

Restsaltmængdernes  
afhængighed af trafikken,

Thomas Glue,  
marts 2000.

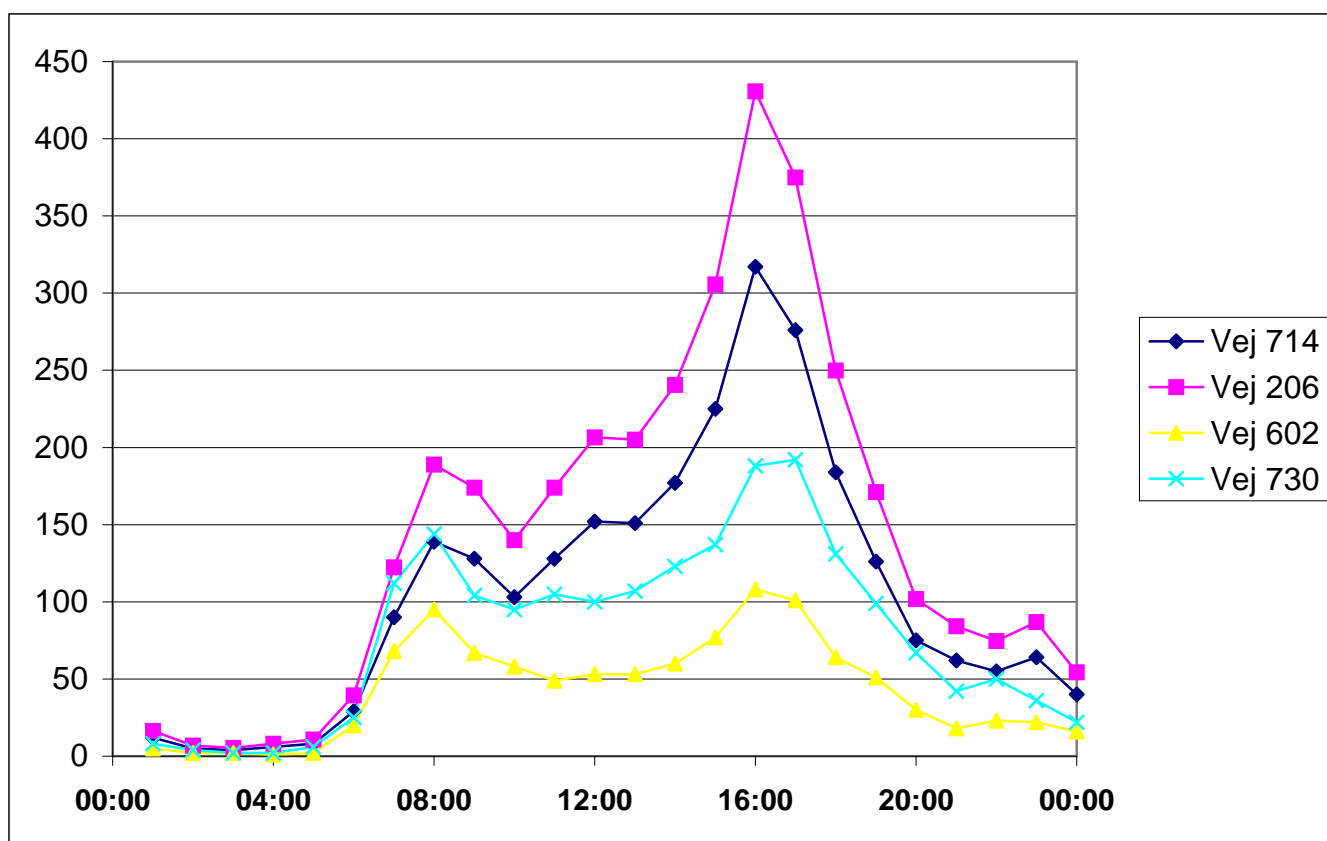
Trafikintensitet.....	2
Indledende definitioner .....	2
Regressionsanalyser på trafikintensiteten .....	6
Justering af restsaltmængder i henhold til trafikbelastning. ....	7
Konklusion.....	10
SAS-udskrifter .....	11
TI-analyse på vej 206.....	11
TI-analyse på vej 602.....	11
TI-analyse på vej 714.....	11
TI-analyse på vej 730.....	12
Forskel mellem TI-justerede restsaltmængder.....	12

## Trafikintensitet

### Indledende definitioner

Trafikbelastningen varierer afhængig af om data er registreret på en helligdag. For at forenkle beregning af trafikintensiteten ses der alligevel bort fra variation i løbet af ugen.

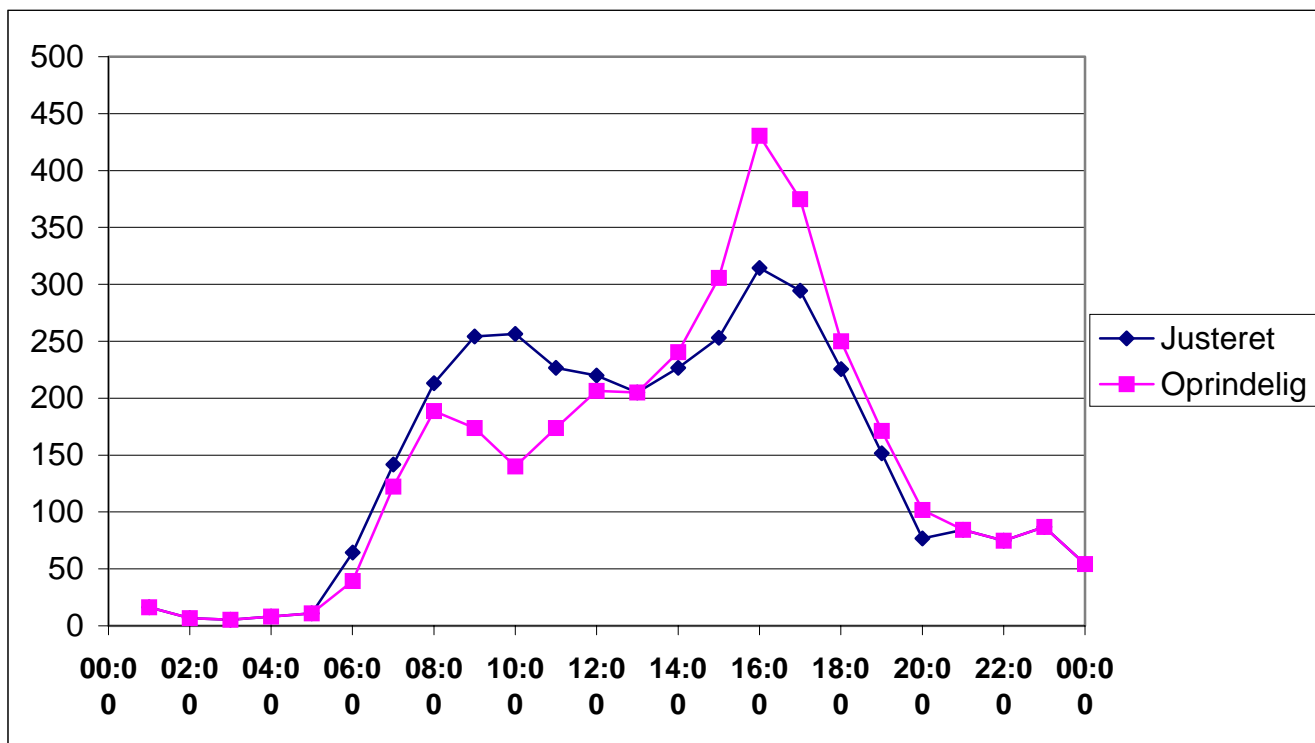
Ved afbildning af trafikbelastningen på de 4 benyttede veje (se figur 1) observeres det, at der for vejene med tælling for begge kørselsretninger er der en tendens til, at toppene med lokalt maksimum kl. 8 og 16-17 er næsten lige store og at den sene top strækker sig over et længere tidsrum. Idet vej 714 og 206 kun er for en kørselsretning, skal trafikbelastningen fordobles for at skabe sammenlignelighed med de to andre veje.



Figur 1. Trafikbelastning i løbet af et døgn på de 4 veje. For vej 602 og 730 er der registreret for begge kørselsretninger, mens der for vej 714 og 206 kun er registreret en retning.

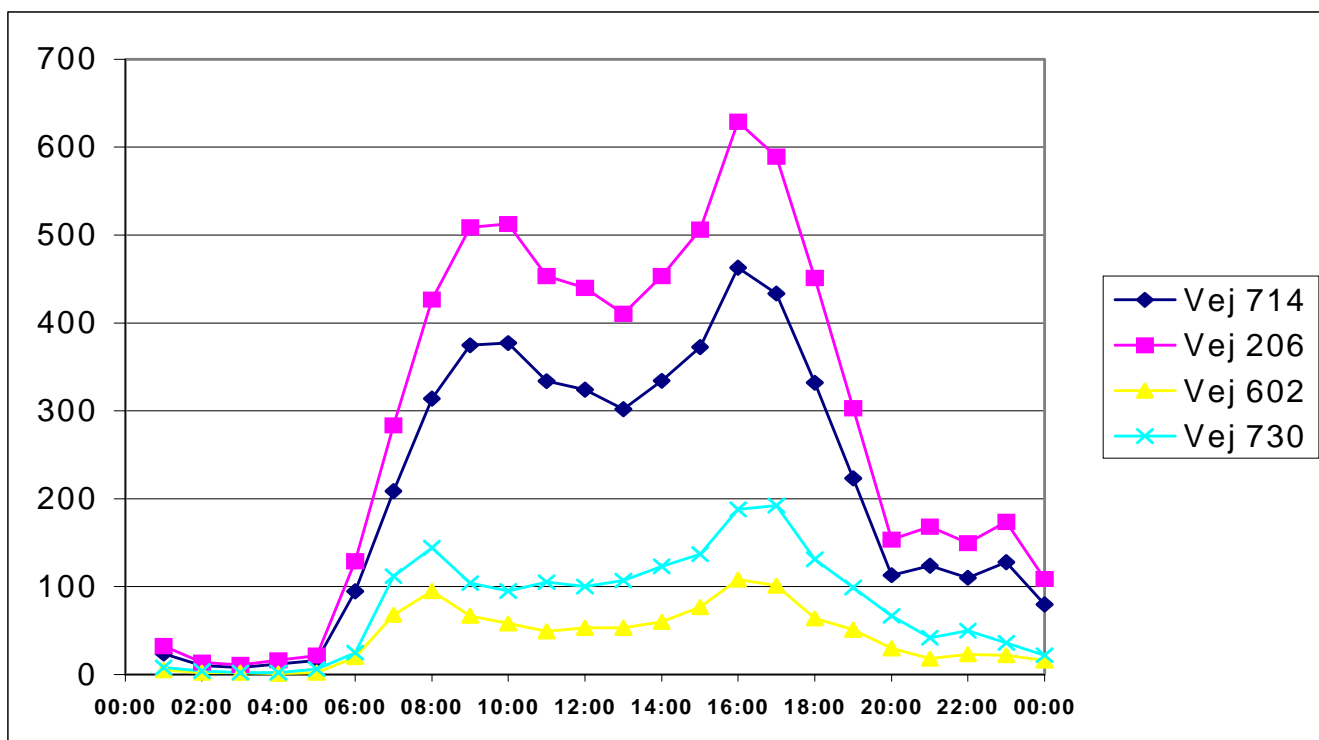
Ved almindelig fordobling af trafiktallene vil eftermiddagstoppen blive forstærket uforholdsmæssigt meget. I stedet anvendes en indledende vægtning af trafiktallene fra kl. 6-20. For at skabe en rimelig sammenlignelighed med vejene 602 og 730, hvor der i det nævnte tidsrum er en vægtning mod eftermiddagen. Minimum mellem de 2 toppe er kl. 12. Den 1. top er altså afgrænset i området 6-12, men 2. top er 12-20. For vejene 602 og 730 er trafikbelastningsforholdene mellem den 2 toppe ca. 2:3. For at justere trafiktallene for vejene 206 og 714 til "tælling i begge retninger" foretages følgende:

$$t_{6,ny} = \frac{3}{5} * t_{6,gammel} + \frac{2}{5} * t_{20,gammel} \quad \text{til} \quad t_{20,ny} = \frac{3}{5} * t_{20,gammel} + \frac{2}{5} * t_{6,gammel}$$

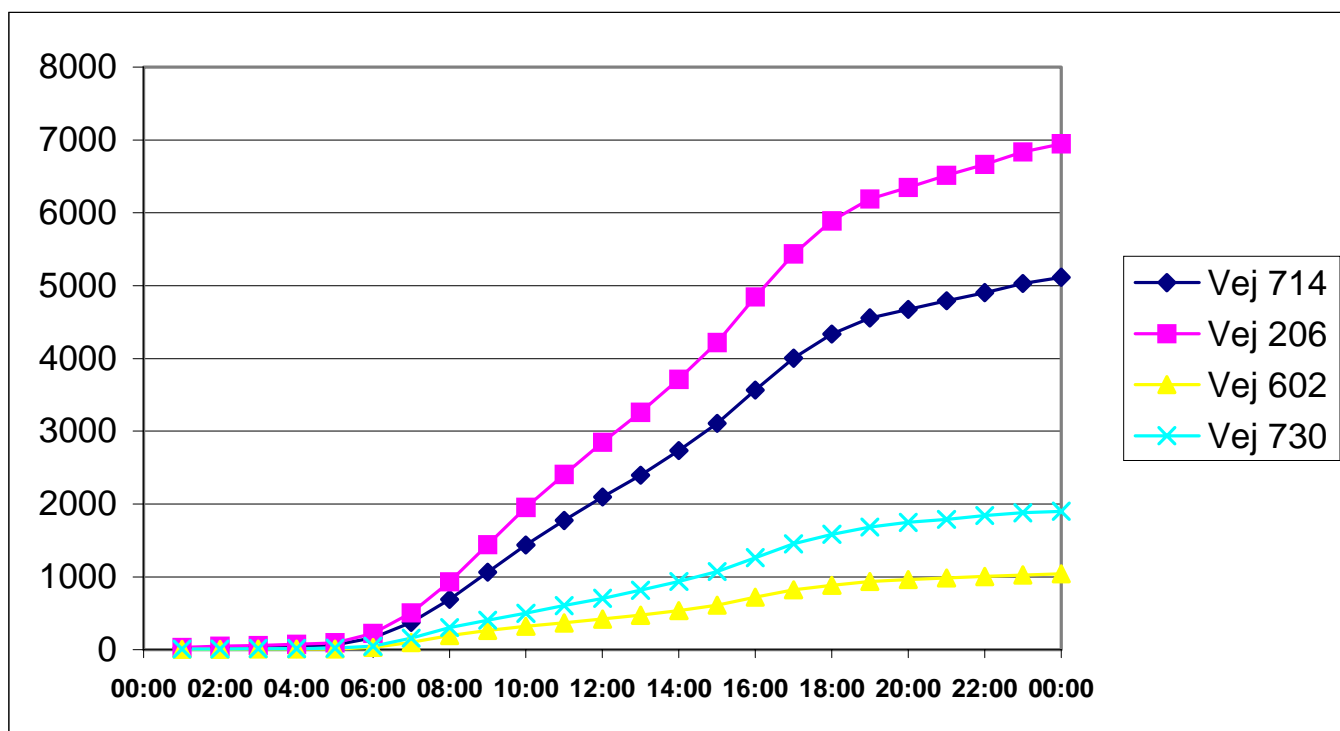


Figur 2. Justeret trafikbelastningsbillede for vej 206.

Justeringen giver et godt sammenligneligt billede med vej 602 og 730 og det antages for rimeligt at fortsætte analysen med denne. De justerede tal for vej 206 og 714 fordobles efterfølgende (se figur 3).



Figur 3. Trafiktal for de 4 veje. Justerede og fordoblede for vejene 714 og 206.



Figur 4. Akkumulerede trafiktal over et døgn.

Det har været prøvet at anvende proximerede polynomier til beskrivelse af kurverne af de akkumulerede trafiktal, men præcisionen i starten og slutningen af døgnnet var ikke tilfredsstillende. I stedet blev der beregnet akkumulationsværdier for hver 0,25 time i døgnnet. F.eks. er værdien for kl. 8:30 lig med værdien for 8 plus halvdelen af forskellen mellem kl. 9:00 og 8:00 (se tabel 1). Spred- og måletidspunkterne er blevet tillagt en tilsvarende akkumulationsværdi. Forskellen mellem værdierne for måletidspunktet og spredetidspunktet svarer til trafikintensiteten.

**Tabel 1. Akkumulerede trafikbelastninger for de 4 veje med 0,25 timers mellemrum. Ved beregning af TI er mellemtiderne rundet op til nærmeste kvarter.**

Timer	714,0	206,0	602,0	730,0	Timer	714,0	206,0	602,0	730,0
0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	12,25	2172,3	2951,3	435,3	733,8
0,25	6,0	8,2	1,3	2,0	12,50	2247,8	3053,8	448,5	760,5
0,50	12,0	16,3	2,5	4,0	12,75	2323,3	3156,4	461,8	787,3
0,75	18,0	24,5	3,8	6,0	13,00	2398,8	3258,9	475,0	814,0
1,00	24,0	32,6	5,0	8,0	13,25	2482,3	3372,2	490,0	844,8
1,25	26,5	36,0	5,5	9,0	13,50	2565,8	3485,6	505,0	875,5
1,50	29,0	39,4	6,0	10,0	13,75	2649,3	3598,9	520,0	906,3
1,75	31,5	42,8	6,5	11,0	14,00	2732,8	3712,3	535,0	937,0
2,00	34,0	46,2	7,0	12,0	14,25	2825,9	3838,8	554,3	971,3
2,25	36,0	48,9	7,5	12,5	14,50	2919,0	3965,3	573,5	1005,5
2,50	38,0	51,6	8,0	13,0	14,75	3012,1	4091,8	592,8	1039,8
2,75	40,0	54,3	8,5	13,5	15,00	3105,2	4218,2	612,0	1074,0
3,00	42,0	57,1	9,0	14,0	15,25	3220,9	4375,4	639,0	1121,0
3,25	45,0	61,1	9,3	14,5	15,50	3336,6	4532,6	666,0	1168,0
3,50	48,0	65,2	9,5	15,0	15,75	3452,3	4689,8	693,0	1215,0
3,75	51,0	69,3	9,8	15,5	16,00	3568,0	4847,0	720,0	1262,0
4,00	54,0	73,4	10,0	16,0	16,25	3676,4	4994,3	745,3	1310,0
4,25	58,0	78,8	10,5	17,5	16,50	3784,8	5141,6	770,5	1358,0
4,50	62,0	84,2	11,0	19,0	16,75	3893,2	5288,9	795,8	1406,0
4,75	66,0	89,7	11,5	20,5	17,00	4001,6	5436,2	821,0	1454,0
5,00	70,0	95,1	12,0	22,0	17,25	4084,6	5548,9	837,0	1486,8
5,25	93,7	127,3	17,0	28,3	17,50	4167,6	5661,7	853,0	1519,5
5,50	117,4	159,5	22,0	34,5	17,75	4250,6	5774,5	869,0	1552,3
5,75	141,1	191,7	27,0	40,8	18,00	4333,6	5887,3	885,0	1585,0
6,00	164,8	223,9	32,0	47,0	18,25	4389,4	5963,1	897,8	1609,8
6,25	217,0	294,8	49,0	75,0	18,50	4445,2	6038,8	910,5	1634,5
6,50	269,2	365,7	66,0	103,0	18,75	4501,0	6114,6	923,3	1659,3
6,75	321,4	436,6	83,0	131,0	19,00	4556,8	6190,3	936,0	1684,0
7,00	373,6	507,5	100,0	159,0	19,25	4585,1	6228,7	943,5	1700,8
7,25	452,1	614,2	123,8	195,0	19,50	4613,4	6267,0	951,0	1717,5
7,50	530,6	720,8	147,5	231,0	19,75	4641,7	6305,4	958,5	1734,3
7,75	609,1	827,5	171,3	267,0	20,00	4670,0	6343,8	966,0	1751,0
8,00	687,6	934,1	195,0	303,0	20,25	4701,0	6385,9	970,5	1761,5
8,25	781,2	1061,3	211,8	329,0	20,50	4732,0	6428,0	975,0	1772,0
8,50	874,8	1188,5	228,5	355,0	20,75	4763,0	6470,1	979,5	1782,5
8,75	968,4	1315,6	245,3	381,0	21,00	4794,0	6512,2	984,0	1793,0
9,00	1062,0	1442,8	262,0	407,0	21,25	4821,5	6549,6	989,8	1805,5
9,25	1156,3	1571,0	276,5	430,8	21,50	4849,0	6586,9	995,5	1818,0
9,50	1250,6	1699,1	291,0	454,5	21,75	4876,5	6624,3	1001,3	1830,5
9,75	1344,9	1827,3	305,5	478,3	22,00	4904,0	6661,7	1007,0	1843,0
10,00	1439,2	1955,5	320,0	502,0	22,25	4936,0	6705,1	1012,5	1852,0
10,25	1522,6	2068,9	332,3	528,3	22,50	4968,0	6748,6	1018,0	1861,0
10,50	1606,0	2182,2	344,5	554,5	22,75	5000,0	6792,1	1023,5	1870,0
10,75	1689,4	2295,6	356,8	580,8	23,00	5032,0	6835,5	1029,0	1879,0
11,00	1772,8	2409,0	369,0	607,0	23,25	5052,0	6862,7	1033,0	1884,5
11,25	1853,8	2518,9	382,3	632,0	23,50	5072,0	6889,9	1037,0	1890,0
11,50	1934,8	2628,9	395,5	657,0	23,75	5092,0	6917,1	1041,0	1895,5
11,75	2015,8	2738,8	408,8	682,0	24,00	5112,0	6944,2	1045,0	1901,0
12,00	2096,8	2848,8	422,0	707,0					

### **Regressionsanalyser på trafikintensiteten**

I dette afsnit udføres der lineære regressionsanalyser på trafikintensitetens betydning for restsaltmængderne. Der er udført analyse på de enkelte veje hver for sig (se afsnit 0-0). Idet det tidligere er vist, at der ikke er signifikans for vekselvirkning mellem TI og de andre anvendte faktorer, er det tilladeligt for den enkelte vej at bruge modellen:

$$\text{realsal} = \mu + t_i + E$$

Af tabel fremgår det for vejene 206 og 714, at TI har en virkning på den relative restsaltmængde. Forklaringsgraderne er på hhv. 16,9 og 18,1%, hvilket gør TI til den bedst forklarende enkeltfaktor (bortset fra case). TI giver ingen forklaring af restsaltmængderne på vejene 602 og 730.

Denne forskel i forklaring af variation i restsaltmængden mellem tæt- og tyndt trafikerede veje kan tolkes på følgende måde:

1. Trafikintensitetens sammenhæng med forskel i restsaltmængde over tid er ikke lineær. Kun forholdsvis høje trafikintensiteter har en virkning på udvikling i restsaltmængde, mens der ved lave trafikintensiteter er andre faktorer, der spiller ind.
2. Trafiktællingerne ved de lavt trafikerede veje er så tilfældige (i noget af tidsrummet), at de ikke bidrager til nogen systematisk variation i restsaltmængden.

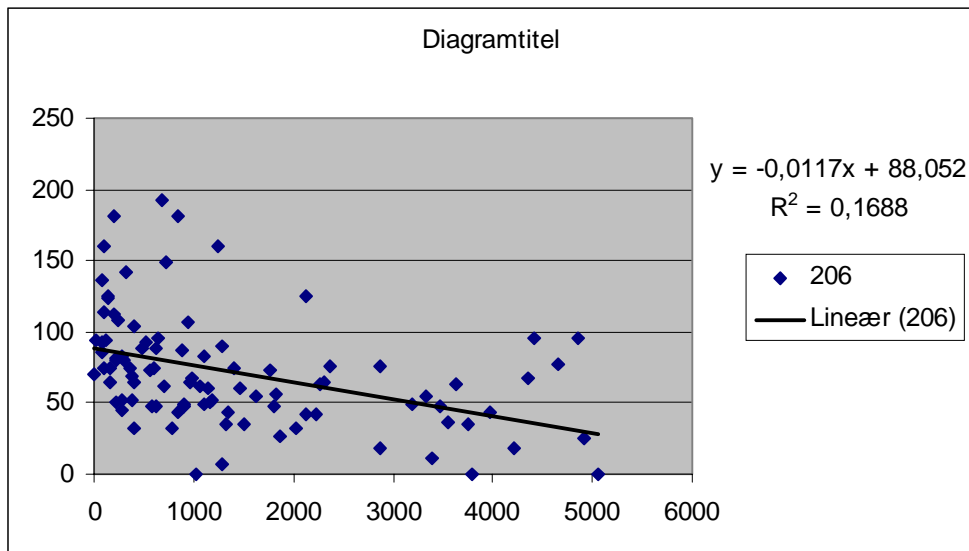
Det kunne være interessant at belyse, om trafikintensiteten mellem to målinger har en virkning på den tilsvarende forskel i restsaltmængde. Men fordi der er så stor variation i de målte saltmængder og nogle værdier ligger langt over den forrige måling og det ikke generelt gælder at spredtmængde > 1. måling > 2. måling > 3. måling.

**Tabel 2. Beskrivelse af TI's variationsforklaring af den relative restsaltmængde. Signifikansniveau for om TI har en virkning på den relative restsaltmængde.**

Vej	Variationsbeskrivelse [%]	Signifikansniveau (Pr > F)
206	16,9	< 0,0001 (***)
602	0,8	0,57
714	18,1	< 0,0001 (***)
730	0,2	0,75

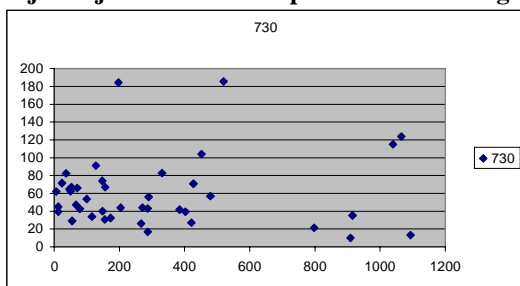
Figur 5 viser, at der for vejene 602 og 730 er relativt mange outlier, som ligger langt fra den gennemsnitlige datamængde. Dette kan forårsage den lave forklaringsgrad, som TI har af den relative restsaltmængde. Der er tendens til, at sammenhængen (uden outliers) for de tyndt trafikerede veje ligner den for de tæt trafikerede veje. Ved evt. fjernelse af outliers ville man evt. kunne opnå den samme forklaringsgrad ved de tyndt trafikerede veje.

Vej 206:



Vej 714:

**Fejl! Objekter kan ikke oprettes ved at redigere feltkoder.**



**Figur 5. Sammenhæng mellem TI og relative restsaltmængder (bemærk forskellig skala).**

Trafikintensitetens beskrivelse af den relative restsaltmængde for vejene 206 og 714 sammenholdt med figur 5 tyder på, at den lineære model er en god beskrivelse af sammenhængen.

***Justering af restsaltmængder i henhold til trafikbelastning.***

Trafikbelastningen varierer efter vej og inden for det samme tidsrum udsættes vej 206 for mere trafik end de andre veje. Denne forskel i trafikbelastning mellem vejene er der foreløbig ikke taget hensyn til, når restsaltmængderne sammenlignes. Det er relevant at indføre en justering af restsaltmængderne, der tager højde for forskel i trafikbelastninger. Der defineres et trafikbelastningsindex:

$$TBI = \text{middel}(TB)_{\text{vej}} / \text{middel}(TB)_{\text{total}}$$

TBI = trafikbelastningsindex

$\text{middel}(TB)_{\text{vej}}$  = gennemsnittet af trafikbelastning over 1 døgn.

$\text{middel}(TB)_{\text{total}}$  = gennemsnittet af  $\text{middel}(TB)_{\text{vej}}$  for alle veje.

**Tabel 3. Trafikbelastningsindex for de 4 veje.**

Vej	206	602	714	730
-----	-----	-----	-----	-----

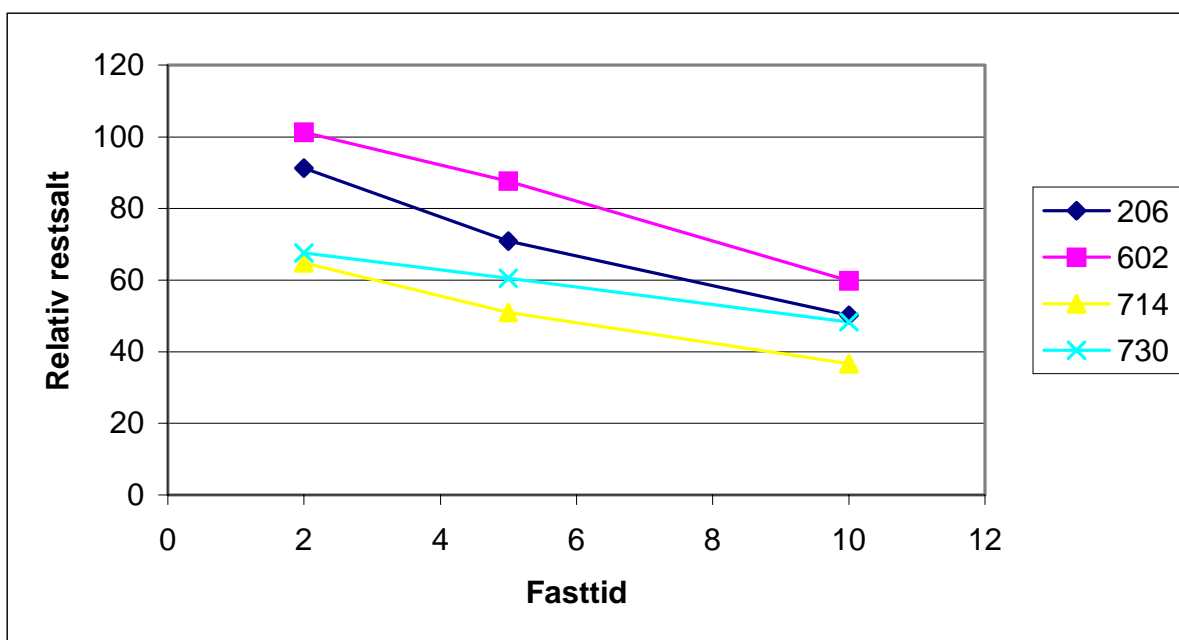
Middel(TB) <sub>ve</sub>	289	44	213	79
TBI	1,85	0,28	1,36	0,51

Ved at multiplicere de relative restsaltmængder med TBI sker der en lineær forskydning af det enkelte kurveforløb. Grundet den lineære sammenhæng mellem TI og restsaltmængder Nedenstående figurer viser, hvor stor effekt justeringen ved TBI har. Der er nu tydelig forskel mellem vejene 714 og 206, mens kurverne for vejene 602 og 730 forløber næsten ens.

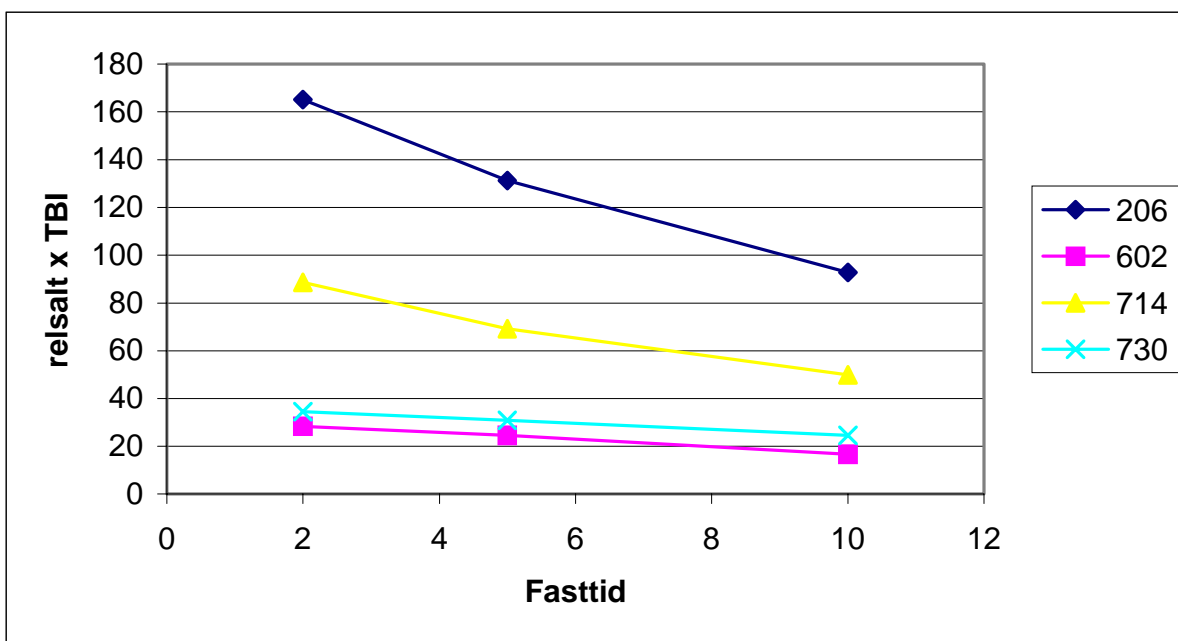


**Tabel 4. Relative restsaltmængder opdelt efter vej og fast måletid.**

vej	fasttid	n	Relativ restsaltmængde	
			gennemsnit	stdafv.
206	2	33	91	36
206	5	32	71	36
206	10	30	50	37
602	2	15	101	38
602	5	14	88	37
602	10	12	60	32
714	2	33	65	26
714	5	32	51	21
714	10	29	37	22
730	2	15	68	36
730	5	14	61	42
730	10	12	48	38



**Figur 6. Sammenhæng mellem middelværdierne af de relative restsaltmængder (for hver fastlagte måletid, 2, 5 og 10 timer) og de fastlagte måletider (bemærk at stdafv. ikke er anført).**



Figur 7. Som figur 6, dog er gennemsnittene for de relative restsaltmængder justeret med TBI (bemærk at stdafv. ikke er anført).

Der er for vejene 206 og 714 udført GLM-analyse ved modellen:

$$\text{rel.salt x TBI} = \text{vej}(\text{fasttid}),$$

som belyser en evt. virkning af vej (dvs. spredertype) over tidsforløbet. Det er mest rimeligt kun at medtage vejene 206 og 714, fordi der kun for de to veje med sikkerhed er blevet påvist en lineær sammenhæng mellem TI og restsaltmængderne.

Modellen viser en klar signifikans for forskel mellem de enkelte niveauer ved hver tidsinddeling (se afsnit 0)

## Konklusion

Den anvendte justering ved trafikbelastningsindex anses for rimelig, om end ikke helt nøjagtig, og der er nu påvist en klar forskel mellem restsaltmængderne for de 2 spredertyper (ved vej 206 og 714). Den relative restsaltmængde er signifikant højere ved anvendelse af saltlagespredning. Selv hvis der er sket fejl i mængden af den udsprede saltlage (så de relative værdier skal nedjusteres), skal der være blevet udsprede næsten den dobbelte mængde på vej 206, for, at der ikke er nogen forskel mellem de to spredemetoder.

Der er ikke skabt fuldstændig forståelse for, hvordan den nøjagtige sammenhæng mellem trafikbelastning og restsaltmængder. Det tyder dog på, at en lineær model giver en god beskrivelse (hvis man ser bort fra outliers).

1. Ved fugtsaltning må der nødvendigvis være brug for en større massering af saltmassen. Hvis der ikke er fugtighed nok tilstede på vejen til at masseringen kan ske, må der også ske en anden udvikling i restsaltmængden.

## SAS-udskrifter

### TI-analyse på vej 206

```
data sas;
set sas.lage206;
proc glm;
class ty;
model relsal = ti /ss1 ss2 solution;
run;
```

```
The SAS System      18:32 Tuesday, March 21, 2000 30
                    General Linear Models Procedure
                    Number of observations in data set = 95

Dependent Variable: RELSAL
Source              DF              Sum of Squares              Mean Square              F Value              Pr > F
Model               1              24645.36584669              24645.36584669              18.89              0.0001
Error               93              121341.16645226              1304.74372529
Corrected Total     94              145986.53229895

R-Square           0.168819
C. V.              50.56581
Root MSE          36.12123649
RELSAL Mean       71.43410526

Source              DF              Type I SS              Mean Square              F Value              Pr > F
TI                  1              24645.36584669              24645.36584669              18.89              0.0001
Source              DF              Type II SS              Mean Square              F Value              Pr > F
TI                  1              24645.36584669              24645.36584669              18.89              0.0001

Parameter              Estimate              T for H0:              Pr > |T|              Std Error of
INTERCEPT            88.05213196              Parameter=0              0.0001              Estimate
TI                     -0.01173546              -4.35              0.0001              5.32486566
TI                     -0.01173546              -4.35              0.0001              0.00270019
```

### TI-analyse på vej 602

```
The SAS System      18:32 Tuesday, March 21, 2000 32
                    General Linear Models Procedure
                    Number of observations in data set = 41

The SAS System      18:32 Tuesday, March 21, 2000 33
                    General Linear Models Procedure

Dependent Variable: RELSAL
Source              DF              Sum of Squares              Mean Square              F Value              Pr > F
Model               1              511.83310179              511.83310179              0.33              0.5700
Error               39              60811.00177625              1559.25645580
Corrected Total     40              61322.83487805

R-Square           0.008347
C. V.              46.74687
Root MSE          39.48742149
RELSAL Mean       84.47073171

Source              DF              Type I SS              Mean Square              F Value              Pr > F
TI                  1              511.83310179              511.83310179              0.33              0.5700
Source              DF              Type II SS              Mean Square              F Value              Pr > F
TI                  1              511.83310179              511.83310179              0.33              0.5700

Parameter              Estimate              T for H0:              Pr > |T|              Std Error of
INTERCEPT            88.35492654              Parameter=0              0.0001              Estimate
TI                     -0.01869945              -0.57              0.5700              9.16470554
TI                     -0.01869945              -0.57              0.5700              0.03263799
```

### TI-analyse på vej 714

```
data sas;
set sas.fugt714;
proc glm;
class ty;
model relsal = ti /ss1 ss2 solution;
run;
```

```
The SAS System      18:32 Tuesday, March 21, 2000 34
                    General Linear Models Procedure
                    Number of observations in data set = 94

The SAS System      18:32 Tuesday, March 21, 2000 35
```

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: RELSAL		Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Source	DF				
Model	1	11178.10628048	11178.10628048	20.39	0.0001
Error	92	50429.54638335	548.14724330		
Corrected Total	93	61607.65266383			

R-Square	C. V.	Root MSE	RELSAL Mean
0.181440	45.52671	23.41254457	51.42595745

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TI	1	11178.10628048	11178.10628048	20.39	0.0001
Source	DF	Type II SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TI	1	11178.10628048	11178.10628048	20.39	0.0001

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr >  T	Std Error of Estimate
INTERCEPT	64.15761105	17.28	0.0001	3.71215568
TI	-0.01051303	-4.52	0.0001	0.00232805

**TI-analyse på vej 730**

```
data sas;
set sas.fugt730;
proc glm;
class ty;
model relsal = ti /ss1 ss2 solution;
run;
```

The SAS System 18:32 Tuesday, March 21, 2000 36  
General Linear Models Procedure  
Number of observations in data set = 41

Dependent Variable: RELSAL		Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Source	DF				
Model	1	163.06855560	163.06855560	0.11	0.7463
Error	39	59903.64364927	1535.99086280		
Corrected Total	40	60066.71220488			

R-Square	C. V.	Root MSE	RELSAL Mean
0.002715	65.79400	39.19171931	59.56731707

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TI	1	163.06855560	163.06855560	0.11	0.7463
Source	DF	Type II SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TI	1	163.06855560	163.06855560	0.11	0.7463

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr >  T	Std Error of Estimate
INTERCEPT	57.57872436	6.66	0.0001	8.64359902
TI	0.00643380	0.33	0.7463	0.01974589

**Forskel mellem TI-justerede restsaltmængder**

```
data sas;
set sas.just;
if vej = 602 then delete;
if vej = 730 then delete;

proc glm;
class vej tid;
model relstbi = vej (tid);
lsmeans vej (tid) / pdiff;
run;
```

The SAS System 15:20 Thursday, March 23, 2000 46  
General Linear Models Procedure  
Class Level Information  
Class Level s Values  
VEJ 2 206 714  
TID 3 2 5 10  
Number of observations in data set = 189

Dependent Variable: RELSTBI		Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Source	DF				
Model	5	296293.91052482	59258.78210496	21.68	0.0001
Error	183	500169.85614185	2733.16861280		

Corrected Total 188 796463.7666667

R-Square 0.372012 C.V. 51.65413 Root MSE 52.27971512 RELSTBI Mean 101.21111111

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
VEJ(TID)	5	296293.91052482	59258.78210496	21.68	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
VEJ(TID)	5	296293.91052482	59258.78210496	21.68	0.0001

Least Squares Means

VEJ	TID	RELSTBI LSMEAN	Pr >  T	HO: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)		
i/j	1	2	3	4	5	6
206 2	168.793939	1	0.0001	0.0042	0.0001	0.0001
714 2	88.227273	2	0.0001	0.0011	0.1454	0.7279
206 5	131.231250	3	0.0042	0.0011	0.0001	0.0043
714 5	69.262500	4	0.0001	0.1454	0.0001	0.0778
206 10	92.823333	5	0.0001	0.7279	0.0043	0.0778
714 10	49.886207	6	0.0001	0.0044	0.0001	0.1500

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.