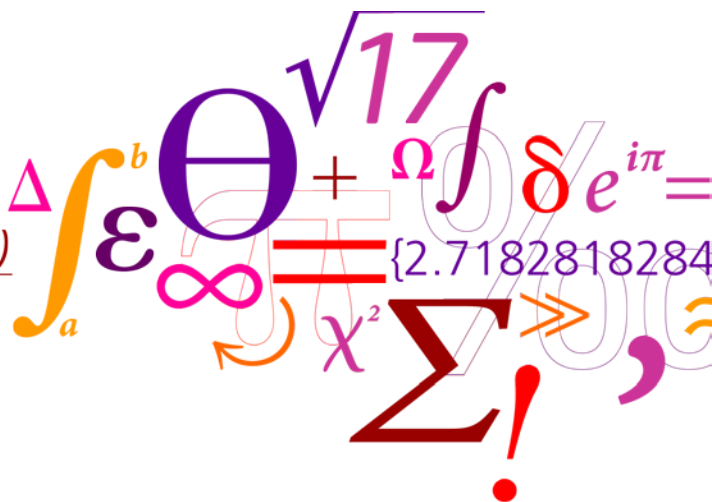


Vejvalgsmodellen i Landstrafikmodellen – Version 1.1

- Otto Anker Nielsen
- Søren Hasling Pedersen

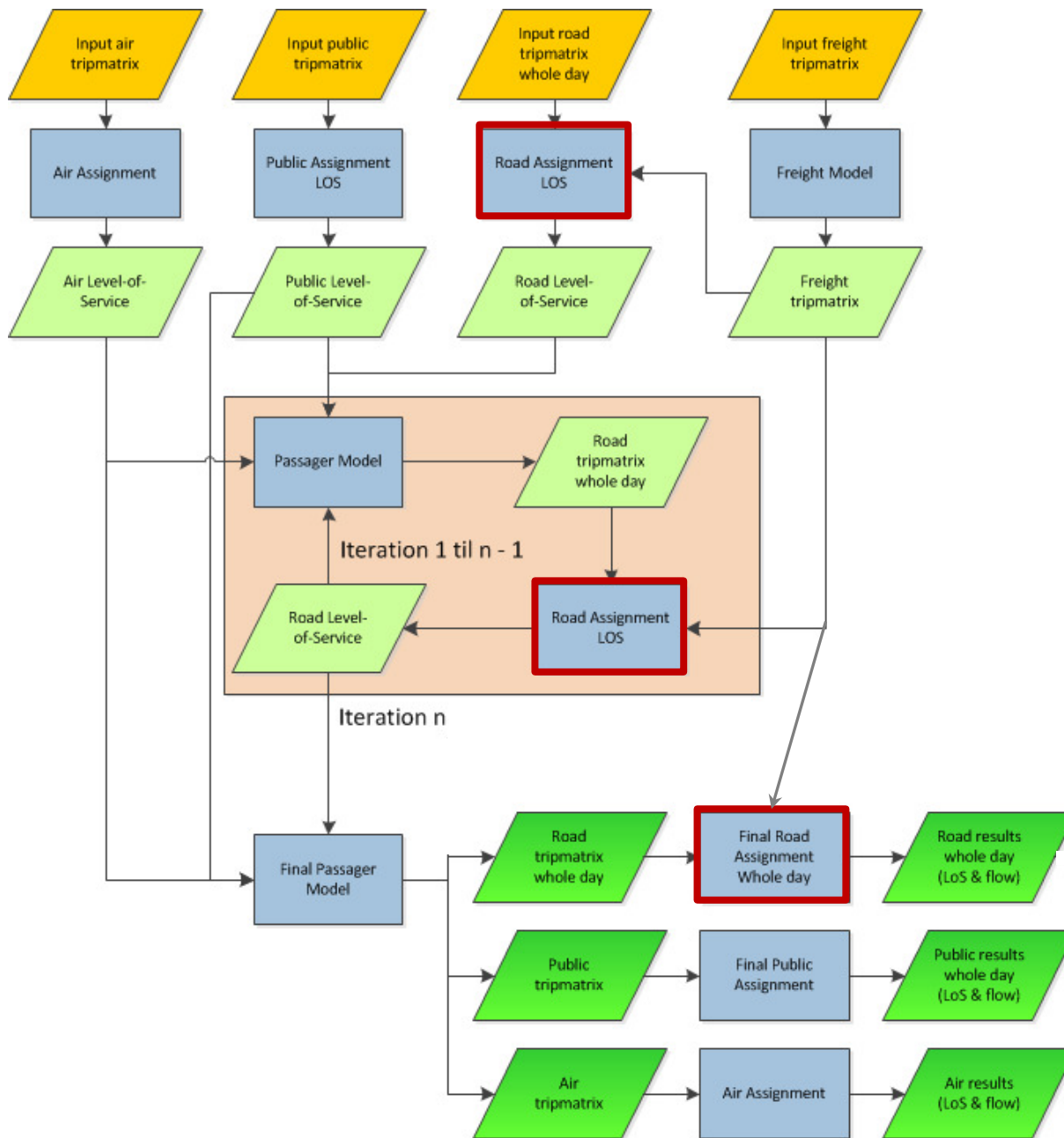
$$P(i|V) = \frac{\partial \ln G(e^V)}{\partial V_i}$$
A collection of colorful mathematical symbols including integrals, Greek letters, and numbers. The symbols are scattered around the equation, with some overlapping. The symbols include: a large purple integral sign, a blue Greek letter epsilon, a yellow Greek letter theta, a red Greek letter omega, a blue Greek letter delta, a red exponential function e^{i\pi}, a purple square root symbol \sqrt{17}, a red infinity symbol, a yellow Greek letter chi, a red summation symbol \Sigma, a red exclamation mark, a yellow greater-than symbol >, a purple comma, and a yellow number 2.7182818284.

Om indlægget

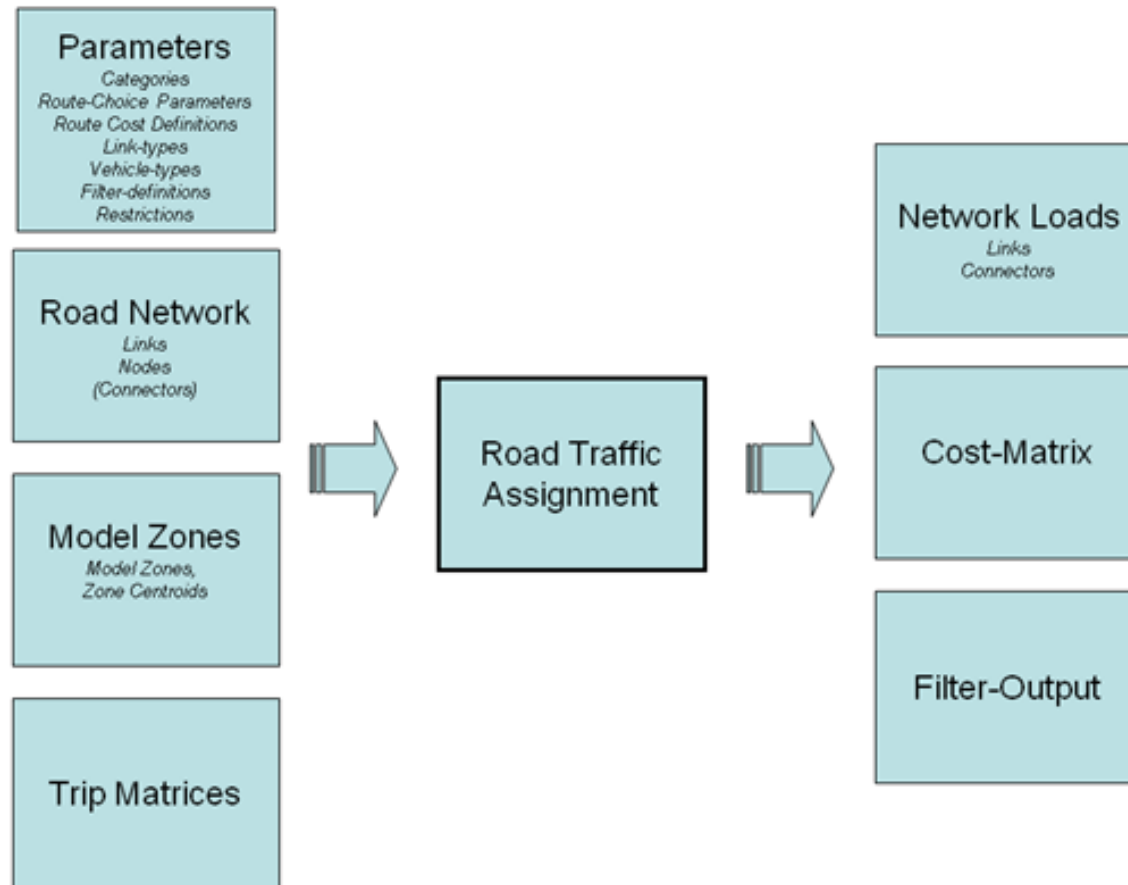
- Generelle principper i rutevalgmodellen
- Datagrundlag og –arbejde
 - Digitale net og zoneophæng
 - Tællinger
 - Færgespecifikke variabler
 - Matricer og turformål
- Kalibrering af modellen
 - Herunder kalibrering af turmatricer

Vejrutevalgsmodellens rolle i LTM

- Zone-til-zone rejseomkostninger til efterspørgselsmodel
- Zone-til-zone rejseomkostninger til beregning af nøgletal
- Strækingsbelastninger og filterresultater
- Hastigheder på vejnet



Input og output til vejroutevalgsmodellen



Vejvalgsmodel

- Metode
 - Stokastisk brugerligevægt
 - Forskellige nyttefunktioner (tidsværdier, betalingsvilje, trængsel) for forskellige turformål
 - Fordeling af tidsværdier inden for et turformål
 - Vejtypeafhængige speed-flow kurver
 - Herunder forskel på 2- og flersporede veje
- Estimering og kalibrering
 - Eksisterende nyttefunktioner baseret på tidligere studier
 - Kalibrering på snit og færger
 - Efterfølgende kalibrering på område- og vejtyper
 - Løbende validering af lastbilfaktorer

Generelt om valgfunktionerne

- En række færagespecifikke forhold
 - Prisforskelle mellem turformål (kompliceret rabatstruktur)
 - Forskel mellem korte og lange ruter
 - Skjult ventetid
 - Ankomsttid før afgang
 - Sejltid
- Vejtypeafhængige præferencer
 - Præferencer for større veje, dispræferencer for trafiksanerede, ...
 - Særlige ruter/præferencer for lastbiler

General speed-flow formel

$$t = \begin{cases} t_{\text{Free}} \cdot \left(1 + \alpha \cdot \left(\frac{T + \gamma T_{\text{opposite}}}{T_{\text{Capacity}}} \right)^{\beta} \right), & (T + \gamma T_{\text{opposite}}) < T_{\text{Capacity}} \\ t_{\text{Queue}}, & (T + \gamma T_{\text{opposite}}) \geq T_{\text{Capacity}} \end{cases}$$

Speed-flow parametre pr. vejtype

LinkTypeID	Description	Lane capacity per hour	Alpha	Beta	Gamma
1	Motorway	2100	0,65	1,85	0
2	Motorway, access ramp	1800	0,95	1,65	0
3	Dual carriageway	1800	1,1	1,75	0,05
4	Dual carriageway, access ramp	1500	1,2	1,6	0
5	2 by 1 lane main road	1650	0,85	1,6	0,1
6	National main road	1650	0,85	1,6	0,1
7	National main road, access ramp	1100	0,85	1,6	0,1
8	National main road, roundabout	1100	0,85	1,6	0,1
9	National main road w. traffic calming	1100	0,85	1,6	0,1
10	Regional main road	1500	0,85	1,6	0,1
11	Regional main road w. traffic calming	1100	0,85	1,6	0,1
12	Regional main road, access ramp	800	0,85	1,6	0,1
13	Regional main road, roundabout	1100	0,85	1,6	0,1
14	Larger secondary road	1200	0,85	1,65	0,05
15	Larger secondary road, access ramp	800	0,85	1,65	0,05
16	Larger secondary road, roundabout	800	0,85	1,65	0,05
17	Larger secondary road w. traffic calming	800	0,85	1,65	0,05
20	Secondary road	800	1	1,5	0,1
21	Secondary road w. traffic calming	600	1	1,5	0,1
22	Secondary road, access ramp	600	1	1,5	0,1
23	Secondary road, roundabout	600	1	1,5	0,1
30	Larger tertiary road	800	1,1	1,4	0,2
31	Larger tertiary road w. traffic calming	600	1,1	1,4	0,2
32	Larger tertiary road, roundabout	600	1,1	1,4	0,2

LTM version 1.1

- Døgnmodel
 - Gennemsnitlige speed-flow kurver
 - 10 timer per døgn, flade kurver
 - Hurtig
 - Kalibreret

- Version 2 Pseudodynamisk model
 - Døgnet fordelt på 10 tidsperioder
 - En tur, der starter i én periode oplever trængsel i vejnettet i de perioder, der passerer
 - Krydsmodellering
 - Flaskehals

Datagrundlag og -arbejde

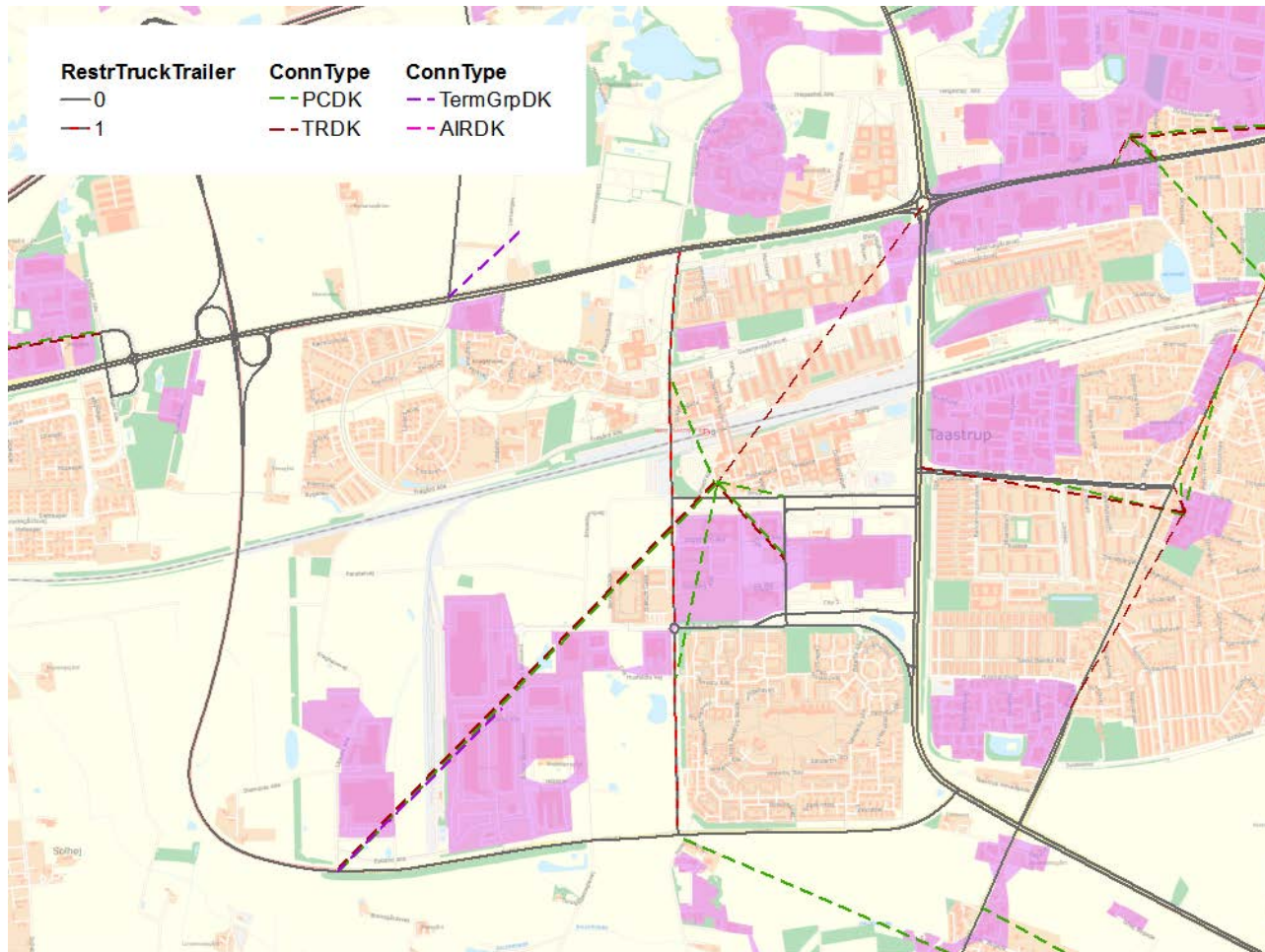
Vejvalgsmodellen, data

- Vejnetsdata, generel model (bl.a.)
 - Vejtyper
 - Antal kørespor og kapacitet
 - Hastighed
 - By/land
 - Strategisk vejnet
 - Tællinger (alene til estimering og kalibrering)
 - Broafgifter (og vejafgifter)
 - Specielle data om færger (betaling, frekvens, ankomst i forvejen, ventetid)

Attributter på zoneophæng

- Dedikerede zoneophæng i DK for
 - Personbiler
 - Lastbiler
 - Godsterminalgrupper
 - Lufthavne
- *"Fraction"*
 - Andel af trafik fra zonen, der benytter ophænget. Input til rutevalgsmodellen
- *"AvLength"*
 - Gennemsnitlig længde beregnet en gang for alle ved en rutevalgsberegning fra alle adresser til ophængspunktet i den mest detaljerede version af NavTeq vejnettet.

Detaljer zoneophæng



Korte og lange ture

- Kalibreringen viste at lange ture har en større tidsværdi
 - Flere personer per bil
 - Den marginale værdi af fritid stiger med turlængden

Turtype		u 18	pas tot	Personer/bil
Korte ture	Pendling	0,02	0,11	1,11
	Erhverv	0,01	0,15	1,15
	Indkøb	0,19	0,48	1,48
	Andet	0,44	0,84	1,84
Lange ture	Pendling	0,02	0,25	1,25
	Erhverv	0,01	0,53	1,53
	Indkøb	0,34	1,15	2,15
	Andet	0,52	1,60	2,60

Definition af lange ture

- Ture over Kattegatsnittet
- Ture med færgekrydsninger over 80 kr. per personbil
- Til eller fra en lufthavn
- Til eller fra udlandet

Basismatricer

- Efterspørgselskategorier

Personmodel

Pendling

Uddannelse

Hente-bringe

Fritid

Indkøb

Erhverv

Erhverv el. pendling m. overnatning

Andet m. overnatning

Varebil, erhverv

Varebil, pendling

Varebil, andet

Godsmodel

Varebil, fragt

Lastbil u. anhænger < 12 t

Lastbil u. anhænger > 12 t

Sættevognstog

Lastbil m. anhænger

Modulvognstog

Rutevalgskategorier

Demand model	Demand category	ID		Road Assignment category	ID	Type
Road person	Commuting	2	Short trips	Commuting & Education. Short trips	1	Car
Road person	Education	3	Short trips			
Road person	Business	7	Short trips	Business. Short trips	2	Car
Road person	Overnight, business & commute	13	Short trips			
Road person	Shopping	5	Short trips	Shopping. Short trips	3	Car
Road person	Escort	4	Short trips	Escort & Leisure. Short trips	4	Car
Road person	Leisure	6	Short trips			
Road person	Overnight, Other	14	Short trips	Vacation. Short trips	5	Car
Road person	Commuting	2	Long trips	Commuting & Education. Long trips	11	Car
Road person	Education	3	Long trips			
Road person	Business	7	Long trips	Business. Long trips	12	Car
Road person	Overnight, business & commute	13	Long trips			
Road person	Shopping	5	Long trips	Shopping. Long trips	13	Car
Road person	Escort	4	Long trips	Escort, Leisure & Vacation. Long trips	14	Car
Road person	Leisure	6	Long trips			
Road person	Overnight, Other	14	Long trips			
Road person	Van, commute	10		Van, Business & Commuting	6	Car
Road person	Van, business	11				
Road person	Van, other	12				
Road freight	Light goods vehicle	1		Van, Freight	19	Car
Road freight	Truck < 12 tonnes	2		Truck, solo. Less than 12 tonnes	8	Truck
Road freight	Truck > 12 tonnes	3		Truck, solo. More than 12 tonnes	9	Truck
Road freight	Truck with trailer	4		Truck w. hanger	10	Truck
Road freight	Articulated truck	5				
Road freight	Mega trucks	6		Mega trucks	18	Truck

Færgespecifikke variable

- Biletpriser indsamlet for
 - Køretøjskategorier
 - Personbiler
 - Lastbiler u. anhænger u. 12 ton
 - Lastbiler u. anhænger o. 12 ton
 - Lastbil m. anhænger
 - Sættevognstog, (og modulvogntog)
 - Prisniveauer
 - Lavsæson,
 - Højsæson,
 - Rabatpris (lavest tilgængelige pris f.eks. flertursrabat)
- Differentierede priser mellem turformål ("CustomCost")
 - Forskellig vægtning af prisniveauer
- Samme princip for Storebæltsbro og Øresundsbro samt vejafgifter i Norge og Tyskland (MAUT)

Færges og brotakster (CustomCost)

CostField	Tax (25 pct.)	Length (indicative)	Weights for average			Categories
			Discount	Low season	High season	
CostCommute	Included		0,6	0,3	0,1	Commuting & Education. Short trips Commuting & Education. Long trips
CostBusiness	Excluded		0,3	0,6	0,1	Business. Short trips Business. Long trips Van, Freight Van, Business & Commuting
CostOther	Included		0,1	0,5	0,4	Shopping. Short trips Escort & Leisure. Short trips Van, Other
CostVacation	Included		0,3	0,2	0,5	Vacation. Short trips Escort, Leisure & Vacation. Long trips Shopping. Long trips
<i>CostShopping</i>	<i>Included</i>		-	-	-	<i>BorderShopping, only Rødby-Puttgarden</i>
CostTruckU12T	Excluded	10 m	0,2	0,6	0,2	Truck, solo. Less than 12 tonnes
CostTruckO12T	Excluded	12 m	0,2	0,6	0,2	Truck, solo. More than 12 tonnes
CostTruckTrailer	Excluded	18 m	0,2	0,6	0,2	Truck w. hanger
CostGigaLiner	Excluded	23 m	0,2	0,6	0,2	Mega trucks

Færgespecifikke variable

(fortsat)

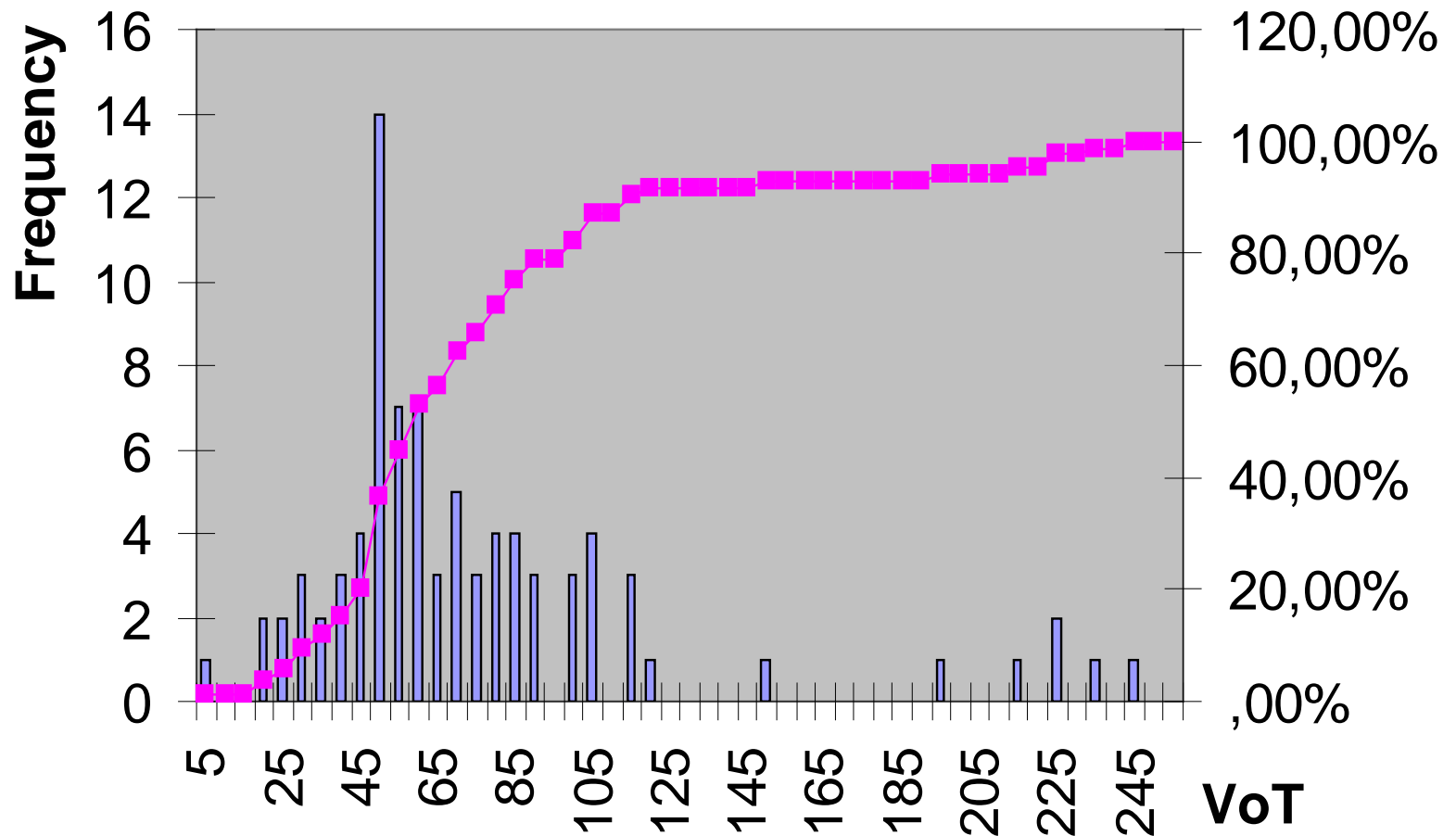
- Gens. ventetid til afgang i hvert tidsbånd ("TimeDependentWait")
 - Svarer omtrent til halv headway
 - Ved kalibrering på døgnniveau bruges gennemsnit af "TimeDependentWait" i dagtimer ("WaitAvg")
- Ankomsttid før afgang ("ArrPreDep")
- Sejltid ("FerryTimeShort", "FerryTimeLong")
- Biletpris, ventetid, ankomsttid før afgang og sejltid vægtes i nyttefunktion med specifikke koefficienter for hver rutevalgskategori

Kalibrering af modellen

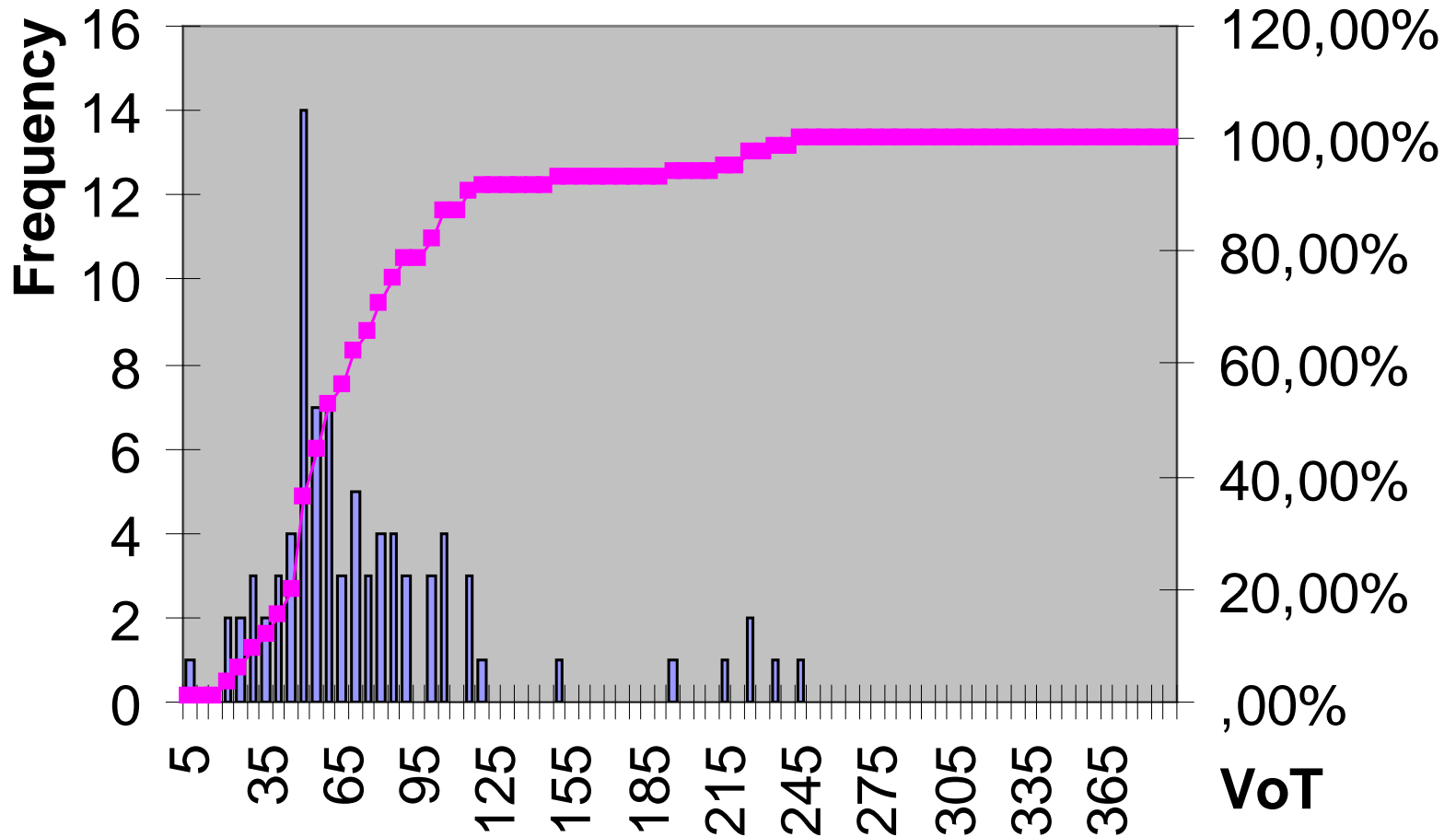
Udgangspunkt

- Generelle præferencer fra Havnetunnelmodellen
 - Grundigt dansk Stated Preference
- Skaleret til 2010 ud fra vækst i tidsværdier og kørselsomkostninger
- Korrigeret fra SP til RP ud fra AKTA RP/SP eksperiment (Nielsen & Vuk, 2008)
- Justeret til korrelerede tidsværdier for fri køretid og trængsel baseret på AKTA erfaringer (Ibid)
- Lange ture justeret i forhold til personer per bil
- Kalibrering af færgeparametre
- Kalibrering af vejtypeafhængige parametre og områdefaktorer

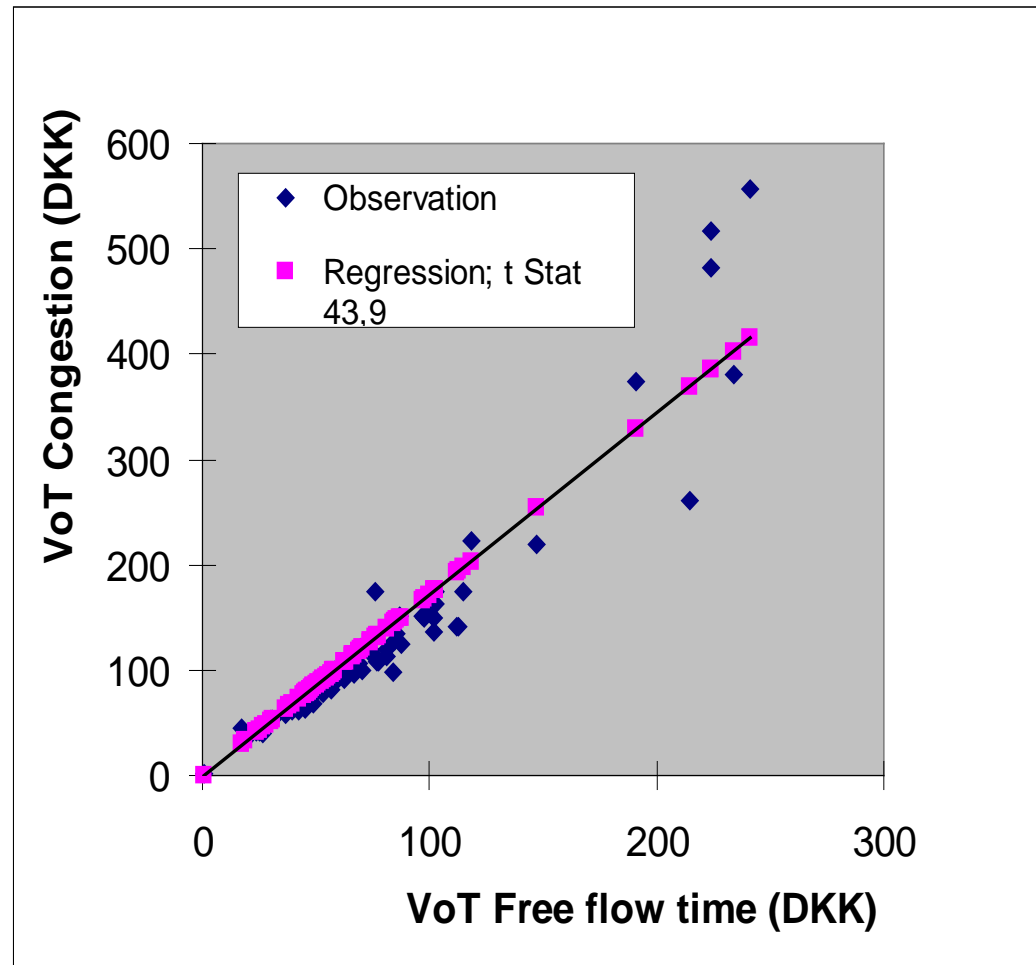
Fordeling af fri flow tidsværdi



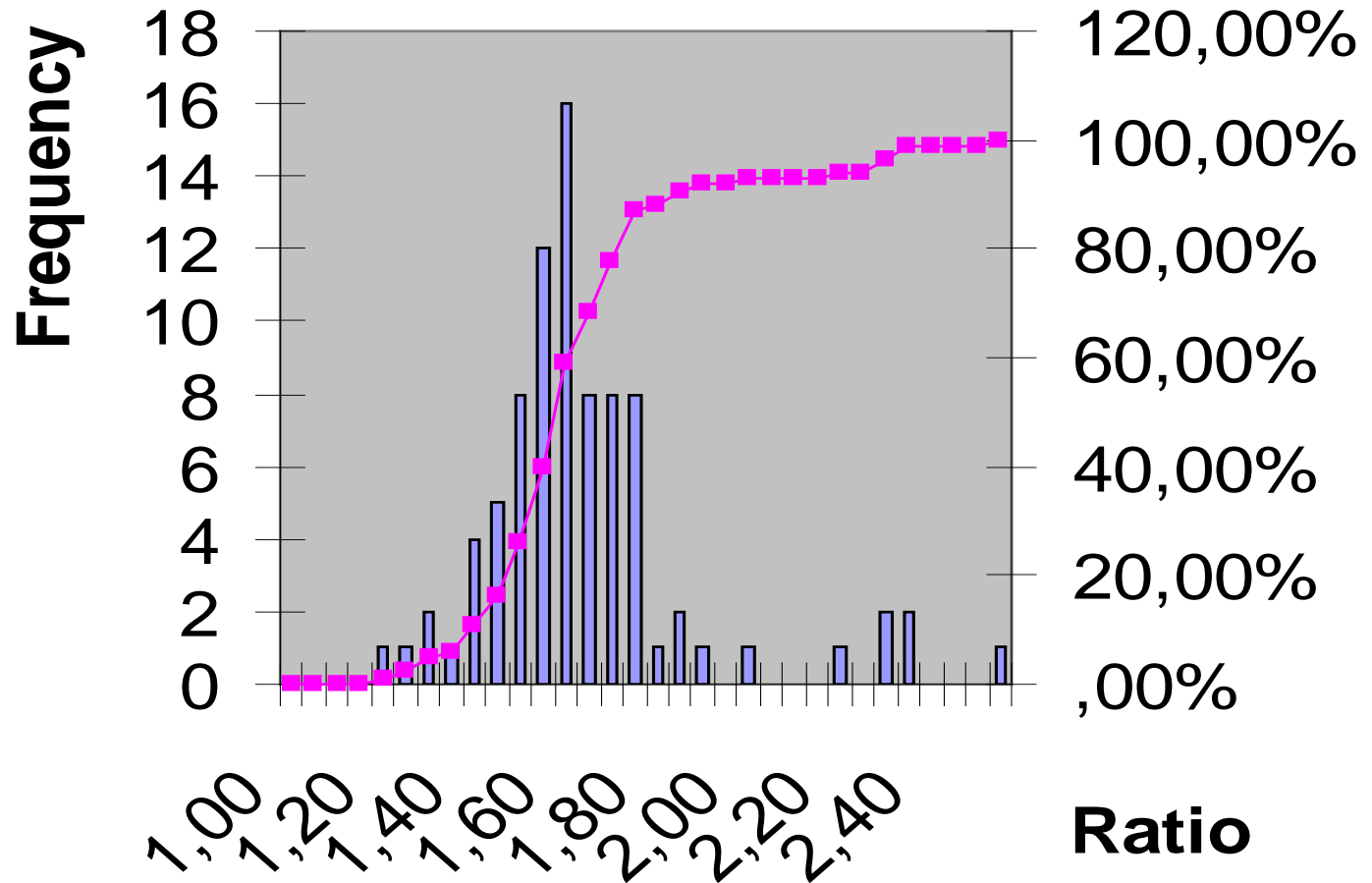
Fordeling af trængsel tidsværdi



Imidlertid stærkt korrelerede



Trængsel over fri køretid



Generel nyttefunktion

$$\begin{aligned}
 \text{GenCost} = & \text{coefficientLength} * \text{DriveLength} + \\
 & \text{coefficientCost} * \text{CustomCost} + \\
 & \text{coeffCarDiscourage} * \text{CarDiscourage} + \\
 & \text{coeffTruckDiscourage} * \text{TruckDiscourage} + \\
 & \text{coefficientFreeTime} * (\text{FreeTime} + \\
 & \quad (\text{coefficientCongTime} + 1) * \text{CongTime} + \\
 & \quad \text{coefficientWaitAvg} * \text{WaitAvg} + \\
 & \quad \text{coefficientArrPreDep} * \text{ArrPreDep} + \\
 & \quad \text{coefficientFerryTimeShort} * \text{FerryTimeshort} + \\
 & \quad \text{coefficientFerryTimeLong} * \text{FerryTimelong}) \\
 & + \text{ErrorTerm}
 \end{aligned}$$

- Grønne koefficienter følger statistiske fordelinger
- Færgekoefficienter særskilte for Østersøfærger

Hovedproces i validering

1. Kalibrering af rutevalgsmodel med henblik på færger/broafgifter over Kattegat snittet, grænsesnit
2. Validering af tælledata
 1. Forskellige tællekilder mod hinanden
 2. Tællinger versus model
3. Validering af rutevalgmodel
4. Første Matrix justering og nyt rutevalg
 1. På basis heraf identificeres mulige flere tællefejl
 2. Lokal validering af vejnet (f.eks. Hastigheder)
 3. Validering af zoneophæng
5. Ny matrixjustering (på originalmatrix)
6. Og så fremdeles,....

Matrix Justering (MPME)

- Multiple Path Matrix Estimation (MPME)
- Mange mulige løsninger
- Integreret med rutevalgsmodellen
 - For hver rute justeres relativt til et vægtet snit af afvigelser langs ruten
 - For et OD-par sammenvægtes justeringerne for ruterne med sandsynligheden for at ruterne benyttes
 - Svarer til at den vægtede kvadratafgivelse mellem model og tællinger minimeres
 - Inden for det løsningsrum minimeres den vægtede kvadratafgivelse mellem originalmatricen og den justerede matrix

Tværsnits vægtning

- Visse tværsnit har særlig betydning
 - Kattegat
 - Færger
 - Nøglesnit (Lillebælt, Havnesnittet, Limfjorden, andre broer)
 - Den grønne grænse

Nyttefunktion - Kørselsomkostninger

Category	Cost per drive length, DKK/km		
	Base year 2010	Base year 2020	Base year 2030
Commuting & Education. Short trips	0,797	0,638	0,571
Business. Short trips	0,866	0,707	0,640
Shopping. Short trips	0,797	0,638	0,571
Escort & Leisure. Short trips	0,797	0,638	0,571
Vacation. Short trips	0,797	0,638	0,571
Commuting & Education. Long trips	0,797	0,638	0,571
Business. Long trips	0,866	0,707	0,640
Shopping. Long trips	0,797	0,638	0,571
Escort, Leisure & Vacation. Long trips	0,797	0,638	0,571
Van, Business & Commuting	0,860	0,701	0,634
Van, Other	1,400	1,241	1,174
Van, Freight	0,860	0,860	0,860
Truck, solo. Less than 12 tonnes	2,248	2,248	2,248
Truck, solo. More than 12 tonnes	3,061	3,061	3,061
Truck w. hanger	3,878	3,878	3,878
Mega trucks	4,339	4,339	4,339

Nyttefunktion – Tidsværdier

Category	Free flow time value, DKK/min						Congested time weight	
	Base year 2010		Base year 2020 (Growth rate 0,44*17 pct.)		Base year 2030 (Growth rate 0,44*32 pct.)		Mean	Var.
	Mean	Var.	Mean	Var.	Mean	Var.		
Commuting & Education. Short trips	1,55	0,60	1,66	0,64	1,76	0,68	0,35	0,04
Business. Short trips	2,48	0,56	2,66	0,60	2,82	0,64	0,56	0,06
Shopping. Short trips	0,89	0,38	0,96	0,41	1,01	0,44	0,73	0,07
Escort & Leisure. Short trips	0,99	0,43	1,06	0,46	1,13	0,49	0,81	0,08
Vacation. Short trips	1,18	0,51	1,27	0,55	1,34	0,58	0,97	0,10
Commuting & Education. Long trips	2,01	0,78	2,16	0,84	2,29	0,89	0,35	0,04
Business. Long trips	3,72	0,74	3,99	0,80	4,24	0,85	0,56	0,06
Shopping. Long trips	1,45	0,63	1,56	0,67	1,65	0,71	0,85	0,09
Escort, Leisure & Vacation. Long trips	1,45	0,63	1,56	0,67	1,65	0,71	0,85	0,09
Van, Business & Commuting	2,58	0,52	2,77	0,55	2,94	0,59	0,70	0,07
Van, Other	1,40	0,40	1,50	0,43	1,59	0,46	0,81	0,08
Van, Freight	2,58	0,52	2,77	0,55	2,94	0,59	0,70	0,07
Truck, solo. Less than 12 tonnes	3,30	1,30	3,54	1,40	3,76	1,48	0,20	0,02
Truck, solo. More than 12 tonnes	3,38	1,35	3,63	1,45	3,85	1,54	0,20	0,02
Truck w. hanger	3,50	1,40	3,76	1,50	3,98	1,59	0,20	0,02
Mega trucks	3,60	1,44	3,87	1,55	4,10	1,64	0,13	0,01

Nyttefunktion – Tidsværdier færger

Category type	Ferry sailing time weight			
	short routes		long routes	
	Mean	Var.	Mean	Var.
Car	0,73	0,07	0,36	0,04
Truck	0,7	0,07	0,2	0,02

Category type	Ferry waiting time weight	
	Mean	Var.
Car	0,4	0,04
Truck	0,43	0,04

Truck-/CarDiscourage

- Længdeafhængig omkostning, der ikke opsamles i LOS.
- Desuden 40 øre/km i byer, undtagen for
 - Anbefalede lastbilruter
 - Motorveje, motortrafikveje
- Særlige forhold
 - Ramper
 - Rundkørsler
 - Trafiksannede veje

Truck-/CarDiscouragement

LinkTypeID	Description	Penalty, DKK/km			
		<i>Car and van</i>	<i>Truck, solo < 12 t</i>	<i>Truck, solo > 12 t</i>	<i>Truck w. hanger</i>
1	Motorway	0	0	0	0
2	Motorway, access ramp	0.300	0.425	0.500	0.675
3	Dual carriageway	0.030	0.017	0.020	0.027
4	Dual carriageway, access ramp	0.300	0.425	0.500	0.675
5	2 by 1 lane main road	0.030	0.034	0.040	0.054
6	National main road	0.070	0.272	0.320	0.432
7	National main road, access ramp	0.350	0.468	0.550	0.743
8	National main road, roundabout	0.200	0.468	0.550	0.743
9	National main road w. traffic calming	0.250	0.595	0.700	0.945
10	Regional main road	0.080	0.298	0.350	0.473
11	Regional main road w. traffic calming	0.300	0.612	0.720	0.972
12	Regional main road, access ramp	0.400	0.468	0.550	0.743
13	Regional main road, roundabout	0.250	0.595	0.700	0.945
14	Larger secondary road	0.100	0.323	0.380	0.513
15	Larger secondary road, access ramp	0.450	0.510	0.600	0.810
16	Larger secondary road, roundabout	0.270	0.638	0.750	1.013
17	Larger secondary road w. traffic calming	0.350	0.638	0.750	1.013
20	Secondary road	0.130	0.493	0.580	0.783
21	Secondary road w. traffic calming	0.380	0.697	0.820	1.107
22	Secondary road, access ramp	0.500	0.638	0.750	1.013
23	Secondary road, roundabout	0.400	0.723	0.850	1.148
30	Larger tertiary road	0.300	1.275	1.500	2.025
31	Larger tertiary road w. traffic calming	0.600	1.700	2.000	2.700
32	Larger tertiary road, roundabout	0.550	1.700	2.000	2.700

Additional urban penalty, DKK/km

<i>Car and van</i>	<i>Truck, solo < 12 t</i>	<i>Truck, solo > 12 t</i>	<i>Truck w. hanger</i>
0,13	0,57	0,67	0,90

Spørgsmål

