

Innhald

1 Innleiing	2
2 Data	2
3 Variasjonskurver	2
3.1 Gruppering av dataene	2
3.2 Resultat	4
A Dataredigering	8
B Tabellar over variasjonskurver	11
C Meir om metodikk	13
Referansar	14

1 Innleiing

På vegnettet i Norge foregår det stadige trafikktellingar. For ein del tellepunkt er desse kontinuerlige, men kan ha manglande data, medan det for andre tellpunkt vert telt i kortare perioder. Ut ifrå trafikktellingane vert det gjort fleire berekningar, blant dei er berekning av ÅDT (årsdøgntrafikk). ÅDT for ein bestemt veg vert bestemt av dataene, saman med eit sett med variasjonskurver som spesifiserer trafikkvariasjonen for vegen over eit år, ei veke og eit døgn.

På oppdrag for Statens Vegvesen Akershus har Norsk Regnesentral (NR) tidlegare berekna nye variasjonskurver for den totale trafikkmengda på vegar i Oslo-området (Aldrin og Follestad (1993)). Føremålet med prosjektet presentert i denne rapporten er å berekne variasjonskurver for *tungtrafikk* (bilar med lengde over 5.5 meter) som er representative for heile Norge. Prosjektet er utført på oppdrag for Statens Vegvesen, Vegdirektoratet.

I kapittel 2 er det gitt ei oversikt over dataene som er brukte. Før berekning av variasjonskurvene er dataene grupperte i tre grupper etter trafikkmønster, som forklart i kapittel 3.1. Dei estimerte variasjonskurvene er presenterte i kapittel 3.2. Ei oversikt over metodikken som er brukt er gitt i vedlegg C.

2 Data

Det er observert trafikkmengde på timesbasis over ein tidsperiode på 3 år, frå 1/1 1994 til 31/12 1996, for vegar frå heile Norge. For kvart tellepunkt er trafikkmengda pr. time summen av antal tunge bilar som passerer tellpunktet i dei to vegretningane. Ved berekning av variasjonskurvene er det er brukt vegar der mengda tungtrafikk er observert i minst 50% av timane i perioden. Det er også gjort ei enkel redigering av dataene for å luke ut feil (sjå vedlegg A). Det endelege datasettet som blir brukt, inneheld observasjonar frå 146 vegar. Før berekning av variasjonskurvene er vegane delte i 3 grupper som forklart i kapittel 3.1. Ei liste med namn på vegane i kvar av gruppene er gitt i tabell 1 til 3 i vedlegg A.

3 Variasjonskurver

3.1 Gruppering av dataene

Variasjonskurvene som blir berekna, skal gi eit representativt bilde av trafikkmønsteret for ein veg over eit år, ei veke og eit døgn. I datasettet inngår vegar frå heile Norge, og fleire kategoriar vegar er representerte. For å kunne berekne kurver som er representative for ei nærmare spesifisert type av vegar, er vegane i datasettet først delte i grupper ut ifrå

trafikk mønsteret for vegen. Det er deretter berekna variasjonskurver for kvar av gruppene.

Etter ein innleiande klusteranalyse utkrystalliserte det seg tre større grupper av vegar. Det viser seg at om vi studerer trafikken for vegane i kvar av gruppene, finn vi at vegane i stor grad grupperer seg etter verdien på tre storleikar avleidde frå dataene. Desse er

- f_1 = forholdet mellom trafikken på sommaren (i juli) og resten av året,
- f_2 = forholdet mellom kvardagstrafikk (mandag-fredag) og helgetrafikk, og
- f_3 = forholdet mellom trafikken dag (7-23) og natt (24-6), og (laurdag og søndag).

Det vart difor utført ei ny klassifisering, med f_1 , f_2 og f_3 som variable. Resultatet av denne klusteranalysen er vist i figur 1.

Vi ser at vegar som har stor trafikk om sommaren i forhold til resten av året (gruppe 1), typisk har relativt liten kvardagstrafikk, og relativt liten dagtrafikk. På den andre sida ser vi at vegar som har liten trafikk om sommaren (gruppe 3), typisk har stor trafikk kvardagar og også stor trafikk om dagen. Resultata frå denne klusteranalysen gir grunnlaget for den endelege inndelinga av vegane i tre grupper:

Gruppe 1:

- Stor trafikk om sommaren i forhold til resten av året.
- Relativt liten skilnad mellom dag og natt.
- Relativt liten skilnad mellom kvardag og helg.

Gruppe 2:

- Middels trafikk om sommaren i forhold til resten av året.
- Middels skilnad mellom dag og natt.
- Middels skilnad mellom kvardag og helg.

Gruppe 3:

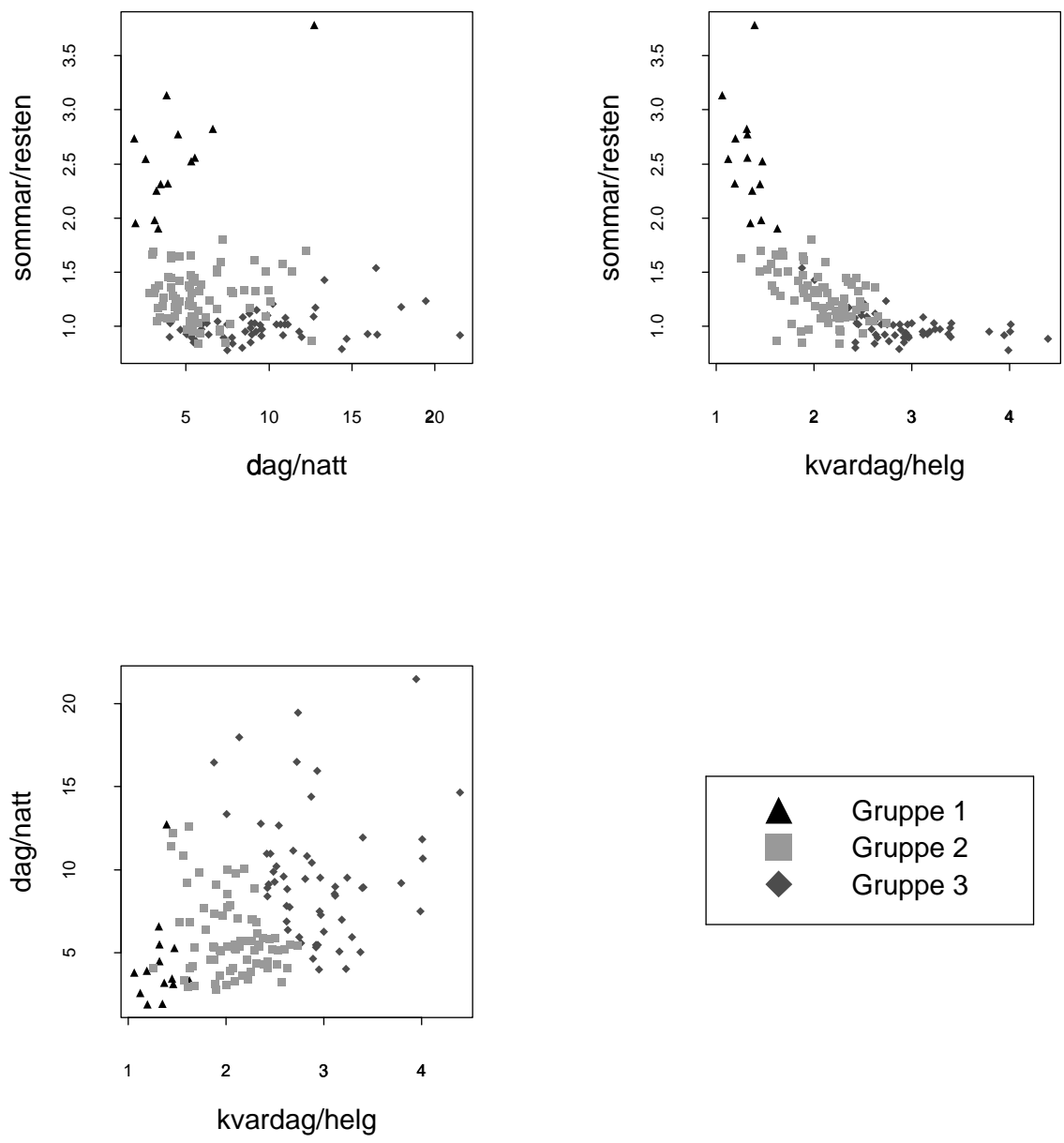
- Relativt liten trafikk om sommaren i forhold til resten av året.
- Stor skilnad mellom dag og natt.
- Stor skilnad mellom kvardag og helg.

Lokaliseringa av vegane som inngår i kvar av dei tre gruppene, er viste i tabellane 1, 2 og 3 i vedlegg A. Karakteristisk for vegane i gruppe 1 er at det er vegar i typiske sommarut-fartsområde, og ingen storbyvegar er med i denne gruppa. I gruppe 3, som er det andre ytterpunktet, er hovudtyngda av vegane byvegar. I gruppe 2 er det ei sterkare blanding av vegar frå ulike område.

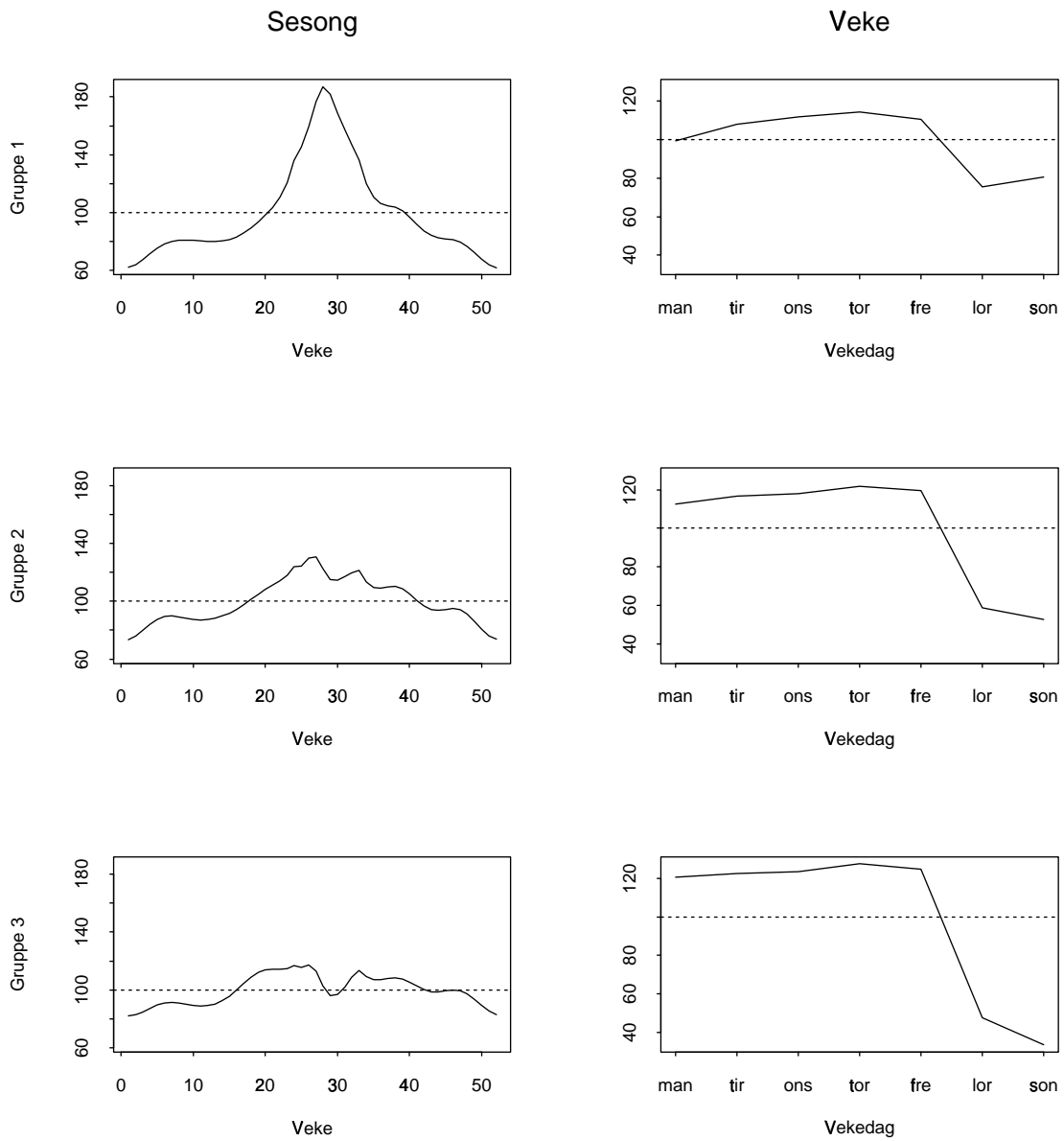
3.2 Resultat

For kvar av gruppene er det berekna fem variasjonskurver, ei for årsvariasjon, eller sesong-variasjon, ei for vekesvariasjon og tre for døgnvariasjon. For døgnvariasjonskurvene skil ein mellom kvardag, laurdag og søndag. Kurvene er viste i figur 2 og 3, og verdiar er gitt i tabellane 4, 5 og 6 i vedlegg B. Kurvene er skalerte slik at kvar sesongkurve summerer seg til $52 \cdot 100\%$, vekeskurvene til $7 \cdot 100\%$ og døgnkurvene til $24 \cdot 100\%$. I vedlegg C er det gitt ei oversikt over metodikken som er brukt ved berekning av variasjonskurvene.

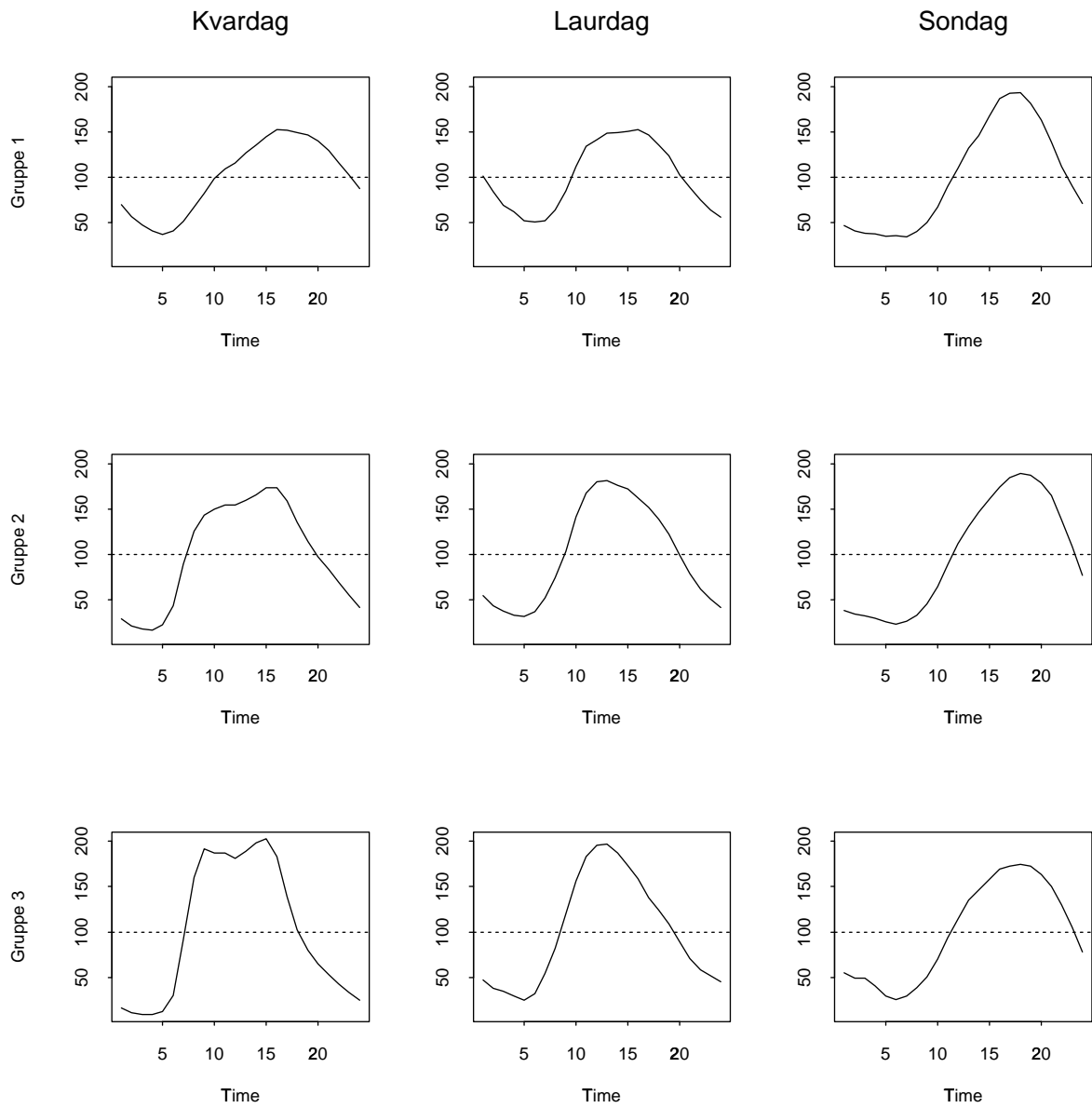
Det vert ved bruk av variasjonskurver ikkje tatt hensyn til bevegelege heilag dagar. Vi har difor koda heilag dagar som fell på ein kvardag, som søndag, og julaftan og nyttårsaftan vert koda som laurdag dersom dei fell på ein kvardag. Vi foreslår at dette vert gjort ved seinare bruk av variasjonskurvene, dersom slike dagar er med i tellematerialet.



Figur 1: Klusteranalyse basert på tre avleide variable, og med inndeling i tre grupper.



Figur 2: Estimerte variasjonskurver for sesong og veke.



Figur 3: Estimerte variasjonskurver for døgn.

A Dataredigering

Det er utført ei enkel redigering av dataene, som resulterer i eit sett av 146 vegar. I tabell 1 til 3 er det vist lister over vegane, gruppert etter resultatata frå frå klusteranalysen. Redigeringa er gjort i to trinn:

1. *Fjerning av timar med manglande registrering.* Dataene er redigerte ved å fjerne data der observert trafikkmengde, som sum over alle lengdegrupper, er null i fem eller fleire påfølgjande timar. For dei fleste vegar vil det alltid passere minst ein bil i løpet av ein 5-timars-periode. For nokre vegar (med tellepunktnummer 0500916, 0600214, 0600207, 0800004, 1200111 og 1602107) er trafikken typisk liten i fleire perioder, og for desse vegane er dette punktet ikkje gjennomført.
2. *Fjerning av outliers.* Det vert tilpassa ein regresjonsmodell til dataene etter gjennomføring av punkt 1. For kvar veg vert standardavviket for residuala frå denne modellen berekna. Data for tidspunkt der residuala er større enn 5 gongar standardavviket, blir definerte som outliers og fjerna frå dataene.
3. *Fjerning av atypiske perioder.* Ved å studere tidsrekkene for trafikken på dei ulike vegane etter å ha gjennomført dei forrige punkta, er perioder med trafikkmonster som tydeleg er atypiske for vegen, fjerna. Dette gjeld for eksempel fleire vegar i Mjøs-området for dagane før og under OL på Lillehammer i februar 1994.

Tellep.-nummer	Fylke	Stadnamn
0500404	5 (Op)	ØYER GR. SYD
0500102	5 (Op)	DOMBÅS SØR
0500916	5 (Op)	VARDIN
0500209	5 (Op)	GRASDALTUNNELEN
0600214	6 (Bu)	LAPPESTEIN
0600207	6 (Bu)	GEITERYGGTUNNELEN
0600033	6 (Bu)	BJOBERG
0800202	8 (Te)	VÅGSLI TUNNEL
1200111	12 (Ho)	HARDANGERV /BOM
1601210	16 (NT)	BERKÅK S
1602107	16 (NT)	BREKKEN Ø SKOTTGÅRD
1700003	17 (No)	SNÅSAHEIA
1800001	18 (Tr)	SØRELVA
1900101	19 (Fi)	VEILUND

Tabell 1: Vegar i gruppe 1.

Tellep.-nummer	Fylke	Stadnamn	Tellep.-nummer	Fylke	Stadnamn
0100137	1 (Øs)	SVINESUND BRU	0700008	7 (Ve)	HOF KRK
0100001	1 (Øs)	SANDESUND SØR	0800011	8 (Te)	STOKKEBAKKEN
0100104	1 (Øs)	GRENSEN ØRJE	0800014	8 (Te)	NYE SELJORD
0100002	1 (Øs)	ELVESTAD VEST	0900003	9 (AA)	OMRE
0100003	1 (Øs)	BUKKHOLMEN	0900002	9 (AA)	GAARDALEN
0200006	2 (Ak)	AAS VINTERBRO	1000001	10 (VA)	NARVIKA
0200012	2 (Ak)	SKEDSMOVOLLEN	1000010	10 (VA)	BJØRNDALSLETTA BOM
0200154	2 (Ak)	JESSHEIM (FRA OSLO)	1000011	10 (VA)	FALCONBRIDGE BOM
0200022	2 (Ak)	HOVINMOEN ULLENSAKE	1000013	10 (VA)	MOEKRA
0200202	2 (Ak)	EIDSVOLL TUNELL	1000007	10 (VA)	VOLLEVATN
0200203	2 (Ak)	UVESUND BRU	1000008	10 (VA)	FLEKKERØY
0200015	2 (Ak)	KRINGEN	1100007	11 (Ro)	TRONVIK
0200175	2 (Ak)	HVAL	1100008	11 (Ro)	SUNDFØR
0300225	3 (Os)	MARITIM	1100005	11 (Ro)	VATS
0300232	3 (Os)	GAUSTAD (V/KOL.HAGE)	1202010	12 (Ho)	DJUPEVIK
0400001	4 (He)	ESPA KRO	1200452	12 (Ho)	MOBERG
0400002	4 (He)	VERVEN	1200003	12 (Ho)	FLOYFJELLTUNNELEN
0400006	4 (He)	MJØSBRUA ØST	1200413	12 (Ho)	KLAUVANESET
0400003	4 (He)	STRØM	1200121	12 (Ho)	
0400004	4 (He)	MOTRØA S	1200051	12 (Ho)	GULLBOTN
0400005	4 (He)	RØNNINGEN Ø	1201211	12 (Ho)	KALFARBAKKEN
0400011	4 (He)	TJERNMOEN	1400003	14 (MR)	VASSENDEN
0500906	5 (Op)	LEIRA	1400005	14 (MR)	KAUPANGER
0500706	5 (Op)	VASSENDEN SØR	1400133	14 (MR)	TOTLAND
0500730	5 (Op)	LYGNA SØR	1400002	14 (MR)	HERMANSVERK Ø.
0500514	5 (Op)	ENGELANDSODDEN	1500010	15 (ST)	BERGSØYA
0500515	5 (Op)	VARDALSASEN	1500001	15 (ST)	VAAGE
0500416	5 (Op)	FÅBERG KIRKE	1601433	16 (NT)	VAERETUNNELEN
0600036	6 (Bu)	SOLLIHØGDA	1601434	16 (NT)	STAVSJØFJELLTUNELLEN
0600001	6 (Bu)	LIERSKOGEN	1602308	16 (NT)	TRÆSÅVIKA
0600013	6 (Bu)	ROSENKR.GT. V/N.BRGT	1601216	16 (NT)	ROGSTAD
0600145	6 (Bu)	HERSTRØM	1602901	16 (NT)	ÅRNES
0600030	6 (Bu)	FLÅ SYD	1601435	16 (NT)	RANHEIMSHØGDA
0600008	6 (Bu)	KVERK	1700001	17 (No)	STAMPHUSMYRA
0600018	6 (Bu)	VEGLI	1800002	18 (Tr)	FAUSKE NORD
0700001	7 (Ve)	GUNNESTAD	1800003	18 (Tr)	HOPEN
0700002	7 (Ve)	KLINESTAD	1900103	19 (Fi)	HUNGEREN
0700007	7 (Ve)	SOLUM	1900104	19 (Fi)	GANSÅS

Tabell 2: Vegar i gruppe 2.

Tellep.-nummer	Fylke	Stadnamn	Tellep.-nummer	Fylke	Stadnamn
0100004	1 (Øs)	HVITSTEN	0900001	9 (AA)	MORTENSTO
0100112	1 (Øs)	HØYDEN	1000003	10 (VA)	VESTERVEGEN
0200008	2 (Ak)	SKI TARALDRUD	1000153	10 (VA)	GRIM
0200025	2 (Ak)	BARUM KJØRBO TUNNEL	1000012	10 (VA)	HAVIK
0200100	2 (Ak)	FRANZEFOS	1000006	10 (VA)	LANGENES
0200160	2 (Ak)	GJELLERÅSEN	1100001	11 (Ro)	AUGLEND
0205035	2 (Ak)	SKYSSJORDET	1100003	11 (Ro)	KVASSHEIM
0205009	2 (Ak)	NORDBYVEIEN	1100009	11 (Ro)	HILLEVÅGTUNNELEN
0205013	2 (Ak)	VÆRHAUG	1100006	11 (Ro)	HAUGESUND NORD
0300307	3 (Os)	MANGLERUD	1100002	11 (Ro)	MADLA
0302136	3 (Os)	E18-OSLOTUNNELEN	1200005	12 (Ho)	NYGARDSTANGEN BOMTRA
0300319	3 (Os)	LØREN	1200231	12 (Ho)	EIDSVAAGTUNNEL
0300233	3 (Os)	ST.RINGV V/NYDALSBRU	1200277	12 (Ho)	LØVSTAKKTUNNELEN
0302461	3 (Os)	GRANFOSSTUNNELEN	1203132	12 (Ho)	LØVSTAKKTUNNEL
0300161	3 (Os)	VØYEN BRU	1200381	12 (Ho)	FJØSANGER MOT SENTR.
0302137	3 (Os)	VATERLANDTUNNELEN	1200241	12 (Ho)	DAMSGARDT. UTLOP OPP
0302255	3 (Os)	VÅLERENGTUNNELEN	1200235	12 (Ho)	DAMSGARDTUNNELEN
0600124	6 (Bu)	LIERBYEN NORD	1200243	12 (Ho)	HARAFJELLUTUNNELEN
0600121	6 (Bu)	DAMTJERN	1200234	12 (Ho)	OLSVIKTUNNELEN
0700005	7 (Ve)	LAAHNE	1500008	15 (ST)	V HOVDEN
0700006	7 (Ve)	BOMMESTAD	1500005	15 (ST)	TØNDERGÅRD
0700004	7 (Ve)	VRENGEN	1500006	15 (ST)	VOLDSDALEN
0700003	7 (Ve)	OLSRØD	1500007	15 (ST)	ATLANTEN
0800167	8 (Te)	BORGESTAD	1500004	15 (ST)	KJØRSVIK
0800004	8 (Te)	BOSTRAK	1602407	16 (NT)	SUNDLAND
0800012	8 (Te)	LINNAASGT	1700002	17 (No)	GULDBERGAUNET
0800002	8 (Te)	KJØRBEKK	1700004	17 (No)	NÆRØYSUND
0800005	8 (Te)	HESELBERGGT	1800004	18 (Tr)	BODØ

Tabell 3: Vegar i gruppe 3.

B Tabellar over variasjonskurver

Vekenr.	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Vekenr.	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
1	62	74	82	1	177	131	113
2	64	76	83	2	187	123	103
3	67	80	85	3	182	115	96
4	71	84	87	4	169	115	97
5	75	87	90	5	157	117	102
6	78	89	91	6	147	119	109
7	80	90	91	7	136	121	113
8	81	89	91	8	120	113	109
9	81	88	90	9	111	110	107
10	81	87	89	10	106	109	107
11	80	87	89	11	105	110	108
12	80	88	89	12	104	110	109
13	80	88	90	13	101	109	108
14	80	90	92	14	97	105	105
15	81	92	96	15	92	101	103
16	83	94	100	16	87	97	100
17	86	98	104	17	84	94	99
18	90	101	109	18	82	94	99
19	94	105	112	19	82	94	99
20	98	108	114	20	81	95	100
21	104	111	114	21	80	94	99
22	111	114	114	22	77	91	97
23	121	118	115	23	72	86	93
24	136	124	117	24	68	81	89
25	146	124	116	25	64	76	85
26	159	130	117	26	62	74	83

Tabell 4: Variasjonskurver for sesong.

Vekedag	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
Mandag	99	113	121
Tirsdag	108	117	122
Onsdag	112	118	124
Torsdag	114	122	127
Fredag	110	120	125
Laurdag	75	59	48
Søndag	81	53	34

Tabell 5: Variasjonskurver for veke.

Time	Kvardag			Laurdag			Søndag		
	Gr.1	Gr.2	Gr.3	Gr.1	Gr.2	Gr.3	Gr.1	Gr.2	Gr.3
1	70	29	16	102	55	47	46	38	55
2	57	21	11	84	44	38	41	34	49
3	47	18	9	69	38	34	38	32	49
4	41	17	9	62	33	29	37	30	41
5	37	23	12	52	32	25	35	26	30
6	41	43	30	50	37	32	35	23	26
7	51	90	92	52	52	55	34	26	29
8	67	126	160	64	74	82	40	33	39
9	82	143	192	85	104	120	50	46	51
10	99	150	187	112	142	156	67	65	70
11	109	154	187	134	168	183	90	89	94
12	116	154	181	142	181	196	110	112	114
13	127	160	189	149	181	197	132	131	135
14	136	166	198	149	177	187	146	147	146
15	145	173	203	151	172	173	167	161	158
16	153	174	183	152	163	159	187	175	169
17	152	159	139	146	152	138	192	185	172
18	149	136	102	136	139	124	194	190	175
19	146	115	80	123	122	109	181	188	173
20	140	97	65	103	100	89	163	179	163
21	129	84	53	88	79	71	139	165	150
22	116	69	42	75	62	59	112	138	130
23	103	55	33	64	51	52	90	109	105
24	88	41	25	56	42	45	71	77	78

Tabell 6: Variasjonskurver for døgn.

C Meir om metodikk

For å finne ei gruppering basert på trafikktellingane for vegane som inngår i studien, vart det først estimert ein modell for trafikkmengda basert på data frå alle vegane. Modellen er ein kombinasjon av eit sett basiskurver, der antal bilar Y_{jt} for veg j på tidspunkt t kan skrivast som

$$Y_{jt} = c_j * \exp(\alpha_{1j} * b_{1t} + \dots + \alpha_k * b_{kt}). \quad (1)$$

Her er b_{1t}, \dots, b_{kt} eit sett med basiskurver felles for alle vegane, og $c_1, \alpha_{1j}, \dots, \alpha_{kj}$ eit sett med koeffisientar som har ulik verdi for dei ulike vegane. Koeffisientane og basiskurvane vert estimerte ved redusert rang regresjon med 15 komponentar, og estimeringa vert gjort for den log-transformerte, lineær modellen

$$\log(Y_{jt} + 1) = c_j + \alpha_{1j} * b_{1t} + \dots + \alpha_k * b_{kt}. \quad (2)$$

For kvart tidspunkt er b_{1t}, \dots, b_{kt} ein lineær kombinasjon av eit sett forklaringsvariable \mathbf{x}_t ; $b_{it} = \beta_i^T \mathbf{x}_t$; $i = 1, \dots, k$. Koeffisientane $\alpha_{1j}, \dots, \alpha_{kj}$ bestemmer vektlegginga av dei ulike basiskurvane for dei ulike vegane, og vegar som har like trafikkmønster, vil ha koeffisientar som ligg nær kvarandre i verdi. Ei første klustring av vegane vart difor gjort på grunnlag av desse koeffisientane, ved hjelp av funksjonen `hclust` i S-Plus (Becker, Chambers og Wilks (1988)). Vegane grupperte seg i tre større grupper, og det som i hovudsak skilde gruppene, var verdiane på dei tre storleikane f_1 , f_2 og f_3 i kapittel 3.1.

Det andre trinnet i klustringa, som var basert på f_1 , f_2 og f_3 i kapittel 3.1, vart gjort med “Hartigan’s K-Means Clustering”, ved hjelp av funksjonen `kmeans` i S-Plus. Variablane vart først skalerte til ein felles varians (variens 1).

Ved estimering av variasjonskurver for kvar gruppe av telleseriar, er det brukt redusert rang regresjon med kun ein komponent. Det gir variasjonskurver for kvar telleserie som er *nesten* like innan kvar gruppe, deretter er desse slått saman gruppevis til ei enkelt kurve for årsvariasjon, ei enkelt kurve for vekesvariasjon og tilsvarende ei kurve for kvardag, laurdag og søndag.

Forklaringsvariablane (\mathbf{x}_t) i modellen er

- Konstantledd
- Lineær trend
- Sesongvariasjon over året, som er sett saman av 17 forklaringsvariable: 6 par av sinus- og cosinus-funksjonar med periode 1, 1/2, ... 1/6 år, 2 par sinus- og cosinus-funksjonar med perioder 10 og 5 veker, som har verknad frå og med veke 25 til og med veke 30, samt eit konstantledd med verknad i same periode.

- Vekedagsvariasjon, som er sett saman av 6 indikatorvariable.
- Døgnvariasjon, som er sett saman av 23 indikatorvariable for kvardag, og tilsvarande 23 indikatorvariable for laurdag og søndag, til saman 69 indikatorvariable.

I modellen kan ein i tillegg spesifisere indikatorvariable som spesifiserer spesielle dagar, som jul, påske og andre heilag dagar. Dette vart gjort i den innleiande estimeringa som låg til grunn for den første klusteranalysen. Men sidan det ved bruk av variasjonskurvene ikkje blir tatt spesielt hensyn til desse dagane, er slike indikatorvariable ikkje tatt med ved estimering av variasjonskurver innan kvar av dei tre gruppene.

Referansar

Aldrin, M. og Follestad T. (1993): *Nye variasjonskurver for Oslo med statistisk vurdering av telleopplegg*. PROSAM-rapport nr 30, 1993.

Becker, R.A., Chambers, J.M. og Wilks, A.R. (1988): *The New S Language. A Programming Environment for Data Analysis and Graphics*. Wadsworth & Brooks/Cole, California, USA.