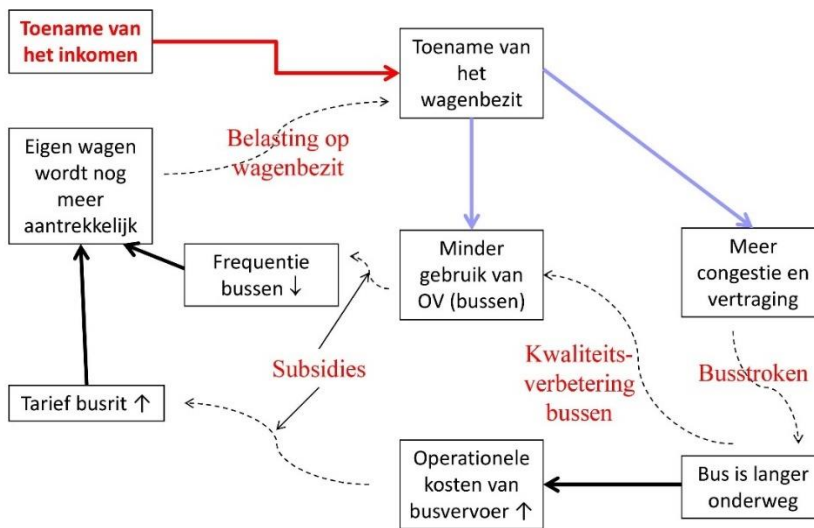
H. MEERSMAN EN E. VAN DE VOORDE

Waarom zijn modellen nodig?

- **Complexiteit** van de transportsector – Beleid (overheid) en sturen (managers) kan niet vrijblijvend
 - Modi
 - Goederen (*en ook mensen – heel veel verschillende types van beiden*)
 - Routes
 - Marktstructuren (*van monopolie tot zuivere concurrentie*)
 - Interactie met infrastructuur
 - Interactie met economie (*'afgeleide vraag: afhankelijk van vraag naar vakantie, ...*)
 - Interactie met omgeving (*congestie, tijdsverlies, milieu, ...*)
 - Interactie met sociale activiteiten, ... (*sportpaleis e.d.*)

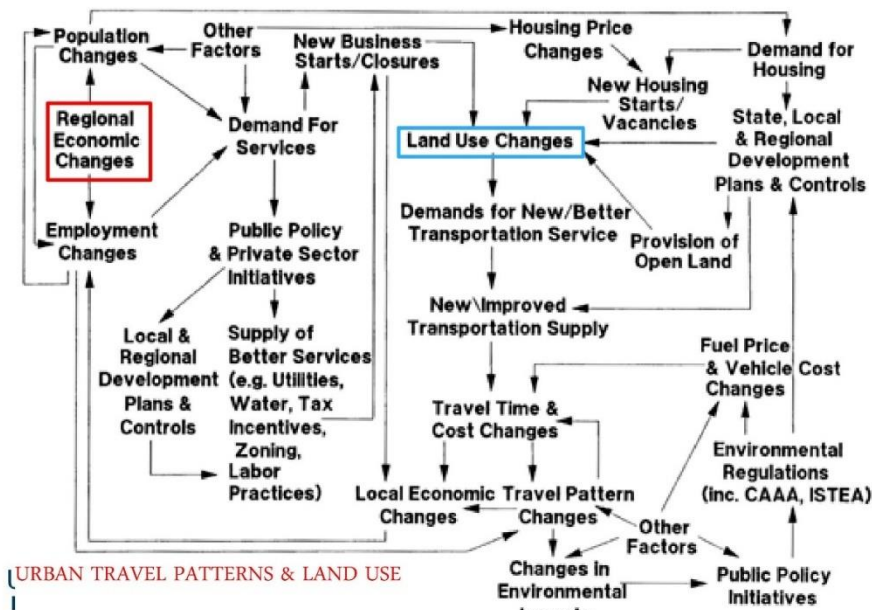
Vervelende (interessante) transport: heel veel interacties. Voorbeeld waarbij een eenvoudig systeem toch al snel heel ingewikkeld wordt:





Figuur: we kunnen een prijs zetten op de negatieve aspecten. Tussen 'toename wagenbezit' en 'meer congestie en vertraging' kan bv. gebruik wagen duurder maken (moment, plaats, ...)

Het wordt snel heel ingewikkeld: (zelf modellen maken wordt niet verwacht)



Welke modellen?

- De wijze waarop een model wordt ontwikkeld, hangt af van:
 - Doelstelling – wat heb ik nodig, waarvoor zal het dienen? Belangrijk: bij oplevering nagaan of aan doelstellingen voldaan is
 - Schaal en aggregatieniveau
 - Actoren – wie gebruiker model en wie bij probleem betrokken (versch. belangen) (spoorwegen, passagiers, ...)

- Beschikbare gegevens – *goederenvervoer minder informatie dan personenvervoer, Big Data vnl. voor personenvervoer haalbaar (Google Maps e.d.) want goederen gevolgd op vnl. containerbasis, niet de individuele goederen*
- Kost van het bouwen versus de return van het inzetten van het model – *zeker privésector afweging (detail etc.)*

Welke modeltypes?

- Doel: (vb. maritieme sector – *mogelijk voor elke sector*)
 - Besluitvorming - optimalisering
 - Routing (lijnvaart) – Rondritten of -vaarten
 - Wachttijden (havenoperatoren) - wachtlijnen
 - Prijszetting
 - Optimale grootte en samenstelling vloot
 - Keuze van schip of voertuig
 - Keuze vervoerswijze (hinterland - short sea - ferries)
 - Beleid: maatregelen, instrumenten en impacts – *hoe sturen, bv. havenuitbreiding, ...?*
 - Infrastructuur: capaciteit, terminals, dokken, ... – *er zijn twee essentiële elementen aan infrastructuur: huidige situatie, en hoe uitbreiden?*
 - Onzekerheid, voorspellingen

Welke modeltypes?

- Modeltypes:
 - Engineering, technisch geïnspireerd – *gaan we het niet over hebben*
 - Scheepsmodellen en constructie
 - Brandstof/snelheid relaties
 - Veiligheidsdesign
 - Kraandesign
 - ...
 - Wiskundig/Economisch – *zeker ingewikkeld als onzekerheid. Wanneer je model bekijkt, gebruik dan eerst economische kennis: wat zou eruit moeten komen? Bv. vraagfunctie, dan normaal $P \downarrow \Rightarrow V \uparrow$*
 - Optimalisering, (routing, programmering)
 - Relaties tussen variabelen

- Strategisch gedrag
- Empirisch
 - Impacts schatten - $\alpha + \beta + \gamma \rightarrow$ weet je niet, zien: wat belangrijke impact heeft en hoe die impact werkt
 - Simulaties, voorspellingen – als onvoldoende gegevens
- Statistisch
 - Voorspellingen
 - Eigenschappen van bepaalde datasets – veel data dan niet meer te overzien en daarom worden beschrijvende statistieken heel belangrijk
- Psychologisch
 - Verwachtingen, reactiepatronen, ...
- Sociologisch
 - Groepsgedrag, businesscultuur, ...
- Onvoorzien omstandigheden
 - Vulkaanuitbarsting (*luchtvaart IJsland*), financiële crisis, oorlog, slecht weer (*fiets vs. wagen*), zonnige dag, ...

Voorbeeld: Wat is impact van extra capaciteit op prijs en tkm in maritiem vervoer?

- Economische theorie – soms naar essentie
 - Het aanbod wordt o.a. bepaald door de capaciteit en de prijs,
 - De vraag wordt o.a. bepaald door de handelsstromen en de prijs, - *handelsstromen* bv. *afgeleid bij maritiem: hoev. prod. die over zee moeten*
 - Bij concurrentie wordt de prijs bepaald door vraag en aanbod
- Wiskundige uitwerking

Eenvoudig lineair model:

$$VRAAG_{tkm} = a + b PRIJS + c HANDEL \quad b < 0, c > 0$$

$$AANBOD_{tkm} = d + e PRIJS + f CAPACITEIT \quad e > 0, f > 0$$

$$\text{evenwicht: } TKM^* = VRAAG = AANBOD \Rightarrow PRIJS^*$$

$$a + bPRIJS^* + cHANDEL = d + ePRIJS^* + fCAPACITEIT$$

$$\Leftrightarrow PRIJS^* = \frac{d - a + f CAPACITEIT - cHANDEL}{b - e}$$

$$\text{en } TKM^* = (bd - ae + bf CAPACITEIT - ce HANDEL)/(b - e)$$

$$\text{met } \frac{\partial PRIJS^*}{\partial CAPACITEIT} = \frac{f}{b - e} < 0 \text{ en } \frac{\partial TKM^*}{\partial CAPACITEIT} = \frac{bf}{b - e} > 0$$

- Hoe vind ik betrouwbare waarden voor a, b, c, d, e en f?

- Kan ik enkel waarden vinden binnen bepaalde marges? Hoe groot zijn die marges? Wat is de kans dat a, b, c, d, e en f binnen die marges vallen?
- Zijn er andere factoren die een invloed kunnen hebben op mijn analyse? *'Hoe mooi een model het ook mag zijn, het is niet perfect.'*
- *Lineaire vereenvoudiging: bv. prijsstijging afhankelijk van de huidige capaciteit, want als weinig over sterke stijgingen*

Examentips

Wat moet je weten? Hoe gebruikt, voor- en nadelen, ...

Zorg dat je de cursus niet moet doorzoeken op examenmoment → handleiding maken wanneer wel en niet gebruiken

2. Vraag naar transport: Geaggregeerde modellen

E. VAN DE VOORDE

Modellering van de vraag naar transport – *Op welke basis kan je vraagvoorspellingen doen?*

- Geaggregeerd (*als groep*) vier-stappen model (*of 5-stappen*) – *bv. stadsverkeer o.b.v. perimeter etc.*
- Micro-economische keuzemodellen – *survey e.d. en dan proberen te weten te komen o.b.v. welke verklarende variabelen je bv. besloten hebt naar de universiteit te gaan*
- ‘Activity-based’ modellen – ‘Boekjes’ meegeven aan individuen waarin ze bijhouden aan welke activiteit hun verplaatsingen gekoppeld zijn: *vraag transport is afgeleide vraag, er is dus een achterliggende reden*
 - *Aangetoond dat avondspits langer is dan ochtendspits omdat 's avonds meer andere activiteiten (shoppen, hobby's, ...)*
 - *Achterliggende reden bij goederenvervoer is vnl. split ruimte tussen product en consument (maar bv. btw-carrousel andere achterliggende reden)*

Geaggregeerd vier(vijf)-stappen model

- Beslissingen/keuzes:
 - Goederen verzenden of niet? Ga ik mij verplaatsen of niet? (*Wel/niet naar de les komen*)
 - Van welke oorsprong naar welke bestemming?
 - Welke modus (modi)? *Spits: 1,2 personen per wagen -> carpooling zou filedruk enorm kunnen doen dalen, maar drempels*
 - Welke route(s)?
 - Wanneer? *Bv. ik ga na de file – maar we zijn niet de enigen die ons gedrag aanpassen, 'door de week 80% kans dat om 12u 's middags file op Brusselse ring'*

Geaggregeerd vier-stappen model: de OD-matrix

- Componenten:
 - R_i : uitgaand verkeer regio i
 - K_j : inkomend verkeer regio j
 - x_{ij} : zoveel passagiers/ goederen/ ... van oorsprong i naar bestemming j – *bv. Noorden Antwerpen naar Antwerpen 's ochtends veel heen, 's avonds veel terug*

Destination Origin	1	2	3	Total traffic departing
1	x_{11}	x_{12}	x_{13}	$R1=\sum x_{1j}$
2	x_{21}	x_{22}	x_{23}	$R2=\sum x_{2j}$
3	x_{31}	x_{32}	x_{33}	$R3=\sum x_{3j}$
.
.
Total traffic arriving	$K1=$ $\sum x_{i1}$	$K2=$ $\sum x_{i2}$	$K3=$ $\sum x_{i3}$		$X=\sum R_i$ $=\sum K_j$

- $S_{FUEL} = C(4) + C(8) * LNUC_{FUEL} + C(10) * LNUC_{LABOR} + C(12) * LNUC_{DAR} + C(14) * LNY + UFUEL$

Adding-up beperking => één van de aandelenvergelijkingen kan weggelaten worden als er geschat wordt via ML

Voorde berekening van schaalvoordelen moet de translog kostenfunctie samen met de aandelenvergelijkingen geschat worden. (Berndt, 1991)

Variabele translog kostenfunctie

- Moeilijk om de exacte eenheidsprijs van kapitaal te berekenen voor FedEx en UPS
- Luchtvaartmaatschappijen zijn niet in staat om hun capaciteit onmiddellijk aan te passen aan het optimale niveau
→ onderscheid tussen variabele en quasi-vaste inputs
- FedEx en UPS: 3 variabele inputs (arbeid, brandstof, materiaal) en 1 quasi-vaste input (kapitaal)
- Kapitaalhoeveelheid wordt opgenomen in het model ('capital stock S') in plaats van de eenheidsprijs van kapitaal

$$LNVC = C(1) + C(2) * LNY + C(3) * LNUC_{LABOR} + C(4) * LNUC_{FUEL} + C(5) * LNUC_{MAT} + C(6) * LNT + C(7) * LNS + 0.5 * C(8) * (LNY)^2 + 0.5 * C(9) * (LNUC_{LABOR})^2 + 0.5 * C(10) * (LNUC_{FUEL})^2 + 0.5 * C(11) * (LNUC_{MAT})^2 + 0.5 * C(12) * (LNS)^2 + C(13) * LNUC_{LABOR} * LNUC_{FUEL} + C(14) * LNUC_{LABOR} * LNUC_{MAT} + C(15) * LNUC_{FUEL} * LNUC_{MAT} + C(16) * LNY * LNUC_{LABOR} + C(17) * LNY * LNUC_{FUEL} + C(18) * LNY * LNUC_{MAT} + C(19) * LNY * LNS + C(20) * LNUC_{LABOR} * LNS + C(21) * LNUC_{FUEL} * LNS + C(22) * LNUC_{MAT} * LNS$$

Met	VC	variable cost = labor cost + fuel cost + materials cost
	Y	output (RTKs)
	UC_{LABOR}	input price of labor (cost per unit of labor used)
	UC_{FUEL}	input price of fuel (cost per unit of fuel used)
	UC_{MAT}	input price of materials
	S	capital stock
	S_{LABOR}	share of labor cost in variable cost
	S_{FUEL}	share of fuel cost in variable cost
	S_{MAT}	share of materials cost in variable cost
	T	time trend variable → geeft 'technologische evolutie' weer
	$C(1), \dots, C(22)$	coefficients to be estimated

Schaal-en densiteitsvoordelen

- Extra variabele: aantal bediende luchthavens

→ onderscheid tussen schaal-en densiteitsvoordelen

- **Densiteitsvoordelen:** 'the proportional increase in output made possible by a proportional increase in all inputs, with points served, average stage length, average load factor and input prices held constant'.

→ GK dalen bij een toename van de output (RTKs) over een vast netwerk

Veronderstelling: netwerk breidt niet uit (geen extra luchthavens) maar wel bv. extra vluchten, grotere vliegtuigen (meer load)

- **Schaalvoordelen:** 'the proportional increase in output and points served made possible by a proportional increase in all inputs, with average stage length, average load factor, and input prices held fixed'. (Caves, Christensen and Tretheway, 1984)

→ GK dalen als output en aantal bediende luchthavens toenemen

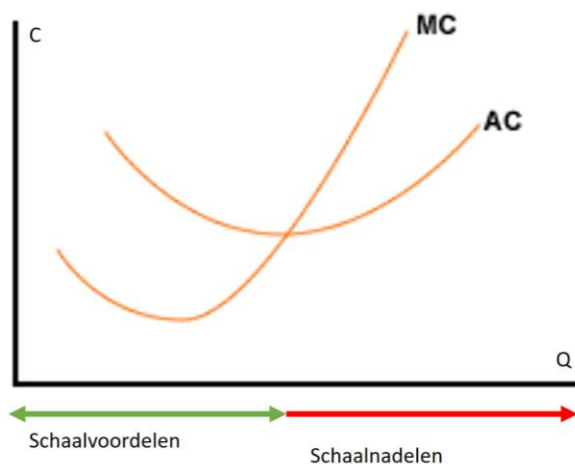
Y & N1 nemen toe

Totale translogkostenfunctie:

- Aantal bediende luchthavens niet opgenomen in model:

$$EOS = \frac{1}{\varepsilon_{CY}} = \left(\frac{\partial \ln TC}{\partial \ln Y} \right)^{-1}$$

$$\text{Waarbij} \quad \varepsilon_{CY} = \frac{\partial \ln TC}{\partial \ln Y} = \frac{MC}{AC}$$



- Aantal bediende luchthavens wel opgenomen in model:

$$EOD = \left(\frac{\partial \ln TC}{\partial \ln Y} \right)^{-1}$$

$$EOS = \left(\frac{\partial \ln TC}{\partial \ln Y} + \frac{\partial \ln TC}{\partial \ln N_1} \right)^{-1}$$

Variabele translogkostenfunctie:

- Aantal bediende luchthavens niet opgenomen in model:

$$EOS = \frac{1 - ELAST_{VCS}}{ELAST_{VCY}} = \frac{1 - \frac{\partial \ln VC}{\partial \ln S}}{\frac{\partial \ln VC}{\partial \ln Y}}$$

Aantal bediende luchthavens wel opgenomen in model:

$$EOD = \frac{1 - ELAST_{VCS}}{ELAST_{VCY}} = \frac{1 - \frac{\partial \ln VC}{\partial \ln S}}{\frac{\partial \ln VC}{\partial \ln Y}}$$

$$EOS = \frac{1 - ELAST_{VCS}}{ELAST_{VCY} + ELAST_{VCN1}} = \frac{1 - \frac{\partial \ln VC}{\partial \ln S}}{\frac{\partial \ln VC}{\partial \ln Y} + \frac{\partial \ln VC}{\partial \ln N1}}$$

Substitutie-elasticiteiten

- **Allen partial substitution elasticities (AES):** % change in the ratio of inputs due to a 1% change in the ratio of their prices

→ symmetrisch, $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$

→ positief bij substituten, negatief bij complementen

$$\sigma_{ii} = \frac{\gamma_{ii} + S_i^2 - S_i}{S_i^2} \text{ met } i = K, L, E, M \text{ in case of 4 inputs and } S_i = \text{cost share of the } i\text{th input}$$

and

$$\sigma_{ij} = \frac{\gamma_{ij} + S_i S_j}{S_i S_j} \text{ met } i, j = K, L, E, M \text{ and } i \neq j$$

Prijselasticiteiten

- **Hicks price elasticities:**

ε_{ij} cross-price elasticities of demand = % change in the demand for input i due to a 1% change in the price of input j

ε_{ii} own-price elasticities of demand = % change in demand for input i due to a 1% change in the price of input i → *steeds negatief (hier toch zeker)*

$$\varepsilon_{ij} = \frac{\partial \ln x_i}{\partial \ln P_j}$$

$$\varepsilon_{ij} = S_j \sigma_{ij}$$

$$\varepsilon_{ij} \neq \varepsilon_{ji}$$

Resultaten – Totale statische translog kostenfunctie – 4 inputs, 2 network characteristics

	Model 2 FedEx			Model 2 UPS		
	Coeff.	Std.Err.	Prob.	Coeff.	Std.Err.	Prob.
Output	0.572	0.043	0.000	0.486	0.055	0.000
Labor price (2)	0.431	0.003	0.000	0.364	0.002	0.000

Fuel price	0.189	0.002	0.000	0.322	0.003	0.000
Capital price	0.277	0.002	0.000	0.215	0.002	0.000
Materials price	0.103	0.002	0.000	0.099	0.003	0.000
Trend (1)	0.028	0.015	0.067	0.105	0.034	0.002
Number of points served	0.120	0.044	0.006	0.004	0.027	0.891
Average stage length	-0.242	0.110	0.028	-0.460	0.078	0.000

(1) Zou negatief moeten zijn: als technologie toeneemt dalen de kosten?

(2) Bv. hoger aandeel piloten in personeel bij FedEx dan UPS

Je kan vergelijken, want de variabelen werden genormaliseerd

EOS at sample mean 1.445 2.043

EOD at sample mean 1.749 2.059

EOS in 1990Q1 1.210 4.547 (3)

EOS in 2010Q2 1.659 1.629

EOD in 1990Q1 1.441 6.546

EOD in 2010Q2 2.050 1.914

(3) UPS was weinig matuur in luchtvaart in 1980

- TC depend mostly on labor input price. FedEx: impact of labor is higher than for UPS
- UPS: effect of fuel input price larger than for FedEx
- FedEx: effect of capital input price is larger than for UPS
- Both integrators: scale and density economies (expansion & cooperation strategies)

Substitutie-en prijselasticiteiten tussen inputs - Totale statische translogkostenfunctie, 4 inputs

	Model 2 FedEx				Model 2 UPS			
	j=labor	j=fuel	j=dar	j=mat	j=labor	j=fuel	j=dar	j=mat
SUBSTITUTION ELASTICITIES								
i=labor		-0.06	0.23	1.36		-0.30	0.04	2.82
i=fuel	-0.06		0.07	0.74	-0.30		-0.21	2.93
i=dar	0.23	0.07		1.32	0.04	-0.21		2.90
i=mat	1.36	0.74	1.32		2.82	2.93	2.90	
PRICE ELASTICITIES								
i=labor	-0.17	-0.01	0.06	0.14	-0.19	-0.10	0.01	0.28

i=fuel	-0.03	-0.03	0.02	0.08	-0.11	-0.14	-0.04	0.29
i=dar	0.10	0.01	-0.25	0.14	0.01	-0.07	-0.24	0.29
i=mat	0.59	0.14	0.37	-1.09	1.03	0.94	0.62	-2.59

- Labor & fuel: complements
- Capital & labor and materials & labor: substitutes
- Capital and fuel: substitutes FedEx, complements UPS → *als prijs fuel naar omhoog gaat bij FedEx, gaan ze bv. duurdere vliegtuigen inzetten, met meer fuel efficiency tot gevolg. UPS gaat substitueren naar wegvervoer, dus complementen*

Resultaten –Variabele translogkostenfunctie - 3 variabele inputs, 1 quasi-vaste input, 2 network characteristics

	Model 4 FedEx			Model 4 UPS		
	Coeff.	Std.Err.	Prob.	Coeff.	Std.Err.	Prob.
Output	0.488	0.030	0.000	0.542	0.066	0.000
Labor price	0.603	0.002	0.000	0.476	0.003	0.000
Fuel price	0.257	0.002	0.000	0.414	0.004	0.000
Materials price	0.140	0.002	0.000	0.110	0.004	0.000
Trend	0.096	0.013	0.000	0.152	0.041	0.000
Capitalstock	-0.230	0.002	0.000	-0.147	0.004	0.000
Number of points served	0.165	0.045	0.000	0.040	0.031	0.194
Average stage length	-0.490	0.092	0.000	-0.590	0.089	0.000

EOS at sample mean	1.883	1.969
EOD at sample mean	2.522	2.114
EOS in 1990Q1	2.083	15.107
EOS in 2010Q2	1.762	1.446
EOD in 1990Q1	2.335	12.585
EOD in 2010Q2	3.306	1.858

Substitutie-en prijselasticiteiten tussen inputs - Variabele translog kostenfunctie, 4 inputs

Vergelijkbaar resultaat als totaal, wat geruststellend is

FedEx		UPS			
j=labor	j=fuel	j=mat	j=labor	j=fuel	j=mat

SUBSTITUTION ELASTICITIES

i=labor		-0.01	0.78		-0.22	2.73
i=fuel	-0.01		0.21	-0.22		2.25
i=mat	0.78	0.21		2.73	2.25	

PRICE ELASTICITIES

i=labor	-0.11	-0.003	0.11	-0.21	-0.004	0.30
i=fuel	-0.01	-0.02	0.03	-0.005	-0.14	0.25
i=mat	0.47	0.05	-0.53	1.30	0.93	-2.34

8. Conclusies

1. Hoe zijn integrators gepositioneerd in de luchtvrachtmarkt?

- Op de grens van 3 sub-industrieën binnen de luchtvrachtindustrie
- Integrators concurreren en werken samen met verschillende actoren binnen elk van deze sub-industrieën
- Toegenomen concurrentie van buiten de luchtvrachtmarkt: maritiem containervervoer/road express

2. Zijn er schaal-en densiteitsvoordelen in de luchtvrachtindustrie?

- Translogkostenmodellen tonen het bestaan aan van grote schaal-en densiteitsvoordelen voor de luchtvrachtoperaties van FedEx en UPS. Deze resultaten verschillen van de onderzoeksresultaten voor passagiersmaatschappijen
- Uitbreidings-en samenwerkingsstrategieën van integrators uit het verleden zijn in lijn met hun kostenstructuur
- Integrators zullen blijven uitbreiden in de toekomst
- De grote schaal-en densiteitsvoordelen zijn de belangrijkste structurele toetredingsbarrière voor deze industrie → *Amazon, Ailbaba misschien zelf gaan doen? We zullen zien. Misschien combinatie van twee bestaande bedrijven? Zie ook China en SFExpress*

3. Wat zijn de cost drivers en belangrijkste cost items in de air express door-to-door keten van integrators?

- PUD kosten:
 - Substantial, especially for light-weight shipments or small flying distance
 - Cost driver: number of stops per hour
 - Pick-up and delivery efficiency
 - Outsourcing or in sourcing?
 - Fixed or dedicated?
- Hub & gateway kosten:

- Personnel (70%)
- Number of pieces
- Conveyables/non-conveyables
- Line-haulkosten:
 - Shipment's weight
 - Maximise the flexibility in fixed-cost network
 - Large cost variance

4. Hebben de Amerikaanse rivalen FedEx en UPS een vergelijkbare kostenstructuur voor wat hun luchtvrachtoperaties betreft? → afleiden uit resultaten translog kostenfunctie

- Grote schaal-en dichtheitsvoordelen
- Eenheidsprijs voor arbeid heeft de grootste impact op de kosten van FedEx en UPS
- Impact van de eenheidsprijs voor arbeid op de totale kosten van FedEx is groter dan op die van UPS
- Impact van de eenheidsprijs voor kapitaal op de totale kosten van FedEx is groter dan op die van UPS
- Impact van de eenheidsprijs voor brandstof op de totale kosten van UPS is groter dan op die van FedEx
- Arbeid en brandstof: complementen voor FedEx en UPS
- Substitutie-en prijselasticiteiten tussen arbeid en brandstof: groter voor UPS dan voor FedEx
- Kapitaal en arbeid: substituten voor FedEx en UPS
- Materialen en arbeid: substituten voor FedEx en UPS
- Kapitaal en brandstof: substituten bij FedEx, complementen bij UPS

5. Komt er een nieuwe integrator?

- Grote schaal-en dichtheitsvoordelen: belangrijkste toetredingsbarrière
 - Absoluut kostenvoordeel door de verticaal geïntegreerde structuur
 - Productdifferentiatie
- Kans op toetreding is miniem!

6. Zijn integrators betrokken in verschillende samenwerkingsvormen met actoren buiten de integratormarkt?

- Integrators cooperate with many actors outside the integrator industry
- Operational objective, e.g. blocked-space and code-share agreements between integrators and combi carriers
- Strategic objective, e.g. strategic alliances and joint-ventures

- Integrators differ in the way and extent of cooperating with actors outside the integrator market

9. Verder onderzoek

- More complex dynamic specification
- Dynamic, variable model
- Panel data (comparison with non-integrated air cargo carriers)
- Multi-output translog cost function
- Fleet characteristics as explanatory variables in the cost models
- Market power analysis of integrators
- Entry-deterring strategies
- Pricing behaviour