

Temporele variaties in fietsverkeer en weersomstandigheden: monitoren en het ontrafelen van trend en toeval in fietsintensiteiten

T. Thomas
Universiteit Twente

C.F. Jaarsma
Wageningen Universiteit

S.I.A. Tutert
Universiteit Twente

Juni, 2007

Samenvatting

Fietsen is een duurzame manier van verplaatsen en een toename in het fietsverkeer is daarom wenselijk. Daarvoor worden diverse (beleids)maatregelen genomen, zoals de aanleg of verbetering van fietsvoorzieningen. Om veranderingen in het fietsverkeer te kunnen monitoren worden tellingen gedaan. Helaas zijn trends die interessant zijn voor bestuurders en beheerders moeilijk te achterhalen. Dat komt o.a. doordat veel variaties in het fietsverkeer het gevolg zijn van toevallige weersveranderingen. In dit artikel verkennen we de mogelijkheden om in een “weermodel” de fietsintensiteiten te relateren aan de weersomstandigheden. Hiervoor gebruiken we fietstellingen en weerdata per dag over een aaneengesloten periode van 11 jaar. Het blijkt dat het voor de locatie in kwestie mogelijk is om een groot deel van de variatie, maar niet alle variatie, te voorspellen met het model. Deze resultaten vormen de basis voor een vervolgonderzoek naar de verdere ontwikkeling van een betrouwbaar model, dat een waarnemingsreeks van fietsverkeer kan “corrigeren” voor het weer. Met deze correctie kunnen ook fietstellingen van verschillende locaties beter met elkaar worden vergeleken, zodat een betrouwbaarder beeld ontstaat van het netwerkgebruik. Uiteindelijk doel van ons onderzoek is om belangrijke feitelijke trends, opgeschoond voor toevallige weersomstandigheden, zichtbaar te maken voor bestuurders en beheerders.

Trefwoorden

fietsen, tellingen, weer, monitoren, model

1. Inleiding

Nederland is van oudsher een fietsland. Fietsen is gezond, het is milieuvriendelijk, goed voor sociale interactie en het reduceert congestie. Het ligt daarom voor de hand dat maatregelen worden genomen om een toename in het fietsverkeer te bewerkstelligen. Een van de taken van de wegbeheerder is dan om veranderingen in het fietsgebruik vast te stellen, die gerelateerd zijn aan het gevoerde beleid. Dit gebeurt door middel van monitoren: op verschillende locaties en tijdstippen worden fietstellingen verricht, die de wegbeheerder inzicht geven in de omvang van het fietsverkeer. Wanneer de monitoring lang genoeg wordt uitgevoerd, kan getoetst worden of een beoogde toename is bereikt. Het probleem is echter dat de omvang van het fietsverkeer in de praktijk van dag tot dag heel grillig blijkt te zijn. Veel variatie wordt namelijk veroorzaakt door toevallige omstandigheden, waarbij –zeker voor recreatief fietsverkeer– het weer een belangrijke rol speelt. Hierdoor kunnen trends die belangrijk zijn voor wegbeheerder en overheid moeilijk achterhaald worden.

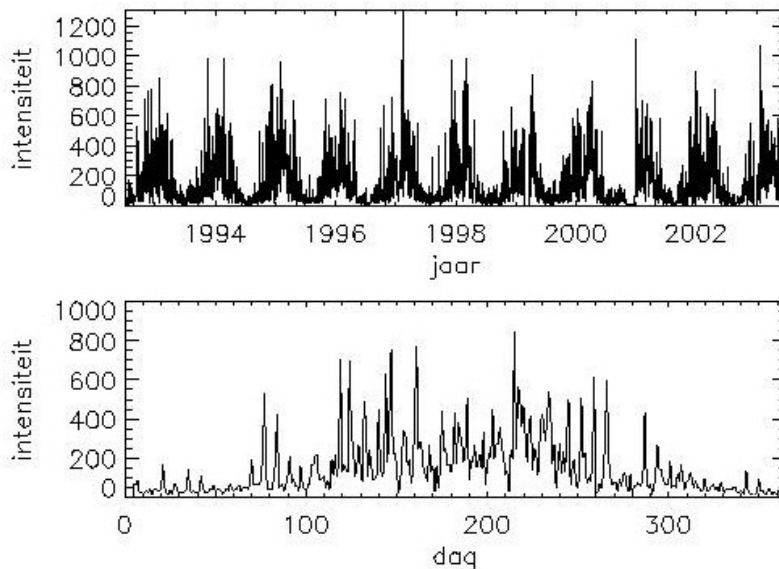
Indien een betrouwbare relatie gevonden kan worden tussen weersomstandigheden en de omvang van het dagelijkse fietsverkeer op een telpunt, kunnen “weerscorrecties” gemaakt worden. Dat wil zeggen dat toe of afnames in de omvang van het fietsverkeer ten gevolge van perioden met mooi of slecht weer kunnen worden ingeschat. Dit is niet alleen van belang voor onderzoek naar trends in fietsverkeer, maar ook om verkeersintensiteiten te schatten op dagen dat er geen tellingen beschikbaar waren. Zo kunnen missende data op een betrouwbare manier worden opgevuld. Een extra voordeel is dat met weerscorrecties intensiteiten “gestandaardiseerd” kunnen worden. Hierdoor kunnen tellingen op willekeurige locaties vergeleken worden, ook als die tellingen onder verschillende weersomstandigheden zijn gedaan. Dit leidt tot meer kennis omtrent het fietsgebruik op het netwerk

Er is in de literatuur slechts weinig bekend over de relatie tussen weer en fietsverkeer. Wel is duidelijk dat het weer een grote invloed heeft (o.a. Hanson & Hanson 1977, Emmerson et al. 1998, Nankervis 1998, Nagendra & Khare 2003). In dit artikel verkennen we de mogelijkheden om de invloed van weersomstandigheden op fietsintensiteiten te schatten met een weermodel. Hierbij wordt voortgebouwd op werk dat is gedaan aan de Wageningen Universiteit (Jaarsma 1990, Jaarsma & Wijnstra 1995, Hendriks 2002). In paragraaf 2 beschrijven we de waarnemingen die voor dit onderzoek zijn gebruikt. Vervolgens introduceren we een weermodel in paragraaf 3. Paragraaf 4 behandelt de betrouwbaarheid van het model. Tenslotte eindigt paragraaf 5 met een discussie van de resultaten. Paragraaf 6 is een appendix met de formulering van het weermodel.

2. Data en selectie

Voor de aaneengesloten periode 1993-2003 hebben we etmaalintensiteiten van fietsers geanalyseerd op een telpunt op de Veluwe. Het telpunt ligt vlak buiten de bebouwde kom van Ede op een vrijliggend fietspad langs een onverharde zandweg en het wikkelt voornamelijk recreatief fietsverkeer af. In Figuur 1 tonen we de tijdreeks van tellingen voor alle 11 jaar (bovenste panel) en als voorbeeld voor het jaar 1993 (onderste panel). De keuze van een telpunt met (overwegend) recreatief verkeer betekent dat de fluctuaties van dag tot dag groter zijn dan bij een telpunt met (overwegend) utilitair fietsverkeer. Met andere woorden; we

verwachten dat een model voor utilitair fietsverkeer een versimpeling zal worden van het model voor recreatief fietsverkeer.



Figuur 1. Tijdserie van etmaalintensiteiten voor de hele periode (boven) en voor 1993 (onder)

Uit Figuur 1 (bovenste panel) blijkt dat er jaarlijks een beperkt aantal “topdagen” voorkomt, die van jaar tot jaar nogal wisselen. Uit het onderste panel (voor 1993) blijkt dat het aantal fietsers toeneemt in de lente en in de zomer haar hoogtepunt bereikt waarna het aantal vervolgens weer afneemt. Los van deze seizoensvariatie zijn er ook duidelijk scherpe pieken te ontdekken. Deze vallen vaak samen met de feestdagen (Kerst, Oud en Nieuw, Koninginnedag, Bevrijdingsdag, Goede Vrijdag, Pasen, Hemelvaart en de vrijdag erna, Pinksteren). De feestdagen worden vanwege hun unieke karakter daarom buiten het sample gehouden. De schoolvakanties (wk 52-1, wk7-9, wk18, wk28-36, wk42-43) zijn wel geanalyseerd. Verder zijn dagen waarin storingen optraden in de tellingen ook buiten het sample gelaten.

Een gedeelte van de spreiding kan veroorzaakt worden door gebeurtenissen die wij zonder lokale kennis niet van te voren kunnen voorspellen. Het gaat hierbij om specifieke evenementen die veel mensen trekken (dit leidt tot extra fietsverkeer) of bijvoorbeeld om storingen in de tellingen die niet gerapporteerd zijn (de etmaalintensiteiten van week 13 – 19 in 2002 bijv. liggen ver onder het gemiddelde voor de periode 1993-2003). Deze extremen willen we uit het sample halen, opdat ze de modeluitkomsten niet beïnvloeden. Hiertoe hebben we de volgende selectiecriteria gebruikt. Als een meting groter is dan 2 keer de waarde van het langjarig gemiddelde of als een meting onder de 10% van het langjarig gemiddelde ligt dan noemen we zo een meting een extreem en wordt deze uit het sample gehaald. De meeste metingen liggen binnen de limietwaarden, maar ongeveer 8% van de metingen zijn extremen die uit het sample zijn verwijderd.

3. Het weermodel

In het voorspelmodel voor fiets etmaalintensiteiten zijn de volgende weersvariabelen gebruikt: gemiddelde etmaaltemperatuur, aantal uren zonneshijn, etmaal intensiteit van de neerslag en gemiddelde windsnelheid over een etmaal (vergelijk Jaarsma 1990). Een seizoensterm wordt in deze verkennende fase niet meegenomen, omdat we aannemen dat deze impliciet al in de temperatuur en hoeveelheid zonneshijn zit.

In de appendix wordt het weermodel uitgebreid beschreven. Hier volgen de belangrijkste resultaten. De logaritme van de fietsintensiteit (zie appendix) neemt gelijkmatig toe met een toename van temperatuur en zonneshijn en met een afname van neerslag en wind. Met andere woorden, warme temperaturen en zonneshijn hebben een gunstige invloed op de fietsintensiteit, terwijl wind en neerslag juist zorgen voor een afname in het aantal fietsers. Hierbij moet worden aangetekend dat bij een etmaaltemperatuur van onder de 2°C en boven de 17°C de fietsintensiteit constant blijft bij een verandering van temperatuur. Ditzelfde geldt voor een zonneshijnduur van boven de 10 uur. Kortom, de maximale intensiteit wordt gehaald vanaf 17°C (etmaalgemiddelde) en 10 uur zonneshijn (en geen neerslag en wind).

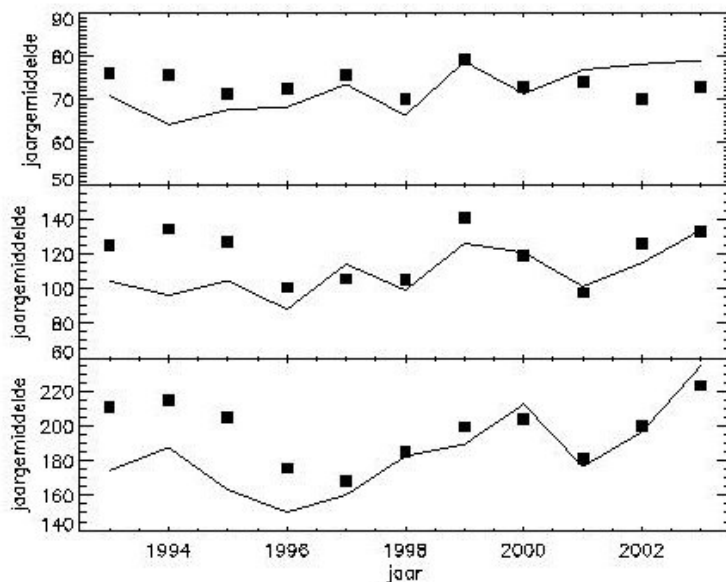
Een ander resultaat is dat de mate waarin de fietsintensiteit toe of afneemt voor alle dagen van de week hetzelfde is. Bij heel mooi weer bijv. is de relatieve toename in het fietsverkeer even groot op een maandag als bijv. op een zondag. Wel is het in absolute zin een stuk drukker op zondag dan op maandag, namelijk bijna 3 keer zo druk. De overige werkdagen zijn vergelijkbaar met de maandag, terwijl de zaterdag iets drukker is, maar nog steeds een stuk rustiger dan de zondag is. Verder is het tijdens de vakantieperiode gemiddeld 30% drukker en in het midden van de zomervakantie is het zelfs 60% drukker.

Deze resultaten zijn niet onverwacht voor een recreatief fietspad. De verwachting is wel dat we andere resultaten zullen vinden voor utilitaire fietspaden. Ten eerste zal het op die fietspaden vaak juist rustiger zijn in het weekeinde en in de vakantieperiode. Bovendien is de verwachting ook dat de mate waarin het fietsverkeer afhangt van weer kleiner zal zijn dan voor recreatieve fietspaden. Schoolkinderen bijv. en in mindere mate werknemers hebben vaak geen alternatief en zullen dus zowel met mooi als met slecht weer op de fiets gaan.

Een praktische toepassing van het model is om langjarige trends te achterhalen. Om dit te kunnen doen, hebben we de jaargemiddelden bepaald voor zowel de waarnemingen als de modelwaarden. In Figuur 2 zijn deze uitgezet voor werkdagen (samengenomen en getoond in de bovenste panel), zaterdagen (middelste panel) en zondagen (onderste panel). De modelwaarden (de curves in de figuur) geven de jaargemiddelde etmaalintensiteiten weer die volgens de weersgegevens verwacht mogen worden. De verschillen tussen de waarnemingen en de modelwaarden geven daarom mogelijk een trend in het fietsgebruik aan die gecorrigeerd is voor weersinvloeden.

Uit Figuur 2 kan het volgende geconcludeerd worden. Over het algemeen geldt dat het model de waarnemingen volgt en dat de meeste korte-termijn schommelingen aldus deels het gevolg lijken te zijn van weersvariaties tussen verschillende jaren. Echter, het lijkt erop dat in de eerste helft van de jaren 90 de waargenomen waarden systematisch boven de modelwaarden liggen. Dit zou erop kunnen duiden dat voor deze locatie het fietsen vanaf de tweede helft van de jaren 90 iets minder populair is geworden. Voorzichtigheid is echter geboden bij deze conclusie. De verschillen zouden namelijk ook nog het gevolg kunnen zijn van

onnauwkeurigheden in het model. De betrouwbaarheid van het model wordt in de volgende paragraaf geanalyseerd.

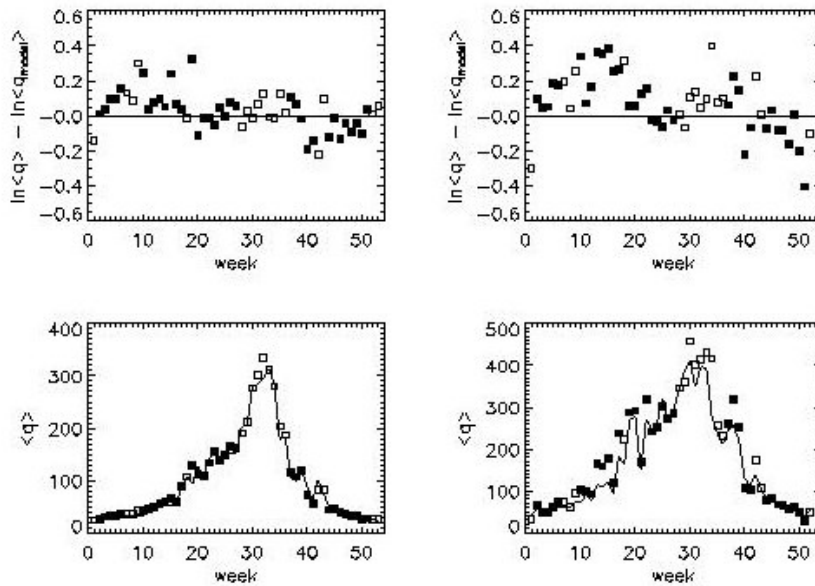


Figuur 2. De jaargemiddelden van de metingen (symbolen) en van de modelwaarden (doorgetrokken lijn) voor werkdagen (boven), zaterdagen (midden) en zondagen (onder)

4. Betrouwbaarheid van het weermodel

Ondanks een duidelijk lineair verband tussen intensiteit (op logaritmische schaal) en weer is er nog steeds een aanzienlijke spreiding aanwezig in de metingen (ten opzichte van het model; zie appendix). Voor hoge intensiteiten tijdens de mooi weer periodes (laat in de lente en gedurende de (na)zomer) blijkt de overgebleven relatieve spreiding ongeveer 30% te zijn (zie ook Figuur 4 in de appendix). Echter, we vinden geen correlatie tussen deze spreiding en de afzonderlijke weersvariabelen. Kortom, het lijkt erop dat het gekozen model juist is en dat de overgebleven spreiding met behulp van andere variabelen verklaard dient te worden.

Om te bepalen of de gemiddelde seizoensvariaties door het model beschreven worden, hebben we de weekgemiddelden (over de periode 1993-2003) voor de waarnemingen en modelwaarden bepaald. In het onderste paneel van Figuur 3 hebben we de weekgemiddelden uitgezet voor werkdagen (links) en weekenden (rechts). De waarnemingen zijn weergegeven door symbolen (gevulde symbolen voor niet vakantieweken en open symbolen voor vakantieweken) en de modelgemiddelden zijn weergegeven door een doorgetrokken lijn. In het bovenste paneel van Figuur 3 worden de gemiddelde residuen (“waarnemingen – model”) op logaritmische schaal per weeknummer getoond voor werkdagen (links) en weekenden (rechts).



Figuur 3. De gemiddelde weekresiduen (“waarnemingen – model”) op logaritmische schaal voor werkdagen (linksboven) en weekeinden (rechtsboven). In het onderste paneel worden weekgemiddelden voor de waarnemingen (symbolen; open symbolen voor de vakantieperiode) en modelintensiteiten (doorgetrokken lijn) getoond voor werkdagen (linksonder) en weekeinden (rechtsonder)

Volgens het onderste paneel van Figuur 3 volgt het model de waarnemingen gemiddeld gesproken goed. Wel lijkt er volgens het bovenste paneel een kleine overgebleven seizoensvariatie te zijn waarbij het model de intensiteiten vooral tijdens het voorjaar iets onderschat. Het onderste paneel laat echter een grillig verloop in intensiteit zien tijdens met name het voorjaar. Dit verloop wordt redelijk door het model beschreven. Het blijkt dat deze grilligheid voornamelijk het gevolg is van variaties in de hoeveelheid zonneshijn, dat wil zeggen dat in weken met relatief veel zonneshijn het aantal fietsers relatief hoog lag. Toch laten de waarnemingen een duidelijk grilliger verloop zien dan de modelwaarden. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de zogenaamde “geheugenterm” (Jaarsma & Wijnstra 1995). Omdat het lange tijd (tijdens de winterperiode) geen mooi weer is geweest, zullen tijdens de eerste mooie dagen in de lente extra veel mensen er op uit trekken. In dat geval is de afhankelijkheid van de hoeveelheid zonneshijn extra groot. We gaan er daarom vanuit dat het model verbeterd kan worden door een geheugenterm toe te voegen en dat daarmee de nauwkeurigheid van het weermodel zal toenemen.

5. Conclusies; discussie en toepassing in de praktijk

Op verschillende locaties in Nederland monitoren wegbeheerders fietsverkeer door middel van tellingen om inzicht te krijgen in (de ontwikkeling van) het gebruik van hun fietsvoorzieningen. Voor beleidsmedewerkers is het van belang dat zij de gemiddelde dagvolumes van het fietsverkeer weten, berekend over een heel jaar en waarbij zo mogelijk ook rekening is gehouden met dagen dat er geen tellingen gedaan zijn. Bestuurders zijn doorgaans meer geïnteresseerd in de lange(re) termijn trends van het fietsverkeer. Met name

willen zij weten of het fietsverkeer toeneemt in situaties waar stimulerende maatregelen zijn doorgevoerd. In beide gevallen is het van belang om “natuurlijke” variaties in fietsintensiteiten door weersinvloeden te kunnen “uitfilteren”. In dit artikel hebben we daarom verkend in welke mate een weermodel kan bijdragen tot het ontrafelen van trend en toeval in een langjarige reeks van fietsintensiteiten. Een volgende stap zal zijn het analyseren van het effect van ontbrekende waarnemingen binnen een reeks op de uitkomst van het jaargemiddelde en –in het verlengde daarvan- de mogelijkheden om zulke ontbrekende waarden betrouwbaar in te schatten.

In deze verkenning hebben we ter illustratie voor een telpunt op de Veluwe een tijdreeks van etmaalintensiteiten over de periode 1993 – 2003 geanalyseerd. Het blijkt dat veel variatie door een lineair weermodel beschreven kan worden. Eén van de pijlers van ons model is dat de intensiteit afhangt van één weerparameter (welke een vaste lineaire combinatie is van temperatuur, duur van de zonschijn, neerslag en windsnelheid) en dat deze weerparameter onafhankelijk is van de gebruikersgroep (woonwerk verkeer, schoolverkeer etc.). Met andere woorden, door iedere gebruikersgroep wordt een bepaald weertype op dezelfde manier ervaren, terwijl de mate waarin mensen reageren op het weer wel verschillend kan zijn per gebruikersgroep. In het geval van schoolverkeer verwachten we nauwelijks een afhankelijkheid tussen fietsintensiteit en weer, terwijl recreatief verkeer juist heel gevoelig is voor weersveranderingen. Om deze veronderstelling te kunnen toetsen, moeten in een vervolgonderzoek meerdere locaties in deze regio onderzocht worden.

Uit deze eerste analyse lijkt te volgen dat als er al sprake is van een trend in fietsverkeer deze negatief is voor de gekozen locatie op de Veluwe. Dat wil zeggen dat vanaf 2000 het fietsverkeer daar iets is afgenomen als gecorrigeerd wordt voor weersvariaties. Dit is echter een vermoeden, want het model is nog niet betrouwbaar genoeg om dit met zekerheid te kunnen vaststellen. Een uitbreiding van het model is daarom wenselijk. Het blijkt bijvoorbeeld dat bepaalde variaties niet door het model verklaard kunnen worden. We nemen aan dat veel van deze variatie het gevolg is van de zogenaamde geheugenterm, waarbij extra veel fietsers de weg opgaan bij de eerste mooie dagen na een lange periode met slecht weer. Het is daarom onze intentie om het weermodel in de toekomst met een geheugenterm uit te breiden, zodat het model betrouwbaar genoeg wordt om lange termijn trends beter te achterhalen. Verder is het de bedoeling om onze analyse uit te breiden naar meerdere locaties. We zijn daarbij onder meer afhankelijk van telgegevens die door wegbeheerders geleverd kunnen worden. Voor de wegbeheerders heeft dit het voordeel dat hun monitoringsprogramma extra ondersteuning krijgt omdat ze met een verbeterd weermodel (visuele) fietstellingen op het netwerk beter aan elkaar kunnen relateren en nauwkeuriger schattingen kunnen maken van missende gegevens die het gevolg zijn van bijvoorbeeld storingen of wegwerkzaamheden.

6. Appendix

In het voorspelmodel voor fiets etmaalintensiteiten zijn de volgende weersvariabelen (afkomstig van station De Bilt) gebruikt: gemiddelde etmaaltemperatuur TG , aantal uren zonschijn SQ , etmaal intensiteit van de neerslag RH en gemiddelde windsnelheid over een etmaal FG .

Voor een gegeven weekdag hangt de etmaalintensiteit q af van een bepaald weertype. Omdat we aannemen dat absolute weersveranderingen leiden tot *relatieve* veranderingen in de intensiteit, wordt in het model de logaritme van q gebruikt. Dit gebeurt als volgt:

$$\ln q = \ln c + \ln q_0 + b * WP \quad (1)$$

$$WP = a_{TG}(TG - 10) + a_{SQ}(SQ - 4) + a_{RH}RH + a_{FG}(FG - 3) \quad (2)$$

Hierin zijn c de vakantiefactor, q_0 de gestandaardiseerde intensiteit (dat wil zeggen de intensiteit bij een “standaard weertype”), b een te schatten evenredigheidscoëfficiënt en WP de weerparameter die een lineaire combinatie is van temperatuur, zonneshijn duur, hoeveelheid neerslag en gemiddelde windsnelheid.

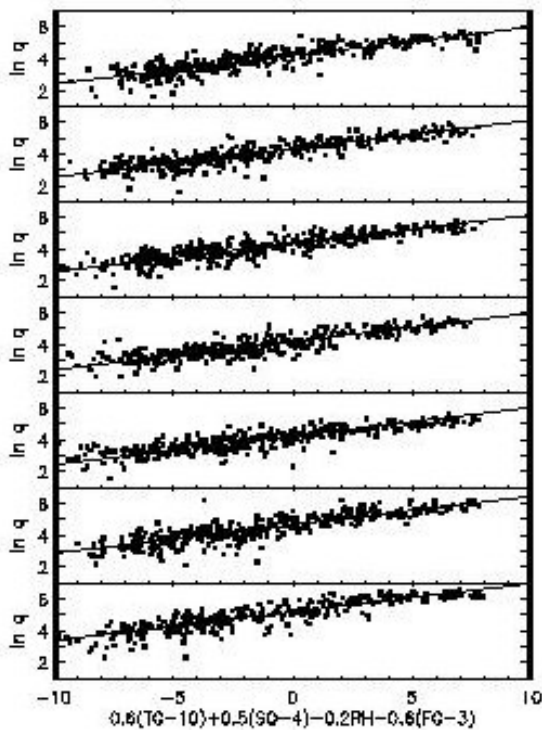
Formule 1 toont dat de natuurlijke logaritme van de intensiteit lineair toeneemt met de weerparameter WP . Bij gunstig fietsweer is WP en daarmee het aantal fietsers groot en bij ongunstig fietsweer is WP laag en dus ook het aantal fietsers. De mate van weersafhankelijkheid wordt gegeven door de evenredigheidscoëfficiënt b . Indien de intensiteiten heel gevoelig zijn voor weer (zoals bij recreatief verkeer) dan is de evenredigheidscoëfficiënt b relatief groot. Als de intensiteiten relatief ongevoelig zijn voor weer (zoals bij schoolverkeer en in mindere mate woonwerk verkeer) dan is b relatief klein.

In formule 1 beschrijft c de toename ($c > 1$) of afname ($c < 1$) van de fietsintensiteit tijdens de schoolvakanties (buiten de schoolvakanties geldt $c = 1$) en is q_0 de zogenaamde gestandaardiseerde etmaalintensiteit (buiten de schoolvakantie) voor een “standaard” weersituatie met $TG = 10$, $SQ = 4$, $RH = 0$ en $FG = 3$ (een gemiddelde temperatuur van 10°C , 4 uur zonneshijn, geen neerslag en een windsnelheid van 3 m/s wat overeenkomt met windkracht 2 – 3). Deze weersituatie zou gezien kunnen worden als het gemiddelde weer of beter nog een mediaan weertype. In Figuur 2 van paragraaf 3 is getoond dat q_0 goed overeenkomt met het jaargemiddelde van de etmaalintensiteit.

In formule 2 laten we zien dat de weerparameter WP een lineaire combinatie is van de belangrijkste weerparameters. Het idee is dat de weegcoëfficiënten a_{TG} , a_{SQ} , a_{RH} en a_{FG} onafhankelijk zijn van b (vandaar dat formule 1 en 2 gescheiden zijn) en dus ook onafhankelijk zijn van het type fietsverkeer (motief). In dat geval zijn deze weegcoëfficiënten onveranderlijk. Met andere woorden een bepaald weertype wordt door verschillende groepen (woonwerker verkeer, recreatief verkeer, schoolverkeer, etc.) als even gunstig of ongunstig ervaren. Deze veronderstelling kan alleen worden getoetst indien we in de toekomst ook tellingen van andere locaties meenemen in de analyse. Merk op dat bij een etmaaltemperatuur van onder de 2°C en boven de 17°C er geen verandering is in fietsintensiteit. Ditzelfde geldt voor een zonneshijnduur van boven de 10 uur. In deze “ranges” verandert de weerparameter daarom niet en blijft deze constant.

Voor ons telpunt op de Veluwe geldt dat het weermodel optimaal is (dat wil zeggen de spreiding van metingen ten opzichte van het model minimaal is) indien $a_{TG} = 0.6$, $a_{SQ} = 0.5$, $a_{RH} = -0.2$ en $a_{FG} = -0.6$. Deze weegcoëfficiënten zijn echter redelijk robuust, wat wil zeggen dat kleine veranderingen in deze waarden niet leiden tot grote veranderingen in modeluitkomsten.

In Figuur 4 tonen we de relatie tussen WP en de intensiteit voor verschillende weekdays (maandag – zondag van boven naar beneden). De doorgetrokken lijn is een lineaire fit door de punten, waarbij $b = 0.18$. De schoolvakanties worden hier niet getoond.



Figuur 4. Relatie tussen weer en intensiteit buiten de schoolvakanties. Het model (doorgetrokken lijn) is de beste fit door de metingen (symbolen). Van boven naar beneden: maandag tot en met zondag

Uit Figuur 4 blijkt dat de helling b niet veel varieert tussen verschillende weekdays en dat met $b = 0.18$ een goede fit wordt verkregen voor alle weekdays. De verwachting is wel dat b kleiner zal worden voor niet recreatieve fietspaden, maar ook hier geldt dat we meerdere locaties moeten bestuderen om deze veronderstelling te kunnen staven. De waarden voor q_0 zijn respectievelijk 66, 76, 78, 66, 69, 105 en 175 fietsers per etmaal voor een maandag, dinsdag, woensdag, donderdag, vrijdag, zaterdag en zondag.

Het weermodel hebben we gekalibreerd met data buiten de schoolvakanties. Tijdens de zomervakantie en herfstvakantie zien we echter een extra toename tijdens de weekdays. In de overige vakanties en in de weekenden zien we geen toename of afname en geldt dat $c = 1$ (zie Formule 1). Voor de herfstvakantie (week 42 en 43) en de randen van de zomervakantie (week 28-29 en week 35-36) is een 30% ($c = 1.3$) toename van fietsverkeer een goede schatting. Voor het midden van de zomervakantie (week 30-34) is dit 60% ($c=1.6$).

7. Literatuur

Emmerson P., Ryley T.J., Davies D.G. (1998) The impact of weather on cycle flows, Traffic Engineering + Control, april 1998, pp 238-243

Hanson S., Hanson P. (1977) Evaluating the impact of weather on bicycle use, Transportation Research Record, vol. 629, pp. 43-48

Hendriks A. (2002) Na regen komt zonneschijn: Kwantitatief onderzoek naar de invloed van weersomstandigheden en dagsoort op het dagelijkse volume fietsverkeer, Afstudeerscriptie, Wageningen Universiteit

Jaarsma C.F. (1990) Temporal variations of bicycle traffic flows in the Netherlands, Proceedings of the 11th international symposium on transportation and traffic theory, 18-20 July, Yokohama, Japan

Jaarsma C.F., Wijnstra F.J. (1995) Coincidence or trend? A method for analysis of temporal variation of daily bicycle traffic flows, proceedings of the 7th world congress on transportation research, July 16-21, Sydney, Australia

Nagendra S.S.M, Khare M. (2003) Principal component analysis of urban traffic characteristics and meteorological data, Transportation Research D, vol. 8, pp. 285-297

Nankervis M. (1998) The effect of weather and climate on bicycle commuting, Transportation Research Part A, Vol. 33, pp. 417-431