

Geographic Information Systems (GIS) in Public Health

Citation for published version (APA):

Kauhl, B. (2018). *Geographic Information Systems (GIS) in Public Health: How can GIS facilitate demand-based planning of healthcare and targeted prevention strategies?* [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Maastricht University. <https://doi.org/10.26481/dis.20180117bk>

Document status and date:

Published: 01/01/2018

DOI:

[10.26481/dis.20180117bk](https://doi.org/10.26481/dis.20180117bk)

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Summary

The case studies in this thesis describe the use of Geographic Information Systems (GIS) in public health. The main focus lies in the assessment of GIS and spatial epidemiological methods for planning and allocation of healthcare and targeted prevention strategies.

Chapter 2: Case study on Acute Undifferentiated Fever in India

The System for Early-warning based on Emergency Data (SEED) is a pilot project to evaluate the use of emergency call data with the main complaint acute undifferentiated fever (AUF) for syndromic surveillance in India. Although the main focus of syndromic surveillance lies in the detection of possible disease outbreaks, additional information about the main population at risk is necessary for targeted interventions and future preparedness strategies. By analysing the emergency calls of a small, remote area geographically and by merging the emergency call data with socio-economic population characteristics, we found that the incidence of fever was higher in rural areas and showed strong regional variation. The results of the spatial regression analysis clearly identified scheduled tribes and household industries as the main population at risk and proximity to forests as an environmental risk factor. These results are especially important in the Indian context, where laboratory confirmed disease data are scarce and emergency call data could provide a suitable alternative as proxy for infectious diseases.

Chapter 3: Case study on Hepatitis C in the Netherlands

Hepatitis C Virus (HCV) infections are a major cause for liver diseases. A large proportion of these infections remain hidden to care due to its mostly asymptomatic nature. Population-based screening and screening targeted on behavioural risk groups had not proven to be effective in revealing these hidden infections. By geocoding the HCV tests collected between 2002 and 2008 in the southern part of the Netherlands and merging them with socio-demographic population data at the four-digits postal code level, local hotspots of high HCV prevalence could be detected and the main population at risk in specific locations could be identified. The risk group for HCV consisted of persons living in one-person households, persons with low income, non-western immigrants and persons living in deprived areas. Combining the information where local hotspots are with the background knowledge which population group is most at risk in these hotspots provides a useful starting point for future screening interventions.

Chapter 4: Case study on Type 2 Diabetes Mellitus in Germany

The provision of general practitioners (GPs) in Germany still relies mainly on the ratio of inhabitants to GPs at relatively large scales and barely accounts for an increased prevalence of chronic diseases among the elderly and socially underprivileged populations. As health insurance is mandatory in Germany, geocoded health insurance claims can be used to analyse the spatial distribution of chronic diseases as indicator for the demand for primary care. Data from northeastern Germany's largest statutory health insurance provider was used to analyse the spatial distribution of type 2 Diabetes Mellitus (T2DM). The results clearly show that T2DM varies at the very local level and is strongly clustered, especially in rural areas. The results of the spatial regression analysis emphasize that a lower socio-economic status is – at least in some areas – an important predictor of T2DM. The results of our analysis provide very detailed information, where hotspots of T2DM in northeastern Germany are located. The background knowledge, that T2DM is driven by lower socio-economic status further facilitates the recent political discussion to include measures of lower socio-economic status into the current guidelines of planning and allocation of primary care in Germany.

Chapter 5: Case study on Pertussis in the Netherlands

Despite high vaccination coverage, pertussis incidence in the Netherlands is amongst the highest in Europe with a shifting tendency towards adults and elderly. Early detection of outbreaks and preventive actions are necessary to prevent severe complications in infants. We therefore analysed geocoded laboratory registry data collected between 2007 and 2013 in the province South Limburg. We could successfully locate space-time clusters for pertussis testing, incidence and test-positivity. The space-time clusters for pertussis incidence largely overlapped with pertussis testing. The spatial regression approach further confirmed that the current pertussis incidence is largely the result of testing. More testing would therefore not necessarily improve pertussis control. Although the detection of pertussis outbreaks would be feasible using space-time cluster detection, such an approach should rather use test-positivity as indicator to account for the strong association between testing and the current pertussis incidence.

Chapter 6: General Discussion

In chapter 6, the main findings of this thesis are discussed. The main results of this thesis are that GIS and spatial epidemiological methods are suitable to locate high-risk areas and to identify the main populations at risk in specific locations for the analysed diseases. The results of the four case studies emphasize that a one-size-fits-all approach is not very effective for both, planning and allocation of healthcare and targeted prevention strategies. Future public health policies need to acknowledge that geographic aspects are important determinants of health and should aim future interventions more towards local needs.

Nederlandse samenvatting

De case study's in deze thesis beschrijven het gebruik van Geografische Informatie Systemen (GIS) in de openbare gezondheidszorg. De hoofdfocus ligt op de evaluatie van inzet GIS en ruimtelijke epidemiologische methoden ten behoeve van planning en toewijzing van gezondheidszorg en doelgerichte preventiestrategieën.

Hoofdstuk 2: case study van Acute Ongedifferentieerde Koorts in India

Het System for Early-warning based on Emergency Data (SEED) is een pilotproject om de bruikbaarheid van data van noodoproepen van de belangrijkste syndroom 'acute undifferentiated fever (AUF)', ten behoeve van syndroomsurveillance in India te evalueren. Alhoewel het belangrijkste doel van syndroomsurveillance ligt in het opsporen van mogelijke ziekte-uitbraken is additionele informatie over de belangrijkste risicopopulatie noodzakelijk voor gerichte interventies en toekomstige preventiestrategieën. Door de noodoproepen van een klein, afgelegen gebied geografisch te analyseren en door de data van de noodoproepen samen te voegen met sociaal-economische bevolkingskarakteristieken ontdekten we dat de incidentie van koorts in plattelandsgebieden hoger was en het toonde grote regionale verschillen. De resultaten van de ruimtelijke regressie-analyse wezen duidelijke stammen en bedrijfjes aan huis als grootste risicopopulaties aan en de nabijheid tot bosgebieden als omgevingsrisicofactor.

Deze resultaten zijn vooral belangrijk in de Indiase context waar weinig laboratoriumbevestigde ziektegegevens aanwezig zijn en waar data over noodoproepen een geschikt alternatief zouden kunnen vormen als indicatie voor infectieziekten.

Hoofdstuk 3: Case study van hepatitis C in Nederland

Hepatitis C-virusinfecties (HCV) vormen een belangrijke oorzaak voor leverziekten. Een groot deel van deze infecties blijft verborgen voor de zorg omdat het meestal een asymptomatisch verloop heeft. Bevolkingsonderzoek en screening gericht op gedragsgerelateerde risicogroepen bleken niet effectief om deze verborgen infecties op te sporen. Door geocodering van de HCV-testen verzameld tussen 2002 en 2008 in het zuidelijk deel van Nederland en door deze samen te voegen met socio-demografische bevolkingsdata op vier-cijferig postcodeniveau, werden lokale hotspots met hoge HCV-prevalentie gevonden en kon de belangrijkste risicogroep op specifieke locaties worden geïdentificeerd. De risicogroep voor HCV bestond uit eenpersoonshuishoudens, personen met een laag inkomen, niet-westerse immigranten en personen uit

achterstandswijken. De informatie waar lokale hotspots zich bevinden, gecombineerd met de achtergrondinformatie welke populatiegroep het grootste risico loopt binnen deze hotspots, levert een goed uitgangspunt voor toekomstige screeninginterventies.

Hoofdstuk 4: Case study van diabetes mellitus type 2 in Duitsland

Het systeem voor de verdeling van huisartsen per inwoner in Duitsland hangt hoofdzakelijk af van een standaard aantal inwoners en houdt amper rekening met de verhoogde prevalentie van chronische ziekten onder ouderen en achtergestelde bevolkingsgroepen. Aangezien in Duitsland ziektekostenverzekering verplicht is, kan geocodering van ziektekostendeclaraties worden gebruikt om de ruimtelijke verdeling van chronische ziekten te analyseren als indicator voor zorgvraag. Data van de grootste (wettelijke) ziektekostenverzekeraar in Noordoost Duitsland werden gebruikt om de ruimtelijke verspreiding van diabetes mellitus type 2 (DM2) te analyseren. De resultaten tonen duidelijk aan dat DM2 op zeer lokaal niveau varieert en sterk geclusterd is, m.n. in landelijke gebieden. De resultaten van de ruimtelijke regressie analyse benadrukken dat een lagere sociaal economische status – tenminste in bepaalde gebieden – een belangrijke voorspeller voor DM2 is. De resultaten van onze analyse leveren zeer gedetailleerde informatie over waar hotspots van DM2 in Noordoost Duitsland zijn gelegen. De achtergrondkennis dat DM2 wordt aangedreven door een lage SES-status draagt bij aan de recente, politieke discussie om maatregelen bij een lagere SES-status te includeren in de huidige richtlijnen van plannen en toewijzen van primaire zorg in Duitsland.

Hoofdstuk 5: Case study over pertussis in Nederland

Ondanks de hoge vaccinatiegraad is de incidentie van pertussis in Nederland één van de hoogste in Europa met een neigende verschuiving naar volwassenen en ouderen. Vroege detectie van uitbraken en preventieve acties zijn nodig om ernstige complicaties bij zuigelingen te voorkomen. Hiervoor analyseerden wij geogecodeerde laboratoriumdata in de provincie Limburg, verzameld tussen 2007 en 2013. We konden met succes locatie-tijd-clusters voor het testen op pertussis, de incidentie en de testpositiviteit opsporen. De locatie-tijd-clusters voor pertussisincidentie vertoonden een grote overlap met het testen op pertussis. De ruimtelijke regressiebenadering bevestigde dat de huidige pertussisincidentie grotendeels het resultaat is van testen. Meer testen zou daarom niet noodzakelijkerwijs de bestrijding van pertussis verbeteren.

Alhoewel detectie van pertussisuitbraken door middel van plaats-tijd clusterdetectie mogelijk is, zou eigenlijk het gebruik van testpositiviteit als indicator dienen te worden gebruikt om de sterke associatie tussen testen en de huidige pertussisincidentie te verklaren.

Hoofdstuk 6: Algemene discussie

In hoofdstuk 6 worden de belangrijkste bevindingen van deze thesis besproken. De belangrijkste resultaten van deze thesis zijn dat GIS en ruimtelijke epidemiologische methodes geschikt zijn om hoog-risicogebieden te traceren en om de belangrijkste risicogroepen op specifieke locaties voor de geanalyseerde ziekten te identificeren. De resultaten van de 4 case study's benadrukken dat een algemene aanpak niet erg effectief is, zowel voor toewijzen van gezondheidszorg als voor gerichte preventiestrategieën. Toekomstig public health-beleid dient te onderkennen dat geografische aspecten belangrijke determinanten van gezondheid zijn en het zou toekomstige interventies meer moeten richten op lokale behoeften.