



Neerschalen van ruimtelijke informatie

organisch stofgehalte
desaggregatie
geostatistiek
validatie
nauwkeurigheid

Perceelsinformatie uit kaarten voor postcodegebieden

Kaarten kunnen informatie geven over grotere eenheden, bijvoorbeeld postcodegebieden, of kleinere, zoals percelen. Met een nieuwe variant op een interpolatietechniek is het mogelijk om uit een kaart, gemaakt voor grote vlakken, informatie te destilleren over kleine vlakken. We illustreren dit aan de hand van organische stofgehalten in de bodem, maar de methodiek is toepasbaar op allerlei vormen van ruimtelijke informatie en maakt een betere benutting van ruimtelijke geaggregeerde data mogelijk.

Voor de ondersteuning van klimaatbeleid, het nakomen van internationale afspraken hierover (IPCC, Kyoto-protocol) en voor bescherming van bodemkwaliteit is het van belang inzicht te hebben in de ruimtelijke variatie van het organische stofgehalte in de bodem. In Nederland worden al jaren routinematig bodemonsters genomen op agrarische percelen door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek (BLGG). De bemonsteringsdiepte is 0 tot 10 cm in permanent grasland en 0 tot 25 cm in bouwland en maïs. Reijneveld *et al.* (2009; 2010) gebruiken dit bestand om trends in fosfaat- en koolstofgehalte te schatten voor verschillende combinaties van grondsoort en landgebruik. Om de anonimiteit van perceelseigenaren te waarborgen verstrekt BLGG de analyseresultaten als gemiddelden per postcodegebied. Daardoor gaat ruimtelijke informatie verloren.

Door neerschaling of desaggregatie kunnen uit kaarten met gemiddelden voor postcodegebieden kaarten met gemiddelden voor percelen gemaakt worden. Hierbij gebruiken we een nieuwe variant op de geostatistische interpolatietechniek area-to-point-kriging (Kyriakidis, 2004). Normale ATP-kriging kan niet zonder meer in onze situatie worden toegepast. De gemiddelde organische stofgehalten per postcodegebied zijn namelijk niet exact bekend, maar geschat uit steekproefgegevens van BLGG. Orton *et al.* (2012) bedachten recent echter een nieuwe ATP-kriging methode die ook kan worden toe-

gepast wanneer de gemiddelden op het hogere aggregatieniveau niet exact bekend zijn.

Het doel van dit artikel is (1) te illustreren dat op basis van gemiddelden van bodemeigenschappen per postcodegebied in de provincie Noord-Brabant een kaart kan worden gemaakt met gemiddelden per perceel, en om (2) inzicht te geven in de kwaliteit van deze kaart met behulp van de resultaten van een onafhankelijke validatie.

Neerschaling

ATP-kriging is een van de vele varianten van de interpolatiemethode kriging. Kriging komt in het kort op het volgende neer: de geïnterpoleerde waarde wordt berekend als een gewogen gemiddelde van de omringende waarnemingen. De gewichten worden ontleend aan een model voor de ruimtelijke variatie, een (semi-)variogram of covariogram. Dit model geeft aan hoe de samenhang tussen waarden afneemt met de afstand. In de regel zullen waarnemingen minder op elkaar lijken naarmate ze verder van elkaar verwijderd liggen. Voor een verdere introductie in kriging verwijzen wij naar een internettool van Dennis Walvoort: www.ai-geostats.org/bin/view/AI_GEOSTATS/SWEZKriging.

Met ATP-kriging interpoleren we waarden die bekend zijn voor grote oppervlakten naar kleinere oppervlakten of zelfs punten. Figuur 1 geeft dit grafisch weer. We pasten een nieuwe variant van ATP-kriging toe, die rekening houdt met de onnauwkeurigheid van de gemid-

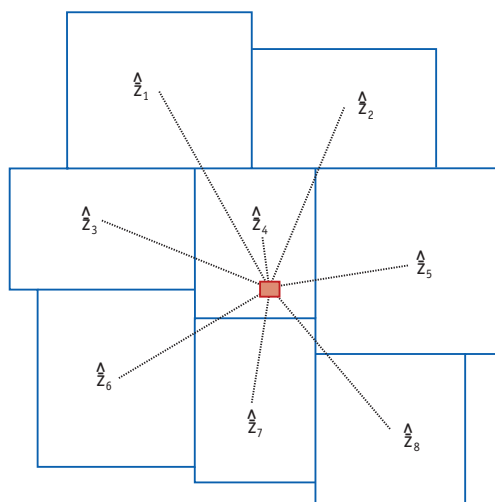
DICK BRUS,
THOMAS ORTON,
DENNIS WALVOORT,
ARJAN REIJNEVELD,
OENE OENEMA &
MARTIN KNOTTERS

Dr. J.D. Brus
Bodemgeografie, Alterra,
Wageningen UR, Postbus
47, 6700 AA Wageningen
dick.brus@wur.nl
Dr. T.G. Orton Faculty
of Agriculture and
Environment, University of
Sydney, Australia
Drs. D.J.J. Walvoort
Bodemgeografie, Alterra,
Wageningen UR
Dr. J.A. Reijneveld
Bedrijfslaboratorium
voor Grond- en
Gewasonderzoek,
AgroXpertus
Prof. Dr. Ir. O. Oenema
Duurzaam bodemgebruik,
Alterra, Wageningen UR
Dr. Ing. M. Knotters
Bodemgeografie, Alterra,
Wageningen UR

Foto Aat Barendregt

Figuur 1 illustratie van ATP-kriging: gemiddelde voor perceel (rood) voorspellen uit gemiddelden voor postcodegebieden (blauw). De dakjes en streepjes geven respectievelijk aan dat het geschatte gemiddelden van variabele z betreft.

Figure 1 illustration of ATP-kriging: averages for fields (red) are predicted from averages for postcode districts (blue). The hats and bars indicate estimated means, respectively, of variable z .



delden voor postcodegebieden (Orton *et al.*, 2012). Deze methode is gebaseerd op drie summary statistics voor elk postcodegebied: gemiddelde, variantie en aantal waarnemingen.

Toepassing in Noord-Brabant

Figuur 2 geeft een kaart met gemiddelde log-gehalten organische stof in de bovengrond per postcodegebied. De kaart toont abrupte sprongen bij de grenzen en is

neergeschaald tot de kaart met gemiddelden per perceel (figuur 3).

Validatie

Geeft de kaart met perceelsgemiddelden die we met neerschaling verkrijgen (figuur 3) nu een nauwkeuriger beeld dan wanneer we het gemiddelde van een perceel eenvoudig schatten met het gemiddelde van het postcodegebied waarin dat perceel ligt (figuur 2)? Om dat te beoordelen selecteerden we aselect 339 percelen uit de dataset van BLGG (één per postcodedistrict met ten minste twee percelen). Deze 339 percelen gebruikten we niet bij het maken van de kaarten, zodat we onafhankelijk konden valideren. Vervolgens vergeleken we de organische stofgehalten volgens de neerschalingmethode en volgens de referentiemethode (schatting op basis van het gemiddelde van het postcodegebied) met de organische stofgehalten die door BLGG uit monsteranalyses voor de 339 percelen zijn bepaald. Tabel 1 geeft enkele samenvattende statistieken van de organische stofgehalten op de 339 validatiepercelen. Tabel 2 geeft de validatieresultaten. De toegepaste neerschalingmethode blijkt iets nauwkeuriger te zijn dan de referentiemethode. De gemiddelde fout is heel dicht bij nul, wat wil zeggen dat er geen systematische fout is. De gemiddelde absolute fout is 0,216, wat laag is in vergelijking met het gemiddelde organische stofgehalte voor de hele kaart van 1,2. Uit een t-toets blijkt dat bij een significantieniveau $\alpha = 0,05$ de ATP-kriging variant significant betere voorspellingen geeft dan de referentiemethode ($P = 0,04$).

Brus *et al.* (2014) maken bij de validatie ook onderscheid naar het aantal bemonsterde percelen per postcodegebied. Nauwkeurigheidswinst blijkt vooral op te treden in postcodegebieden met weinig bemonsterde percelen: bij minder dan 25 bemonsterde percelen nam de gemiddelde gekwadrateerde fout af met 10% ten opzichte van

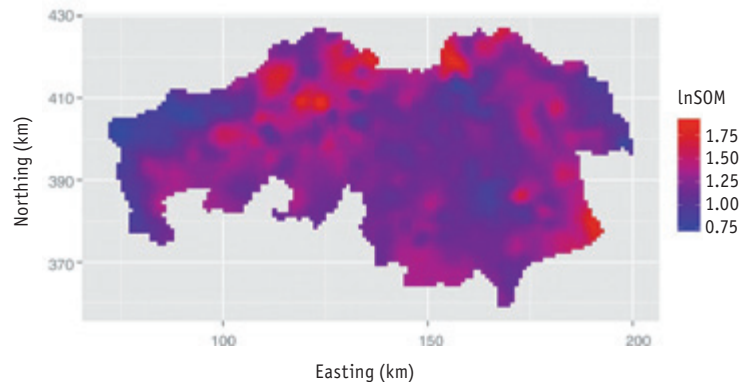
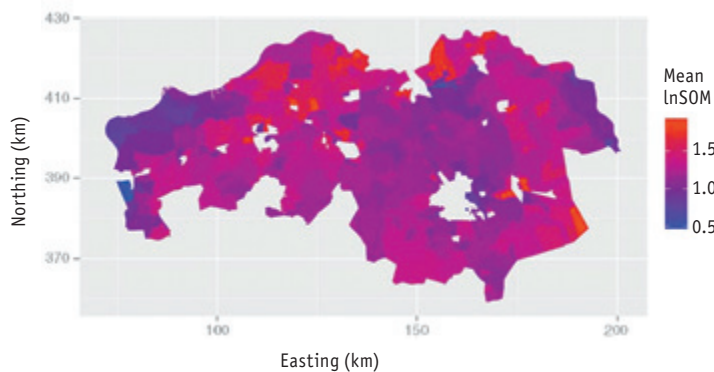
Tabel 1 samenvattende statistieken van de gehalten aan organische stof op de 339 validatiepercelen (% van de massa stoofdroge grond < 2 mm).

Table 1 summarized statistic of soil organic matter content of 339 validation fields (% of the mass of oven-dry soil < 2 mm).

minimum	1e kwartiel	mediaan	gemiddelde	3e kwartiel	maximum
1,4	2,8	3,4	3,7	4,3	18,7

Tabel 2 validatieresultaten
Table 2 results of validation

Validatiemaat	Methode	
	Neerschaling met ATP-kriging	Gemiddelden per postcodegebied (referentiemethode)
Gemiddelde fout	-0,00981	-0,0125
Gemiddelde absolute fout	0,216	0,223
Gemiddelde gekwadrateerde fout	0,0809	0,0864



de referentiemethode, bij 25 tot 100 bemonsterde percelen met 5%, en bij meer dan 100 bemonsterde percelen in een postcodegebied was er geen nauwkeurigheidswinst.

Conclusies en vooruitblik

De nieuwe geostatistische neerschalingmethode levert een realistischer kaartbeeld van percelsgemiddelden op dan wanneer wordt uitgegaan van gemiddelden voor postcodegebieden. Abrupte sprongen in organische stofgehalten op grenzen van postcodegebieden zijn immers onwaarschijnlijk. De nieuwe methode is ook iets nauwkeuriger dan de referentiemethode (significant bij een significantieniveau $\alpha = 0.05$). Uit analyses van Brus et al. (2014) blijkt dat vooral bij postcodegebieden met weinig bemonsterde percelen nauwkeurigheidswinst wordt geboekt.

Summary

Downscaling of spatial information

Dick Brus, Thomas Orton, Dennis Walvoort, Arjan

Reijneveld, Oene Oenema & Martin Knotters

soil organic matter content, disaggregation, geostatistics, validation, accuracy

Ruimtelijke gemiddelden van allerlei omgevingsvariabelen zijn vaak niet exact bekend, omdat ze niet uitputtend kunnen worden waargenomen. De nieuwe variant van ATP-kriging maakt het mogelijk om geschatte ruimtelijke gemiddelden voor hogere aggregatieniveaus neer te schalen naar lagere aggregatieniveaus. De nieuwe methode kan op allerlei omgevingsvariabelen worden toegepast. Strategisch is de nieuwe methode van belang omdat bestaande gegevens voor hogere aggregatieniveaus beter kunnen worden benut en een alternatief biedt voor kostbare inventarisaties.

Toevoeging van bodemtype als covariabele bleek geen nauwkeuriger voorspellingen op te leveren. Een interessant onderwerp voor vervolgonderzoek is of met de covariabele landgebruik, mogelijk in combinatie met bodemtype, de voorspellingen kunnen worden verbeterd.

Information of soil organic matter content (SOM) of topsoils is available as spatial averages for postcode districts. To support policy making, information at field scale is needed however. A new type of area-to-point kriging (ATP-kriging) was developed to disaggregate av-

Figure 2 logaritmisches getransformeerde gehalten aan organische stof in de bovengrond, gemiddeld per postcodegebied (SOM = soil organic matter content).

Figure 2 average of logarithmically transformed soil organic matter content of the topsoil, for postcode districts (SOM = soil organic matter content).

Figure 3 logaritmisches getransformeerde gehalten aan organische stof in de bovengrond, gemiddeld per perceel, voorspeld met ATP-kriging (SOM = soil organic matter content).

Figure 3 average of logarithmically transformed soil organic matter content of the topsoil, for fields, predicted by ATP-kriging (SOM = soil organic matter content).

Foto Barend Hazeleger
bvbeeld.nl



verage SOM for postcode districts to averages for fields. The results were validated using an independent test set of 339 fields. Predictions obtained by ATP-kriging were significantly more accurate ($\alpha = 0.05$) than predictions

by the areal means of postcode districts. The gain in accuracy was largest for postcode districts with a small number of sampled fields, say less than 25.

Literatuur

Brus, D.J., T.G. Orton, D.J.J. Walvoort, J.A. Reijneveld & O. Oenema, 2014. Disaggregation of soil testing data on organic matter by the summary statistics approach to area-to-point kriging. *Geoderma* 226-227: 151-159.

Kyriakidis, P., 2004. A geostatistical framework for area-to-point spatial interpolation. *Geographical Analysis* 36 (3): 259-289.

Orton, T.G., N.P.A. Saby, D. Arrouays, C. Walter, B. Lemerrier, C. Schvartz & R.M. Lark, 2012. Spatial prediction of soil organic carbon from data on large and variable spatial supports. I. Inventory and mapping. *Environmetrics* 23 (2): 129-147.

Reijneveld, A., J. van Wensem & O. Oenema, 2009. Soil organic carbon contents of agricultural land in the Netherlands between 1984 and 2004. *Geoderma* 152 (3-4): 231-238.7

Reijneveld, J.A., P.A.I. Ehlert, A.J. Termorshuizen & O. Oenema, 2010. Changes in the soil phosphorus status of agricultural land in the Netherlands during the 20th century. *Soil Use Management* 26 (4): 399-411.