

Analyse af Saltdata

Henrik Spliid

December 1999

Indledning

Nærværende rapport beskriver kort resultaterne af en statistisk analyse af data vedrørende udspreddning og efterfølgende nedslidning af vejsalt i forbindelse med glatføresituationer.

Forsøget og data

To veje indgår analysen. De har numrene 206 og 714 og ligger på Fyn. Vejene er valgt, så de mht. udformning og trafik er sammenlignelige.

Der benyttes to udspreddningsmetoder, nemlig i form af almindeligt fugtigt salt (på vej 714) eller som spray, dvs en saltlage (på vej nr 206).

Der udspreddes en vis saltmængde pr m^2 vej (10, 15 eller 20 g pr m^2).

I forbindelse med den enkelte udspreddningssituation karakteriseres trafikmængden som svag, let eller kraftig (S, L eller K). I den endelige analyse blev kategorierne 'S' og 'L' slået sammen til kategorien 'S' (svag).

Efter udspreddningen målt med faste tidsintervaller restsaltmængden. Denne måling blev foretaget 2, 5 og 10 timer efter udspreddningen.

For at få et repræsentativt mål for restsaltmængden målt denne i afstanden 0.5, 1.5 og 2.5 m på begge sider af vejmidten, og dette blev gjort på to steder med ca 500 m's afstand.

Den analyserede restsaltmængde er beregnet som gennemsnittet af disse 12 måleværdier.

Yderligere en række oplysninger (vejr, vejtilstand etc.) registreredes, men indgår ikke i analysen.

Det er et væsentligt element, at udspreddningen blev foretaget i de samme vejsituationer (altså på samme tidspunkt). Ved at medtage vejsituations nummeret (case nr) i analysen kan forstyrrende fællesvariationer, som ikke er relateret til udspreddningsmetoden, den udspreddte mængde eller den forløbne tid, elimineres fra data. Dette gælder f.eks vejret, som kan anses for ens på de to vejstrækninger og (til en vis grad) vejtilstand (fugtig, is, mv).

Der analyseredes såvel de absolutte saltmængder og saltmængder beregnet relativt til den udspreddte mængde. I nærværende rapport er alene beskrevet analysen af de relative restsaltmængder.

Følgende tabel viser data fra det første registrerede case:

| Case nr | Vej nr | Tid gået | Salt udsp. pr m | Trafik mængde | Restsalt g pr m ² | Relativ rest mængde |
|---------|--------|----------|-----------------|---------------|------------------------------|---------------------|
| 1 | 206 | 2 | 20 | svag | 1.2500 | 0.2717 |
| 1 | 714 | 2 | 15 | svag | 3.2500 | 0.2829 |
| 1 | 206 | 2 | 20 | svag | 0.8333 | 0.1812 |
| 1 | 714 | 2 | 15 | svag | 1.5833 | 0.1378 |

I alt indgik 33 cases eller sammenlagt $6 \times 33 = 198$ registreringer. Enkelte cases var ufuldstændige, således, at der var i alt 189 fuldstændige registreringer.

To suspekter måleværdier blev udeladt: Case nr 11, vej nr 714, 2 timer og case nr 16, vej nr 714, 2 timer, i de to tilfælde fordi den målte restsaltmængde var urimeligt høj og urimeligt lav, henholdsvis, set i forhold til de øvrige data.

Videre er udeladt case nr 10, da der er anført forskellig trafikmængde for de to veje, og fordi estimationen pga variabelen "case" resulterer i en urimeligt stor værdi (bedømt som outlier). Endelig er case nr 28 udeladt, da der kun er registreret saltmålinger for tiden=2 timer.

Statistik – Variansanalyser

Der undersøges følgende model for den relative restsaltmængde:

$$Y = \mu + \text{case}(\text{trafik}) + \text{vej} + \text{tid} + \text{vej} * \text{tid} + \text{trafik} + \text{trafik} * \text{vej} + E$$

hvor μ er en fælles konstant og "case" er et bidrag, som knytter de data sammen, som stammer fra samme dag (tidspunkt), og hvor det formodes, at en række fælles forhold er gældende (temperatur, generelle vejrforhold, lysforhold, trafikale forhold, etc.). Variablen vej er enten "206" eller "714", og tid er enten "2", "5" eller "10". Bidraget "vej*tid" er et såkaldt vekselvirkningsled, som kan beskrive, at saltnedbrydningen ikke foregår parallelt på de to veje. Endelig angiver variabelen "trafik", hvorvidt der er svag, "S", eller kraftig, "K", trafik. Videre er medtaget et led, "trafik*vej", som kan beskrive, om trafikmængden virker forskelligt for de to udspreddningsmetoder (veje).

For variabelen "case" findes individuelle konstanter hørende til de enkelte udspreddningstilfælde, men rubriceret sådan, at der kan beregnes en eventuel systematisk forskel for de to trafik kategorier, "S" og "K", angivet ved notationen case(trafik).

Det benyttede analyseprogram (SAS, GLM) estimerer disse konstanter i forhold til det senest registrerede udspreddningstilfælde, som er "case" nr 33, der altså får tildelt konstanten 0 (nul). Regnes "case" om til en variation i forhold til et fælles "case"-gennemsnit for de to trafik kategorier, findes et totalt gennemsnit på henholdsvis 0.61 for "S" og "0.50" for "K", eller en forskel på ca 0.11.

For de to veje findes følgende relative restsaltmængder for de forskellige tidspunkter og trafik kategorier:

| Relativ restsaltmængde | | | | | | |
|------------------------|-------------|---------|----------|----------------|---------|----------|
| Vej nr | Svag trafik | | | Kraftig trafik | | |
| | 2 timer | 5 timer | 10 timer | 2 timer | 5 timer | 10 timer |
| 206 | 0.89 | 0.69 | 0.47 | 0.84 | 0.64 | 0.42 |
| 714 | 0.68 | 0.54 | 0.38 | 0.54 | 0.40 | 0.25 |

Til denne model hører følgende:

Variansanalysetabel

| Variationskilde | Kvadratafvigelse | Frihedsgrader | S ² | F-test værdi | p-værdi |
|-----------------|------------------|---------------|----------------|--------------|----------|
| Case(Trafik) | 7.5102 | 31 | 0.2423 | 10.15 | < 0.0001 |
| Vej | 1.1874 | 1 | 1.1874 | 49.74 | < 0.0001 |
| Tid | 3.7586 | 2 | 1.8793 | 78.73 | < 0.0001 |
| Vej*Tid | 0.0936 | 2 | 0.0468 | 1.96 | 0.14 |
| Trafik | 0.4188 | 1 | 0.4188 | 1.14*) | ≈ 0.30 |
| Vej*Trafik | 0.0326 | 1 | 0.0326 | 1.37 | 0.24 |
| Restvariation | 3.3420 | 140 | 0.0238 | | |
| Total variation | 16.4162 | 186 | | | |

*) Værdien $1.14 = 0.4188/0.2423$, idet variationen, som kan tilskrives trafikken, skal testes mod variabelen "cases(trafik)".

Man ser af tabellen, at de to led i modellen, som beskriver vekselvirkninger (dvs ikke parallel nedbrydning for de to veje mod tid henholdsvis trafik) formelt set ikke er statistisk signifikante.

Derfor kan man overveje at forenkle modellen ved at antage at

$$Y = \mu + \text{case(trafik)} + \text{vej} + \text{tid} + \text{trafik} + E$$

Det resulterer i følgende estimation:

| Relativ restsaltmængde | | | | | | |
|------------------------|-------------|---------|----------|----------------|---------|----------|
| Vej nr | Svag trafik | | | Kraftig trafik | | |
| | 2 timer | 5 timer | 10 timer | 2 timer | 5 timer | 10 timer |
| 206 | 0.87 | 0.70 | 0.52 | 0.78 | 0.61 | 0.42 |
| 714 | 0.69 | 0.52 | 0.34 | 0.60 | 0.43 | 0.24 |

Man ser, at den reelle forskel på de to modeller ikke er stor.

Til den reducerede model hører følgende

Variansanalysetabel

| Variationskilde | Kvadratafvigelsessum | Frihedsgrader | S ² | F-test værdi | p-værdi |
|-----------------|----------------------|---------------|----------------|--------------------|----------|
| Case(Trafik) | 7.5666 | 31 | 0.2441 | 10.05 | < 0.0001 |
| Vej | 1.2414 | 1 | 1.2414 | 51.12 | < 0.0001 |
| Tid | 3.7839 | 2 | 1.8920 | 77.91 | < 0.0001 |
| Trafik | 0.4231 | 1 | 0.4231 | 1.73 ^{*)} | ≈ 0.20 |
| Restvariation | 3.4725 | 143 | 0.0243 | | |
| Total variation | 16.4162 | 178 | | | |

^{*)} Værdien $1.73 = 0.4231/0.2441$, idet variationen, som kan tilskrives trafikken, skal testes mod variabelen "cases(trafik)".

Som et fælles skøn ses, at restsaltmængden på vej nr 714 er ca 17% (af den udspreddte mængde) mindre, end ved vej nr 206.

For faktoren "Trafik" findes, at der for kategorien "K" findes en restsaltmængde på gennemsnitligt 11% (af den udspreddte mængde) under kategorierne "S" og "L" under ét.

Man kan diskutere det rimelige i at antage additivitet for de relative restsaltmængder, idet en form for produktmodel måske ville være mere naturlig. Den viste model giver imidlertid et godt indtryk af størrelsesordenen på forskellen mellem de to udspreddningsmetoder.

Standardafvigelsen af estimatet for forskel på udspreddningsmetoderne er af størrelsesordenen 0.025. Et omtrentligt 95% konfidensinterval for forskellen på at benytte lage i stedet for tørsalt beregnes som $[0.17 \pm 2 \times 0.025]$, dvs intervallet $[0.12 - 0.22]$.

Den fundne effekt fra udspreddningsmetoden er således stærkt statistisk signifikant og er dermed sikkert påvist.

Ved at estimere forskellen i restsaltmængde for to trafik kategorier uden hensyntagen "Case" findes, at spredningen på denne forskel er af størrelsesordenen 0.06. Et omtrentligt 95% konfidensinterval for effekten af trafikmængden beregnes derfor som $[0.11 \pm 2 \times 0.06]$, dvs intervallet $[(-0.01) - 0.21]$.

Den fundne effekt fra trafikmængden er således ikke stærkt statistisk signifikant, og det fundne estimat er tilsvarende behæftet med relativt stor usikkerhed.

Effekt fra "case" og fra usikkerheden E

Det er rimeligt at opfatte "case" som en stokastisk variabel, som varierer fra det ene udspreddningstilfælde til det næste, og som dermed beskriver, hvor store forskelle, der kan være mellem tilsyneladende ens situationer. Det er væsentligt at notere, at "case" er fælles for de to veje i den enkelte udspreddningsituation.

Man finder ved generel variansanalyseteknik, at middelvadratafgivelsessummen for variabelen "Case(Trafik)", dvs S_{case}^2 , har den teoretiske forventningsværdi $E\{S_{case}^2\} \simeq \sigma_{rest}^2 + 5.40\sigma_{case}^2$. Med $S_{rest}^2 = 0.0243$ og $S_{case}^2 = 0.2441$ findes $\hat{\sigma}_{case}^2 \simeq (0.2441 - 0.0243)/5.4 \simeq 0.20^2$.

Med denne (mest almindelige) estimationsmetode findes dermed, at "case" har en spredning på ca 0.20.

Der knytter sig én værdi af restvariationen, E , til hver enkelt måling i de analyserede data.

Efter estimation af den viste model findes, at E har en varians på $\hat{\sigma}^2 \simeq 0.0243 \simeq 0.16^2$, svarende til en spredning på ca 0.16 .

Skrives den fundne model på formen:

$$Y = \mu + \text{vej} + \text{tid} + \text{trafik} + (\text{case(trafik)} + E)$$

repræsenterer $(\text{case(trafik)} + E)$ modellens tilfældige elementer med de to angivne spredninger, medens μ , "vej", "tid" og "trafik" er faste værdier, estimeret som vist ovenfor.

Variansen af $(\text{case(trafik)} + E)$ findes ved addition 'i kvadratisk middel' som $0.20^2 + 0.16^2 \simeq 0.26^2$, dvs med spredning på ca 0.26.

De 0.20 udtrykker (mere eller mindre) tilfældig variation mellem udspreddningstilfælde, dvs en variation, som er fælles for de to vej. De 0.16 udtrykker tilfældig variation indenfor udspreddningstilfælde, dvs en variation, som er knyttet til den enkelte vej i det enkelte udspreddningstilfælde.

Data

De analyserede data fremgår af følgende udskrift:

| OBS | CASE | VEJ | TID | KM | VEJR | G/m | Trafik | SALT | Rel.SALT |
|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|--------|---------|----------|
| 1 | 1 | 206 | 2 | 8 | 2 | 20 | S | 1.25000 | 0.27174 |
| 2 | 1 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 15 | S | 3.25000 | 0.28285 |
| 3 | 1 | 206 | 5 | 8 | 1 | 20 | S | 0.83333 | 0.18116 |
| 4 | 1 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 15 | S | 1.58333 | 0.13780 |
| 5 | 1 | 206 | 10 | 8 | 1 | 20 | S | 0.00000 | 0.00000 |
| 6 | 1 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 15 | S | 0.41667 | 0.03626 |
| 7 | 2 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | K | 3.25000 | 0.70652 |
| 8 | 2 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | K | 3.41667 | 0.44604 |
| 9 | 2 | 206 | 5 | 8 | 1 | 20 | K | 3.33333 | 0.72464 |
| 10 | 2 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 10 | K | 2.50000 | 0.32637 |
| 11 | 2 | 206 | 10 | 8 | 1 | 20 | K | 3.08333 | 0.67029 |
| 12 | 2 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 10 | K | 2.16667 | 0.28285 |
| 13 | 3 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | S | 4.33333 | 0.94203 |
| 14 | 3 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | S | 5.75000 | 0.75065 |
| 15 | 3 | 206 | 5 | 8 | 2 | 20 | S | 3.08333 | 0.67029 |
| 16 | 3 | 714 | 5 | 8.8 | 2 | 10 | S | 4.08333 | 0.53307 |
| 17 | 3 | 206 | 10 | 8 | 1 | 20 | S | 2.25000 | 0.48913 |
| 18 | 3 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 10 | S | 3.00000 | 0.39164 |
| 19 | 4 | 206 | 2 | 8 | 2 | 20 | S | 5.16667 | 1.12319 |
| 20 | 4 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | S | 6.50000 | 0.84856 |
| 21 | 4 | 206 | 5 | 8 | 2 | 20 | S | 3.41667 | 0.74275 |
| 22 | 4 | 714 | 5 | 8.8 | 2 | 10 | S | 5.08333 | 0.66362 |
| 23 | 4 | 206 | 10 | 8 | 2 | 20 | S | 2.50000 | 0.54348 |
| 24 | 4 | 714 | 10 | 8.8 | 2 | 10 | S | 3.41667 | 0.44604 |
| 25 | 5 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | S | 6.25000 | 1.35870 |
| 26 | 5 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | S | 8.25000 | 1.07702 |
| 27 | 5 | 206 | 5 | 8 | 2 | 20 | S | 5.66667 | 1.23188 |
| 28 | 5 | 714 | 5 | 8.8 | 2 | 10 | S | 7.58333 | 0.98999 |
| 29 | 5 | 206 | 10 | 8 | 2 | 20 | S | 2.75000 | 0.59783 |
| 30 | 5 | 714 | 10 | 8.8 | 2 | 10 | S | 3.08333 | 0.40252 |
| 31 | 6 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | S | 6.16667 | 0.80505 |
| 32 | 6 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | S | 3.91667 | 0.85145 |
| 33 | 6 | 206 | 5 | 8 | 1 | 20 | S | 4.25000 | 0.92391 |
| 34 | 6 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 10 | S | 6.00000 | 0.78329 |
| 35 | 6 | 206 | 10 | 8 | 1 | 20 | S | 3.41667 | 0.74275 |
| 36 | 6 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 10 | S | 5.16667 | 0.67450 |
| 37 | 7 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | S | 4.25000 | 0.92391 |
| 38 | 7 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | S | 4.91667 | 0.64186 |
| 39 | 7 | 206 | 5 | 8 | 1 | 20 | S | 3.83333 | 0.83333 |

| | | | | | | | | | |
|----|----|-----|----|-----|---|----|---|---------|---------|
| 40 | 7 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 10 | S | 3.50000 | 0.45692 |
| 41 | 7 | 206 | 10 | 8 | 1 | 20 | S | 2.91667 | 0.63406 |
| 42 | 7 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 10 | S | 2.58333 | 0.33725 |
| 43 | 8 | 206 | 2 | 8 | 2 | 20 | S | 3.66667 | 0.79710 |
| 44 | 8 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | S | 5.75000 | 0.75065 |
| 45 | 8 | 206 | 5 | 8 | 2 | 20 | S | 2.83333 | 0.61594 |
| 46 | 8 | 714 | 5 | 8.8 | 2 | 10 | S | 3.41667 | 0.44604 |
| 47 | 8 | 206 | 10 | 8 | 2 | 20 | S | 2.16667 | 0.47101 |
| 48 | 8 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 10 | S | 3.33333 | 0.43516 |
| 49 | 9 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | K | 8.16667 | 1.06614 |
| 50 | 9 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | K | 6.83333 | 1.48551 |
| 51 | 9 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 10 | K | 7.25000 | 0.94648 |
| 52 | 9 | 206 | 5 | 8 | 1 | 20 | K | 5.75000 | 1.25000 |
| 53 | 9 | 206 | 10 | 8 | 1 | 20 | K | 4.41667 | 0.96014 |
| 54 | 9 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 10 | K | 6.08333 | 0.79417 |
| 55 | 10 | 206 | 2 | 8.5 | 1 | 20 | S | 8.33333 | 1.81159 |
| 56 | 10 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | K | 8.83333 | 1.15318 |
| 57 | 10 | 206 | 5 | 8 | 1 | 20 | S | 8.83333 | 1.92029 |
| 58 | 10 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 10 | K | 6.66667 | 0.87032 |
| 59 | 10 | 206 | 10 | 8 | 1 | 20 | S | 8.33333 | 1.81159 |
| 60 | 10 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 10 | K | 7.00000 | 0.91384 |
| 61 | 11 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | S | 5.25000 | 1.14130 |
| 62 | 11 | 714 | 2 | 9.3 | 1 | 15 | S | 9.58333 | 0.83406 |
| 63 | 11 | 206 | 5 | 8 | 2 | 20 | S | 3.41667 | 0.74275 |
| 64 | 11 | 714 | 5 | 8.8 | 2 | 15 | S | 3.41667 | 0.29736 |
| 65 | 11 | 206 | 10 | 8 | 3 | 20 | S | 2.33333 | 0.50725 |
| 66 | 11 | 714 | 10 | 8.8 | 2 | 15 | S | 2.50000 | 0.21758 |
| 67 | 12 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | S | 3.41667 | 0.74275 |
| 68 | 12 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | S | 3.91667 | 0.51131 |
| 69 | 12 | 206 | 5 | 8 | 1 | 20 | S | 2.25000 | 0.48913 |
| 70 | 12 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 10 | S | 3.75000 | 0.48956 |
| 71 | 12 | 206 | 10 | 8 | 1 | 20 | S | 0.50000 | 0.10870 |
| 72 | 12 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 10 | S | 1.16667 | 0.15231 |
| 73 | 13 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | K | 2.41667 | 0.52536 |
| 74 | 13 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | K | 3.00000 | 0.39164 |
| 75 | 13 | 206 | 5 | 8 | 1 | 20 | K | 2.00000 | 0.43478 |
| 76 | 13 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 10 | K | 2.50000 | 0.32637 |
| 77 | 13 | 206 | 10 | 8 | 1 | 20 | K | 1.58333 | 0.34420 |
| 78 | 13 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 10 | K | 1.50000 | 0.19582 |
| 79 | 14 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | S | 5.75000 | 1.25000 |
| 80 | 14 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | S | 4.83333 | 0.63098 |
| 81 | 14 | 206 | 5 | 8 | 1 | 20 | S | 4.16667 | 0.90580 |
| 82 | 14 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 10 | S | 3.50000 | 0.45692 |
| 83 | 14 | 206 | 10 | 8 | 1 | 20 | S | 1.66667 | 0.36232 |
| 84 | 14 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 10 | S | 1.66667 | 0.21758 |

| | | | | | | | | | |
|-----|----|-----|----|-----|---|----|---|---------|---------|
| 85 | 15 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | K | 3.66667 | 0.79710 |
| 86 | 15 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | K | 3.91667 | 0.51131 |
| 87 | 15 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 10 | K | 1.83333 | 0.23934 |
| 88 | 15 | 206 | 5 | 8 | 2 | 20 | K | 1.91667 | 0.41667 |
| 89 | 15 | 206 | 10 | 8 | 2 | 20 | K | 0.00000 | 0.00000 |
| 90 | 15 | 714 | 10 | 8.8 | 2 | 10 | K | 0.00000 | 0.00000 |
| 91 | 16 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | S | 4.33333 | 0.94203 |
| 92 | 16 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | S | 3.50000 | 0.45692 |
| 93 | 16 | 206 | 5 | 8.5 | 1 | 20 | S | 4.75000 | 1.03261 |
| 94 | 16 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 10 | S | 4.83333 | 0.63098 |
| 95 | 16 | 206 | 10 | 8 | 1 | 20 | S | 4.08333 | 0.88768 |
| 96 | 16 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 10 | S | 6.08333 | 0.79417 |
| 97 | 17 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | K | 2.16667 | 0.47101 |
| 98 | 17 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | K | 1.91667 | 0.25022 |
| 99 | 17 | 206 | 5 | 8 | 1 | 20 | K | 1.58333 | 0.34420 |
| 100 | 17 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 10 | K | 1.41667 | 0.18494 |
| 101 | 17 | 206 | 10 | 8 | 2 | 20 | K | 1.91667 | 0.41667 |
| 102 | 17 | 714 | 10 | 8.8 | 2 | 10 | K | 1.41667 | 0.18494 |
| 103 | 18 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | K | 4.08333 | 0.88768 |
| 104 | 18 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | K | 5.66667 | 0.73977 |
| 105 | 18 | 206 | 5 | 8 | 2 | 20 | K | 2.25000 | 0.48913 |
| 106 | 18 | 714 | 5 | 8.8 | 2 | 10 | K | 4.50000 | 0.58747 |
| 107 | 18 | 206 | 10 | 8 | 2 | 20 | K | 0.00000 | 0.00000 |
| 108 | 18 | 714 | 10 | . | . | . | . | . | . |
| 109 | 19 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | S | 3.16667 | 0.68841 |
| 110 | 19 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | S | 4.25000 | 0.55483 |
| 111 | 19 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 10 | S | 3.66667 | 0.47868 |
| 112 | 19 | 206 | 5 | 8.5 | 1 | 20 | S | 2.58333 | 0.56159 |
| 113 | 19 | 206 | 10 | 8.5 | 1 | 20 | S | 2.00000 | 0.43478 |
| 114 | 19 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 10 | S | 3.50000 | 0.45692 |
| 115 | 20 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | S | 5.00000 | 1.08696 |
| 116 | 20 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | S | 7.75000 | 1.01175 |
| 117 | 20 | 206 | 5 | 8 | 1 | 20 | S | 6.50000 | 1.41304 |
| 118 | 20 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 10 | S | 5.33333 | 0.69626 |
| 119 | 20 | 206 | 10 | 8 | 1 | 20 | S | 2.16667 | 0.47101 |
| 120 | 20 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 10 | S | 3.25000 | 0.42428 |
| 121 | 21 | 206 | 2 | 8 | 2 | 20 | S | 3.33333 | 0.72464 |
| 122 | 21 | 714 | 2 | 8.8 | 2 | 10 | S | 4.25000 | 0.55483 |
| 123 | 21 | 206 | 5 | 8 | 1 | 20 | S | 1.50000 | 0.32609 |
| 124 | 21 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 10 | S | 2.41667 | 0.31549 |
| 125 | 21 | 206 | 10 | 8 | 1 | 20 | S | 0.83333 | 0.18116 |
| 126 | 21 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 10 | S | 1.33333 | 0.17406 |
| 127 | 22 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | S | 3.66667 | 0.79710 |
| 128 | 22 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | S | 5.33333 | 0.69626 |
| 129 | 22 | 206 | 5 | 8 | 2 | 20 | S | 1.50000 | 0.32609 |

| | | | | | | | | | |
|-----|----|-----|----|-----|---|----|---|----------|---------|
| 130 | 22 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 10 | S | 4.41667 | 0.57659 |
| 131 | 22 | 206 | 10 | 8 | 1 | 20 | S | 0.333333 | 0.07246 |
| 132 | 22 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 10 | S | 2.00000 | 0.26110 |
| 133 | 23 | 206 | 2 | 8 | 4 | 20 | S | 2.083333 | 0.45290 |
| 134 | 23 | 714 | 2 | 8.8 | 4 | 15 | S | 3.66667 | 0.31912 |
| 135 | 23 | 206 | 5 | 8 | 1 | 20 | S | 2.16667 | 0.47101 |
| 136 | 23 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 15 | S | 4.00000 | 0.34813 |
| 137 | 23 | 206 | 10 | 8 | 1 | 20 | S | 1.50000 | 0.32609 |
| 138 | 23 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 15 | S | 3.66667 | 0.31912 |
| 139 | 24 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | K | 4.00000 | 0.86957 |
| 140 | 24 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | K | 3.25000 | 0.42428 |
| 141 | 24 | 206 | 5 | 8 | 1 | 20 | K | 3.00000 | 0.65217 |
| 142 | 24 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 10 | K | 3.25000 | 0.42428 |
| 143 | 24 | 206 | 10 | 8 | 1 | 20 | K | 4.41667 | 0.96014 |
| 144 | 24 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 10 | K | 2.333333 | 0.30461 |
| 145 | 25 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | S | 3.00000 | 0.65217 |
| 146 | 25 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | S | 3.50000 | 0.45692 |
| 147 | 25 | 206 | 5 | 8 | 1 | 20 | S | 2.333333 | 0.50725 |
| 148 | 25 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 10 | S | 3.16667 | 0.41340 |
| 149 | 25 | 206 | 10 | 8 | 2 | 20 | S | 2.75000 | 0.59783 |
| 150 | 25 | 714 | 10 | 8.8 | 2 | 10 | S | 2.583333 | 0.33725 |
| 151 | 26 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | S | 3.41667 | 0.74275 |
| 152 | 26 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 15 | K | 3.333333 | 0.29011 |
| 153 | 26 | 206 | 5 | 8 | 2 | 20 | S | 2.833333 | 0.61594 |
| 154 | 26 | 714 | 5 | 8.8 | 2 | 15 | K | 2.833333 | 0.24659 |
| 155 | 26 | 206 | 10 | 8 | 1 | 20 | S | 3.00000 | 0.65217 |
| 156 | 26 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 15 | K | 2.833333 | 0.24659 |
| 157 | 27 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | K | 2.16667 | 0.47101 |
| 158 | 27 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | K | 2.41667 | 0.31549 |
| 159 | 27 | 206 | 5 | 8 | 1 | 20 | K | 2.91667 | 0.63406 |
| 160 | 27 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 10 | K | 2.66667 | 0.34813 |
| 161 | 27 | 206 | 10 | . | . | . | . | . | . |
| 162 | 27 | 714 | 10 | . | . | . | . | . | . |
| 163 | 28 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | S | 2.41667 | 0.52536 |
| 164 | 28 | 714 | 2 | 8.8 | 4 | 10 | K | 4.50000 | 0.58747 |
| 165 | 28 | 206 | 5 | . | . | . | . | . | . |
| 166 | 28 | 714 | 5 | . | . | . | . | . | . |
| 167 | 28 | 206 | 10 | . | . | . | . | . | . |
| 168 | 28 | 714 | 10 | . | . | . | . | . | . |
| 169 | 29 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | K | 4.41667 | 0.96014 |
| 170 | 29 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 15 | K | 6.333333 | 0.55120 |
| 171 | 29 | 206 | 5 | 8 | 1 | 20 | K | 2.41667 | 0.52536 |
| 172 | 29 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 15 | K | 5.333333 | 0.46417 |
| 173 | 29 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 15 | K | 3.16667 | 0.27560 |
| 174 | 29 | 206 | 10 | 8 | 1 | 20 | K | 2.00000 | 0.43478 |

| | | | | | | | | | |
|-----|----|-----|----|-----|---|----|---|---------|---------|
| 175 | 30 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | S | 7.33333 | 1.59420 |
| 176 | 30 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | S | 8.75000 | 1.14230 |
| 177 | 30 | 206 | 5 | 8 | 1 | 20 | S | 3.50000 | 0.76087 |
| 178 | 30 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 10 | S | 5.00000 | 0.65274 |
| 179 | 30 | 206 | 10 | 8 | 1 | 20 | S | 3.58333 | 0.77899 |
| 180 | 30 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 10 | S | 4.25000 | 0.55483 |
| 181 | 31 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | S | 3.83333 | 0.83333 |
| 182 | 31 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | S | 6.00000 | 0.78329 |
| 183 | 31 | 206 | 5 | 8 | 1 | 20 | S | 3.00000 | 0.65217 |
| 184 | 31 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 10 | S | 4.25000 | 0.55483 |
| 185 | 31 | 206 | 10 | . | . | . | . | . | . |
| 186 | 31 | 714 | 10 | . | . | . | . | . | . |
| 187 | 32 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | K | 4.91667 | 1.06884 |
| 188 | 32 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 10 | S | 6.75000 | 0.88120 |
| 189 | 32 | 206 | 5 | 8 | 1 | 20 | K | 3.50000 | 0.76087 |
| 190 | 32 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 10 | S | 5.66667 | 0.73977 |
| 191 | 32 | 206 | 10 | 8 | 1 | 20 | K | 1.16667 | 0.25362 |
| 192 | 32 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 10 | S | 3.08333 | 0.40252 |
| 193 | 33 | 206 | 2 | 8 | 1 | 20 | S | 3.75000 | 0.81522 |
| 194 | 33 | 714 | 2 | 8.8 | 1 | 15 | S | 6.00000 | 0.52219 |
| 195 | 33 | 206 | 5 | 8 | 1 | 20 | S | 2.50000 | 0.54348 |
| 196 | 33 | 714 | 5 | 8.8 | 1 | 15 | S | 6.25000 | 0.54395 |
| 197 | 33 | 206 | 10 | 8 | 1 | 20 | S | 1.58333 | 0.34420 |
| 198 | 33 | 714 | 10 | 8.8 | 1 | 15 | S | 3.66667 | 0.31912 |

Program

Der er benyttet følgende *SAS* program. En række supplerende analyser er udkommenteret (står mellem ' /* ' og ' */ '). Ovenstående tabel er et (let redigeret) print herfra:

```
title Prahls data;
options linesize=120;
/* data henrik.glat2; merge henrik.cases henrik.glat2;*/
Data henrik.analys1; set henrik.glat2;
if _n_ = 3 then G_PR_M=20;
if _n_ = 5 then G_PR_M=20;
if _n_ = 43 then G_PR_M=20;
salt=(H10_5M+H11_5M+H12_5M+V10_5M+V11_5M+V12_5M
+ H20_5M+H21_5M+H22_5M+V20_5M+V21_5M+V22_5M)/12;
salt0=salt/(G_PR_M*0.766);
  if trafik = 'L' then trafik='S';
if vej_nr=206 then salt0=salt/(G_PR_M*0.23);
drop H10_5M H11_5M H12_5M V10_5M V11_5M V12_5M
      H20_5M H21_5M H22_5M V20_5M V21_5M V22_5M
_REC_ID DATO KL KM_ VEJTIL SKYD F S R G BEM_RK NAVN AARSAG
UDKALD_K SPREDT_K SAND_INT _OBSTAT_ ;
proc print;
run;

data outlier;set henrik.analys1;
if case=11 and vej_nr=714 and tid=2 then delete;
if case=16 and vej_nr=714 and tid=2 then delete;
if case=10 then delete;
if case=28 then delete;

title2 Analyse: Stor model;run;
proc GLM; class case vej_nr tid trafik vejr;
model salt0 = case(trafik) vej_nr tid vej_nr*tid trafik vej_nr*trafik / ss3 solution;
random case(trafik);
lsmeans trafik/stderr;
run;

title2 Analyse: Model uden vej*tid vekselvirkning; run;
proc GLM ;
class case vej_nr tid trafik;
model salt0 = case(trafik) vej_nr tid trafik vej_nr*trafik / ss3 solution;
random case(trafik);
lsmeans trafik/stderr;
run;
```

```
title2 Analyse: Model uden  vekselvirning; run;
proc GLM ;
class case vej_nr tid trafik;
model salt0 = case(trafik) vej_nr tid trafik / ss3 solution;
random case(trafik);
lsmeans trafik/stderr;
run;
```

. o O o .